



Licence Sciences et Techniques (LST)

**Technique d'Analyse et Contrôle de Qualité
« TACQ »**

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Evaluation des taux de sucre et matières sèches dans la
mélasse au cours de son traitement**

Présenté par :

◆ **BENNANI Leila**

Encadré par :

◆ **Mr A. BENNANI (LESAFFRE)**
◆ **Pr. A. BOULAHNA (FST)**

Soutenu Le 06 Juin 2017 devant le jury composé de :

- **Pr Y. KANDRI RODI**
- **Pr A. MELIANI**
- **Pr A. BOULAHNA**

Stage effectué à LESAFFRE MAROC

Année Universitaire 2016 / 2017

Remerciements

Je profite par le biais de ce rapport, pour exprimer mes vifs remerciements à toute personne contribuant de près ou de loin à l'élaboration de cet humble travail.

*Je tiens à remercier **Mr. BOULAHNA Ahmed** mon encadrant à la faculté des sciences et techniques et **Mr BENNANI Ali** directeur qualité et chef de laboratoire, pour leurs suivis, et leurs conseils durant toute la période du stage et lors de la rédaction de ce rapport de stage.*

*Je présente ma gratitude à **MR. BOUQUADIDA Abdelali** et tout le personnel des laboratoires LESAFFRE qui m'ont soutenu conseillé et orienté afin de mener à bien ce travail.*

*Mes vifs remerciements s'adressent à tous les membres du département de chimie ainsi que les jurys constitués de **Mr. MELIANI Abdeslam** et **Mr. KANDRI RODI Youssef** pour avoir accepté d'évaluer ce travail et apporter leurs remarques et jugements pertinents afin d'améliorer mon projet de fin d'études.*

Je présente ma reconnaissance à tous les membres de ma famille et amis qui m'ont aidé et soutenu durant tout mon parcours, Merci d'être une source d'inspiration et de motivation.

Que tous ceux qui ont contribué à mener à bien ce stage trouvent ici l'expression de ma parfaite considération.

Liste des figures

Figure 1: Logo Lesaffre	2
Figure 2: Carte d'identité LESAFFRE MAROC	3
Figure 3: Gamme de produits Lesaffre-Maroc	4
Figure 4: Organigramme LESAFFRE MAROC	4
Figure 5: Laboratoire d'analyses microbiologiques	5
Figure 6: Laboratoire d'analyses physicochimiques	6
Figure 7: Vue microscopique d'un champignon	7
Figure 8: Schéma de l'ultrastructure de la levure de boulanger	9
Figure 9: Différentes formes de levures	11
Figure 10: Processus de fabrication de la levure	13
Figure 11: La mélasse.....	14
Figure 12: Betterave sucrière (à gauche) canne à sucre (à droite)	15
Figure 13: Schéma représentant la dilution de la mélasse.....	18
Figure 14: La station de clarification de la mélasse	18
Figure 15: Echangeur à plaques	19
Figure 16: Schéma général de la station du traitement de la mélasse.....	20
Figure 17: Filtre à panier.....	21
Figure 18: Structure chimique de la molécule du saccharose	23
Figure 19: Mode opératoire d'analyse des sucres	23
Figure 20: Polarimètre (Saccharimètre)	24
Figure 21: Histogramme du Taux du saccharose.....	25
Figure 22: Histogramme du Taux du sucre réducteur	29
Figure 23: Histogramme du taux des sucres totaux dans le DB.....	31
Figure 24: Histogramme du taux de matière sèche	33
Figure 25: Spectrophotomètre	34
Figure 26: Histogramme du taux de coloration	35

Listes des tableaux

Tableau 1: Comparaison entre les deux types de métabolisation (aérobie et anaérobie	10
Tableau 2: Composition chimique moyenne de la levure (d'après HENCKES 2000)	12
Tableau 3: Composition de la mélasse (en % de matières sèches totales).....	16
Tableau 4: Caractéristiques des clarificateurs utilisés dans la société LESAFFRE.....	22
Tableau 5: Taux du saccharose dans les différents types de mélasse	24
Tableau 6: Taux du sucre réducteur dans les différents types de mélasse.....	28
Tableau 7: Taux de la matière sèche dans différents types de mélasse	33
Tableau 8: Taux de coloration dans les différents types de la mélasse	35

Liste des abréviations

ABS	: Absorbance
B	: Betterave
C	: Canne
Col	: Coloration
DB	: Débourbage
MD	: Mélasse diluée
MDC	: Mélasse diluée clarifiée
MDCS	: Mélasse diluée clarifiée stérilisée
SHP	: Levure sèche active à réhydrater
SPI	: Levure sèche instantanée
SR	: Sucres réducteurs
ST	: Sucres totaux

Table des matières

REMERCIEMENTS	1
LISTE DES FIGURES	2
LISTES DES TABLEAUX	3
LISTE DES ABREVIATIONS	4
TABLE DES MATIERES	5
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PRESENTATION DE L'ENTREPRISE	2
1) LESAFFRE	2
2) LESAFFRE MAROC	3
3) PRODUITS ET MARQUES DE REFERENCE	4
4) ORGANIGRAMME DE L'ENTREPRISE.....	4
5) DESCRIPTION ET ACTIVITES DES LABORATOIRES D'ANALYSES	5
ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES	7
1) GENERALITES	7
2) LA LEVURE SACCHAROMYCES CEREVISIAE (LESAFFRE).....	7
a) <i>Définition</i>	7
b) <i>Caractéristiques</i>	8
c) <i>Structure de la levure</i>	8
d) <i>Développement de la levure</i>	9
e) <i>Mode de reproduction</i>	10
f) <i>Différentes formes de la levure</i>	11
g) <i>Composition chimique</i>	11
3) CHAINE DE PRODUCTION.....	12
1) LA MELASSE.....	14
a) <i>Définition</i>	14
b) <i>Différents types de mélasse</i>	14
c) <i>Composition chimique</i>	15
2) CIRCUIT GENERAL DE LA MELASSE ET CLARIFICATION	17
ETUDE EXPERIMENTALE : EVALUATION DES SUCRES ET MATIERES SECHES	21
1) APERÇU SUR LE MATERIEL UTILISE.....	21
a) <i>Le filtre à panier</i>	21
b) <i>Les clarificateurs</i>	21
2) MESURES EFFECTUEES SUR LA MELASSE.....	22
a) <i>Détermination du taux de saccharose par polarimétrie</i>	22
b) <i>Détermination du taux de sucre réducteur libre</i>	26
c) <i>Evaluation des sucres perdus dans le débouillage :</i>	30

d) Détermination du taux de la matière sèche dans la mélasse.....	31
e) Détermination du taux de la coloration.....	34
CONCLUSION GENERALE	37
BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE	39

Introduction Générale

Le stage dans une industrie constitue un pas géant dans la formation de tout étudiant, passage primordial pour tout jeune chimiste, il est important d'être confronté au milieu professionnel, afin d'améliorer ses connaissances dans le domaine de la chimie en industrie, consolider ses acquis théoriques, mettre en pratique ses connaissances techniques et enfin maîtriser les procédés industriels pour une éventuelle intégration dans le monde du travail.

Préparant mon diplôme de licence en Techniques d'Analyses et Contrôle de Qualité à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, j'ai été amenée ces 2 derniers mois à effectuer un stage de fin d'études au sein de la société LESAFFRE, pionnier de l'industrie de la production des levures dans le monde.

Mon projet de fin d'études s'articulerait autour du thème « **l'évaluation des sucres et matières sèches dans la mélasse au cours de son traitement** », le rapport suivant représente le fruit de l'étude et de l'évaluation effectuée tout au long de ce stage et qui sera présenté en grande partie sous 2 axes.

Une étude bibliographique qui traite 2 parties :

- La levure *saccharomyces cerevisiae* et sa chaîne de production

Dans cette partie, on introduit la levure, plus précisément celle produite par LESAFFRE ainsi que sa structure, son développement et son cycle de reproduction.

- La Mélasse, Circuit général et clarification

La deuxième partie traite la mélasse, ses différents types et enfin son circuit de clarification.

Une étude expérimentale qui concerne les différentes tâches de mesures et d'analyses des résultats qui se rapporte au taux de saccharose dans toutes les mélasses ainsi que les taux de sucres réducteurs, la matière sèche et la coloration.

Présentation de l'entreprise

1) **LESAFFRE**

Fondé en 1853, le groupe agroalimentaire LESAFFRE est le leader mondial dans le domaine de la levure de panification.

Fort de ses connaissances approfondies de la levure et de ses compétences pointues en biotechnologies, LESAFFRE intervient également dans les domaines de la nutrition, de la santé humaine et animale.

L'innovation technique, la maîtrise des savoir-faire et la capacité à proposer des solutions sur-mesure ont contribué à construire le succès de LESAFFRE.

Son aptitude à anticiper les besoins, à comprendre les attentes de ses clients et à fournir des produits de qualité : ont imposé le Groupe comme fournisseur incontournable des industriels, et du grand public.

LESAFFRE a choisi " l'hirondelle " comme logo, ce dernier est un symbole de proximité et de fidélité, qui traversa le temps et l'espace, c'est un logo qui identifie les produits de la société et se considère comme l'emblème fédérateur du groupe LESAFFRE dans le monde via ses 35 sites de production et sociétés commerciales et des distributions afin d'être plus proche de ses clients.



Figure 1: Logo Lesaffre

Lesaffre en quelques chiffres

- Un groupe créé en 1853 est toujours détenu par la famille LESAFFRE.
- 1^{er} fabricant mondial de levure.
- Environ 1,3 milliard d'euros de chiffre d'affaire en 2010.
- 7000 collaborateurs.
- Une cinquantaine de sites de production.
- Plus de 60 implantations commerciales.

- Une présence commerciale dans plus de 170 pays.
- 35 sites de production

2) LESAFFRE MAROC

En 1993, la société SODERS a été majoritairement détenue par le groupe Français LESAFFRE et porte aujourd'hui comme nouvelle appellation " LESAFFRE MAROC ", elle présente le leader mondial dans la fabrication de la levure de panification grâce à ses connaissances approfondies sur la levure et ses compétences en biotechnologie.

Siège Située à Fès, au quartier industriel SIDI BRAHIM, elle produit environ 30.000 tonnes de levures par an, emploie 170 personnes avec une superficie de 2 hectares qui applique une politique salariale attractive et des possibilités de formation continue d'un groupe, qui a su conserver les valeurs humaines d'une entreprise familiale.

Subdivisée en un site de production à Fès et un BAKING CENTER à Casablanca. Ce dernier site constitue une vitrine des produits LESAFFRE où les boulangers peuvent suivre des formations et des démonstrations applicables à leur métier.



Raison sociale: LESAFFRE MAROC
Directeur général: Mr Damien LESAFFRE
Forme juridique : société anonyme
Effectifs : 200 personnes (dont 20 cadres)
Secteur d'activité : L'agroalimentaire
Gamme de produits: Levures de panification et Améliorants...

Figure 2: Carte d'identité LESAFFRE MAROC

3) Produits et marques de référence

La Société LESAFFRE MAROC fabrique et commercialise la levure et les améliorants de panification par catégorie suivante :

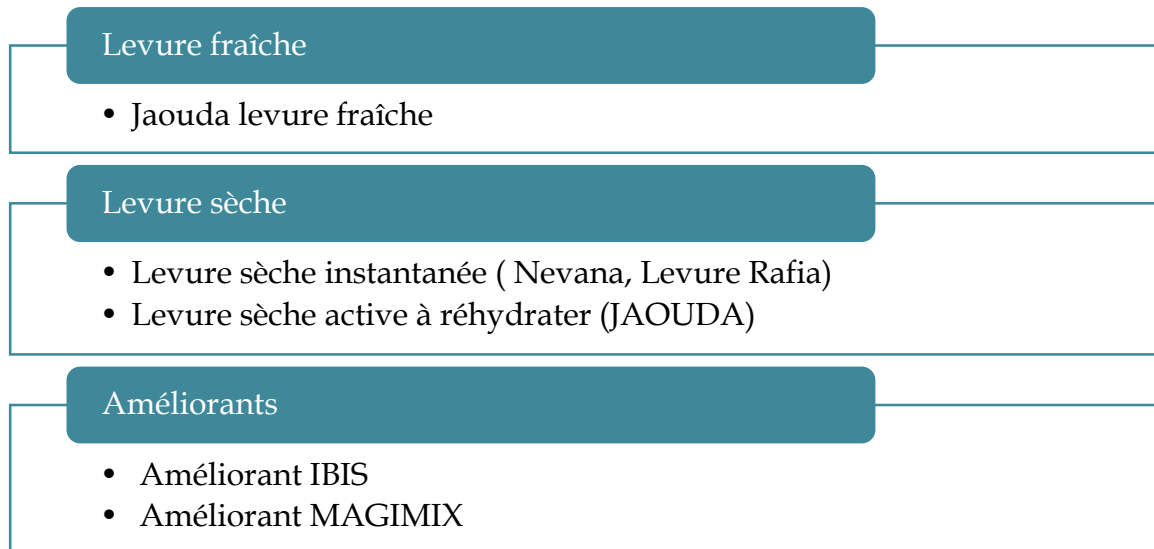


Figure 3: Gamme de produits Lesaffre-Maroc

4) Organigramme de l'entreprise

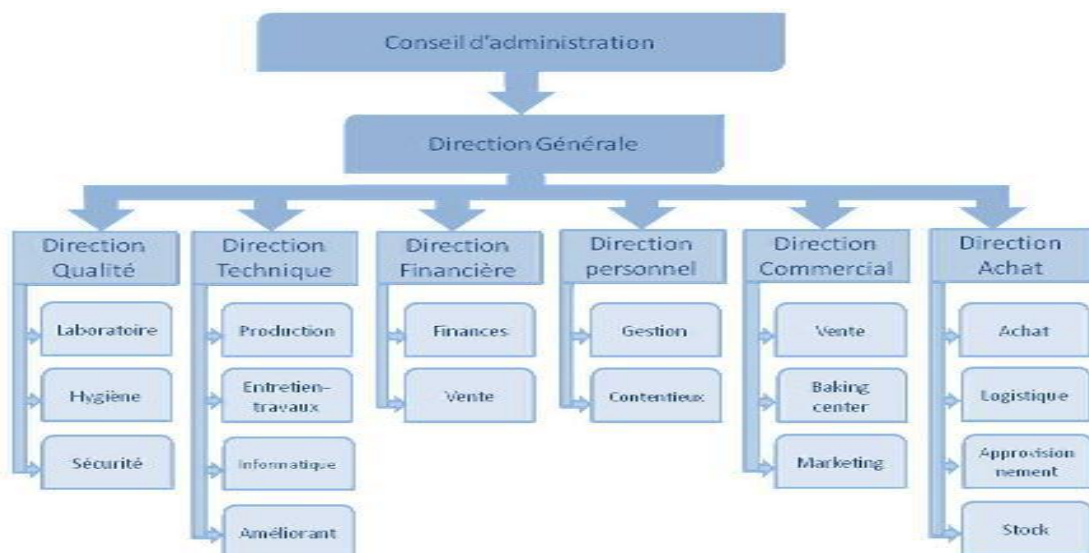


Figure 4: Organigramme LESAFFRE MAROC

5) Description et activités des laboratoires d'analyses

LESAFFRE MAROC dispose de deux laboratoires, microbiologique et physicochimique qui sont chargés de faire des analyses le long de la chaîne de production, depuis la préparation de la matière première jusqu'à l'obtention du produit fini (levure fraîche ou sèche).

- Laboratoire d'analyses microbiologiques

Toutes les conditions de la réalisation des analyses performantes sont réunies. Un matériel suffisant et moderne, des techniques d'identifications des microorganismes assez rigoureuses imposées par le groupe, un système d'épuration d'air, un personnel hautement qualifié et expérimenté, un climat professionnel encourageant, et la vaillance d'un chef de laboratoire.

Ce laboratoire est divisé en :



Figure 5: Laboratoire d'analyses microbiologiques

- Laboratoire d'analyses physicochimiques

Equipé de matériel sophistiqué, alimenté de différents types d'eau (eau adoucie, eau distillée, eau de ville) utilisée selon les besoins. Un personnel qualifié y effectue

quotidiennement des analyses physicochimiques (Brix, pH, conductivité, dosage de l'azote, des phosphates et des sulfates).

Il est divisé en trois parties :



Figure 6: Laboratoire d'analyses physicochimiques

La salle d'analyse physicochimique est répartie en trois sections :

- Section des analyses d'azote et de phosphate
- Section des analyses de la mélasse
- Section des analyses de l'eau

Partie 1 : La levure saccharomyces cerevisiae et sa chaîne de production

1) Généralités

La levure est constituée de cellules vivantes d'un champignon microscopique unicellulaire, de diamètre compris entre 5 et 10 microns (invisible à l'œil nu) généralement de forme ovoïde ou sphérique, elle est apte à provoquer la fermentation des matières organiques animales et végétales et joue un rôle essentiel dans la régulation de l'activité fermentaire et aromatique du pain.

Ainsi, elles sont employées pour la fabrication du vin, de la bière, des alcools industriels, des pâtes levées et d'antibiotiques.

La levure peut vivre aussi bien en présence qu'en l'absence d'oxygène, se multipliant dans le premier cas, provoquant une fermentation dans le second.

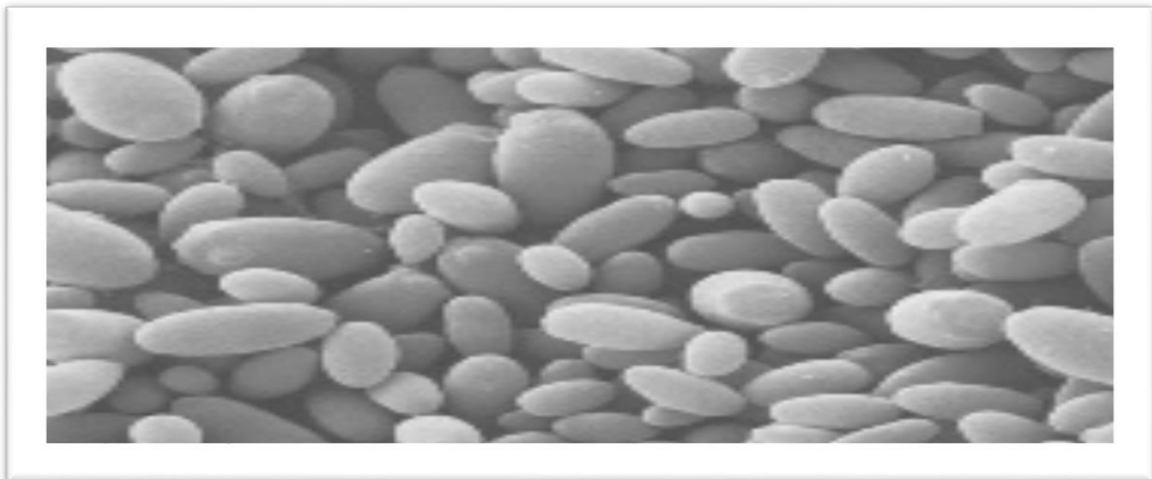


Figure 7: Vue microscopique d'un champignon

2) La levure saccharomyces cerevisiae (LESAFFRE)

a) Définition

La levure *Saccharomyces cerevisiae* occupe une place privilégiée dans les activités industrielles. Elle est utilisée par l'homme depuis des millénaires pour la production

de boissons et produits fermentés (vin, bière, pain) et joue un rôle très important dans l'industrie agroalimentaire comme agent de fermentation et pour l'élaboration de produits dérivés.

Appelé aussi levure de boulangerie ou levure de bière (car c'est lui qui permet la fermentation alcoolique de certains sucres (saccharose, lactose, maltose...), pour obtenir des alcools, notamment la bière.), cette levure naturelle est un champignon unicellulaire très riche en protéines de très bonne valeur biologique, mais aussi en vitamines et minéraux. C'est une des meilleures sources de protéines naturelles.

S. cerevisiae utilisée dans la production du vin, de bière, que dans la production des protéines recombinantes. Elle est également utilisée en panification pour la production de biomasse.

Etymologiquement « saccharo » vient de sucre, « Myces » de champignon et « *cerevisiae* » signifie « brasserie » en latin.

b) Caractéristiques

Saccharomyces cerevisiae, possède des caractéristiques variables selon les conditions de son développement en levurerie (résistances diverses, activités enzymatiques, composition chimique) qui permettent des utilisations spécifiques en boulangerie.

- La levure « cryorésistante » : levure qui résiste mieux à la surgélation.
- La levure « osmotolérante » : levure résistante à la pression osmotique (utilisée dans les formules de pains riches en sucre).
- La levure « rapide » : levure apte à consommer plus rapidement les sucres, elle est riche en protéines.

c) Structure de la levure

Les enzymes présentes dans la cellule de levure au niveau du cytoplasme jouent un rôle capital dans les pâtes levées :

- La maltase, qui agit sur la transformation du maltose en glucose
- L'invertase, qui agit sur la transformation du saccharose en glucose et fructose
- La zymase, qui agit sur la transformation du glucose et fructose en dioxyde de carbone et éthanol (gaz de rejet de la fermentation alcoolique).

Sa structure est la suivante :

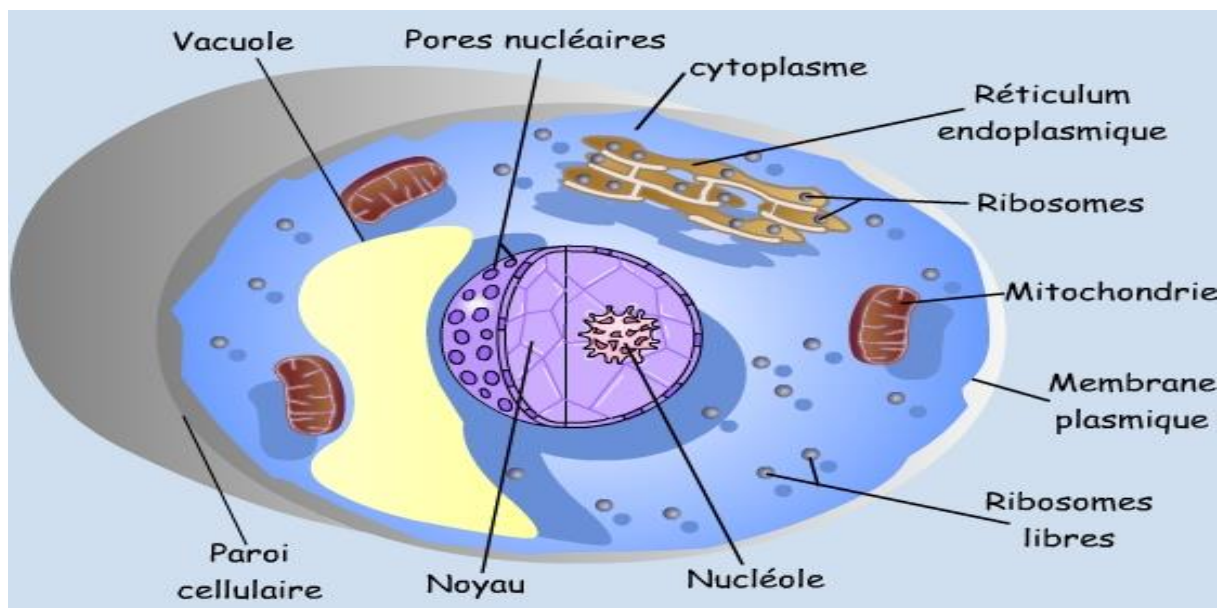


Figure 8: Schéma de l'ultrastructure de la levure de boulanger

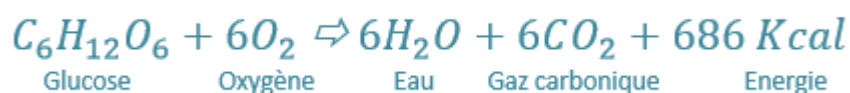
d) Développement de la levure

Pour son développement, la levure de boulanger a besoin de composés carbonés source de carbone et d'énergie, de composés azotés réduits sous forme d'ammonium, d'éléments minéraux variés, vitamines et facteurs de croissance.

La levure a la particularité de pouvoir vivre en présence ou en absence d'air : ces deux processus énergétiques sont la « **respiration** » et la « **fermentation** ». Elle se nourrit de glucose et de fructose (sucres simples).

« **En présence d'air** », la levure respire : elle dégrade les sucres simples présents dans son milieu de vie, par un métabolisme oxydatif qui conduit à la formation d'eau, de gaz carbonique et une grande quantité d'énergie (nécessaire à sa vie, croissance et multiplication).

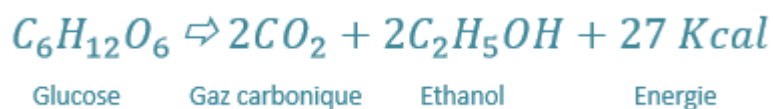
En aérobiose :



Cette voie métabolique est très énergétique et permet aux cellules une importante multiplication.

« **En absence d'air** », la levure fermente : grâce à ses enzymes (les zymases), elle dégrade les sucres simples présents dans son milieu de vie, par un métabolisme fermentatif qui conduit à la formation de gaz carbonique, d'alcool et un peu moins d'énergie.

En anaérobiose :



⇒ Ce métabolisme fermentatif moins énergétique que le métabolisme oxydatif, affecte la multiplication cellulaire mais a l'avantage de permettre à la levure de survivre même en anaérobiose.

Tableau 1: Comparaison entre les deux types de métabolisation (aérobie et anaérobiose)

	<u>Type aérobie</u>	<u>Type anaérobiose</u>
	Levures préférant un métabolisme respiratoire en aérobie	Levures préférant un métabolisme fermentaire même en aérobie
Utilisation du glucose en aérobie	< 30 %	> 90 %
Transformation totale du glucose en :	CO ₂ et H ₂ O	Ethanol
Rendement énergétique	Elevée	Faible
Utilisation du glucose dans la synthèse de biomasse	Peu	Importante

e) Mode de reproduction

Les modes de reproduction varient en fonction des espèces de levures, elles peuvent se multiplier par :

- **Scissiparité** : fission d'une cellule de levure en deux cellules filles identique à la cellule mère
- **Bourgeonnement** : la plupart des levures se reproduisent par bourgeonnement, une petite hernie apparait en un point de la surface d'une cellule mère, grossit et s'étrangle. Le bourgeon (cellule fille) se détache, grossit et bourgeonne à son tour.

f) Différentes formes de la levure

Vivante, morte, liquide, déshydratée ou encore sèche, les qualificatifs pour désigner la levure ne manquent pas.

A chaque levure sa spécificité, à chaque spécificité son procédé. On distingue 6 formes de levures :

- La levure liquide.
- La levure pressée.
- La levure émietlée.
- La levure sèche active.
- La levure sèche instantanée.
- La levure sèche à humidité intermédiaire surgelée.

Parmi ces types de levures LESAFFRE MAROC s'intéresse à la production de :

- La levure fraîche.
- La levure sèche active à réhydrater.
- La levure sèche instantanée.



Figure 9: Différentes formes de levures

g) Composition chimique

La composition de la levure dépend de ses caractéristiques et de ses conditions de conservation.

Tableau 2: Composition chimique moyenne de la levure (d'après HENCKES 2000)

composition	Teneur (%)	Eléments constitutifs	Teneur (%)
Matières sèches	30,0 à 33,0		
Protéines	40,6 à 58,0	Glutathion (1)	0,5 à 1,5
Glucides	35,0 à 45,0	Glycogène	5 à10
		Tréhalose (2)	8 à 20
Lipides	4,0 à 6,0	Phospholipides	1 à 2
Minéraux	5,0 à 7,5	Potassium	0,8 à 2,0
		Sodium	0,01 à 0,2
		Calcium	0,02 à 0,15
		Magnésium	0,04 à 0,18
		Phosphore	0,8 à 1,3
		Sous forme P ₂ O ₆	2,0 à 3,0
Vitamines	0,002 à 0,06	Thiamine (B1)	0,002 à 0,015
		Riboflavine (B2)	0,002 à 0,008
		Pyridoxine (B6)	0,002 à 0,006
		Niacine (PP)	0,010 à 0,050
(1) Glutathion :tripeptide contenant un groupe sulfhydryle ; c'est un dérivé d'acide aminé			
(2) Tréhalose : diholoside que l'on rencontre dans de nombreux champignons,levure,algues.			

3) Chaîne de production

Les matières premières utilisées pour produire la levure sont :

- La mélasse de betterave ou de canne à sucre, un coproduit sirupeux de l'industrie sucrière qui constitue la source principale de sucre, d'oligo-éléments et de vitamines.
- L'ammoniaque et l'acide phosphorique qui apportent l'azote et le phosphore.
- L'air, source d'oxygène nécessaire à la fermentation.
- L'eau.

LESAFFRE utilise une procédure automatisée et précisément contrôlée pour faire croître ses levures. On peut distinguer 4 étapes :

Etape 1 : Ensemencement

La base de tous les produits dérivés de la levure LESAFFRE est la culture d'une souche pure de *Saccharomyces cerevisiae* non génétiquement modifiée. Les techniciens préparent la culture en laboratoire en suivant des procédures de contrôle de la qualité très strictes. La levureensemencée croît dans des fioles stériles puis elle est transférée dans de grandes cuves de fermentation en acier inoxydable où elle sera mise en culture.

Etape 2 : Culture

Pendant le processus de culture, LESAFFRE contrôle précisément la température, le pH et le substrat sur lequel la levure se développe de façon à optimiser les conditions de croissance. La levure se développe en condition aérobie.

Etape 3 : Récolte

Une fois que la levure s'est suffisamment multipliée, le liquide obtenu est passé dans un centrifugeur qui le concentre et débarrasse complètement les cellules de levure des impuretés. Le produit résultant de cette opération est un liquide blanc cassé appelé "crème de levure".

Etape 4 : Séchage

La levure est séchée soit sur des tambours rotatifs soit sur des lits fluidisés puis elle est tamisée ou un extrait de levure est produit. Le produit peut ensuite être expédié aux clients.

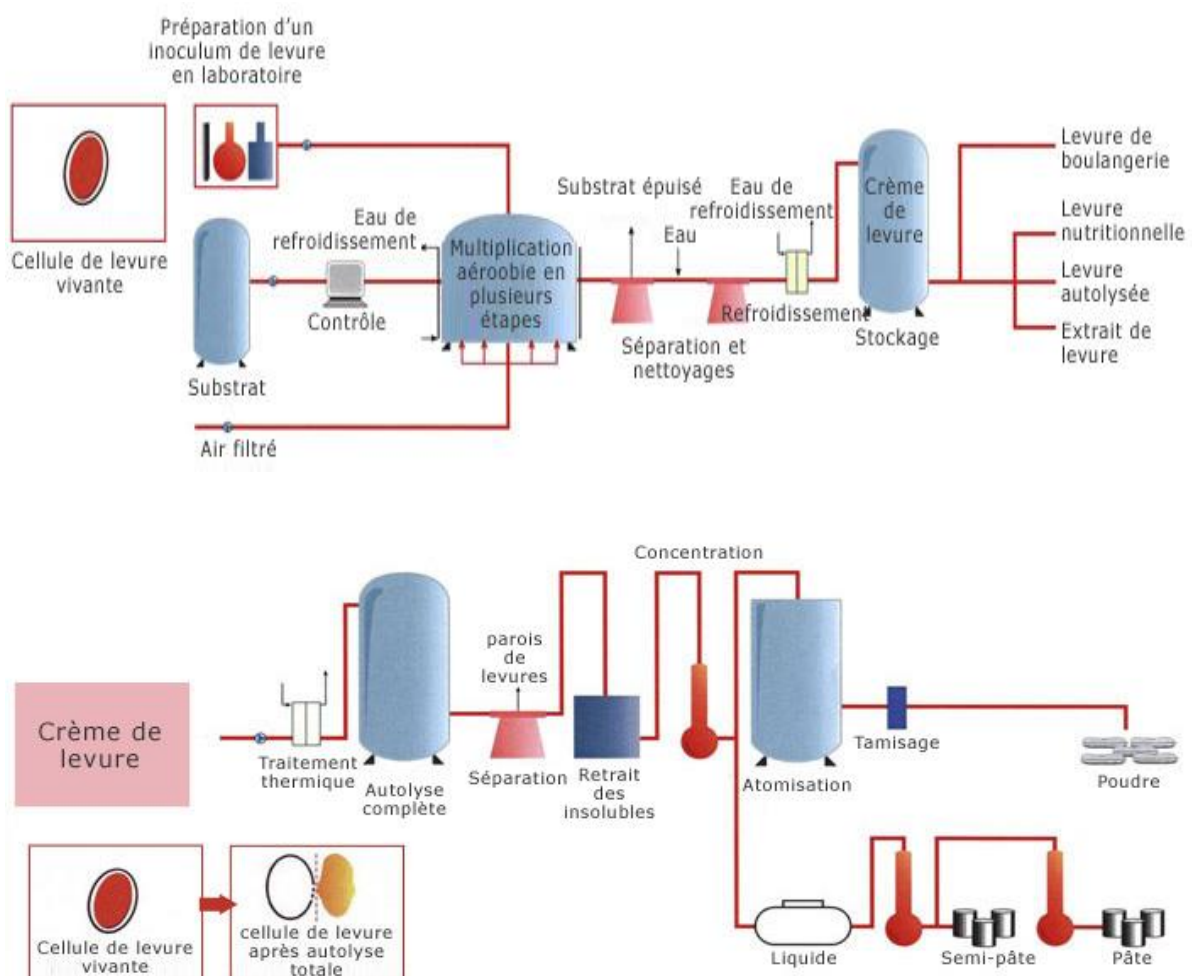


Figure 10: Processus de fabrication de la levure

Partie2 : La mélasse, circuit général et clarification

1) La mélasse

La production de la *levure* dépend fortement de la *mélasse*, coproduit de la production de sucre, pour assurer la croissance de ce micro-organisme, donc une fermentation rentable.

Il faut une tonne de mélasse pour produire environ une tonne de levure !

a) Définition

La mélasse est un coproduit de sucre obtenue à partir de la betterave sucrière ou de la canne à sucre, sous forme d'un sirop très épais et visqueux, moins calorifique que le saccharose, contenant de la vitamine B et des minéraux (calcium, potassium, fer, cuivre...), contrairement au sucre blanc cristallisé.



Figure 11: La mélasse

b) Différents types de mélasse

La société LESAFFRE utilise deux types de *mélasse* (80% de mélasse provenant de la betterave et 20% provenant de la canne à sucre) pour la nutrition (source de carbone) de la levure.

Mélasse de betterave : Elle provient de la fabrication du sucre extrait de la betterave sucrière. Elle se présente sous la forme d'un liquide visqueux et homogène de couleur marron. Elle est produite dans les régions tempérées, principalement en Europe. Le sucre, essentiellement le saccharose, est le composant le plus important de la mélasse

de betterave (de 45 à 50%). Elle contient aussi 10 à 12 % de protéine brute dont 5 à 7% de bétanine.

Mélasses de canne : Elle provient de la fabrication du sucre extrait de la canne à sucre. Elle se présente sous la forme d'un liquide visqueux et homogène de couleur marron foncé à noir, d'odeur et de saveur caractéristiques de la réglisse. Elle est produite dans les pays tropicaux, à climat chaud et humide. La teneur en sucres (environ 45%) est constituée de saccharose (2/3) et de sucres réducteurs comme le glucose et le fructose (1/3).



Figure 12: Betterave sucrière (à gauche) canne à sucre (à droite)

c) Composition chimique

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

Tableau 3: Composition de la mélasse (en % de matières sèches totales)

Matières premières	Mélasse de Betterave en %	Mélasse de Canne en %
Sucre totaux	66,5	73,1
Saccharose	63,5	45,5
Raffinose	1,5	5,5
Sucre inverti	0	22,1
Autres	1,5	5,5
Composés organiques totaux	23	15,2
Aminoacides	3	0
Bétaine	5,5	0
Autres formes d'Azote	0	3,1
Acides organiques	5,5	7
Pectine, etc.	5	2,7
Composés minéraux totaux	10,5	11,7
K ₂ O	6	5,3
Na ₂ O	0,2	0,1
CaO	0,2	0,2
MgO	0,2	1
Al ₂ O ₃ ; FeO ₃	0,1	0
SiO ₂	0,1	0
Cl	1,7	1,1

- Quel que soit l'origine de la mélasse, betterave ou canne, La teneur en sucres totaux est sensiblement la même (comprise entre 53 et 62 % de MS), mais présente quelques écarts suivant le procédé industriel appliqué aux mélasses.
- En revanche, suivant l'origine des mélasses, betterave ou canne, si la teneur en sucres est voisine, la composition de ces sucres totaux est très différente. Ainsi, dans la mélasse de betterave, la presque totalité des sucres se trouve sous forme de saccharose, alors que dans la mélasse de canne, le saccharose ne représente qu'environ les 2/3 des sucres totaux (30 à 40% du produit brut).
- De plus, certains sucres (2 à 4% du produit brut) ne sont pas fermentescibles du fait de liaisons avec les composés azotés. 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 :
 - o Dans les mélasses de betterave normales : la moitié de cette matière organique « non sucre » correspond à des matières azotes totales solubles dont une majeure partie se trouve sous forme de bétaine.
 - o En revanche, dans les mélasses de canne, cette fraction azotée est nulle.

- Pour l'autre fraction de la matière organique « non sucré » :
 - Les mélasses de betterave correspondent à des acides organiques : acides lactique, malique, acétique, oxalique...
 - Tandis que les mélasses de canne contiennent une quantité non négligeable de gommés solubles et complexes hydrocarbonés et acides organiques : acides actinique, critique, malique, succinique.
- Pour les deux mélasses, canne ou betterave, la teneur en acides aminés essentiels est faible : en lysine, méthionine, cystine, tryptophane et thréonine notamment. En revanche, la mélasse de betterave est bien pourvue en bétaine et acide glutamique.

2) Circuit général de la mélasse et clarification

La société LESAFFRE reçoit la mélasse brute et la stocke dans 7 tanks, avant d'arriver à la station de traitement, (quatre pour la mélasse issue de betterave et les trois autres pour celle de la canne), une homogénéisation assurée par des pompes est nécessaire. Lors de son trajet dans les canalisations pour être traitée, la mélasse passe par des filtres afin d'éliminer les grains et les impuretés solides qu'elle peut contenir puis elle subit :

- Dilution :

Cette étape consiste à ajuster la concentration en sucre pour éviter son excès et diminuer la viscosité de la mélasse. Cela se fait comme suit : Dans une cuve de dilution, la mélasse brute (80% de mélasse provenant de la betterave et 20% provenant de la canne à sucre) provient des tanks de stockage et se mélange avec de l'eau chaude et de la vapeur d'eau pour réaliser une dilution d'environ 50% ce qui favorise la diminution de sa viscosité.

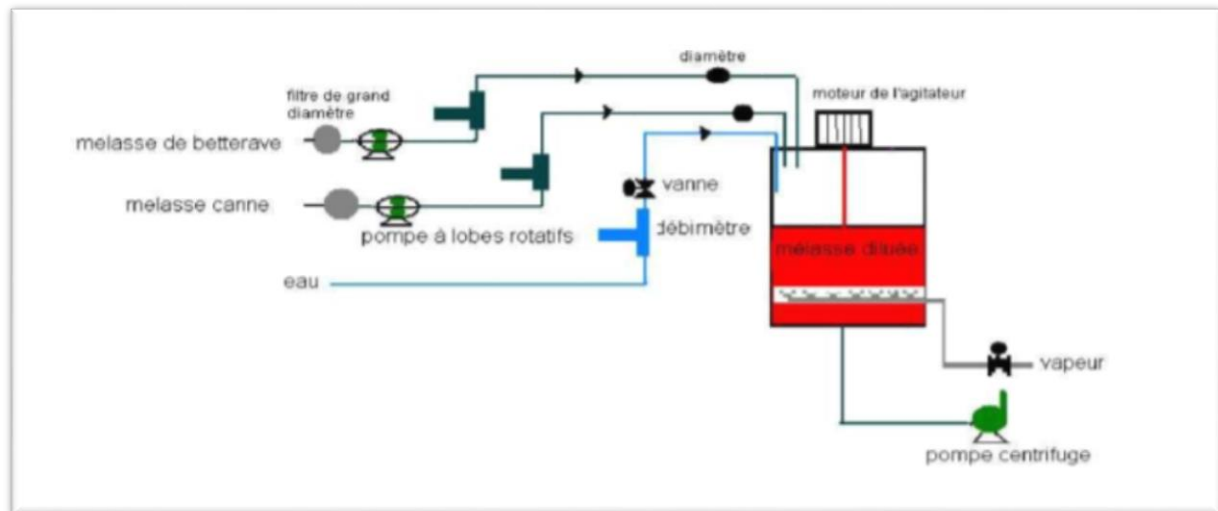


Figure 13: Schéma représentant la dilution de la mélasse

- Clarification et débouillage :

La mélasse diluée passe ensuite dans un clarificateur où elle est centrifugée. Cette étape consiste à éliminer les colloïdes et les boues ce qui permet d'éviter le colmatage des échangeurs utilisés pendant la stérilisation.

Le débouillage représente l'évacuation des déchets accumulés dans la base du clarificateur. La période du débouillage est bien précise, toutes les 10min, 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, ensuite cette eau chargée d'impureté est évacuée pour rejoindre les eaux usées.

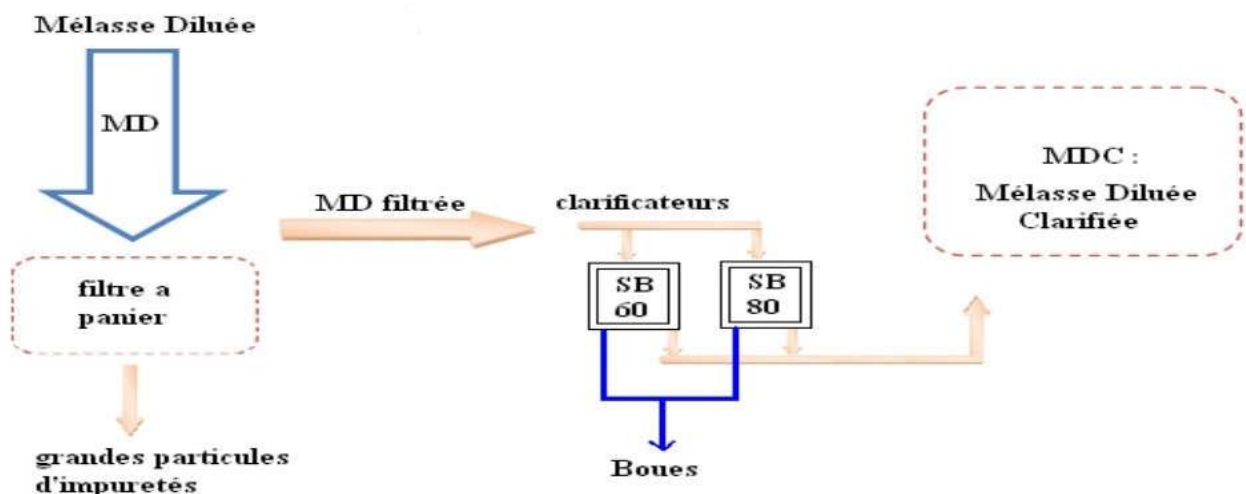


Figure 14: La station de clarification de la mélasse

- Sterilisation :

- Pour parfaire l'innocuité de la mélasse diluée clarifiée (MDC), elle doit être stérilisée par injection de la vapeur.
- Cette opération est effectuée au moyen d'un appareil à pression de vapeur d'eau appelé stérilisateur.
- L'action conjuguée de la vapeur et de la température ($T > 120^{\circ}\text{C}$) provoque la dénaturation des protéines et la mort des microorganismes.
- Cette technique consiste à un contact direct de la vapeur d'eau et la matière à stériliser pendant un moment bien déterminé et une pression convenable.
- La température de stérilisation est de 120 à 130°C pendant 2 à 3 min selon le débit de mélasse. Ensuite, elle passe par un échangeur à plaque « MDC » - « MDCS » afin d'être refroidie.
- Enfin, le stockage de la MDCS se fait à une température de 90°C .

- Refroidissement :

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



Figure 15: Echangeur à plaques

Le schéma suivant résume les étapes du traitement de la mélasse :

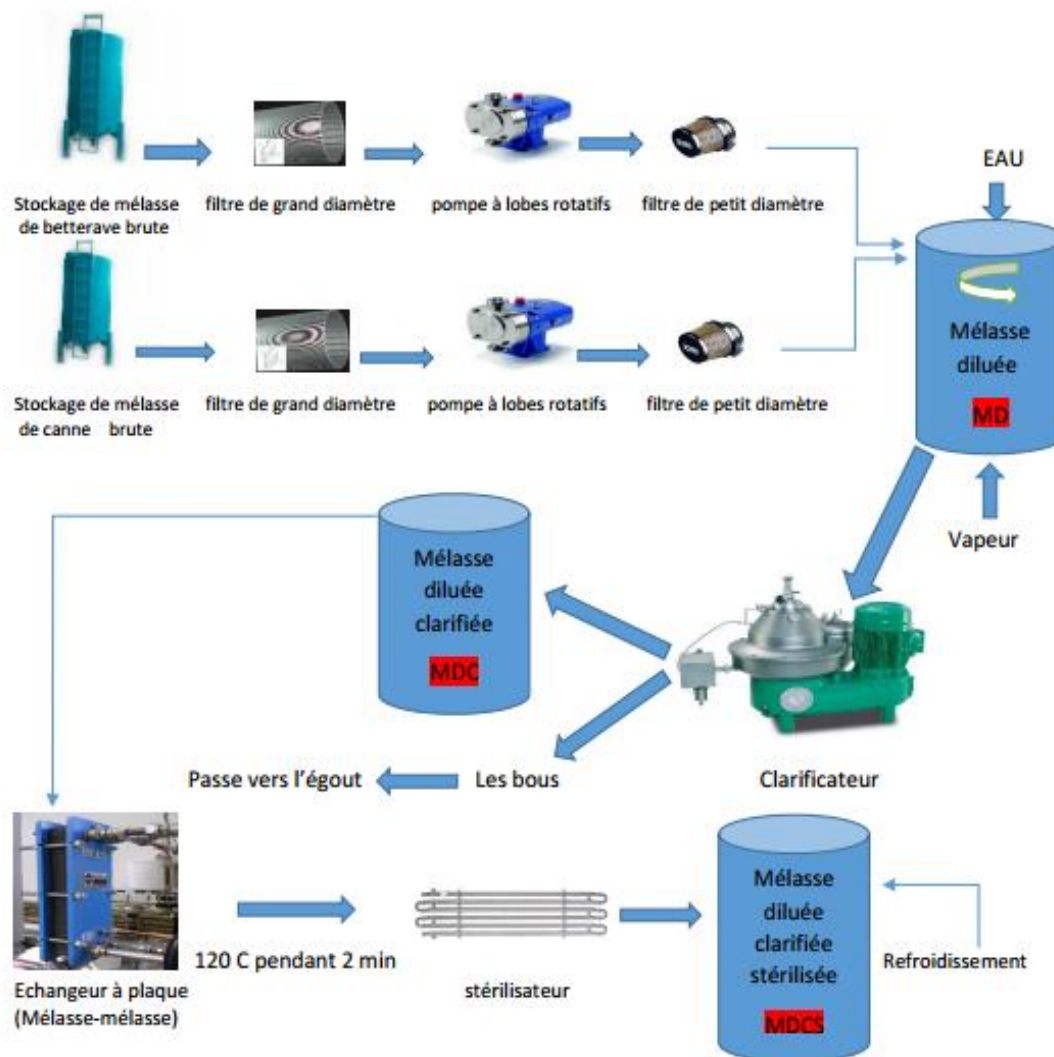


Figure 16: Schéma général de la station du traitement de la mélasse

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

Etude expérimentale : Evaluation des sucres et matières sèches

1) Aperçu sur le matériel utilisé

a) Le filtre à panier

Après dilution, la mélasse passe par un filtre utilisé pour retenir les grandes particules contenues dans la mélasse diluée, et pour faciliter l'étape de clarification.



Figure 17: Filtre à panier

Un filtre à panier est un cylindre hermétiquement clos contenant un panier en tôle perforée, le panier peut être aisément retiré pour le nettoyage. Chaque filtre à panier est muni d'une bride de connexion pour l'alimentation et d'une ou deux brides de connexion pour la sortie.

Disposés sur la tuyauterie d'aspiration de la pompe d'alimentation, ils permettent d'éviter le bouchage des buses de sous verse des hydrocyclones de petit diamètre par des corps étrangers

b) Les clarificateurs

Le clarificateur est un séparateur 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 pour obtenir une MDC.

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.

Dans la société LESAFFRE MAROC, il y a trois modèles de clarificateurs « **Alfa Laval, SB60, SB80** » traitent la MD afin de permettre la récupération d'une MDC et obtenir des rendements plus élevés.

Pour bien montrer la différence entre les trois clarificateurs centraux de l'entreprise LESAFFRE, nous avons schématisé les caractéristiques de chacun d'entre eux :

Tableau 4: Caractéristiques des clarificateurs utilisés dans la société LESAFFRE

Types de clarificateurs	Débit (en m^3/h)	Durée total de cycle (min)	Volume de chambre de boue (en L)
ALPHA LAVAL	12	11	48
SB 80	9	10	30
SB 60	7-10	10	30

2) Mesures effectuées sur la mélasse

Les analyses du taux des sucres et matières sèches ont été effectuée sur des échantillons de la MD (80% de mélasse de betterave et 20% mélasse de canne), MDC, MDCS et le DB. Ces échantillons ont été prélevés pendant la durée de stage à partir du clarificateur ALPHA LAVAL.

a) Détermination du taux de saccharose par polarimétrie

- **Définition :** 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 que l'on trouve dans les végétaux et mis en réserve dans les tiges de la canne à sucre et dans les racines des betteraves.

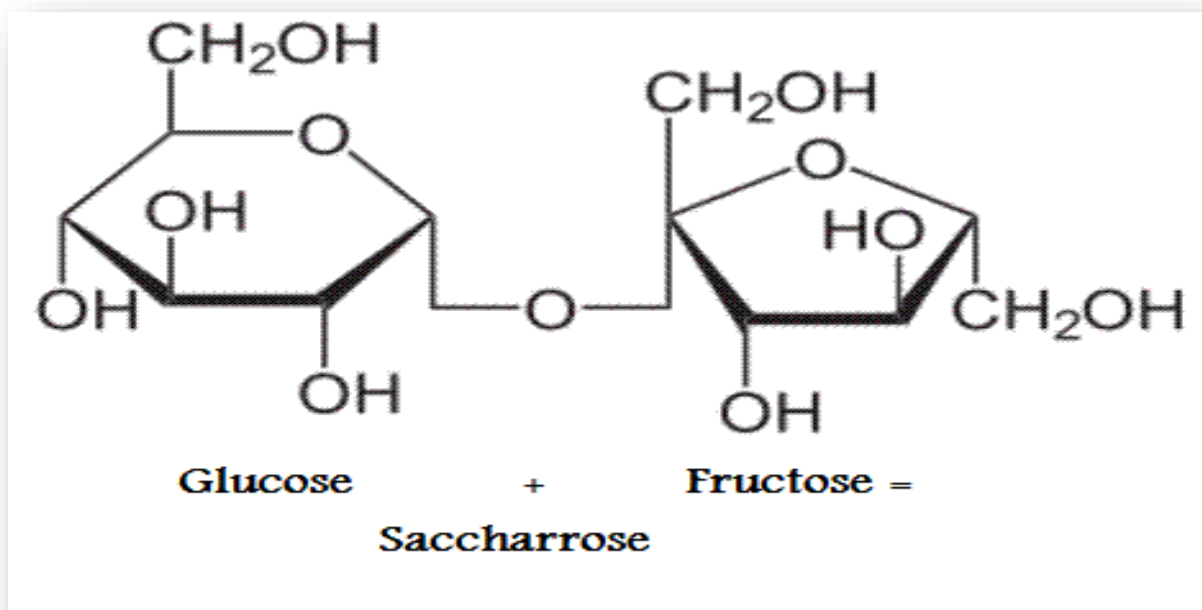


Figure 18: Structure chimique de la molécule du saccharose

- Mode opératoire :

Dans des fioles jaugées de 220ml, on pèse 20 ml pour les mélasses : MD, MDC, MDSCS et DB et 16 ml pour les mélasses brutes : Canne et Betterave, on dissout la solution dans de l'eau distillée, puis on y ajoute 15 ml d'acétate de plomb basique pour tout type de mélasses sauf la mélasse de canne brute on y ajoute 25 ml.

On complète avec l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on laisse reposer 13 min.

Enfin, on filtre la solution, après avoir mélangé la solution, à l'aide du papier filtre et on récupère le filtrat.

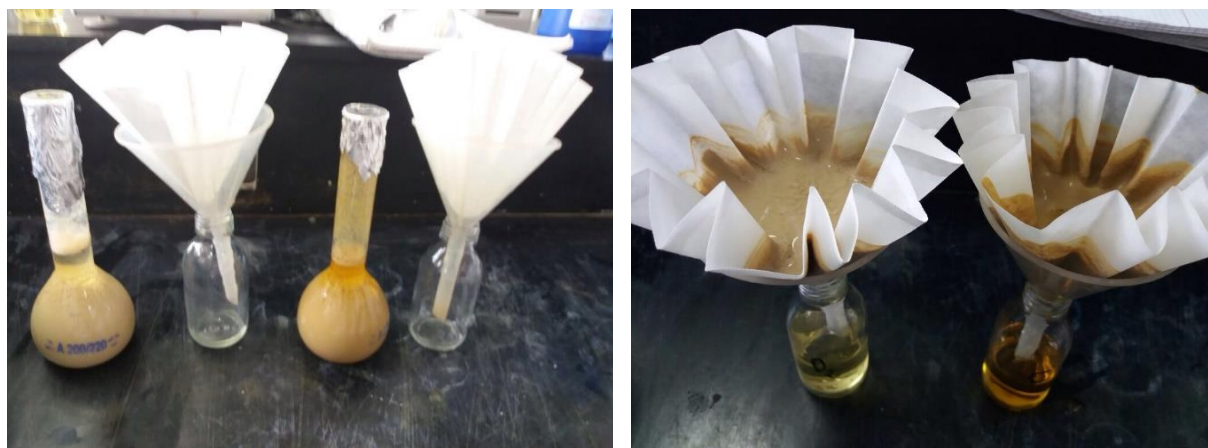


Figure 19: Mode opératoire d'analyse des sucres

A l'aide d'un Polarimètre, on mesure la polarisation c'est-à-dire l'angle de rotation α .

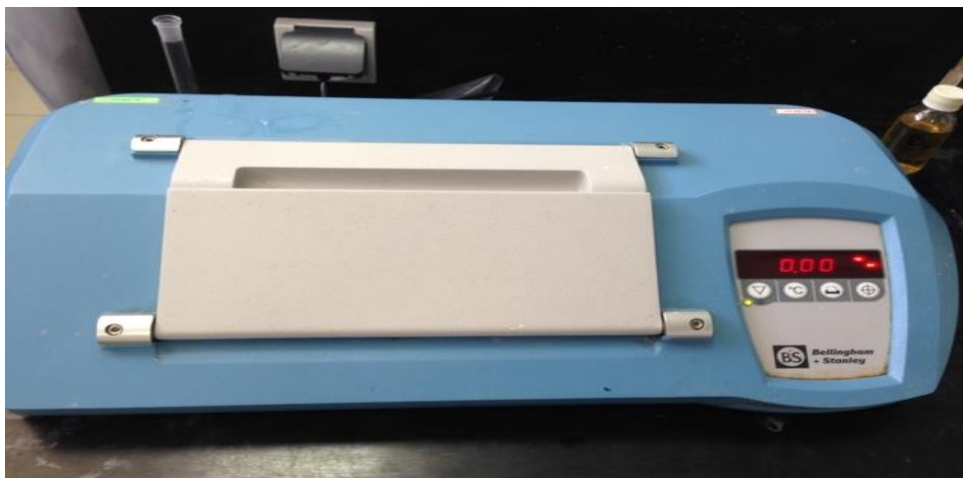


Figure 20: Polarimètre (Saccharimètre)

- Calcul du taux de Saccharose

Le taux du saccharose est calculé par la relation suivante :

$$\text{Taux de saccharose (\%)} = \alpha \times \frac{0.75}{PE} \times 100$$

α : angle de rotation 0,75 : constante de l'appareil

PE : prise d'essai

- Résultats

Les résultats d'analyse du taux de saccharose sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau 5: Taux du saccharose dans les différents types de mélasse

Date de l'échantillon	TAUX DE SACCHAROSE												Pertes
	C		B		MD		MDC		MDCS		DB		
	α	%SAC	α	%SAC	α	%SAC	α	%SAC	α	%SAC	α	%SAC	
25-avr	3,30	30,93	4,77	44,71	3,73	27,97	3,60	27,00	3,46	25,95	2,40	18,00	0,97
27-avr	3,41	31,96	4,81	45,09	3,69	27,67	3,63	27,22	3,44	25,80	2,50	18,75	0,45
03-mai	3,40	31,87	4,79	44,90	3,71	27,82	3,65	27,37	3,49	26,17	2,24	16,80	0,45
09-mai	3,34	31,31	4,72	44,25	3,71	27,82	3,67	27,52	3,48	26,10	2,30	17,27	0,30
10-mai	3,39	31,78	4,75	44,53	3,69	27,67	3,66	27,45	3,46	25,95	2,42	18,15	0,22
11-mai	3,41	31,96	4,80	45,00	3,70	27,75	3,63	27,22	3,43	25,72	2,32	17,40	0,53
16-mai	3,32	31,12	4,76	44,62	3,70	27,75	3,60	27,00	3,45	25,87	2,42	18,15	0,75

17-mai	3,36	31,50	4,81	45,09	3,66	27,45	3,61	27,07	3,46	25,95	2,45	18,37	0,38
18-mai	3,31	31,03	4,87	45,65	3,71	27,82	3,64	27,30	3,48	26,10	2,50	18,75	0,52
19-mai	3,39	31,78	4,85	45,46	3,70	27,75	3,63	27,22	3,47	26,02	2,51	18,82	0,53
Moyenne	3,36	31,52	4,79	44,93	3,70	27,75	3,63	27,24	3,46	25,96	2,41	18,05	0,51
Max	3,41	31,96	4,87	45,65	3,73	27,97	3,67	27,52	3,49	26,17	2,51	18,82	0,45
Min	3,30	30,93	4,72	44,25	3,66	27,45	3,60	27,00	3,43	25,72	2,24	16,80	0,45
Ecart-type	0,11	1,03	0,15	1,40	0,07	0,52	0,07	0,52	0,06	0,45	0,27	2,02	0,00

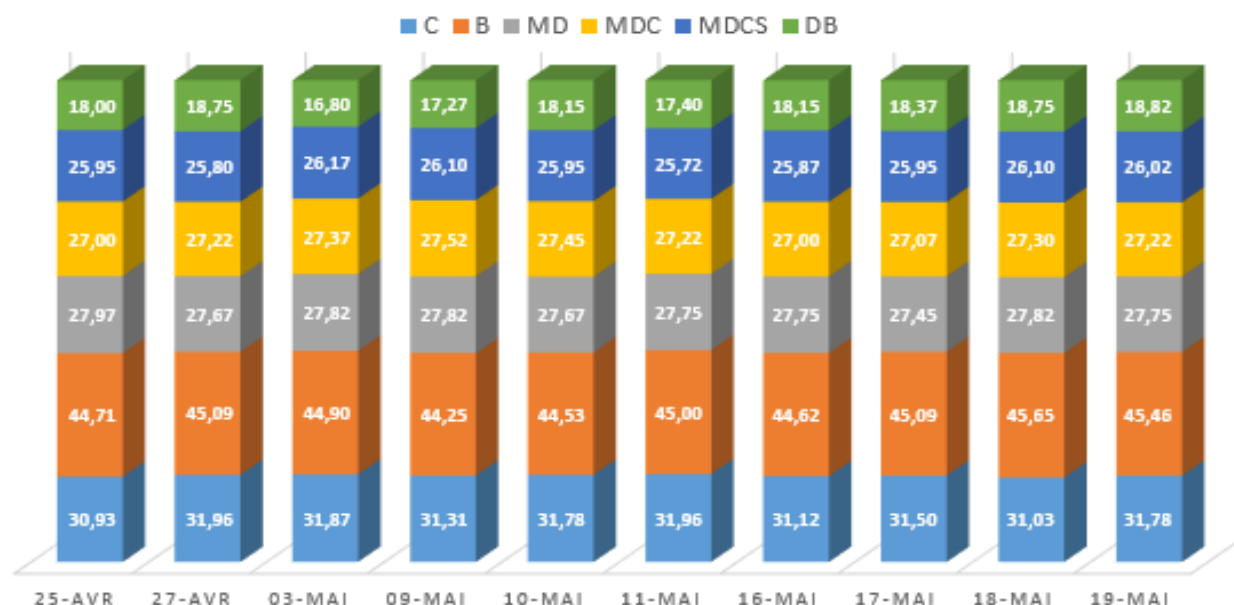


Figure 21: Histogramme du Taux du saccharose

- Interprétations

Les résultats d'analyses effectués sur les 6 échantillons pendant 10 jours sur la mélasse montrent qu'il n'y a pas une grande variation de taux de saccharose contenus dans la mélasse durant cette période.

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

D'après les résultats d'analyses de sucres obtenus, on remarque toujours l'existence d'un écart minime entre la MD à l'entrée et la sortie du clarificateur, cette différence se traduit par des pertes en sucre au niveau du débouillage et sa faible quantité par le bon fonctionnement du clarificateur lors de l'élimination des impuretés.

La variation du taux de sucre au niveau de la MD à l'entrée du clarificateur est justifiée par le fait que :

- L'origine de la raffinerie qui n'est pas la même.
- La mélasse subit une dilution avant clarification alors le taux de dilution n'est pas constant ce qui provoque des changements en teneur en sucres.
- La mélasse stockée dans le tank connaît une décantation, un dépôt des boues chargé en sucre vers le fond, ce qui provoque la non homogénéisation de la mélasse brute.

b) Détermination du taux de sucre réducteur libre

- Définition

Les sucres réducteurs sont des sucres simples réactifs (donneur d'électrons dans une réaction d'oxydo-réduction). On peut citer le glucose, le fructose et le maltose. Historiquement, ce terme vient de la découverte de Fehling au 19ème siècle qui prouva que certains sucres réagissaient avec des ions cuivriques pour les transformer en ions cuivreux. Visuellement, cette réaction dite « de réduction » s'observe par un changement de couleur de la liqueur de Fehling : au départ bleu, elle vire au rouge brique en présence de sucres réducteurs. Au niveau industriel, ces sucres participent aux réactions de Maillard ou de caramélisation lors des cuissons.

- Mode opératoire

On procède comme cité pour l'analyse du taux de saccharose.

Après filtration de la solution, on introduit dans un erlenmeyer :

- 10ml du sulfate de cuivre CuSO_4 .
- 10ml de double tartrate de sodium.
- 10ml du filtrat obtenu (sauf pour la canne : 2ml du filtrat obtenu+8ml de l'eau distillée).

On agite puis on porte le mélange à ébullition dans un bain-marie pendant 8 minutes à 95 °C.

Après refroidissement de la solution dans un bain de glace, on ajoute :

- 5ml d'acide acétique (5N)
- 20ml d'une solution d'iode (N/30)

On agite et on titre notre solution par le thiosulfate de sodium (N/30) en présence d'empois d'amidon comme indicateur coloré.

Le virage est indiqué par le changement de la coloration verte à la coloration bleue.

- Mécanisme

Il s'agit d'utiliser la réaction des sucres réducteurs avec la liqueur de Fehling pour évaluer la concentration en sucre d'une solution.

La liqueur de Fehling est une solution alcaline de sulfate de cuivre (CuSO_4) qui est un agent oxydant :



L'hydroxyde de cuivre $\text{Cu}(\text{OH})_2$ en présence de tartrate double de sodium forme un complexe stable.

A chaud, les sucres réducteurs en présence de la liqueur de Fehling réduisent l'oxyde cuivrique bleu soluble en oxyde cuivreux insoluble de teinte rouge.

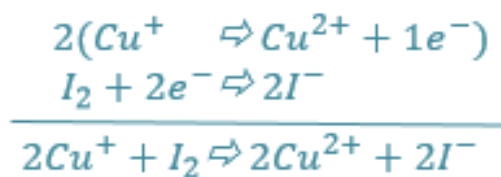


Avant ébullition

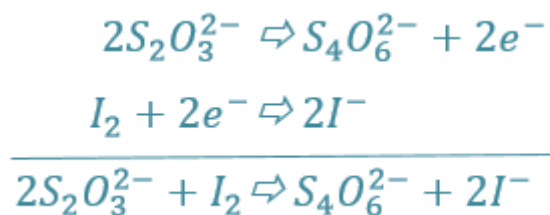


Après ébullition (précipité rouge brique insoluble)

Ensuite Les ions Cu^+ sont oxydés par l'iode en Cu^{2+} :



Enfin l'excès d'iode est dosé par les thiosulfates de sodium



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

$$\text{Taux des SR (\%)} = \frac{V_{\text{Blanc}} - V_{\text{sch}}}{PE} \times 0,1 \times 100$$

Avec :

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

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

PE : poids de la prise d'essai

- Résultats

Les résultats d'analyse du taux des sucres réducteurs sont présentés sur l'histogramme suivant :

Tableau 6: Taux du sucre réducteur dans les différents types de mélasse

	TAUX DE SUCRE REDUCTEUR										
	C		MD		MDC		MDCS		DB		Pertes
Date de l'échantillon	Vthio	% SR	Vthio	%SR	Vthio	%SR	Vthio	%SR	Vthio	%SR	
25-avr	7,50	7,81	7,60	1,24	8,00	1,20	11,00	0,90	13,50	0,65	0,04
27-avr	8,50	7,18	9,00	1,10	10,00	1,00	13,00	0,70	14,50	0,55	0,10
03-mai	9,50	6,56	7,50	1,25	8,00	1,20	10,70	0,93	13,50	0,65	0,05
09-mai	7,00	8,12	8,50	1,15	9,50	1,05	11,60	0,84	15,00	0,50	0,10
10-mai	6,50	8,43	8,50	1,15	9,40	1,06	12,20	0,78	14,00	0,60	0,09
11-mai	9,00	6,87	9,00	1,10	9,70	1,03	12,50	0,75	16,00	0,40	0,07

16-mai	8,00	7,50	7,50	1,25	8,50	1,15	11,00	0,90	16,00	0,40	0,10
17-mai	7,00	8,12	8,00	1,20	9,20	1,08	12,00	0,80	15,50	0,45	0,12
18-mai	7,50	7,81	8,50	1,15	10,00	1,00	11,80	0,82	13,50	0,65	0,15
19-mai	7,20	8,00	9,50	1,05	10,00	1,00	13,50	0,65	15,00	0,50	0,05
Moyenne	7,77	7,64	8,36	1,16	9,23	1,08	11,93	0,81	14,65	0,54	0,09
Max	9,50	8,43	9,50	1,25	10,00	1,20	13,50	0,93	16,00	0,65	0,05
Min	6,50	6,56	7,50	1,05	8,00	1,00	10,70	0,65	13,50	0,40	0,05
Ecart type	3,00	1,87	2,00	0,20	2,00	0,20	2,80	0,28	2,50	0,25	0,00

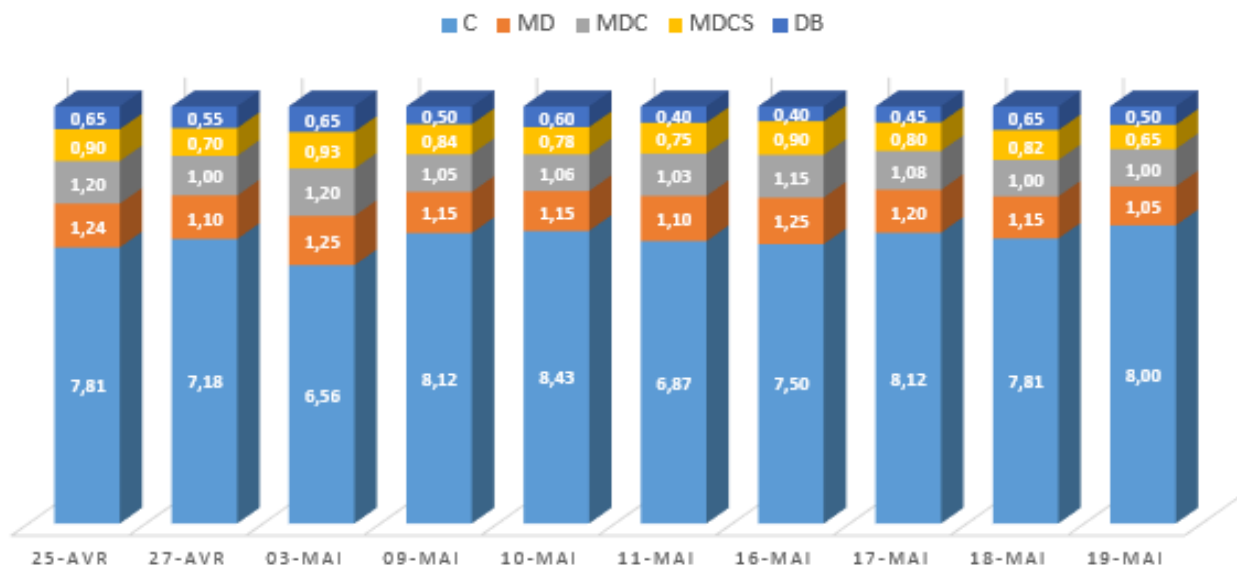


Figure 22: Histogramme du Taux du sucre réducteur

- Interprétations

On remarque que le pourcentage des sucres réducteurs dans la betterave est nul, ce qui permet de dire que la canne est plus riche en sucres réducteurs qu'en saccharose.

Donc on peut dire que c'est un test spécifique pour la mélasse de canne.

On remarque aussi une variation du pourcentage du sucre entre la MD et la MDC peut être expliqué par des pertes au niveau du débouillage.

Le pourcentage des pertes du taux de sucres réducteurs est très faible, ce qui montre bien le bon fonctionnement du clarificateur.

Ainsi, les pertes des sucres dans la MDCS sont influencées par la dilution à la stérilisation.

Remarques

- L'acétate de plomb est utilisé pour éliminer la couleur et tout ce qui est non sucres comme les impuretés, les protéines et les vitamines.
- On effectue aussi un dosage de blanc (pour les sucres réducteurs).
- La prise d'essai du filtrat est en fonction de la concentration des sucres réducteurs dans la mélasse donc on prélève que 2 ml de canne car elle est très riche en sucres réducteurs.
- L'acide acétique est utilisé dans le but de neutraliser la solution.

c) Evaluation des sucres perdus dans le débourbage :

Pour évaluer la masse des sucres totaux perdus lors de la procédure de clarification, nous devons calculer tout d'abord le taux des sucres totaux selon la relation suivante :

$$\text{Taux des sucres totaux} = \text{TAUX SACCHAROSE} + \text{TAUX SUCRES REDUCTEURS}$$

- Résultats

Les résultats d'analyse du taux des sucres totaux dans le débourbage sont présentés sur le tableau suivant :

Date de l'échantillon	Taux des sucres dans le DB		
	Saccharose	Sucre réducteur	%Massique des sucres totaux dans le DB
25-avr	18,00	0,65	18,65
27-avr	18,75	0,55	19,30
03-mai	16,80	0,65	17,45
09-mai	17,27	0,50	17,77
10-mai	18,15	0,60	18,75
11-mai	17,40	0,40	17,80
16-mai	18,15	0,40	18,55
17-mai	18,37	0,45	18,82
18-mai	18,75	0,65	19,40
19-mai	18,82	0,50	19,32
Moyenne	18,05	0,54	18,58

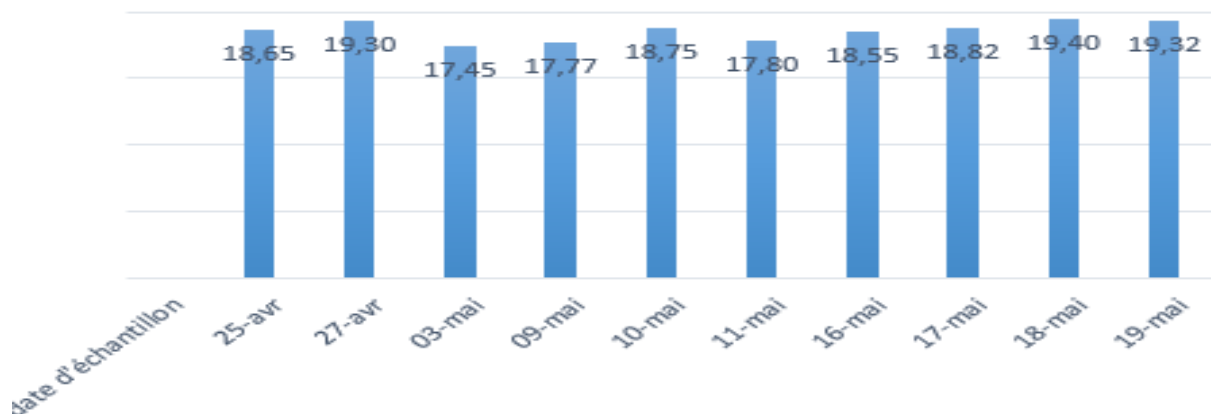


Figure 23: Histogramme du taux des sucres totaux dans le DB

Selon l'histogramme, on remarque que le taux des sucres totaux dans le débourbage varie peu.

- Calcul des pertes en sucres

On a : Le volume du débourbage = 50 l

La masse volumique du débourbât = 1,23 Kg/l

Donc : La masse du débourbage rejeté = $50 \times 1,23 = 61,5$ kg

D'après le tableau Le débourbage en moyenne contient 18,58% de sucres

Donc à chaque débourbage on perd : $61,5 \times 18,58\% = 11,4267$ Kg de sucres

Et on sait que la mélasse brute contient presque la moitié de son poids en sucres, soit 46%, Donc la quantité de mélasse brute perdue à chaque débourbage est de :

$$11,4267 / 46\% = 24,84 \text{ Kg de mélasse brute}$$

d) Détermination du taux de la matière sèche dans la mélasse

- Définition

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

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

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

Réalisé par la méthode gravimétrique basée sur la détermination de la perte de l'échantillon après évaporation des matières volatiles à une température appropriée dans un dessiccateur.

- Mode opératoire

Dans une fiole jaugée de 100ml (noté F1), on introduit 20g de mélasse, puis on complète en agitant avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on pèse la fiole pleine (noté F2), On prépare les capsules auxquelles on fait la pesée de la mélasse, puis on pose la capsule vide avec son couvercle pour l'obtention du poids P1 en gramme.

Ensuite, on tare la balance et on introduit dans la capsule 5ml de la mélasse et on obtient le poids de la prise d'essai en gramme.

On place la capsule contenant la mélasse avec son couvercle dans l'étuve pendant 16h à la température de 105°C. À la sortie de l'étuve on ferme la capsule et on la laisse dans un dessiccateur pendant 1h. Puis on la pèse d'où son poids est P2.

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

- Calcul de taux de matière sèche

Le taux de la matière sèche est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux de MS (\%)} = \frac{(F2 - F1) \times (P2 - P1)}{20 \times P(5ml)} \times 100$$

Avec :

F1 : poids de fiole vide

P1 : poids de capsule vide

F2 : poids de fiole plein

P2 : poids de capsule après étuvage

P (5ml) : poids de la prise d'essai 5ml introduite dans la capsule.

- Résultats

Les résultats d'analyse du taux de la matière sèche sont présentés sur l'histogramme suivant :

Tableau 7: Taux de la matière sèche dans différents types de mélasse

Date de l'échantillon	Taux de la matière sèche en %						
	B	C	MD	MDC	MDCS	DB	Pertes
25-avr	74,97	67,74	47,75	46,70	40,70	50,11	1,05
27-avr	75,95	67,45	47,36	46,22	39,16	47,25	1,14
03-mai	75,60	67,56	47,75	46,87	41,72	50,45	0,88
09-mai	74,90	67,81	46,90	46,10	41,73	44,21	0,80
10-mai	76,50	67,88	46,93	45,87	40,51	43,86	1,06
11-mai	75,70	67,50	47,95	46,32	40,86	49,45	1,63
16-mai	75,23	67,75	47,33	46,58	39,69	54,64	0,75
17-mai	75,30	67,33	47,52	46,55	40,46	52,35	0,97
18-mai	75,69	67,35	47,47	46,07	40,51	47,58	1,40
19-mai	76,74	67,78	47,88	46,16	41,92	48,89	1,72
Moyenne	75,66	67,62	47,48	46,34	40,73	48,88	1,14
Max	76,74	67,88	47,95	46,87	41,92	54,64	1,08
Min	74,90	67,33	46,90	45,87	39,16	43,86	1,03
Ecart type	1,84	0,55	1,05	1,00	2,76	10,78	0,05

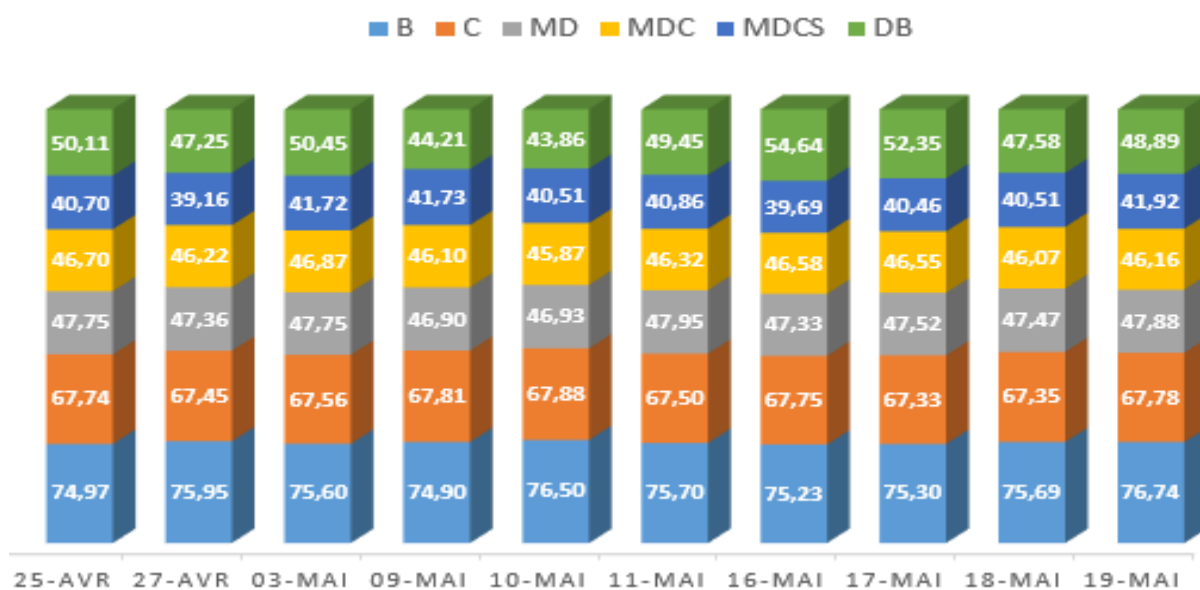


Figure 24: Histogramme du taux de matière sèche

- Interprétations

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

Des variations du pourcentage de la matière sèche entre la MD et MDC est minime.

Ces variations peuvent être expliquées par le fait que la grande partie des éléments nutritifs, les protéines et les boues restent insolubles dans la mélasse. Ceci est peut-être dû au fonctionnement du clarificateur et à l'injection de vapeur d'eau.

Le pourcentage de la matière sèche diminue dans la MDCS ceci est dû à la stérilisation de la MDC qui provoque la dénaturation des protéines et la mort des microorganismes.

e) Détermination du taux de la coloration

- Définition

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

- Mode opératoire

Le spectrophotomètre est allumé et réglé à une longueur d'onde de 420 nm.

Dans une fiole jaugée de 100ml, on introduit 20g de mélasse et on complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée tout en agitant, on obtient une solution noté (S_A), on prélève de la S_A 5ml et on l'introduit dans une autre fiole de 100ml puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

Enfin, on mesure l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre.



Figure 25: Spectrophotomètre

- Calcul du taux de coloration

Le taux de coloration est calculé par la relation suivante :

$$\text{Taux de coloration (\%)} = \frac{Abs}{MS \times ST} \times 100$$

Avec : Abs : absorbance

MS : matière sèche

ST : sucre totaux

- Résultats

Les résultats d'analyse du taux de la coloration sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau 8: Taux de coloration dans les différents types de la mélasse

Date de l'échantillon	Taux de coloration											
	B		C		MD		MDC		MDCS		DB	
	Abs	%COL	Abs	%COL	Abs	%COL	Abs	%COL	Abs	%COL	Abs	%COL
25-avr	0,5740	0,0171	1,2650	0,0482	0,5260	0,0377	0,4890	0,0371	0,3780	0,0345	1,0180	0,1089
27-avr	0,5600	0,0163	1,2400	0,0470	0,5450	0,0400	0,4990	0,0382	0,3600	0,0347	1,1120	0,1219
03-mai	0,5520	0,0162	0,9630	0,0371	0,5210	0,0395	0,5150	0,0384	0,3660	0,0323	0,9800	0,1113
09-mai	0,5740	0,0173	1,1470	0,0429	0,4880	0,0348	0,4510	0,0342	0,3370	0,0299	0,9970	0,1269
10-mai	0,5600	0,0164	1,1400	0,0418	0,5160	0,0381	0,4880	0,0373	0,3600	0,0332	1,0480	0,1274
11-mai	0,5300	0,0155	1,2590	0,0480	0,5520	0,0399	0,4390	0,0335	0,3780	0,0349	0,9800	0,1113
16-mai	0,5430	0,0161	1,3330	0,0509	0,5260	0,0383	0,5020	0,0382	0,3430	0,0322	1,1180	0,1103
17-mai	0,5500	0,0162	1,1800	0,0442	0,5420	0,0384	0,4710	0,0359	0,3410	0,0315	1,0260	0,1041
18-mai	0,5200	0,0151	0,9140	0,0350	0,4990	0,0392	0,4860	0,0372	0,3320	0,0304	1,0440	0,1131
19-mai	0,5520	0,0158	0,9240	0,0342	0,4440	0,0321	0,4180	0,0321	0,3790	0,0338	0,9800	0,1037
Moyenne	0,5515	0,0162	1,1365	0,0429	0,5159	0,0378	0,4758	0,0362	0,3574	0,0327	1,0303	0,1139
Max	0,5740	0,0173	1,3330	0,0509	0,5520	0,0400	0,5150	0,0384	0,3790	0,0349	1,1180	0,1274
Min	0,5200	0,0151	0,9140	0,0342	0,4440	0,0321	0,4180	0,0321	0,3320	0,0299	0,9800	0,1037
Ecart type	0,0540	0,0022	0,4190	0,0167	0,1080	0,0079	0,0970	0,0063	0,0470	0,0050	0,1380	0,0237

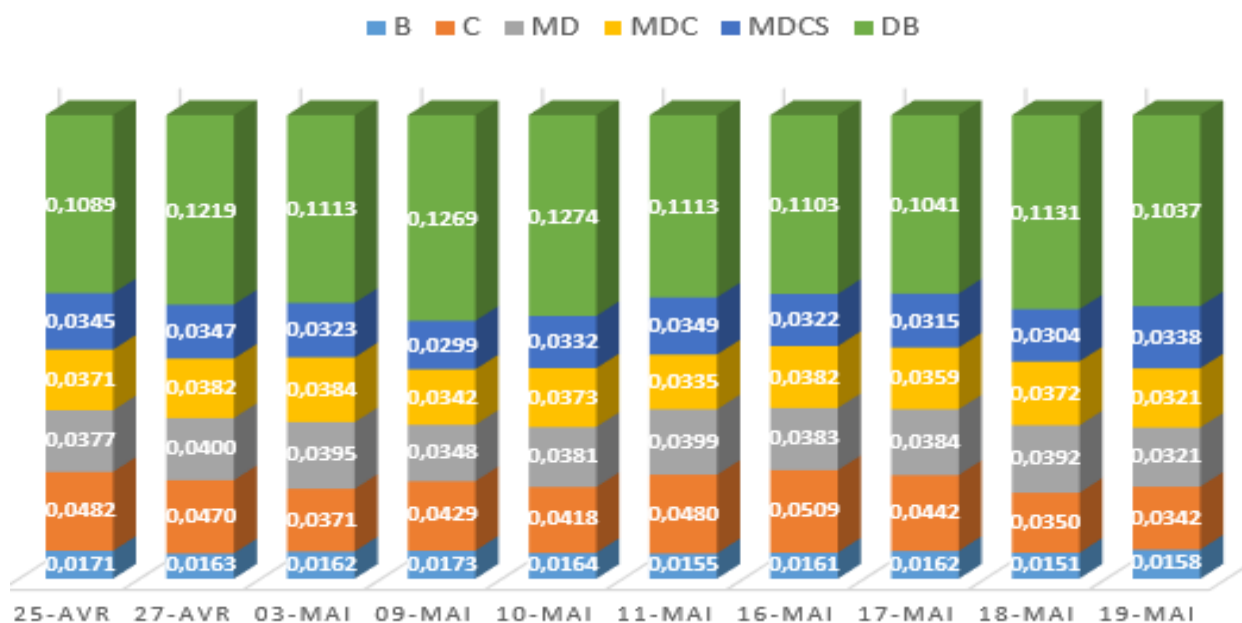


Figure 26: Histogramme du taux de coloration

- Interprétations

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

On remarque une variation du pourcentage de coloration entre la MD et MDC, ces variations peuvent être expliquées par l'augmentation des non sucre parce que lors de la clarification il y a une perte de sucre et par l'injection de vapeur d'eau.

Conclusion générale

Le stage que j'ai effectué à LESAFFRE m'a permis d'être confronté à un vrai challenge professionnel en faisant un lien entre théorie et pratique, ce stage était une vraie formation multidisciplinaire où j'ai pu développer plusieurs compétences.

LESAFFRE Maroc produit et commercialise la levure de boulanger. La fabrication est effectuée par plusieurs étapes en passant par l'ensemencement des souches et par la purification de la mélasse brute.

Notre travail est basé sur le suivi du contrôle de qualité de la purification de la mélasse brute, par des méthodes physicochimiques qui répondent à un cahier de charge de la société.

Plusieurs facteurs influencent la qualité de la levure dont la mélasse qui est une source principale de carbone et élément majeur dans le procédé de fabrication de la levure. Une mélasse bien traitée et évidemment bien clarifiée assure la production d'une levure sans impuretés.

L'analyse du saccharose montre que le pourcentage du saccharose varie très peu à l'entrée et la sortie des clarificateurs. Cette faible variation est observée aussi par le dosage des sucres réducteurs.

Ces faibles variations n'empêchent pas la perte de la mélasse dans le débourbage qui est justifié par l'analyse de la matière sèche.

Les analyses effectuées au cours du traitement de la mélasse ont permis d'évaluer le taux de sucres perdus et déterminer le taux de matière sèche dans les différents types de mélasses et cela dans le but de savoir si le clarificateur utilisé est le plus fiable et le plus puissant.

Ainsi, les analyses effectuées sur le débourbage ont permis de mettre en évidence une importante perte en sucres lors du passage de la mélasse par le clarificateur. Ces sucres qui passent avec les boues peuvent être récupéré par un traitement de ces boues avant de les jeter.

En général, Ces analyses respectent les normes et le cahier de charge de la société.

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.

Bibliographie et Webographie

- Rapport PFE – Evaluation des pertes de sucre et de matière sèche lors de clarification de mélasse – AFI Achraf
- Rapport PFE – Suivi des pertes de la mélasse au cours de sa clarification – Alaoui Mrani Soukaina
- www.abmauri.fr/levure-de-panification-definition-et-description.html
- www.guide-proteines.org/supplements/levure-biere-apport-proteines/definition-levure-biere.html
- www.lesaffre.com/fr/activites/levure-et-solutions-de-panification/levures/
- www.francemelasses.net/index.asp?id=407
- www.abmauri.fr/fabrication-de-la-levure-de-panification.html