



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

**EVALUATION DES PERTES EN SUCRES DANS LA MELASSE AU COURS
DE LA CLARIFICATION**

Présenté par:

◆ **HLIM RABAB**

Encadré par:

◆ **Mr : FADLI HASSAN (Société)**

◆ **Pr : SQALLI OUAFAE (FST)**

Soutenu Le 8 Juin 2016 devant le jury composé de:

- **Pr : SQALLI OUAFAE**

- **Pr : BENTAMA ABDESSALAM**

- **Pr : KANDRI RODI ADIBA**

Stage effectué à LESAFFRE

Année Universitaire 2015 / 2016

Remerciement :

Je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

J'exprime mes sincères remerciements à Mr FADLI HASSAN le Directeur de la « production » d'avoir mis à ma disposition les moyens nécessaires pour la réalisation de ce travail.

Je remercie également Mr BOUKADIDA ABDLALI responsable des analyses physico-chimiques pour sa disponibilité, et pour la confiance qu'il nous a accordée.

Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de Pr SQALLI OUAFAE, je la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel dont m'a fait bénéficier aimablement, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant ma préparation de ce mémoire.

Mes remerciements s'adressent également au corps professoral et administratif de la « Faculté des Sciences et techniques Fès » qui nous a été dispensé, ont su nous apprendre et nous transmettre certaines de leurs valeurs.

Mes profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui m'ont aidés et soutenue de près et loin à la réalisation de ce projet.

Liste des abréviations

MD : Mélasse Diluée

MDC : Mélasse Diluée clarifiée

MDCS : Mélasse Diluée clarifiée stérilisée

SPI : Sphérule de Panification Instantanés

SPH: Sphérule de Panification Hydratée

PRS : Pouvoir Rotation Spécifique

PL : Plan de la Lumière

Liste des figures

FIGURE 1: Cycle de la levure naturelle.

FIGURE 2: Structure d'une cellule de la levure

FIGURE 3: Schéma de l'étape d'ensemencement

FIGURE 4: Les étapes de la fermentation pour obtenir la levure-crème.

FIGURE 5: Tambour rotatif.

FIGURE 6: Levure sèche active.

FIGURE 7 : Levure sèche instantanée

FIGURE 8: La mélasse.

FIGURE 9: Clarificateur de mélasse.

FIGURE 10: Schéma général de la station de traitement de la mélasse.

FIGURE 11: Mesure du pouvoir rotatoire α .

FIGURE 12: Polarimètre automatique.

FIGURE 13: Réaction enzymatique (invertase).

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : Composition chimique des mélasses de betterave et de canne.

TABLEAU 2 : Taux de saccharose dans MD et MDC.

TABLEAU 3 : Taux des sucres réducteurs dans MD et MDC.

TABLEAU 4 : Taux de Clerget dans la mélasse.

TABLEAU 5: Taux des sucres totaux dans le débourbage.

Sommaire

Introduction Général	1
PARTIE 1 : Présentation de LESAFFRE MAROC.....	2
I- Présentation de LESAFFRE group.....	3
II- Historique.....	3
III- Organigramme de la société.....	5
PARITIE 2 : Généralité sur la levure.....	6
I- Définition de la levure.....	7
II- Développement de la levure.....	8
III- Le rôle de la levure dans la fabrication du pain.....	8
IV- La différence entre la levure de boulanger et la levure chimique.....	9
V- Processus de la fabrication de la levure.....	9
PARTIE 3 : Evaluation des pertes de sucre dans la mélasse au cours de la clarification.	
I- Définition de la mélasse.....	17
II- Composition chimique des mélasses de betterave et de canne	17
III- Traitement de la mélasse	18
IV- Dosage des sucres dans la mélasse.....	21
1. Saccharose.....	21
A. Définition.....	21
B. Analyse : dosage du saccharose dans la mélasse.....	22
C. Résultat	23
2. Sucres réducteurs.....	24
A. Définition.....	24
B. Analyse : dosage des sucres réducteurs.....	24
C. Résultat	26

3. Clerget (sucres invertis).....	27
A. Définition	27
B. Analyse : dosage des sucres invertis.....	27
C. Résultat	28
V- Détermination des pertes en sucres dans les boues de débouage.....	29
VI- Conclusion	30

Introduction Général

La levure de boulangerie peut, à juste titre, être considérée comme l'un des plus anciens produits issus de la fermentation industrielle. Aujourd'hui encore, elle est l'un des produits les plus importants de la biotechnologie en industrie agroalimentaire.

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.

La mélasse est l'une des matières premières essentielles pour la fabrication de la levure, le suivi de dosage des sucres de cette matière au cours de la fabrication est nécessaire pour permettre l'évaluation des pertes.

Ce rapport comporte trois parties :

- La première partie : donnera une présentation de LESAFFRE usine de Fès
- La deuxième partie : portera sur une étude bibliographique concernant quelques généralités sur la levure et les étapes de sa production industrielle.
- La troisième partie : présentera le traitement de mélasse et les pertes de sucre dans la mélasse au cours de la clarification.

PARTIE 1 :
présentation de
LESAFFRE MAROC

I- Présentation de LESAFFRE group :

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

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

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

L'hirondelle Symbole de proximité et de fidélité, est l'emblème fédérateur du groupe LESAFFRE à travers le monde.

Son siège est situé au quartier industriel **SIDI BRAHIM** à Fès. L'entreprise compte, en plus du site de production à Fès, un Baking Center à Casablanca. Celui-ci constitue une vitrine des produits LESAFFRE où les boulangers peuvent suivre des formations et voir des démonstrations afin de consolider leurs connaissances et améliorer leur savoir-faire.

La politique commerciale de la société LESAFFRE se base sur la qualité. Bénéficiant de l'expertise et du savoir-faire du groupe LESAFFRE. LESAFFRE Maroc possède un **laboratoire d'analyse** qui effectue chaque jour de nombreux tests physico-chimiques et bactériologiques.

La qualité des levures est ainsi sans cesse évaluée afin d'optimiser leur performance : force fermentative, pureté, stabilité et résistance par rapport au contexte climatique.

II- Historique

1853 : Louis LESAFFRE-Roussel et Louis Bonduelle-Dalle créent une distillerie d'alcool de grains et genièvre à Marquette-lez-Lille.

1863 : Acquisition du premier moulin à Marcq-en-Barœul. C'est à partir de ce site que se développera la société industrielle LESAFRRE.

1895 : Naissance de la marque de levure l'hirondelle. Une hirondelle dont le dessin va évoluer au fil du temps, jusqu'à devenir l'emblème du groupe en 2003.

1923 : Crise de l'alcool de grains dont l'état français décide brutalement d'abaisser le prix, ce qui rend sa production économiquement impossible. Il faut trouver d'urgence une nouvelle matière première pour la levure. Ce sera la mélasse, moyennant quelques aménagements techniques.

1974 : LESAFFRE crée son premier BAKING center.

1993-1998: Associations et acquisitions en Australie, Chili et Europe de l'Est.

2001 : Création de LESAFFRE International et acquisition de la société américaine RED Star Yeats & Product.

2003-2004 : Première Coupe Louis LESAFFRE, sélection pour la Coupe du monde de la Boulangerie.

2006 : Joint-venture avec Donta, leader chinois dans le domaine des extraits de levure.

Construction d'une nouvelle levurière haute technologie à Orizaba au Mexique.

2007 : Construction d'une usine en Iowa, construction d'une unité de production en Chine et acquisition des activités levure de Gilde (Amérique du sud, Royaume uni,..)

2008 : LESAFFRE, partenaire de Future, projet R&D de bioéthanol de deuxième génération.

2009 : Acquisition de la société allemande Asmussen GmbH et CokG.

2010 : Inauguration d'une usine de levure et d'extraits de levure à Laibin dans le Guangxi en Chine et mise en service d'une usine d'extraits de levure à Cedar Rapids (Iowa) aux Etats-Unis.

III- Organigramme de la Société



PARITIE 2 :

Généralité sur la

levure

I- Définition de la levure

La levure est un champignon microscopique unicellulaire de la famille des ascomycètes. La levure utilisée en boulangerie appartient au genre *Saccharomyces*, espèce *cerevisiae*.

Les cellules de la levure sont sphériques ou ovales. La levure *Saccharomyces cerevisiae* a un cycle biologique particulier [1].

Elle est capable de se multiplier sous deux formes :

- Une forme diploïde ($2n = 32$ chromosomes).
- Une forme haploïde ($1n = 16$ chromosomes).

Dans 1 gramme de levure en pain (culture de levures, concentrée puis pressée), il y a 5 à 12 milliards de cellules.

Les cellules haploïdes se multiplient en **bourgeonnant** : la cellule mère bourgeonne une cellule fille plus petite (mitose), mais possédant la même information génétique. Une cellule mère donne ainsi 20 à 25 cellules filles.

Il existe des cellules haploïdes "a" et des cellules haploïdes "α" qui correspondent à des signes sexuels distincts ; c'est la **fusion** entre une cellule "a" et une "α" qui donne naissance à une cellule diploïde "a/α" (figure1). Tant que l'environnement est favorable, le diploïde se multiplie par bourgeonnement. Si les nutriments viennent à manquer, la cellule repasse en phase haploïde par un processus de méiose.

On obtient finalement quatre noyaux haploïdes qui sont inclus dans les spores (ou ascospores) contenues dans un sac appelé asque.

L'enveloppe de l'asque se rompt à maturité et libère alors deux cellules "a" et deux cellules "α" qui peuvent recommencer le cycle [1].

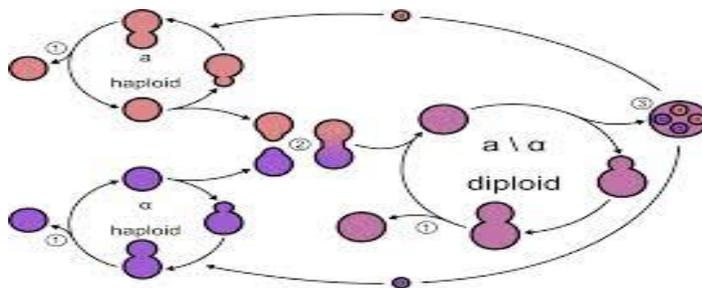


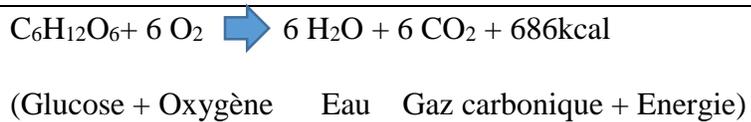
Figure 1 : Cycle de la levure naturelle.

II- Développement de la levure

Pour son développement la levure de boulanger à 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 [1].

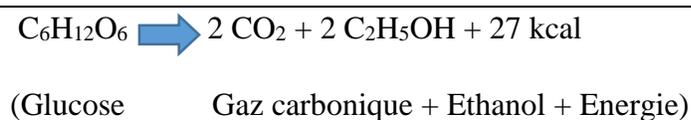
La levure a la particularité de pouvoir vivre en **présence** ou en **absence** d'air : ces deux processus énergétiques sont la **respiration** et la **fermentation**. Elle se nourrit de glucose et de fructose (sucres simples).

En présence d'air : la levure respire, elle dégrade les sucres simples (en C6) 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 [1].



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

En l'absence d'air : la levure fermente grâce à ses enzymes (les zymases), elle dégrade les sucres simples (en C6) 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 [1].



III- Le rôle de la levure dans la fabrication du pain

La levure produit du gaz carbonique et de l'alcool dans la pâte. Le gaz carbonique fait gonfler la pâte et il donne à la mie une structure poreuse et légère.

La levure influence le goût de la mie grâce aux produits secondaires de fermentation.

Elle joue un rôle important dans la coloration de la croûte. Elle est l'ingrédient le plus important pour avoir un bon pain ! [2].

IV- La différence entre la levure chimique et la levure de boulanger

La levure chimique (poudre à lever) est un mélange composé essentiellement de **bicarbonate de sodium** et **d'acide tartrique**, se présentant sous forme de **poudre blanche** et servant à faire gonfler pains et pâtisseries ; contrairement à la levure de boulanger, qui agit par la fermentation de microorganismes vivants, la levure chimique fait seulement intervenir des réactions chimiques de type acide-base [3].

V- Processus de la fabrication de la levure

A. Première étape : Préparation de la culture en laboratoire

- **L'ensemencement :**

Chaque mois la société LESAFFRE reçoit de la France deux souches pures de « *Saccharomyces cerevisiae* » non génétiquement modifiée sous forme lyophilisée, une pour la levure fraîche (LP) et l'autre pour la levure sèche (LS).

Ces deux souches sont ensemencées dans des tubes contiennent les éléments strictement nécessaires à la croissance des levures (une source de carbone et d'énergie : glucose, des sources de K, P, N, S et autres oligoéléments), et avec présence de température et de pH spécifiques à multiplication de la levure pour préparer 60 tubes (30 pour la levure fraîche et 30 pour la levure sèche).

Chaque jour, on prend deux tubes sont ensemencées dans des petits cônes appelé « Van Lear » de 0.5 L, puis on les déplace dans le plus grand cône de 7L.

Le contenu de cône est mis dans un fermenteur de 800L avec l'ajout de mélasse, phosphate, sulfate, urée, vitamine, eau et l'air (figure 3).

Pendant le processus de culture, LESSAFFRE 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.

- **Technique d'ensemencement :**

L'ensemencement doit être réalisé en conditions aseptiques. Pour cela il faut :

- Débarrasser la paillasse et désinfecter avec de l'eau de javel.
- Régler de la flamme pour avoir une flamme bleue. Seule une zone de 15 cm autour de la flamme est considérée stérile, et toutes les manipulations doivent y être réalisées.
- Prendre le tube de la culture dans la main gauche.
- Ouvrir dans la zone stérile, garder le bouchon dans la main droite, et flamber l'ouverture du tube.
- Prendre le bouillon nutritif stérile, ouvrir et flamber de la même manière que précédemment, tout en gardant la boucle contenant la culture dans la zone stérile mais en dehors de la flamme. Puis introduire rapidement la boucle de la culture dans le milieu à ensemercer, faire un mouvement de rotation circulaire à la surface du liquide sans y introduire la partie non stérile de l'ensemencement et fermer le tube.

Cette étape préparée dans des conditions de stérilité stricte pour éviter tous les risques de contaminations.

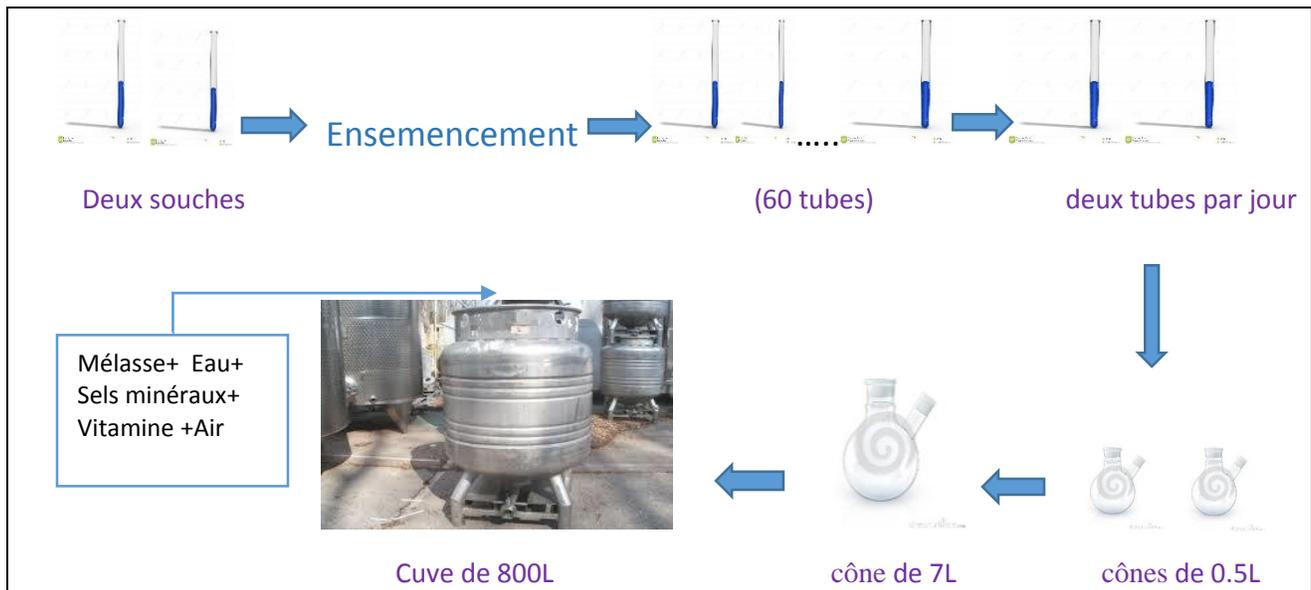


FIGURE 3: schéma des étapes d'ensemencement.

B. Deuxième étape : Fermentation successives pour obtenir la levure mère

Après la fermentation de 800 l, cette opération se poursuit à l'aide d'un pré-fermenteur bien nettoyé par la soude à une température de 90 °C et rincé à l'eau.

Dans le pré-fermenteur, on ajoute le volume d'eau nécessaire, les sels minéraux (phosphate, sulfate et urée), vitamine, l'eau de javel pour la stérilisation, l'acide sulfurique pour ajuster le pH, et bien sûr l'air comme la source d'oxygène nécessaire à la fermentation).

Après la pré-fermentation, on passe à la fermentation de la levure mère qui se fait dans des grandes cuves, son principe est le même que celui de la pré-fermentation précédente.

Enfin, on obtient une grande population de levure sous forme liquide qu'on appelle le moût.

C. Troisième étape : Extraction de levure mère

En fin de la fermentation, par la centrifugation, la levure est séparée des résidus de mélasse non fermentés (matière organique et minérale) accumulés dans le fermenteur.

Cette opération peut être répétée plusieurs fois, avec un lavage d'eau.

➡ La levure obtenue est la levure mère.

D. Quatrième étape : Fermentation pour l'obtention de la levure commerciale

Chaque cuve estensemencée par la levure mère, avec des apports précis de mélasse, de sels nutritifs et d'air et avec des contrôles stériles de température et de pH.

La fermentation commerciale dure environ de 16 h.

E. Cinquième étape : Extraction de la levure- crème

En fin de fermentation commerciale, le mélange est de nouveau centrifugé pour séparer la levure commerciale des résidus de mélasse.

Cette opération est répétée plusieurs fois, avec lavage l'eau.

On obtient alors de la levure-crème dont il faut d'acidifier par l'acide sulfurique à pH = 2 pour éviter la contamination, et stockée à 4°C pour ralentir le métabolisme cellulaire.

Le système de refroidissement se fait par un **échange thermique** entre la crème et le liquide de refroidissement: l'eau glycolé

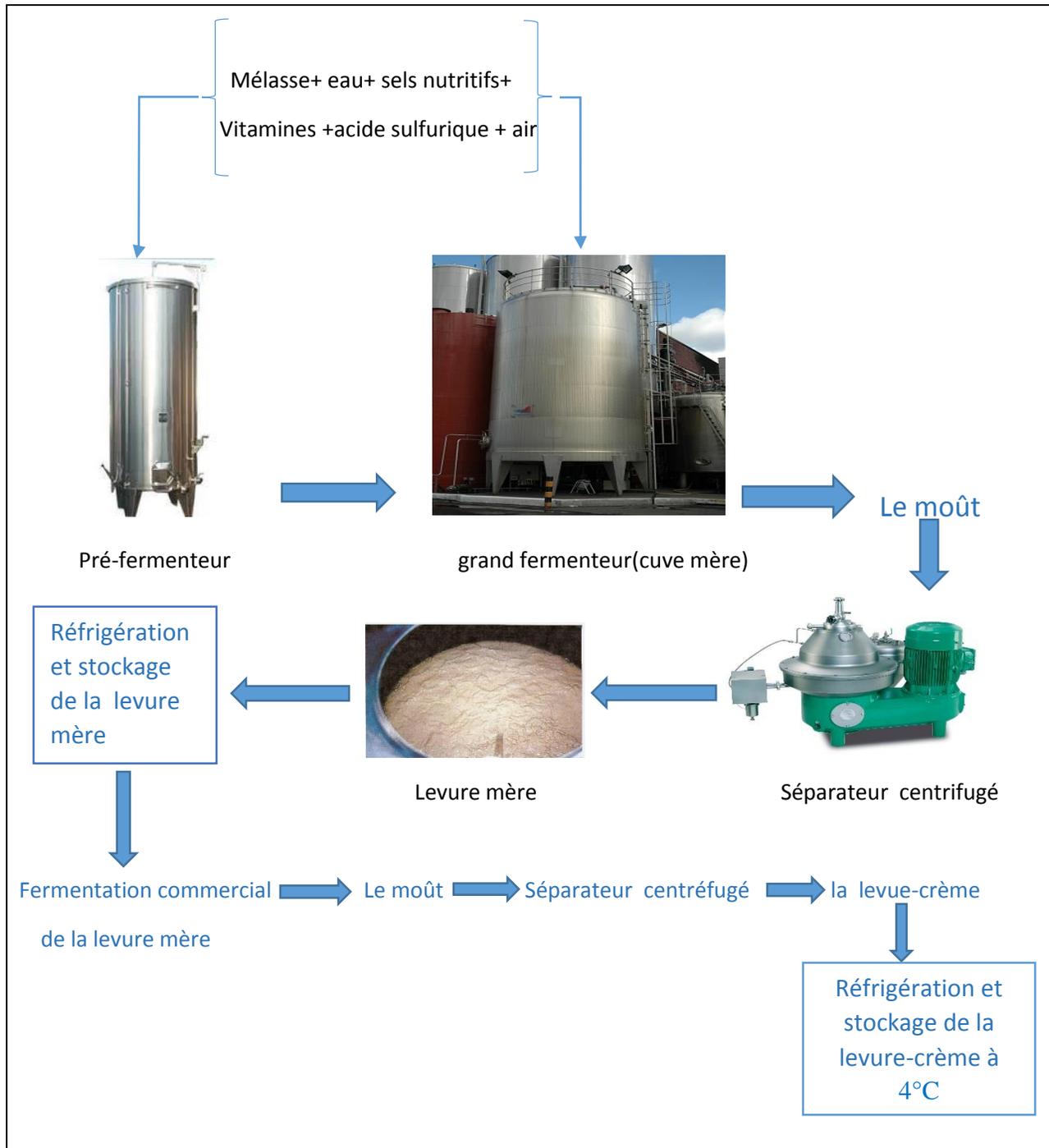


FIGURE4 : LES ETAPES DE LA FERMENTATION POUR OBTENIR LA LEVURE-CREME.

F. Sixième étape : Déshydratation ou dessiccation de la levure

Le séchage ou dessiccation est l'un des plus anciens procédés de préservation des aliments. Dans les aliments déshydratés, du fait d'une faible activité de l'eau, les microorganismes ne peuvent pas proliférer (multiplier rapidement), et la plupart des réactions chimiques de détérioration sont ralenties.

- Pour la levure fraîche :

À la sortie des centrifugeuses, la levure contient encore plus de 30% d'eau extracellulaire, dans ce cas on la filtre à l'aide de **tambour rotatif sous vide** (figure 5)

Il est composé de cellules indépendantes et est revêtu d'une toile filtrante tendue sur un support perforé en métal, ébonite ou plastique. Le tambour est immergé partiellement dans une auge alimentée en produit à filtrer. Les cellules sont reliées en bout d'arbre à une valve de distribution par une araignée de tuyauteries. Cette valve communique elle-même avec une pompe à vide par l'intermédiaire du ballon de séparation de filtrat, et avec un compresseur [4]

Il est revêtu d'une **pré-couche d'amidon** qui ne laisse passer que l'eau sans la suspension solide.

Pour l'aider physiquement cette déshydratation « mécanique », on ajoute le **sel (NaCl)** pour provoquer ainsi une **augmentation de la pression osmotique** du liquide extracellulaire et crée une migration de l'eau intracellulaire de l'eau vers l'extérieur de la cellule.



Figure 5: tabours rotatif.

- Pour la levure sèche :

Elle suit les mêmes étapes que la levure fraîche sauf qu'après la filtration sous vide la pâte est mélangé avec une quantité d'émulsifiant qui sert à conserver le produit plus longtemps et donne aussi la couleur blanche caractéristique de la levure.

Le gâteau obtenu est transformé en vermicelle à l'aide d'une grille de porosité connue, ensuite elle est transférée au sécheur à atomisation qui sert à éliminer le maximum d'eau restant dans la cellule sans l'endommager, pour augmenter le taux de matière sèche jusqu'à 94% pour la SPH et 95.5% pour la SPI. La levure sèche obtenue est ensuite tamisée puis stockée dans des silos.

Il existe deux types de levure sèche :

- ❖ La levure sèche active(SPH) : sous forme sphérique ou granule (figure 6).

Sa durée de séchage est d'environ 4 heures pour une quantité de 400 kg à 500 kg, et s'effectue à 45°C. Contrairement à la levure sèche instantanée, elle nécessite une réhydratation.

- ❖ La levure sèche instantanée(SPI), on l'appelle également la levure Lyophilisée ou déshydratée. Sous forme de bâtonnets (figure 7), elle a une durée de séchage de 20 min environ pour une quantité de 300 Kg.

Elle a l'avantage de pouvoir se conserver longtemps à température ambiante, jusqu'à 1 an. Pour être utilisé, elle n'a pas besoin d'être réhydratée.



FIGURE 6: levure sèche active



FIGURE 7 : Levure sèche instantanée

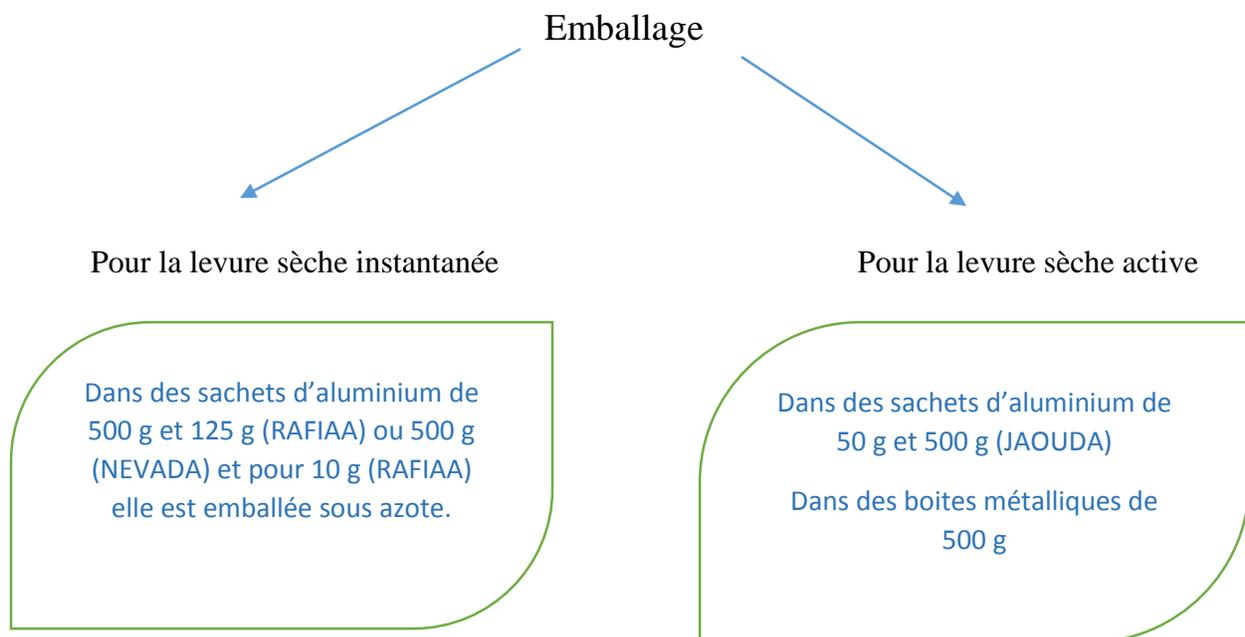
G. Septième étape Conditionnement et emballage

Pour la levure fraîche : elle est emballée grâce à une machine spéciale appelée «boudineuse », constituée à la fois, d'un malaxeur, et d'une enveloppeuse.

Les gâteaux obtenu après filtration est envoyée à la boudineuse pour obtenir un produit fini sous forme de boudins de 500 g qui seront emballées avec du papier paraffiné, encartonnées par des ouvriers (cartons comportent 20 unités), ensuite passent par une balance pour vérifier le poids.

Enfin les processus des paquets de la levure sont envoyés vers une chambre froide pour la conserver à 4 °C avant la sortie au marché.

Pour la levure sèche : après séchage, la levure passe dans des appareils de conditionnement spécifiques qui **aspirent l'air** des paquets pour une conservation de longue durée.



PARTIE 3 : Evaluation des
pertes de sucre dans la
mélasse au cours de la
clarification.

I- Définition de la mélasse

La mélasse (figure 7) est un Sirop très visqueux, incristallisable, constituant le résidu de la fabrication du sucre à partir de la betterave sucrière ou de la canne à sucre. (La mélasse de betterave contient 50 % de saccharose ; celle de canne 30 % de saccharose et 20 % de sucres réducteurs [5])

Elle est de couleur brun très foncé presque noir avec un goût particulier de réglisse.



FIGURE 8 : la mélasse

II- Composition chimique des mélasses de betterave et de canne

Les compositions de deux sucres sont présentées par le tableau suivant :

	Mélasse de Betterave	Mélasse de Canne à Sucre
Matière sèche (% poids)	73	73
Matières minérales (%MS)	13	14
Matière azotées totales (%MS)	15	6
Sucres totaux (%MS)	64	64
dont Saccharose (%MS)	64	43
dont Glucose (%MS)	0	10.5
dont Fructose (%MS)	0	10.5
Calcium (g/kg MS)	3.7	7.4
Phosphore (g/kg MS)	0.3	0.7
Potassium (g/kg MS)	82	40

TABLEAU 1 : Composition chimique des mélasses de betterave et de canne.

Les mélasses présentent des teneurs en cellulose brute et en matières grasses très faibles. Pour les deux mélasses, la teneur en acides aminés est faible : en lysine, méthionine, cystine, tryptophane et thréonine.

En revanche, la mélasse de betterave est bien pourvue en bétaine et acide glutamique (4 à 5% de la MS).

L'autre fraction de la matière organique « non sucré » des mélasses de betterave correspond à des acides organiques (6 à 8%) : acide lactique, malique, acétique, oxalique principalement ; tandis que les mélasses de canne contiennent une quantité non négligeable de gommés solubles et complexes hydrocarbonés (4%) et acides organiques (3%) : acides acotinique, citrique, malique, succinique. Les mélasses de canne sont plus riches en phosphore et calcium que les mélasses de betterave [5].

III- Traitement de la mélasse

I- Dilution :

Après la filtration de la mélasse réalisée à température ambiante, la mélasse 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 80% de betterave et 20% 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.

II- Clarification :

La mélasse diluée passe ensuite dans un clarificateur centrifugée (figure 8). Cette étape consiste à éliminer les colloïdes et les boues par la centrifugation qui sépare les éléments de densités différentes par une rotation très rapide.

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

Nb : les résidus de la mélasse peuvent être utilisés dans le domaine d'Agriculture pour donner une bonne production des plantes, car ils sont riches en éléments nutritifs tels que l'azote, le phosphore et le potassium.



FIGURE 9: Clarificateur de mélasse.

III- Stérilisation :

La mélasse diluée clarifiée (MDC) est stérilisée par injection de vapeur sous pression de 3.5 bars. Le contact de la vapeur avec la mélasse MDC permet l'augmentation de la température de ce dernier de 90°C à 120°C (figure 9).

La température de 120 °C pendant 2 minutes permet de détruire toute la flore microbienne sous barème de stérilisation : est un couple temps- température qui doit être appliqué pour atteindre la stérilité commerciale.

On obtient finalement, une mélasse diluée clarifiée stérilisée (MDCS).

Cette dernière est refroidie par un échangeur à plaques mélasse-eau afin d'abaisser sa température à 36°C adéquate pour la fermentation

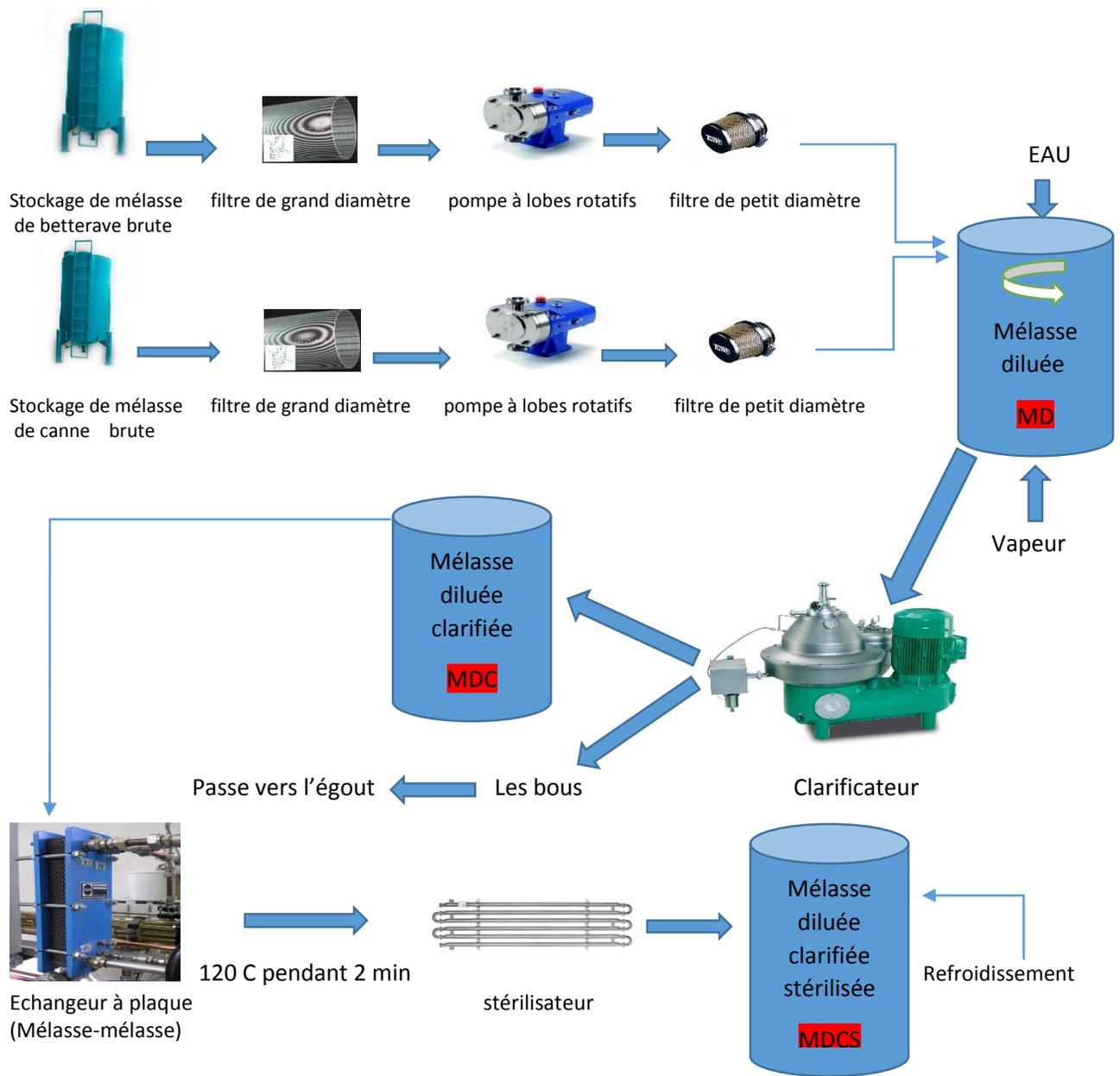


FIGURE 10: Schéma général de la station de traitement de la mélasse.

IV- Dosage des sucres dans la mélasse

Au cours de traitement de mélasse par la clarification, il y a des pertes en sucres dans la mélasse dans ce cas, nous avons été amenés à effectuer les analyses suivantes à la fois sur le saccharose, les sucres réducteurs (glucose, fructose) et le Clerget.

1. saccharose

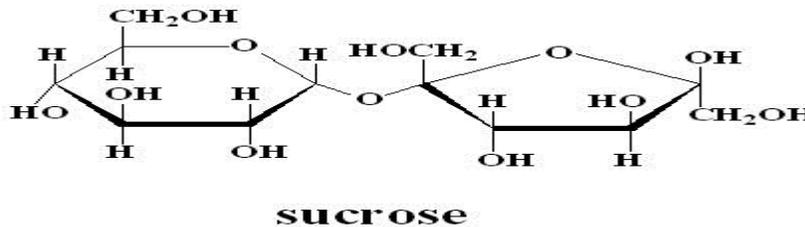
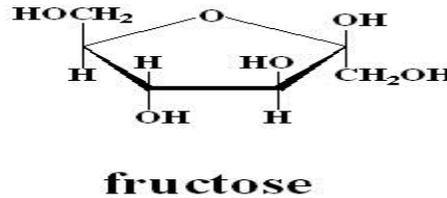
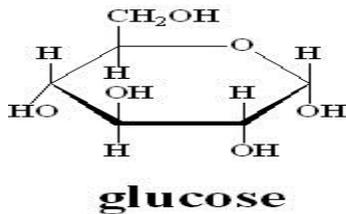
A. définition :

Le saccharose est un **diholoside non réducteur**, c'est notre sucre alimentaire.

On le trouve dans de nombreuses plantes et il est particulièrement abondant dans la betterave et la canne à sucre. Il est formé à partir de deux molécules reliées par une liaison osidique : **fructose** et **glucose**. Notons ici que le fructose est sous forme furanose alors que la forme pyranose est prédominante pour le fructose libre.

Sa formule chimique brute est $C_{12}H_{22}O_{11}$ et sa masse molaire est de $342,3 \text{ g/mol}$.

Structure de la molécule du saccharose :



α -D-glucopyranosyl (1->2) β -D-fructofurannoside

B. Analyse : Dosage du saccharose dans la mélasse :

- **Mode opératoire:**

Dans deux fioles jaugées de 200 ml, on introduit respectivement environ 20g de la mélasse diluée et 20g de la mélasse diluée clarifiée.

On ajoute dans chaque fiole 20ml d'acétate de plomb basique avec l'agitation, puis on complète à 200 ml avec l'eau distillée.

On agite et on filtre le mélange à l'aide d'un papier filtre puis on récupère les filtrats.

NB : L'acétate de plomb basique est utilisé pour éliminer les éléments non sucrés qui donnent la coloration à la mélasse

A l'aide d'un polarimètre numérique (figure10), on mesure l'angle de rotation du saccharose α (figure11).

Les polarimètres numériques et automatiques fonctionnent rapidement avec une haute résolution et une plus grande précision que les polarimètres classiques. Ils sont simples à utiliser et efficace du point de vue du temps passé. Ils réduisent la durée de mesure à 1 seconde indépendamment de l'angle de l'échantillon si la régulation de température n'est pas prise en compte, cependant, la température de l'échantillon ayant une influence non négligeable sur le pouvoir rotatoire, il est indispensable de thermostat avec précision la cellule de mesure [3].



FIGURE 11: Polarimètre.

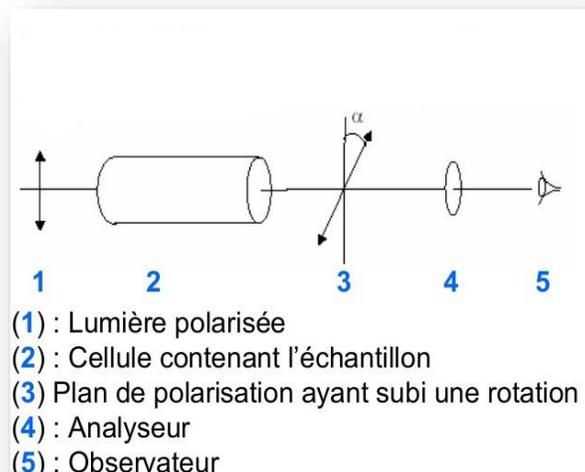


FIGURE 12 : Mesure du pouvoir rotatoire α

C. Résultat

La relation suivante donne le taux de saccharose dans la mélasse :

$$\text{taux de saccharose(\%)} = \frac{\alpha * 0.75 * 1.1}{PE}$$

avec α : L'angle de rotation du saccharose.

PE: Prise d'échantillon.

l'analyse du taux de saccharose a été effectuée sur des échantillons de la mélasse diluée et de la mélasse diluée clarifiée (80% de mélasse de betterave et 20% de mélasse de canne).

Ces échantillons ont été prélevés dans différents jours. Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau suivant :

N° d'échantillon	% du saccharose à l'entrer(MD)	% du saccharose à la sortie(MDC)	Pertes %
1	27.75	27.15	0.6
2	27.53	27.38	0.15
3	27,59	26,2	1.39
4	27.73	26.85	0.88
Moyenne	27.65	26.89	0.76

Tableau 2 : taux de saccharose dans MD et MDC.

On peut constater qu'il y a des pertes en saccharose avec une moyenne de 0,76% au cours de ce processus.

2. Dosage des Sucres réducteurs :

A. Définition :

Les sucres (oses) sont des composés qui présentent outre un certain nombre de fonctions alcools (primaires et secondaires), une fonction carboxyle (fonction réductrice) qui est soit cétone (cétose, ex. Fructose), soit aldéhyde (aldose, ex. Glucose).

Ces fonctions réductrices peuvent être mises en évidence en faisant réagir les sels de métaux tels que le cuivre en milieu alcalin.

B. Analyse : Dosage des sucres réducteurs dans la mélasse :

- Mode opératoire

On prélève 10 ml du filtrat obtenu précédemment, on y ajoute 10 ml de double tartrate de sodium et 10 ml de sulfate de cuivre (CuSO_4), on agite puis on porte le mélange à ébullition dans un bain marie pendant 8 min à 95 °C.

Après 10 min de refroidissement de la solution (rouge brique), on ajoute 5 ml d'acide acétique (5N) et 20 ml d'une solution d'iode (N/30), puis on agite et on titre la solution par le thiosulfate de sodium (N/30) en présence d'empois d'amidon (indicateur coloré).

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

On effectue aussi un dosage blanc : il contient toutes les solutions utilisées dans le dosage réel sauf l'échantillon.

Explication de réaction de Fehling :

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

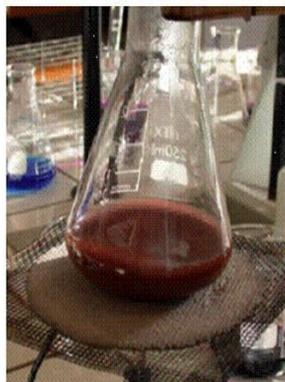


L'hydroxyde de cuivre $\text{Cu}(\text{OH})_2$ en présence tartrate double de sodium forme un complexe stable.

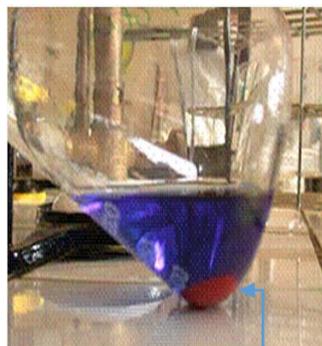
A chaud, les sucres réducteurs en présence la liqueur de Fehling réduisent l'oxyde cuivrique bleu soluble en oxyde cuivreux insoluble de teinte rouge.



En cours de chauffage



Après chauffage



Après décantation

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



C. Résultat :

Le taux des sucres réducteurs peut être calculé par la formule suivante:

$$\text{Taux des sucres réducteurs \%} = \frac{V(\text{blanc}) - V(\text{échantillon})}{PI} * 10^{-1}$$

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.

PI : poids de la prise d'essai.

l'analyse du taux de sucre réducteur a été effectuée sur des échantillons de la mélasse diluée et de la mélasse diluée clarifiée (80% de mélasse de betterave et 20% de mélasse de canne).

Ces échantillons ont été prélevés dans différents jours. Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau suivant :

N ° d'échantillon	%Des sucres réducteurs à l'entrée (MD)	% des sucres réducteurs à la sortie (MDC)	Pertes %
1	0.92	0.87	0.05
2	0.89	0.84	0.05
3	0.9	0.87	0.03
4	0.84	0.79	0.05
Moyenne	0.88	0.84	0.04

Tableau3 : taux des sucres réducteurs dans MD et MDC.

On peut constater qu'il y a des pertes en sucre réducteur avec une moyenne de 0,04 % au cours de ces analyses.

3. Clerget (sucres invertis)

A. Définition :

Le sucre inverti est un mélange équimolaire de glucose et de fructose obtenu par hydrolyse du saccharose. Il est facilement hydrolysable soit par les acides (hydrolyse chimique), soit par une enzyme intestinale : l'Invertase (figure 12) ; c'est une β -fructofuranosidase (qui coupe la liaisons β -fructofuranosidase).

On l'appelle invertase, par ce que le PRS du saccharose est dextrogyre, tandis que la solution hydrolysée est nettement lévogyre ; il y a donc "inversion" du sens de rotation de la L.P.

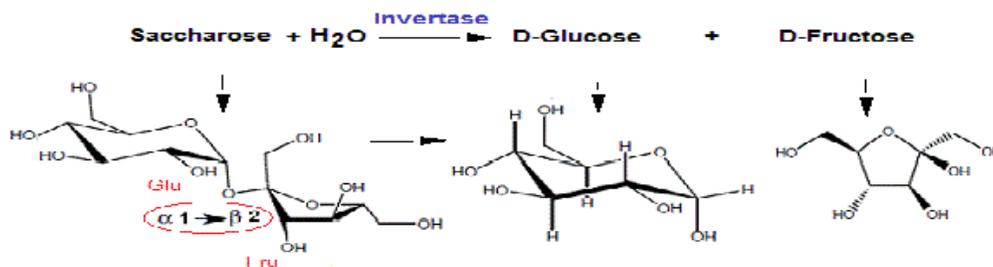


FIGURE 13 : réaction enzymatique (invertase).

B. Analyse : dosage des sucres invertis :

- Mode opératoire :

Le mode opératoire est le même que celui du saccharose. Après filtration, on prend environ 50ml de filtrat, on y ajoute 5ml d'acide chlorhydrique (37 %) tout en agitant. Ensuite on chauffe notre solution au bain marie à 70°C. Après refroidissement on ajoute à notre solution une quantité du charbon actif (pour éliminer les impuretés) en agitant. Après quelques minutes on fait une double filtration du mélange à l'aide d'un papier filtre et on récupère le filtrat.

A l'aide d'un polarimètre on mesure la polarisation du filtrat c'est-à-dire l'angle de rotation α_2 (négative).

C. Résultat :

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

$$\text{Taux de Clerget \%} = \frac{(\alpha_1 - (\alpha_2 * 1.1)) * 2 * 0.75 * 10^4}{\left(144 - \frac{T^{\circ}\text{C}}{2}\right) * PE}$$

Avec : T°C: Température de la solution à la sortie du polarimètre.

α_1 : L'angle de rotation du saccharose

α_2 : L'angle de rotation du saccharose inversé.

1,1 : Facteur de dilution

PE : Prise d'essai.

L'analyse du taux de sucre Clerget a été effectuée sur des échantillons de la mélasse diluée et de la mélasse diluée clarifiée (80% de mélasse de betterave et 20% de mélasse de canne).

Ces échantillons ont été prélevés dans différents jours. Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau suivant :

N° d'échantillon	% de Clerget à l'entrée (MD)	% de Clerget à la sortie (MDC)	Perte %
1	27,3	26,39	0.91
2	27,35	26,37	0.98
3	26,32	25,3	1.02
4	27,05	26,33	0.72
Moyenne	27	26.1	0.9

Tableau4 : taux de Clerget dans la mélasse.

On peut constater qu'il y a des pertes en sucre Clerget avec une moyenne de 0,9 % au cours de ces analyses.

V- Détermination des pertes en sucres dans les boues de débouage.

Au cours de chaque débouage, une quantité importante de mélasse est rejetée dans les égaux.

Donc pour déterminer cette quantité de sucres rejetée on a effectué des analyses sur différents échantillons de débouage.

Le débouabât contient deux types de sucres : des sucres non-réducteurs (saccharose) et des sucres réducteurs. Son mode opératoire est la même que celle de mélasse précédente.

Le taux des sucres totaux est donné par la formule suivante :

$$\text{Taux des sucres totaux} = \text{taux}_{\text{saccharose}} + \text{taux}_{\text{sucres réducteurs}}$$

l'analyse du taux des sucres totaux a été effectuée sur des échantillons de débouabage. Ces échantillons ont été prélevés dans différents jours. Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau suivant :

N° d'échantillon	% de Saccharose	% des Sucres réducteurs	% des sucres totaux dans le débouabage
1	22.25	0.56	22.81
2	19.28	0.50	19.78
3	21.83	0.57	22.4
4	22.55	0.61	23.16
5	21.63	0.56	22.19
6	22.93	0.57	23.5
7	22.35	0.62	22.97
moyenne	21.83	0.57	22.4

Tableau 5: Taux des sucres totaux dans le débouabage

- Calcule des pertes en sucres :

La masse volumique du débouabage (ρ)=1.24Kg/L

Le volume du débouabage (v) =50l

On sait que : $\rho = m/v$

Donc la masse du débouabage rejetée (m)=50*1.24
= 62 Kg

D'après le tableau, le débouabage contient 22.4% de sucres.

Donc à chaque débouabage on perd :

$$62 * 0.224 = 13.888 \text{ Kg de sucres.}$$

IV- Conclusion :

On sait que les boues contiennent une quantité des résidus de la mélasse (riche en calcium, phosphore et potassium). Donc je pense que la société LESAFFRE puisse vendre des boues à une autre société d'agriculture pour compenser les pertes matérielles de la mélasse.

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

REFERENCES WEBOGRAPHIQUES

- [1] http://lamainalapate.asso-web.com/uploaded/Cours3_La%20fermentation.pdf
- [2] <http://www2.csdm.qc.ca/fseguin/classe/fseguin.3aj/0405/terre/levures/index.htm>
- [3] http://buisson-lyc.spip.ac-rouen.fr/IMG/pdf/qu_est_ce_que_la_levure.pdf
- [4] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Polarim%C3%A8tre>
- [5] [file:///C:/Users/Post/Downloads/Fichecoprod08%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Post/Downloads/Fichecoprod08%20(4).pdf)