



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Etude des paramètres qui influencent la viscosité de farine de
caroube pendant le circuit mouture**

Présenté par :

♦ Yassine NASSAR

Encadré par :

- ♦ Mme Laila SABLALOU (SBI MAROC)
- ♦ Pr. E. H. EL GHADRAOUI (FST FES)

Soutenu Le 13 Juin 2013 devant le jury composé de:

- Pr. E.H. EL GHADRAOUI (FST FES)
- Pr. H. SOUHA (FST FES)
- Pr. O. SQALI (FST FES)
- Mme Laila SABLALOU (SBI MAROC)

Stage effectuée à : Société Bio Industrie (SBI) MAROC

Année Universitaire 2012 / 2013

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes vifs remerciements à Mr.Redouan SADIKY, directeur générale de la société SYSTEME BIO INDUSTRIE, et à Mme A.ALMOU responsable de ressources humaines, pour son accueil.

Mes remerciements s'adressent aussi à Mme Laila SABLAOU responsable de service Qualité, pour l'aide précieuse et ses conseils qu'elle n'a pas cessé de m'accorder et son assistance Mlle MERNISSI qui m'a orienté durant a période de stage.

Je remercie mon encadrant Mr El houssine EL GHADRAOUI, professeur à FSTF, qui m'a encouragé le long de l'élaboration de ce travail.

Je profite de l'occasion à remercier tout le personnel de qualité et de la société système bio-industrie pour leur soutien et pour l'aide qu'ils ont mis à ma disposition par leurs savoir-faire pour la réussite de cette formation.

Mes sincères remerciements, vont également a tous les professeurs membres de jury qui m'ont fait l'honneur d'assurer l'examen de ce travail.

Je remercie également tout le corps enseignant de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès pour la qualité de l'enseignement qu'ils nous ont assuré.

Et enfin, que toute personne ayant contribué de près et de loin à la réalisation de ce travail.

Veillez accepter l'expression de mon profond respect.

SOMMAIRE

Remerciement

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre 1 : Description de L'organisme de Stage d'accueil SBI

I. Présentation du groupe Cargill.....	3
II. Présentation de l'entreprise S.B.I.....	4
a) l'Histoire de la société.....	5
b) l'Activités de la société S.B.I Maroc.....	6
c) l'Organigramme de l'entreprise S.B.I Maroc (site Fès).....	8

Chapitre 2 : Etude Bibliographique sur Le Caroube

Généralités et Description de Caroube	10
1. Définition de caroubier	10
2. Constituants de caroubier.....	11
3. Composition et Forme de la graine de caroube.....	13
4. Les applications de la farine de caroube.....	16

Chapitre 3 :

I. Partie Production :

1) Procédé de production.....	18
2) Etude de Procédé Mouture.....	19

II. Partie Expérimentale :

1. Méthodologie de travail	20
2. Description de laboratoire de contrôle de qualité.....	21
3. Présentation et description des analyses et du matériel Physico-chimique.....	21
a) Mesure de la granulométrie.....	21
b) Mesure de l'humidité.....	22
c) Mesure de la viscosité.....	23
4. Traitement de résultat et conclusion.....	25
a) Test sans mouilleur.....	25
b) Test avec mouilleur.....	28
c) Conclusion.....	32

Conclusion.....	33
-----------------	----

INTRODUCTION

Le caroubier est un arbre typiquement méditerranéen, de la famille des légumineuse, de sous-familles de césalpinées de Syrie, il est cultivé depuis l'antiquité dans la ceinture méditerranéenne, l'arbre qui donne le kharoub, en aspect d'haricot brun luisante à maturité, il présente un grand intérêt socioéconomique et de nombreuses potentialités favorables au développement rural.

L'industrie de la caroube peut fournir plusieurs produits, essentiellement la farine de caroube obtenue à partir des graines de caroubes contenues dans la gousse, et le poudre de caroube obtenue a partir de pulpe des gousses. Ces produits sont utilisés dans l'industrie agro-alimentaire où la qualité microbiologique des produits finis est une composante essentielle.

La qualité de processus de la mouture des graines de caroube est liée à la finesse, celle-ci est bien définie selon la qualité désirée de la farine, le travail effectué est sur l'étude des différents paramètres qui influencent la viscosité, et donc la qualité durant le circuit mouture, il s'agit de mesurer, les coupes granulométriques, l'humidité, et la viscosité.

Mon stage effectué a SBI était une opportunité précieuse pour ma carrière professionnel, cette occasion m'a permis de suivre les différents procédés de traitement et de production de la farine de caroube a partir des graines et pratiques des méthodes techniques, en appliquant mes connaissances acquises au cours de ma formation de Génie Chimique.

Ce manuscrit de stage de projet de fin d'étude est présenté sous forme de trois chapitres :

- ◆ **Chapitre 1°** présente l'organisme de Stage d'accueil Système Bio-industries
- ◆ **Chapitre 2°** présente une généralités et description de Caroube
- ◆ **Chapitre 3°** est composé de deux parties :
 - Partie Production qui décrit le processus de production de la farine de caroube
 - Partie Expérimentale qui explique les différents résultats obtenues, et une comparaison des méthodes d'analyses physico-chimique effectué.

CHAPITRE 1

DESCRIPTION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL SBI

1. Présentation du groupe Cargill :

L'histoire du groupe Cargill s'inscrit dans l'histoire américaine dès sa naissance en 1865, lorsque la guerre de Sécession touche à sa fin, le 13ème amendement de la constitution abolit l'esclavage et le président Lincoln est assassiné. William Cargill, alors âgé de 21 ans,

quitte la ferme familiale du Wisconsin, pour acheter un silo à grain dans une petite ville voisine où se trouvait alors le terminus de chemin de fer du Middle West. Suivant l'expansion du chemin de fer au nord, vers le Minnesota, William continua à acheter des silos. Peu après, il installa le siège de la société dans le Minnesota, et entreprit la construction d'un premier comptoir. Il fut bientôt rejoint par deux de ses frères. Ensemble, ils bâtirent des échoppes le long des nouvelles voies ferrées et ouvrirent plusieurs bureaux. C'est aussi à cette période que débuta la longue tradition d'innovation de Cargill, avec la conception et le développement d'un modèle de silo qui, totalement novateur à l'époque, fait toujours partie des standards en vigueur aujourd'hui. Vingt-cinq ans après la première acquisition de William, la société des frères Cargill comptait 71 silos à grains, 28 hangars à charbon et quelques possessions immobilières.

Aujourd'hui, Cargill conduit ses activités sur les 5 continents, dans 59 pays. 124,000 personnes dans le monde participent au développement des savoir-faire Cargill dans 4 grands secteurs d'activité : l'agriculture, l'agroalimentaire, le négoce et la finance.

Toutes ces activités nourrissent la nouvelle ligne stratégique du groupe : exploiter les compétences originelles de Cargill sur toute la chaîne logistique afin d'offrir à ses clients des solutions intégrées et innovantes.

II. Présentation de l'entreprise S.B.I :

Fiche signalétique :

Raison sociale	Systems Bio Industries SBI (Maroc)
Forme juridique	Société anonyme de droit privé marocain

Date de création	1985
Activité	Fabrication de gomme alimentaire à base de graines de Caroube
Classement	Deuxième producteur mondial en gomme de caroube
Capital social	35.750.300 DH
Capital de production	2500 T/an
Effectif	98
Directeur général	Redouan SADIKY
Siège social	Q.I BENSOUDA – Fès
Téléphone	(0535) 65.51.80
Fax	(0535) 65.50.88
Implantation des usines	Fès, Essaouira

a) Histoire de la société :

La société Systems Bio-industries a été créée en 1985 par un entrepreneur marocain, Monsieur Bennani.

Elle a été ensuite rachetée par Sanofi (multinationale française) en 1990. En tant que filiale de SONAFI, l'entreprise a connu des jours meilleurs et se modernise.

Cinq ans plus tard la société est rachetée par le groupe SKW. Et la société SKW fusionne cinq ans plus tard avec le groupe Degussa. L'appartenance à ce groupe permettra à l'entreprise d'entamer un véritable processus de développement. Elle se dote d'une véritable organisation et s'engage dans le management de la qualité.

Ainsi, en 2003 elle obtient la certification ISO 9001 version 2000 « Système de management de la qualité totale. » Cette certification permet à l'entreprise de convoiter de nouveaux clients. Car avant cette certification, seule la société BaupTE du groupe Degussa achetait la farine de caroube à S.B.I.M. Ainsi l'entreprise a pu se défaire de cette dépendance totale du seul client BAUPTE et vendre à des clients en dehors du groupe Degussa. Bien que ce dernier représente toujours une grande proportion du chiffre d'affaire de S.B.I.M.

En 2005 Degussa AG cède ses activités «Food ingrédients» (dont S.B.I.M) à Cargill un groupe américain opérant dans le secteur de l'agro-industrie.

L'acquisition de S.B.I.M par le géant américain CARGILL ne va pas sans promesse de développement de l'entreprise et de son personnel. Mais en attendant, S.B.I.M continue à multiplier ses efforts dans la conquête du développement notamment l'amélioration continue de la qualité qui est un critère concurrentiel important dans son domaine d'activité (la fabrication et la vente de la Farine de Caroube) et le développement des compétences.

Ainsi, en 2006 les efforts de toute l'organisation furent récompensés par l'obtention d'une deuxième certification : La certification ISO 22000 version 2005 « Systèmes de sécurité alimentaire.

b) Activités de la société S.B.I Maroc :

SBI MAROC (SYSTEMS BIO INDUSTRES) est une filiale du Groupe CARGILL, groupe américain géant de l'agroalimentaire.

SBI MAROC est certifiée des normes ISO 9001 par AFAQ France depuis 2003 et ISO 22000 en 2006.

SBI MAROC, Unité de Fès, est sise au quartier industriel BENSOUHA Fès. Cette ville possède une tradition séculaire dans l'usage de la caroube et se situe au carrefour de régions, riches en caroube. Son accessibilité géographique permet un approvisionnement aisé pour les fournisseurs tant concasseurs (livrant de la graine) que paysans ou intermédiaires (livrant de la gousse).

SBI MAROC possède aussi une unité de concassage au sud du Maroc, dans la ville d'ESSAOUIRA. Cette double situation géographique permet un accès aisé à des variétés de matière première précédemment décrites tout en permettant une stratégie de marché plus flexible.

SBI a aussi engendré des bienfaits de vulgarisation de la caroube auprès des services agricoles administratifs et des paysans marocains, ceci a permis un développement considérable des nombres de plants, mettant le Maroc en position de leader mondial en production de caroube.

SBI MAROC Fès est formée de deux unités :

- Unité 1 : unité de concassage qui a pour activité la réception matière première sous forme de graines de caroube ou de gousses. Le concassage de la gousse de caroube, la séparation graine - pulpe, le triage des graines en différents calibres et la livraison de la graine à l'unité 2.
- Unité 2 : unité de production de gomme alimentaire (farine de la caroube) pour exportation à l'étranger.

La gomme de caroube est abondamment utilisée dans les domaines alimentaires, pharmacologiques et industriels en tant que viscosifiant, épaississant pour améliorer la texture des produits.

Quelques exemples d'application :

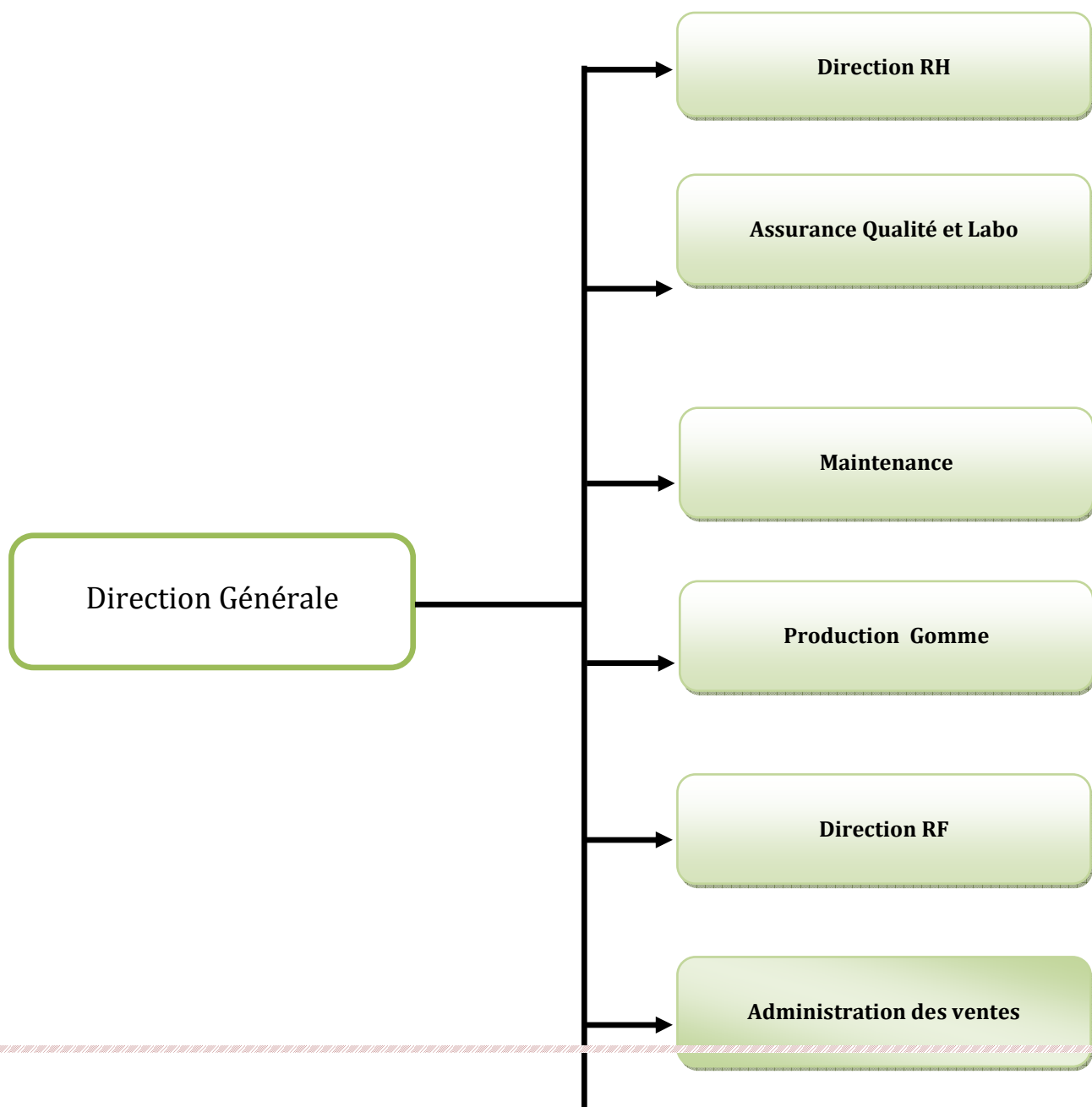
- ✓ glaces industrielles
- ✓ produits à base de dérivés de lait
- ✓ boulangerie / viennoiserie
- ✓ synergie avec d'autres gommes dans les domaines industriels et cosmétiques

Convaincue que la formation est l'une des clés de la compétitivité, la Direction de la société a décidé de mettre en place une politique qualité impliquant l'ensemble du personnel. L'objectif global de cette

politique est d'assurer d'une part, une utilisation optimale des outils de production et de développer d'autre part, la capacité d'encadrement des responsables et des chefs d'équipe de production pour affronter les difficultés, être personnellement efficaces et surtout rendre son équipe plus efficace.

L'efficacité globale de la société repose sur son potentiel humain. Veiller sur son professionnalisme, son implication, et sa motivation devient une priorité incontournable. Il est donc nécessaire de mettre en place tous les outils et les moyens qui peuvent répondre à cet impératif. A cet égard, la contribution apportée par la formation est déterminante.

c) Organigramme de l'entreprise S.B.I Maroc (site Fès) :



CHAPITRE 2 :

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE CAROUBE

Généralités et Description de Caroube :

1. Définition de caroubier :

Nom latin : *Ceratonia siliqua*

Aussi appelé : Carouge, Pain de saint Jean-Baptiste, figuier d'Égypte, fève de Pythagore.

Nom Anglais: Carob, Saint John's bread, locust tree.

Arbre dioïque (mâle ou femelle) ou arbuste à feuilles persistantes. Le nom botanique du genre, *Ceratonia*, dérive du mot grec *keration*, «petite corne, cornet», qui servait à désigner la caroube, le fruit à la forme particulière de cet arbre ; le nom d'espèce, *siliqua*, désigne en latin une siliqua, ou gousse.



Figure .1: Arbre de caroubier

Famille : Légumineuse (sous-famille des Césalpiniacées, Arbre de Judée, Caroubier, Cassia, Chicot, Févier, Tamarinier.

Origine : Arabie Saoudite, Somalie, Asie mineure et aujourd'hui répandue dans tout le bassin méditerranéen. Il est cultivé principalement en Sicile et en Espagne.

Taille : De croissance lente, il peut mesurer de 8 à 15 m (vers 50 ans) et vivre 500 ans.

Écorce : brune, rugueuse. Son bois dur et rougeâtre est très apprécié en ébénisterie.

Feuilles : persistantes, grandes de 12 à 30cm, paripennées, à 2-6 folioles ovales, larges, coriaces, vert sombre.

Fleurs : Inflorescence cylindrique (mâle, femelle ou hermaphrodite) de 3 à 15 cm composée de 20 à 60 fleurs brunâtres assez peu décoratives apparaissant de juillet à novembre (Fig. N°1).

Exposition : C'est une essence thermophile qu'on trouve sur des pentes arides. Il résiste bien aux fortes sécheresses estivales et à des pluies irrégulières mais ne résiste pas au froid (0°C minimum) et craint le manque d'eau en dehors de la période estivale même si la sécheresse climatique peut jusqu'à un certain point être compensée par les réserves en eau du sol. Il permet de lutter contre l'érosion des sols.

Les caroubes sont des gousses indéhiscentes, de 10 à 30 cm de longueur sur 1,5 à 3 cm de largeur, pendantes; d'abord vertes, elles deviennent brun foncé à maturité, en juillet de l'année suivante.

2. Constituants de caroubier:

De **la pulpe** charnue constituée de 40 % de sucres, 35 % d'amidon, 7 % de protéines, et dans des proportions plus faibles, des graisses, du tanin et des sels minéraux.

Les **graines du caroubier**, dures, sont assez régulières pour avoir longtemps servi comme unité de poids. Le mot Carat tire son étymologie de "querat", nom que les Arabes donnaient à la graine caroube, un carat unité de mesure de masse utilisée dans le commerce des diamants et des pierres précieuses, correspondait donc au poids d'une graine de caroube (entre 185 et 205 mg, 1 carat = 200mg).

De même, silique, nom latin de la caroube, fut chez les Romains le nom d'une unité valant 1/6 de scrupule.

En Allemagne, les graines de caroube torréfiées sont utilisées en substitution du café. On peut aussi sucer les graines comme des bonbons.

Les graines du caroubier permettent de produire une gomme utilisée surtout dans l'industrie alimentaire, mais aussi dans d'autres applications industrielles (industrie du papier, textile, pharmacie, cosmétique, etc.).

On tire du caroubier des produits très différents utilisés abondamment par l'industrie alimentaire: la **poudre de caroube**, la **gomme de caroube** et la **farine de caroube**.

- **La poudre de caroube** est obtenue en séchant, torréfiant et moulant les gousses après les avoir débarrassées de leurs graines. Le degré de torréfaction de la caroube en altère la couleur et la saveur. Plus il est élevé, plus la caroube est foncée et plus elle perd de sa saveur.
- **La gomme de caroube** provient, quant à elle, de la mince enveloppe brune qui recouvre les graines. Elle contient un endosperme blanc et translucide qui agit comme épaississant.
- **Composant de la Farine de caroube :**

Farine de caroube (150 g)	
<u>Eau :</u>	3,6 g
<u>Valeur calorique :</u>	220 kcals
<u>Protides :</u>	4,6 g
<u>Glucides :</u>	90 g
<u>Lipides :</u>	0,6 g
<u>Calcium :</u>	350 mg
<u>Magnésium :</u>	55 mg
<u>Phosphore :</u>	80 mg
<u>Potassium :</u>	830 mg
<u>Fibres :</u>	40 g

3/ Composition et Forme de la graine de caroube :

Forme :



Caroube en gousse



Caroube en concassé



Caroube en graines



Caroube en farine

- **Composition :**

La graine est composée de trois éléments différents : cuticule, endosperme et germe.

- ❖ **Cuticule** ou épisperme : c'est le tégument qui entoure la graine qui est constitué principalement par la cellulose et les tannins.
- ❖ **Endosperme** : c'est le tissu de réserve de la semence et c'est, du point de vue économique, la partie la plus importante du fruit.
- ❖ **Germe** : c'est la partie de la semence dans laquelle réside le pouvoir germinatif, et il est constitué par l'embryon et les cotylédons. La farine de germe contient un contenu protéique important, proche 50%, et de petites quantités de phosphore, potassium, et quelques vitamines (B₁, B₂, D, Et, PP).

4/ Les applications de la farine de caroube :

Applications alimentaires :

- ◆ **Propriétés gélifiantes :**
 - Produits reconstitués : fruits, légumes, etc....
 - Enrobages de viande ou de poisson.
 - Aliments pour animaux (pet Food).
- ◆ **Propriétés épaississantes- stabilisantes :**
 - Laits cacaotés.
 - Boissons aux fruits.
 - Pâtés, saucisses.
 - Sorbets et crèmes glacés (évite la formation de cristaux de glace)

Applications pharmaceutiques et cosmétiques :

- Comprimés (agents de structure).
- Produits de beauté.

CHAPITRE 3 :

❖ PARTIE 1 :

PRODUCTION

❖ PARTIE 2 :

EXPÉRIMENTALE

Partie 1 : Production

1) Procédé de production :

Le procédé de la production de la farine à partir de la graine de caroube est lié à son contrôle tout en vérifiant le fonctionnement des différents moulins et du planchister de la mouture, le contrôle effectué est par la réalisation des coupes granulométrie des différentes sorties des moulins et de planchister.

Synthèse Processus de fabrication de la farine des graines de caroube : il apparait évident que la production de la société SBI est un choix de luxe vue la disponibilité et l'importance industrielle de la matière première (la caroube), ce qui rend ce projet riche en matière relative au circuit mouture sur la viscosité.

La production de la farine de caroube se réduit schématiquement aux opérations suivantes :

- Concassage,
- Traitement Chimique,
- Broyage,
- Mouture.

Depuis le concassage des gousses de caroube jusqu'à la distribution, la production de la farine est réalisée suivant différents étapes qui sont des transformations physiques et chimiques.

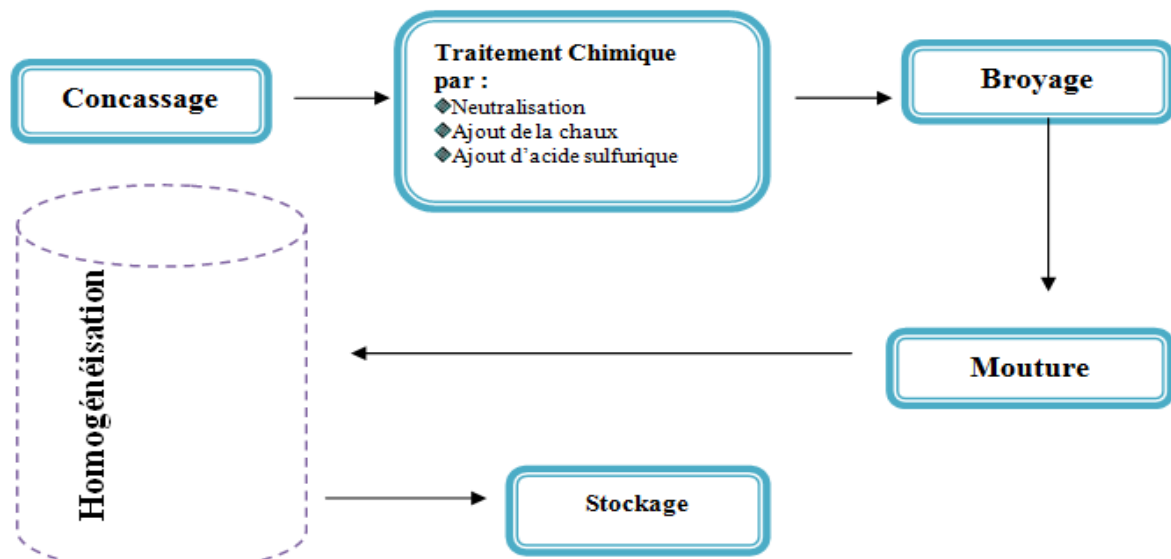


Schéma de principe de fabrication de la farine des graines de caroube

2) Etude de Procédé Mouture :

Après l'étape de traitement chimique, les graines subissent une séparation physique de l'endosperme en deux cotylédon, appelés split, et à libérer le germe centrale.

Dans l'étape de broyage le split obtenu par six compartiments, chacun contient deux cylindres, et en passant entre l'un et l'autre, la farine est conduite vers un compartiment de tamiseur afin de classer le produit en fonction de la granulométrie.

La granulométrie est présentée comme un critère de contrôle des moulins et de planchister, c'est une caractéristique fondamentale qui a une relation directe avec le Broyage, ainsi toute autre opération possible de produit.

La sortie de produit en passant de l'étape de broyage constitue une entrée pour l'étape de circuit mouture, cette sortie de la farine se compose par de types de diamètres :

- 1°) de type 100 μ = P1,
- 2°) de type 150 μ = P2,

➤ Le circuit mouture de BUF se présente comme suite :

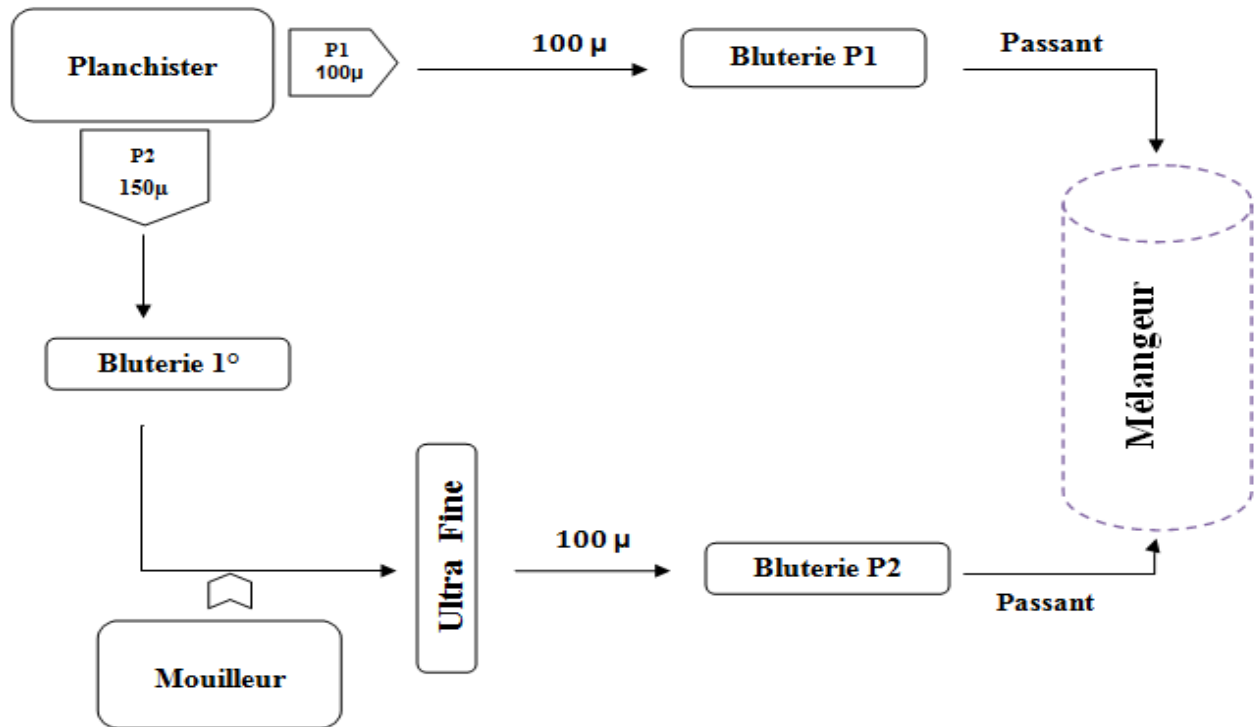


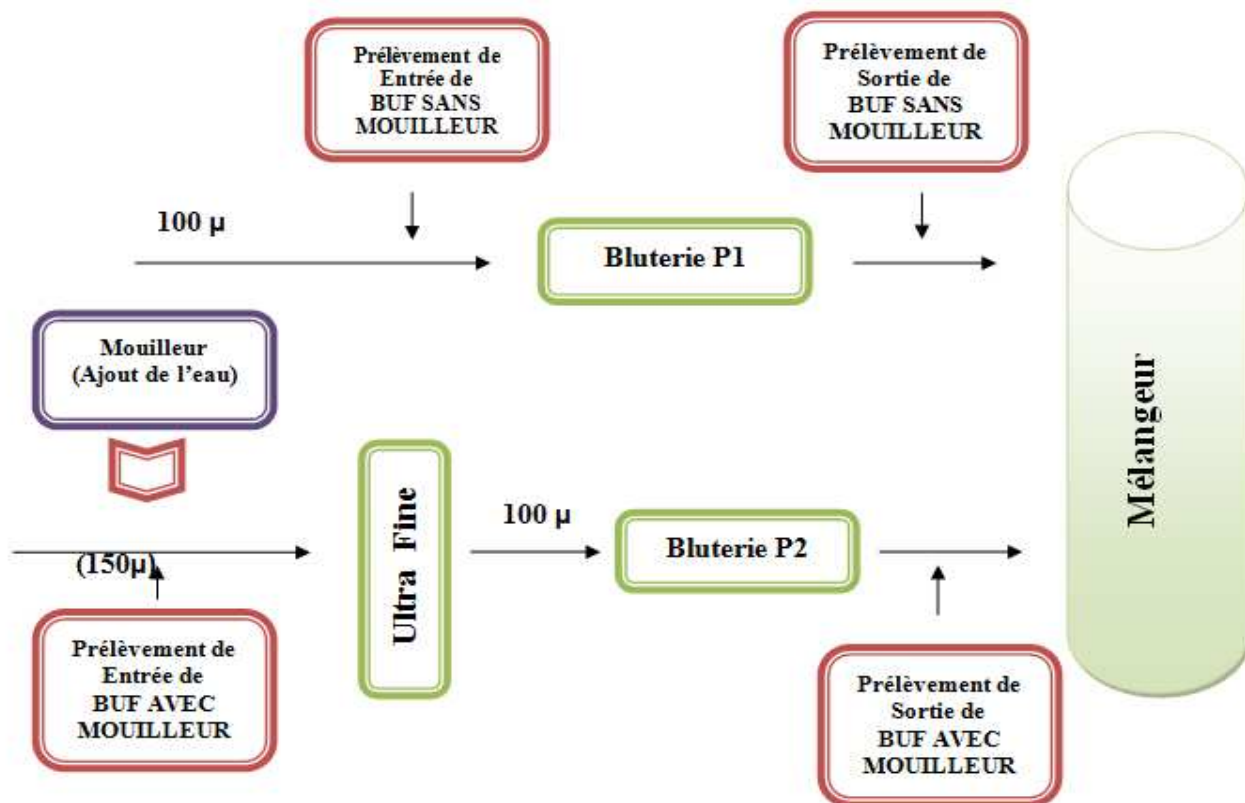
Schéma Procédé circuit Mouture de BUF

Partie 2 : Partie Expérimentale :

1. Méthodologie de travail :

Mon travail consiste à réaliser une étude sur certains paramètres qui influencent la viscosité pendant le circuit mouture de BUF en basant sur des analyses effectuées sur un test de prélèvement à partir de circuit de BUF.

On procède à la prise des échantillons, à partir de la sortie de la farine d'une granulométrie de diamètre 100 depuis le Planchister (c.à.d. la fin d'étape de broyage), cela représente une entrée pour le circuit BUF.



Méthode de Prélèvement

Ces prélèvements sont effectués selon deux étapes successives on effectue un prélèvement sur :

- **TEST BUF SANS MOUILLEUR**
- **TEST BUF AVEC MOUILLEUR**

Remarque : le mouillage qui précède la micronisation vise à remédier aux pertes d'eau, en effet le produit perd une grande quantité d'eau et à cause de la température très élevée à l'intérieur de l'ultra fine, donc l'eau ajouté avant la micronisation permet de mouiller le produit afin de diminuer la quantité d'eau perdue, et donc minimiser le manque d'eau dans la farine, d'autre part maximiser le poids de la farine pour dégager plus des bénéfices.

Pour la réalisation de cette étude, il est nécessaire d'effectuer une analyse de différents paramètres de ces échantillons qui sont la granulométrie, l'humidité et le point noir pour conclure comment ces paramètres influencent d'une manière ou une autre la viscosité de la farine de caroube dans le laboratoire de contrôle de qualité.

2. Description de laboratoire de contrôle de qualité :

Il joue un rôle primordial dans le contrôle de qualité de produit semi-fini, et de produit fini, il met en œuvre une vérification de conformité du produit par rapports à des spécifications et des analyses physico-chimique et Rhéologique, et donc il décide si le produit est conforme, acceptable ou bien non conforme.

En cas de non-conformité, il alerte le responsable compétant (responsable de Pdt /Qualité) fine) de mettre en œuvre les mesures correctifs pour rectifier la non-conformité et éventuellement boquer les produits non-conformes qui seront traités directement.

3. Présentation et description des analyses et du matériel Physico-chimique :

Les Analyses effectuées sont des analyses physico-chimiques effectuer concernant la vérification des différents paramètres qui sont : la **granulométrie**, l'**humidité** et les **Points Noirs**.

a) Mesure de la Granulométrie :

- **Principe :**

Détermination du pourcentage de farine inférieure à la taille des mailles des Tamis ayant des différents diamètres : (>200, >180, >160, >150, >140, >125, >100, >90, >75μ, >50μ) ;

- **Matériel :**

- Tamiseur
- Tamis inox
- Balance porté 420g
- Capsule, Pinceau.

- **Mode Opérateur :**

- L'opération de tamisage s'effectue manuellement,
- On Pèse avec précision une prise d'essais de 10g, de la farine de caroube,
- On dépose sur le tamis la prise d'essais, et on réalise un Tamisage manuel en prenant soin de récupérer toutes les particules,
- On pèse le refus, autrement dit la quantité restante dans le tamis,

- **EXPRESSION DE RESULTAT :**

$$\%(> 100u) = (PF/PE)*100$$

Données :

PF : poids final passé à travers le tamis

PE : poids d'essai en gramme

Remarque : il est possible d'exprimer les résultats en % de farine refusée

$$\underline{\underline{\% Refus 100 u = (PE -PF/PE)*100}}$$

b) Mesure de l'humidité :

- **Principe :**

Détermination de la teneur en eau qui se trouve dans la farine de caroube Passage à l'état de matière sèche par évaporation en fonction de temps.

- **Matériel :**

- Plateaux en aluminium.

- **Mode opératoire :**

- Allumer le dessiccateur : obligatoirement en premier
- Placer le plateau en aluminium et annuler sa tare
- Mettre environ 2g de farine sur le plateau en prenant soin de bien les étalés
- Démarrer le chauffage de température
- Attendre la fin de la réaction dans le dessiccateur, une barre bleu s'allume indiquant la fin de l'opération.

- **EXPRESSION DE RESULTAT :**

La valeur de taux d'humidité est donné directement par l'appareil.

c) Mesure de la viscosité :

- **Principe:**

- Contrôle de la qualité épaississante d'une farine de caroube en solution aqueuse.
- Mise en solution dans l'eau distillée ou déminéralisée à température ambiante
- Mesure de la viscosité à 25°C avant et après chauffage à 85°C

- **Produit utilisé :**

- Farine de caroube
- Eau distillée ou déminéralisée

- **Matériel :**

- Balances portée 410g et portée 1200 g
- Agitateur électromagnétique IKA muni d'une pale d'agitation en hélice
- Minuteur (60min)

- Thermometers: 25°C, 100°C,
- Bain Marie thermostat à 95°C
- Bécher de 600 ml, forme basse
- Viscosimètre BROOKFIELD RVT muni du mobile
-
- **Mode Opérateur :**
 - Tarer le bécher ;
 - Peser 4g d'échantillon à analyser ;
 - Mesurer 396 ml d'eau distillée ;
 - Placer le bécher sous l'agitation ;
 - On verse de l'eau sous agitation très rapide,
 - Quand le produit est bien dispersé, on verse le complètement de l'eau distillée
 - Arrêter l'agitation
 - Couvrir le bécher avec une feuille d'aluminium, afin de ne pas couler l'eau, et le mettre dans le bain marie thermostat à 95°C, le chauffage est maintenu pendant 25 min à 30min
 - Vérifier que la solution est bien à 85°C
 - Placer le bécher dans un bac à circulation d'eau froide, et en le laissant refroidir jusqu'à atteindre une température de la solution d'environ 25-30°C
 - Remettre le bécher et compenser l'évaporation avec de l'eau jusqu'à son poids initial p
 - On replace le bécher sous l'agitation forte, sans créer des bulles d'air, pendant 10mn
 - Fixer le mobile sur le viscosimètre sans le sortir de la solution
 - Mettre le viscosimètre sous tension et lire la valeur directement après stabilisation de la lecture.
- **EXPRESSION DU RESULTAT :**

$$\text{Viscosité (en cps)} = \text{valeur lue (\%)} * 50(\text{coefficient})$$

Remarque : La validité des résultats dépend d'une manière très étroite du strict respect de la température de lecture.

Traitement de résultat et Discussions :

◆ Résultat :

1) Test Sans Mouilleur :

On effectue un test pour les échantillons obtenus par les prélèvements à l'entrée et à la sortie de BUF, les résultats de certains paramètres qui influencent la viscosité pendant le Test Sans Mouilleur sont exprimés par le tableau suivant :

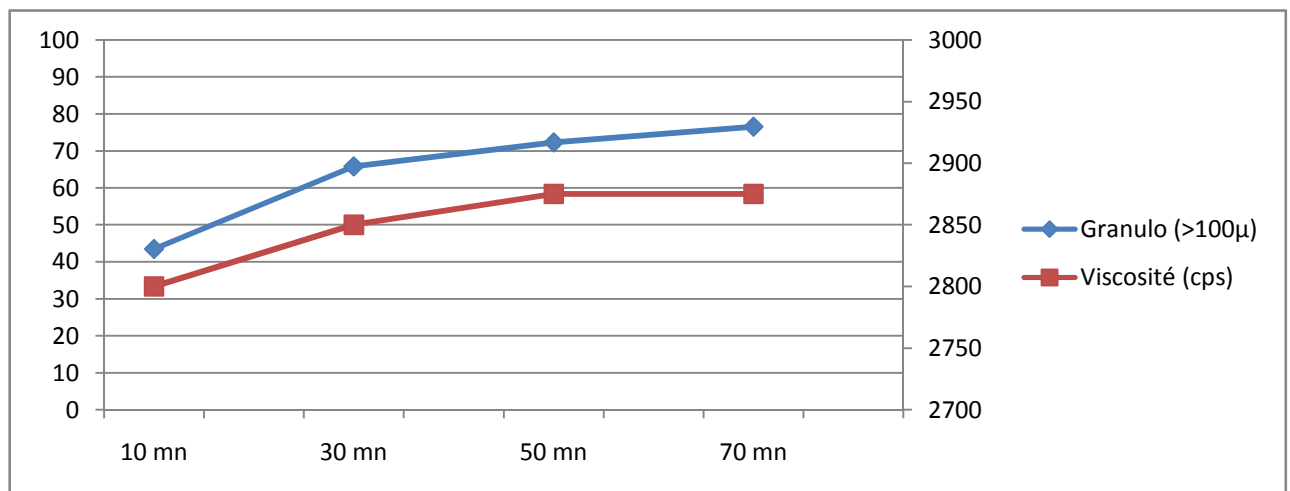
	Entrée BUF sans mouilleur					Sortie BUF sans mouilleur				
	10 mm	30 mm	50 mm	70 mm		10 mm	30 mm	50 mm	70 mm	
Viscosité en (cps)	2725	2550	2875	2950		2800	2850	2875	2875	
%Humidité	12,49	12,06	11,47	11,52		7,11	7,13	7,59	7,61	
PN	34	32	38	46		30	36	36	40	
%Granulo	refus	passant	refus	passant	refus	passant	refus	passant	refus	passant
>200µ	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0
>180µ	0,0	100,0	0,2	99,8	0,1	99,9	0,0	100,0	0,0	100,0
>160µ	0,0	100,0	1,2	98,6	1,0	98,9	13,7	86,3	2,0	98,1
>150µ	0,0	100,0	0,7	97,9	0,6	98,3	32,0	54,3	15,4	82,6
>140µ	13,1	86,9	3,6	94,4	4,7	93,6	24,4	29,9	5,8	76,9
>125µ	12,1	74,8	4,1	90,3	0,5	93,1	2,0	28,0	21,5	55,4
>100µ	31,3	43,5	20,4	70,0	16,6	76,5	1,2	26,8	25,0	30,4
>90µ	15,4	28,2	8,3	61,7	10,7	65,8	7,9	18,9	13,7	16,8
>75µ	12,1	16,1	13,6	48,0	33,4	32,4	6,6	12,3	4,8	12,0
>50µ	12,8	3,2	18,4	29,6	10,9	21,5	3,2	9,2	2,5	9,5

Ce tableau présente des valeurs données avant l'utilisation d'un mouilleur pendant le circuit mouture BUF, les valeurs de la mesure de la viscosité et la granulométrie de la farine de caroube en fonction de temps.

❖ Analyse Physico-chimique des Paramètres :

➤ Granulométrie :

D'après les valeurs des données de tableau obtenu lors de la mesure de la granulométrie et de la viscosité on obtient la courbe qui est représentée par le graphe suivant :



Le graphe représentant le % de passant (>100µ) et la mesure de la viscosité en fonction de temps

◆ Observation :

Ce graphe représente le % de passant de granulométrie, dans le tamis du diamètre de (>100µ) et la valeur de la viscosité en (cps) en fonction de temps des échantillons obtenu à la sortie de circuit BUF sans mouilleur.

D'après ce graphe, on remarque que l'allure de courbe à (>100µ) se différencie d'un échantillon à un autre en fonction de temps. Cette différence est due probablement à la différence de compositions des tailles des graines de la farine.

On remarque qu'une période de **10 min** d'écrasement en bluterie est suffisante pour avoir un passant de 43,5%, et une la viscosité égale à 2800 (cps)

Après **30 min** de début de test, on obtient une augmentation de % passent dans le tamis de diamètre (>100µ), par contre on remarque une faible augmentation de la valeur de la viscosité pour atteindre une valeur de 2850 cps.

Après l'écoulement de 20 min à un temps de **50 min** de début de test, on observe une faible augmentation de % de passant, et une faible augmentation de la viscosité. Cette dernière reste constante au temps 70 min même s'il ya une augmentation de % de passant.

➤ Humidité :

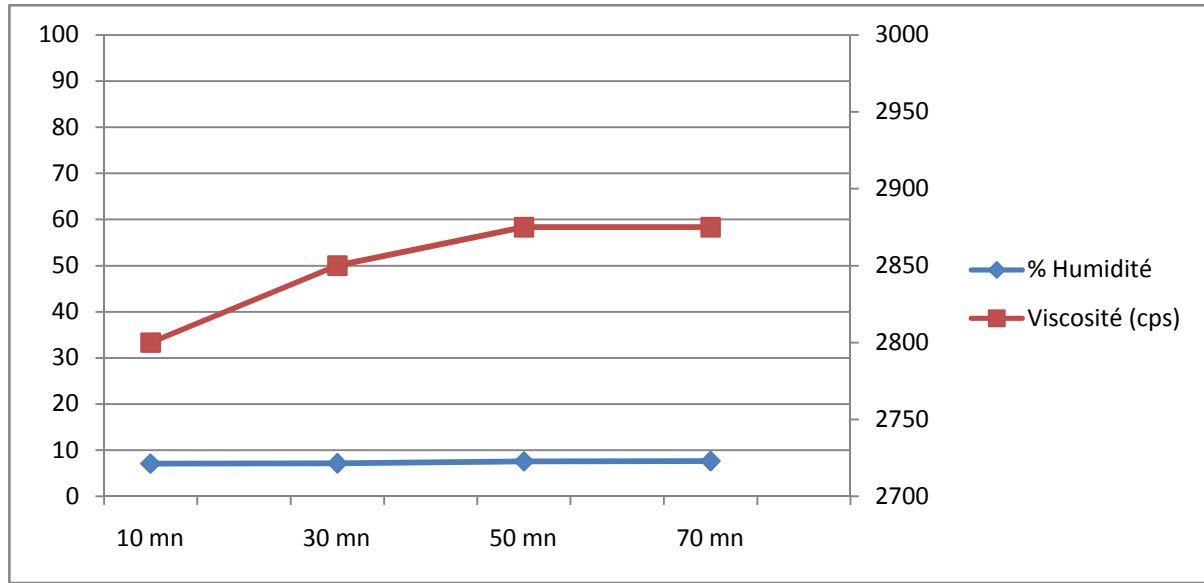


Figure : Le graphe représente le % de l'humidité et la mesure de la viscosité en fonction de temps

◆ Observation :

Ce graphe représente le % de l'humidité mesurée automatiquement par un dessiccateur électrique, et la mesure de la viscosité en (cps) en fonction de temps par l'échantillon obtenu à la sortie de circuit BUF sans mouilleur.

La valeur de % d'humidité pour tous les échantillons à la sortie de circuit BUF sans la présence de mouillage, reste comprise d'une valeur de 7% , d'un échantillons a un autre au fil de temps, on remarque que une légère augmentation de l'humidité, ce qui est observé sur le graphe dans les temps :

- Pour 10 min : la valeur de % de l'humidité est **7,11%**,
- Pour 70 min : la valeur de % de l'humidité est **7,61%**.

	10 mn	30 mn	50 mn	70 mn
Humidité(%)	7,11	7,13	7,59	7,61

2) Test avec Mouilleur :

◆ Résultat :

	Entrée BUF avec mouilleur				Sortie BUF avec mouilleur			
	10 mm	30 mm	50 mm	70 mm	10 mm	30 mm	50 mm	70 mm
Viscosité en(cps)	2875	2750	2700	2825	2800	2875	2900	3000
%Humidité	11,63	11,23	11,49	11,54	6,16	7,08	7,93	8,3
PN	36	38	34	38	32	36	40	38
%Granulométrie	refus passant	refus passant	refus passant	refus passant	refus passant	refus passant	refus passant	refus passant
>200µ	0,0 100,0	0,0 100,0	0,0 100,0	0,0 100,0	0,0 100,0	0,0 100,0	0,0 100,0	0,0 100,0
>180µ	0,0 100,0	0,1 99,9	0,5 99,5	0,0 100,0	0,0 100,0	0,0 100,0	0,2 99,9	0,0 100,0
>160µ	0,2 99,8	0,3 99,6	1,3 98,3	0,3 99,7	2,8 97,3	2,4 97,6	1,8 98,0	2,1 97,9
>150µ	0,1 99,7	0,5 99,1	0,6 97,6	0,1 99,5	3,9 93,4	3,8 93,9	0,5 97,6	1,0 96,8
>140µ	0,7 99,0	1,6 97,5	4,4 93,3	1,9 97,7	16,6 76,7	13,3 80,6	14,5 83,1	12,5 84,3
>125µ	1,8 97,2	3,4 94,1	6,7 86,6	4,9 92,8	10,4 66,3	12,8 67,8	10,1 73,0	10,6 73,8
>100µ	8,3 88,9	9,1 85,0	19,4 67,2	13,6 79,2	28,4 37,9	21,5 46,3	36,8 36,2	18,4 55,4
>90µ	4,8 84,2	10,1 75,0	9,6 57,7	11,5 67,7	7,7 30,2	9,8 36,5	9,2 27,0	9,0 46,4
>75µ	11,7 72,5	10,6 64,3	11,3 46,4	11,9 55,7	6,1 24,1	7,2 29,3	6,1 20,9	5,5 40,9
>50µ	22,8 49,7	17,5 46,9	18,2 28,1	20,8 34,9	9,1 15,1	7,8 21,4	8,7 12,2	10,4 30,5

Ce tableau présente des valeurs données après l'utilisation d'un mouilleur pendant le circuit mouture BUF, les valeurs de la mesure de la viscosité et la granulométrie de la farine de caroube en fonction de temps.

❖ Analyse Physico-chimique des Paramètres :

➤ **Granulométrie :**

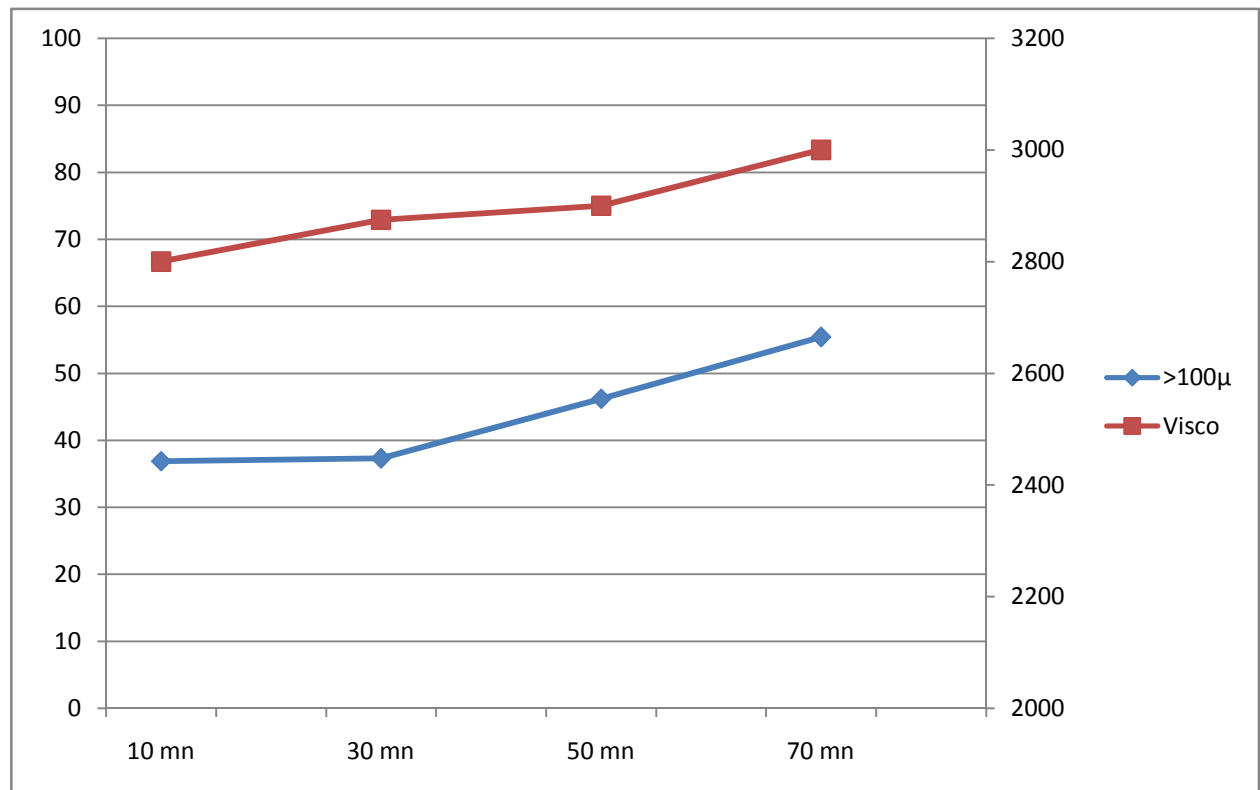


Figure : Le graphe représentant le % de passant et la mesure de la viscosité en fonction de temps

◆ Observation :

On observe d'après la courbe une augmentation de **% de passant**. Ce qui entraîne une augmentation de la viscosité entre l'échantillon prélevé à 10 min et l'autre prélevé en **30 min**. Ensuite, on note une dégradation de **% de passant** par l'échantillon prélevé à **50 min** par conséquent la viscosité diminue.

Après **70 min** de début de ce test, le **% de passant de diamètre de (>100μ)** augmente pour atteindre une valeur de **79,2%**, ceci montre l'efficacité de la micronisation sur la farine pendant une longue période.

On peut conclure pour la viscosité augmente en fonction de temps de micronisation de la farine

➤ Humidité :

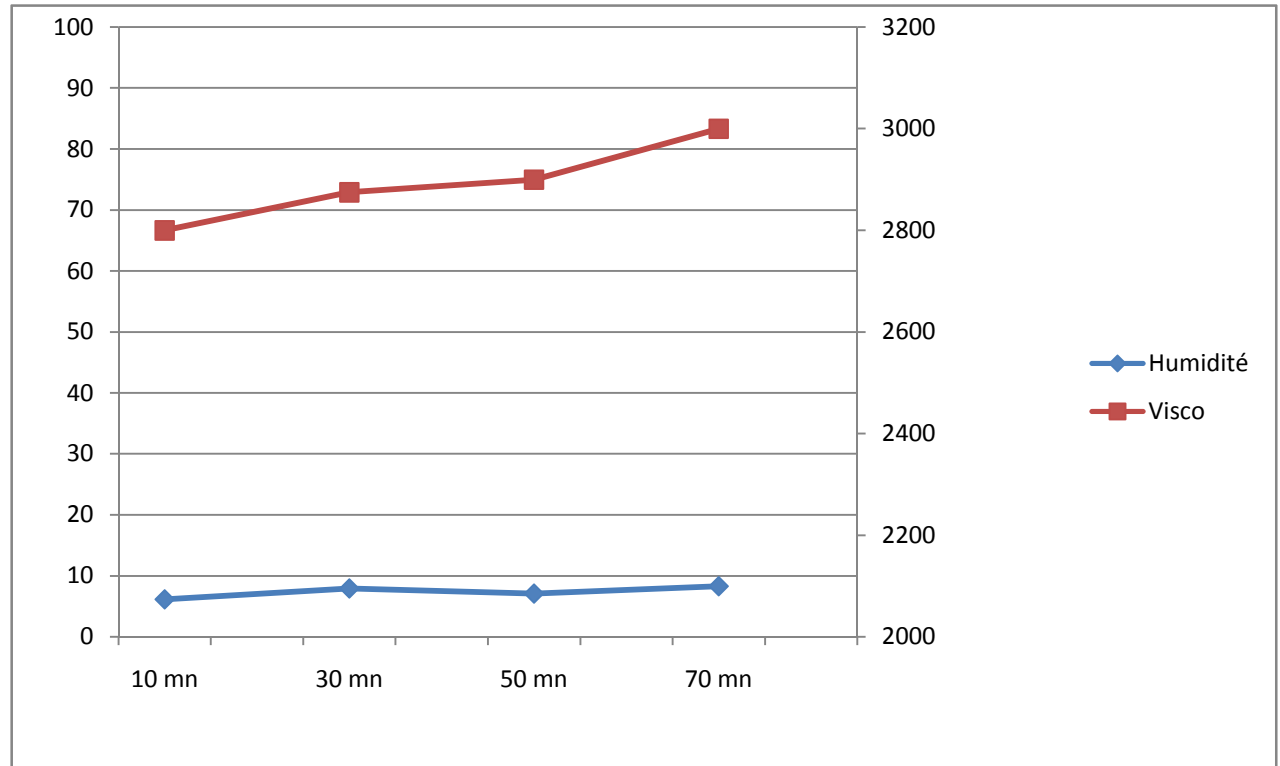


Figure : Le graphe représentant le % de l'humidité et la mesure de la viscosité en fonction de temps

◆ Observation :

On observe selon l'allure des courbes ci-dessus que le % de l'humidité connaît une progression successive par tous les échantillons au fil de temps.

Pour le prélèvement après **10min** de début de test, on remarque un % de l'humidité très faible d'une valeur de **6,16%**, ainsi qu'une faible valeur de la viscosité de **2800 (cps)**,

Pour chaque prélèvement au cours de temps, on observe que l'allure des deux courbes augmente parallèlement, jusqu'à une valeur de **8,3%** de l'humidité et **3000 (cps)** pour la viscosité. Après l'écoulement de **70min** d'après le début de test de BUF avec mouilleur.

Comparaison des différents paramètres qui influencent la viscosité :

➤ Granulométrie :

On procède à une comparaison de % de passant ayant un diamètre de (**>100μ**) dans les deux tests effectués. On remarque qu'avant l'entrée au circuit mouture de BUF, que le % de passant était très élevé, puisque les échantillons, n'ont pas subis une micronisation.

Par contre, après l'entrée dans le circuit mouture, le % de passant est très bas, ce qui est justifié par les valeurs obtenue à la sortie de circuit BUF pour les deux tests réalisés.

On constate que le circuit BUF, qui se compose par la bluterie et l'ultra fine, joue un rôle très important sur les paramètres de granulométries, et influe d'une manière indirecte, sur l'évolution de la viscosité.

La différence des valeurs de % de passant obtenu dans les deux tests effectués est due à la forme des particules des farines de caroube.

La farine utiliser pour le test sans mouilleur, possède des particules fines, par rapport aux deuxièmes tests avec l'ajout de l'eau, la farine adsorbe l'eau et donc ses particules se condensent et deviennent épaisse.

➤ **Humidité :**

Le rôle primordial que joue la mesure de l'humidité est la détermination de la teneur en eau qui se trouve dans la farine de caroube.

D'autre part le paramètre de l'humidité a une influence d'une manière directe sur l'évolution de la viscosité pendant le circuit mouture BUF. Les valeurs obtenues de % de l'humidité définissent le rendement de produit finis, et permettent pour les responsables de prendre les mesures nécessaires pour minimiser les pertes de l'eau et donc jouer sur le facteur de rendement en ajoutant l'eau, ainsi sur la qualité de la farine de caroube par satisfaire le client.

En ce qui concerne les deux tests effectuées on remarque pour les deux échantillons prisent avant l'entrée dans circuit mouture BUF, que le % de humidité a était tres élevées, surtout pour le test réalisé après l'utilisation de mouilleur, ce qui explique les valeurs élevées de la viscosité. Par contre les valeurs obtenues pour des prélèvements après la sortie de circuit BUF sont faibles.

3) Conclusion :

Dans mon travail les échantillons analysés regroupent des résultats qui montrent l'influence directe des différents paramètres sur la variation de la viscosité pendant le circuit mouture de BUF au cours de temps.

L'impacte de circuit mouture BUF sur les différents paramètres qui sont la granulométrie et l'humidité, se traduit par l'évolution de la viscosité, le produit subit une augmentation élevée de la température durant la micronisation, ce qui baisse l'humidité, considéré comme le facteur principal qui influence le rendement, et donc ce dernier s'affaiblit.

La dégradation de l'humidité entraîne une diminution de la granulométrie, ce qui influence négativement la qualité de produit fini, par conséquent la viscosité se baisse.

Et pour résoudre ce problème, on procède à l'ajout de l'eau comme une solution finale de l'optimisation de rendement et de la qualité de la farine de caroube, en prenant en considération les valeurs nécessaires pour chaque type de qualité de produit fini voulu.

CONCLUSION

Ce rapport présente mon travail de projet de fin d'études effectué au sein de laboratoire de la société bio-industries (SBI). Il s'agit de l'étude des paramètres physico-chimiques qui influencent la viscosité pendant le circuit mouture, de thème m'a permis de mieux maîtriser et valoriser l'opération de mouture.

Nous avons pu suivre, les différents processus de production de la farine de caroube qui sont :

- Concassage,
- Traitement Chimique,
- Broyage,
- Mouture.

Ensuite , nous avons effectué des analyses physico-chimiques sur la farine de caroube après tapissage a différents diamètres, nous avons déterminé l'effet des paramètres qui sont la granulométrie, l'humidité, qui jouent un rôle direct dans l'influence de la viscosité.

Le sujet est très intéressants pour s'assurer une bonne marche de circuit mouture BUF, on peut conclure qu'afin d'obtenir une rentabilité importante, on doit optimiser l'effet de température, et donc on optimise les différents paramètres qui influence la viscosité, ce qui améliore le rendement et la qualité de produit fins.

Ce stage était une grande opportunité de développer mes connaissance sur la pratique ainsi que théorique, surtout avec l'hospitalité de personnel et de leurs expérience qui est riche, d'autre part, il m'a permis de compléter ma formation et confronter mes connaissances acquises pendant la formation à la vie professionnelle, et aussi de percevoir l'importance des techniques de Génie Chimique et leurs rôles.