



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

L'évaluation des pertes lors de la clarification de la mélasse

Présenté par :

◆ CHAHID Amina

Encadré par :

◆ Mr BANNANI (Société)

◆ Pr BALI Hamza (FST)

Soutenu Le 18 Juin 2015 devant le jury composé de:

- Pr BALI Hamza
- Pr EL GHADRAOUI El houssine
- Pr HAMMOU Souha

Stage effectué à LESSAFRE

Année Universitaire 2014 / 2015

Dédicaces

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

A mes chères parents pour leur soutien depuis le premier jour, leur présence a mes coté m'a été bénéfique, soyer honoré par ce travail et que dieu vous garde.

A mes chers amis (es) je vous souhaite une vie comblée et toute réussite.

A toute la promotion LST génie chimique, je vous souhaite une bonne continuation dans votre carrière professionnelle.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué à rendre mon stage à LESAFFRE Maroc aussi instructif et fructueux et 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 leurs personnels (es), et c'est pour moi un grand honneur de les 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 ses remarques pertinentes.

Aussi, je voudrais 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 avons partagés tout au long de ce stage.

Je tiens à remercier vivement le professeur **Mr BALI HAMZA** pour son encadrement, son suivi et ses conseils avisés ; ainsi que les membres de jury Ms les professeurs : **Mr EL GHADRAOUI et Mr HAMMOU Souha**

Pour avoir accepté de juger mon travail.

A tous ceux qui liront un jour ce rapport, j'espère qu'il vous sera d'une grande utilité dans la compréhension de ce stage

Sommaire

Introduction.....	1
I. Présentation DE LA SOCIETE.....	2
II. DESCRIPTIONS ET ACTIVITE DU LABORATOIRE.....	3
I. Laboratoire de microbiologie :	3
II. Laboratoire physico-chimique :	3
III. LA LEVURE SACCHAROMYCES CEREVISIAE.....	4
1. Définition :.....	4
2. Description de la levure :.....	4
3. Les différentes formes de la levure :.....	5
IV. LES ETAPES DE LA PRODUCTION DE LA LEVURE A LA SOCIETE LESAFFRE MAROC.....	7
V. PRESENTATION DE LA MELASSE.....	12
1. Définition.....	12
2. La Mélasse de betterave et de canne.....	12
3. Composition chimique de la mélasse.....	13
4. La différence entre la composition chimique de la mélasse de canne et de betterave :	14
VI. TRAITEMENT DE LA MELASSE.....	15
1. Dilution :.....	15
2. Clarification :	15
a) Le débouillage :.....	15
b) Clarificateur.....	15
c) Différent types de clarificateur.....	16
3. La préparation à la stérilisation.....	16
4. Stérilisation.....	16
5. Stockage de la MDCS.....	17
6. Refroidissement	17
VII. LES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES EFFECTUEES SUR LA MELASSE.....	19
1. Introduction :.....	19

2.	Analyse Saccharose	19
a)	Présentation	19
b)	Rôle du saccharose dans la levure	19
c)	Analyse : Dosage du saccharose dans la mélasse	20
d)	Résultats et interprétations	20
3.	Sucres Réducteurs	22
a)	Présentation	22
b)	Analyses Dosage des Sucres Réducteurs (glucose et fructose)	22
c)	Mécanisme :	23
d)	Résultats et Interprétations	24
4.	La Matière sèche MS	25
a)	Présentation	25
b)	Analyses Dosage de matière sèche	25
5.	La Coloration	27
a)	Présentation	27
b)	Analyses Dosage de la coloration	27
VIII.	CONCLUSION GENERALE	30

Introduction

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

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

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

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

Ce rapport comporte trois parties :

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

I. Présentation DE LA SOCIETE

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

Son siège est situé au quartier industriel sidi Brahim Fès, elle emploie 170 personnes avec une superficie de 2 hectares qui appliquent une politique salariale attractive et des possibilités de formation continue d'un grand groupe, qui a su conserver les valeurs humaines d'une entreprise familiale.

LESAFFRE Maroc fabrique et commercialise de la levure et des améliorants de panification les marques suivantes :

- ❖ **Jaouda** pour la levure fraîche.
- ❖ **Rafiaa et Nevada** pour la levure sèche, ainsi qu'un type spécial destiné pour saturer les besoins des forces armées royales (FAR) en levure.
- ❖ **Ibis bleu et Magimix** pour les améliorants, ces derniers apportent aux Consommateurs le pain qu'ils apprécient que ce soit en terme de volume, de texture et couleur de mie, d'aspect et couleur de croûte, de conservation et bien sûr de goût.

Par ailleurs, le service qualité du groupe LESAFFRE 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 des charges très strict.

II. DESCRIPTIONS ET ACTIVITE DU LABORATOIRE

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

I. Laboratoire de microbiologie :

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

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

Ce laboratoire comporte quatre salles:

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

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

Salle de stockage des matières premières.

Et enfin une salle des analyses bactériologiques.

II. Laboratoire physico-chimique :

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

Il est constitué de trois salles:

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

Salle d'analyse physico-chimique répartie elle-même en trois sections:

- Section des analyses d'azote et de phosphate.

- Section des analyses de la mélasse.
- Section des analyses de l'eau.

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

III. LA LEVURE SACCHAROMYCES CEREVISIAE

1. Définition :

Les levures, champignons microscopiques unicellulaires et eucaryote, ces micro-organismes de forme variable selon l'espèce sphérique, ovoïde, en bouteille, triangulaire, mais généralement ovales, d'environ 6 à 10 microns et jusqu'à 50 microns, se multiplient par bourgeonnement.

Le nom scientifique pour la levure de panification est « *saccharomyces cerevisiae* » le Latin « saccharo » signifie doux ou sucre et « myces » désigne moisissure.

Elles sont capables de :

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

2. Description de la levure :

Les cellules observées au microscope se présentent bien comme des êtres unicellulaires avec :

- Une **paroi cellulaire** externe qui protège la cellule de certaines agressions du milieu Extérieur et permet la conservation ;

- Une **membrane cellulaire** qui double la paroi cellulaire intérieurement et qui joue un rôle Prépondérant dans les échanges de la cellule avec le milieu extérieur ;

- Le **cytoplasme** qui est le constituant intérieur de la cellule. Il renferme en suspension des Éléments qui assurent la transformation des aliments. On y trouve aussi des vacuoles contenant des Réserves de tréhalose et des mitochondries qui sont les centres de respiration de la cellule.

▪ Enfin, **le noyau** qui organise rigoureusement l'activité générale de la cellule. Il contient L'ADN, qui porte les gènes caractérisant précisément les qualités spécifiques d'une levure par rapport à une autre. C'est par ce noyau qu'est assurée la reproduction de la cellule.

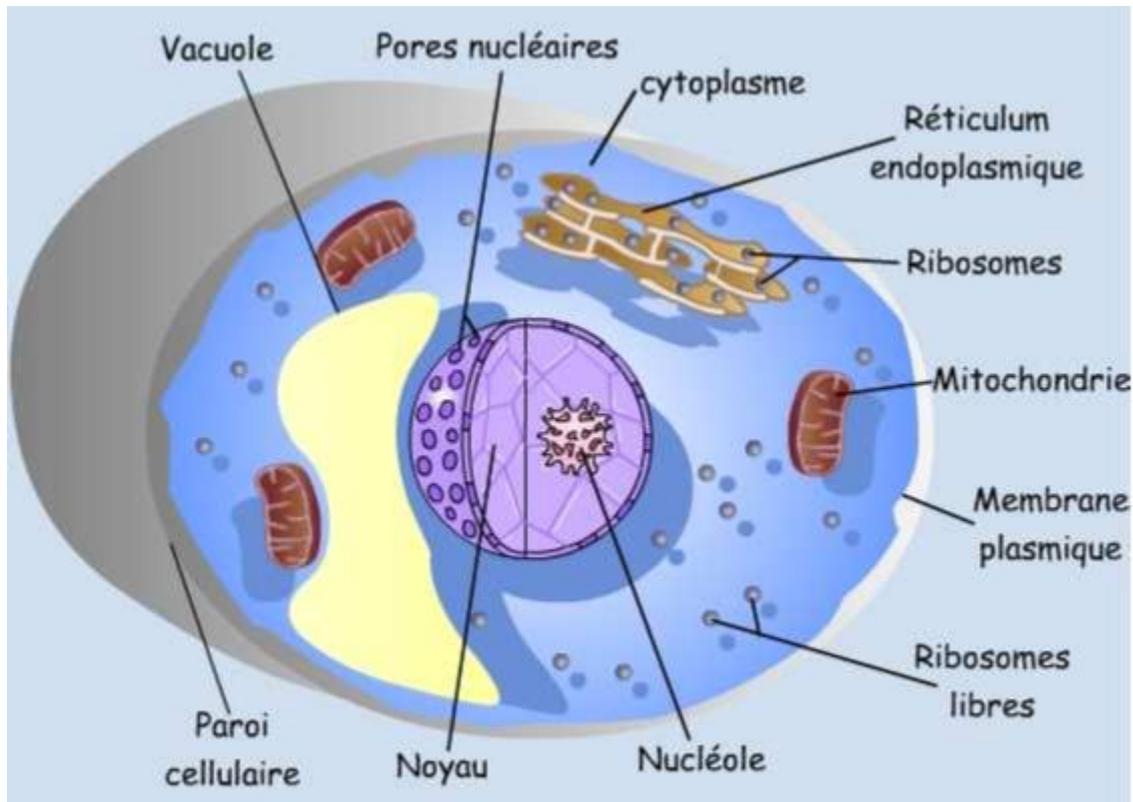


Figure 1 : description de la levure

3. Les différentes formes de la levure :

La levure liquide :

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



La levure pressée :

C'est la plus répandue dans les pays industrialisés pour des raisons économiques et pratiques. Elle se présente sous forme de blocs compacts. De couleur blanche et très friable en France, elle peut être plus colorée et de consistance plastique dans d'autres pays.



La levure sèche

Active, elle se présente sous forme de granulés ou de sphérules. Sa rusticité lui confère une bonne stabilité à température ambiante, qualité appréciée dans les régions du globe où les conditions climatiques sont défavorables (température et humidité élevées)



La levure sèche instantanée :

Elle doit son nom au fait qu'il n'est pas nécessaire de la réhydrater préalablement à son incorporation à la farine. Elle s'utilise aussi facilement que la levure pressée. Les fines particules de levure instantanée sont emballées sor



La levure sèche instantanée :

Elle doit son nom au fait qu'il n'est pas nécessaire de la réhydrater préalablement à son incorporation à la farine. Elle s'utilise aussi facilement que la levure pressée. Les fines particules de levure instantanée sont emballées soit vide ou sous atmosphère protectrice.



IV. LES ETAPES DE LA PRODUCTION DE LA LEVURE A LA SOCIETE LESAFFRE MAROC

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

Ces étapes sont présentées par le schéma suivant :

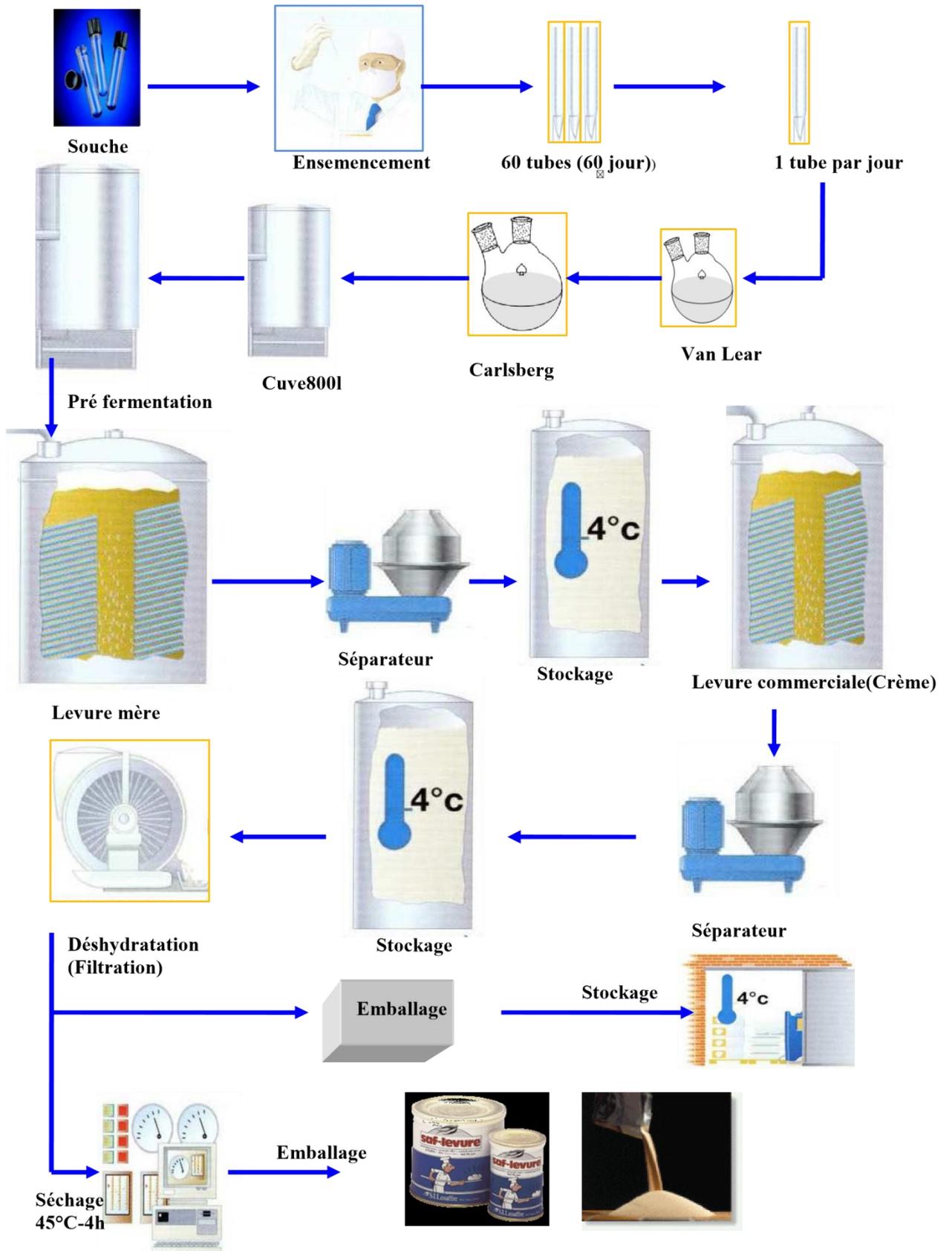


Figure 2 : fabrication de levure

-Etape laboratoire (ensemencement)

Chaque mois, la société LESAFFRE Maroc reçoit de la France deux souches de *Saccharomyces cerevisiæ*. Une destinée à la levure fraîche et l'autre à la levure sèche. Ces souches sont ensemencées dans des tubes dans un milieu nutritif spécifique à la croissance des levures pour préparer 60 tubes par mois (30 tubes de chaque souche), cette étape exige un travail dans des conditions strictement aseptiques pour éviter tout risque de contamination, puis le contenu des tubes est transvasé dans un petit icône appelé « van Lear » dont le milieu nutritif très riche rendra possible une première multiplication et donc la production de nombreuses cellules exactement identiques, puis, le contenu du « van Lear » est versé dans un icône plus grand appelé « Carlsberg » où elles se multiplient à nouveau.

-Fermenteur de 800 litres

La souche précédemment préparée est mise dans un fermenteur de 800 litres, dans lequel la levure commence pour la première fois à s'adapter à la mélasse comme milieu nutritif.

-Pré fermentation

Le contenu de 800 litres est versé dans un pré fermenteur et on ajoute les ingrédients avec des quantités précises :

- * L'eau
- * La mélasse stérile
- * L'acide sulfurique
- * Les sels minéraux
- * Les éléments de traces (oligo-éléments et vitamines).
- * L'air

Ce qui nécessite un contrôle rigoureux au niveau de la salle de contrôle où il y a suivi des différents paramètres de la fermentation : le pH, le taux d'alcool, le Brix, la mélasse, l'air...etc.

Et si jamais il y a un dérapage, soit il y a correction automatique ou par l'intervention des gens responsables de la salle de contrôle.

-Fermentation

A la fin de pré fermentation on obtient un moût qui servira à ensemer le fermenteur avec un milieu nutritif bien spécifique et après 14 à 16 heures de fermentation, on obtient la levure mère, qui va subir une séparation puis un stockage.

La levure mère obtenue va encore servir à la fermentation, par un ensemencement pour donner naissance à une levure commerciale.

-Séparation

Les cellules de levure sont séparées du moût dans des séparateurs qui fonctionnent par centrifugation, on obtient un liquide léger c'est le moût déluveré, et un liquide dense « la crème » qui repart vers les fermenteurs : c'est la levure mère, qui, après fermentation, subit une autre séparation pour donner la crème de la levure commerciale.

-Stockage

La crème est refroidie à 4°C et stockée dans des cylindres de stockage où il y a addition :

- * D'acide sulfurique à pH = 2 pour éviter la contamination.

- * Du sel qui joue un rôle très important dans le nettoyage des cellules de *Saccharomyces cerevisiae* et la régulation de la matière sèche.

-Filtration et emballage de la levure fraîche

La filtration se fait à l'aide de trois dés hydrateurs rotatoires sous vide contenant une couche filtrante d'amidon et munis de racleurs, la levure sous forme râpée tombe dans des trémies où elle est mélangée avec une huile végétale qui rend sa couleur plus claire.

L'emballage s'effectue grâce à une machine spéciale, constituée d'une boudineuse, découpeuse et enveloppeuse. Quand le gâteau de la levure fraîche passe par cette machine, on aura à la fin un produit fini sous forme de paquets de poids nette de 500 g, qu'on met en cartons disposés sur des palettes de manière à avoir un vide entre eux pour faciliter la circulation d'air froid.

-Séchage et conditionnement de la levure sèche

La crème destinée à la fabrication de la levure sèche a un pH acide et une conductivité élevée qui mènent à un bon séchage.

Après déshydratation de la crème, le gâteau obtenu passe dans une vis-sans-fin, qui le fait monter vers la boudineuse où il est mélangé avec un émulsifiant qui fait blanchir la levure et rend ses cellules plus résistantes.

Ensuite, il y a formation d'un râpé qui descend dans le bol des sécheurs à lit fluidisé.

Il y a 2 types de levures sèches :

* La SPH (levure sèche active), sous forme de petits grains sphériques, sa durée de séchage est d'environ quatre heures pour une quantité de 400 kg à 500 kg et s'effectue à 45°C.

Elle est séchée de manière à obtenir 93 à 94 % de matière sèche.

Ce type de levures sèches nécessite une phase de réhydratation avant son utilisation. Elle est emballée sous air.

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

-Conservation

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

La qualité de la levure est étroitement liée à celle de la mélasse, qui nous a poussé à étudier et vérifier de près le passage de la mélasse avant et après clarification.

V. PRESENTATION DE LA MELASSE

La qualité de la levure est étroitement liée à celle de la mélasse, qui nous a poussé à étudier et vérifier de près le passage de la mélasse avant et après clarification.

1. Définition

La mélasse est le coproduit final du raffinage du Sucre qui provient de la canne à Sucre et la betterave (88% betterave + 12% canne), moins calorifique que le saccharose. C'est un sirop très épais et très visqueux constituant un résidu du raffinage du sucre extrait de la canne sucre ou de la betterave. Moins calorifique que le saccharose (280kcal pour 100 g contre 375),

La mélasse contient de la vitamine B et des minéraux (**calcium, potassium, fer, cuivre,...**), ce qui n'est pas le cas du sucre blanc cristallisé.

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



Figure 3 : la mélasse

2. La Mélasse de betterave et de canne

Mélasse de betteraves sucrières : coproduit constitué par le résidu sirupeux recueilli lors de la fabrication ou du raffinage du sucre provenant de la betterave sucrière.



Mélasses de canne à sucre : coproduit constitué par le résidu sirupeux recueilli lors de la fabrication ou du raffinage du sucre provenant des cannes à sucre.



3. Composition chimique de la mélasse

La mélasse contient de la vitamine B et des minéraux (calcium, potassium, fer, cuivre,...), ce qui n'est pas le cas du sucre blanc cristallisé.

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

Il faut distinguer la mélasse de canne, 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 la mélasse de canne.

4. La différence entre la composition chimique de la mélasse de canne et de betterave :

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

Tableau 1 : différence entre la mélasse de canne a sucre et de betterave

VI. TRAITEMENT DE LA MELASSE

1. Dilution :

Après la filtration de la mélasse réalisé à température ambiante, celle-ci passe à la dilution afin d'obtenir une mélasse de concentration bien déterminée, en ajoutant de l'eau et de la vapeur d'eau.

La mélasse brute à diluer contient environ 88% de betterave et 12% de la canne, ce mélange est ensuite deux fois dilué par l'intermédiaire d'une eau chaude à 66°C et une vapeur d'eau à une pression de 3,5 bars.

2. Clarification :

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

A la fin, la mélasse diluée et clarifiée est stockée dans des cuves **MDC** à une température de **70°C**

La mélasse diluée passe dans des clarificateurs où elle est centrifugée.

Cette étape consiste à éliminer les colloïdes et les boues ainsi d'éviter le colmatage des conduits et des échangeurs utilisés pendant la stérilisation.

La mélasse sortie des clarificateurs, appelée mélasse diluée clarifiée (MDC) est stockée provisoirement dans une cuve **MDC**

a) Le débouage :

* C'est l'évacuation des déchets accumulés dans la base du clarificateur.

* La période du débouage est bien précise, toutes les 7 minutes, pour ne pas ralentir le processus. en effet, le débouage est effectué par pompage d'un courant d'eau très fort dans la base du clarificateur, ensuite cette eau chargée d'impuretés est évacuée pour rejoindre les eaux usées.

b) Clarificateur

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

c) Différent types de clarificateur

Clarificateur type SB80

Le clarificateur SB 80 est un clarificateur à assiette avec évacuation périodique des boues, son volume de bol 30 L. Son débit d'entraînement de mélasse est de $9 \text{ m}^3 / \text{h}$.

Clarificateur type SAMN

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

Clarificateur SB60

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

3. La préparation à la stérilisation

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

4. Stérilisation

La mélasse diluée et clarifiée (MDC) est stérilisée par injection de vapeur.

La stérilisation est effectuée au moyen d'appareil à pression de vapeur d'eau appelé stérilisateur.

Le barème de stérilisation dépend de :

- La température de stérilisation,
- Le débit de la mélasse,
- La pression.

Ensuite, elle passe dans l'échangeur à plaque « MDC »-« MDCS » afin d'être refroidie.

5. Stockage de la MDCS

La mélasse MDCS est stockée à 90°C.

6. Refroidissement

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

Le chauffage de l'eau de refroidissement provoque la sédimentation 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.

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

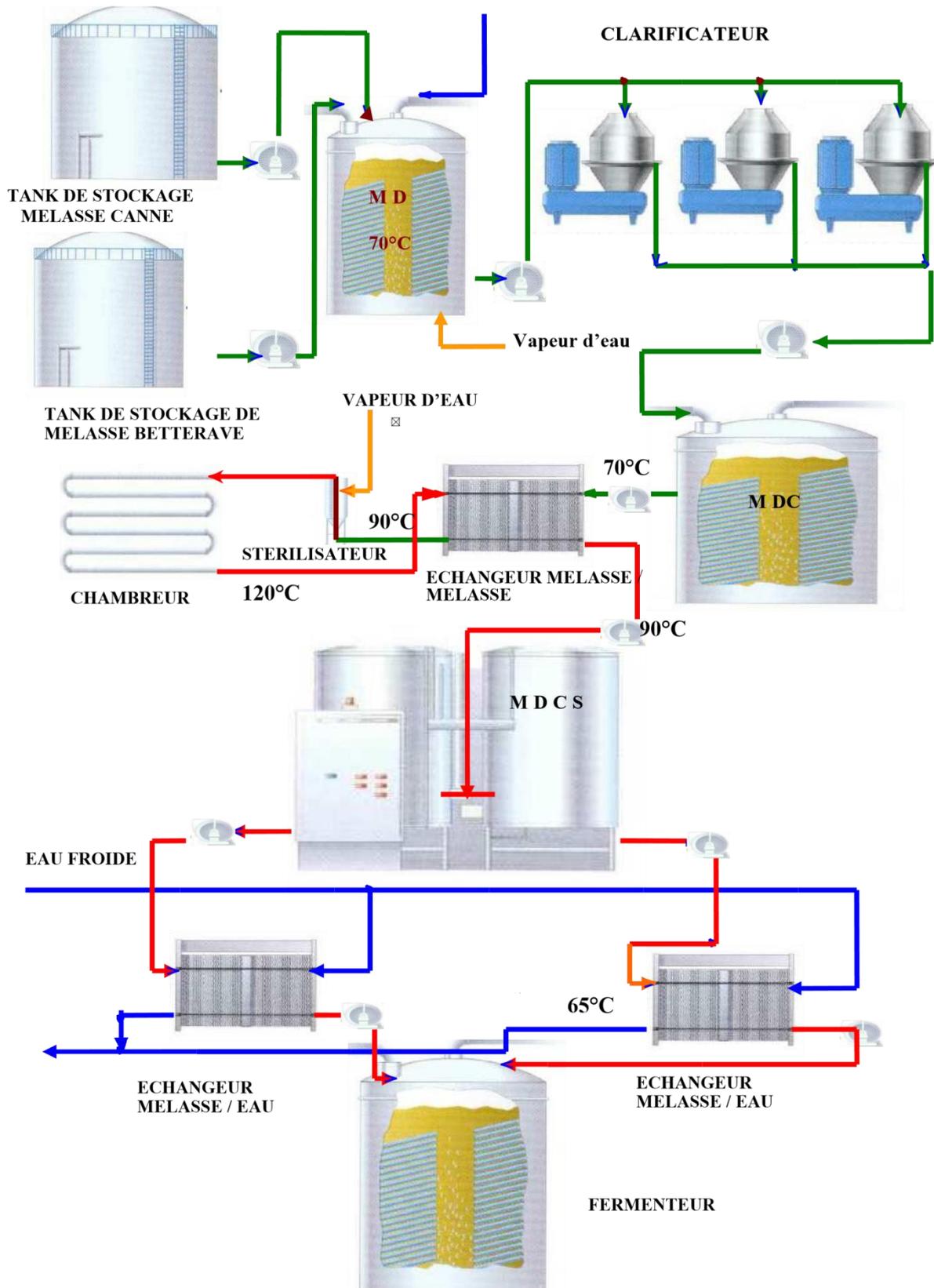


Figure 4 : traitement de la mélasse

VII. LES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES EFFECTUEES SUR LA MELASSE

1. Introduction :

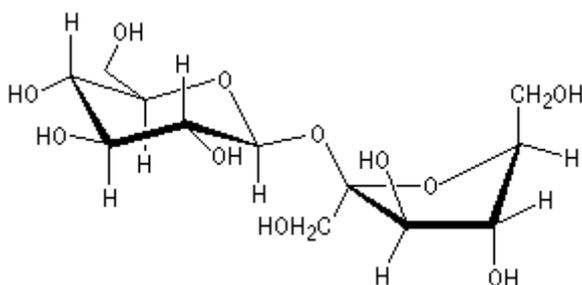
Pour effectuer une évaluation des pertes dans la mélasse lors de la clarification nous avons été amenés à effectuer les analyses suivantes a la fois sur le saccharose, les sucres réducteurs (glucose, fructose), la matière sèche, et la coloration.

2. Analyse Saccharose

a) Présentation

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

Structure de la molécule du saccharose :



b) Rôle du saccharose dans la levure

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

c) **Analyse : Dosage du saccharose dans la mélasse**

Mode opératoire

Peser dans une fiole de 200ml une quantité de mélasse de 20 g pour MD, MDC, DB (16 g pour mélasse de canne brute et de betterave brute) , ajouter un peu d'eau distillée et 15 ml de l'acétate de plomb basique (20 ml pour mélasse à base de canne, 15ml pour celle de betterave), ensuite compléter à 200ml avec de l'eau distillée.

Bien agiter et filtrer sur papier filtre puis à l'aide d'un **polarimètre** on mesure l'angle de rotation du saccharose (α).

La méthode polarimétrique est un moyen simple et précis pour la détermination et la recherche dans l'analyse des échantillons coûteux et non-duplicable, permettant de mesurer l'activité optique des composés inorganiques et organiques.



Figure : polarimètre

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

α : l'angle de rotation du saccharose.

PE : prise d'échantillon

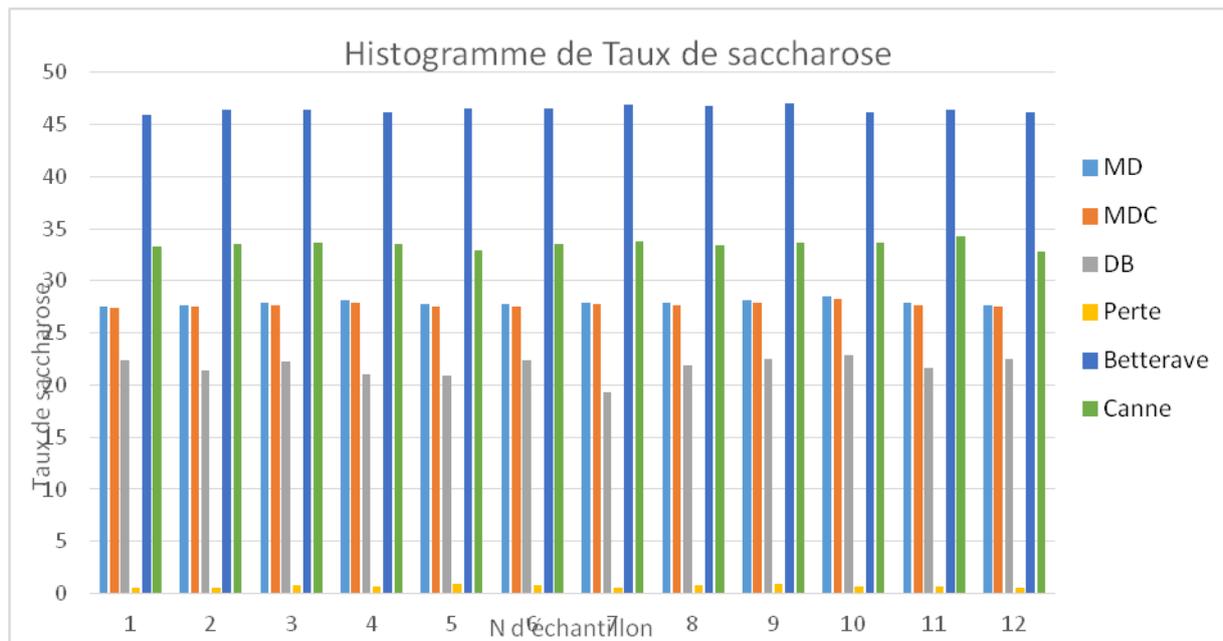
d) **Résultats et interprétations**

Les tableaux suivants présentent les résultats du dosage du saccharose obtenus sur les échantillons de mélasse diluée avant et après clarification pendant une période d'études de 4 semaines

N d'échantillon	Date	Betterave	Canne	MD	MDC	DB	Pertes
1	22/04/2015	45,9	33,5	27,53	27,38	22,42	0,54
2	24/04/2015	46,4	33,5	27,65	27,48	21,38	0,61
3	25/04/2015	46,4	33,7	27,85	27,61	22,25	0,86
4	28/04/2015	46,2	33,5	28,13	27,95	21,08	0,63
5	30/04/2015	46,5	32,9	27,73	27,48	20,85	0,9
6	04/05/2015	46,5	33,5	27,75	27,52	22,35	0,82
7	06/05/2015	46,9	33,8	27,9	27,73	19,28	0,61
8	08/05/2015	46,8	33,4	27,89	27,67	21,83	0,79
9	09/05/2015	47	33,6	28,14	27,89	22,55	0,89
10	14/05/2015	46,2	33,7	28,5	28,32	22,93	0,63
11	19/05/2015	46,4	34,3	27,87	27,68	21,63	0,68
12	21/05/2015	46,2	32,8	27,7	27,56	22,25	0,55
Moyenne		46,6	33,7	27,88	27,14	22,58	0,69
Max		47	34,3	28,87	28,05	22,93	0,9
Min		46,2	32,8	27,23	27,1	19,28	0,54
Ecart type		0,326	0,394	0,263	0,259	0,894	0,138

Tableau 2: Taux de saccharose en %

On rassemblant ces résultats on obtient l'histogramme suivant indiquant l'évolution de la teneur en saccharose dans la mélasse à l'entrée du clarificateur, sa /sortie, et le débourbage.



Les résultats d'analyses effectués sur les 5 échantillons pendant 12 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.

On peut constater qu'il y a des pertes en saccharose lors de la clarification de la mélasse qui ne dépasse pas 1% entre MD et MDC, cela peut être expliqué par le bon fonctionnement du clarificateur lors de l'élimination des impuretés.

3. Sucres Réducteurs

a) Présentation

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

b) Analyses Dosage des Sucres Réducteurs (glucose et fructose)

✚ Mode opératoire :

Dans une fiole de 200ml, mettre 20g de mélasse, ajouter 10ml d'acétate de plomb basique en agitant, enfin compléter avec de l'eau distillée et filtrer.

Prendre 10ml du filtrat, la mettre dans un Erlenmeyer, et ajouter 10ml de sulfate de cuivre et 10ml de double tartrate, puis mettre le mélange dans un bain thermostaté à 95°C pendant 8 min.

Un blanc est préparé sans l'ajout de 10ml de mélasse.

Ensuite, ajouter 5ml d'acide acétique qui neutralise la solution + 20ml d'iode N/30 à l'aide d'une Dispensette.

Et on titre par thiosulfate de sodium N/30 en présence d'empois d'amidon comme indicateur coloré.

$$\text{Sucres réducteurs (\%)} = \frac{V_{\text{blanc}} - V_{\text{ech}}}{PE} \times 10^{-1}$$

c) Mécanisme :

Les ions **Cu²⁺** présents dans la liqueur de Fehling (double tartrate+sulfate de cuivre) sont réduits par les sucres réducteurs en ions **Cu⁺**, puis on a formation de **Cu₂O**, ensuite les ions **Cu⁺** sont oxydés par l'iode en **Cu²⁺**, enfin l'excès d'iode est dosé par les thiosulfates de sodium.



L'équation de dosage:



L'acétate de plomb est utilisé pour éliminer tout ce qui est non sucres comme les protéines les vitamines.

l'acide acétique est utilisé dans le but de neutraliser la solution.

La quantité d'iode qui a oxydé les ions **Cu⁺** en **Cu²⁺** représente la quantité des sucres réducteurs présente dans la prise d'essai de la mélasse.

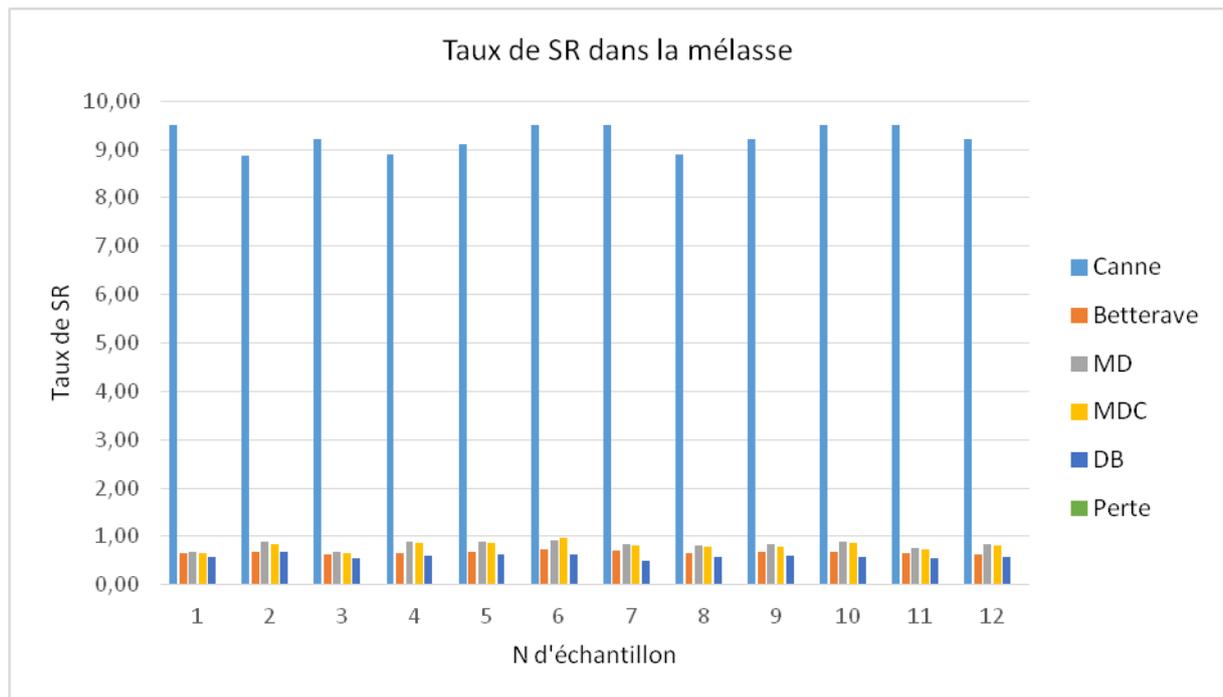
d) Résultats et Interprétations

Le tableau suivants présente les valeurs obtenues par le dosage des sucres réducteurs par la méthode de Fehling sur les échantillons de mélasse diluée à l'entrée et a la sortie du clarificateur ainsi que sur le débouillage.

N d'échantillon	Date	Betterave	Canne	MD	MDC	DB	Pertes
1	22/04/2015	0,64	9,5	0,67	0,65	0,57	0,014
2	24/04/2015	0,68	8,88	0,89	0,84	0,69	0,017
3	25/04/2015	0,62	9,22	0,69	0,66	0,56	0,014
4	28/04/2015	0,64	8,9	0,89	0,87	0,59	0,015
5	30/04/2015	0,67	9,1	0,9	0,87	0,62	0,016
6	04/05/2015	0,72	9,5	0,93	0,96	0,62	0,016
7	06/05/2015	0,7	9,5	0,85	0,82	0,5	0,013
8	08/05/2015	0,64	8,90	0,82	0,78	0,57	0,014
9	09/05/2015	0,67	9,2	0,84	0,79	0,61	0,015
10	14/05/2015	0,68	9,5	0,9	0,87	0,57	0,014
11	19/05/2015	0,64	9,5	0,77	0,74	0,56	0,014
12	21/05/2015	0,67	9,22	0,84	0,81	0,58	0,015
Moyenne		0,65	9,4	0,85	0,75	0,62	0,067
Max		0,68	9,5	0,93	0,96	0,69	0,11
Min		0,62	8,88	0,67	0,6	0,5	0,03
Ecart type		0,031	0,25	0,089	0,088	0,11	0,022

Tableau 4 : Taux de sucre réducteur en %

On rassemblant ces résultats on obtient le graphe suivant indiquant l'évolution de la teneur en Sucres Réducteurs dans la mélasse a l'entrée, et à la sortie du clarificateur.



La courbe affichant la différence de la teneur en sucres réducteurs entre l'entrée et la sortie du clarificateur qui montre que le clarificateur élimine les boues avec une partie de sucre réducteur.

4. La Matière sèche MS

a) Présentation

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

Son pourcentage de matière sèche est le ratio entre le poids de la matière sèche et la masse de la matière non-sèche (hydratée).

b) Analyses Dosage de matière sèche

Dans une fiole de 100ml, mettre 20g de mélasse, en agitant, enfin compléter avec de l'eau distillée

Fiole vide F1

Fiole plein F2

On prépare les capsules aux quelles on fait la pesée de la mélasse diluée.

Puis on pose la capsule vide avec son couvercle pour l'obtention du poids **P1** en **gramme**.

Ensuite, on tare la balance et on pose entre **5ml** de la mélasse et on obtient le poids **P2** en **gramme**.

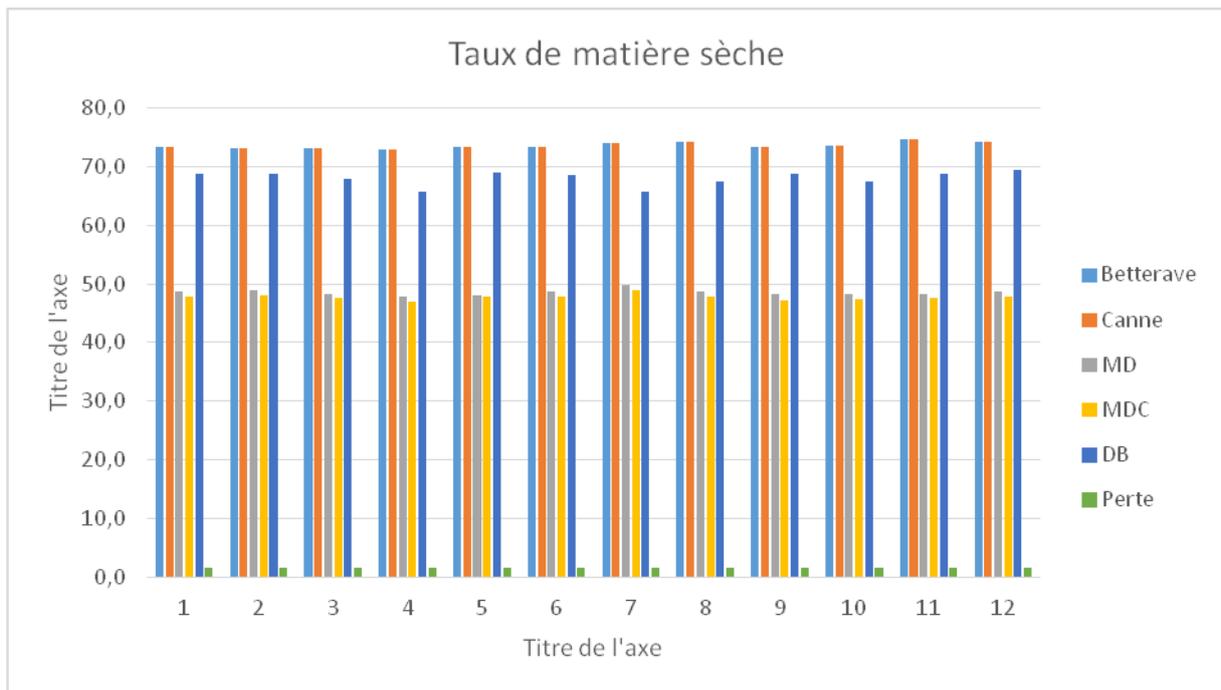
Puis on pose les capsules ouvertes avec leur couvercle dans une étuve à **105°C** et on laisse à l'étuve **pendant 16h**. A leur sortie de l'étuve on ferme les capsules et on laisse refroidir **au moins 1h** au dessiccateur.

Après on pèse les capsules contenant les résidus avec leurs couvercle poids exacts **P3** en **gramme**

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

N d'échantillon	Date	Betterave	Canne	MD	MDC	DB	Pertes
1	22/04/2015	72	73,3	48,75	47,76	68,75	1,72
2	24/04/2015	72	73	48,87	47,95	68,81	1,72
3	25/04/2015	72	73,1	48,36	47,54	67,9	1,69
4	28/04/2015	72	72,9	47,87	47,02	65,67	1,64
5	30/04/2015	72	73,3	48,04	47,86	69,05	1,72
6	04/05/2015	71	73,3	48,74	47,72	68,51	1,71
7	06/05/2015	70,3	74	49,69	48,88	65,61	1,64
8	08/05/2015	70,5	74,1	48,69	47,75	67,53	1,68
9	09/05/2015	70,5	73,2	48,17	47,24	68,77	1,71
10	14/05/2015	70,1	73,5	48,26	47,45	67,32	1,68
11	19/05/2015	70,2	74,6	48,36	47,58	68,75	1,72
12	21/05/2015	70,3	74,2	48,8	47,84	69,47	1,74
Max		72	74,6	49,69	48,79	69,05	1,74
Min		70,1	73	43,75	42,56	65,61	1,64
Moyenne		71.1	73,5	46,63	45,65	68,01	1,66
Ecart type		0,542	0,857	2,23	2,25	1.7	0,66

Tableau5 : Taux de matière sèche en %



On constate que le pourcentage de taux de matière sèche dans la betterave est supérieur à celle de la canna à sucre ce qui permet de remarquer que la betterave est plus riche en bous et en protéine.

Diminution de la matière sèche entre **la MD** et **la MDC** due à la perte des boues au cours de la clarification, ceci est peut être dû au fonctionnement du clarificateur et l'injection de vapeur.

5. La Coloration

a) Présentation

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.

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

b) Analyses Dosage de la coloration

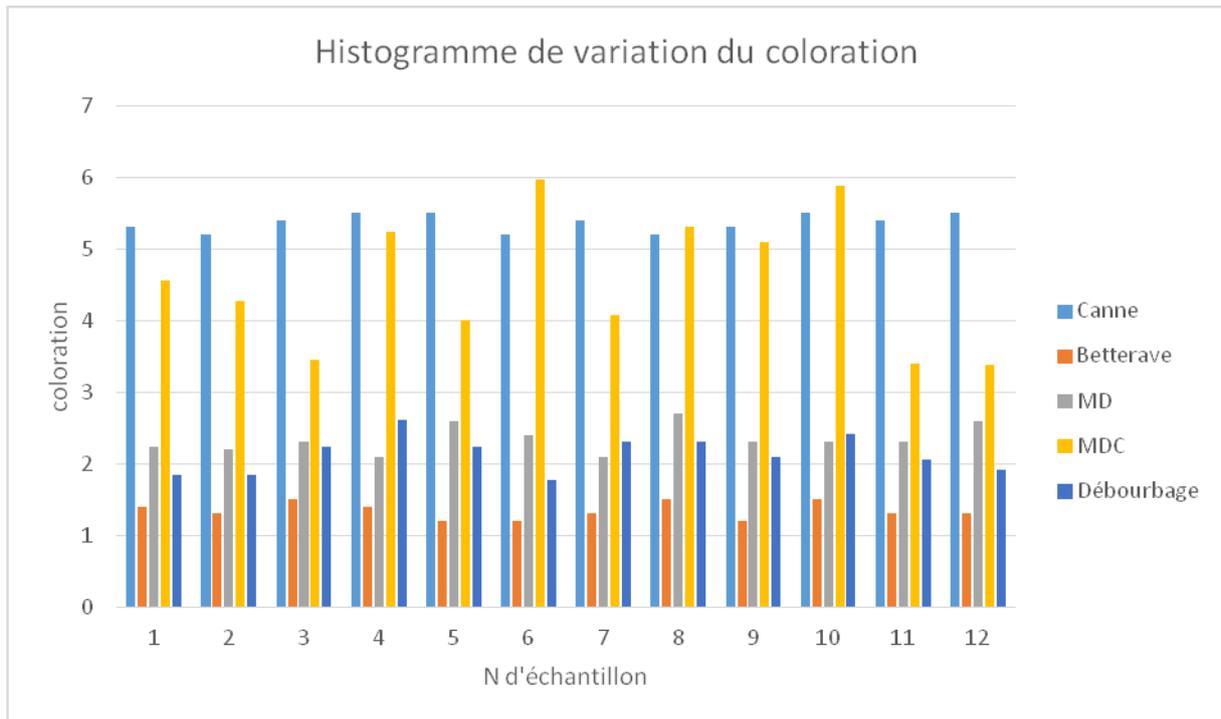
Le spectrophotomètre est allumé et réglé à une longueur d'onde de 420 nm, puis Dans une fiole de 100ml, mettre 20g de mélasse, agitant, enfin compléter avec de l'eau distillée

après on pose **5ml** dans un fiole aussi de 100 ml, compléter avec de l'eau distillée, et mesurons l'absorbance.

$$\text{Coloration} = \frac{\text{Ad}}{\text{MS-ST}} * 100$$

N d'échantillon	Date	Betterave	Canne	MD	MDC	DB
1	22/04/2015	5,3	1,4	2,23	4,55	1,85
2	24/04/2015	5,2	1,3	2,2	4,28	1,84
3	25/04/2015	5,4	1,5	2,3	3,45	2,24
4	28/04/2015	5,5	1,4	2,1	5,23	2,62
5	30/04/2015	5,5	1,2	2,6	4,01	2,24
6	04/05/2015	5,2	1,2	2,4	5,97	1,78
7	06/05/2015	5,4	1,3	2,1	4,07	2,3
8	08/05/2015	5,2	1,5	2,7	5,3	2,3
9	09/05/2015	5,3	1,2	2,3	5,1	2,09
10	14/05/2015	5,5	1,5	2,3	5,88	2,42
11	19/05/2015	5,4	1,3	2,3	3,39	2,06
12	21/05/2015	5,5	1,3	2,6	3,38	1,92
	Max	5,5	1,5	3,04	5,97	2,62
	Min	5,2	1,2	2,08	3,38	1,78
	Moyenne	5,37	1,34	2,34	4,56	2,14
	Ecart type	0,123	0,116	0,193	0,94	0,26

Tableau 6 : Taux de coloration en %



On remarque dans ce cas une variation de pourcentage de coloration entre MD et MDC, ces variations du a l'augmentation des non sucre parce que lors de la clarification il ya une perte de sucre

VIII. CONCLUSION GENERALE

Les analyses effectuées aussi bien à l'entrée et a la sortie du clarificateur ont permis de mettre en évidence une perte qui négligeable en sucres totaux, en matière sèche lors du passage de la mélasse par cet appareil.

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

ANNEXE

La Détermination De La Concentration Des Substances Optiques-Actives Avec Le Polarimètre

La théorie de la Méthode

La polarisation rotatoire est la propriété qu'ont certaines substances (fluides ou solides) de faire tourner le plan de polarisation d'une onde polarisée rectiligne qui les traverse.

On l'appelle aussi biréfringence circulaire ou **activité optique**. Elle a été découverte en 1811 par D'Arago sur le quartz (SiO_2) et par J. B. Biot sur l'essence de térébenthine ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$).

Elle présente un intérêt à la fois théorique et pratique. En effet, elle prouve expérimentalement la nature vectorielle de la variable lumineuse.

En outre, elle est à la base du dosage des substances chimiques constituées de stéréoisomères telles que certains sucres.



Image de polarimètre