

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie



Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de Master académique
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Toxicologie et sécurité alimentaire
Présenté par :
ALIM Nadjet
KHANOUS Zineb
Thème

**Production et appréciation de la qualité
alimentaire de poudre de la caroube**

Soutenu publiquement , le : 04/07/2023

Jury :	Grade
Président : Yezli Wassim	« M.C.A »
Encadrant: ACEM Kamel	« Pr. »
Examineur 1 :ABBES Mohamed Abdelhaq	« M.C.A »
Invité :Abdeli Mustapha	

Année universitaire 2022-2023



Remerciement



On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

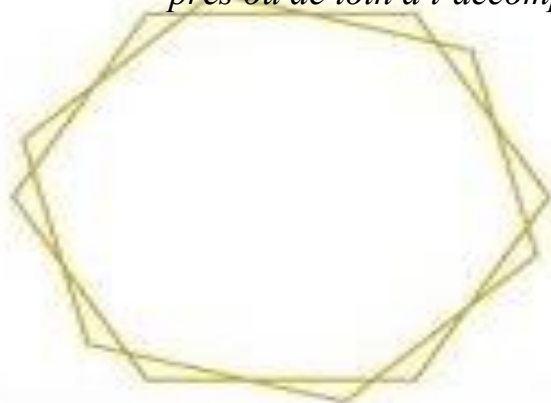
Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr Acem Kamel, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Au Pr. ABBES Abdelhak c'est pour nous un grand honneur de vous voir siégé dans notre jury. Nous vous sommes très reconnaissant de la spontanéité et l'amabilité avec lesquelles vous avez accepté de juger notre travail, veuillez trouver chère professeur, le témoignage de notre grande reconnaissance et de notre profond Respect.

Nous exprimons notre appréciation et nos remerciements au Dr YEZLI Wassim pour avoir pris son temps et accepté de juger ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs département SNV qui nous ont enseigné et qui par leur compétence nous ont obtenu dans la poursuite de nos études. Nous tenons à sincèrement remercier toutes les personnes que nous avons interrogées pour le temps qu'elles n'ont consacré même si ce n'est que quelques minutes passées ensemble.

Finalement, nous remercions tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.





Dédicace

Loué soit dieu qui nous a permis de valoriser cette étape de notre cheminement académique avec ce mémoire qui est le nôtre, fruit d'efforts et de réussite. Je vous dédie ma graduation, qui porte fièrement votre nom, mon modèle et mon phare qui illumine mon chemin

Durant ma phase d'éducation, à qui j'espère toujours sa satisfaction, mon cher et fier père

AHMED

A toi o fontaines de tendresse, le paradis du monde, et la prunelle de mes yeux, ma mère bien aimée

ZOHRA

A vous ma sœur Halima et mes frères.

A toute ma famille Khanous, bounouar, mes amis et tous ceux qui ont partagé ma joie.

ZINEB



Dédicace

Toi et nous t'avons encore favorise

Le voyage n'était pas court, il ne devait pas l'être, le rêve n'était pas proche et la route n'était pas pleine d'installation, mais je l'ai fait.

A Celui à qui dieu a confié prestige et dignité , a celui qui m'a appris à donner sans attendre , à ma préciosité et à la prunelle de, mes yeux à celui qui t a manqué depuis l'enfance , a celui dont le cœur tremblait a ton souvenir , a celui dieu m'a confié comme je l'ai voulu , a celui qui a prolongé ta vie pour que tu puisses voir les fruits qui sont venus se récolter après une longue période en attendant ma mère bien aimée que dieu ait pitié de son . ***BENAHMED KHADIDJA***

A mon ange dans la vie, la prunelle de mes yeux et la chose la plus chère que j'ai. Ma chérie. Qui est restée éveillée et a été avec moi dans toutes mes situation, circonstances et stress. IL vous suffit de savoir que vous avoir une fille qui attend une chance de vous présenter une âme, un cœur et des yeux en cadeau terminé vous ai toujours promis le succès, Aujourd'hui, je vous ... pour ce que vous avez donné je le promets et le dédie à ma grand-mère, que dieu protège elle je l'ai. * **BOUFADEN MERIEM** *

Lee qui m'a tenu la main quand la vie a cessé de me tendre la main (Ma tante maternelle, mon amour)

A ceux avec qui J'ai été béni, à mes frères, mon cote inébranlable, ma compétence et ma suffisance.

A tous ceux qui support moi-même avec un mot pour dissiper la fatigue de la marche

Comme il a été dit, c'était un rêve, puis une possibilité, puis c'est devenu une réalité, pas un fantasma la perfection.

NADJET
(JIHED)



Liste d'abréviations

AFSSA : Agence française de sécurité sanitaire des aliments.

AOAC : Association of official analytical chemists.

CuSO₄ : Sulfate de cuivre.

GM : Gousse Mascara.

GM : Gousse Mila.

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène.

H₂SO₄ : Acide sulfurique.

HCl : Acide chlorhydrique

ISO : Organisation internationale de standardisation.

K₂SO₄ : Sulfate de potassium.

KOH : Hydroxyde de potassium

PMa : Pulpe Mascara

PMi : Pulpe Mila.

Liste de figures

Figure N°1 : Schéma du Protocole expérimental.	6
Figure N°2 :(A : 250µm, B : 500µm, C : 1000µm)	23
Figure N°3 : Résultats du PH différents échantillons	24
Figure N°4: Résultats de matière sèche des échantillons étudiés.....	25
Figure N°5 : Résultats de la conductivité électrique	26
Figure N°6: Teneurs en cendres des différents échantillons.....	27
Figure N°7: Teneur de la matière de grasse.	28
Figure N°8 : Teneur en fibres brutes.	29
Figure N°9: Teneur en protéines brutes.	30
Figure N°10 : Teneur en sucres totaux.	30

Liste de tableaux

Tableau N°1: Caractéristiques morphobiométrique des gousses de caroube(Mascara)	19
Tableau N°2: Caractéristiques morphobiométrique des gousses de caroube(Mila) ...	20
Tableau N° 3: Caractéristiques morphobiométrique des gousses de caroube (La moyenne)	20
Tableau N°4 : Appréciation finale de l'analyse organoleptique de la farine de caroube	32

Sommaire

Remerciement	I
Dédicace	II
Liste d'abréviations	IV
Liste de figures	V
Liste de tableaux	VI

Introduction générale

Introduction générale.....	2
----------------------------	---

Chapitre I Matériel &Méthodes

I.1. Lieu du travail.....	5
I.2. Objectifs du travail.....	5
I.3. Matériel.....	5
I.3.1. Caroube.....	5
I.3.2. Farine de caroube	5
I.3.3. Matériel du laboratoire	5
I.4. Méthodes d'analyses	5
I.4.1. Protocole expérimental.....	5
I.4.2. Conservation de la caroube.....	7
I.4.3. Préparation de la farine de caroube	7
I.4.4. Analyses morphobiométrique	7
I.4.4.1. Longueur.....	7
I.4.4.2. Largeur.....	7
I.4.4.3. Epaisseur	7
I.4.4.4. Volume	8
I.4.4.5. Indice de taille	8
I.4.4.6. Masse	8
I.4.4.7. Nombre des graines	8

I.4.4.8. Masse des graines.....	8
I.4.5. Analyses physicochimiques.....	8
I.4.5.1. Détermination de la granulométrie.....	8
I.4.5.2. Détermination du Ph.....	9
I.4.5.3. Détermination de la matière sèche.....	9
I.4.5.4. Détermination de la conductivité électrique.....	10
I.4.5.5. Détermination de la teneur en cendres.....	11
I.4.5.6. Détermination de la teneur en matière grasse.....	11
I.4.5.7. Détermination de la teneur en fibres brutes.....	12
I.4.5.8. Détermination de la teneur en protéines brutes.....	14
I.4.5.9. Détermination de la teneur en sucres totaux.....	16
I.4.6. Analyses organoleptiques.....	17

Chapitre II Résultats & Discussion

II.1. Analyses morphobiométrique.....	19
II.2. Analyses physicochimiques.....	21
II.2.1. Détermination de la granulométrie.....	21
II.2.2. Déterminations du PH.....	23
II.2.3. Détermination de la matière sèche.....	24
II.2.4. Détermination de la conductivité électrique.....	25
II.2.5. Détermination de la teneur en cendre.....	26
II.2.6. Détermination de la teneur en matière grasse.....	27
II.2.7. Détermination de la teneur en fibres brutes.....	28
II.2.8. Détermination de la teneur en protéines brutes.....	29
II.2.9. Détermination de la teneur en sucres totaux.....	30
II.3. Analyses organoleptiques.....	31
II.3.1. Couleur.....	31
II.3.2. Goût.....	31
II.3. Texture.....	31

Conclusion générale

Conclusion générale34

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques34

Les annexes

Résumé



***Introduction
générale***

Introduction générale

Introduction générale

Le caroubier, (*Ceratonia siliqua* L.) appartient à la famille des Fabacées de l'ordre des fabales. C'est une espèce sclérophylle, xérophile, thermophile et calcicole, originaire des zones arides et semi- arides de la méditerranées et de la péninsule arabique. C'est un arbre qui sur le plan socio – économique et écologique peut jouer un rôle plus intéressants particulièrement dans les contrées sèches et dans les zones où les processus de désertification prennent des ampleurs de plus en plus alarmantes, notamment dans le bassin méditerranéen.

Le caroubier est un arbre ou arbuste, que sa hauteur peut y aller de 7 à 20 m et une circonférence à la base du tronc de 2 à 3 m, doté d'une écorce lisse et grise lorsque la plante est jeune et brune, rugueuse à l'âge de maturité et un bois très dur de couleur rougeâtre, son âge moyen est de 200 ans. La longueur de ses feuilles peut aller de 10 à 20 cm, persistantes, coriaces, alternes et caractérisées par un pétiole sillonné. Elles sont composées de 4 à 10 folioles, de couleur vert luisant sur la face dorsale et vert pâle sur la face ventrale. Ses feuilles tombent tous les deux ans, au mois de juillet. Cet arbre dispose d'un réseau racinaire pivotant, qui peut atteindre 18 m de profondeur. Les fleurs sont verdâtres, d'une longueur de 6 à 16 mm, spiralée et réunie en un grand nombre formant des grappes droites et axillaires, plus courtes que les feuilles à l'aisselle desquelles elles se sont développées (Yousra, T., Imane, B, 2020). Le fruit du caroubier est classifié habituellement selon sa faible teneur en eau au moment de sa collecte comme un fruit sec et cela malgré son aspect pulpeux (Albanell, 1991), c'est une gousse indéhiscence à bords irréguliers, de forme allongée, rectiligne ou courbée, de 10 à 30 cm de longueur, de 1,5 à 3 cm de largeur, de 1 à 2,5 cm d'épaisseur et de 15 à 40g du poids. La gousse comporte trois parties : l'épicarpe (de nature fibreuse et coloré), le mésocarpe (ou pulpe, de nature charnue, riche en sucre. Il représente environ 70 à 95% du fruit entier) et l'endocarpe (de nature fibreuse ; il recouvre l'intérieur du fruit), des cloisons pulpeuses transversales qui la sépare à l'intérieur renfermant de 4 à 16 graines dont la longueur et la largeur sont respectivement de 8 à 10 mm et de 7 à 8 mm, au début sa couleur est verte, puis elle devient brun foncé à maturité (Bessibes, S et al, 2017).

La caroube est l'une des cultures fruitières les plus importées des pays méditerranées, leur production et consommation a considérablement augmenté au des mères années, elles sont logement utilisés dans la fabrication des jus crut et de bissons en poudre (Bate –Smith, 1973), la pulpe et la constituant principal de la gousse de caroube (90%), mais, actuellement seuls les grains (10%) sont utilisées industriellement pour l'extraction de la gomme de

Introduction générale

caroube , la pulpe de caroube est reconnue comme une bonne source de d'ingrédients bioactifs , tels que des composés phénoliques , dont certains présentent des activités antioxydantes (Makris et Kefalas , 2004) .

Selon Gaouar (2011), en Algérie le caroubier est fréquemment cultivé dans l'Atlas Saharien et il est commun dans le tell. Dans les étages semi-arides chauds, subhumide et humide, avec une altitude allant de 100 m à 1300 m dans les vallons frais qui le protègent de la gelée ; avec une température de 5°C jusqu'à 20°C et une pluviométrie de 80mm à 600mm/a

Dans un souci de valorisation de ce produit de terroir « la caroube » presque inexploitable, il faut faire beaucoup d'efforts pour qu'on puisse exploiter cette richesse ainsi que bénéficier de ses composants et ces vertus thérapeutiques ; en incorporant la farine de caroube avec d'autres ingrédients pour obtenir un nouveau produit.

L'objectif majeur de ce travail est de présenter les utilisations et l'intérêt économique de caroubier.

Dans cette concordance, la présente étude a pour but de caractériser les gousses du caroubier sur le plan morphobiométrique et d'évaluer selon le procédé et le taux d'extraction la qualité alimentaire de la farine de la caroube issue des deux sites biogéographiques d'Algérie différents à savoir : OULED FARES (Wilaya de Mascara), FERDJIOUA (Wilaya de Mila).



Chapitre I

Matériel & Méthodes

I.1. Lieu du travail

Notre expérimentation a été réalisée au sein des laboratoires pédagogiques

(Technologie alimentaire et Biochimie) et du laboratoire de recherche (Physiologie Végétale appliquée aux cultures hors sol) au niveau de la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université ibn Khaldoun de Tiaret.

I.2. Objectifs du travail

Le présent sujet est axé sur la caractérisation morphobiométrique des gousses du caroubier, production et appréciation de la qualité alimentaire de poudre de la caroube issue du deux sites biogéographiques différentes à savoir : Ouled Fares (Wilaya de Mascara), Ferdjioua (Wilaya de Mila).

I.3. Matériel

I.3.1. Caroube

Les gousses de caroubier mûres ont été collectées manuellement des deux différents sites de l'Algérie en 2022 (fin août et le mois du septembre) (**Annexe N°1**).

I.3.2. Farine de caroube

La farine de caroube est produite selon les étapes mentionnées dans la partie Méthodes (**I.4.3**).

I.3.3. Matériel du laboratoire

Le matériel du laboratoire en matières appareillage, verreries et produits Chimiques utilisés est indiqué dans la partie annexe (**Annexe N°2**).

I.4. Méthodes d'analyses

I.4.1. Protocole expérimental

Le protocole expérimental réalisé durant notre expérimentation est montré.

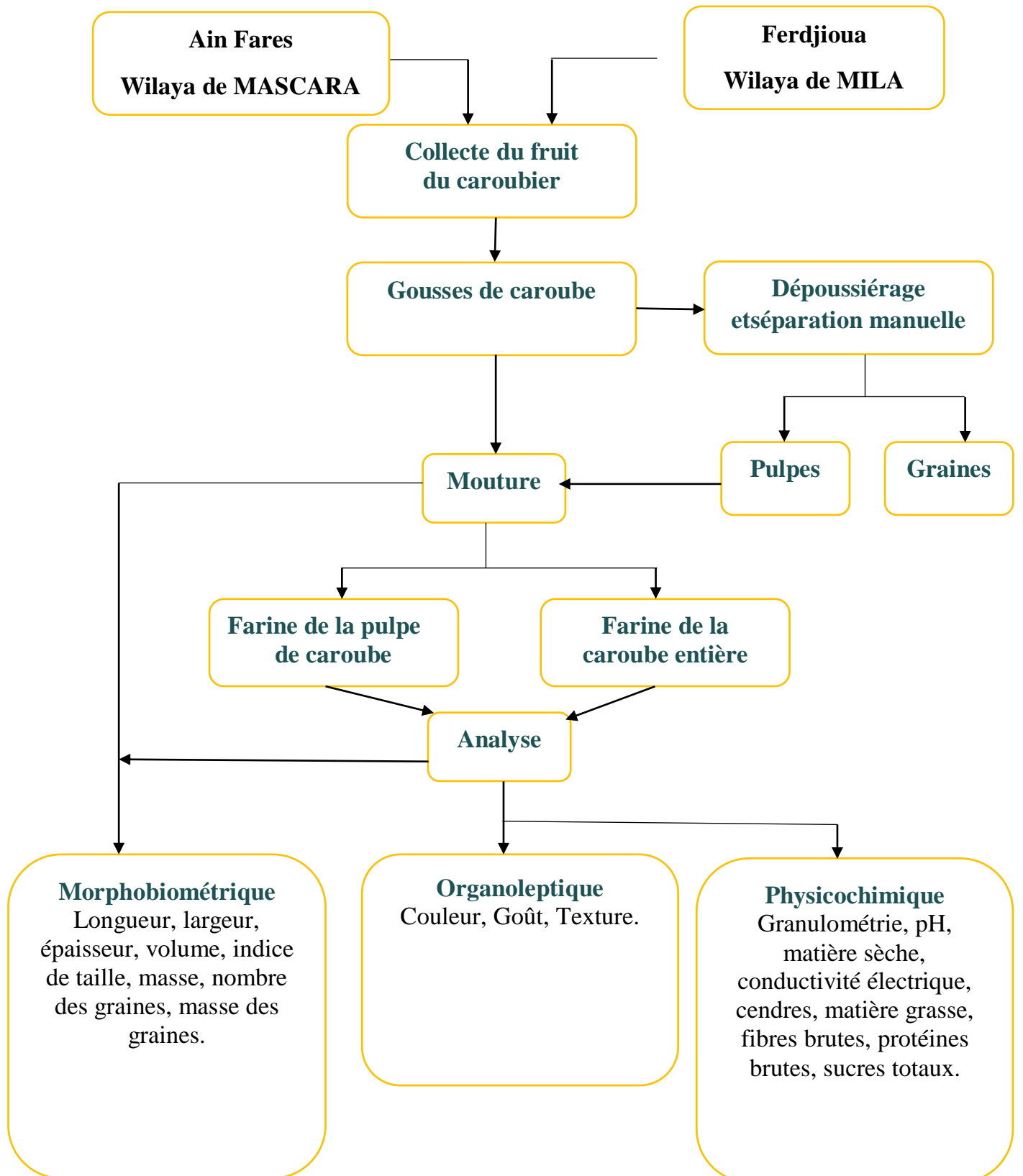


Figure N°1 : Schéma du Protocole expérimental.

Le protocole expérimental réalisé durant notre expérimentation est montré.

I.4.2. Conservation de la caroube

Des gousses de caroubier mûres, ont été collectées et mises dans des boîtes en plastiques stérilisées (javellisées) enrobées dans sa face interne et couvertes avec du papier d'aluminium et fermées aseptiquement, elles sont conservées à la température ambiante et à l'abri de la lumière (**Annexe N°3**).

I.4.3. Préparation de la farine de caroube

Au laboratoire et pour chaque site de collecte ; après dépoussiérage des gousses à l'aide du papier absorbant stérile et séparation manuelle des graines et des pulpes, deux types de farines ont été produites dont l'une est générée par des gousses entières et l'autre est composée des pulpes avec un taux d'extraction fixé à 100%. des quantités des gousses et des pulpes ont été pesées et mises dans un moulin (Marque BOMANN) fixé à 28000 tr/min pendant 3 min (**Annexe N°4**). les quatre échantillons de farine ont été mis dans des boîtes en plastiques stérilisées (Javellisées) enrobées dans sa face interne et couvertes avec du papier d'aluminium et fermées aseptiquement, elles sont conservées à la température ambiante et à l'abri de la lumière.

I.4.4. Analyses morphobiométrique

Dix gousses de chaque variété de caroube ont été choisies au hasard pour mesurer les différents paramètres : longueur, largeur, masse, volume, épaisseur, l'indice de taille (longueur/largeur) et le nombre de graines (**Annexe N°5**).

I.4.4.1. Longueur

Tout d'abord, la longueur (cm) de la gousse est déterminée à l'aide d'un fil, puis la longueur du fil est mesurée par une règle graduée.

I.4.4.2. Largeur

À l'aide d'un pied à coulisse, 3 largeurs (cm) étaient mesurées (les 2 bouts et le centre de la gousse) et la moyenne des 3 mesures a été considérée comme étant la des largeurs moyenne.

I.4.4.3. Epaisseur

A l'aide d'un pied à coulisse, 3 épaisseurs (Cm) des trois parties de la gousse (latérales et centrale) ont été mesurées et la moyenne des 3 mesures a été considérée comme l'épaisseur moyenne.

I.4.4.4. Volume

Le volume (cm³) a été estimé en submergeant la gousse de caroube dans un volume connu d'eau à l'intérieur d'une éprouvette graduée (1000 cm³). La quantité d'eau déplacée est égale au volume de la forme irrégulière de la gousse de caroube.

I.4.4.5. Indice de taille

L'indice de taille est le rapport de la longueur sur la largeur.

I.4.4.6. Masse

La moyenne des trois masses des gousses.

I.4.4.7. Nombre des graines

Le nombre des graines dans chaque gousse.

I.4.4.8. Masse des graines

La masse des graines dans chaque gousse.

I.4.5. Analyses physicochimiques

I.4.5.1. Détermination de la granulométrie

a. Principe

La granulométrie est l'expression de l'état granulaire d'une poudre (**Linden, 1991**) ; Elle est basée sur le principe de la séparation mécanique (tamisage).

b. Mode opératoire

Nous avons fait passer 10g de la poudre de caroube à travers une série de tamis de Diamètres des mailles différents : 1000,500 et 250µm soumis à un secouage va et Vient et vibratoire dont le refus a été pesé chaque fois (**AACC No.55-30.01**).

c. Expression des résultats

Le refus ou la granulométrie est calculé comme suit :

$$\text{Gr \%} = (P1/P0) \times 100$$

Dont :

P0 : Poids de l'échantillon (prise d'essai) en g

P1 : Poids du refus après tamisage en g

I.4.5.2. Détermination du Ph

a. Principe

La détermination du pH est faite à l'aide d'un pH mètre préalablement étalonné par deux solutions tampons 4 et 7 (AOAC, 1995).

b. Mode opératoire

- ✓ Peser 5g de produit à analyser dans un bécher rempli par l'eau distillé jusqu'à 50ml.
- ✓ Agitation mécanique.
- ✓ Puis, on met notre solution à une température de 20°C.
- ✓ Avant de mesurer le pH de notre produit, IL faut étalonner l'appareil.
- ✓ Une fois le pH-mètre équilibré, introduire l'électrode dans le bécher

Contenant notre produit.

c. Expression des résultats

On note la valeur du pH directement sur l'écran d'affichage du pH-mètre.

I.4.5.3. Détermination de la matière sèche

a. Principe

La matière sèche est définie comme étant le résidu d'un aliment restant après l'élimination de l'eau, dans des conditions expérimentales données dont la somme de la teneur en eau et en matière sèche représente la totalité de l'aliment.

b. Mode opératoire

Nous avons opté la méthode de l'AOAC (1990).

- ✓ Peser 2 à 2.5 g de l'échantillon.
- ✓ Puis les placer dans l'étuve réglée à 105°C pendant 2h.
- ✓ Retirer les creusets de l'étuve, les placer dans le dessiccateur, laisser refroidir
- Et peser.
- ✓ L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'une masse constante.

c. Expression des résultats

Le pourcentage de matière sèche est déterminé par la relation :

$$\text{MS \%} = \text{Msec}/\text{Mi} \times 100$$

Mi = masse de l'échantillon initial (g),

Msec = masse de l'échantillon sec (g) après passage dans l'étuve à 105 °C.

I.4.5.4. Détermination de la conductivité électrique

a. Principe

La conductivité est une technique d'analyse quantitative, permettant d'accéder aux concentrations des ions en solution, cette technique est basée sur la connaissance de la conductivité σ de la solution, grandeur directement liée à la conductance G (L'inverse de la résistance R), mesurée avec un appareil appelé conductimètre (**Bernard et al, 2012**).

b. Mode opératoire

✓ Peser 5g de produit à analyser dans un bécher rempli par l'eau distillé jusqu'à 50ml.

✓ Agitation mécanique.

✓ Puis, on met notre solution à une température de 20°C.

✓ Avant de mesurer la conductivité de notre produit, il faut étalonner l'appareil.

✓ Rincer la cellule conductimétrique à l'eau distillée.

✓ Plonger la cellule conductimétrique dans la solution à analyser qui est laissée

Au repos sans agitation.

✓ Une fois la valeur affichée par le conductimètre est stabilisée, on la note puis

Enlever la cellule de la solution, la rincer à l'eau distillée.

c. Expression de résultats

La lecture de la conductivité a été faite directement sur l'afficheur du Conductimètre

(**A Mellal, 2008**).

I.4.5.5. Détermination de la teneur en cendres

a. Principe

L'expression « cendres totales » est un terme se rapportant à la partie inorganique d'un échantillon alimentaire. La minéralisation par voie sèche ou calcination consiste à brûler l'échantillon dans un four à moufle et recueillir le résidu minéral.

b. Mode opératoire

Selon la méthode de l'AOAC (2000).

- ✓ Peser des creusets d'incinération vides.
- ✓ Puis peser 5 g de poudre est ajoutés et la masse de l'ensemble est notée.
- ✓ Ensuite Les échantillons sont alors soumis à une température de 550°C dans
- Un four à moufle pendant 6h.
- ✓ Retirer les creusets du four, les placer dans un dessiccateur, laisser refroidir
- Et peser.

c. Expression des résultats

La teneur en cendres des échantillons est calculée selon la formule suivante :

$$C (\%) = (M2-M1/M0) \times 100$$

Avec :

C (%) : teneur en cendres en % ,

M0 : masse de la prise d'essai en g,

M1 : masse des creusets vides en g,

M2 : masse d'échantillon après incinération en g.

I.4.5.6. Détermination de la teneur en matière grasse

a. Principe

L'extraction par solvant organique (Hexane), spécifique pour la détermination du taux de la matière grasse est réalisée avec un appareil de type Soxhlet. A la fin de l'extraction, on peut admettre que toute la matière grasse est transférée dans le solvant.

b. Mode opératoire

Il a été effectué selon la méthode **ISO (659, 2009)**.

- ✓Peser le ballon vide et mettre 7g de la poudre de caroube.
- ✓Ajouter 280ml d'Hexane.
- ✓Ensuite faire une extraction par Soxhlet pendant 3h à 69°C.
- ✓Sécher les ballons à l'étuve pendant 30min à 130°C.
- ✓Retirer les ballons de l'étuve, les places dans le dessiccateur, laisser Refroidir et peser
- ✓L'opération est répétée jusqu'à obtention d'un poids constant

c. Expression des résultats

Le taux de la matière grasse est calculé par la formule suivante :

$$\text{MG \%} = (\text{P1} - \text{P2} / \text{ME}) \times 100$$

Dont :

P2 : poids du ballon vide.

P1 : poids du ballon après évaporation.

ME : masse de la prise d'essai.

MG : taux de la matière grasse.

100 : pour exprimer le pourcentage.

I.4.5.7. Détermination de la teneur en fibres brutes

a. Principe

Elle consiste à traiter l'échantillon à analyser successivement avec de l'acide Sulfurique et de la potasse. L'hydrolyse acide/ basique (à chaud) permet de solubiliser la quasi-totalité du contenu cellulaire à l'exception des fibres Alimentaires et des sels minéraux

b. Mode opératoire

Le dosage a été procédé selon la méthode de **Henneberg et Stohmann en 1860** appelée aussi la méthode **Weende** :

- ✓ Préparer deux solutions : l'une d'acide sulfurique (H₂SO₄) à 1,25 % et l'autre de l'hydroxyde de potassium (KOH) à 1,25 %.
- ✓ Introduire dans un creuset 1g d'échantillon séché et broyé puis ajouter 150ml de H₂SO₄ à 1,25%.
- ✓ Après préchauffage et juste au début de l'ébullition, ajouter trois gouttes de N-octanol comme agent anti-mousse et compter exactement 30 minutes.
- ✓ Vidanger l'acide sulfurique tout en lavant trois fois avec 30ml de l'eau distillée chaude.
- ✓ Ensuite ajouter 150 ml de KOH à 1,25 %; préchauffer, ajouter 3 gouttes de N-octanol et compter encore une fois 30 min.
- ✓ Procéder à un deuxième lavage trois fois avec 30 ml d'eau distillée chaude.
- ✓ Effectuer un dernier lavage avec de l'eau distillée froide (30 ml).
- ✓ La dernière étape consiste à rincer les résidus contenus dans les creusets 3 fois avec 25 ml d'acétone.
- ✓ Introduire les creusets dans une étuve réglée à 105°C pendant une heure (1h) jusqu'à un point constant (**M2**) ; ce poids représente les fibres brutes plus la teneur en cendres par rapport au poids initial ; pour cela, il est nécessaire de poursuivre l'opération en plaçant les creusets dans un four à moufle à 550°C jusqu'à ce que la couleur des résidus devienne blanc grisâtre ;
- ✓ Laisser les creusets se refroidir dans un dessiccateur et peser les (**M3**).

c. Expression des résultats

La teneur des fibres brutes est calculée par la formule présentée ci-dessous :

$$F \% = (M2 - M3) \times 100$$

F : pourcentage des fibres brutes.

I.4.5.8. Détermination de la teneur en protéines brutes

a. Principe

Pour déterminer la quantité des protéines contenues dans un échantillon, on procède à un dosage de l'azote total par la méthode de Kjeldahl qui a été développée en 1883 par un chimiste danois « Johan KJELDAHL ». Cette dernière s'effectue en trois phases

✓ Digestion (minéralisation) .

✓ Distillation .

✓ Titration.

b. Mode opératoire

• Minéralisation

Dans un matras de Kjeldahl, on introduit :

✓ 1 g du matériel biologique broyé.

✓ 2 g de catalyseur (**Annexe N°6**).

✓ 25 ml de H₂SO₄ concentré à 97 %.

✓ 2 ml d'H₂O₂ (eau oxygénée) à 30 %.

On chauffe le matras jusqu'à ce que la couleur noire se transforme en une couleur limpide, à ce moment-là l'azote organique est transformé en azote minéral.

Ensuite, on laisse refroidir et on transvase l'échantillon minéralisé dans une fiole. on lave le matras avec l'eau distillée tout en ajustant le volume jusqu'à 100 ml.

• Distillation

Elle se fait dans une unité de distillation BÜCHI Distillation Unit B-324.

Dans un matras, on introduit 10 ml du contenu de la fiole auquel on additionne 20 ml d'eau distillée et 30 ml de la soude à 35 %.

En parallèle, on prépare une solution d'acide borique à 0,1N avec 10 gouttes d'indicateur de **Tashiro** (de couleur rose- violette en présence d'un milieu acide et verte dans le cas d'un milieu alcalin) (**Annex N°7**).

La distillation s'effectue dans un appareil spécifique, elle est arrêtée au bout de 4 minutes à compter du début d'ébullition.

• Titration

Puisqu'on utilise l'acide borique comme solution de récupération, on va alors titrer l'excès des anions de borate avec la solution de HCl à 0,1N jusqu'à changement de la coloration du vert au rose-violet dû au virage de l'indicateur de la coloration du vert au rose-violet dû au virage de l'indicateur de Tashiro.

c. Expression des résultats

$$\text{Azote total (N) (\%)} = (\text{VB} - \text{VE}) \text{ F } \times 0.0014 \times 10 \times 100 / \text{M}$$

Dont :

VB : volume de HCL 0.1N utilisé pour un essai blanc (ml).

VE : volume de HCL 0.1N utilisé pour la titration de la solution à doser (ml).

F: facteur de conversion

100 : coefficient du pourcentage

10 : coefficient du volume total de la solution à doser

M : masse de la prise d'essai.

Le taux d'azote total est converti en taux de protéines brutes selon la formule

Suivante :

$$\text{Taux de protéines brutes (\%)} = \text{N total (\%)} \times 6,25$$

D'où 6,25 est le facteur de conversion basé sur le taux moyen d'azote des protéines.

I.4.5.9. Détermination de la teneur en sucres totaux

a. Principe

Le dosage des sucres totaux est effectué par la méthode de phénol / acide sulfurique (Dubois et al, 1956)

Cette dernière nécessite une hydrolyse acide qui permet la rupture de toutes les liaisons glucidiques dans le polyside.

Le principe du dosage se base sur la condensation des produits de déshydratation des oses avec un chromogène qui est le phénol. A ce moment-là, il se forme des chromophores de couleur jaune-orange, leur apparition est suivie en mesurant l'augmentation de la densité optique à 490nm.

La teneur des sucres est exprimée en $\mu\text{g} / \text{ml}$ (convertie en grammes / litre) de $\alpha \text{D} (+)$ Glucose à partir d'une courbe d'étalonnage.

a. Mode opératoire

• Préparation de l'échantillon

✓ On additionne à 0,5g d'échantillon, 20 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) 0,5 M

Puis on place l'ensemble dans une étuve réglée à 105°C pendant 3 heures.

✓ On transpose la solution dans une fiole de 500ml tout en ajustant le volume

Par de l'eau distillée jusqu'à 500ml.

✓ On filtre la solution puis on réalise trois dilutions au 1/3.

✓ Dans des tubes, on met 1ml de chaque dilution, ensuite on ajoute dans

Chaque tube 1ml de phénol à 5 % et 5ml d'acide sulfurique H_2SO_4 à 98 %.

✓ Les tubes sont maintenus dans l'étuve pendant 5 minutes à 105°C , puis laissés dans l'obscurité pendant 30 minutes

✓ Enfin, à l'aide d'un spectrophotomètre, on lit la densité optique à une

Longueur d'onde de 490 nm.

En parallèle, on trace la courbe d'étalonnage de la façon décrite dans l'annexe N8°

I.4.6. Analyses organoleptiques

Un panel de dégustateurs composé de 10 personnes adultes âgés des 20 à 30 ans sains et habilités à l'évaluation sensorielle des farines de caroube.

Les critères des propriétés organoleptiques sont : couleur, goût et texture



***Chapitre II Résultats &
Discussion***

II.1. Analyses morphobiométrique

Les résultats d'analyses morphobiométrique des gousses et des graines sont

Indiqués dans le tableau N°1.

Tableau N°1: Caractéristiques morphobiométrique des gousses de caroube(Mascara)

Gousse	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Epaisseur (cm)	Masse (g)	Volume (ml)	N° des graines	Masse des graines
G01	18.36	2.43	0.64	22.839	16	07	1.156
G02	17.05	2.39	0.66	19.748	19	08	0.822
G03	13.51	2.54	0.68	14.260	11	05	0.878
G04	16.27	2.52	0.72	19.812	17	11	1.568
G05	11.47	2.15	0.52	10.766	09	04	0.550
G06	13.47	2.07	0.54	12.658	11	06	0.741
G07	18.05	2.45	0.58	22.466	19	08	1.364
G08	17.68	2.32	0.52	16.622	13	07	0.747
G09	17.47	2.40	0.57	19.556	17	08	1.375
G10	19.05	2.77	0.58	24.579	19	07	0.823

Tableau N°2: Caractéristiques morphobiométrique des gousses de caroube(Mila)

Gousse	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Epaisseur (cm)	Masse (g)	Volume (ml)	N° des graines	Masse des graines
G01	15,47	1,76	0,69	12,747	10	13	2,998
G02	13,27	1,43	0,68	09,511	09	09	2,015
G03	12,35	1,85	0,63	08,299	05	07	1,657
G04	15,16	1,91	0,79	12,636	10	11	2,696
G05	18,03	2,00	0,77	13,696	14	12	2,735
G06	14,53	1,75	0,74	10,083	10	09	2,111
G07	13,06	2,04	0,66	10,770	11	08	1,412
G08	12,84	1,64	0,70	06,354	08	07	1,584
G09	10,46	2,11	0,59	08,880	09	06	0,822
G10	17,73	5,78	0,72	11,468	11	13	3,142

Tableau N° 3: Caractéristiques morphobiométrique des gousses de caroube (La moyenne)

GOUSSE	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Epaisseurs (cm)	Masse (g)	Volume (ml)	N°de graines	Masses des graines
Mila	14,29	2,22	0,69	10,44	9,7	9,5	2,11
Mascara	16,28	2,40	0,60	18,33	15,1	7,1	1,00

La taille des gousses, définie par la valeur moyenne de sa longueur a donné lieu à la classification des gousses récoltées en deux catégories : taille légèrement longue ($15 < L \leq 18$ cm), et taille légèrement courte ($10 \leq L < 15$ cm).cette catégorisation de taille a été faite en référence aux travaux de **Tutin et al. (1993)** et de **Batlle et Tous (1997)** qui ont rapporté que la taille moyenne des gousses peut aller de 10 à 30 cm.

Dans le cas de nos échantillons, la taille légèrement courte caractérise les gousses de Mascara et Mila avec des moyennes de 16,28cm et 14,29cm, respectivement.

La largeur des échantillons de Mascara et Mila, légèrement larges avec des moyennes de 2,40cm et 2,22cm, respectivement. Ces résultats sont situent dans la littérature de 1,5 à 2,5cm selon **Tutin et al. (1993)** et de 1,5 à 3,5cm selon **Battle et Tous (1997)**.

L'épaisseur des gousses est également très variable d'un échantillon à une autre et constitue un critère de distinction entre les gousses comprimées et volumineuses.

Elle peut atteindre 1cm notamment chez les gousses charnues (**Battle et tous, 1997**).

Selon cette étude, la gousse du caroubier de la région de Mascara renferme une masse de 18,33g, est supérieure à celle de Mila 10,44g.

La région de Mila est un volume de 9,7 ml inférieur à celle de Mascara 15,1 ml.

La moyenne de nombre des graines est presque similaire dans toutes les régions, et une moyenne de masse aussi similaire.

Pour l'indice de réfraction des gousses est à peu près semblable pour toutes les régions.

II.2. Analyses physicochimiques

II.2.1. Détermination de la granulométrie

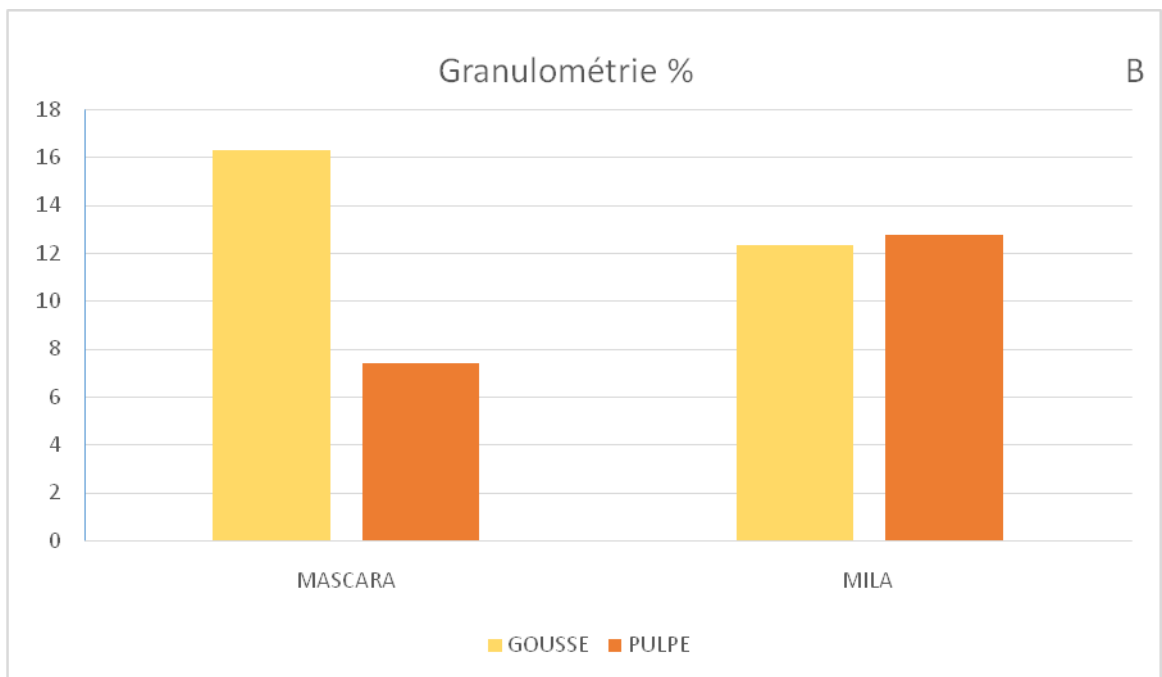
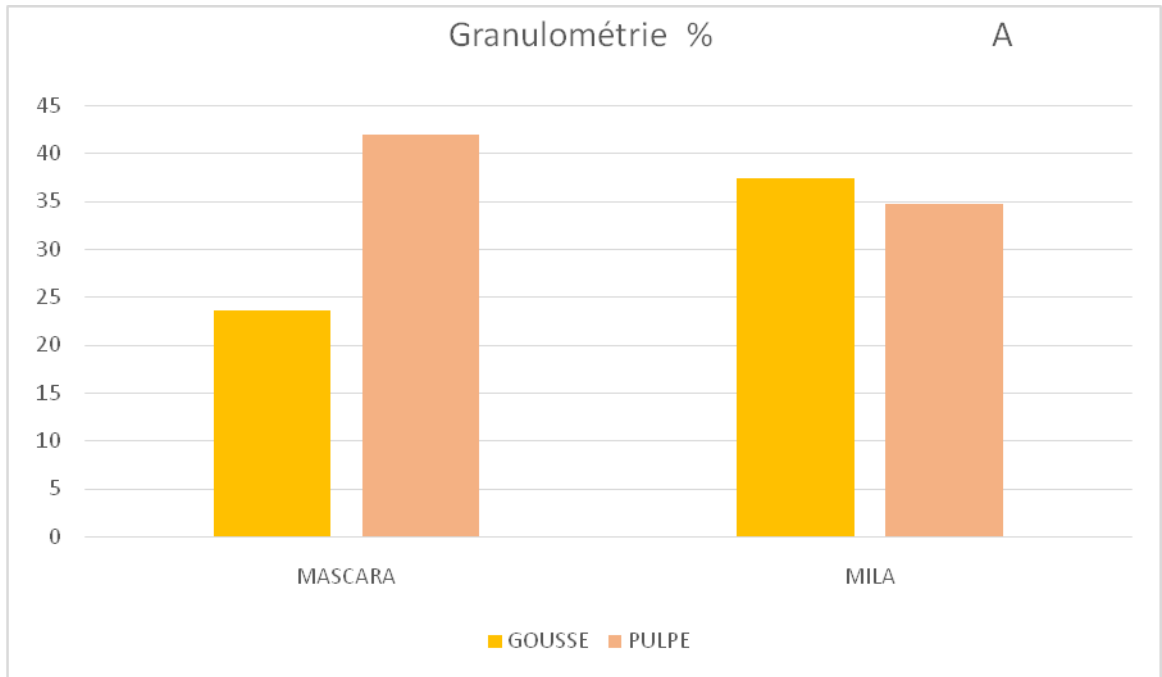
Les résultats de la détermination de la granulométrie sont résumés dans la figure N°2

Selon nos résultats on remarque la quantité de matériau qui est retenue sur le tamis de :

-250 μ m : Mascara (G : 23,53%, P : 41,96%) ; Mila (G : 37,38%, P : 34,78%)

-500 μ m : Mascara (G : 16,31%, P : 07,41%) ; Mila (G : 12,30%, P : 12,77%)

-1000 μ m : Mascara (G : 13,89%, P : 02,00%) ; Mila (G : 11,60%, P : 06,42%)



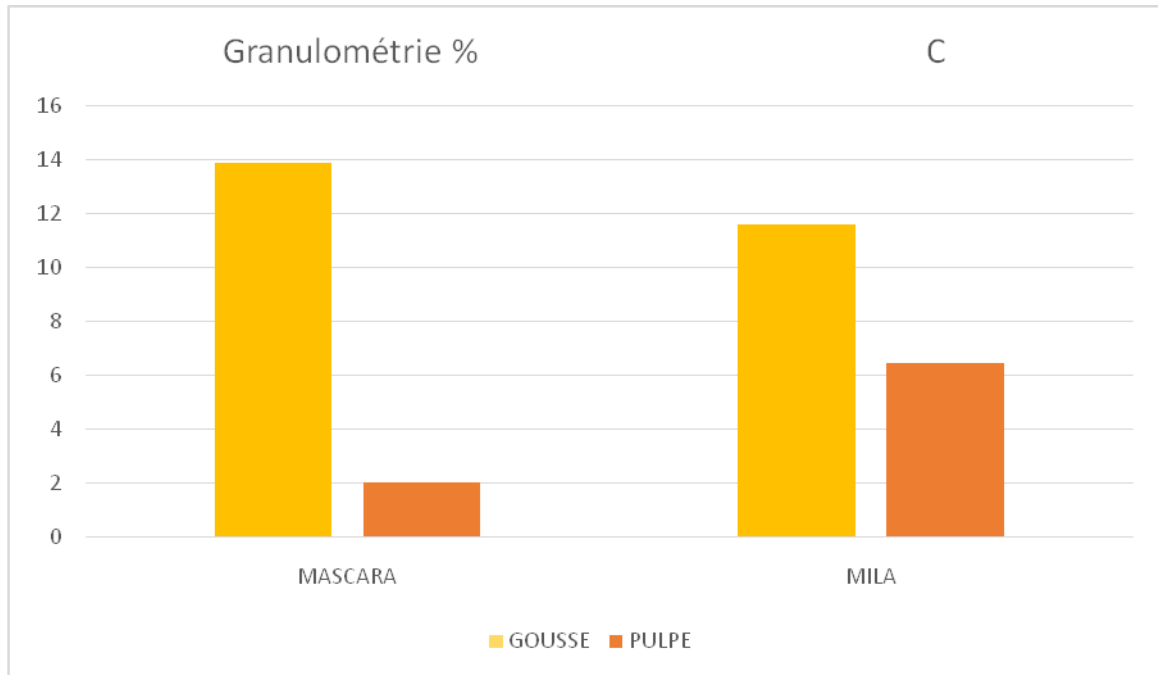


Figure N°2 :(A : 250 μ m, B : 500 μ m, C : 1000 μ m)

II.2.2. Déterminations du pH

Les différentes valeurs du pH des échantillons de caroube sont indiquées dans la figure N°3.

La mesure du pH (potentiel hydrogène) d'une solution aqueuse permet de déterminer son acidité ou son alcalinité (ou acido-basique).

Nous avons relevé des valeurs de pH acide pour le premier jour dans tous les échantillons analysés, ils sont situés dans l'intervalle de 4.17 à 4.78.

Selon la norme **ISO 7907 :1987**, Le pH de la farine de caroube obtenue est légèrement supérieur, et presque la même que (**Rajem et al, 2016**), qui est de l'ordre de 5.39.

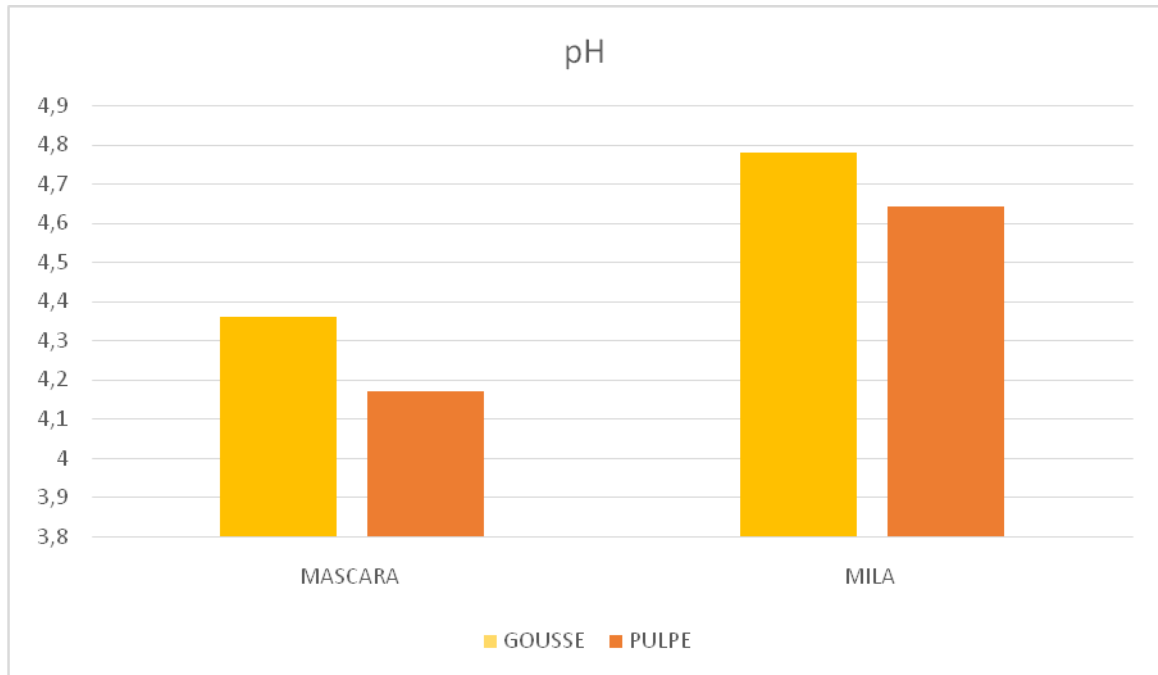


Figure N°3 : Résultats du pH différents échantillons

II.2.3. Détermination de la matière sèche

Les différentes valeurs de la matière sèche des échantillons de caroube sont indiquées dans la figure N°4.

Le taux de la matière sèche dans les pulpes de caroube des différentes régions a été estimé entre 70.74% et 88.91% ; alors que dans les gousses sont situées entre 88.12% et 88.42 %

Le taux de la matière sèche dans les gousses ne présente aucune différence significative dans les régions de Mascara et Mila, avec des pourcentages de 88.12% , 88,42% , respectivement par contre le taux de la matière sèche dans les pulpes est inférieur dans les régions de Mascara avec un pourcentage de 88.74% par rapport aux pulpes de Mila avec un pourcentage de 88.91% , nos résultats sont plus approximatifs aux résultats obtenus par **Gaouar, 2011** qui comprises du 88.68% et 90.40%.

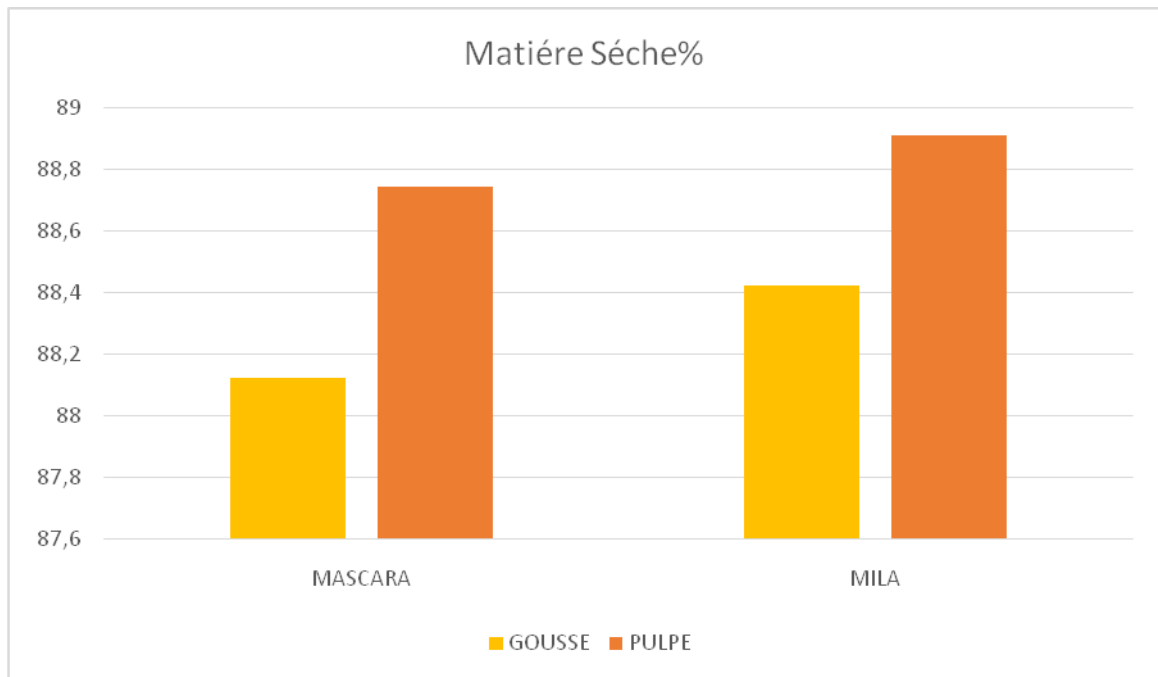


Figure N°4: Résultats de matière sèche des échantillons étudiés.

II.2.4. Détermination de la conductivité électrique

Les différentes valeurs de la conductivité électrique des échantillons de caroube sont indiquées dans la figure N°5.

Dans les deux régions, nous avons remarqué que la valeur moyenne de la conductivité de l'extrait de gousses était systématiquement inférieure à celle des pulpes. Selon les résultats obtenus, on remarque que la conductivité électrique dans le premier jour, les échantillons de la région Mascara et Mila sont situés entre 2,46mS à 2,52mS, pour les gousses et 2,53mS à 2,86mS pour les pulpes respectivement.

La conductivité électrique exprime l'aptitude d'une solution aqueuse à conduire un courant électrique, elle est en corrélation avec la teneur en sel solubles (Amellal, 2008).

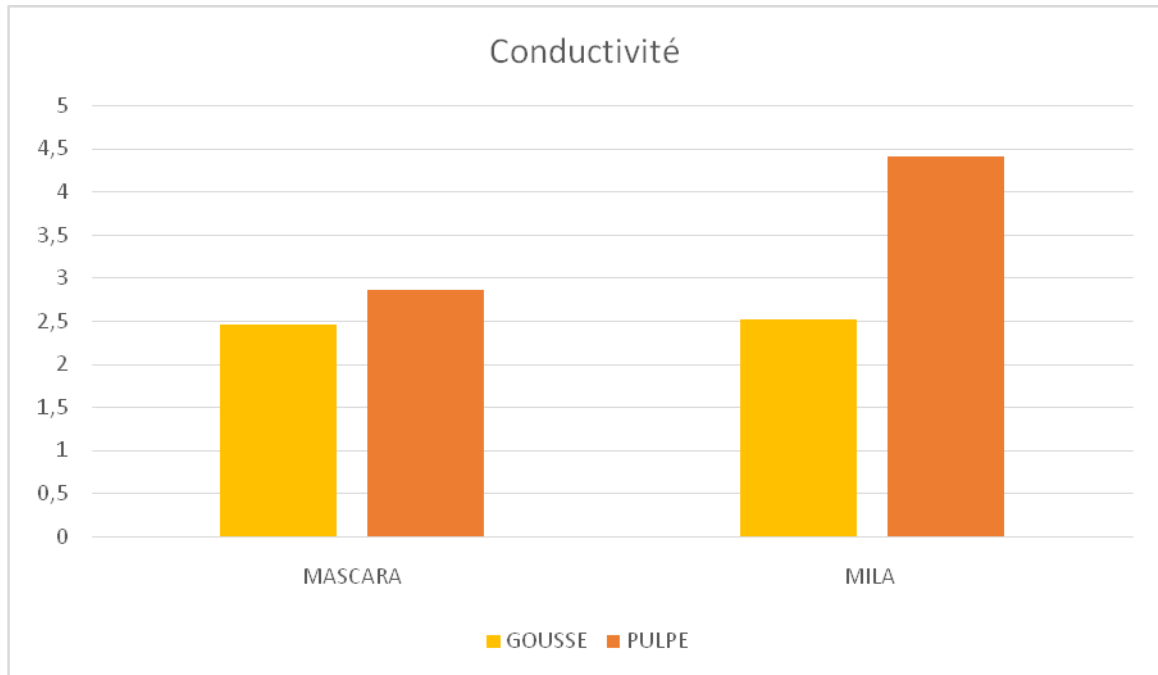


Figure N°5 : Résultats de la conductivité électrique

II.2.5. Détermination de la teneur en cendre

La teneur en matière cendre est un élément indicateur sur l'apport nutritionnel en minéraux que contient l'échantillon à analyser. Les résultats obtenus ci mentionné dans la figure N°6.

Dans nos résultats on remarque la teneur en matière minérale des gousses 2,85% pour

Mascara, est légèrement inférieure que celle de Mila de 3.02%, par contre dans les pulpes de Mascara nous avons enregistré 2.69% est inférieure à celle de Mila 3,09%.

Les valeurs trouvées sont comparables à celles trouvées par **Avallone et al, (1997)** Dont la teneur en cendres présente dans la poudre de caroube varie entre 2% à 6% ; Il dépend de la variété du caroubier.

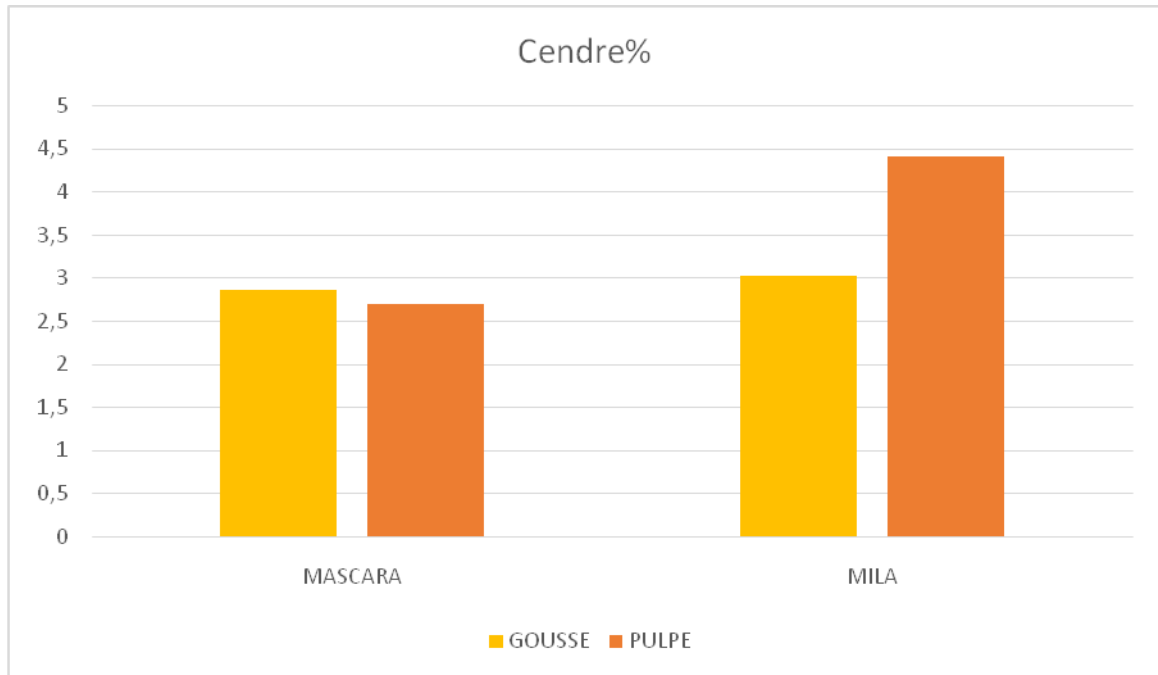


Figure N°6: Teneurs en cendres des différents échantillons.

II.2.6. Détermination de la teneur en matière grasse

Les lipides sont des substances organiques nutritionnelles caractérisés par leurs insolubilités dans l'eau et, au contraire, par leurs solubilités dans les solvants organiques non polaires. Ils constituent un apport calorique important ainsi un apport en acide gras essentiel et en vitamines liposolubles. Les pourcentages de matières grasses trouvées dans les échantillons de caroubes sont indiqués dans la figure N°7.

Les résultats obtenus montrent que les gousses de Mascara contiennent plus de matière grasse avec de pourcentage de 2,58 %, par rapport à les régions de

Mila de 2,74%, et par contre les pulpes de Mascara et Mila contiennent une quantité de matière grasse de 2,84% et 2,86% respectivement.

Les autres échantillons ont des valeurs inférieures à celle trouvée par plusieurs auteurs **Avallone et al, (1997)** soit 3%.

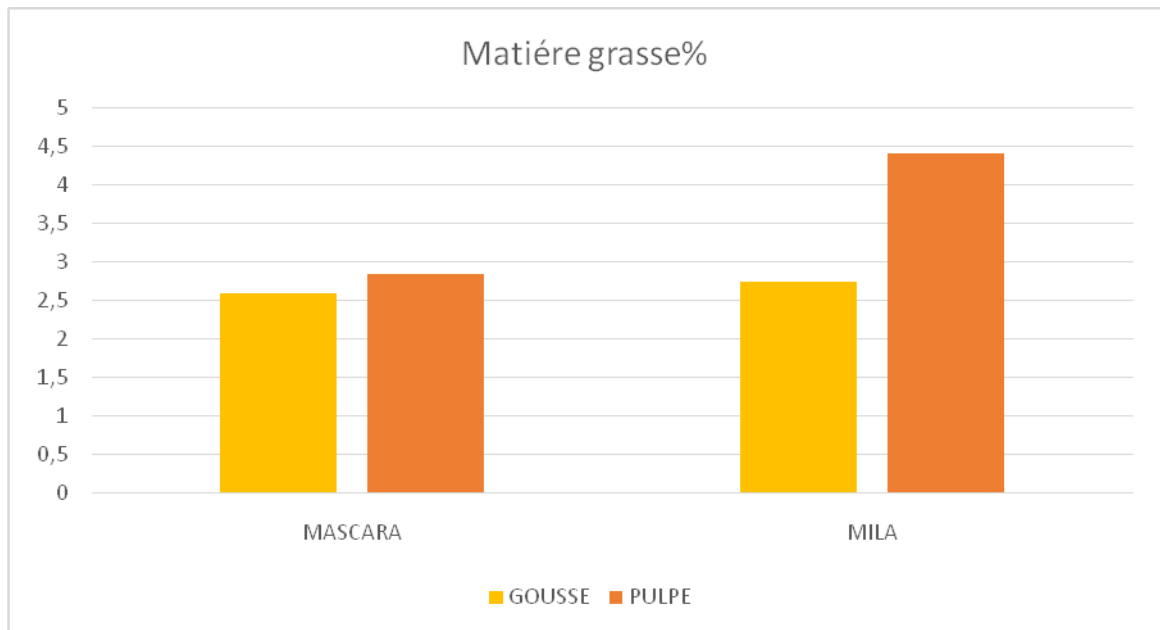


Figure N°7: Teneur de la matière de grasse.

II.2.7. Détermination de la teneur en fibres brutes

Les fibres alimentaires sont des polymères glucidiques d’origine végétale, associées Ou non dans la plante à la lignine ou à d’autres constituants non glucidiques (Polyphénols, cires, saponosides, phytostérols...) (AFSSA, 2002)

Les résultats d’analyse des fibres alimentaires sur les échantillons de caroube sont Présentés dans la figure N°8

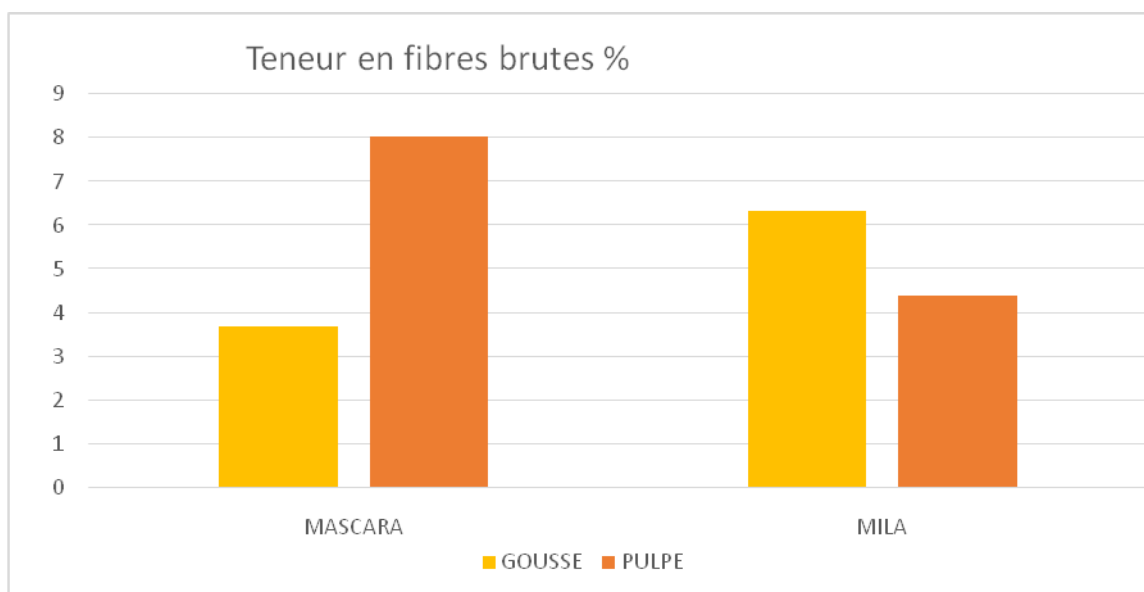


Figure N°8 : Teneur en fibres brutes.

Les taux de fibres alimentaire sont pratiquement les même pour les pulpes (3.70 %, 6.34% MS) pour les pulpes de Mascara et Mila respectivement, mais sans aucune différence significative ; nous avons enregistré des valeurs très rapprochés également pour les gousses (8.03 %, 8.28 % MS) Mascara et Mila.

Les résultats que nous avons obtenus concernant les pulpes sont comparables à ceux obtenus par **Yousif et Alghzawi en 2000** dont la valeur des fibres alimentaires est estimée à 10,99% de MS.

Les fibres de caroube augmentent le métabolisme des lipides en favorisant leur Utilisation donc leur oxydation ; par conséquent ; les fibres de caroube exercent une bonne influence sur l'énergie ingérée et le poids corporel (**Gruendel et al. 2007**) ; L'ingestion des fibres de caroube diminue le taux de glucose postprandiale dans le sang et l'insulinémie chez les sujets ayant le diabète de type 2 (**Gruendel et al. 2007**).

La consommation des fibres de caroube réduit les taux de cholestérol HDL et LDL Et de triglycérides dans le sang, donc ils contribuent à la prévention et au traitement de l'hyperlipidémie (**Zunft et al., 2001 ; Ruiz-Roso et al., 2010**).

II.2.8. Détermination de la teneur en protéines brutes

Les teneurs en protéines des différents échantillons de caroube sont indiquées par la figure N°9.

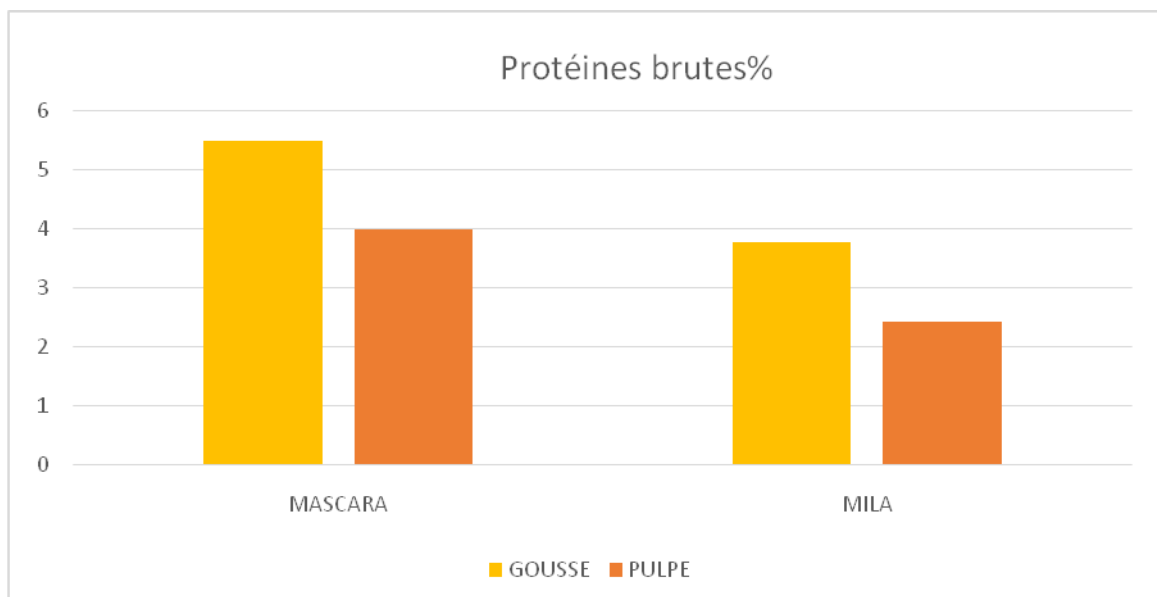


Figure N°9: Teneur en protéines brutes.

Nous avons enregistré des teneurs non négligeables des protéines pour deux échantillon dont les gousses (Mascara 5,49% ; Mila 3,77%) et les pulpes (Mascara 3,98% : Mila 2,43%).

Ces résultats sont supérieurs à ceux de **Albanell et al, (1991)**. **Yousif et Alghzawi (2000)**, de nombreuses études ont démontré que la composition en acide aminés Varie d'un fruit à l'autre suivant l'espèce, l'origine géographique, le stade de maturation et la méthode de culture (**Dahim et Nait, 2018**).

Les protéines tiennent une place importante dans notre alimentation. En effet, pour l'homme et l'animal, le besoin en protéines est d'environ 12 à 15% de la matière sèche du régime alimentaire, suivant l'espèce et l'état physiologique. Elles sont fournies essentiellement par les graines de céréales et des légumineuses (**Dahim et Nait, 2018**).

II.2.9. Détermination de la teneur en sucres totaux

La caroube est un fruit caractérisée par sa richesse en sucres ce qui lui vaut sa saveur très sucrée et son utilisation comme aliment de bétail (**Gaouar, 2011**). Les résultats des sucres totaux pour les quatre échantillons par la figure N°10.

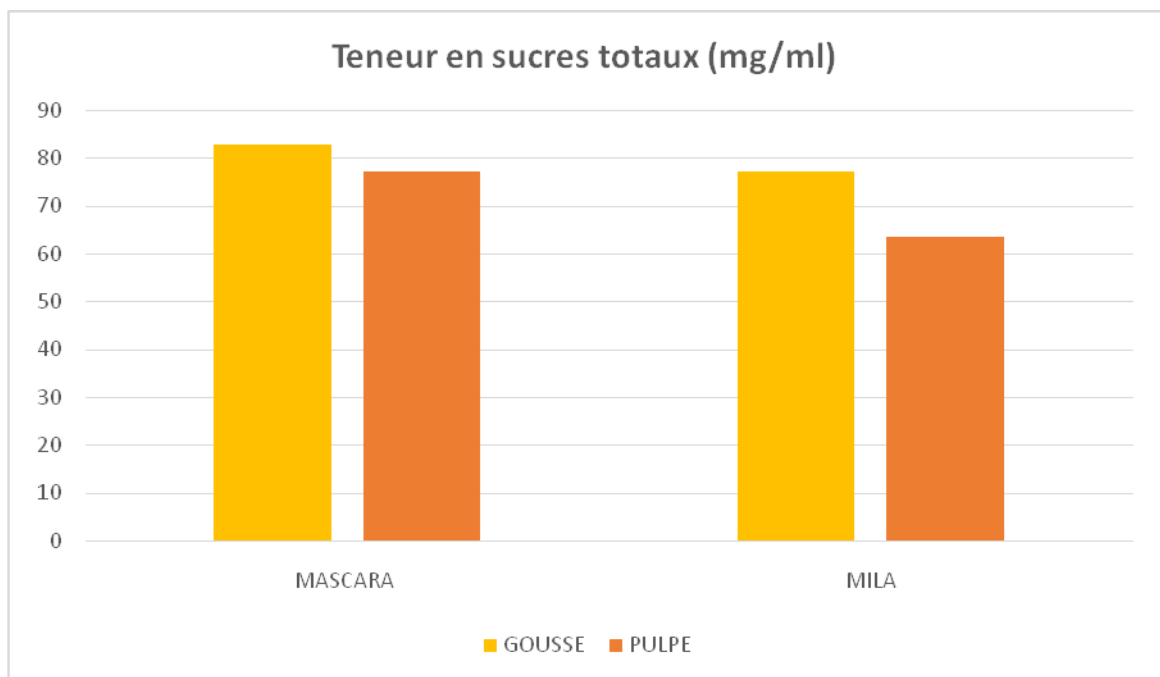


Figure N°10 : Teneur en sucres totaux.

Les teneurs les plus élevées en sucre totaux sont obtenus pour les échantillons des gousses contre des pulpes à savoir Mascara (82, 75 contre 77,24 mg /ml), Mila (77,04 contre 63,36 mg/ ml).

II.3. Analyses organoleptiques

Les tableaux N°5 et N°6 montre quelques paramètres (goût, couleur, texture) organoleptiques des farines de caroube de différentes régions par un panel de dégustateurs composé de 10 personnes.

II.3.1. Couleur

L'examen des résultats obtenus dans les tableaux N° montre que les 2 types de poudre de caroube n'ont pas le même spectre qui sont marron claire pour la région de Mascara, et marron foncé pour Mila.

II.3.2. Goût

Concernant le goût et après les résultats trouvés dans les tableaux N° il y a une différence entre les échantillons, pour la région de Mascara a un goût sucré, par contre l'autre région ont des goûts différents entre (amer, acide, douce et sucrée).

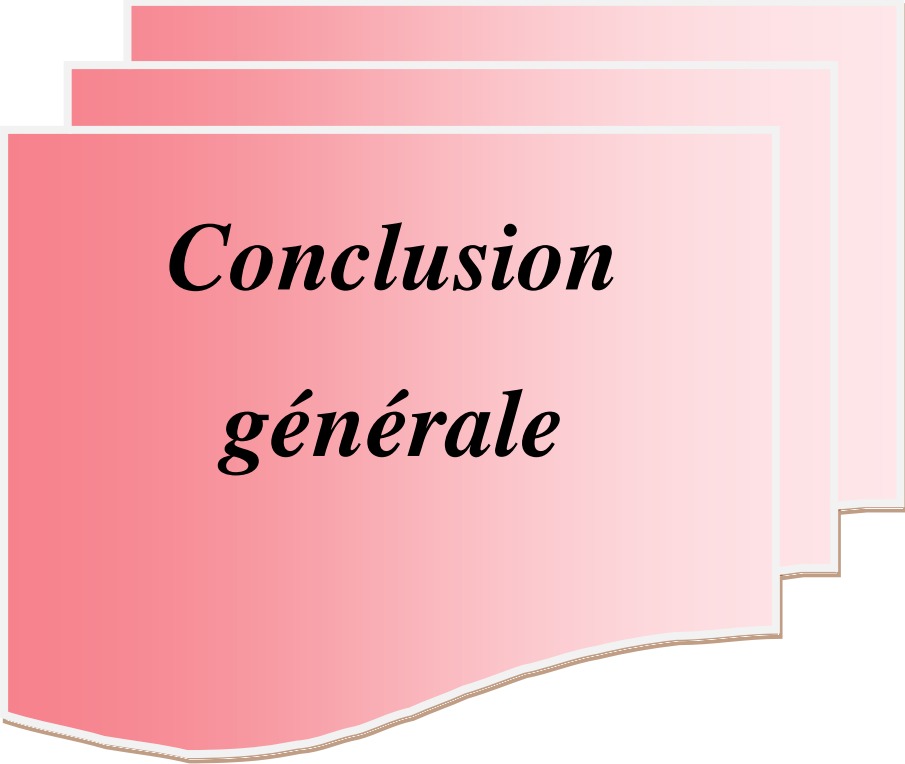
II.3. Texture

D'après le tableau N°4, l'ensemble des échantillons ont une texture granuleuse pour la Régions de Mascara, par contre la région de Mila la farine de gousse a une texture fin et pulpe à une texture granuleuse.

Globalement, l'analyse organoleptique montre que les échantillons de la région Mila sont préférés par rapport à Mascara (Tableau N°4).

Tableau N°4 : Appréciation finale de l'analyse organoleptique de la farine de caroube

Régions	Appréciation finale	
	Gousse	Bonne
MASCARA	Pulpe	Bonne
	Gousse	Très bonne
MILA	Pulpe	Bonne
	Gousse	Très bonne



***Conclusion
générale***

Conclusion générale

Conclusion générale

Le caroubier est originaire des pays méditerranéens, actuellement répandu dans des nombreux pays subtropicaux. Le caroubier reste très négligé et n'a pas encore eu la place qu'il mérite dans les programmes de reboisement et ce, malgré les différentes études et résultats qui ont montré que cette espèce est très intéressante aussi bien du point de vue écologique (plasticité, rusticité, résistance à la sécheresse, etc.), qu'économique (production de fruits ; de bois, création d'emploi, etc.), que pour la protection (rôle anti-érosif, conservation des sols). Les gousses de caroubier ont un impact positif sur l'économie des pays producteurs, mais surtout comme source de revenus pour les populations rurales. Le broyage de ce fruit permet d'obtenir la précieuse farine de caroube qui fait partie de super aliment particulièrement nutritif.

Fibres, protéines, sucres, elle regorge de nutriments bénéfiques pour la santé et permet de mieux répondre aux besoins journaliers recommandés.

Nous avons entrepris une étude morphobiométrique sur les gousses de deux sites en Algérie Mascara et Mila. Cette étude permet de mieux répondre aux besoins journaliers recommandés.

Nous avons entrepris une étude morphobiométrique sur les gousses de deux sites en Algérie Mascara et Mila.

Les gousses provenant de la région de Mascara ont une taille importante par rapport la région de Mila. Les gousses de Mila sont les plus minces.

D'autre part les résultats des analyses physico-chimiques obtenues de la farine de caroube (gousse, pulpe) montrent que nos échantillons ont un pH acide et très proche à celui signalé par plusieurs auteurs. Les valeurs de pH des quatre échantillons sont proches. L'échantillon de Mila a donné la valeur la plus élevée, 4,78 dans la farine de gousse.

La détermination de la teneur de la matière sèche montre des valeurs assez importantes. L'analyse de la teneur en cendres de farine des gousses de caroube ont situées entre 2,85-3,02% et entre 2,69-3,09% pour la farine des pulpes.

L'étude de la teneur en matière grasse révèle une quantité entre 2,58-2,74% pour la farine des gousses, et entre 2,84-2,86% pour la farine des pulpes.

Conclusion générale

Le dosage des fibres brutes a montré que les valeurs trouvées sont fortement similaires pour les gousses (8,03%, 8,28%) .

L'analyse du taux de protéines dans la farine des gousses est entre 3,77-5,49%, et un taux de sucres totaux entre 77,04-82,75mg/ml. Par contre la farine des pulpes présente un taux de sucre entre 63,36-77,24mg/ml.

Sur le plan organoleptique pour les farines de caroube de trois sites ont données des résultats non similaires entre eux c'est-à-dire des caractères sensoriels différents (couleur, goût et texture).

Ce travail, mérite d'être reconduit et poursuivi afin d'enrichir cet axe de recherche. ces résultats très encourageants sur la qualité alimentaire du caroubier de Mascara et Mila méritent d'être complétés par des études physicochimiques, organoleptiques et morphobiométrique plus approfondies.



***Références
Bibliographiques***

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

1. **Aafi, (1996)** Note technique sur le caroubier (*Ceratonia siliqua* L) Rabat, Maroc ; Centre nationale de la recherche forestière .S .d . Coloniales (ED), Générales : composition et caractères des corps gras végétaux : botanique : extraction : usage : production : commerce (Vol. 1). Paris.
2. **Ait Chitt M, Belmir H & Lazrak A, 2007.** Production de plants sélectionnés et greffés de caroubier .Transfert de technologie en agriculture .Maroc . N 153.
3. **Albanell, E., Caja, G., & Plaixats, J. (1991).** Characteristics of Spanish carob pods and nutritive value of carob kibbles. *Options Méditerranéennes. Série A : Séminaires Méditerranéens*, 16, 135-136.
4. ✓ **Amellal H. 2008.** Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes ; Formation d'un yaourt naturellement, sucré et aromatisé. Thèse de doctorat en Technologie alimentaire. Université M'hamed bougara. Boumerdes.127p.
6. **American Association of Cereal Chemists (AACC).** Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Method 55–30.01. Particle size index for wheat hardness. Approved November 3, 1999. Cereals & Grains Association, St. Paul, MN, U.S.A.
7. ✓ **AOAC. (1990).** Official Methods of Analysis. AOAC, 15th Edition.
8. Washington, DC.1230.
9. ✓ **AOAC. (1995).** Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 16th Edition. Washington, DC, USA.
10. ✓ **AOAC. (2000).** Official Methods of Analysis. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 17th Edition, Washington, DC, USA.
11. ✓ **Avallone R, Plessi M., Baraldi M. and Monzani A. (1997),** Determination of Chemical Composition of Carob (*Ceratonia siliqua*): Protein, Fat, Carbohydrates, and Tannins, *Journal of food composition and analysis*, Vol.10, pp.166–172.
12. Bate-Smith E, C, (1978), abacmanalysis of tanin the concept of relative orstingency, *plytochements* N°12, pp. 907-212.
13. **Battle, I. et Tous, J. (1997).** Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops (carobtree, *Ceratonia siliqua* L.). International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, Italy

Références Bibliographiques

14. ✓ **Benmahioul, B., Kaïd-Harche, M., Dagon, F., 2011.** Le caroubier, une espèce méditerranéenne à usages multiples. Forêt méditerranée, pp. 51–58 t. XXXII n°1.
15. ✓ **Bernard.A-S et al., 2012.** Technique expérimentales en chimie.
16. DUNOD. Paris. 166p.
17. ✓ **Bessibes, S., Boudjerda, S., & Ayad, R. E. (2017).** *Impact de deux procédés de transformation sur la qualité du caroubier de la wilaya de Jijel*(Doctoral dissertation, Université de Jijel).
18. **Biner B, Gubbuk H, Karhan M, Aksu M .et Pekmezci M. (2007) ,** Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua L.*) in Turkey , Food Chemistry N° 100 , pp 1453 1455
19. **Dahim, I., & Nait Larbi, A. (2018).** *Contribution physico chimique de la gousse de caroube (Ceratonia silliqua)* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
20. ✓ **Drici, F., & Bensouna, M. (2017).** Caractérisation et mesures morphométriques des ressources du caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) au niveau de la Wilaya de Tlemcen.
21. ✓ **Dubois M.K.A., Gilli Y.K., Hamilton P.A., (1956),** Colometrie method for determination of sugari et related substances, Anal et chem.Jour., Vol. 28, pp. 350- 356.
22. ✓ **Gaouar, N. (2011).** Etude de la valeur nutritive de la caroube de différentes variétés Algériennes. *Mémoire de Magister. Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen. Algérie.*
23. ✓ **Gruendel S., Otto B., Garcia A.L., Wagner K., Mueller C., Weickert M.O., Heldwein W., Koebnick C., (2007),** Carob pulp preparation rich in insoluble dietary fibre and polyphenols increases plasma glucose and serum insulin responses in combination with a glucose load in humans, Br. J. Nutr., Vol. 98, N°1, pp.101-5.
24. ✓ **Gruendel S., Otto B., Garcia A.L., Wagner K., Mueller C., Weickert M.O., Heldwein W., Koebnick C., (2007),** Increased acylated plasma ghrelin, but improved lipid profiles 24-h after consumption of carob pulp
25. ✓ **ISO (659, 2009).** Graines oléagineuses -- Détermination de la teneur en huile (Méthode de référence) .Ed.4, 13p.

Références Bibliographiques

26. ✓ **ISO 7907: 1987**. France, Caroube-spécifications.
27. Makris D- Petp .Kefalas ; 2004 « carob pod as a surce of polyphenolieAntioxidants , food Technol . Biotechnolo vol 42 , N°21 p .p 105-108.
28. ✓ **Redjem N., ET Derghal W., 2016**. « Contribution à la formulation d'un biscuit à base de caroube et lactosérum ». Thèse de doctorat, p.3
29. ✓ **Tutin, T. G.; Burges, N. A.; Chater, A. O.; Edmondson, J. R.; Heywood, V. H.; Moore, D. M.; Valentine, D. H.; Walters, S. M.; Webb, D. A., 1993**. Flora Europea: Volume 1. 2nd Edition, Cambridge University Press, UK.
30. ✓ **Yousif A.K. ET Alghzawi H.M., 2000**: « Processing and characterization of carob powder ». Food chemistry, 3 (69). PP : 283-287.
31. ✓ **Yousif H., ET Alghzawi M., 2000**. Processing and characterization of carob powder. Journal of Food and Chemistry, Volume 69 (5), N° 3, p. 283-287.
32. ✓ **Yousra, T., & Imane, B. (2020)**. Etude in vivo de l'effet d'extrait de caroube «Ceratonia siliqua L.» sur le syndrome métabolique induit par le Fructose
33. ✓ **ZEGEUR, A., & BISSAR, M. (2020)**. *Le caroubier en Algérie : Valorisation et perspectives* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
34. ✓ **Zunft H.J.F., W. Lüder, A. Harde, B. Haber, H.J. Graubaum, J. Gruenwald, (2001)**, Carob Pulp Preparation for Treatment of Hypercholesterolemia, Advances In Therapy,Vol.18 N°. 5.



Les annexes

Les annexes

Annexe N°1 : Les gousses de caroubier des deux différents sites de l'Algérie en 2022
(photo originale)



MASCARA



MILA

Annexe N°2 : Matériel et produits utilisées dans les différents dosages et analyses.

Matériel	<p>Appareillages (les photos des appareillages au sous de tableau)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Agitateur magnétique chauffant (Daihan Scientific) -Bain-marie avec une pompe (HAAKE V FISIONS) -Balance de précision (OHAUS PIONEER) -Conductimètre électrique (Adwa, AD3000) -Distillateur Kjeldahl (VELP Scientifica) -Etuve (Wisd) -Evaporateur rotatif (Heidolph) -Four à moufle (Heraeus instruments) -Minéralisateur Kjeldahl (VELP Scientific) -Moulin (BOMANN) -Ph mètre (HANNA instruments) -Pied à coulisse (STAINLESS HARDENED) -Soxhlet (Behr-Labor behrotest) -Spectrophotomètre (DLAB Scientific SPUV1100)
	<p>Verreries</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Béchers ; Eprouvettes graduée ; Creusets ; Entonnoirs ; Erlenmeyer ; Fioles jaugées ; Tubes à essai ; Dessiccateur ; Burette graduée ; Matras

Les annexes

Produits	Réactifs	-Acétone (C ₃ H ₆ O) -Acide borique (H ₃ BO ₃) -Acide chlorhydrique (HCl) -Acide sulfurique (H ₂ SO ₄) concentré 98% -Bleu de méthylène -Hexane (C ₆ H ₁₄) -Hydroxyde de potassium (KOH) -Hydroxyde de sodium (NaOH) -N-octanol (C ₈ H ₁₈ O) -Phénol 5% (C ₆ H ₆ O) -Rouge de méthyle
	Autres	Eau distillé

Les annexes

Appareillages (Des photos originales)



Plaque chauffante



Balance



L'étuve



Four



Spectrophotomètre



Les annexes

Un moulin



PH – mètre

L'appareille de Soxhlet



Les Tamis

Pied à coulisse



Conductimètre

Annexe N°3 : Conservation de la caroube (photo originale).



Les annexes

Annexe N°4 : La farine de caroube (photo originale).



PULPE MASCARA



GOUSSE MASCARA



PULPE MILA



GOUSSE MILA

Annexe N°5 : La morphologie de caroube (photo originale).



MASCARA



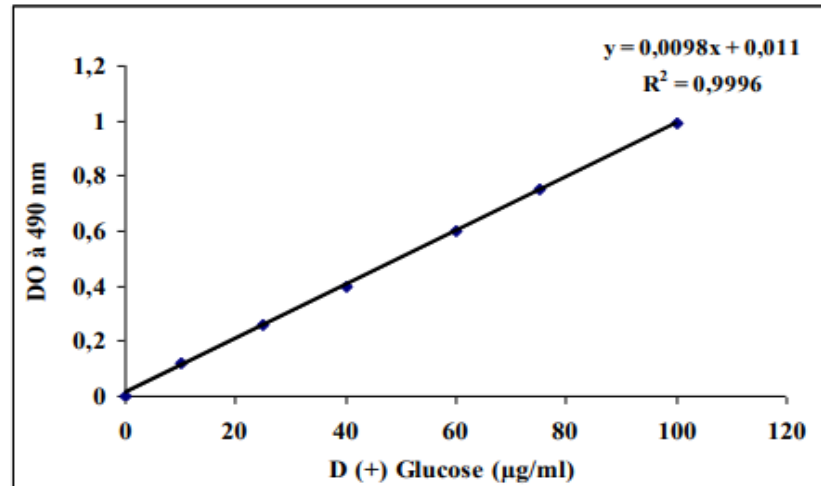
MILA

Annexe N°6 : Mélange 3g de CuSO_4 et 97g de K_2SO_4

Les annexes

Annexe N°7 : 10ml de méthyle rouge à 0.03% dans l'éthanol 70% et 1.5ml de bleu de méthylène à 0.1% aqueux.

Annexe N°8 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des sucres totaux.



Annexe N°9 : Résultats du pH des différents échantillons de caroube.

Régions	MASCARA		MILA	
	Gousse	Pulpe	Gousse	Pulpe
pH	4,36	4,17	4,78	4,64

Annexe N°10 : Résultats de la conductivité électrique des différents échantillons de caroube.

Les annexes

Régions	MASCARA		MILA	
	Gousse	Pulpe	Gousse	Pulpe
Conductivité	2,46	2,86	2,52	2,5 3

Les annexes

Annexe N°11 : Quelques paramètres organoleptiques des farines de caroube des deux régions.

Tableau N°5 : Quelques paramètres organoleptiques des farines de caroube (Mascara)

		Les dégustateurs									
Paramètres	Région de MASCARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Couleur	Gousse	Marron claire	Marron claire	Marron claire	Marron claire	Marron claire	Marron claire	Marron claire	Marron claire	Marron claire	Marron claire
	Pulpe	Marron claire	Marron claire	Marron claire	Marron claire	Marron claire	Marron claire	Marron claire	Marron claire	Marron claire	Marron claire
Goût	Gousse	Très sucrée	Très sucrée	Très sucrée	Très sucrée	Très sucrée	Très sucrée	Très sucrée	Très sucrée	Très sucrée	Très sucrée
	Pulpe	Sucrée	Sucrée	Sucrée	Sucrée	Sucrée	Sucrée	Sucrée	Sucrée	Sucrée	Sucrée
Texture	Gousse	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr
	Les dégustateurs	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr
Paramètres	Région	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	de										

Tableau N°6 : Quelques paramètres organoleptiques des farines de caroube (Mila)



Résumé

Résumé

Résumé

Cette recherche a été menée afin de connaître la qualité alimentaire des farines des gousses entières et des pulpes de caroubes issues de deux régions différentes d'Algérie (Mascara, Mila). La partie expérimentale a comporté trois aspects : caractérisation morphobiométrique des gousses de caroube récoltées, extraction des farines de caroube à partir de leurs gousses entières et de leurs pulpes et analyse de leur qualité alimentaire. Les résultats ont montré que les caractéristiques morphobiométriques étudiées dépendent fortement de la variété de caroube soumise aux conditions de sa production d'une part, et que les farines issues des gousses de caroube ont présenté une meilleure qualité alimentaire par rapport à celle marquée dans les farines obtenues à partir des pulpes de caroube d'autre part.

Mots clés : caroube, farine, extraction, qualité alimentaire, qualité sensorielle, qualité physicochimique, biogéographie.

Abstract

This research was conducted in order to find out the alimentary quality of flours of whole pods and pulps of carob from two different regions of Algeria (Mascara, Mila). The experimental part included three aspects : morphobiometric characterization of harvested carob pods, extraction of carob flours from their whole pods and pulps and analysis of their alimentary quality. The results showed that the morphobiometric characteristics studied depend strongly on the variety of carob submitted to the conditions of its production on the one side, and that the flours obtained from carob pods presented a better alimentary quality compared to that marked in the flours obtained from carob pulp on the other side.

Key words : carob, flour, extraction, food quality, sensory quality, physicochemical quality, biogeography.

Résumé

ملخص

تم إجراء هذا البحث لمعرفة جودة الغذاء لدقيق القرون الكامل ولب الخروب من منطقتين مختلفتين من الجزائر (معسكر ، ميلة). اشتمل الجزء التجريبي على ثلاثة جوانب: التوصيف المورفوبيومترى لقرون الخروب المحصودة ، واستخلاص دقيق الخروب من القرون الكاملة ولبها وتحليل جودة طعامها. أظهرت النتائج أن الخصائص المورفوبيومترية المدروسة تعتمد بشدة على تنوع الخروب الخاضع لظروف إنتاجه من ناحية ، وأن الدقيق من قرون الخروب قدم جودة غذائية أفضل مقارنةً بالدقيق المتحصل عليه من لب الخروب. على الجانب الآخر.

الكلمات المفتاحية: خروب ، طحين ، استخلاص ، جودة غذائية ، جودة حسية ، جودة فيزيائية وكيميائية ، جغرافيا حيوية.