



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Comparaison entre deux clarificateurs (SPHX 157, SB 80)
dans l'élimination des boues de la mélasse.**

Présenté par :

◆ Chaimae QASMI

Encadré par :

◆ Mr BENANI (LESAFFRE)
◆ Pr Safia SABIR (FST)

Soutenu Le , 8 Juin 2017 à 12h, devant le jury composé de:

- Pr Safia SABIR
- Pr Adiba KANDRI RODI
- Pr Abdesslam BENTAMA

Stage effectué à LESAFFRE, FES

Année Universitaire 2016 / 2017

Sommaire

DEDICACE

REMERCIEMENTS

Introduction Générale.....	1
Chapitre I :.....	3
I- Présentation générale de la société LESAFFRE Maroc- Fès	3
1- LESAFFRE MAROC :.....	4
2- Produits et marques de référence :.....	4
3- Présentation du laboratoire de contrôle de qualité de la société :.....	5
4- Organigramme de la société :.....	5
II- Historique :.....	7
ChapitreII :	8
Processus de fabrication de la levure	8
I. Généralités sur la levure :.....	9
1- Caractéristiques générales :	9
II. La chaine de production de la levure :	10
1- Traitement de la mélasse :	10
2- Procédé de production de la levure :	11
Chapitre III :	15
Comparaison entre deux clarificateurs (SPHX 157, SB80) dans l'élimination des boues de la mélasse	15
I- Matériels utilisés pour les tests :	16
1- Tubes :	16
2- Centrifugeuse :.....	16
3- Etuve :.....	17
4- Balance :	17
II- Mélasse et caractérisations :.....	18
1- Définition :.....	18
2- Les types de la mélasse :.....	18
III- Clarificateurs et caractérisations :.....	19
1- Clarificateur SPHX 157 :.....	19

2- Clarificateur SB 80 :.....	20
IV . Méthodes et paramètres étudiés :.....	21
1- Etude de la cinétique d'élimination des boues de la mélasse :.....	21
2- Etude d'effet de taux des boues à l'entrée du clarificateur :	22
3- Etude d'effet du débit :	22
V. Cinétique d'élimination des boues de la mélasse:	23
1- Clarificateur SPHX 157 :.....	23
2-Clarificateur SB 80 :.....	24
VI. Comparaison entre le clarificateur SPHX 157 et le clarificateur SB80	26
1- Effet de taux des boues à l'entrée du clarificateur	26
2- Effet de débit :	28
<i>Conclusion générale</i>	29
Références :	30

Liste des figures :

Figure 1: Organigramme de la société	6
Figure 2 :Schéma cellule de la levure	9
Figure 3:Schéma de production de la levure	14
Figure 5: Centrifugeuse	16
Figure 4: Tubes.....	16
Figure 6: Etuve	17
Figure 7: Balance.....	17
Figure 8: Composition en % massique des matières sèches totales de la mélasse	19
Figure 9: Clarificateur SPHX157	20
Figure 10: Clarificateur SB80	21
Figure 11: Courbe de séchage des boues dans l'étuve en fonction du temps	22
Figure 12: Cinétique de clarification: effet de taux des boues à l'entrée du clarificateur SPHX 157 Sur sa quantité éliminée	23
Figure 13:Cinétique de clarification: effet du débit d'alimentation du clarificateur SPHX 157 sur la quantité éliminée des boues	24
Figure 14: Cinétique de clarification: effet de taux des boues à l'entrée du clarificateur SB80 sur sa quantité éliminée	25
Figure 15: Cinétique de clarification: effet du débit d'alimentation du clarificateur SB80 sur la quantité éliminée des boues.....	25
Figure 16: Effet du taux des boues à l'entrée des deux clarificateurs sur la quantité éliminée.....	27
Figure 17: Effet du débit de la mélasse des deux clarificateurs sur la quantité éliminée	28

DEDICACE

On dédie ce modeste travail

A nos chers parents :

Pour leur soutien, leur patience, leur sacrifice et leur amour, vous méritez tout éloge. Nous espérons être l'image que vous êtes fait de nous, que dieu vous garde et vous bénisse.

A nos chers frères et sœurs :

Pour leur affectation et leur encouragement qui ont toujours été pour nous des plus précieux.

A nos formateurs :

Pour leur compréhension, leurs conseils qui nous ont dirigés vers le chemin de succès et qui nous ont aidés tout au long de notre cursus universitaire.

A tous ceux qui nous sont chers (es) :

A tous nos amis, et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail, veuillez accepter nos meilleurs vœux de prospérité et notre gratitude.

REMERCIEMENTS

A l'issue de ce projet de fin d'études, nous tenons à remercier en premier lieu notre DIEU, notre créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail, par suite on tient à exprimer nos remerciements et reconnaissances à toute personne qui y a contribué de près ou de loin à son élaboration.

A notre encadrante de stage **Madame SABIR SAFIA** pour son assistance et sa contribution à l'avancement de ce travail. Nous la remercions aussi pour sa disponibilité et pour toutes les remarques et les précieux conseils prodigués.

A Monsieur **DAMIEN LESAFFRE**, Directeur de la société pour nous avoir accordé l'opportunité d'approfondir nos connaissances professionnelles ainsi que notre encadrant Mr **BENNANI** de la société LESAFFRE, pour son aide précieuse, pour les informations et notices techniques qui nous a fourni, ainsi que pour sa disposition et générosité.

Aux membres de jury, Madame **ADIBA KANDRI RODI**, et le professeur **Abdesslam BENTAMA**.

A tous les enseignants de la FST-Fès qui ont contribué à notre formation pendant ces années d'études.

A tout le personnel de l'entreprise qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce rapport pendant notre stage et qui nous ont donné toutes les facilités nécessaires pour conclure notre travail.

Merci notamment à tous ceux que nous avons omis de citer, pour leur gentilles

Introduction Générale

L'industrie de la levure est la plus ancienne dans le domaine des biotechnologies. C'est néanmoins une industrie de pointe qui a bénéficié de tous les progrès scientifiques. Ses produits résultent d'un travail de recherche et de développement permanent. Les techniques de la génétique classique ont permis une adaptation des souches aux besoins des panifications Marocaines et aussi du monde entier.

Les procédés de culture sont progressés par une meilleure connaissance de la biologie et de la physiologie cellulaire. La maîtrise des matières premières et des procédés de fabrication, l'automatisation poussée, le contrôle de la logistique, sont les garants de la qualité des produits.

Donc, pour s'assurer de la conformité du produit et la qualité de la production, la méthode qui semble la plus évidente à priori est d'instaurer un contrôle de façon à éliminer les éléments défectueux.

Pour se faire, une amélioration et une évaluation continue de ces facteurs est recommandée à fin d'avoir la qualité recherchée et au meilleur coût [1].

Toutefois la clarification de la mélasse, principale source du carbone de la levure, est une étape sensible et déterminante lors de sa production industrielle.

Vue la forte importance de cette étape de la production levurière, le Sujet « ***L'élimination des boues de la mélasse par deux clarificateurs (SPHX157, SB80)*** » m'a été proposé durant mon stage au sein de la société LESAFFRE, qui vise à tester deux clarificateurs dans l'élimination des boues de la mélasse et étudier l'influence de plusieurs paramètres sur **la quantité éliminée**.



Mon stage s'est déroulé entre deux services : service de production et service de qualité. Donc avant tout développement, il sera utile de présenter l'entreprise, son domaine d'activité et son organisation, ainsi d'avoir des connaissances sur la levure et sa chaîne de production. Ensuite nous dressons l'objectif de notre étude, son contexte et sa problématique, la méthodologie de travail, des résultats et discussions afin d'en ressortir avec une conclusion.

Chapitre I :

Présentation générale de la société **LES AFFRE** Maroc- Fès

I- Présentation de l'entreprise :

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 santé humaine et animale.

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

1- LESAFFRE MAROC :

En 1993, la société SODERS (créée en 1975) a été majoritairement détenue par le groupe Français LESAFFRE, renommée « LESAFFRE-Maroc ». Elle présente la première entreprise privatisée du Maroc bénéficiant 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 produit environ 30.000 tonnes de levures par an avec un effectif de 200 personnes et un capital de 30.800.000 DH. Elle est subdivisée en un site de production à Fès et un BANKING 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 [2].

2- Produits et marques de référence :

LESAFFRE-MAROC est spécialisé dans la fabrication de levure fraîche « levure pressée ». Conditionnée en pain de 500 g et dans la production de levure sèche conditionnée en sachet de 50, 125,500 g. Ce dernier type se subdivise en deux produits :

- La **SPI** : levure sèche instantanée.
- La **SPH** : levure sèche à réhydrater [3].

3- Présentation du laboratoire de contrôle de qualité de la société :

Le service qualité est l'un des départements les plus importants de la chaîne de production. Il se charge du suivi du bon déroulement de la politique « Qualité » de l'entreprise, de faire respecter les normes que doivent suivre les produits fabriqués.

Le laboratoire d'analyse physico-chimique est équipé de matériels sophistiqués, alimenté de différents types d'eaux utilisées selon les besoins, et fait appel à un personnel qualifié effectuant quotidiennement des analyses physico-chimiques et veillant toujours à bien respecter les consignes du responsable de laboratoire qui lui-même participe à l'application du plan de contrôle et une efficace démarche qualité par la surveillance instantanée et le climat favorable [4].

Il est divisé en trois parties :

- Salle de panification où s'évalue la force panaire
- Salle de stockage où se trouvent tous les matériels et les produits initiaux.
- Salle d'analyse physico-chimique « analyse d'azote et phosphate, la mélasse, l'eau ».

4- Organigramme de la société :

La figure ci-dessus représente l'organigramme de la société LESAFFRE,

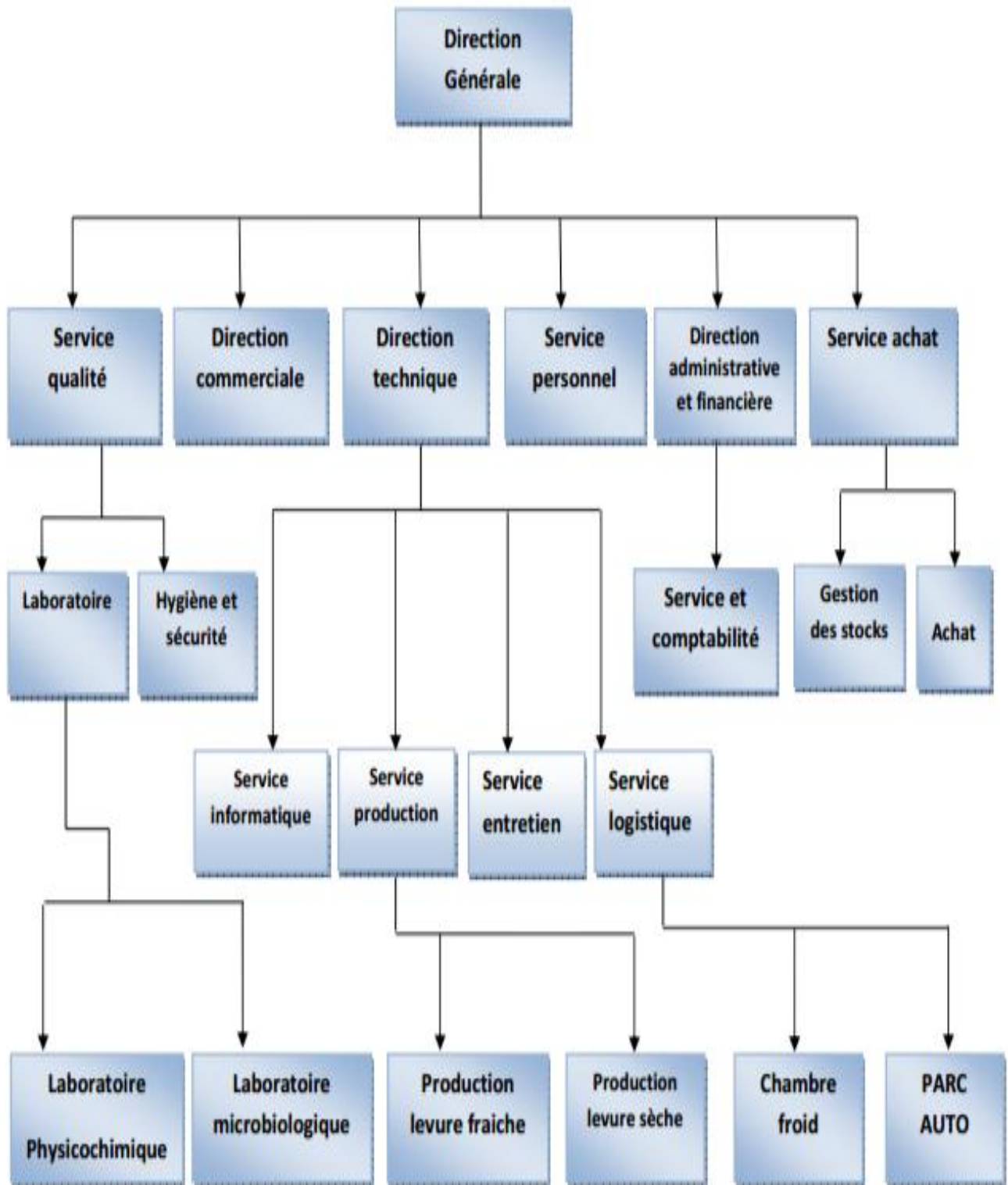


Figure 1: Organigramme de la société

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 LESAFFRE.

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 Yeast&Products.

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 Futurol, 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 [5].

Chapitre II :

Processus de fabrication de la levure

I. Généralités sur la levure :

1- Caractéristiques générales :

La levure de boulanger (*Saccharomyces Cerevisiae*) est un champignon unicellulaire microscopique. Ce champignon se présente sous forme sèche, en paillettes ou en gélules. Les levures sont des micro-organismes eucaryotes, ainsi possèdent-elles les caractéristiques structurales propres à ce type cellulaire et d'autres plus spécifiques aux levures elles-mêmes. Ces micro-organismes, de forme variable selon l'espèce (sphérique, ovoïde, en bouteille, triangulaire ou apicule, c'est-à-dire renflée à chaque bout comme un citron) mais généralement ovales, d'environ 6 à 10 μm et jusqu'à 50 μm , se multiplient par division.

Les levures mettent tout en œuvre pour transformer les composés organiques et en créer de nouveaux. Leur rôle est bien connu dans la fabrication du pain, on se rend compte que, finalement, elles ne savent faire qu'une seule chose : transformer le glucose en éthanol et dioxyde de carbone (CO_2). Mais c'est déjà bien le principal pour faire gonfler les pâtes de farine [6].

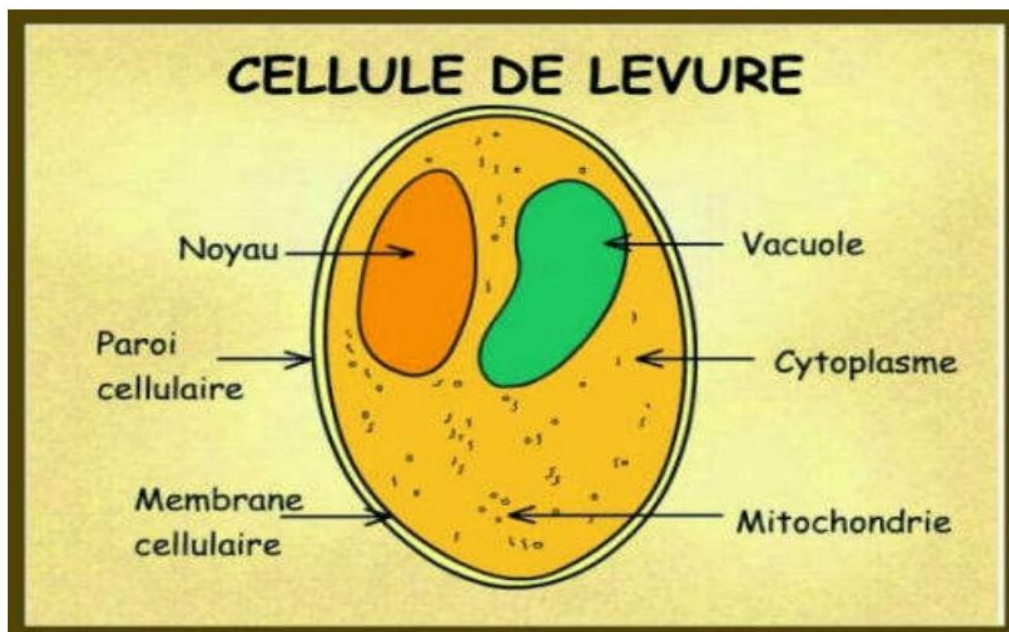


Figure 2 :schéma cellule de la levure

II. La chaîne de production de la levure :

1- Traitement de la mélasse :

a- Définition:

La mélasse est un sous-produit visqueux issu de la transformation de la canne à sucre ou de la betterave sucrière, c'est une source d'énergie rapide et riche en minéraux. En comparaison à d'autres sources d'énergie, la teneur en Azote de la mélasse de canne est élevée (jusqu'à 2 %), alors qu'elle procure un faible apport en phosphore. La mélasse de canne fournit également un apport élevé en sodium, en potassium (présent sous forme de chlorure), en magnésium et en soufre. La mélasse de betterave fournit un apport plus élevé en potassium et en sodium, mais un taux inférieur en calcium.

b- Procédé de traitement de la mélasse :

La dilution :

La mélasse passe à 20°C vers une grande cuve dans deux canalisations, l'une pour la betterave et l'autre contient la canne, on ajoute de l'eau chaude à 65°C (cette eau provient de son contact avec la mélasse stérilisée au niveau de l'échangeur thermique). On injecte par la suite, la vapeur par une électrovanne du bas de la cuve pour élever la température à 70°C. En fin, on mélange le tout grâce à un agitateur ; on parle d'une mélasse diluée (MD) dont la température est de 70°C.

La clarification :

La mélasse diluée subit par la suite, une opération de clarification dans des clarificateurs. Cette opération a pour but d'éliminer la boue et les matières colloïdales pour avoir à la fin une mélasse diluée clarifiée (MDC).

La stérilisation :

La MDC passe par un échangeur thermique à plaque (pour gagner un peu de chaleur au niveau du stérilisateur) et sort à une température au voisinage de 90°C avant sa stérilisation par injection de vapeur, puis elle passe à travers un serpentin pour tuer toutes les bactéries qui

ont besoin d'un grand temps de stérilisation. La mélasse diluée, clarifiée et stérilisée (MDCS) sort à une température de 130°C puis stockée dans deux cuves. Le temps de stérilisation est de 2 à 3 min selon le débit de la mélasse.

La distribution :

Afin d'être utilisée pour la fermentation, la MDCS qui est à la température de 120 °C passe dans l'échangeur à plaque dans le but d'augmenter la température de la MDC qu'on fait aussi passer dans le même échangeur, le rôle de cette opération est de diminuer la température de MDCS de 120 °C à 90°C et d'augmenter celle de la MDC de 70°C à 90°C. En se basant sur l'échange thermique qui se produit au sein de l'échangeur, on fait passer la MDCS (90°C) dans d'autres échangeurs à plaque en contact avec l'eau froide pour avoir la MDCS à 30°C et par le même principe thermique, la chaleur de l'eau augmente à 65 °C, ce dernier permet la dilution de la mélasse.

2- Procédé de production de la levure :

Etape 1: pré fermentation :

Après la récolte, la levure (la culture) est transférée dans de grandes cuves de pré fermentation en acier inoxydable où elle sera mise en culture dans les conditions optimales de pH (par l'ajout l'acide sulfurique qui maintient le pH entre 3,4 et 4,5), d'oxygène, de température et de milieu nutritif (la mélasse stérile, l'eau et d'autre aliments comme l'urée, phosphate, sulfate, chlorure de magnésium et les élément de traces (les vitamines)) et qui servira après à l'ensemencement de la cuve de première génération industrielle (G1) ou levure-mère.

Etape 2 : Fermentation :

Le moût issu de la pré fermentation sera transféré vers d'immenses cuves en acier dites fermenteurs (le quatrième fermenteur) avec un milieu nutritif bien spécifique (un mélange de mélasse, de l'azote, des sels préparés et des éléments de traces), on peut aussi ajouté une anti-mousse pour éviter la production des mousses lors de la fermentation. Après 18 à 20 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 la levure commerciale.

La fermentation se fait en présence d'oxygène pour minimiser la production de l'alcool. Les fermenteurs sont équipés avec des soufflantes qui les alimentent en air filtré. La température dans les fermenteurs est contrôlée à l'aide d'un régulateur lié à un échangeur de chaleur servant à refroidir le mout.

Etape 3: Séparation :

Pour éliminer les déchets (reste du milieu nutritif) des mouts issus des fermenteurs, on utilise un séparateur fonctionnant par centrifugation; Il y a des séparateurs pour les phases solide/solide et pour liquide/solide. Pour la levure on utilise un séparateur de deux phases liquides. A la fin de la séparation, on obtient une crème dense et liquide c'est le mout qui sera rejeté vers les égouts. La séparation se fait dans deux phases: La première permet de faire passer à séparation, la levure mère et une deuxième concerne les levures commerciales, qui sont après séparation refroidies, stockées à 4°C. La crème obtenue a une faible teneur en matières sèches (18 à 20%) d'où la nécessité d'aspirer son eau sur filtre afin d'atteindre 30 à 33% de matières sèches.

Etape 4 : Stockage de la crème :

La crème obtenue après la séparation, est acidifiée par l'acide sulfurique à pH = 2 pour éviter la contamination, et stockée à 5 °C pour ralentir le métabolisme cellulaire. Le système de refroidissement se fait par un échange thermique entre la crème et le liquide de refroidissement: l'eau glycolée (par des échangeurs de froid).

Etape 5 : La filtration :

Dans le filtre tournant par le vide revêtu d'une pré-couche d'amidon (toile filtrante) qui ne laisse passer que l'eau sans la suspension solide, de l'eau est extraite de la levure liquide. Il en naît une masse pâteuse, qui peut être pressée à la forme souhaitée (barres, cubes). Pendant la rotation, les cellules sont immergées à tour de rôle dans l'auge contenant la crème et le sel. Sous l'action du vide, l'eau traverse la pré couche et la levure se dépose sur

celle-ci sous forme de gâteau. Un lavage est fait sur le gâteau obtenu par un liquide approprié toujours sous vide afin d'éliminer le sel. La pâte est obtenue grâce au couteau racleur, le gâteau est malaxé, boudiné et extrudé, l'eau filtrée est refoulée vers l'extérieur par une pompe d'évacuation.

Etape 6 : Séchage:

On distingue deux types de levure sèche :

La 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.

La levure sèche instantanée : Sous forme de bâtonnets, elle a une durée de séchage réduite, durant 20 min environ pour une quantité de 1000 Kg. Elle est caractérisée par une force fermentaire supérieure à celle de la levure sèche active [7].

Etape 7: Conditionnement :

Levure fraîche : Le gâteau obtenu est envoyé à la boudineuse où il est malaxé après l'ajout de l'huile de vaseline, puis il est pressé pour obtenir un pain de levure. Ce dernier est découpé en portions de 500 g. Ces portions sont à leur tour enveloppées par du papier paraffiné.

Levure sèche active : elle est emballée sous air dans des sachets. Elle a une durée de conservation d'un an.

Levure sèche instantanée : elle est emballée soit sous vide ou sous azote.

Le schéma suivant présente les différentes étapes de production de la levure :

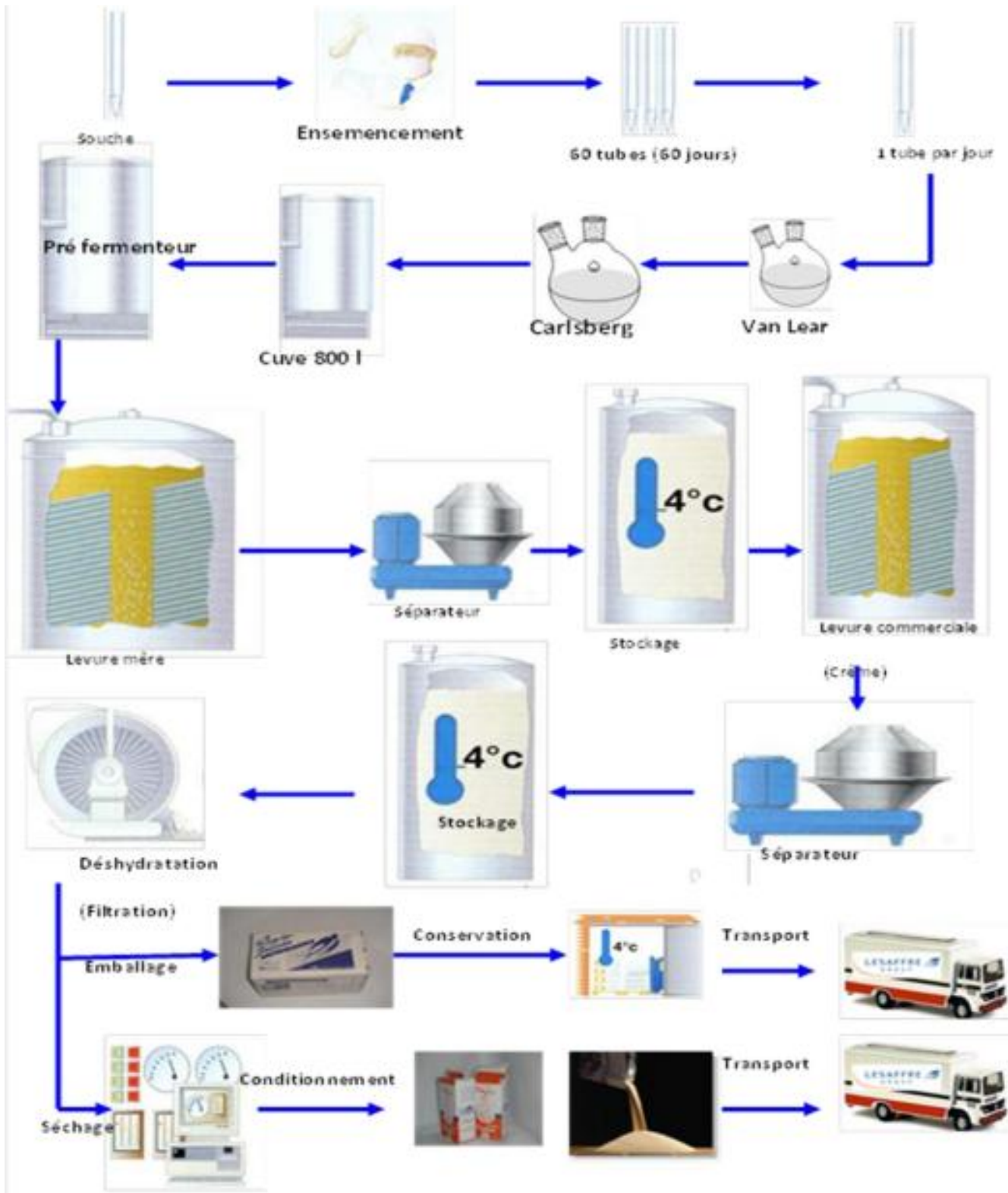


Figure 3:schéma de production de la levure

Chapitre III :

Comparaison entre deux clarificateurs (SPHX 157, SB80) dans l'élimination des boues de la mélasse.

I- Matériels utilisés pour les tests :

1- Tubes :

Ces tubes sont utilisés pour les remplir par des solutions (mélasse) avec une masse précise et constante.



Figure 4: tubes

2- Centrifugeuse :

C'est un appareil de séparation de particules solides ou liquides (boues) dispersées dans un liquide (la mélasse) grâce à la force centrifuge obtenue par une rotation rapide à une vitesse de 4000 TPM qui contient le produit. Il sert plus particulièrement à sédimenter les boues de la mélasse en bas de tube.



Figure 5: centrifugeuse

3- Etuve :

Chambre de bains qui permet de sécher les boues, et par conséquent éliminer l'eau contenue dans ces boues



Figure 6: Etuve

4- Balance :

Est un appareil de mesure, qui sert à évaluer des masses.



F'

Figure7 : Balance

II- Mélasse et caractérisations :

La mélasse, est une matière première indispensable pour la production de la levure .
La production de la levure dépend fortement de la mélasse, co-produit de la production de sucre, pour assurer la croissance de ce micro-organisme, donc une fermentation rentable.

1- Définition :

La mélasse, est un résidu du raffinage du sucre extrait de la canne à sucre (ou parfois de betterave) , que l'on trouve souvent sous forme de poudre marron et visqueux ou d'un sirop très épais et également très visqueux.

C'est une substance très nutritive pour les levures et les bactéries dans les fermenteurs.
Sa richesse en composés nutritifs pour les levures nécessite son utilisation comme substrat essentiel dans l'industrie de la fermentation contrairement au saccharose qui est très calorifique.

2- Les types de la mélasse :

La société LESAFFRE utilise deux types de mélasse (40% betterave+ 30% canne) pour la nutrition (source de carbone) de la levure.

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

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

Elle est légèrement moins riche en sucre (48%), elle est moins appétence que celle de la canne à sucre [8].

3- Composition chimique de la mélasse :

La composition chimique de la mélasse est :

Composition type de mélasses (en % massique des Matières sèches totales)		
<u>matière première</u>	<u>Mélasse de betterave</u>	<u>Mélasse de canne</u>
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

Figure 8: composition en % massique des matières sèches totales de la mélasse

III- Clarificateurs et caractérisations :

1- Clarificateur SPHX 157 :

Le clarificateur **SPHX 157** (figure 9) est un clarificateur à assiette avec évacuation périodique des boues, son volume de bol 60 L. Son débit varie entre 9,9-12 m³/h selon les

besoins de fermentations. Son cycle de clarification dure 10 min à 4000 tr/min. Afin de connaître le comportement de la quantité éliminée du clarificateur, au cours du temps de clarification, on fait un prélèvement d'un échantillon à l'entrée et des échantillons à la sortie chaque 2 minutes du clarificateur.



Figure 9: clarificateur SPHX157

2- Clarificateur SB 80 :

Le clarificateur **SB 80** (figure 10) est un clarificateur à assiette avec évacuation périodique des boues, son volume de bol 30 L. Son débit d'entraînement de mélasse varie entre 9- 12 m³ /h. Son cycle de clarification dure 8 min à 1000 tr/min.



Figure 10: Clarificateur SB80

III. Méthodes des tests des boues :

1- Etude de la cinétique d'élimination des boues de la mélasse :

Pour étudier la cinétique d'élimination des boues de la mélasse des deux clarificateurs choisis, nous avons pris un échantillon de la mélasse à l'entrée du clarificateur et des échantillons toutes les deux minutes à la sortie du clarificateur. Après nous avons rempli des tubes par des masses de 30g de l'échantillon à analyser qui seront sédimenter pendant 30 minutes par la centrifugeuse du laboratoire. Les boues récupérés dans les tubes vont être séchés à l'étuve pendant 30 min afin d'avoir des boues secs. Et donc par la suite évaluer la masse des boues de la mélasse au cours du temps de clarification et finalement déterminer la quantité éliminée des boues pour chaque clarificateur.

➤ Durée de séchage des boues :

C'est le temps nécessaire pour mettre les tubes dans l'étuve (106°C) afin de stabiliser le poids des boues. C'est-à-dire pour se débarrasser de toutes traces d'eau, donc la masse obtenue serait une masse par matière sèche, masse nette des boues sans inclusion d'autre élément.

La figure suivante présente la courbe de séchage des boues dans l'étuve en fonction du temps :

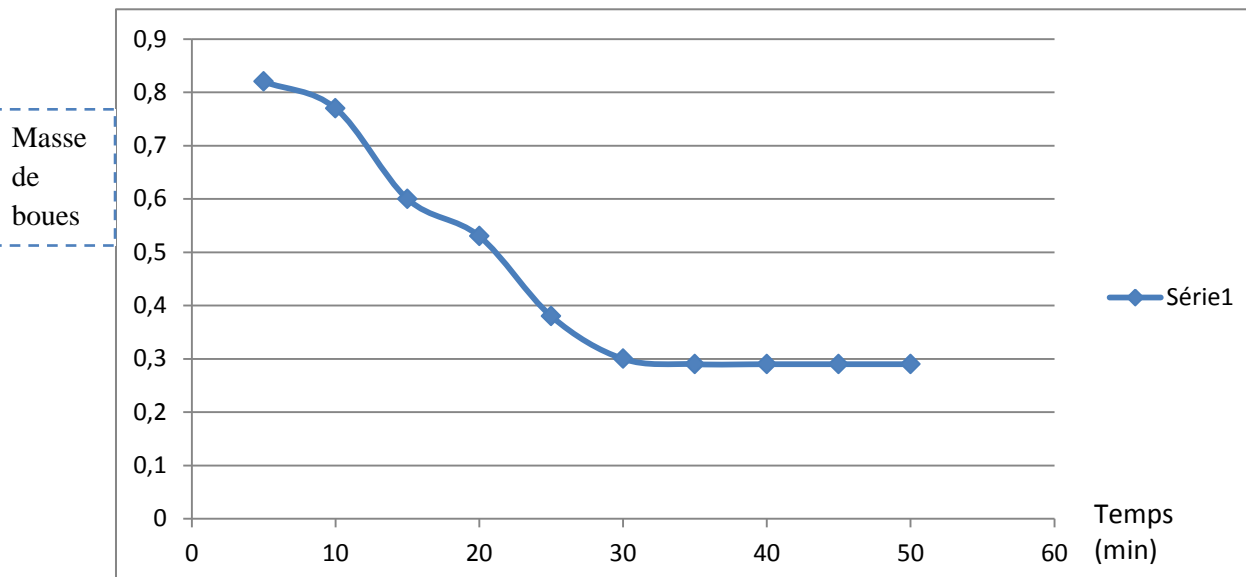


Figure 11: courbe de séchage des boues dans l'étuve en fonction du temps

- La courbe ci-dessus apporte des indications sur l'état d'avancement du séchage des boues.
- d'après la courbe obtenue, on remarque que la stabilisation de la masse ce fait à partir de 30 minutes de séchage.

2- Etude de l'effet de taux des boues à l'entrée du clarificateur :

Pour étudier l'effet de la quantité des boues à l'entrée du clarificateur, on a pesé sa masse à l'entrée lors de chaque démarrage du clarificateur, qui varie entre 0,75 et 0,86 g

3- Etude de l'effet du débit :

On a effectué l'effet de débit, en lisant la valeur affichée sur l'écran du clarificateur qui se varie chaque jour entre 9 et 12 m^3/h .

IV. Cinétique d'élimination des boues de la mélasse:

1- Clarificateur SPHX 157 :

- Effet du taux des boues à l'entrée du clarificateur :

La courbe obtenue présente la quantité de la boue éliminée en fonction du temps en variant le taux de boues à l'entrée du clarificateur

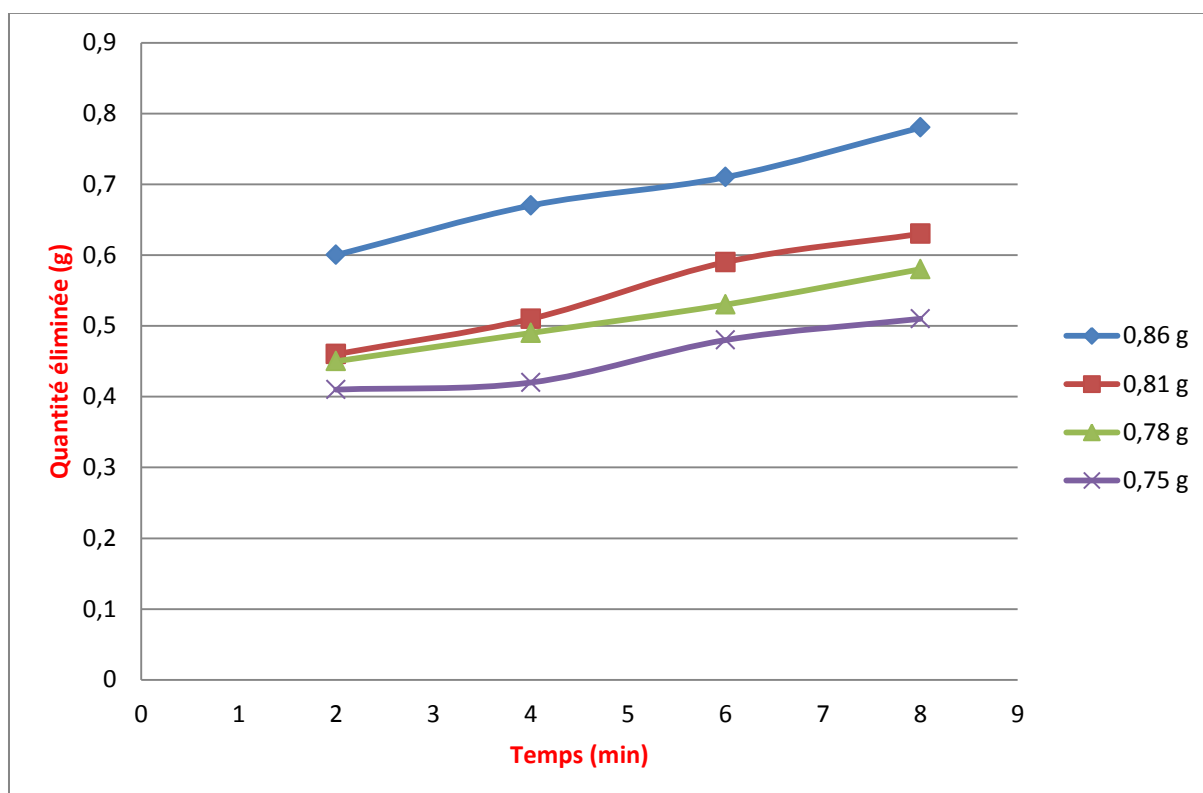


Figure 12: Cinétique de clarification: effet de taux des boues à l'entrée du clarificateur SPHX 157 sur sa quantité éliminée

- Effet du débit d'alimentation:

La courbe obtenue présente la quantité de la boue éliminée en fonction du temps en variant le débit d'alimentation du clarificateur :

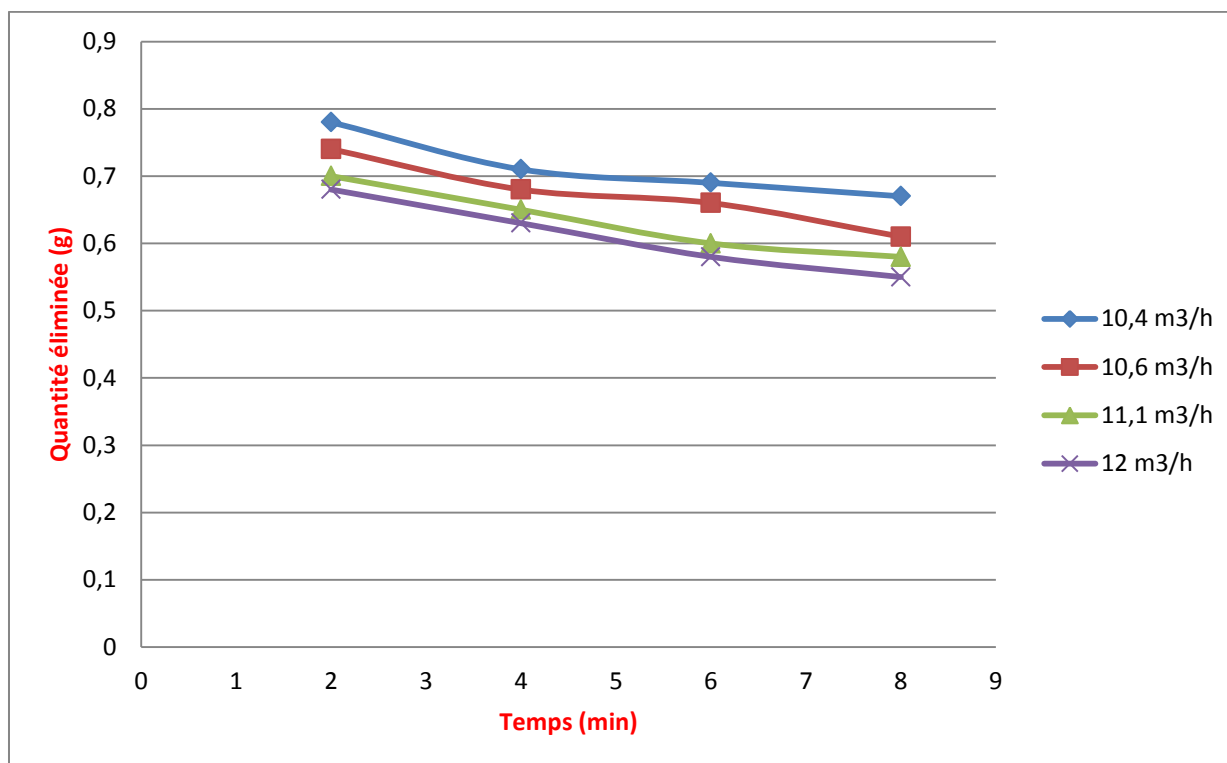


Figure 13: Cinétique de clarification: effet du débit d'alimentation du clarificateur SPHX 157 sur la quantité éliminée des boues

2- Clarificateur SB 80 :

- Effet de taux des boues à l'entrée du clarificateur :

La courbe obtenue présente la quantité de la boue éliminée en fonction du temps en variant le taux de boues à l'entrée du clarificateur :

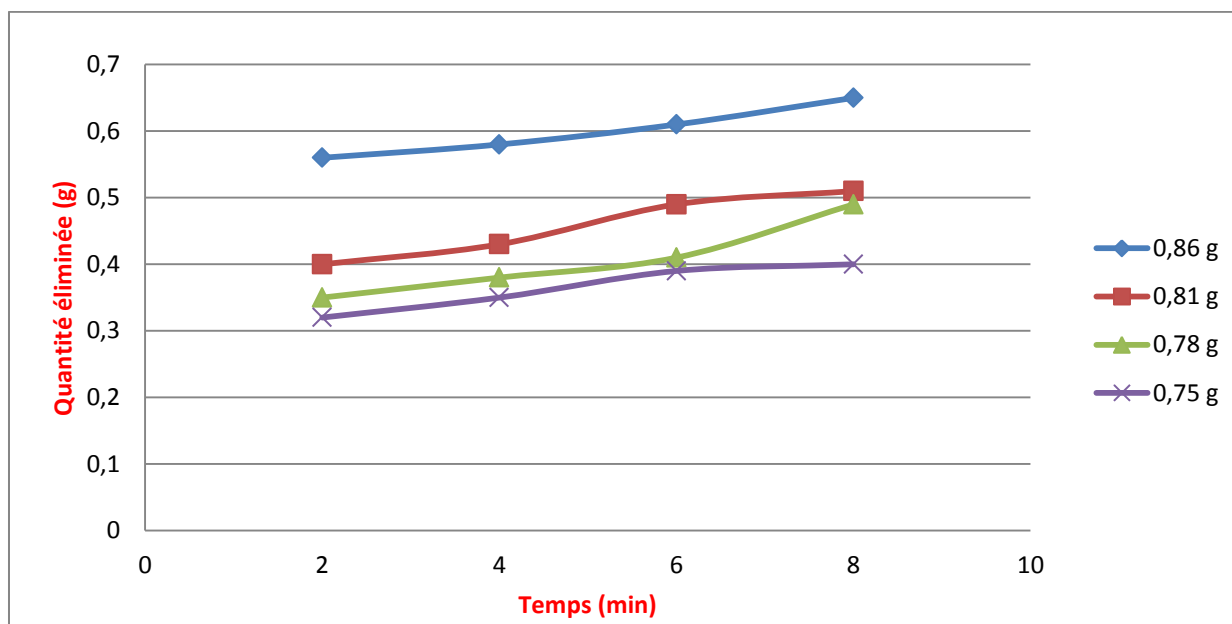


Figure 14: Cinétique de clarification: effet de taux des boues à l'entrée du clarificateur SB80 sur sa quantité éliminée

• Effet du débit :

La courbe obtenue présente la quantité de la boue éliminée en fonction du temps en variant le débit d'alimentation du clarificateur

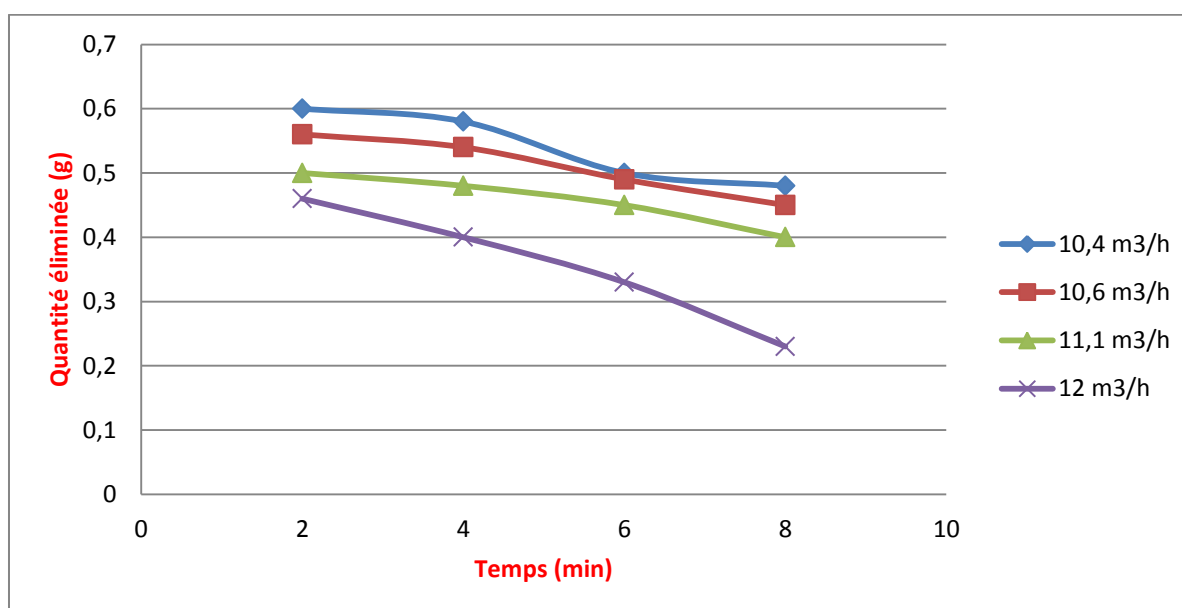


Figure 15: Cinétique de clarification: effet du débit d'alimentation du clarificateur SB80 sur la quantité éliminée des boues

Interprétation générale de la cinétique des boues par deux clarificateurs :

D'après les courbes de la cinétique d'élimination des boues, on constate que la quantité éliminée augmente avec l'augmentation du temps en variant le taux des boues entrés au clarificateur.

Par contre, quand le débit de la mélasse entré au clarificateur diminue, la quantité éliminée des boues augmente.

La quantité éliminée est élevée dans les 5 premières minutes, de l'ordre de : **0,7 g** pour le clarificateur SPHX157, et de **0,63 g** pour le clarificateur SB80.

V. Comparaison entre le clarificateur SPHX 157 et le clarificateur SB80

1- Effet de taux des boues à l'entrée du clarificateur :

La courbe suivante représente une comparaison de la quantité éliminée entre les deux clarificateurs en fonction du taux de boues à l'entrée du clarificateur :

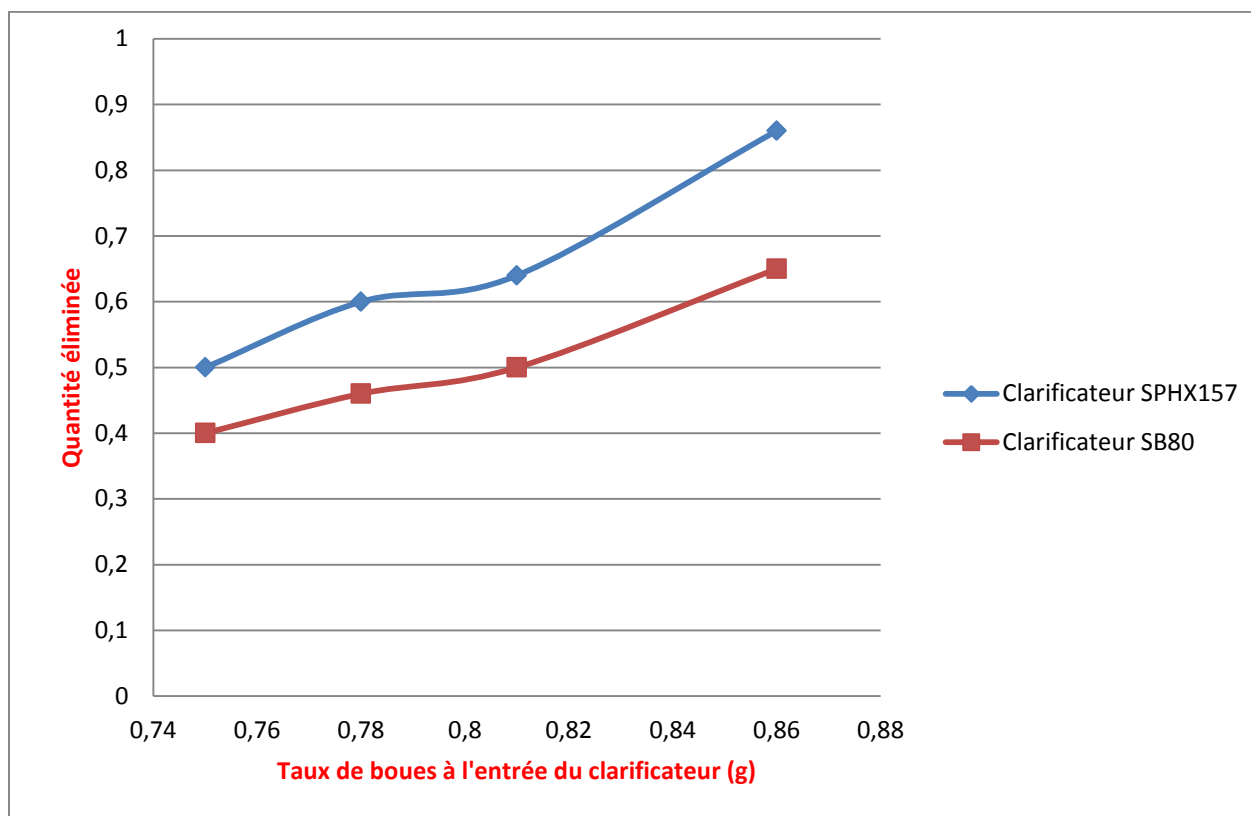


Figure 16: Effet du taux des boues à l'entrée des deux clarificateurs sur la quantité éliminée

✓ **Interprétation :**

D'après les courbes de la figure 16 on constate que : quand le taux de boues à l'entrée augmente, sa quantité éliminée sera importante. Ce comportement peut être dû à la différence des volumes et des capacités des deux clarificateurs. En effet si le volume est important la quantité éliminée des boues le sera aussi. Par conséquent, les boues trouvent un espace suffisant pour être sédimenté. On peut aussi remarquer que le clarificateur SPHX157 élimine une double quantité que le clarificateur SB80.

- La clarification est favorisée quand le taux des boues de la mélasse à l'entrée augmente, ainsi à **0,75 g** des boues à l'entrée du clarificateur **SPHX157**, on a une quantité éliminée maximale de l'ordre **0,5 g**, et à **0,86 g** on a **0,7 g** à 10 minutes.
- La clarification est favorisée quand le taux des boues de la mélasse à l'entrée augmente, ainsi à **0,75 g** des boues à l'entrée du clarificateur **SB 80**, on a une quantité éliminée maximale de l'ordre **0,39 g**, et à **0,86 g** on a **0,63 g** à 10 minutes.

2- Effet de débit :

La courbe suivante représente une comparaison de la quantité éliminée entre les deux clarificateurs en fonction du débit d'alimentation du clarificateur :

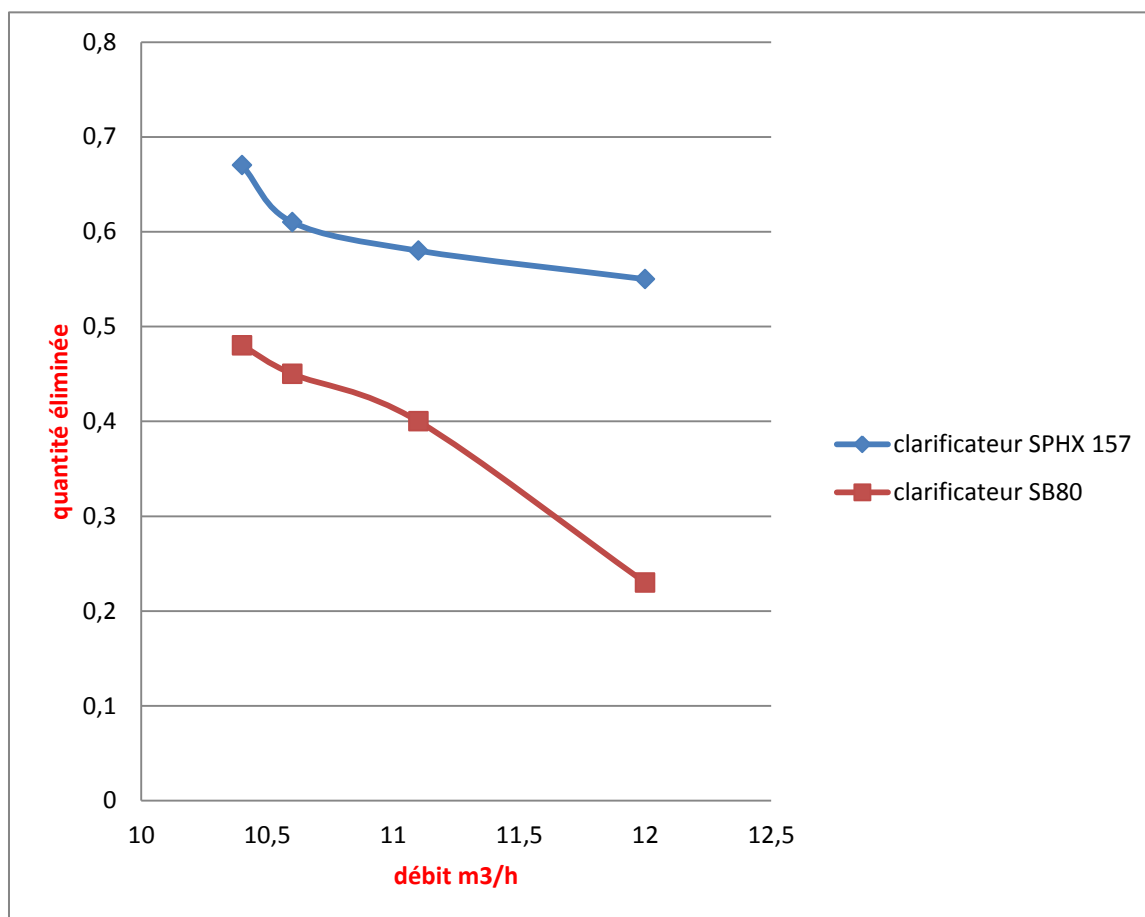


Figure 17: effet du débit de la mélasse des deux clarificateurs sur la quantité éliminée

✓ **Interprétation :**

La quantité éliminée diminue avec l'augmentation du débit dans les deux clarificateurs.

D'une manière générale quand le débit augmente, la vitesse augmente, et la pression dans les clarificateurs augmente aussi, donc la sédimentation des boues sera minime, et ceci est en fonction du volume aussi.

- La clarification est minime quand le débit augmente ; ainsi à **12 m³/h** on a la quantité éliminée maximale est de l'ordre de **0,55 g** à 10 minutes pour le clarificateur SPHX157, et de l'ordre de **0,23 g** pour le SB80.

Conclusion générale

Dans le cadre d'une démarche relative à la recherche de procédés potentiellement applicables à la clarification, nous nous sommes intéressés dans notre étude à l'utilisation du clarificateur **SPHX157**, et **SB80** pour l'élimination des boues existant dans la mélasse après l'étape de la dilution (avant l'étape de la stérilisation) dans le processus de fabrication de la levure.

La première étape du travail accompli dans le cadre de ce projet consistait à une accommodation des deux types de clarificateurs. Cette étape a été suivie par une étude cinétique.

En troisième étape, on a mis au point la méthode d'analyse des effets des paramètres expérimentaux influençant ce processus ; à savoir, le taux des boues de la mélasse à l'entrée du clarificateurs, et le débit de la mélasse entrant.

La comparaison entre Le clarificateur **SPHX157** et **SB80** dans la clarification a révélé que le clarificateur **SPHX157** présente un pouvoir d'élimination meilleur que le clarificateur **SB80** parce qu'on constate d'après tous les effets étudiés que la quantité éliminée du clarificateur **SPHX157** est plus élevée que celle du **SB80**.

Références :

1. Brüschweiler B. J., Küng S., Bürgi D., Muralt L., Nyfeler E., Regulatory Toxicology Saffre, 69 (2014) 263–272.
2. Jian L., Chika M., Laursen R., Feng Z., Yang Z., Wenying L., Journal of Archaeological Science levurière, 40 (2013) 4444–4449.
3. Montagner C., Bacci M., Bracci S., Freeman R., Picollo M., Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 79, 5 (2011) 1669–1680.
4. Komissarchik S., Nyanikova G., LWT - Food Science and Technology, 58, 2 (2014) 315–320.
5. Fei-fei L., Jin-lin F., Shu-guang W., Guang-hui Ma., Chemical Engineering Journal, 219 (2013) 450–458.
6. Ghosh d., Bhattacharyya K.G., Applied Clay Science lesaffre, 20 (2002) 295–300.
7. Yiyong C., Dejin Z., Chemical Engineering Journal, 254 (2014) 579–585.
8. Ru-Ling T., Pin-Hsueh W., Feng-Chin W., Ruey-Shin J., Chemical Engineering 237 (2014) 153– 161