



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

BIODIVERSITE DE LA GRAINE DU CAROUBE

Présenté par :

◆ Khadija ABOULFATH

Encadré par :

◆ Mme Leila SABLAOU (SBI)
◆ Pr Jamal ASSOUIK (FST)

Soutenu Le 13 Juin 2011 devant le jury composé de:

- Pr : J. ASSOUIK
- Pr : F. KHALIL
- Pr : J. HAZM

Stage effectué à SBI

Année Universitaire 2010 / 2011

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mes parents

Qui m'ont donné beaucoup de soutien et d'encouragement, symbolisant pour moi le sacrifice et la source d'où naît la lumière qui éclaire ma vie, et pour qui, aucune dédicace n'exprimera la profondeur de mon amour.

A mon mari

Ma profonde reconnaissance à mon cher époux pour son soutien sans faille, sa grande indulgence, ainsi que pour m'avoir dirigé vers le chemin de succès par sa compréhension et ses conseils. Veuillez trouvé dans ce travail, l'expression de mes profondes reconnaissances et mes grandes estimés.

A ma petite fille, mes frères et sœurs pour leur véritable et sincère amour

Je vous souhaite, une vie pleine de succès avec beaucoup de bonheur.

Aussi

A tous mes amis et collègues, pour les moments forts et agréables que nous avons passé ensemble et à tous ceux qui m'aiment et me souhaitent le bonheur, et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et à l'élaboration de ce rapport.

Remerciements

Premièrement, je tiens à remercier Mr Azzedine LAZRAK, le Directeur Général de la société Systems Bio-industries Maroc.

C'est pour moi un plaisir d'adresser mes vives remerciements à tous mes professeurs en général et en particulier à mon encadrant Mr Jamal ASSOUIK, pour son soutien permanent, sa présence et les remarques précieuses qu'il m'a fait et qui ont été d'une importance incontestable.

Mes remerciements s'adressent également à mon encadrant Mme. Laila SABLAOU, Responsable de Service Qualité pour son aide durant cette période de stage, ainsi qu'à Mme Amina ALMOU, Responsable des Ressources Humaines.

Mes remerciements vont aussi à tous le personnel du laboratoire : Mr. Abderrazek AKAABOUNE et Mr. Jilali ZAFZOUF, qui ont fait de leur mieux pour nous faire profiter de leur savoir faire et leur expérience.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué au bon déroulement de ce stage dans les meilleures conditions.

Sommaire

Introduction.....
...5

PARTIE I : PRÉSENTATION DU SITE DE STAGE

I – Présentation de la société SBI
Maroc.....7

1 – Organigramme de l'entreprise SBI
Maroc.....7

2 – Données de la
société.....7

3– Présentations des activités de l'entreprise
.....8

4 -Les différentes étapes de fabrication de farine de graine
de la
caroube8

4-1 Réception de la
MP.....8

4-2 Traitement Chimique :
.....8

4-3		Section
Broyage.....	9	
4-4		Section
monture.....	9	
5-	Aperçu sur la	
SBI.....	11	
6	- Description du laboratoire d'Analyse Physico-chimique.....	11

PARTIE II REVUE BIBLIOGRAPHIQUE CONCERNANT LA CAROUBE

I		-
Introduction	13	
II-Situation	du caroubier	au
Maroc.....	13	
III-		La
Caroube.....	13	
1-	Propriété de la Caroube	et
utilisations.....	14	
1-1	La poudre	de
caroube.....	14	
1-2La	gomme	de
caroube.....	15	
1-3	Composition de	la
Caroube	15	
1-4		
Endosperme.....	15	
1-3-2		
Cotylédon.....	15	
1-3-3		Tégument
.....	15	
IV-	La gomme	de
caroube	16	

1-
Généralités16

2- Unité
structurale.....16

PARTIE III : MATÉRIELS ET MÉTHODES.

I –Détermination du pourcentage des composants de la graine de la caroube
de différents régions 19

1- Détermination de pourcentage d’humidité des composantes de
la graine
....19

1-1
Principe19

1-2
Appareillage.....19

1-3 Mode
opérateur.....19

2- Détermination des pourcentages d’humidité de la
graine.....19

2-1
Principe.....19

2-2
Appareillage.....20

2-3 Mode
opérateur.....20

3–extraction de galactomannane
.....20

3-1
Principe.....20

3-2
Appareillage.....20

3-3	Mode
opérateur.....	20

PARTIE IV : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS :

I - Etude des constituants de la graine.....	22
--	----

1- mases.....	22
---------------	----

2- L'humidité.....	25
--------------------	----

3- sec.....	28
-------------	----

I - Conclusion.....	
---------------------	--

Introduction

Le caroubier (*Ceratonia siliqua*) est un arbre typiquement méditerranéen, de la famille des légumineuses et de la sous famille des césalpinées originaire de Syrie. Son fruit est la caroube en aspect d'haricot brune luisant foncé à maturité.

L'industrie de la caroube peut donner plusieurs produits : essentiellement la poudre de caroube issue de la mouture de la pulpe des gousses, semblable en aspect, au cacao, et la farine de caroube extraite des graines contenues dans les gousses.

Vu son importance dans l'industrie alimentaire, ses propriétés stabilisantes et liantes, la production de la gomme de caroube est développée sensiblement dans plusieurs pays du nord d'Afrique y compris le Maroc.

La transformation industrielle des graines en farine au moyen de méthodes physico-chimiques, permet de séparer les différents composants de ces graines. Elle débute par l'élimination chimique de la crotte, suivie de la séparation du germe et de split, et elle se termine par la fabrication de la farine.

Ce stage a pour but d'étudier la biodiversité de la caroube en calculant le pourcentage des composantes de la graine de quelques régions situées au Nord, Sud et Est du MAROC et en cherchant le pourcentage de la gomme précipitable dans l'alcool par l'intermédiaire de l'extraction de la galactomannane.

Ce rapport est réparti en quatre parties qui sont :

La première partie est consacrée à la présentation de la société SBI Maroc (site Fès) et à la description de ses différentes activités.

Dans la deuxième partie, nous avons fait un rappel général sur la composition de la caroube, ses propriétés et ses principales utilisations.

Dans la troisième partie, nous allons effectuer une description du matériel utilisé, les méthodes chimiques et les modes opératoires qui nous ont permis de réaliser cette étude.

Quant à la quatrième et la dernière partie, elles contiennent les résultats expérimentaux obtenus à l'issue de cette étude ainsi qu'une discussion et d'une analyse semi-statistique des divers résultats obtenus.

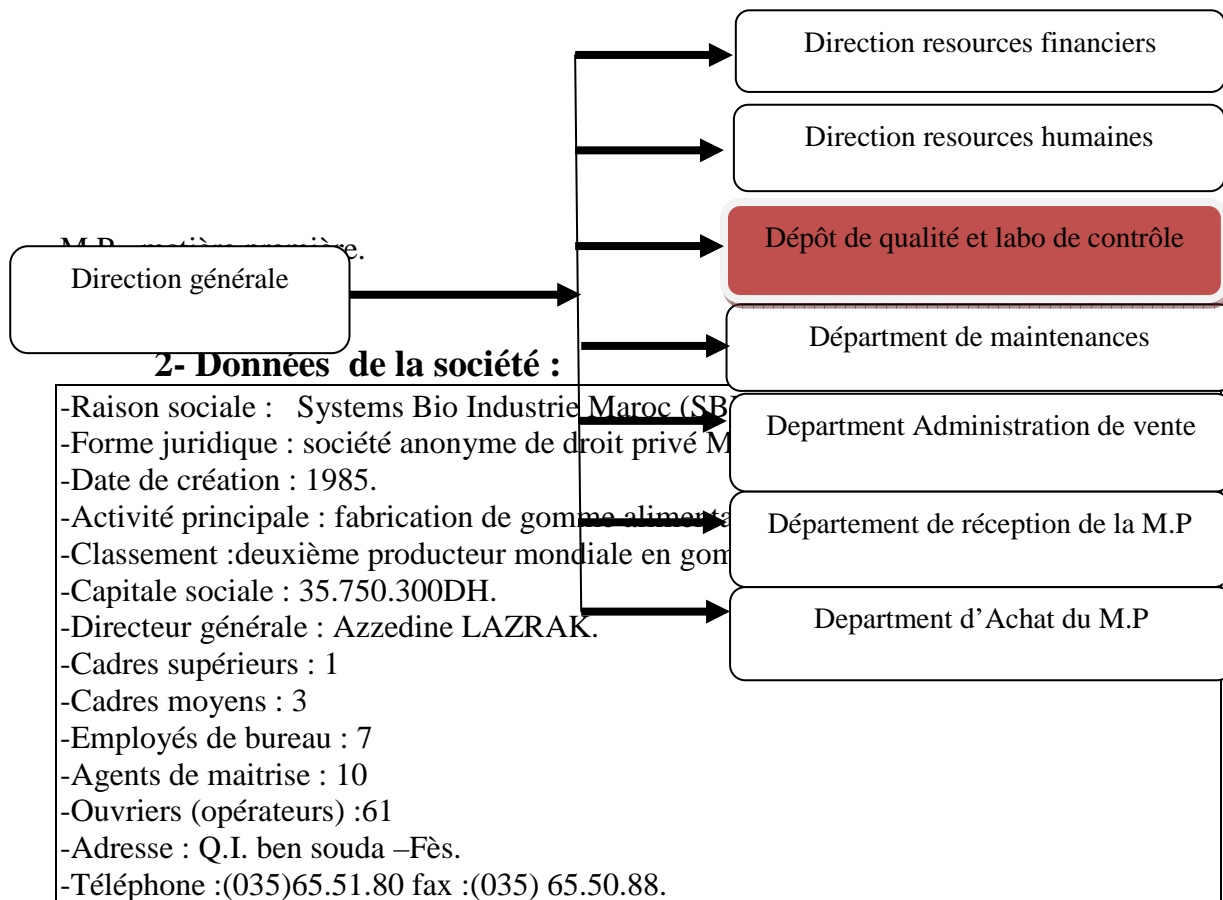
PARTIE I :

PRESENTATION DU SITE DU STAGE

I-Présentation de la société SBI Maroc :

1-organigramme de l'entreprise SBI Maroc (site Fès) :

La répartition du personnel de la SBI est représenté sur l'organigramme suivant :



3-Présentation des activités de l'entreprise :

Systems bio industrie (SBI) Maroc est une filiale de groupe CARGILL, groupe spécialisé dans le domaine agroalimentaire, elle a été créée en 1985 et est constituée de deux unités :

- Unité 1 : unité de concassage qui a pour activité la réception de la matière première sous forme de gousse, la séparation graine - pulpe, le triage des graines en différents calibres et la livraison de la gomme à l'unité 2.

- Unité 2 : unité de production de gomme alimentaire (farine de la caroube). La totalité de sa production est orientée vers l'export.

4 -Les différentes étapes de fabrications de farine de graine de caroube :

SBI Maroc est une entreprise qui fabrique la farine de caroube après transformation de la matière première. Cette fabrication passe par plusieurs étapes qui sont :

4-1 Réception de la matière première et concassage :

La société reçoit la matière première (les gousses ou parfois des graines brutes) de différentes régions nationales ou étrangères.

Les gousses reçues passent par des broyeurs puis des séparateurs afin de séparer la pulpe des graines, ensuite, les graines sont récupérées dans des cyclones de stockage.

4-2 Traitement chimique :

Le traitement chimique joue un rôle très important au niveau de cette fabrication. Il consiste au décorticage chimique des graines en passant par quatre étapes :

- ✓ Nettoyage : élimination des impuretés associées à la graine.
- ✓ Traitement chimique : enlèvement de la peau de graine par action de l'acide.
- ✓ Lavage : élimination des traces d'acide et de la peau.
- ✓ Séchage : afin de faciliter leur broyage.

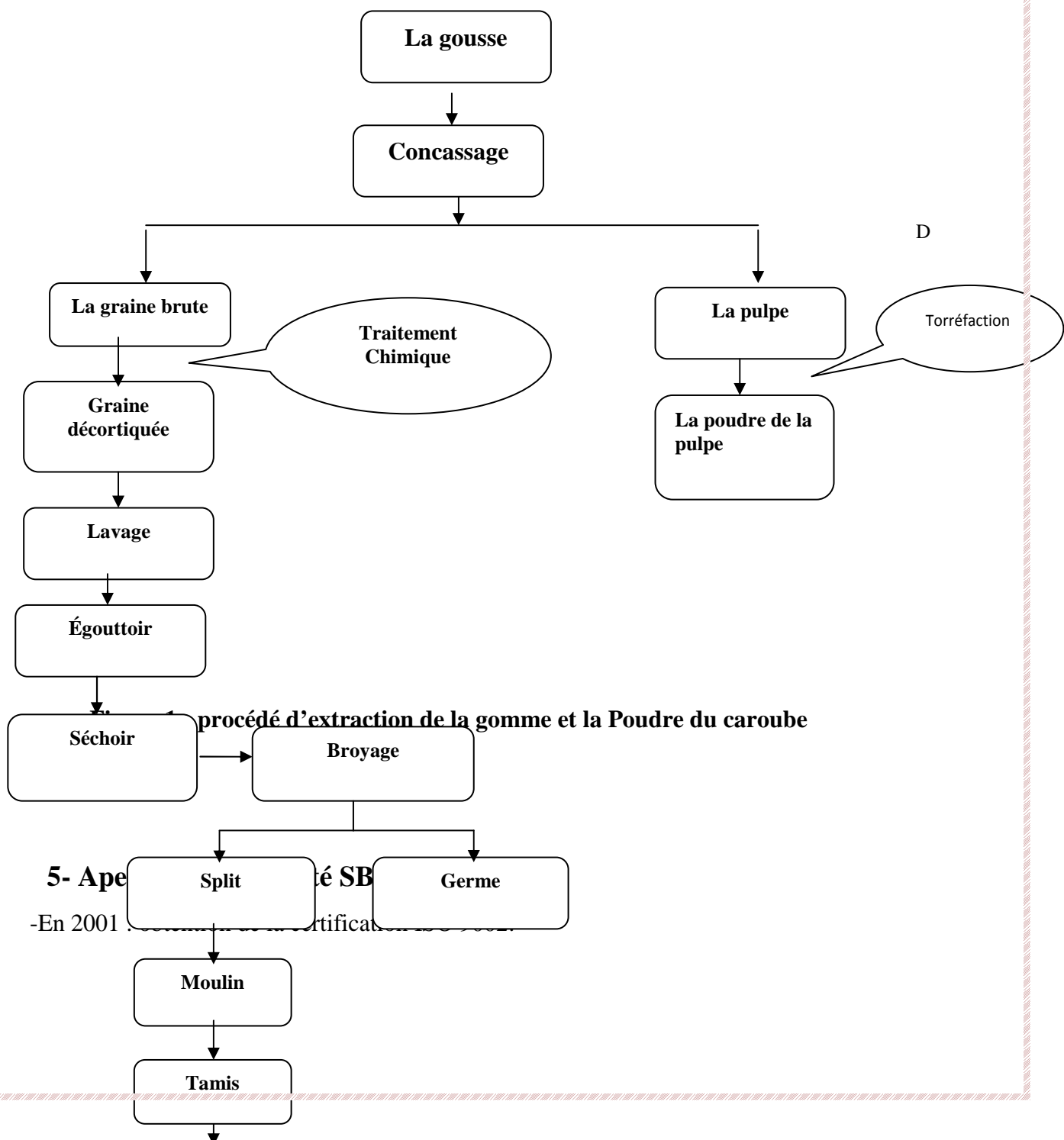
4-3 -Broyage :

Cette étape concerne la dégermination des graines lavées et séchées, dans des broyeurs successifs pour séparer le split du germe au niveau des tamis, puis on le fait passer sur une trieuse optoélectronique.

4-4-Mouture :

Les splits sont moulus pour obtenir la farine de graines de caroube (= la gomme alimentaire)

Le procédé d'extraction de la gomme et la poudre de la caroube se font par le schéma suivant :



- En 2003 : évolution la certification iso 9001 version 2008 « système de management de la qualité ».

-En 2006 : son acquisition par le géant américain CARGILL.

-En 2007 : obtention d'une deuxième certification ISO 22000 version2005 « système de management de sécurité des denrées alimentaires ».

6-Description du laboratoire d'analyse physico-chimique et bactériologique:

J'ai effectué ce stage au laboratoire d'analyse physico-chimique et bactériologique, qui permet de contrôler la qualité du produit semi-ouvert et produit fini.

Ce laboratoire est dirigé par SBI et il est constitué du matériel nécessaire pour amener une étude sur la composition de la caroube.

La partie 2 :

Revue bibliographique concernant la caroube

I - Introduction

Le caroubier est un arbre toujours vert, à feuillage abondant, persistant et très dense. Il peut atteindre dans des conditions propices une hauteur de 7 à 10 m et même 15 à 20 m en orient et une circonférence à la base du tronc de 2 à 3 m. C'est un arbre xérophytique, pérenne, sa longévité est considérable, jusqu'à 200 ans.

Famille : Légumineuse (sous famille des césalpiniacées, arbre de Judée, caroubier, cassia, chicot, févier).

Origine : Arabie saoudite, somalie, Asie, aujourd'hui répond dans tout de la méditerranée. Il est cultivé principalement en Sicile et en Espagne.

Ecorce : Brune, rugueuse, son bois dur et rougeâtre est très apprécié en ébénisterie.



Figure 2: **Arbre de caroube.**

II-situation du caroubier au Maroc :

Au Maroc, le caroubier occupe une superficie de 30000 ha .Il est localisé dans les plaines et les moyennes montagnes du rif, du moyen atlas, du haut atlas et de l'Anti-Atlas et sous des bioclimats de type humide, subhumide, semi aride et aride côtier à variantes chaud et tempérée.

III-la caroube:

Les caroubes sont des gousses, qui sont caractérisés par 10 à 30 cm de longueur sur 1 ,5 à 3 cm de largeur, et sont pendante



.D'abord vertes, elles deviennent brun foncé à maturité.

Figure 3 : **fruits du caroubier (caroube)**

Chaque caroube pèse une quinzaine de gramme et contient :

La pulpe charnue constituée de 40 % de sucre, 35 % d'amidon ,7 % de protéine, et dans des proportions plus faibles, des graisses, du tanin et sels minéraux.

10à15 graines : Les graines du caroubier dures sont assez régulière pour avoir longtemps servi comme unité de poids.



Figure 4 : les pulpes et les grains des caroubes

-1- propriété de la c:

On tire du caroubier deux produits très différents utilisés abondamment par l'industrie alimentaire :

1-1 La poudre de caroube :

Elle 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 sa saveur. Elle est utilisée comme un substitut au cacao, la fabrication du chocolat.....etc.

1-2 La gomme de caroube :

Elle est extraite à partir de l'endosperme de la graine de caroube, extrêmement employée dans la fabrication des glaces, dont elle améliore la texture, la tenue dans le temps et la température, la tenue à l'acidité tout en réduisant les effets de cristallisation de l'eau.



Figure 5 : la poudre de la pulpe.



Figure 6 : la gomme de caroube.

1-3 composition de la graine de caroube :

La graine est composée de trois éléments différents :

1-3-1 L'endosperme.

1-3-2Le cotylédon.

1-3-3Le tégument.

L'endosperme: Il s'appelle aussi split, c'est le tissu de réserve de la graine et c'est, du point de vue économique la partie la plus importante du fruit.



Figure 7 : L'endosperme des graines

Le cotylédon : Il s'appelle germe de la graine dans laquelle réside le pouvoir germinatif, la farine de germe contient un contenu protéique important proche de 50 % et de petite quantité de phosphore de potassium et de quelque vitamine (B1, B2, D.) Les germes de caroube conviennent à tous les types de bétail, à en a employées jusqu'à 20% dans les aliments pour volaille et comme meilleures protéines végétales naturelles.



Figure 8 : Le germe des graines

Le tégument: c'est la peau et il collecte avec le déchet solide

raitement chimique



Figure 9 : Le tégument des graines

IV- la gomme de caroube :

1- généralité :

La gomme de caroube est extrait à partir de l'endosperme de la graine de caroube .Elle forme une réserve de nourriture pour les graines et aide à maintenir l'eau dans des conditions aride.

2- unité structurale :

La gomme de caroube est un galactomannane qui se compose d'une chaîne (1-4) de β -D-mannopyranose avec des points de branchement dans les positions 6 avec α -D-galactopyranose.il y a environ 4 résidus de mannose pour chaque résidu de galactose.

La partie 3 :

Méthodes et matériels

L'étude morphologique est effectuée sur vingt –un échantillons de gousse de caroube provenant de différentes régions, qui sont caractérisées par des conditions topographiques et climatiques représentant la distribution de cette espèce au Maroc.

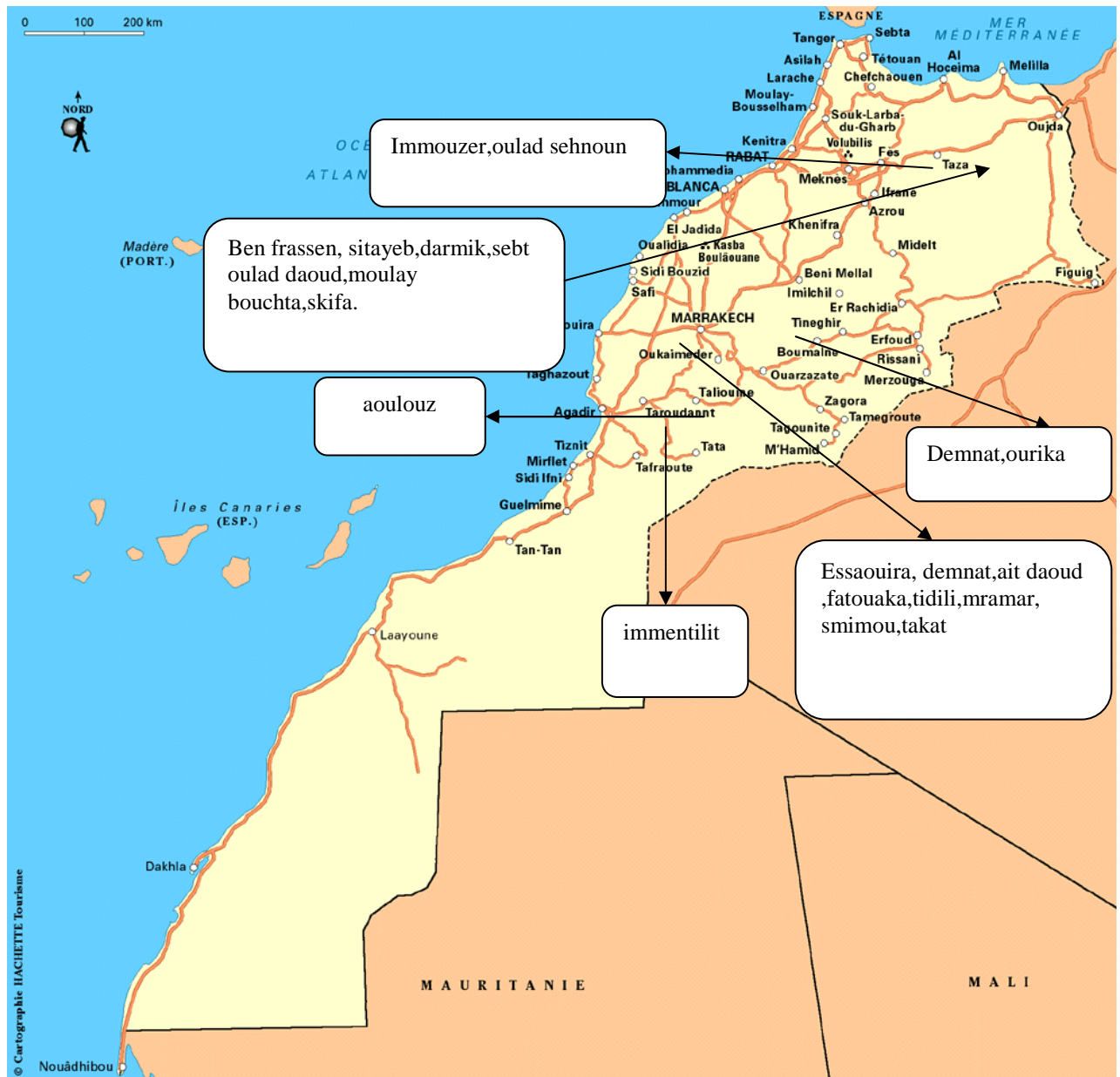


Figure 10 : Localisations des régions de caroube analysée

I- Détermination du pourcentage des composantes de la graine de différentes régions :

1- Détermination des pourcentages d'humidité des composantes de la graine :

1-1Principe :

Cette méthode consiste à laisser gonfler les graines pendant 10 à 15 min dans l'eau bouillante. Ensuite, il y a séparation des constituants de la graine (split, germe, peau).

1-2 -Appareillage :

- ❖ Bécher
- ❖ Plaque chauffante
- ❖ Balance analytique
- ❖ Capsule
- ❖ Etuve

1-3-Mode opératoire :

- ✓ Prise d'essai de 10 g de graines.
- ✓ Mise dans un bécher contenant l'eau bouillante. On laisse gonfler les graines pendant 10 à 15 min. Après, on fait la séparation des constituants (split, germe, crotte) avec triage manuel.
- ✓ On pèse la masse de chaque composante (msp, mg, mc).
- ✓ séchage de chaque composante dans l'étuve à 105°C, à un temps de 4h, jusqu'à stabilisation de la masse. Après le séchage on pèse les masses et on calcule les taux d'humidités suivant les résultats obtenus à partir de la formule :
- ✓ $T\% = (M_h - M_s / M_h) * 100$

M_h : La masse de composante humide.

M_s : La masse de composante sèche.

T% : le taux d'humidité.

2- Détermination du pourcentage de l'humidité de la graine :

2-1 principes :

On calcule le taux d'humidité des graines pour déterminer l'extrait sec des composantes.

2-2- appareillage :

- capsule
- balance analytique
- spatule
- étuve

2-3 Mode opératoire :

On pèse 10g = M_h. on met dans l'étuve à un temps de 4h jusqu'à la stabilisation du poids.

Après on pèse la masse sèche, on effectue cette opération pour 21 régions on calcule l'extrait sec.

Les résultats voir tableaux.

3- extraction de galactomannane:

3-1 Principe :

La gomme de caroube est une galactomannane qui, doit être soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool, c'est pour cela on peut calculer le pourcentage de galactomannane qui est précipité dans l'isopropylique de différentes régions se situent au Maroc.

3-2Appareillage :

- Bêchers
- Bain marie.
- Etuve.
- Capsule.
- Spatule.
- Papier filtre.

3-3Mode d'opérateur :

- on mit dans un bécher de 250 ml, 80ml de l'eau distillé.
- On pèse 1g de split, puis on note le poids (de bécher+échantillon) PE=
- On met le bécher au bain marie pendant 6H, après on pèse le bécher et on réajuste le poids, on l'agite pendant une heure jusqu'à solubilisation totale de l'échantillon. Dans un bécher de 600 ml, on verse 200ml d'alcool isopropylique +la solution.
- On observe la coagulation de galactomannane, on filtre, et on met le filtrat dans une capsule, on note le poids (PO=) après on mit le coagulum à sécher dans l'étuve, ensuite on le pèse on note (PI=)
- Les résultats obtiennent de différentes régions, ils permettent de calculer les pourcentages de galactomannane présidiale dans l'alcool suivant la formule :

$$\%GPA = (PI / PE) * 100$$

%GPA : le pourcentage de la gomme précipitable dans l'alcool.

PE : le poids d'échantillon

PI : le poids de filtrat après le

séchage.

Partie 4:

Résultats et discussion

I-Etude des constituants des graines :

1- Les masses

Immouzar	10,7	2,9	3,5	5,2	2,1	2,5
	7,2	2,5	3,3	4,2	1,6	1,7
	7,9	2,7	4,0	4,4	1,7	1,7

Régions	poids humide			poids sécher		
	split	germe	Peau	split	germe	peau
Ben frassen	8,0	2,9	3,9	4,7	1,9	2,7
	7,3	2,6	4,3	4,4	1,9	2,6
	7,9	2,9	4,6	4,7	2,0	2,1
	7,7	2,8	4,8	4,6	2,0	2,0
	8,4	3,0	4,4	4,6	1,9	2,0
Si tayeb	7,3	2,5	3,0	4,2	1,6	1,5
	7,2	2,6	3,3	4,4	1,9	1,5
	9,0	3,1	3,9	5,0	1,9	1,7
	7,5	2,6	3,3	4,4	1,7	1,5
	8,2	2,9	3,6	5,5	2,6	1,9
Dar mik	10,1	3,0	3,4	4,8	2,3	2,6
	8,2	2,9	3,5	5,1	2,1	1,9
	7,9	2,8	3,6	4,8	1,9	1,8
	8,8	3,2	4,0	5,2	2,1	1,9
	9,5	3,0	3,6	5,0	1,9	1,7
Sebt oulad Daoud	8,2	2,7	3,3	4,6	1,8	1,7
	7,2	2,5	2,4	4,8	1,9	1,9
	9,9	3,1	4,1	4,9	1,9	1,8
	7,4	2,6	3,3	4,7	1,7	1,8
	7,8	2,8	3,2	4,8	1,7	1,6
Moulay bouchta	9,6	2,8	2,8	5,6	1,9	1,5
	9,3	2,9	2,9	5,5	2,0	1,5
	8,5	2,6	2,8	5,1	1,8	1,5
	9,4	2,8	3,0	5,5	1,6	1,5
	10,0	3,0	3,0	5,4	1,9	1,5
skifa (nc)	9,4	2,8	3,4	5,5	1,9	1,7
	7,3	2,3	2,9	4,8	1,6	1,7
	8,9	2,6	3,1	5,3	1,8	1,7
	7,2	2,3	2,9	4,7	1,7	1,6
	10,8	3,3	3,8	6,1	2,2	2,0
skifa (dc)	8,6	3,0	3,9	5,4	1,9	1,9
	7,2	2,4	3,0	4,7	1,8	1,7
	7,7	2,6	3,3	4,8	1,7	1,6
	8,0	2,7	3,5	4,8	1,9	1,7
	8,6	2,9	3,6	5,1	2,5	1,9

	8,6	2,8	3,5	4,9	1,9	1,8
	6,1	1,8	2,4	3,8	1,4	1,5
Ouled sehnou	8,2	2,6	3,5	5,0	1,9	1,8
	8,2	3,0	3,9	5,1	1,9	1,9
	9,5	3,0	3,9	4,9	1,9	1,7
	8,7	2,8	4,0	5,2	1,9	1,8
	8,9	2,8	3,7	4,9	1,8	1,7
	7,7	2,3	3,0	4,3	1,5	1,5
Aoulouz	8,8	2,7	3,5	5,1	1,8	1,8
	9,0	2,6	3,4	4,7	1,6	1,5
	7,7	2,4	3,2	4,4	1,5	1,4
	8,0	2,5	3,1	4,5	1,8	1,6
	13,3	3,3	3,3	5,7	1,8	1,5
Essaouira	8,7	2,8	2,8	5,2	1,2	1,6
	9,5	2,9	2,7	5,3	1,9	1,5
	7,2	2,6	2,5	4,6	1,7	1,3
	9,8	3,3	3,0	5,1	1,9	1,4
	8,1	2,5	3,0	5,0	1,7	1,6
Demnate gh	10,7	3,2	3,5	5,6	2,0	1,6
	7,0	2,2	3,1	4,5	1,6	1,6
	8,1	2,5	3,3	5,1	1,8	1,7
	8,1	2,8	3,1	4,9	1,9	1,7
	7,9	2,5	3,0	4,7	1,7	1,6
Ait Daoud	7,0	2,2	3,1	4,4	1,6	1,7
	8,2	2,7	3,6	4,9	1,9	1,8
	8,0	2,6	3,7	4,8	1,8	1,8
	8,5	2,9	4,2	5,1	2,0	1,1
	8,6	2,7	3,2	4,7	1,9	2,0
Takat	7,4	2,6	3,2	4,5	1,8	1,7
	10,6	3,5	4,0	5,4	2,1	1,8
	8,2	2,6	3,5	4,6	1,8	1,6
	7,8	2,8	3,1	4,7	1,4	1,4

Ourika	9,8	2,9	3,4	5,1	2,1	2,5
	7,3	2,2	2,9	4,3	1,5	1,4
	7,3	2,3	3,2	4,9	1,7	1,8
	9,4	2,9	3,9	6,1	2,1	2,1
	10,0	3,0	4,1	5,1	2,0	1,7
Fatouka	6,7	2,0	2,9	4,3	1,5	1,7
	8,2	2,6	3,3	5,3	1,9	1,7
	8,3	2,5	3,1	4,9	1,7	1,6
	7,8	2,7	3,4	5,1	1,9	1,8
	8,5	2,8	3,6	4,9	1,9	1,7
Demnate bazzi	8,5	2,7	2,6	5,0	1,8	1,5
	8,1	2,6	3,4	5,0	1,8	1,7
	8,6	2,8	3,6	4,8	1,8	1,7
	9,6	3,1	3,8	5,0	1,9	1,6
	7,8	2,5	3,2	4,9	2,0	1,7
Tidili	6,4	2,1	2,6	3,8	1,4	1,4
	5,7	1,9	2,5	3,5	1,3	1,4
	7,6	2,3	3,0	4,6	1,7	1,6
	9,6	3,0	4,1	5,1	1,9	1,8
	7,1	2,4	3,1	4,3	1,8	1,5
Imintelit	7,6	2,7	3,2	4,7	1,8	1,7
	6,8	2,3	2,6	4,3	1,7	1,4
	6,5	2,3	2,5	4,0	1,6	1,3
	7,8	2,6	3,2	4,7	1,5	1,6
	7,6	2,5	2,9	5,1	2,0	2,1
Smimou	8,9	3,1	3,6	5,5	2,1	1,9
	8,5	2,8	3,4	4,9	1,9	1,7
	8,9	3,1	3,4	5,4	2,1	1,8
	8,8	2,9	3,6	4,9	1,9	1,6
	8,8	3,1	3,3	5,0	1,4	1,1
Mramar	9,3	2,9	3,2	5,4	2,0	1,7
	7,2	2,3	2,8	4,3	1,6	1,5
	8,5	2,7	3,4	4,8	1,8	1,6
	8,2	2,7	3,2	4,8	1,8	1,6
	10,4	3,0	3,8	5,1	1,8	1,5

Tableau n°1: les poids humides et sèches des constituants

2-L'humidité

$$\%T = \frac{Mh - Ms}{Mh} * 100$$

Mh : masse humide des composants avec capsule

Mh : masse humide des composants sans capsule

Ms : masse sèche des composants

Pour calculer les masses de l'extrait sec on utilise la formule suivante :

$$Mh - (Mh * \%T / 100) = Mes$$

Mh : masse humide de la graine.

%T : le taux d'humidité.

<i>régions</i>	Région	Humidité	Essais	%Split	% Germe	% Croute
Est	Ben frassen	8,9	1	41	34,31	59
			2	39,61	28,46	51,27
			3	40,56	31,38	54,3
			4	40,06	31,8	57,62
			5	45,45	35,98	55,32
	Si tayeb	9,78	1	41,95	34,75	50,67
			2	39,49	30,38	46,62
			3	45,42	36,39	55,15
			4	40,77	34,48	53,8
			5	33,07	30,8	48,5
	Dar mik	8,7	1	52,1	23,4	44
			2	38,03	29,2	44,98
			3	48,09	33,57	48,32
			4	36,24	34,27	52,6
			5	47,85	38,06	53,05
	Sebt ouled Daoud	14,24	1	43,54	34,8	50,6
			2	32,6	25,8	42,02
			3	50,75	40,76	50,3
			4	37,36	32,29	45,23
			5	38,97	38,93	50,31
Moulay bouchta	11,17	1	41,78	32,62	46,74	
		2	41,07	32,76	47,72	
		3	39,74	47,02	47,18	
		4	41,67	32,03	50,17	
		5	45,78	34,68	50,77	
Moyen	Immouzar	7,18	1	51,1	29	30
			2	42,68	34,66	49,4

			3	44,13	39,8	51,53	
			4	42,92	32,9	50	
			5	70,73	24,59	39,17	
	Ouled sehnoun	10,45	1	39,05	27,79	45,73	
			2	37,74	27,41	51,3	
			3	48,32	38,94	57,7	
			4	40,23	31,92	54,43	
			5	44,74	34,3	54,47	
	Nord	Skifa(nc)	10,6	1	41,5	42,75	49,55
				2	34,8	27,87	42,1
3				40,56	36,73	46,1	
4				41,08	27,51	45,64	
5				43,8	34,98	50	
Skifa(dc)		7,4	1	36,95	34,01	50,65	
			2	35,99	26,78	45,72	
			3	38,37	32,16	51,15	
			4	40	31,75	49,7	
			5	40,44	30,24	48,9	
Sud	Aoulouz	10	1	44,76	35,5	50,84	
			2	41,37	34,21	47,25	
			3	48,05	40,38	55,52	
			4	42,54	35,32	55	
			5	44,86	39,13	48,09	
	Essaouira	6,16	1	53,34	42,45	52,61	
			2	40,23	23,21	41,94	
			3	44,45	32,75	42,48	
			4	43,35	34,5	49,19	
			5	48,03	37,4	54,4	
	Demnate gh	7,25	1	40,96	30,68	41,06	
			2	48,09	37,46	53,84	
			3	36,12	26,94	46,56	
			4	36,72	27,02	49,54	
			5	39,9	30,88	53,03	
	Ait Daoud	7,38	1	40,93	31,47	48,07	
			2	37,41	27,35	45,45	
			3	39,66	27,92	50,69	
			4	40,32	30,98	52,316	
			5	39,98	32,08	50,36	
Takat	8,8	1	45,7	29,6	45		
		2	39,46	29,8	46,06		
		3	48,63	39,42	56,14		
		4	42,49	33,71	53..19		

		5	39,55	38,65	54,61
Ourika	8	1	47,2	39	40,2
		2	41,26	31,98	49,37
		3	33,92	26,95	44,9
		4	35	25,96	45,9
		5	49,25	40,84	50,24
Fatouka	11,78	1	35,9	26,26	40,21
		2	35,46	28,03	47,27
		3	41,42	31,89	47,57
		4	35,88	29,63	48,83
		5	42,48	32,7	52,6
Demnate bazzi	10,25	1	44,74	35,18	44,36
		2	38,81	45,71	49,41
		3	43,75	34,78	54,42
		4	48,24	39,67	57,63
		5	37,9	20,88	45,42
Tidili	6,37	1	40,65	32,3	47,7
		2	37,92	30,53	36,58
		3	39,08	28,26	47,06
		4	47,49	36,95	56,17
		5	39,38	23,11	50,33
Imintelit	7,4	1	38,2	31,95	47,81
		2	37,24	28,45	46,54
		3	39,2	29,78	46,59
		4	40,25	30,04	48,88
		5	33,16	32,58	45,62
Smimou	9,3	1	38,49	31,73	49,04
		2	42,03	32,15	49,55
		3	39,5	30,17	46,74
		4	44,82	36,77	54,366
		5	48,95	55,48	57,77
Mramar	7,37	1	42,12	33,16	45,94
		2	40,9	31,3	46,2
		3	43,16	31,46	53,82
		4	41,59	33,94	50,78
		5	51,09	39,87	58,85

Tableau n° 2 Taux de l'humidité de la graine avec ses constituants.

3- Extrait Sec

Mes : masse de l'extrait sec.

	extrait sec en (g)			
Région	GB	Split	Germe	Peau
Ben frassen	9	5,0	1,9	1,6
		4,4	1,9	2,1
		4,7	2,0	2,1
		4,6	1,9	2,0
		4,6	1,9	2,0
Si tayeb	9,1	4,2	1,6	1,5
		4,4	1,8	1,7
		4,9	1,9	1,7
		4,4	1,7	1,5
		5,4	2,0	1,9
Dar mik	9,1	4,8	2,3	1,9
		5,1	2,0	1,9
		4,0	1,9	1,8
		5,6	2,1	1,9
		4,9	1,9	1,7
Sebt ouled Daoud	8,9	4,6	1,8	1,6
		4,8	1,9	1,9
		4,9	1,9	1,8
		4,7	1,7	1,8
		4,8	1,7	1,6
Moulay bouchta	8,9	5,6	1,9	1,5
		5,5	2,3	1,5
		5,1	1,4	1,5
		5,5	1,9	1,5
		5,4	1,9	1,5
skifa (nc)	9	5,5	1,6	1,7
		4,8	1,6	1,7
		5,3	1,8	1,7
		4,3	1,7	1,6

		6,1	2,2	1,9
skifa (dc)	9,2	5,4	1,7	1,9
		4,7	1,8	1,7
		4,8	1,7	1,6
		4,8	1,9	1,7
		5,1	2,0	1,9
Immouzar	9,2	5,2	2,1	2,4
		4,2	1,7	1,7
		4,4	1,7	1,7
		4,9	1,9	1,8
		3,8	1,4	1,5
Ouled sehnou	9,1	5,0	1,9	1,9
		5,1	1,9	1,9
		4,9	1,9	1,7
		5,2	1,9	1,8
		4,9	1,8	1,7
Aoulouz	9,3	4,3	1,5	1,7
		5,1	1,8	1,8
		4,7	1,6	1,5
		4,4	1,5	1,4
		4,5	1,8	1,6
Essaouira	9,3	6,2	1,9	1,6
		5,2	2,2	1,6
		5,3	1,9	1,5
		4,1	1,7	1,3
		5,1	1,9	1,3
Demnate gh	9,1	4,8	2,0	1,8
		5,6	2,0	1,6
		4,5	1,6	1,6
		5,1	1,8	1,7
		4,9	1,9	1,7
Ait Daoud	8,6	4,7	1,7	1,6
		4,4	1,6	1,7
		4,9	1,9	1,8
		4,8	1,8	1,7
		5,1	2,0	2,1
Takat	9,1	4,7	1,9	1,8
		4,5	1,8	1,7
		5,4	2,4	1,8
		4,7	1,8	1,6
		4,7	1,7	1,4
Ourika	9,2	5,1	1,8	2,0
		4,3	1,5	1,5
		4,9	1,7	1,8
		6,1	2,1	2,1
		5,1	1,8	2,0
Fatouka	9	4,4	1,4	1,7
		5,3	1,7	1,7
		5,0	1,8	1,6
		5,0	1,9	1,8

		4,9	1,9	1,7
Demnate bazzi	9	4,7	1,8	1,5
		5,0	1,4	1,7
		4,9	1,8	1,7
		5,0	1,8	1,6
		4,9	2,0	1,7
Tidili	9	3,8	1,4	1,4
		3,5	1,3	1,6
		4,6	1,7	1,6
		5,0	1,9	1,8
		4,3	1,8	1,5
Imintelit	9	4,7	1,8	1,7
		4,3	1,7	1,4
		4,0	1,6	1,3
		4,7	1,8	1,6
		5,1	2,4	2,1
Smimou	9,1	5,5	2,1	1,9
		4,9	1,9	1,7
		5,4	2,1	1,8
		4,9	1,9	1,6
		5,0	1,4	1,1
Mramar	9,1	5,4	1,9	1,7
		4,3	1,6	1,5
		4,8	1,8	1,6
		4,8	1,8	1,6
		5,1	1,8	1,6

Tableau 3 : Masse de la graine de la Caroube avec ses constituants.

$$\%Es = \frac{Es(\text{composant})}{Es(\text{graine})} * 100$$

% des constituants de l'extrait sec				
Région	% split	% germe	% peau	Totale
Ben frassen	55,8	21,1	17,7	94,6
	48,8	20,6	23,4	92,7
	52,1	22,0	23,5	97,6
	51,1	21,3	22,5	94,8
	50,5	21,5	21,6	93,6
Si tayeb	46,7	18,0	16,3	81,0
	48,6	20,0	16,3	84,8
	54,1	21,4	16,3	91,7
	48,9	18,8	16,7	84,5
	60,3	21,8	20,9	103,1
Dar mik	53,1	25,4	21,1	99,6
	56,2	22,7	21,1	100,1
	44,9	20,7	20,4	86,1
	62,0	23,0	21,0	106,0
	54,8	21,0	18,7	94,6

Sebt Daoud ouled	52,0	20,1	18,5	90,6
	54,5	21,1	21,9	97,5
	55,0	21,0	20,0	96,1
	52,7	19,4	20,1	92,2
	53,8	19,2	18,2	91,2
Moulay bouchta	63,1	21,4	16,6	101,0
	61,7	25,7	16,9	104,3
	57,4	15,2	16,9	89,5
	61,9	21,4	16,7	99,9
	60,8	21,8	16,3	99,0
skifa (nc)	60,4	17,7	18,9	97,0
	53,2	18,1	18,3	89,6
	58,3	19,4	18,4	96,1
	47,8	18,4	17,3	83,5
	67,3	23,9	21,1	112,3
skifa (dc)	59,0	18,3	20,7	98,0
	50,9	19,1	18,0	88,8
	52,1	18,9	17,7	88,6
	52,4	20,4	19,0	91,8
	55,8	22,3	20,3	98,4
Immouzar	56,5	22,4	26,2	94,6
	45,1	17,8	18,2	81,1
	48,2	18,9	18,9	86,0
	53,3	20,3	19,0	92,6
	41,3	15,2	15,8	72,3
Ouled sehnou	55,3	20,6	21,0	96,9
	56,7	20,8	20,8	98,2
	54,3	20,4	18,2	92,9
	57,4	21,2	19,9	97,5
	54,5	20,0	18,5	93,1
Aoulouz	46,1	16,2	18,6	80,4
	55,4	18,9	19,7	94,0
	50,3	16,7	16,5	83,6
	47,8	16,4	15,6	79,8
	48,1	19,4	17,6	85,1
Essaouira	67,0	20,7	16,7	104,3
	56,0	23,1	17,4	96,6
	56,6	20,8	16,5	93,9
	43,6	18,3	13,6	75,5
	54,9	20,5	14,4	89,8
Demnate gh	52,5	21,7	19,3	93,4
	60,9	21,6	17,7	100,2
	49,2	17,5	17,8	84,6
	55,8	19,8	18,1	93,7
	53,1	20,8	18,9	92,8
Ait daoud	54,4	19,9	18,2	92,5
	50,9	18,8	19,4	89,1
	56,9	22,1	20,6	99,6
	55,3	20,4	20,3	95,9
	59,3	23,0	24,0	106,3

Tableau 4 :
des
de la graine.

Takat	51,7	20,9	19,3	91,9
	49,5	19,8	18,7	87,9
	59,6	25,9	19,8	105,3
	51,1	19,2	18,0	88,4
	52,1	19,0	15,4	86,5
Ourika	55,4	19,2	22,1	96,6
	46,3	16,4	15,7	78,3
	52,5	18,2	19,3	90,0
	66,0	22,9	22,5	111,4
	55,2	19,5	22,0	96,6
Fatouka	48,4	16,2	18,9	83,5
	58,4	19,1	19,3	96,9
	53,9	19,2	18,0	91,1
	56,0	21,1	19,4	96,6
	54,4	21,1	18,9	94,4
Demnate bazzi	52,5	19,5	17,1	89,1
	55,2	15,9	19,2	90,4
	54,2	20,1	18,4	92,7
	55,7	20,5	17,9	94,1
	54,2	22,0	19,3	95,5
Tidili	40,9	15,0	14,7	70,7
	37,8	14,2	16,8	68,7
	49,7	17,7	17,1	84,5
	53,9	19,9	19,4	93,2
	46,3	19,7	16,3	82,3
Imintelit	52,2	20,0	18,6	107,6
	47,6	18,5	15,5	81,5
	44,2	17,6	14,8	76,6
	51,8	20,5	17,9	90,2
	54,5	27,0	22,8	106,4
ben frassen	60,0	25,3	20,4	105,7
	54,0	21,2	18,7	93,9
	59,4	23,4	19,8	102,7
	53,4	20,6	17,9	91,9
	54,8	16,2	11,8	81,8
Moulay bouchta	59,3	21,3	19,0	99,6
	46,9	17,6	16,5	80,9
	52,7	20,8	17,2	90,0
	52,3	19,9	17,3	89,7
	56,0	19,8	17,6	93,3

% de l'ES
constituants

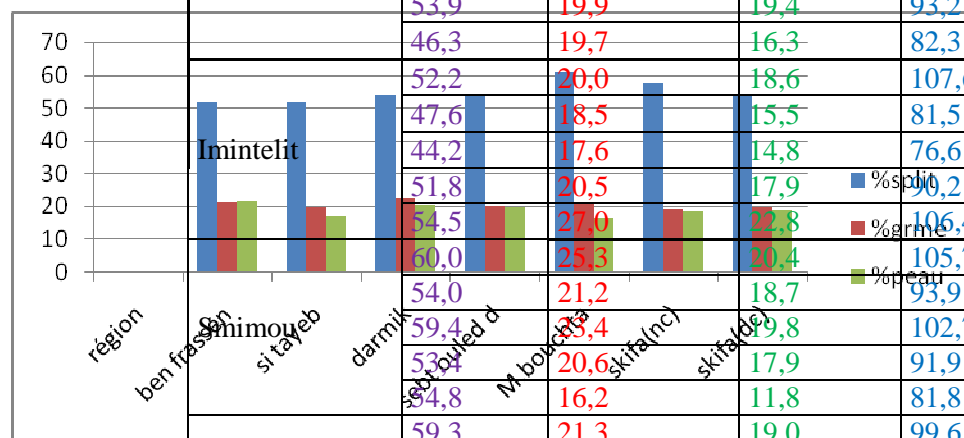


Figure 11 :
graine dans
régions du

situant de la
les différentes
nord.

figure12, on

la région Moulay bouchta a un pourcentage en split (60,98%) qui est un peu élevé par rapport aux autres régions, alors que le pourcentage du germe et la peau sont élevés chez Darmik (22,56%) et ben frassen (21,74%) par rapport aux autres.

D'après la
observe que

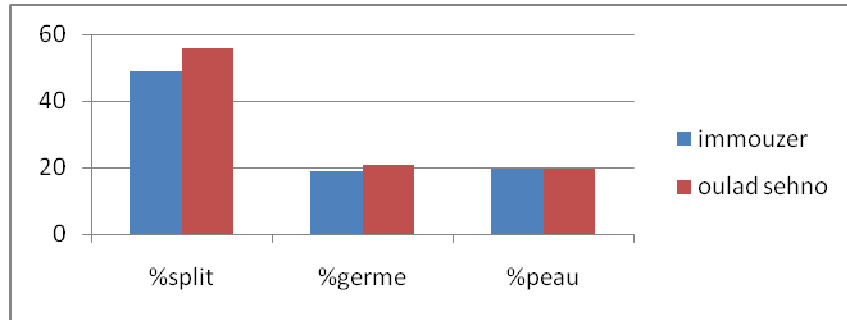


Figure 12 : constituants de la graine dans les différentes régions du centre.

D'après la figure, on observe que la région Ouled Sehnon a un pourcentage en split (55,64%), en germe (20,6%) et en peau (19,68%) qui sont peu élevés par rapport à l'immouzer.

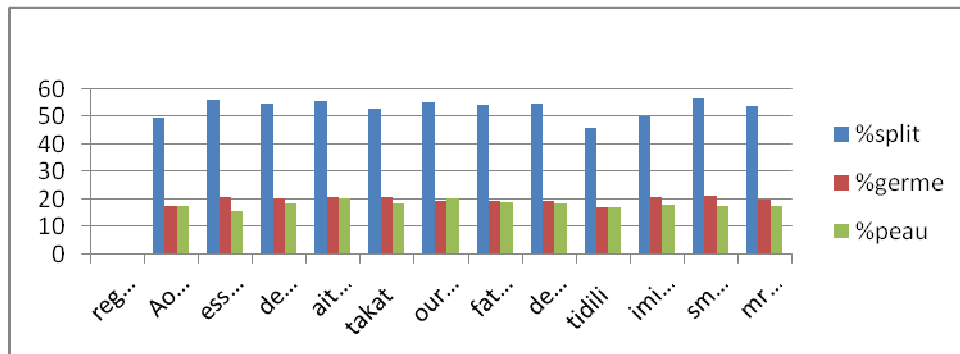


Figure 13 : constituants de la graine dans les différentes régions du sud.

D'après la figure, on observe que la région Smimou a un pourcentage en split (56,32%) qui est un peu élevé par rapport aux autres régions, alors que le pourcentage du germe et la peau sont élevés chez Smimou (21,34%) et ait Daoud (20,5%).

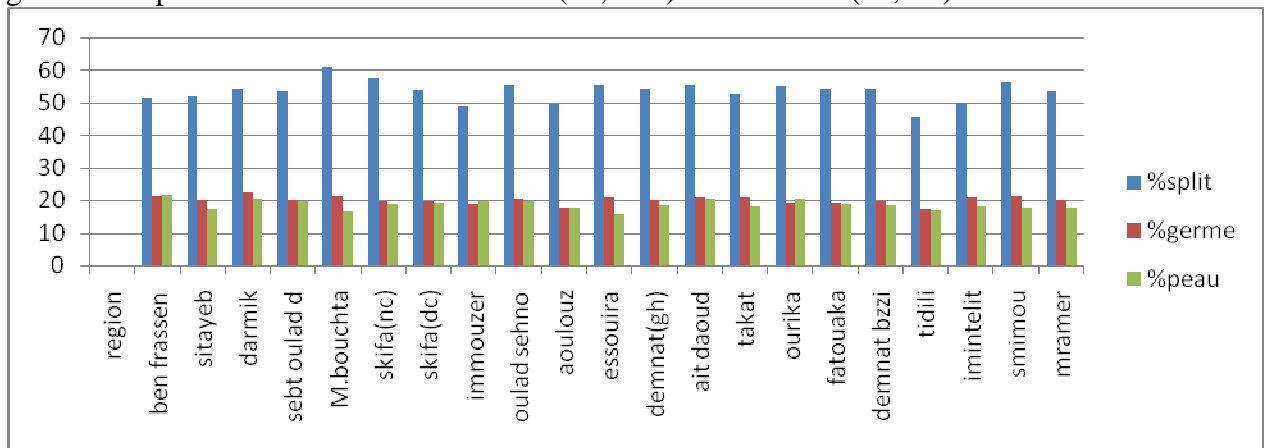


Figure 14 : constituants de la graine dans les différents régions (nord, centre, sud).

Cependant, la région Moulay bouchta présente une différence remarquable des autres régions au niveau morphologique. On peut conclure de ces résultats, que cette région donne une bonne production de la gomme de caroube.

Les résultats de l'extraction de galactomannane sont dressés dans le tableau suivant:

$$GPA(\%) = (PI / PE) * 100$$

régions	PI(g)	PE(g)	GPA(%)
Béni frassen	0,83	1,01	82,18
Sitayeb	0,86	1,01	85,15
Darmik	0,98	1,02	96,08
Sebt ouled Daoud	0,86	1,01	85,15
Moulay bouchta	0,86	1,01	85,15
Skifa(nc)	0,87	1,01	86,14
Skifa (dc)	0,86	1,02	84,31
Immouzer	0,80	1	80,00
Ouled sehnoun	0,88	1,02	86,27
Aoulouz	0,88	1,04	84,61
Essaouirra	0,94	1,02	92,16
Demnate (gh)	0,83	1,02	81,37
Ait Daoud	0,86	1,01	85,15
Takat	0,96	1,005	95,52
Ourika	0,94	1,02	92,16
Fatouaka	0,91	1,04	87,50
Damnat (bizz)	0,82	1,02	80,39
Tidili	0,77	1,03	74,76
Immentelit	0,87	1,02	85,29
Smimou	0,86	1,01	85,15
mramar	0,84	1,04	80,77

Tableau 5 : Le pourcentage de galactomannane en fonction de la région

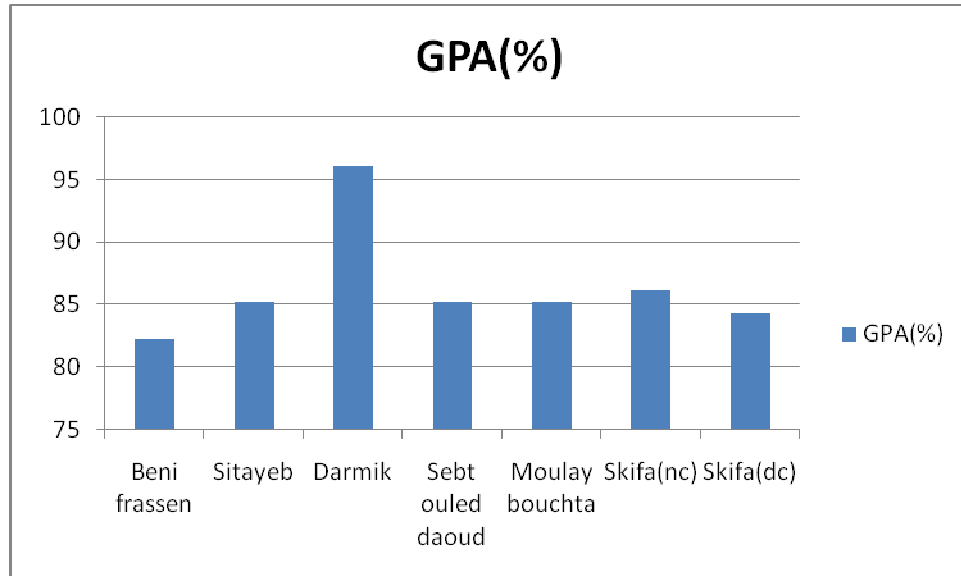


Figure 15 : Pourcentage de la gomme précipitable dans l'alcool des différentes régions du nord.

Selon la méthode connue d'extraction de galactomannane, j'ai trouvé que dans 1,02 g de matière sèche d'endosperme il y a 0,98gde galactomannane soit 96,08 de la région darmik, mais pour l'autre région on a trouvé des résultats a peu près égale

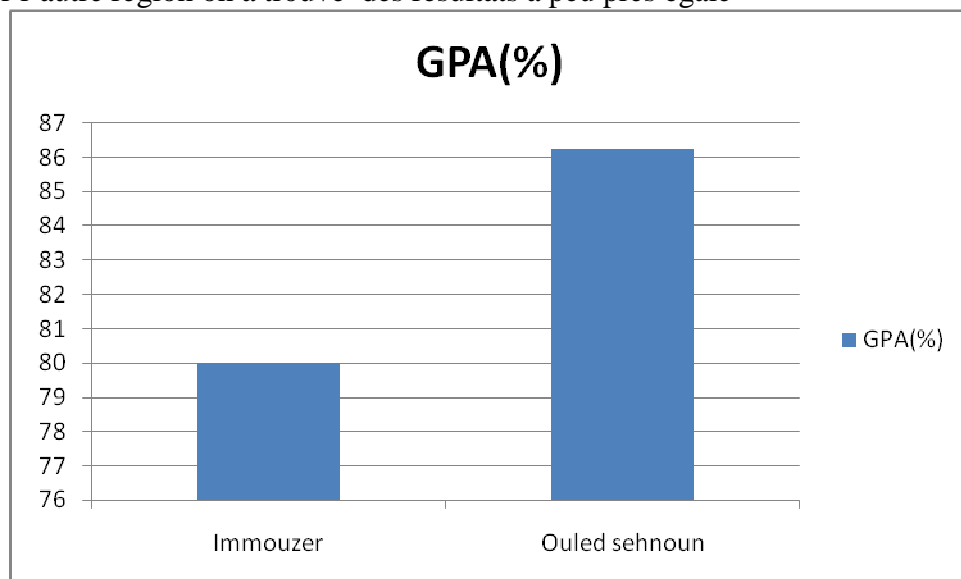


Figure 16 : pourcentage de gomme précipitable dans l'alcool des différentes régions du centre.

D'après la figure on observe que le pourcentage de l'extraction de galactomannane de la région ouled sehnoun est plus élevé par rapport à immouzer.

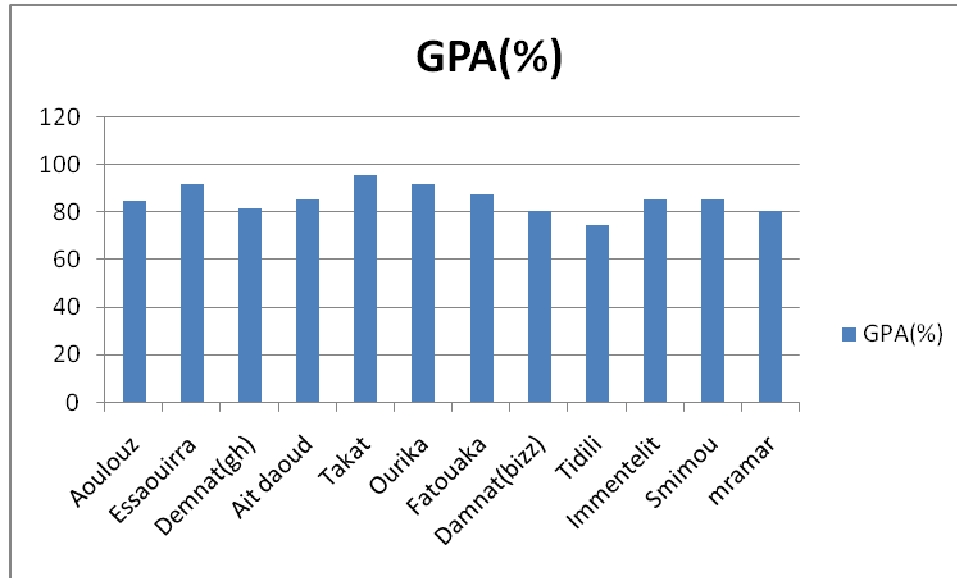


Figure 17 : le pourcentage de la gomme précipitable dans l'alcool de différents rages du sud.

On observe que le pourcentage de la gomme précipitable dans l'alcool de la région de Takat est plus élevé par rapport à l'autre région.

Remarque :

Cependant, à région Darmik présente une différence remarquable des autres régions du MAROC.

Conclusion :

A la lumière des résultats obtenus à partir des valeurs moyennes, on observe que les vingt-un régions ne présentent qu'une légère différence morphologique, cependant, les constituants de la graine varient d'une région à une autre.

Cependant, la région Moulay bouchta présente une différence remarquable des autres régions au niveau morphologique, split élevé et un faible taux d'humidité dans la graine. Ce qui nous a menés à penser qu'il y a une différence au niveau de la plantation.

Le but de ce stage était de déterminer la biodiversité de la graine de caroube pour une orientation potentielle d'étude statistique. Faute de temps d'une part, et d'un manque des acquis (outils statistiques) d'autre part, nous n'avons pas pu exploiter complètement résultats, obtenus.

Finalement, j'ai pu constater au cours de ce stage que la qualité de chaque fruit du caroubier varie selon l'origine, le climat, le sol, et la technique de plantation, etc.

J'espère qu'au terme de ce stage, j'aurais acquis une bonne expérience au sein du groupe CARGILL et assuré le développement de mon esprit d'analyse et de créativité.

Références Bibliographiques

Le caroubier au Maroc
Centre de Recherche Forestière
Collection Maroc nature. 2008

Carob Pods (Ceratonia-siliqual) as a source of polyphenolyc antioxydants.
Food Technol
42 (2) 105-108

Studies in nursery practice for carob (Ceratonia-siliqual) Leaf 14.
Karschour. 1960.

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES – SAISS

☒ B.P. 2202 – Route d’Imouzzer – FES

☒ Ligne Directe : 212 (0)5 35 61 16 86 – Standard : 212 (0)5 35 60 82 14

Site web : <http://www.fst-usmba.ac.ma>