



Partie 3:

Matériels, Méthodes

et

Résultats

INTRODUCTION:

L'étape de la **clarification** est très importante dans le procédé de fabrication de la **levure**, puisqu'elle permet d'éliminer toutes les impuretés susceptibles d'affecter les cellules de levure, qui peuvent avoir des effets négatifs sur quelques étapes de production et surtout sur la qualité du produit fini. Elle permet aussi d'éviter le colmatage de l'échangeur utilisé dans l'étape qui suit qu'est la stérilisation.

Pour cette raison, la qualité de la levure est étroitement liée à celle de la mélasse ce qui est liée à l'étape de la clarification.

Un grand nombre d'opération de clarification peuvent être effectuées par centrifugation, chacune relevant d'un ou plusieurs modèles de centrifugeuses. Parmi les plus courantes, on retrouve :

****La séparation de deux phases liquide de densités différentes.**

****La clarification qui consiste à enlever une phase solide d'une phase liquide.**

La clarification centrifuge est une décantation améliorée ou la force centrifugeuse remplace l'action de la gravité. L'efficacité de la décantation est alors considérablement accrue.

Dans le processus de fabrication, la clarification permet de concentrer la suspension de la mélasse obtenue en fin de la fermentation. Cette concentration permet de faciliter les traitements ultérieurs : lavage, refroidissement, et filtration.

La clarification de la mélasse est basée sur leur différence de densité, en exploitant l'accélération terrestre ou centrifuge : les composants de plus grande densité se déposent au fond du bassin ou en périphérique du bol de rotation.

I- Aperçu sur le matériel utilisé :

En général le traitement de la station de clarification se fait en moyen de méthodes physicochimiques permettant d'éliminer toutes les impuretés trouvées dans la mélasse ; ce traitement passe par différentes étapes comme suit (*figure 8*) :

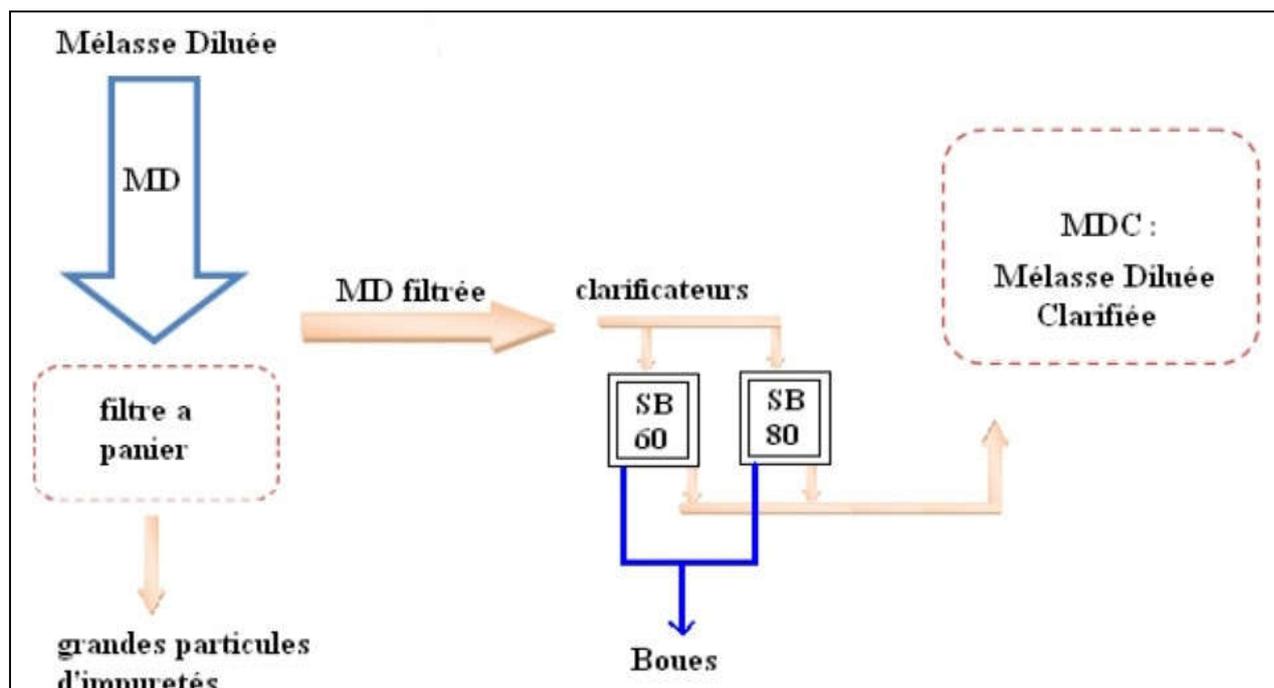


Figure 8: La station de clarification de la mélasse

I-1- Le filtre a panier :

Après dilution, la mélasse passe par un filtre, utilisé pour retenir les grandes particules, contenues dans la mélasse diluée, et pour faciliter l'étape de clarification. Un filtre à panier est un cylindre hermétiquement clos contenant un panier en tôle perforée, le panier peut être aisément retiré pour le nettoyage. Chaque filtre à panier est muni d'une bride de connexion pour l'alimentation et d'une ou deux brides de connexion pour la sortie. Disposés sur la tuyauterie d'aspiration de la pompe d'alimentation, ils permettent d'éviter le bouchage des buses de sous verse des hydro –cyclones de petit diamètre par des corps étrangers.

I-2- Les clarificateurs :

Après filtration la mélasse est pompée vers les clarificateurs qui fonctionnent en même temps, le rôle de chacun est d'éliminer les impuretés restantes dans la mélasse.

Dans la société LESAFFRE, il y a trois modèles de clarificateurs :

	ALPHA LAVAL	SB60	SB80
Débit (en m ³ /h)	12	7	10
Volume maximale des boues(en litre)	48	40	40
Cycle de travail(en minutes)	12	7	10

Tableau 2 : Caractéristiques des clarificateurs utilisés dans la société

Principe de fonctionnement :

Dans notre cas c'est un bol à assiettes destiné à la clarification de liquides c'est à dire à la séparation centrifuge de matières solides contenues dans un liquide d'une densité inférieure à celle de matière solide. Le liquide à traiter est introduit dans le bol par la conduite d'alimentation. Après avoir traversé le distributeur, il provient dans la pile d'assiettes où s'effectue la clarification. La pile d'assiettes est constituée par un grand nombre d'assiettes coniques superposées. Grâce aux intervalles étroits entre ces assiettes, le liquide à traiter est divisé en couches minces. Le trajet de sédimentation des particules solides est ainsi réduit à un minimum sous la force centrifuge, elles se déposent sur la face inférieure des assiettes, d'où elles glissent vers l'extérieur puis elles sont recueillies dans la chambre à boue. Cette opération est facilitée par l'application d'une pression de 3,2 bars. Le liquide clarifié s'écoule vers l'intérieur et monte à travers les orifices du chapeau de bol, dans la chambre de refoulement d'où il est refoulé sous pression par la turbine. Les boues séparées s'amassent dans la chambre à boue et sont éjectées à intervalles périodiques (10 min pour SB80, 7min pour SB60, 12min pour ALPHA LAVAL ; l'entrée de la mélasse s'arrête et les boues sont éjectées vers les égouts. Cette opération s'appelle débouillage et elle est commandée par un système auto penseur qui injecte ensuite de l'eau dans le bol pour rincer le clarificateur de toutes les boues restantes.

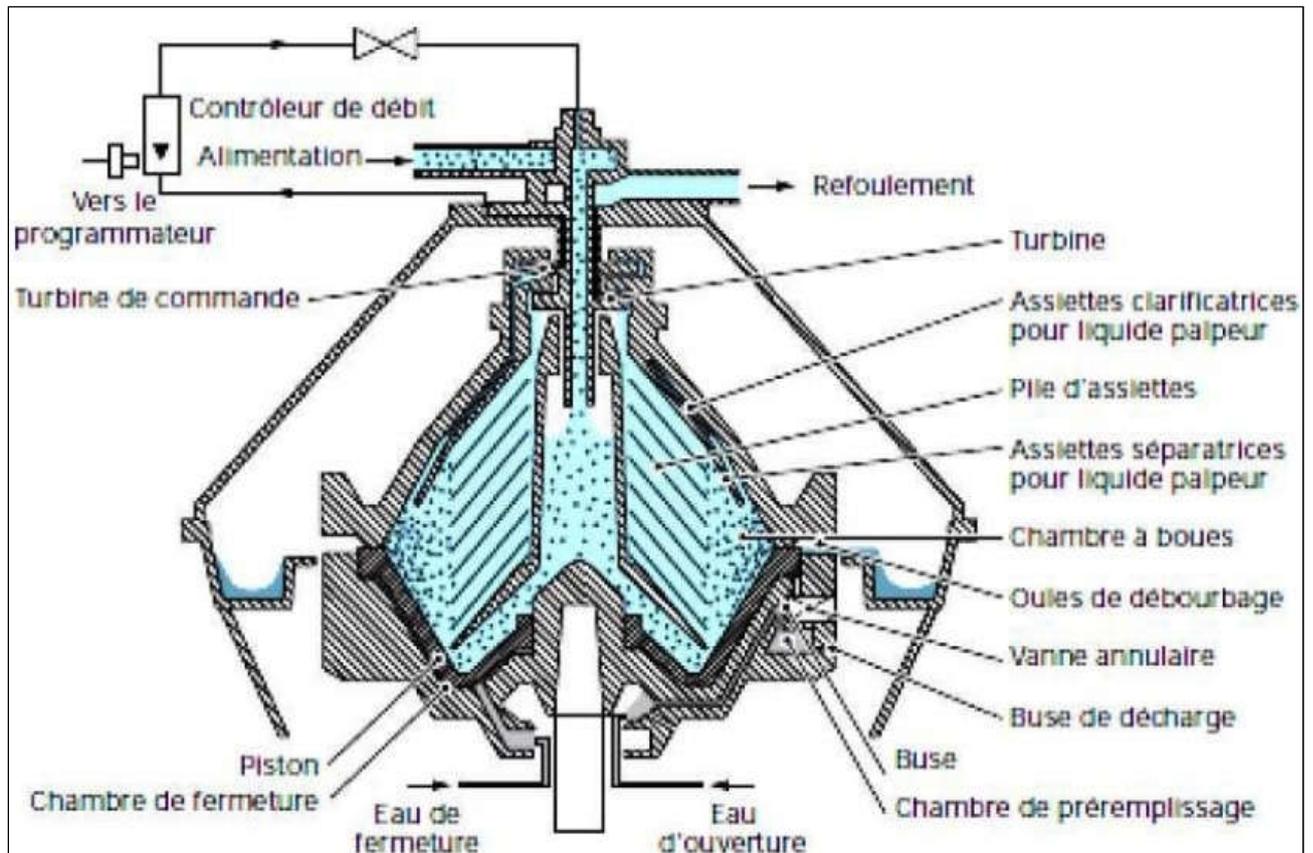


Figure 10: Schéma du clarificateur

II- Calcul du rendement de chaque clarificateur :

II-1- Durée de centrifugation :

Avant de passer à faire les analyses pour calculer le rendement de chaque clarificateur, nous avons commencé par travailler avec un échantillon que nous avons centrifugé pour différentes durées de centrifugation. Cela a été fait pour savoir le temps de centrifugation le plus convenable à utiliser par la suite.

On cherche à avoir une stabilité du pourcentage des boues entre deux durées successives.

On pèse 30g d'échantillon qu'on met dans des tubes notés de poids connus. Les échantillons subissent une centrifugation à 4500 tr/min pendant 10, 20, 30 et 35 min.

Après centrifugation, on élimine le surnageant et on verse les tubes pour se débarrasser des traces de mélasse restantes.

On calcule le pourcentage des boues présentes par la relation suivante :

$$\% \text{ Boues} = (m_1 - m_0) \times 100 / PE$$

PE : Prise d'échantillon

m_0 : masse du tube vide

m_1 : masse du tube plus les boues

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau suivant :

Echantillon	Durée de centrifugation (min)			
	10	20	30	35
1	0,300	0,511	0,731	0,730
2	0,325	0,531	0,749	0,749
3	0,307	0,514	0,736	0,736
4	0,309	0,518	0,740	0,740
5	0,307	0,512	0,734	0,734
6	0,313	0,529	0,741	0,741
7	0,302	0,518	0,734	0,734
8	0,320	0,530	0,744	0,744
9	0,298	0,510	0,730	0,730
10	0,308	0,515	0,739	0,739
Moyenne	0,309	0,519	0,738	0,738
Ecart type	0,009	0,008	0,006	0,006

Tableau 3: Variation du pourcentage des boues en fonction de la durée de centrifugation

Interprétation :

De 10 à 35 min, le pourcentage des boues augmente progressivement, on peut dire que 10 et du même 20 min ne suffisent pas pour que toute la quantité des boues présente dans la mélasse se dépose au fond du tube.

Vu que le pourcentage se stabilise à partir de 30 min, on a fixé le temps de centrifugation à 35min.

II-2- Durée d'étuvage :

Le calcul du pourcentage des boues après élimination du surnageant directement ne garantit pas que les résultats obtenus sont justes, donc nous avons mis les tubes dans l'étuve à 106,5 °C pour les sécher et éliminer les traces d'eau.

Les résultats figurent dans le tableau suivant :

Echantillon	Durée d'étuvage (min)			
	0	30	60	90
1	0,730	0,400	0,394	0,394
2	0,749	0,419	0,412	0,411
3	0,736	0,406	0,400	0,400
4	0,740	0,410	0,403	0,403
5	0,734	0,404	0,397	0,397
6	0,741	0,411	0,405	0,405
7	0,734	0,404	0,398	0,398
8	0,744	0,414	0,408	0,408
Moyenne	0,739	0,409	0,402	0,402
Ecart type	0,0061	0,0061	0,0061	0,0059

Tableau 4: Variation du pourcentage des boues en fonction de la durée d'étuvage

Interprétation :

On remarque que la stabilité des pourcentages est obtenue entre 60min et 90min, et l'écart type diminue avec l'augmentation du temps d'étuvage ce qui explique le choix de 90min d'étuvage dans les analyses ultérieure.

II-3- Calcul des rendements :

Après avoir fixé le temps de centrifugation et le temps d'étuvage, nous avons commencé à travailler sur des échantillons prévenants des trois clarificateurs, et pour cela, nous avons procéder comme suit :

On prend des échantillons à:

- L'entrée (MD)
- La sortie après 4, 6, 8 et 10 min pour ALPHA LAVAL
- La sortie après 2, 6 et 9 min pour SB 80
- La sortie après 2, 4 et 6 min pour SB 60

On met 30g de chaque échantillon dans les tubes pour centrifugation. Les échantillons subissent une centrifugation à 4500 tr/min pendant 35min. Après centrifugation, on élimine le surnageant et on met les tubes dans l'étuve pendant 90min.

Après 90 min dans l'étuve, on fait sortir les tubes et on les met dans le dessiccateur, puis on les pèse et on calcul le pourcentage de la même manière qu'on II.1 et avec ces valeurs on calcule le rendement par la relation suivante :

$$\text{Rendement} = (E - S) \times 100 / E$$

E: % des boues dans la mélasse d'entrée

S: % des boues dans la mélasse de la sortie

Les résultats sont les suivants :

ALPHA LAVAL					
Essai	Entrée	4 min	6 min	8 min	10 min
1	0,696	0,200	0,208	0,219	0,222
2	0,699	0,201	0,204	0,205	0,201
3	0,702	0,208	0,217	0,201	0,222
4	0,695	0,210	0,205	0,203	0,207
5	0,694	0,210	0,201	0,202	0,212
6	0,700	0,200	0,204	0,208	0,201
7	0,702	0,202	0,211	0,212	0,201
8	0,699	0,200	0,202	0,209	0,203
Moyenne	0,698	0,204	0,207	0,207	0,209
Rendement		70,77	70,34	70,34	70,05
Moyenne		70,38			

Tableau 5: Rendement du clarificateur « ALPHA LAVAL »

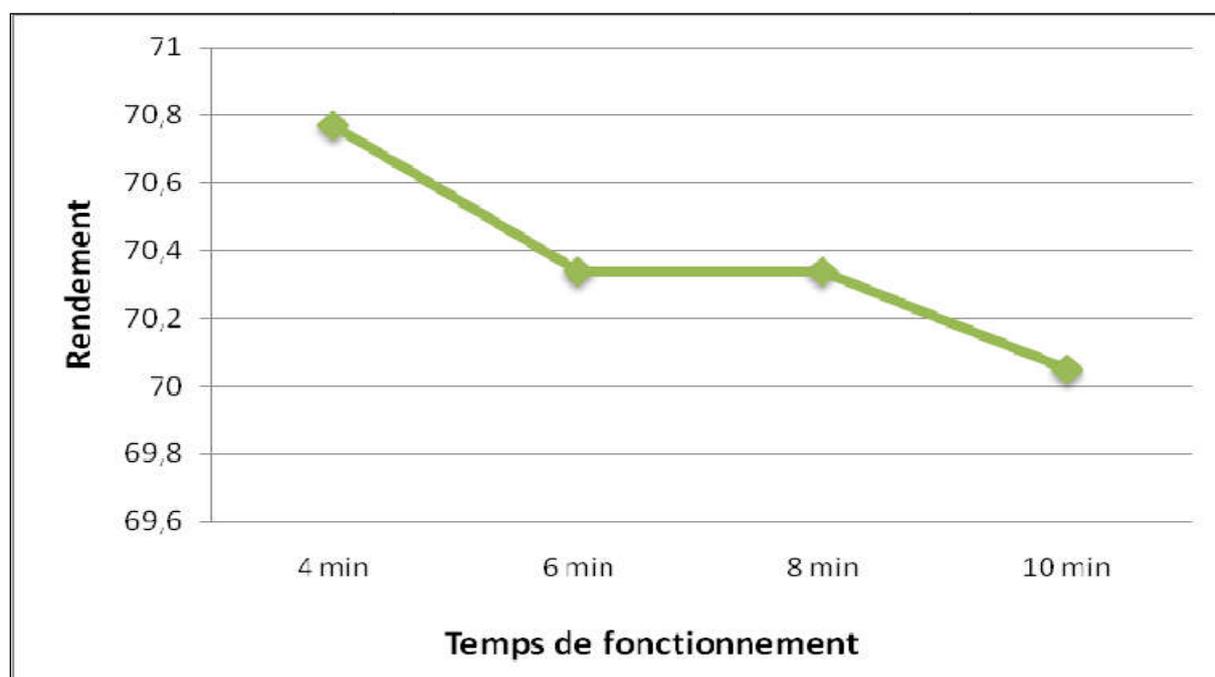


Figure 10 : Représentation graphique du rendement du clarificateur ALPHA LAVAL en fonction du temps de fonctionnement

SB 80				
Essai	Entrée	2min	6min	9min
1	0,696	0,274	0,274	0,272
2	0,699	0,273	0,272	0,280
3	0,702	0,274	0,275	0,269
4	0,695	0,267	0,271	0,278
5	0,694	0,271	0,270	0,280
6	0,700	0,273	0,273	0,274
7	0,702	0,273	0,274	0,260
8	0,699	0,273	0,270	0,274
Moyenne	0,698	0,272	0,272	0,273
Rendement		61,03	61,03	60,88
Moyenne		60,89		

Figure 11: Représentation graphique du rendement du clarificateur SB 80 en fonction de la durée de fonctionnement

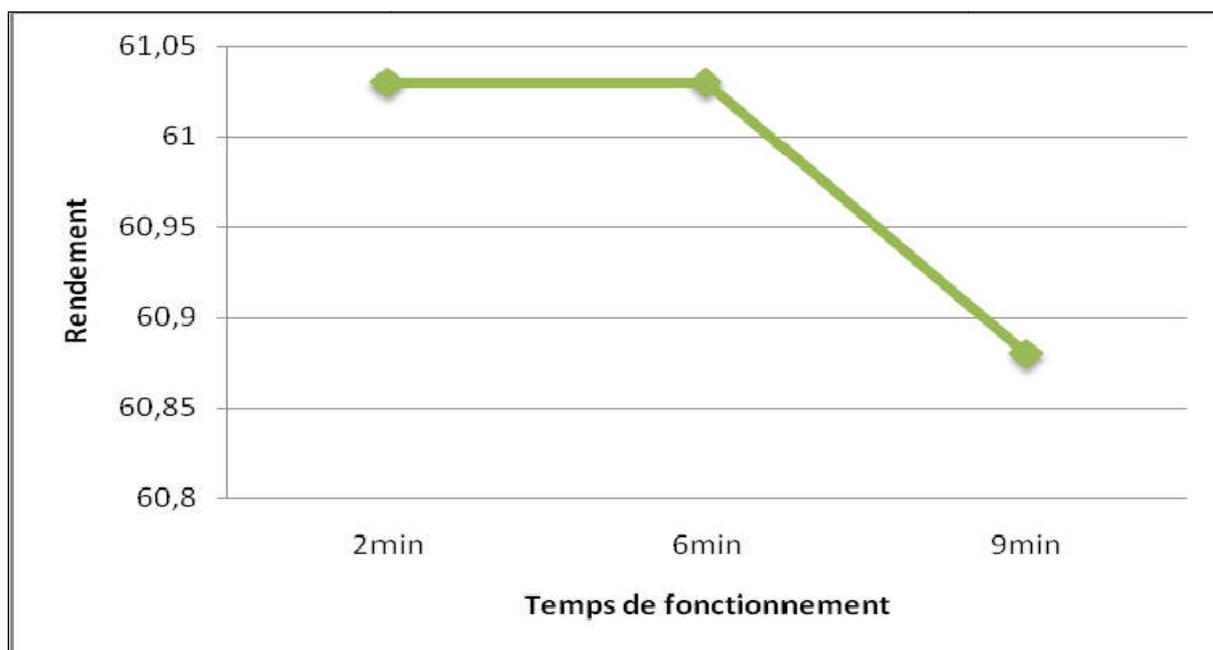


Tableau 6: Rendement du clarificateur SB 80

SB 60				
Essai	Entrée	2min	4min	6min
1	0,696	0,349	0,357	0,355
2	0,699	0,341	0,351	0,355
3	0,702	0,345	0,346	0,351
4	0,695	0,340	0,340	0,345
5	0,694	0,350	0,354	0,360
6	0,700	0,348	0,342	0,357
7	0,702	0,348	0,349	0,348
8	0,699	0,349	0,346	0,358
Moyenne	0,698	0,346	0,348	0,353
Rendement		50,42	50,14	49,42
Moyenne		49,99		

Tableau 7: Rendement du clarificateur SB 60

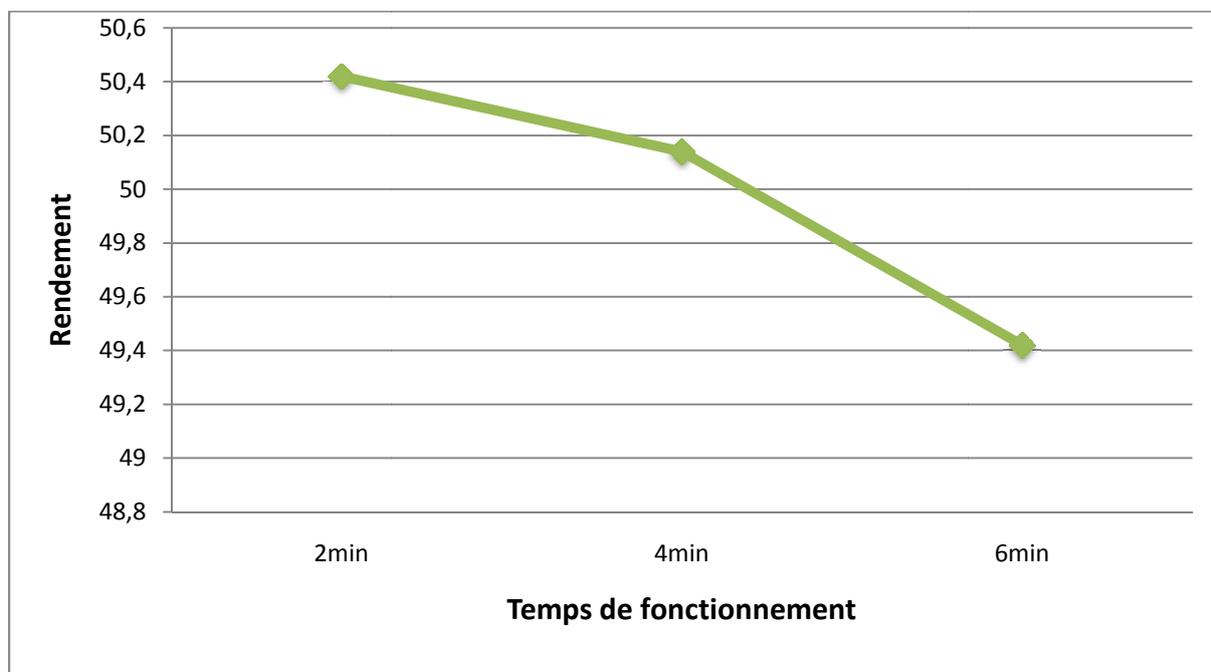


Figure 12: Représentation graphique du rendement de clarificateur SB 60 en fonction du temps du fonctionnement

II-4- Interprétation des résultats :

Selon les graphes qui représentent le rendement de chaque clarificateur en fonction du temps de fonctionnement, on voit que :

-Le rendement d'ALPHA LAVAL diminue dans les premières minutes puis il se stabilise et continue par diminuer d'une manière progressive dans les dernières minutes. La valeur moyenne du rendement est 70,38%.

-Dans les premières minutes, le rendement de SB 80 est stable puis il chute à la fin. Sa valeur moyenne est 60,89%.

-Pour SB 60, le rendement diminue progressivement dans les premières minutes puis chute rapidement à la fin. Sa valeur moyenne est 49,99%.

II-5- Conclusion :

On remarque que le point en commun entre les trois clarificateurs est la chute du rendement dans les dernières minutes du cycle de travail. La chute du rendement s'explique par le passage des boues dans la mélasse qui sort du clarificateur.

Sachant que le clarificateur élimine les boues avec une partie du saccharose aussi, donc une mélasse bien clarifiée sera moins riche en sucre donc moins bénéfique pour la levure.

Si au contraire le rendement se stabilise ou augmente à la fin, les boues seront éliminées et une partie des sucres aussi, dans ce cas nous serons obligés d'augmenter le temps du cycle de fonctionnement du clarificateur pour arriver à la chute du rendement. Ce n'est pas le cas ici.

Parmi les méthodes utilisés pour minimiser la perte en sucre et celle mentionnée ci-dessus qui consiste à diminuer le rendement du clarificateur à la fin, ce qui veut dire, d'une part, laisser passer les boues dans la mélasse, et d'autre part gagner au niveau du sucre.

En ce qui suit, on va calculer la quantité du saccharose qui passe dans les égouts avec les boues.

III- Détermination du taux de saccharose dans les boues de débouillage :

Le saccharose est un diholoside de formule chimique $C_{12}H_{22}O_{11}$ formé par la condensation de deux oses : une molécule de glucose et une molécule de fructose. C'est le sucre de table extrait principalement de la betterave sucrière et de la canne à sucre.

II-1- Mode opératoire :

-Dans une fiole jaugée de 200ml, on met 20g d'échantillon de débouillage, on ajoute 15ml d'acétate de plomb basique et on complète avec l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
-On laisse reposer pendant quelques minutes puis on agite et on filtre la solution obtenue à l'aide d'un papier filtre puis on récupère le filtrat.

NB : L'acétate de plomb est utilisé pour éliminer tout ce qui est non sucres comme les protéines qui donnent une coloration à la mélasse.

II-2- Résultats :

A l'aide d'un Polarimètre on mesure la polarisation c'est-à-dire l'angle de rotation α .
Le taux du saccharose est calculé par la relation suivante :

$$\text{Taux de saccharose} = \alpha \times 0,75 \times 10$$

Avec :

α : l'angle de rotation du saccharose

0,75 : constante de l'appareil

Le polarimètre :

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 ($C_{10}H_{16}$).

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 stéréo-isomères telles que certains sucres.

Les résultats sont les suivants :

Paramètres	Débourbage		
	ALPHA LAVAL V=48 L Cycle : 12 min	SB80 V=40 L Cycle : 10 min	SB60 V=40 L Cycle : 7 min
Angle α	2,8	2,8	2,45
% du saccharose (g/100g)	21	21	18,38
% du Saccharose (g/100ml)	17,7	16,8	14,82
Saccharose (kg/cycle)	11,33	6,72	5,928
Densité	1,186	1,25	1,24

Tableau 8: Calcul du poids du saccharose de débouillage

Le tableau ci-dessus donne le poids du saccharose qui passe avec les boues pour chaque clarificateur, pour ALPHA LAVAL par exemple, 8,496 kg du saccharose est perdu durant chaque cycle, cela veut dire chaque 12 min et ainsi de suite pour les autres clarificateurs.

Chaque clarificateur fonctionne 8 heures par jours, donc on va maintenant calculer le poids du saccharose perdu par heure, par jours et par mois.

Clarificateur	Poids du saccharose gaspillé (Kg)		
	Par heure	Par jours	Par mois
ALPHA LAVAL	56,65	453,2	13596
SB 80	40,32	322,56	9676,8
SB 60	50,81	406,5	12195

Tableau 9: Calcul de perte en saccharose pour chaque clarificateur