



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGR/2018

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV **Filière :** Sciences Alimentaires
Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Présenté par :

Mlle. ADDA Karima
Mlle. AIS Yamina

Thème

**Caractérisation des graines et d'huile d'amandes amères de la région
Aomar (Bouira), Essai de valorisation par incorporation dans un produit
Cosmétique**

Soutenu le : 01/07/2018

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
Mme CHEKROUNE M	MCB	Univ. de Bouira	Présidente
Mme BOURFIS N	MAA	Univ. de Bouira	Promotrice
Mme IAZZOURENE G	MCB	Univ. de Bouira	Examinatrice

Année Universitaire : 2017/2018

Remerciements

En premier lieu, nous remercions Allah tout puissant de nous 'avoir donné le courage et santé pour réaliser cette étude.

Nous tiens à remercier vivement Mme BOURFIS NASSIMA pour nos avoir encadrée, pour ses précieuses remarques constructives et son suivi pour mener à terme cette étude.

Nous remercions aussi pour Mme Chekroune M, qui nous fait l'honneur de présider ce jury de mémoire et Mme Iazouréne G pour avoir acceptés d'examiner ce mémoire.

Nous ne pouvons bien sur oublier tous nos enseignants, nous avons reconnaissantes de nous 'avoir donné toutes les connaissances qui nous 'ont enseignées.

Nous remercions aussi à tous nos amis (Linda et Dalila).

En fin exprimer nous éternelles reconnaissances à nos parents pour nous avoir constamment soutenues durant nos études et notamment dans les moments difficiles.

Nous remercions aussi pour tous ceux qui nous 'ont aidé de près ou de loin à élaborer cette modeste.

Dédicace

A mes très chers parents

A ma très chère sœur

A toute ma famille

A mes chers amis

A tous ceux qui me sont chers

A tous ceux qui aiment la science

Je dédie ce modeste mémoire

karima

Dédicace

A mes très chers parents

A ma très chère sœur

A toute ma famille

A mes chers amis

A tous ceux qui me sont chers

A tous ceux qui aiment la science

Je dédie ce modeste mémoire

Yamina

Résumé

La présente étude vise principalement deux objectifs, la caractérisation physicochimique des amandes amères, de huile d'amande amère et la formulation d'une crème cosmétique hydratante à base d'huile d'amande amère. Le matériel végétal utilisé provient d'une plante sauvage poussant dans la région Aomar wilaya de Bouira.

Une étude la morphologique applique sur la graine entière et leur noyau en premier temps et après l'étude consacre pour l'analyse physicochimique de noyau qui représente $52.18 \pm 1,09\%$ de matière grasse, $36.8 \pm 0,05\%$ des protéines solubles. Elle contient une teneur en polyphenols élève $48 \pm 0,006$ mg EAG/100g %. Notre amande a une activité anti radicalaire $67,9\%$. Après une analyse d'huile par la CPG, on trouve qu'elle est riche en acide gras insaturé (90%). D'autre part, huile extrait est analyse et incorpore dans une crème type bio de cette huile et cire d'abeille.

Pour la formulation de la crème un plan de mélange est appliqué. la variation de réponses modalise selon l'équation : y (étalement) = $1,09X_1 - 0,822X_2 - 0,64X_1X_2 + 0,99X_1X_3 - 2,822X_2X_3 + 89,031X_1X_2X_3$.

Ces résultats montrent que la valorisation du noyau d'amande dans des applications non alimentaires est possible.

Mots clés : Noyau d'amande amère, caractérisation physico-chimique, valorisation, antioxydant, crème cosmétique

Summary

The present study aims mainly at two objectives, the physicochemical characterization of bitter almonds, bitter almond oil and the formulation of a moisturizing cosmetic cream based on bitter almond oil. The plant material used comes from a wild plant growing in the region Aomar wilaya de Bouira.

A morphological study applied on the whole seed and their nucleus in the first time and after the dedicated study for physicochemical core analysis which represents $52.18 \pm 1.09\%$ fat, $36.8 \pm 0.05\%$ of soluble proteins. It contains a pupil polyphenol content 48 ± 0.006 mg EAG / 100g%. Our almond has an anti-free radical activity 67.9%. After a GC oil analysis, it is found to be rich in unsaturated fatty acid (90%). On the other hand, oil extract is analysis and incorporates into an organic type cream of this oil and beeswax.

For the formulation of the cream a mixing plan is applied. the variation of responses modalizes according to the equation: y (spread) = $1.09X_1 - 0.822X_2 - 0.64X_1X_2 + 0.99X_1X_3 - 2.822X_2X_3 + 89.031X_1X_2X_3$. These results show that the recovery of almond kernel in non-food applications is possible.

Key words: bitter almond core, physicochemical characterization, recovery, antioxidant, cosmetic cream.

ملخص

تهدف هذه الدراسة في الأساس إلى هدفين ، هما التوصيف الفيزيوكيميائي للوز المر ، وزيت اللوز المر ، وصياغة كريم مرطب للتجميل يعتمد على زيت اللوز المر. المواد النباتية المستخدمة تأتي من النباتات البرية التي تنمو في المنطقة عمر ولاية البويرة.

دراسة مورفولوجية على البذرة الكاملة ونواتها في المرة الأولى وبعد الدراسة المخصصة للتحليل الأساسي الفيزيوكيميائي الذي يمثل 52% دهون و36.8% من البروتينات القابلة للذوبان. و يحتوي على بوليفنول 48مغ/100غ ولديه نشاط مضاد للتطرف الحر 67.9% بعد تحليل.

وجد انها غنية بالحامض الدهني الغير المشبع 90% بعد التحليل اللوني للحالة الغازية .الزيت الذي استخلص يدمج في التجميل مع شمع العسل..

صياغة كريم يتم تطبيق خطة الخلط. يتغير شكل الاستجابات حسب المعادلة

$$y (\text{spread}) = 1.09X_1 - 0.822X_2 - 0.64X_1X_2 + 0.99X_1X_3 - 2.822X_2X_3 + 89.031X_1X_2X_3.$$

تظهر هذه النتائج أن استعادة نواة اللوز في التطبيقات غير الغذائية أمر ممكن

الكلمات المفتاحية: جوهر اللوز المر ، التوصيف الفيزيوكيميائي ، الانتعاش ، مضادات الأكسدة ، الكريما التجميلية

La liste des abréviations

A (%) : Acidité libre ;

AG : Acide gras ;

AGL : Acide gras libre ;

AGMI : Acides gras mono insaturés ;

AGPI : Acides gras polyinsaturés.

ANC : Apport nutritionnel conseillé ;

AOCS: American Oil Chemists' Society;

COI : Conseil Oléicole International ;

CPG : Chromatographie en Phase Gazeuse ;

D²⁰ : Densité relative ;

DNSA : 3,5-Dinitrosalicylicacid 98.

EMAG : les esters méthyliques d'acides gras.

EPA : Acide éicosapentaénoïque (C 20:5) ou acide timnodonique ;

EPSP : établissement public de la sante de proximité ;

EVC : Equivalent de vitamine C ;

FeCL₃ : Chlorure ferrique ;

g : Gramme ;

H₂O : Eau ;

HCL : Acide chlorhydrique ;

IA : Indice d'acide ;

IP : Indice de peroxyde ;

IS : Indice de saponification ;

ISO : Organisation internationale de normalisation ;

KOH : Hydroxyde de potassium ;

mg : Milligramme ;

N : Normalité ;

NaOH: Hydroxyde de sodium (soude) ;

NaS₂O₃ : Thiosulfate de sodium ;

OGA : Gélose glucosée à l'oxytétracycline ;

PCA : Bovine Sérum Albumine ;

pH : Potentiel hydrique ;

R : Indice de réfraction ;

R-COOH: Acide gras ;

R-COON: Savon ;

tr/min : Tourne par minute ;

TSE : Diluant tryptone sel eau ;

UFC: Unité Formant Colonie ;

VRBL: Gélose violet rouge bile lactose ;

Xi : proportion de constituant.

SOMMAIRE

CHAPITRE I : CARACTERISATION PHYSICOCHIMIQUE DE L'AMANDE AMERE

Introduction.....	01
I.1.Historique.....	02
I.2. Variétés d'amande.....	02
I.3. Taxonomie de l'amandier.....	04
I.4. Description d'amandier.....	04
I.5. Morphologie de l'amande	05
I.5.1. Le noyau ou l'amande.....	05
I.5.2. La Coquille ou endocarpe.....	05
I.5.3. la coque.....	05
I.6. Composition chimique.....	06
I.7. L'huile d'amande.....	06
I.7. 1. Composition chimique de l'huile d'amande.....	07
I.7. 1.1. Composition en acides gras.....	07
I.7. 1.2. Composés bioactifs liposolubles.....	08
I.8. Les intérêt d'huile d'amande amère.....	08
I.8. 1.L'intérêt des huiles comme antioxydant.....	08
I.8.2. L'intérêt des huiles en industrie.....	08

CHAPITRE II : LA PEAU ET LES CREMES COSMETIQUES

II.1. La physiologie de la peau.....	10
II.1.1. L'épiderme.....	10
II.1.2. Le derme.....	10
II.1.3. L'hypoderme.....	10
II.2. Les fonctions de la peau.....	10
II.2.1.Protection.....	10
II.2.2.Transmission d'informations avec l'environnement.....	11
II.2.3.Échanges.....	11
II .2.Définition.....	11
II.2.1. Définition d'un produit cosmétique biologique.....	11
II.2.2. Définition d'un produit cosmétique naturel.....	12

II.3. La comparaison entre la composition de produit cosmétique bio et classique.....	12
II.4. La base de la formulation des émulsions en cosmétologie.....	12
II.4.1. Les émulsions L/H.....	13
II.4.2. Les émulsions H/L.....	13
II.5. Les matières premières utilisées en cosmétique biologique.....	13
II .5.1.les matières premières issues du règne végétal.....	14
II .5.1.1.Les huiles végétales.....	14
II .5.1.2.Les cires végétales.....	14
II .5.1.3. Les macérats végétaux.....	14
II .5.1.4.Les hydrolats.....	14
II .5.1.5.Les huiles essentielles.....	15
II.5.2.les matières premières issues du règne animal.....	15
II.5.2.1.Les produits de la ruche.....	16
II.5.2.2. Le lait.....	16
II.5.2.3. Les oeufs.....	16
II.5.3. Les matières du règne minéral.....	16
II.5.3. 1.Les minéraux.....	16
II.5.3. 2. Les actifs extraits des roches.....	16
II.6. Pénétration percutanée des cosmétiques.....	17

CHAPITRE III MATERIEL ET METHODES

III .1.présentation des échantillons	19
III .2.préparation de la matière première	19
III.3.démanche expérimentale.....	20
III.4.Les caractéristiques physiques d'amande entière et de noyau d'amande.....	20
III.4.1.poids et forme	20
III.4.2. La masse de 1000 graines.....	21
III.4.3.La densité réelle.....	21
III.5.caractérisation physico-chimique de noyau d'amande d'amande.....	22
III.5.1.Détermination de la teneur en eau.....	22
III.5.2.Acidité titrable.....	23
III.5.3.pH.....	23
III.5.4.Cendres.....	24
III.5.5.Teneur en matière grasse.....	24

III.5.6.Extraction et dosage des protéines soluble	25
III.6.Dosage des antioxydants.....	26
III.6.1.Préparation des extraits.....	26
III.6.1.1..Dosage des polyphénols totaux.....	26
III.6.1.2.Dosage des flavonoïdes.....	27
III.6.2.Détermination de la teneur en caroténoïde totaux.....	27
III.6.3. Détermination du pouvoir antioxydant.....	28
III.6.3.1.Détermination de pouvoir d'inhibition de peroxyde d'hydrogène (DPPH).....	28
III.6.3.2.Détermination de pouvoir réducteur des ions ferriques (PR)	29
III.7.Analyses physicochimiques d'huile d'amande amère.....	30
III.7.1.Densité relative.....	30
III.7.2.Indice de réfraction.....	31
III.7.3.Indice d'acide.....	31
III.7.4.Indice de saponification.....	32
III.7.5.L'indice de l'iode.....	32
III.7.6.Indice de peroxyde.....	33
III.7.7.Indice d'ester.....	34
III.7.8. Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse	34
III.8. Elaboration d'une crème cosmétique par l'utilisation de plan de mélange réduit.....	34
III.8.1. Préparation de la crème (Huile/Eau.....	35
III.8.2.les analyse organoleptique de la crème.....	36
III.8.3. Qualité microbiologique de la crème.....	37
III.8.3.1. Préparation des dilutions en vue de l'analyse microbiologique	37
III.8.3.2. Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT).....	37
III.8.3.3. Recherche et dénombrement d'Escherichia coli.....	38
III.8.3.4. Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	39
III.8.4. Dénombrement des colonies.....	40

CHAPITRE IV RESULTAT ET DISCUSSION

IV.1. Caractéristiques physiques	41
IV.1.1. Poids et forme.....	41
IV.1.2. La densité réelle.....	46
IV.1.3. La masse de 1000 graines (M1000).....	46
IV.2. Caractérisation physico-chimique du noyau d'amandes amères	47

IV.2.1. Humidité	47
IV.2.2. Acidité titrable.....	47
IV.2.3. pH	48
IV.2.4. Teneur en cendres	48
IV.2.5. Matière grasse	48
IV.2.6. Protéines solubles	49
IV.3. Détermination de l'activité antioxydants des amandes amères	49
IV.3.1.Caroténoïdes.....	49
IV.3. 2. Polyphénols	50
IV.3. 3.Flavonoïdes	50
IV.3.4.Pouvoir réducteur	50
IV.3.5.Activité anti-radicalaire	51
IV.4.Paramètres physico-chimiques d'huile d'amande amère	52
IV.4.1. La densité relative	52
IV.4.2.L'indice de réfraction	52
IV.4.3.L'acidité	53
IV.4.4. Indice d'iode	53
IV.4.5. L'indice de peroxyde (IP	54
IV.4.6. L'indice de saponification.....	54
IV.4.7.Indice d'ester	54
IV.4.7. La composition des acides gras par la chromatographie en phase gazeuse.....	55
IV.5. Les résultats d'analyse microbiologique.....	57
IV.6.Le résultat d'analyse organoleptique.....	58
IV.6.1. Test de couleur	59
IV.6.2.Test de l'odeur.....	59
IV.6.3 .Test d'étalement.....	60
IV.7.Optimisation de crème par un plan de mélange	60
IV.7. 1. Les traitements statistiques des résultats d'expériences	60

LISTE DES FIGURES

Figure I.1. Graines d'amande douce (A) et d'amande amère (B)	03
Figure I.2. la feuille, fleur, grain et fruit d'amande amère.....	04
Figure I.3. Coupe longitudinale amande.....	05
Figure I.4. huile d'amande amère.....	06
Figure II.1. Emulsion huile dans eau (H/E) et émulsion eau dans huile (E/H).....	13
Figure II.2. schéma représentant l'absorption cutanée de molécules exogènes.....	18
Figure III.1. différente partie de la d'amande et broyat du noyau d'amande.....	19
Figure III.2. Localisation de la commune Aomar dans la wilaya de Bouira et en Algérie (site de prélèvement des amandes amères analyses dans la présente étude.....	19
Figure III.3. Un organigramme résume la déférente préparation des graines d'amandes amères aux différentes analyses.....	20
Figure III.4. Les dimensions du grain d'amande : L, longueur ; l, largeur ; E, épaisseur...	21
Figure III. 5. Mécanisme de réaction de chlorure d'aluminium avec les flavonoïdes.....	27
Figure III.6. Structure de DPPH et mécanisme de sa réduction par un antioxydant.....	29
Figure.III.7. diagramme de préparation de la crème cosmétique.....	36
Figure IV.1. Distribution des fréquences du poids de la graine d'amande.....	42
Figure IV.2. Distribution des fréquences de poids du noyau d'amande.....	42
Figure IV.3. Proportions de la coquille et du noyau dans la graine entière.....	42
Figure IV.4. Distribution des fréquences de la longueur de la graine d'amande.....	43
Figure IV.5. Distribution des fréquences de la longueur du noyau d'amande.....	43
Figure IV.6. Distribution des fréquences de la largeur de la graine d'amande.....	44
Figure IV.7. Distribution des fréquences de la largeur du noyau d'amande.....	44
Figure IV.8. Distribution des fréquences d'épaisseur de la graine d'amande.....	45
Figure IV.9. Distribution des fréquences d'épaisseur du noyau d'amande.....	45
Figure IV.10. La graine entière, le noyau, la poudre, et huile d'amande amère (issue de la région d'Omar.....	48
Figure IV.11. résultat de l'évaluation de la couleur de crème.....	59
Figure IV.12. L'évaluation de l'odeur des crèmes.....	58
Figure IV.13. Résultat l'évaluation l'étalement des crèmes.....	60
Figure IV.14. Diagramme de surface et de contour (pouvoir d'étalement).....	62

LISTE DES TABLEAUX

Tableau. I.1. Taxonomie de l'amandier (<i>Prunus Amygdalus</i>)	04
Tableau. I.2. Valeur nutritionnelle moyenne pour 100 g.....	06
Tableau .I.3. Teneur en huile des échantillons d'amandes (%) en fonction de leur origine	07
Tableau. I.4. Composition en acides gras (%) d'huile d'amande.....	07
Tableau .II.1 .comparaison entre la composition de produit cosmétique bio et classique.	07
Tableau .II.2. Les matières premières issues du règne animal.....	12
Tableau .III.1. La matrice d'expérience des réponses.....	15
Tableau. IV.1 .Poids et forme de la graine entière d'amande et de son noyau.....	35
Tableau. IV.2. le rapport et le Coefficients de corrélation relatifs aux différents indices caractéristiques des graines et des noyaux d'amandes.....	41 45
Tableau. IV.3. Composition physico-chimique du noyau d'amande.....	47
Tableau. IV.4. Les valeurs moyennes des antioxydants des amandes amères	49
Tableau .IV.5. Valeurs moyennes caractères physiques d'huile d'amande amère.....	52
Tableau .IV.6. Composition et teneur en acides gras d'huile d'amande amère.....	53
Tableau .IV.7. Composition et teneur en acides gras de notre huile.....	56
Tableau IV.8. : Les acides gras dans les différents types d'huiles.....	57
Tableau IV.9. Résultats des analyses microbiologiques.....	57
Tableau IV.10 : les réponses calcule à partir de modèle.....	61

Pendant longtemps, l'amandier, qui fait partie des cultures traditionnelles des régions méditerranéennes, a servi de complément à l'alimentation familiale, en restant confiné aux terres pauvres et non irriguées. Il n'y'a pas si longtemps que des pays ont commencé à développer cette culture sur une base moderne pour l'approvisionnement de leur marché intérieur et même pour l'exportation (**Grasselly et Crossa, 1997**).

Les amandes sont des fruits de l'amandier (***Prunus amygdalis***). Leurs applications sont diverses en industrie alimentaire, pharmaceutique et dans le domaine de la cosmétologie. Aussi, ils sont des aliments riches en éléments nutritifs qui représentent des sources importantes de lipides (plus de 50 %) notamment des acides gras environ 90% sont insaturés, protéines (plus 15 %), vitamines et minéraux (**Guendzi, 2017**). La variété *amara* diffère essentiellement de la variété *dulcis* par la présence de 2 à 3% amygdaline qui est toxique après la consommation (**Chaouali, 2013**).

Plusieurs études épidémiologiques et cliniques associent une consommation régulière de fruits à écale et oléagineux à divers bienfaits. L'amande est pourrains avoir des effets antioxydants car est une excellente source en vitamine E, Son noyau contient une huile riche, utilisée dans les cosmétiques, hydratante, cicatrisante et anti-inflammatoire pour la peau (**Amelie et al., 2018**).

En Algérie, la production d'amandes est caractérisée par sa faiblesse ; Dans les régions montagneuses d'Aomar, c'est les fruits des variétés douces sont plus récoltées et utilisées, par contre les amandes amères sont à l'abandon. Pourtant la valorisation de cet arbre et de ses fruits, passant nécessairement par une prise de conscience de ses potentialités, pourrait constituer une valeur ajoutée pour la région (**Anonyme, 2002**).

Les fruits d'amandes subissent l'extraction par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile, et se résumant souvent à un lavage, une décantation (ou une centrifugation) et une filtration, pour donner de l'huile vierge d'amande amère (**Juan, 1990**).

Dans cette optique notre étude sera une contribution à la caractérisation des graines et de l'huile d'amande amère de la région d'Aomar (Wilaya de Bouira), et à la valorisation de sa matière grasse dans un produit cosmétique.

Pour cela, le présent travail contient quatre chapitres:

Le chapitre I : Nous renseigne sur les amandes amères et leur huile (leurs compositions, caractéristiques, utilisations... etc.)

Le chapitre II : présente les caractérisations de la peau (composition, fonction et l'absorption ... etc) et crèmes cosmétiques biologiques (composition et les émulsions ...ect)

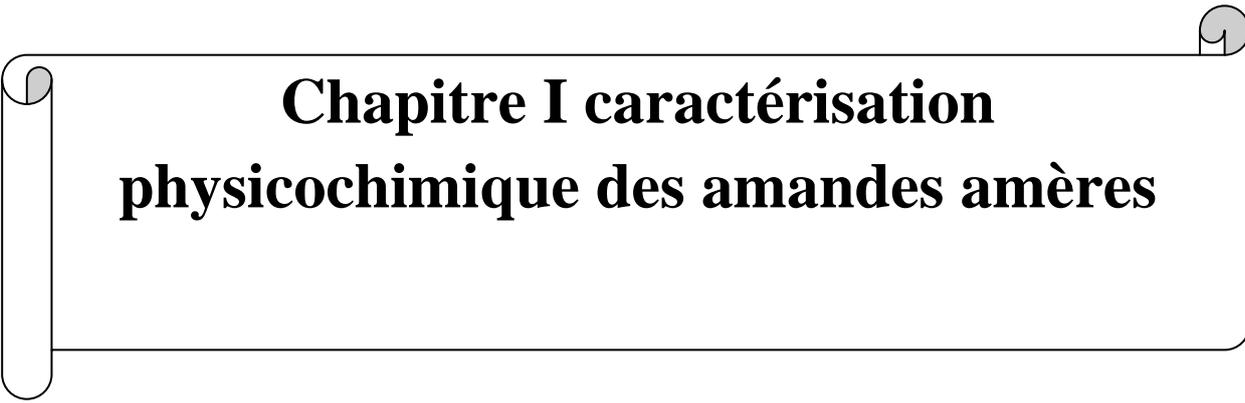
Le chapitre III : intitulé « matériel et méthodes » dans lequel sont citées:

- toutes les méthodes d'analyse physique-chimique sur noyau d'amande amère ;
- toutes les méthodes d'analyse physique-chimique sur huile d'amande amère ;
- une formulation d'une crème hydratante à base d'huile d'amande amère ;
- Analyses organoleptiques et microbiologiques sur la crème obtenus.

Le chapitre IV : consacré à la présentation des différents résultats ainsi que leur discussion.



Partie théorique

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top, both with rounded ends and a slight shadow effect.

**Chapitre I caractérisation
physicochimique des amandes amères**

I.1. Historiques des amandes

L'amandier serait originaire des régions chaudes et sèches du Proche et du Moyen-Orient. Côté culture, on sait qu'elle se faisait en Chine il y a 3 000 ans et en Grèce, il y a 2 500 ans. Lors de la conquête de l'Espagne, les Arabes ont apporté avec eux des pépins d'agrumes et des noyaux d'amande qu'ils ont plantés. De là, l'amandier s'est répandu tout le long des côtes de la Méditerranée. Aujourd'hui, la Californie est le plus gros producteur d'amandes au monde 80 % de la production mondiale, suivie de près par États-Unis 49%. (ALBERT, 2018)

I.2. Variétés d'amande

Il existe deux variétés de l'amandier (voire figure I.01.), qui ne diffèrent que par les caractéristiques de leur fruit. L'amandier doux, *P. dulcis* var. *sativa* Asch., correspond en fait à la variété cultivée : ses fruits sont parfaitement comestibles. A l'inverse, l'amandier amer, *P. dulcis* var. *amara* Schn., dériverait de populations de la variété cultivée retournées à l'état sauvage. Les graines de l'amandier amer sont riches en une molécule appelée amygdalosite qui, lorsqu'elle est absorbée, se décompose en libérant d'importantes quantités d'acide cyanhydrique toxique. On estime ainsi que la consommation de 50 à 60 amandes suffirait à tuer un homme adulte ! Fort heureusement, la saveur très amère de ces amandes permet d'éviter toute confusion. Paradoxalement, l'arôme d'amande amère est très utilisé en pâtisserie, dans de nombreuses préparations à base d'amandes : frangipane, macarons, financiers. Il s'agit toutefois aujourd'hui d'un arôme de synthèse dépourvu de toute toxicité. (Thomas, 2011)



Figure I. 01: Graines d'amande douce (A) et d'amande amère (B) (Thomas, 2011)

I.3. Taxonomie de l'amandier

Les amandes amères sont classées dans la famille Rosaceae (Tableau I.01).

Tableau I.01. : Taxonomie de l'amandier (*Prunus amygdalus*) selon (Felipe, 2000).

Ordre	<i>Rosales</i>
Famille	<i>Rosaceae</i>
Sous famille	<i>Amygdaloideae</i>
Genre	<i>Prunus</i>
Sous genre	<i>Amygdalus</i>
Espèce	<i>Prunus amygdalus</i>

I.4. Description d'amandier

D'après Roberte, 1985 l'amandier est décrit comme suit :

- **Arbre :** de grandeur moyenne (6 à 8 mètres) et de port dressé.
- **Système racinaire :** puissant, peu ramifié et profondément ancré dans le sol.
- **Feuilles :** allongées et étroites. (Figure I. 02)
- **Fleurs :** D'un joli blanc rosé ,5 pétales et 5 sépales, les fleurs sont formées au cours de l'été et s'épanouissent très tôt au printemps suivant, ce qui rend l'amandier très sensible aux gelées printanières. L'amandier porte un nombre de fleurs (Figure I. 02) considérable ; mais seulement 30% d'entre elles donneront des fruits. Les fleurs de la plus part des variétés sont auto-incompatibles : il faut planter plusieurs variétés dans un verger pour assurer la fécondation des fleurs
- **Fruit :** Le fruit (voire Figure I. 02) est une drupe, le mésocarpe a un aspect duveteux, sous le mésocarpe se trouve un noyau allongé à coque plus ou moins dure selon les variétés : c'est l'endocarpe ou coque qui renferme 1 ou 2 graines. La graine est protégée par des téguments dont l'aspect change avec les variétés.



Figure I. 02 : la feuille, fleur, graines et fruits d'amandes amères (Roberte, 1985)

I.5. Morphologie de l'amande

L'amande est constituée fondamentalement de 3 parties (Ali et al., 2010):

Le noyau, la coquille (au milieu) et la coque (à l'extérieur) (Figure I.03). La proportion de chacune varie en fonction de la variété et des effets de l'environnement. Elles représentent respectivement : 32,5%, 18,4% et 47,9% (Joy et al., 1991).

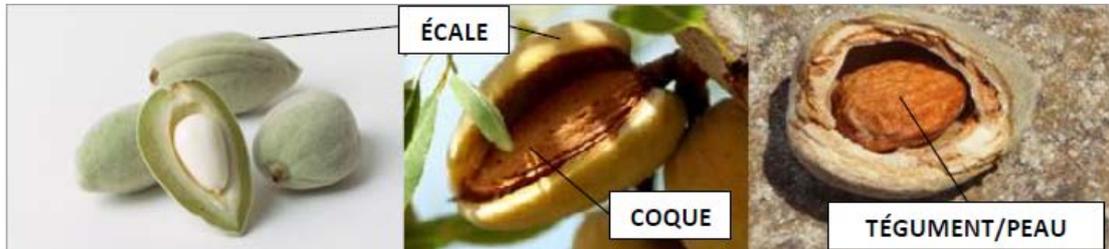


Figure I. 0 3: Coupe longitudinale amande (Anaïs et al., 2017).

I.5.1. Le noyau ou l'amande

Les amandes se composent de deux cotylédons, et d'un embryon, protégés par des téguments plus ou moins lisses, dont la couleur peut varier du beige clair au brun noir selon les variétés (Vidaud, 1982). Les téguments protègent l'amande contre l'oxydation et les contaminations microbiennes (Joy et al., 1991).

I.5.2. La Coquille ou endocarpe

Coque est Partie Interne du péricarpe (voire Figure I. 3), Il est protégé l'amande contre les chocs mécaniques tout particulièrement. Il est utilisé comme additifs alimentaires, en pharmaceutique et comme aliment de bétail. (Ali et al., 2010).

I.5.3. la coque

Elle est constituée de la matière ligneuse formant l'endocarpe épais ou brou de l'amandier et représente 50% au poids sec du fruit. C'est une source de charbon actif, utilisée en industrie chimique, pharmaceutique et alimentaire (Ali et al., 2010).

I.6. Composition chimique d'amande

L'amande est une source essentielles des acides gras, fibres, vitamines, et minérales. L'amande est la plante qui contient une quantité importante des protéines et en vitamines (Tableau I.02). Cette composition a donnée un rôle préventif pour l'amande contre certaine cancers (Mohan et Jain, 2009).

Tableau I.02 : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100 g d'amande (Taylor et Francis, 2008).

Nutriments	Valeur nutritionnelle moyenne
Energie	5578kcal
Protéine	21,26 g
Carbohydrate	19,74 g
Fibre	11,8 g
Glucose	4,54 g
Calcium	248 mg
Magnésium	275 mg
Phosphore	474mg
Potassium	728mg
Sodium	1mg
Vitamine E	25,87mg
Acide gras sature	3,88g
Acide gras mono insaturé	32,16 g
Acide gras polyinsaturé	12,21g

I.7. L'huile d'amande

L'huile d'amande est un liquide jaune pâle et de saveur agréable (Figure I.04). Elle est composée d'acide gras ainsi qu'une fraction insaponifiable contenant des phytostérols. Elles contiennent en outre une quantité non négligeable de zinc, un oligoélément anti-inflammatoire qui assure une peau et des cheveux en bonne santé et qui renforce les défenses immunitaires. Côtés vitamines, outre la vitamine E qui est un antioxydant présent à haute dose, on bénéficie de la présence de vitamines B2 et PP impliquées dans l'apport d'énergie et d'oxygène aux cellules (ALBERT, 2018).



Figure I.04 : huile d'amande amère (ALBERT, 2018).

I.7. 1. Composition chimique de l'huile d'amande

La teneur en lipides dépend principalement du génotype, et d'autres facteurs tels que les conditions climatiques et la méthode d'extraction (**Garcia et al., 1996 ; Sathe, 1992**). Selon ces conditions, plusieurs études montrent une forte variabilité de la teneur en huile d'amande (Tableau I.03). Il est de 30,1 à 51%, dans les échantillons portugais (**Martins et al., 2000**) et de 39.6 à 62,9% dans les échantillons iraniens (**Imani et al., 2012**).

Tableau I.03: Teneur en huile des échantillons d'amandes (%) en fonction de leur origine.

Teneur en huile (%)	Origine	Références
53.1 - 61.7	Espagne	Garcia et al., 1996.
53.6 - 56.1	Etats-Unis	Sathe, 1992.
36 – 53	Etats-Unis	Abdallah et al., 1998.
30.1 – 51	Portugal	Martins et al., 2000.
39.6 - 62.9	Iran	Imani et al., 2012
48-57.5	Argentin	Maestri et al., 2015.

I.7. 1.1. Composition en acides gras

Il existe 3 acides gras prédominants dans l'huile d'amande (Tableau I.04) : acide oléique, acide linoléique, acide palmitique, acide palmitoléique et acide stéarique. Ces acides gras apparaissent par ordre décroissant et constituent 95% du total. Cette fraction est complétée par huit acides gras moins communs (**Garcia et al., 1996**).

Tableau I.04 : Composition en acides gras (%) d'huile d'amande (**Garcia et al., 1996**).

Type d'acide gras	Quantité (%)
Acide oléique (C18 : 1)	57.5 - 78.7 %
Acide linoléique (C18 : 2)	12- 33.9 %
Acide palmitique (C16 : 0)	5.2 - 6.7 %

En ce qui concerne les acides gras les plus abondants, les acides gras insaturés représentent environ 90% de la teneur en acides gras. Les mono insaturés représentent la proportion la plus élevée par rapport aux polyinsaturés (**Saura et al., 1988 ; Abdallah et al., 1998**).

I.7. 1.2. Composés bioactifs liposolubles

Pasini et al., 2013 ont établi une classification lipidique, dans laquelle apparaissent une fraction insaponifiable et des lipides complexes (phospholipides et glycolipides). Ces fractions sont quantitativement faibles mais avec une énorme importance du point de vue biologique et nutritionnel. La composition d'huile d'amande dans ces composés, appelés bioactifs liposolubles, se compose de : tocophérols, tocotriénols, phospholipides, stérols, phytostérols, phytostanols, sphingolipides, squalène et de terpénoïdes (**Alasalvar et Pelvan, 2011**).

I.8. Les intérêts d'huile d'amande amère

Les huiles d'amande amère commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles et bioactifs parmi ces intérêts on a :

I.8. 1.L'intérêt des huiles comme antioxydant

Les huiles et leurs composants sont connus pour posséder des activités antioxydantes et pourraient donc servir d'agents de conservation alimentaire, ou approuvés comme additifs alimentaires (**Caillet et Lacroix, 2007**). Elles font l'objet d'étude pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour la protection des aliments contre l'oxydation (**Bouhdid et al ., 2006**).

Les nombreuses propriétés naturelles d'huile d'amande en font des agents de conservation très prometteurs pour l'industrie alimentaire. Le recours aux huiles s'avère être un choix pertinent face à un risque de contamination précis ou à la nécessité de réduire ou remplacer les agents de conservation chimiques ou synthétiques (**Caillet et Lacroix, 2007**).

I.8.2. L'intérêt des huiles en industrie

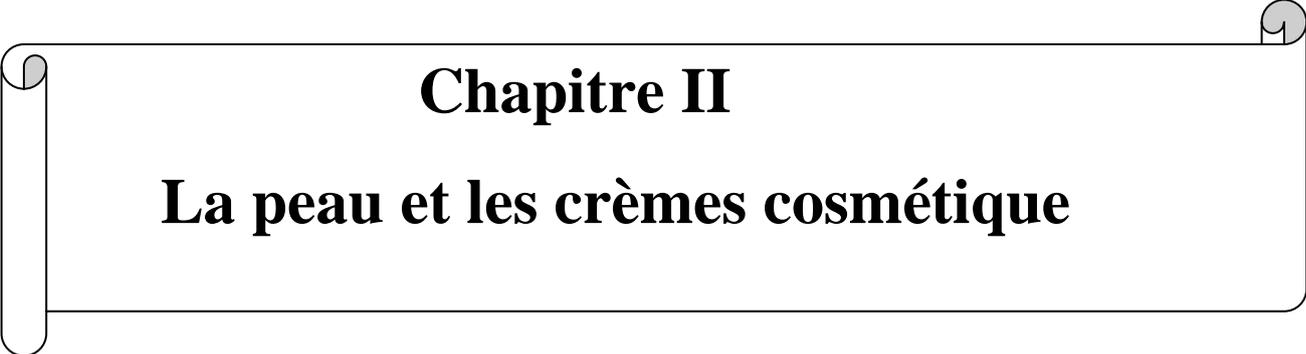
En savonnerie, les acides gras saturés confèrent aux huiles d'amandes un pouvoir détergent et moussant très intéressants (**Morin et al., 1994**).

Dans l'industrie des tensioactifs : les dérivés sont obtenus à partir des acides gras dont 90 % sont saturés (**Arkcoll, 1988**).

Dans l'industrie des lubrifiants : la stabilité et la faible oxydation des acides gras conviennent parfaitement pour la confection des huiles moteur (**Voituriez et Nuce, 1997**).

Selon **Jacqueline et al., 2007** et **Qing-An et al., 2009**, l'huile d'amande est classée parmi les huiles cosmétiques les plus connues, et leur principale intérêt sont :

- L'huile d'amande est largement utilisée en aromathérapie pour le massage du corps, c'est une huile hautement absorbable avec une grande émolliente rendant la peau douce, par son effet lubrifiant et elle permet à la peau de maintenir un équilibre hydrolipidique normal ;
- Ceux qui ont la peau sensible ont tendance à se allergies de la peau assez souvent. Ils devraient massage leur corps avec l'huile d'amande régulièrement pour obtenir un allègement de démangeaisons et d'irritations cutanées, et lute contre les inflammations ;
- L'effet de masser le corps avec l'huile d'amande peut apporter beaucoup de soulagement des douleurs musculaires presque instantanément. Elle rend la peau douce et souple. En bref, elle agit comme un hydratant naturel pour tous les types de peau

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and rounded corners on the right, framing the chapter title.

Chapitre II

La peau et les crèmes cosmétique

II.1. La physiologie de la peau

La peau est une barrière entre notre milieu intérieur et le milieu extérieur. La peau se compose de trois couches : l'épiderme, le derme et l'hypoderme (Figure II.01). Chez un être humain adulte, elle pèse environ 3 kg, représente une surface de 2 m² et son épaisseur varie de 1 à 5 mm selon les endroits de corps (Catherine et al., 2009).

II.1.1. L'épiderme

L'épiderme est la couche la plus superficielle, La surface de la peau n'est pas lisse, elle est faite de sillons que l'on appelle « Réseau Microdépressionnaire de Surface » ou encore les empreintes. L'épiderme est non vascularisé (pas de vaisseaux sanguins) donc il reçoit ses éléments nutritifs par le derme. L'épiderme est fait de cellules appelées keratinocytes et mélanocytes. Les kératinocytes (80%) s'empilent les uns sur les autres pour offrir épaisseur, résistance aux étirements et protection (Catherine et al., 2009).

II.1.2. Le derme

Plus épais, joue un rôle dans la nutrition, le soutien, l'élasticité, la solidité et l'hydratation cutanée. Nous y retrouvons les fibres de collagène et élastiques et l'acide hyaluronique. Il contient de nombreux vaisseaux sanguins (Muther, 2015).

II.1.3. L'hypoderme

C'est la couche la plus profonde. Principalement formé de graisses et de vaisseaux sanguins, il sert, entre autres, à amortir les chocs (Catherine et al., 2009).

II.2. Les fonctions de la peau

La peau est un organe qui remplit trois rôles principaux (Emilie, 2014):

II.2.1. Protection

La peau protège notre organisme contre les agressions mécaniques, physiques, chimiques ou microbiennes du milieu extérieur, principalement grâce à des mécanismes immunologiques et cellulaires ainsi que des propriétés d'imperméabilité, de résistance et de souplesse.

II.2.2. Transmission d'informations avec l'environnement

Ce rôle de la peau se fait grâce à ses terminaisons nerveuses qui assurent la réception des stimuli tactiles, thermiques et douloureux.

II.2.3.Échanges

La peau permet les échanges entre le corps et le milieu extérieur permettant :

- la régulation de la température du corps : élimination de la chaleur, évaporation de la sueur sécrétée par les glandes sudoripares ;
- l'élimination de substances nocives ;
- la synthèse de la vitamine D indispensable à la croissance osseuse.

II.3. Les crèmes cosmétiques

II .3.1. Définition

Parmi toutes les définitions rencontrées concernant les cosmétiques, nous en avons repris deux :

1) Celle donnée par **pallida et al., 2015** : les produits cosmétique sont les émulsions d'un mélange de deux phases différents ;

2) Celle donnée par la comité d'experts sur les produits cosmétiques du conseil de l'Europe (**anonyme ,2003**) : on entend par produit cosmétique, toute substance ou préparation destinée a être mise en contact avec les diverses parties superficielles du corps humain ,notamment l'épiderme ,les systèmes pileux et capillaire, les ongle, les dents et les muqueuses buccales ,en vue, exclusivement ou principalement ,de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect, de les protéger.

II.3.2. Définition d'un produit cosmétique biologique

On appelle communément les « cosmétiques bio » désigne une famille de produits composés d'ingrédients naturels ou d'origine naturelle (en proportion importante). La cosmétique bio limite ou exclut l'utilisation de substances pouvant entrainer des effets nocifs sur l'utilisateur (allergies, cancer...) ou sur la nature (tests sur les animaux, utilisation de procédés de fabrication polluants...). Ils subissent essentiellement des transformations mécaniques et chimiques primaires, telles que distillation, extraction, cuisson ou filtration, fermentation et oxydation, percolation, dessiccation, laissant peu de résidus, qui sont aisément recyclables et biodégradables (**Flavie, 2011**).

II.3.3. Définition d'un produit cosmétique naturel

On entend tout produit qui se compose de substances naturelles (toute substance d'origine végétale, animale ou minérale, ainsi que les mélanges de ces substances), et qui est

produit (obtenu et traité) dans des conditions bien définies (méthodes physiques, microbiologiques et enzymatiques). ». Les ingrédients des cosmétiques naturels sont principalement des composants utilisés en phytothérapie. « Un produit fini ne peut être qualifié de « naturel » que s'il ne contient aucun produit de synthèse (à l'exception des conservateurs, parfums et propulseurs) (Catherine et al., 2009).

II.3.4. La comparaison entre la composition de produit cosmétique bio et classique

La différence entre ces deux produits vient de la qualité et de la quantité d'ingrédients naturels ainsi que du processus de fabrication des matières premières. La comparaison entre ces deux produits est résumée dans le Tableau II.1 (Julie, 2009).

Tableau II.01 : comparaison entre la composition de produit cosmétique bio et classique (Julie, 2009).

Composants	Cosmétique classique	Cosmétique bio
Phase aqueuse	Eau	Eaux florales (fleurs d'orangers, lavande,...)
Phase huileuse	Esters de synthèse ; huiles végétales, huiles minérales issues du pétrole	huiles végétales (argan, sésame, olive, amande,...) triglycérides issus de l'huile végétale de coco.

II.4. La base de la formulation des émulsions en cosmétologie

Une émulsion est un mélange hétérogène de deux liquides non miscibles, l'un aqueux et l'autre gras dont l'un est finement dispersé en gouttelettes dans l'autre. Une émulsion est un système instable car les gouttelettes ont tendance à remonter ou à fusionner (Nathalie, 2012). En générale ajoutant un émulsifiant pour stabiliser l'émulsion. Elles sont composées d'une phase lipophile, d'une phase hydrophile et d'un émulsifiant. Suivant que la phase continue est lipophile ou hydrophile, on définit deux types d'émulsions (voire figure).

II.4.1. Les émulsions L/H

L/H signifie lipophile (gras) dans hydrophile (aqueux); il est aussi dit aussi eau dans huile (voire la figure II.2). La plupart des émulsions cosmétiques sont des émulsions L/H qui contiennent de 70 à 90% d'eau.

II.4.2. Les émulsions H/L

Ce sont donc les émulsions hydrophile dans lipophile ou eau dans l'huile (voire la figure II.2.). Ce sont en général des crèmes de texture riche (Nathalie, 2012).

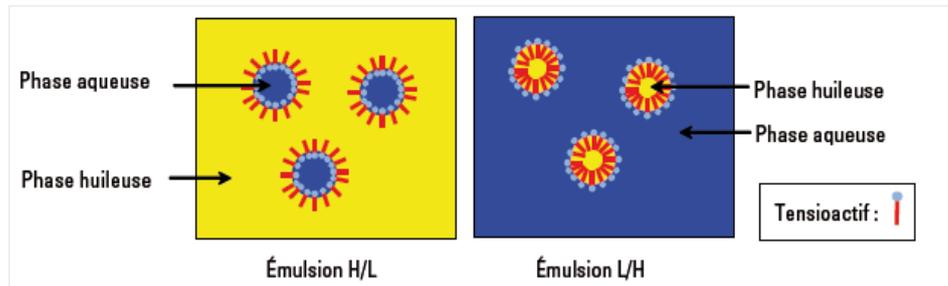


Figure II.2: Emulsion huile dans eau (H/E) et émulsion eau dans huile (E/H)
(Nathalie, 2012).

Les émulsifiants sont des molécules amphiphiles (qui aiment les deux) : une partie de la molécule est lipophile et l'autre est hydrophile. Les émulsifiants évitent aux molécules lipophiles et hydrophiles de se regrouper entre elles (coalescence).

Un exemple d'émulsifiant naturel est la lécithine du jaune d'œuf ou les phospholipides du lait. (Nathalie, 2012).

II.5. Les matières premières utilisées en cosmétique biologique

La cosmétique biologique revendique donc une forte teneur en matières premières actives : de nombreux composants auront un rôle premier d'excipient mais apporteront également une activité bénéfique supplémentaire au cosmétique. On distinguera trois types d'ingrédients classiques entrant dans la composition des produits cosmétiques biologiques (Flavie, 2011) :

- les matières premières issues du règne végétal ;
- les matières premières issues du règne animal ;
- les matières premières issues du règne minéral.

II .6.1.les matières premières issues du règne végétal

Dans cette partie, seront présentés les divers constituants les plus couramment rencontrés en cosmétique, utilisés pour donner le type, texture et l'aspect souhaités aux préparations cosmétiques.

II .6.1.1.Les huiles végétales

Elles sont obtenues soit à partir de graines, soit à partir de fruits oléagineux pressés. Elles possèdent des propriétés bénéfiques pour la peau et véhiculent parfaitement les huiles essentielles. Elles s'utilisent telles quelles en « cure nourrissante ». Voici les huiles les plus utilisées en cosmétique naturelle : L'huile d'amande douce, L'huile d'argan (extraite de la noix), L'huile d'avocat, L'huile de l'amande d'abricot, L'huile de graine de bourrache, L'huile de germe de blé, L'huile de graine de jojoba et L'huile de noisettes ...etc (**Flavie, 2011**).

II .6.1.2.Les cires végétales

Les cires sont des substances solides, de caractère lipophile, insolubles dans l'eau. Leur consistance épaisse, fondante et malléable les rend idéales pour la fabrication des maquillages, mascaras et rouges à lèvres. Elles sont filmogènes, occlusives et donc indispensables pour augmenter le caractère antidéshydratant des émulsions. Exemple : La cire de candelilla (**Flavie, 2011**).

II .6.1.3. Les macérats végétaux

On appelle macérats (ou huiles infusées) des huiles obtenues en captant les agents actifs liposolubles d'une plante par extraction. Exemple : L'huile de calendula.

II .6.1.4.Les hydrolats

L'eau d'évaporation décondensée durant la distillation de l'huile essentielle en alambic constitue l'hydrolat. Selon les plantes, les eaux florales possèdent de nombreuses propriétés : rafraichissante, astringente, anti-inflammatoire, équilibrante, purifiante, apaisante. En voici quelques exemples :

- L'eau de rose : Purifiante, astringente, on la retrouve dans les démaquillants et les lotions toniques.

- L'eau de fleur d'oranger : Hydratante, rafraichissante et calmante. Elle assouplit et adoucit tous les types de peau.

II .6.1.5.Les huiles essentielles

En cosmétique bio, les huiles essentielles servent à parfumer les produits ou à les conserver (fort pouvoir antiseptique) et sont également très appréciées pour leurs multiples

propriétés actives. Voici quelques exemples d'huiles essentielles classées par propriétés cutanées (Flavie, 2011) :

- **Apaisantes des épidermes délicats et irrités** : huiles essentielles d'achillée millefeuille, camomilles allemande et romaine, héliochryse ...
- **Cicatrisantes** : huiles essentielles de lavande, de mandarine.
- **Assainissantes, pour peaux grasses** : huiles essentielles de bois de santal alba, de cèdre de l'Atlas, de citron, de niaouli, de palmarosa, de pamplemousse ...
- **Contre les rides et la couperose** : huiles essentielles de rose, de ciste ladanifère, de carotte, de cyprès bleu, d'immortelle...
- **Drainantes et désinfiltrantes** : huiles essentielles de bois, de cèdre de l'Atlas, de citron, d'eucalyptus radié, de lemongrass.

II.6.2.les matières premières issues du règne animal

Les matières premières issues du règne animal admises dans le cahier des charges ECOCERT sont résumée dans se Tableau II.02 (Bourdais, 2009).

Tableau II.02 : Les matières premières issues du règne animal (Bourdais, 2009).

Nom commun	Fonctions
Cire d'abeille	Additif
Lait et dérivés : protéines de lait, lactoferrine,	Additif
Lactose	Additif
Lanoline	Emollient
Miel	Actif
Œufs	Additif
Propolis	Actif
Gelée royale	Actif

II.6.2.1.Les produits de la ruche

Parmi les produits de la ruche utilisables en cosmétologie, se trouvent essentiellement un excipient : la cire, susceptible d'entrer dans la composition de nombreuses formules, et des substances considérées comme ayant une action cosmétique : la propolis, la gelée royale, le miel et le pollen.

II.6.2.2. Le lait

Parfaite émulsion naturelle, le lait contient une véritable mine nutritive pour l'épiderme : glucides, protides, graisses, vitamines, minéraux et oligoéléments. Il hydrate, désincruste les pores et nettoie la peau en douceur. Les principes actifs du lait améliorent la circulation sanguine et la régénération cellulaire. Il constitue un bon agent dispersant pour les huiles essentielles car c'est une émulsion.

II.6.2.3. Les œufs

Utile également en soin capillaire, il nettoie, nourrit, gaine et fait briller les cheveux, il facilite la préparation des émulsions (en raison de la présence de tensioactifs naturels).

II.6.3. Les matières du règne minéral

II.6.3. 1. Les minéraux

Les différents minéraux comme le phosphore, le zinc, le fer, le magnésium et le calcium participent à l'équilibre de la peau. Ces composants contribuent à la régénération et à la protection de l'épiderme, ils assurent sa teneur en eau et favorisent la microcirculation. Les roches sont l'une des principales sources de ces composants, qui sont purifiés pour être utilisés dans les produits de beauté (Bourdais, 2009).

II.6.3. 2. Les actifs extraits des roches

L'argile est naturellement calmante, cicatrisante, décongestionnante, reminéralisante et stimulante. Elle permet un nettoyage profond de la peau grâce à son fort pouvoir absorbant. Elle capture les impuretés, ce qui la rend très utile en cas d'acné, de pores obstrués ou de boutons infectés. En séchant, elle resserre les pores. Enfin, l'argile est particulièrement appropriée aux soins capillaires (shampoings ou masques). Elle convient aux cheveux gras, en raison de ses propriétés assainissantes et séborégulatrices, mais aussi aux cheveux normaux (Flavie, 2011).

- **Le rhassoul (rassoul ou ghassoul)** Excellente pour laver les cheveux, cette argile brun-gris ne contient aucun tensioactif. Le rhassoul est particulièrement recommandé aux peaux sensibles et réactives.
- **Les sels :** Ses sels sont parfaits pour de longs bains relaxants mais ils peuvent également entrer dans la composition de produits cosmétiques comme les gommages.

- **Le talc** : est utilisé en cosmétique bio pour les poudres à maquillage ou dans certains déodorants. Très absorbant, il limite les mauvaises odeurs. C'est également un excellent diluant pour la répartition des pigments dans les poudres de maquillage.

II.7. Pénétration percutanée des cosmétiques

La molécule est absorbée dans les différents réseaux vasculaires du derme et de l'hypoderme. Il y a passage systémique pour les médicaments à usage topique. A noter qu'il existe un temps de latence qui varie selon les caractéristiques de la molécule (taille, polarité) et qui correspond au temps entre la phase de pénétration de la molécule dans l'épiderme et la phase d'absorption dans la circulation systémique. Du point de vue cinétique, l'absorption cutanée se fait en trois phases (figure II.3) (ASMAA, 2011) :

- La pénétration dans la cornée qui se découpe en deux phases. Une première phase de latence qui peut être considérée comme ne phase de « charge en produit » dont la durée dépend des propriétés physico-chimiques des actifs. Une seconde phase, d'équilibre, durant laquelle l'actif est capté par un flux dermique continu ;
- La diffusion de la substance dans l'épiderme et le derme. Elle se fait en trois temps : tout d'abord, un transport de l'actif jusqu'à la zone d'absorption ; puis, la libération de ces actifs. Il s'agit d'une diffusion passive ;
- Et enfin, les étapes d'absorption et de résorption. Le ciment lipidique de la couche cornée accélère ainsi le passage des molécules amphiphiles, et freine la diffusion des substances hydrophiles.

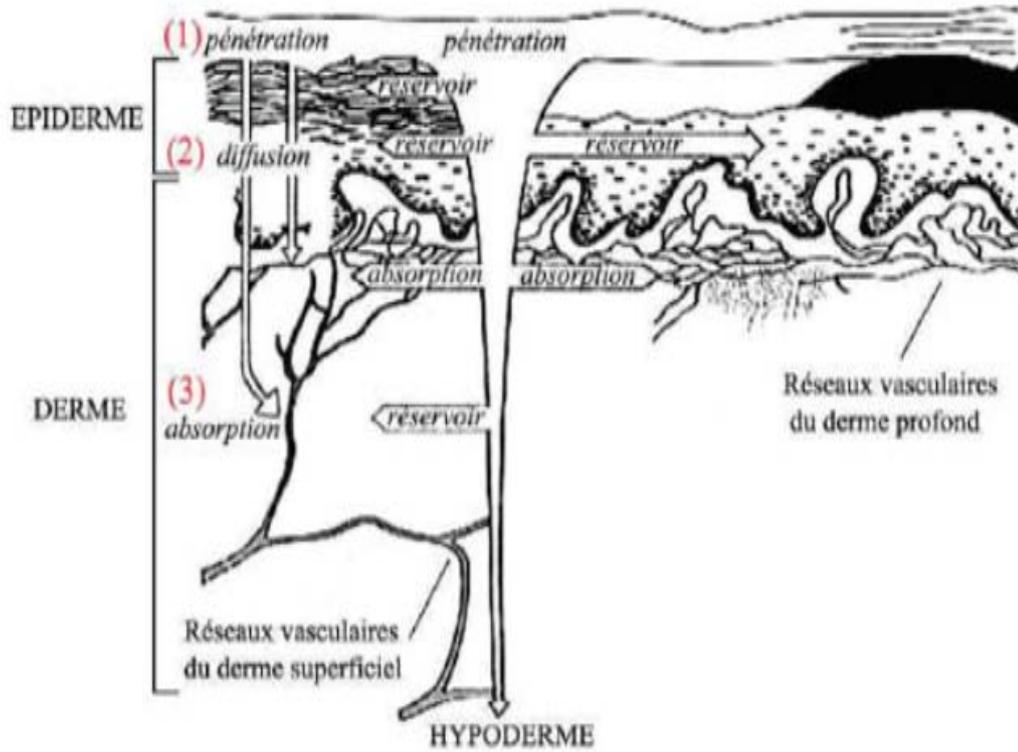
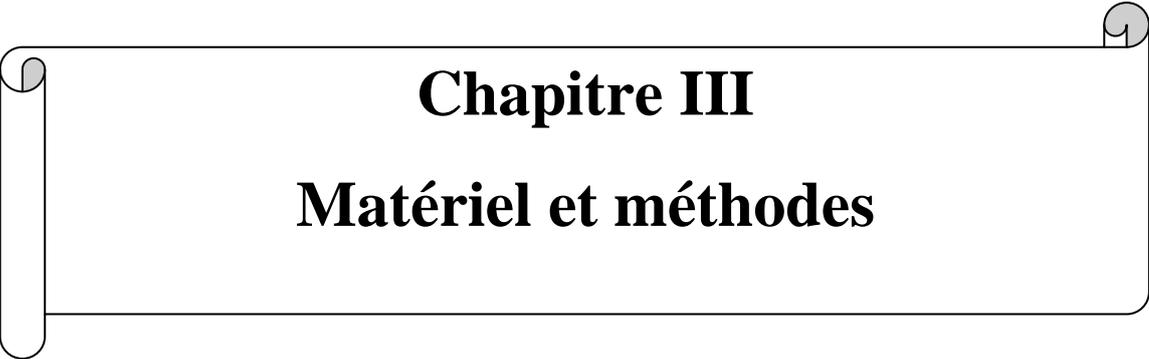


Figure II.3 : schéma représentant l'absorption cutanée de molécules exogènes



Partie pratique



Chapitre III
Matériel et méthodes

III.1. Présentation des échantillons

Les amandes amères analysées ont été récoltées en Juillet 2017 dans la région Aomar (Bouira, Algérie). Il s'agit de préciser qu'ils sont des fruits d'une plante sauvage (*Prunus amygdalus*). La Figure III.1 montre la graine entière et ses parties constitutives ainsi que le broyat issu du noyau obtenu au laboratoire.



Figure.III.1. Différentes parties de la graine d'amande et le Broyat du noyau d'amande.

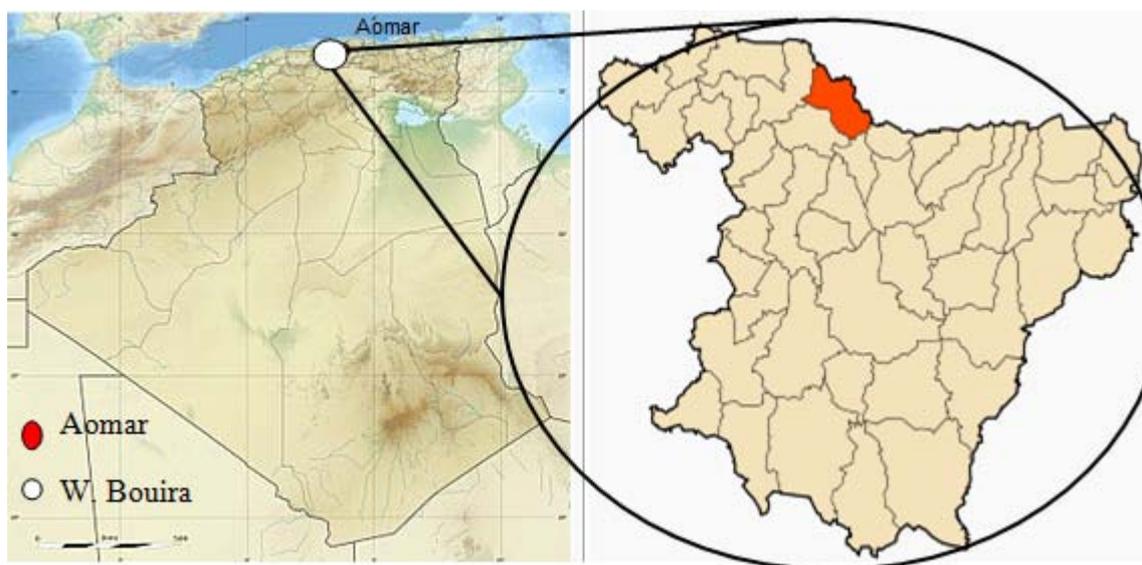


Figure III.2. Localisation de la commune Aomar dans la wilaya de Bouira et en Algérie (site de prélèvement des amandes amères analysées dans la présente étude)

III.2. Préparation de la matière première

La préparation de la matière première aux différentes analyses est effectuée selon l'organigramme présenté dans la Figure III.3.

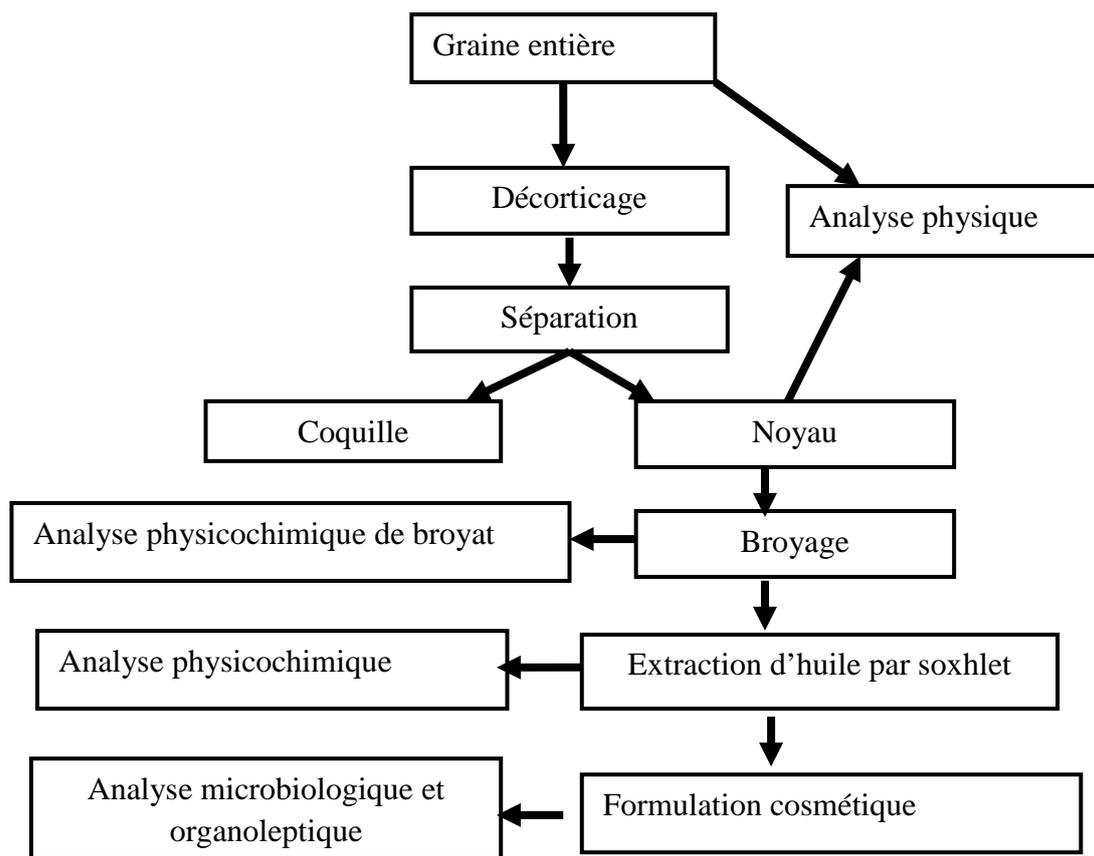


Figure III.3: Un organigramme résume la démarche préparation des graines d'amandes amères aux différentes analyses.

III.3. Démarche expérimentale

La présente étude porte sur trois axes principaux:

- Caractérisation physique des graines d'amandes et de leurs noyaux;
- Caractérisation physico-chimique des noyaux d'amandes;
- Essai de la formulation d'une crème cosmétique;

L'analyser organoleptique et microbiologique de la crème

III.4. Les caractéristiques physiques d'amande entière et de leur noyau

III.4.1. Poids et forme

Les caractéristiques de la forme sont réalisées sur 100 fruits d'amande et leur noyau prélevé housard sur lesquelles, On a déterminé :

- ❖ Les dimensions d'amande entière et son noyau (longueur, largeur et l'épaisseur), à l'aide d'un pied à coulisse avec une précision de 0,01cm (Figure III.4)

- ❖ Les poids des d'amande entier ; du noyau a l'aide d'une balance électronique (MM. Venticell) d'une précision $\pm 0,01g$;

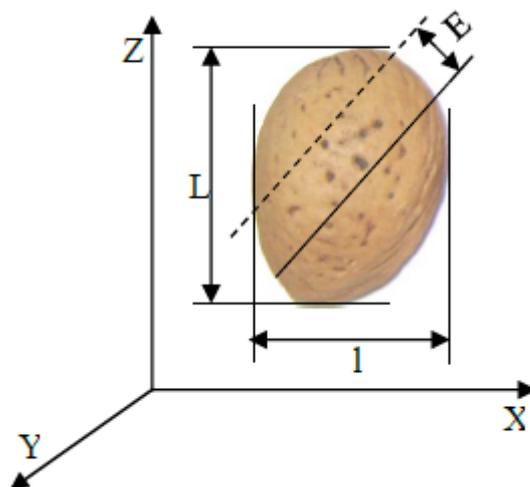


Figure III.4: Les dimensions du grain d'amande : L, longueur ; l, largeur ; E, épaisseur.

III.4.2. La masse de 1000 graines (M_{1000})

On prend quatre sous-échantillon composée de 100graines housard sont pesé sur une balance électronique (MM. Venticell). La masse moyenne de 100 graines sont multiplie par 10 pour obtenir le poids de 1000 graines.

III.4.3. Densité réelle

La densité des fruits d'amandes amères est déterminée par la méthode de déplacement de l'eau. 30 graines ont été prises dans cylindre de 500ml de l'eau. La lecture est rapide pour éviter l'absorption d'eau par les graines (Singh et Goswami, 1996).

Mode opératoire

- Peser 30 graines d'amande amère à 0,01 g près ;
- Remplir le cylindre de 1000 ml par 500 ml d'eau distillée ;
- Verser les graines dans le cylindre ;
- Le volume déplacé doit être lu rapidement pour éviter l'absorption de l'eau par le produit, si non on utilise le toluène.

Expression des résultats

La densité réelle est exprimée comme le rapport du poids de grains au volume de l'eau déplacée (g/ml).

$$D = \frac{M}{V - V_0}$$

Avec : **V** : volume de l'eau déplacé ml ; **V₀** : volume de l'eau et **M** : poids des graines en g.

III.5. Caractérisation physico-chimique du noyau d'amande

III.5.1. Détermination de la teneur en eau (NF T 60-305 juin 1976)

La teneur en eau du noyau sont déterminée par la méthode (NF T 60-305 juin 1976) normalisée, décrite par **AFNOR 10982** et qui consiste en un étuvage d'un échantillon d'une gamme de matière a $105 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

❖ Mode opératoire

- Sécher des capsules vides a l'étuve durant 20 min a $105 \pm 0,5^\circ\text{C}$;
- Tarer les capsules après refroidissement dans un dessiccateur ;
- Peser dans chaque capsule 1g d'échantillon probablement broyé et dans l'étuve réglée a $105 \pm 0,5$ pendant 3heure ;
- Retirer les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur et après refroidissement les peser.

L'opération est répétée jusqu'à d'un poids constant.

❖ Expressions des résultats

$$H (\%) = \frac{M_1 - M_2}{P} \times 100$$

Soit : H% : humidité ; M_1 : masse de ensemble (capsule +matière fraîche avant étuvage) ; M_2 : masse de l'ensemble après étuvage ; P : masse de prise essais

La matière sèche est obtenue selon la formule suivante : $MS\% = 100 - H\%$

III.5.2. Acidité titrable (NF V 05-101, 1974)

L'acidité titrable est déterminée selon la méthode (NF V 05-101, 1974) décrite par **AFNOR 1982** et relative aux produit d'origine végétale

❖ Principe

Le principe est basé sur le titrage de l'acidité d'une solution aqueuse d'amande avec une solution d'hydroxyde de sodium.

❖ Mode opératoire

- Peser 5 g d'amande amère finement broyée ;
- Placer l'échantillon dans une fiole conique avec 20 ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie, puis mélanger jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène ;
- Adapter un réfrigérant à reflux à la fiole conique puis chauffer le contenu au bain-marie pendant 30 mn ;
- Refroidir, transvaser quantitativement le contenu de la fiole conique dans une fiole jaugée de 25 ml et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie, bien mélanger puis filtrer ;
- Prélever à l'aide d'une pipette 10 ml de l'échantillon pour essai, les verser dans un bécher sous agitation ;
- Titrer avec une solution d'hydroxyde de sodium NaOH à 0,1N en présence de phénolphtaléine.

❖ Expression des résultats

L'acidité titrable est exprimée selon la formule suivante :

$$A\% = \frac{25 \times V1 \times 100}{V0 \times M \times 10}$$

Soit : **M** : masse de produit prélevé (g) ; **V0** : volume de la prise d'essai (ml) ; **V1** : volume de la solution d'hydroxyde de sodium titrant (ml) ; **10** : volume de l'échantillon prélevé (filtrat) ; **25** : volume de fiole jaugée 25 ml.

III.5.3. pH (NF V 05-108, 1970)**❖ Principe**

Détermination en unité de pH de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse des amandes amères finement broyées.

❖ Mode opératoire

- Broyer les graines d'amande amère en fines particules ;
- Placer le produit dans un bécher et y ajouter trois fois son volume d'eau distillée ;

- Chauffer au bain-marie pendant 30 min en remuant de temps en temps avec une baguette de verre ;
- Filtrer ensuite le mélange obtenu et procéder à la détermination du pH en prenant soins que l'électrode soit complètement immergée dans la solution ;
- Lecture directe de la valeur du pH : valeur affichée sur le carton de l'appareil en unité pH.

III.5.4. Cendres (NF V 05-113, 1972)

Les cendres sont le résidu de composés minéraux qui reste après l'incinération d'un échantillon contenant des substances organiques d'origine végétale. Les cendres représentent environ 1 à 5% de la masse d'un aliment sur une base humide.

❖ Mode opératoire

- Peser 1g de poudre du noyau d'amande amère sont mis dans une capsule en porcelaine ;
- Puis incinérer dans un four à moufle à environ 700C° pendant 8h jusqu'à obtention de cendres d'une couleur grise, claire ou blanchâtre ;
- Le taux de cendres est exprimé en pourcentage de la matière sèche.

❖ Expression des résultats

La teneur en cendre :

$$Cd = 100 - MO\%$$

$$MO\% = \frac{M_1 - M_2}{P} * 100$$

Soit : **MO%** : matière organique ; **M₁** : masse de capsule + prise essai en (g) ; **M₂** : masse de capsule + cendre en (g) ; **P** : masse de prise d'essai en (g).

III.5.5. Teneur en matière grasse (NF EN ISO 734-1, 2000)

❖ Principe

L'échantillon à extraire est placé dans une cartouche en cellulose. L'extracteur est placé sur un ballon contenant du solvant. Le ballon est chauffé, provoquant l'évaporation du solvant qui passe dans le tube adducteur, puis se condense grâce au réfrigérant, et retombe dans le corps de l'extracteur. Le solvant condensé s'accumule dans l'extracteur jusqu'à atteindre le sommet du tube siphon, qui provoque le retour du liquide dans le ballon, accompagné des substances extraites. Le

solvant contenu dans le ballon s'enrichit progressivement de composés solubles, principalement l'huile. Le cycle peut se répéter indéfiniment jusqu'à épuisement complet de l'échantillon (Marjorie et Roland, 2008).

❖ Mode opératoire

On procède lors de cette manipulation comme suit :

- On pèse 10g de poudre d'amande amère puis on remplit la cartouche et on ferme avec du coton ;
- ensuite on place la cartouche dans le Soxhlet et on remplit le ballon avec du 75ml d'hexane
- on démarre l'extraction en mettre en marche le chauffe ballon, et on ouvrir le robinet d'eau passant par le réfrigérateur ;
- Après 5 cycles on obtient une huile avec hexane qui été éliminer par l'évaporation et récupère huile d'amande (Berrim et Ben Amar, 2013).

❖ Expression des résultats

La teneur en matière grasse est calculée selon la formule suivante :

$$\%MG = \frac{P2 - P1}{P3} \times 100$$

Soient : **P2** : Poids du ballon avec l'huile extraite (g) ; **P1** : Poids du ballon vide (g) ; **P3** : poids de prise d'essais.

III.5.6. Extraction et dosage des protéines solubles

❖ Principe

Le dosage des protéines a été effectué selon la méthode de **Bradford, 1976**. C'est une méthode colorimétrique qui permet la détermination des concentrations d'une solution protéique. Cette méthode est base sur la variation de la coloration du Bleu Brillant de Coomassie G250 (voir annexe I) lorsqu'il se fixe aux protéines.

III.5.6.1. Extraction des protéines

On a suivi la méthode de **Rezanejad, 2007** avec quelques modifications.

- Peser 3g d'amande broyée avec précision de 0,01 g ;
- Ajouter 30 ml d'eau distillée ;
- Le mélange est ensuite laissé sous agitation dans le réfrigérateur pour 4 à 8 h ;
- Centrifuger le mélange à froid à 5000 trs/min pendant 40 min ;

- L'extrait est conditionné dans un tube à essai en attendant l'analyse.

III.5.6.2. Dosage des protéines

- Prélever 50 µl de l'extrait;
- Ajouter 2 ml du réactif de Bleu Brillant de Commassie (BBC) ;
- La lecture se fait contre le blanc (tube voir le tableau ci-dessous) à une longueur d'onde de 595 nm ;
- La gamme d'étalonnage est réalisée a partir d'une solution mère d'albumine de sérum de bœuf (BSA) 0,05 mg/ml. (voir annexe n° I).

III.6. Dosage des antioxydants

Les antioxydants sont des agents de prévention qui permettent de prévenir, retarder ou ralentir les processus d'oxydation. Il existe différents composés qui ont un effet antioxydant : les polyphénols (flavonoïdes, acides phénoliques), certaines vitamines (vitamines C, E et caroténoïdes) et quelques minéraux (sélénium, zinc) (Marc et al., 2004).

III.6.1. Préparation des extraits

Une masse de 3g de chaque échantillon a été mélangé à 30ml de méthanol en différentes proportions et maintenue sous agitation continue à 80°C pendant 30 min (système réfrigéré pour éviter l'évaporation). Le mélange a été centrifugé à 5000 tr/min pendant 30 min. L'extrait phénolique a été récupéré et conservé à froid (+4°C) jusqu'à son utilisation. C'est le même extrait utilisé dans le dosage de flavonoïde, Le pouvoir réducteur et L'activité anti-radicalaire (Marc et al., 2004).

III.6.1.1. Dosage des polyphénols totaux

La détermination de la teneur en phénols totaux est estimée par la méthode de Folin-Ciocalteu. qui est basée sur la réduction en milieu alcalin de la mixture phosphotungstique phosphomolybdique du réactif de Folin par les groupements oxydables des composés phénoliques, conduisant à la formation de produits de réduction de couleur bleue. Les teneurs ont été rapportées en µg équivalent d'acide gallique/mg d'extrait du matériel végétal (Talbi et al., 2015).

❖ Mode opératoire

- Prélever 1 ml de chaque dilution d'échantillon dans des tubes à essais ;
- Ajouter 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu ;
- Après 5 min, ajouter 10 ml de carbonate de sodium ;
- Ajouter 250ml de l'eau distillée ;

- Laisser et incubé pendant une heure à température ambiante et à l'abri de la lumière ;
- L'absorbance a été déterminée par la lecture à 765nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible ;

La quantité des polyphénols est déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage réalisée avec acide gallique (Voir annexe I).

III.6.1.2. Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont responsables de la couleur variée des fleurs et des fruits et représentent une source importante d'antioxydants dans notre alimentation. Ils forment une sous-classe des polyphénols. Il y en a plus de 6000 à avoir été décrits chez les plantes. Les flavonoïdes ont été découverts par Albert Szent-Györgyi en 1936 qui a reçu pour cela le prix Nobel de physiologie ou médecine (Bruneton, 2009).

❖ Principe

Le chlorure d'aluminium forme des complexes gaunaitre avec les atomes d'oxygène présents sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes (voir figure III. 3) (Ribereau, 1968).

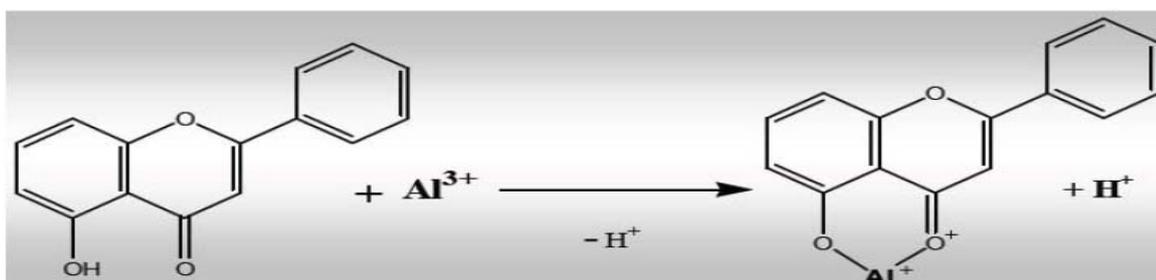


Figure III. 5 : Mécanisme de réaction de chlorure d'aluminium avec les flavonoïdes (Kamazawa et al., 2004).

L'estimation quantitative des flavonoïdes totaux contenus dans les extraits des noyaux est réalisée par la méthode colorimétrique (Kamazawa et al., 2004)

❖ Mode opératoire

- 1ml d'extrait ;
- 1ml de chlorure d'aluminium à 2% ;
- Après 1H d'incubation à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 420nm ;

Les résultats sont déterminés à l'aide d'une courbe d'étalonnage par la quercétine (Voir l'annexe I).

III.6.2. Détermination de la teneur en caroténoïde totaux

Les caroténoïdes constituent une famille d'environ 500 molécules, principales formes de pigments liposolubles. Ceux qui ont été les plus étudiés sont le β -carotène et le lycopène (**Johnson, 2002**). La méthode de **Lée, 2001** a été utilisée pour la quantification de la teneur en caroténoïdes totaux,

❖ Mode opératoire

- Dans un flacon, on met 5g d'amande amère ;
- On ajoute 50ml de mélange hexane-acétone-éthanol (50/25/25) ;
- Agite le mélange 200tr/min pendant 10 min à T° ambiante ;
- Fait centrifuger le mélange 6000tr/min pendant 5min à 4°C ;
- Le surnageant est récupéré et mélangé avec 50ml de solvant d'extraction ;
- L'absorbance est mesurée à 450nm ;

La teneur caroténoïde est exprimée en équivalent de β -carotène selon la formule suivante :

$$C \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{g}} \right) = \frac{Abs_{450} F_d \cdot 10^6 \cdot V}{3450 \cdot 100 \cdot P}$$

F_d : est le facteur de dilution ; V : volume de solvant d'extraction ; **3450** : est le coefficient d'extinction de l'hexane et P : poids de la prise d'essai.

III.6.3. Détermination du pouvoir antioxydant

Le pouvoir antioxydant est estimé par deux approches:

- ✓ Détermination de pouvoir d'inhibition de peroxyde d'hydrogène (DPPH) ;
- ✓ Détermination de pouvoir réducteur des ions ferriques (PR).

III.6.3.1. Détermination de pouvoir d'inhibition de peroxyde d'hydrogène (DPPH)

Le DPPH (2,2 diphenyl-1-picryl hydrazyl) est un radical stable (voir figure III.6.) qui possède un électron célibataire sur l'atome d'azote, caractérisé par une couleur violette et un pic d'absorption spectral maximal à 517nm. En présence d'antioxydant l'électron célibataire devient apparié, ce qui conduit à la décoloration de DPPH du violet (forme radicalaire DPPH \cdot) au jaune (forme réduite DPPH-H). Cette décoloration représente donc la capacité d'échantillon de piéger ce radical (**Ramadan, 2010**).

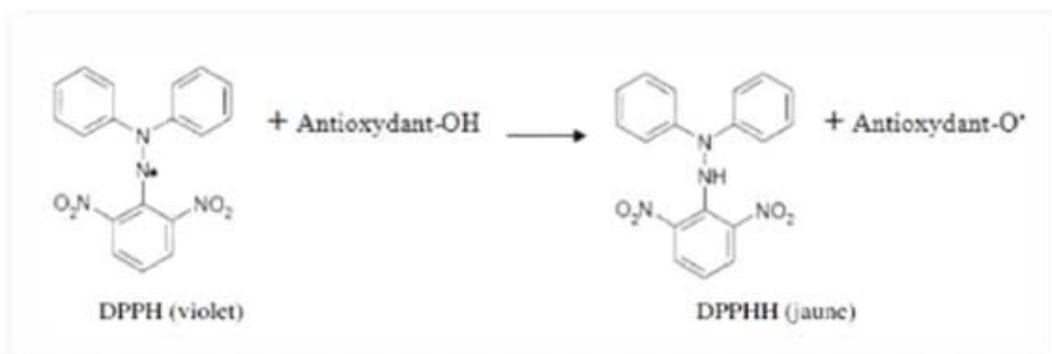


Figure III.6. : Structure de DPPH et mécanisme de sa réduction par un antioxydant (**Ramadan, 2010**).

On mesure à l'aide d'un spectromètre UV à 517 nm, la diminution de coloration de la solution qui est proportionnelle à la quantité d'antioxydant.

Mode opératoire

- Une solution de DPPH• (0,1 mM) a été préparée fraîchement ;
- Notre extrait est dilué de 10^{-1} jusqu'à 10^{-6} ;
- Un volume de 1 ml de solution de DPPH a été mélangé avec 2 ml de chaque dilution ;
- Les solutions ont été bien agitées et incubées dans l'obscurité pendant 1 heure à température ambiante ;
- L'absorbance a été mesurée à 517 nm ;
- Un témoin est préparé en remplaçant l'extrait méthanolique par le même volume de méthanol.

Le pourcentage d'inhibition des radicaux dus à la propriété antioxydant des extraits a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = \frac{(\text{Abscont} - \text{Abse})}{\text{Abscont}} * 100$$

Où : Abscont et Abse sont les absorbances respectives du control et de l'extrait après 1 heure d'incubation.

III.6.3. 2. Détermination de pouvoir réducteur des ions ferriques (PR).

Ce pouvoir mesure la capacité d'un antioxydant à réduire le fer ferrique Fe^{3+} (FeCl_3) en fer ferreux Fe^{2+} (FeCl_2) en présence d'un agent chromogène ferricyanure de potassium $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Ceci se traduit par le virage de la couleur jaune de ferricyanure de potassium vers une couleur bleu verte dont l'intensité dépend du pouvoir réducteur de l'antioxydant (**Laribi, 2014**).

❖ **Mode opératoire**

- On utilise pour évaluer le pouvoir réducteur des extraits méthanoliques ;
- 1 ml d'extrait méthanolique additionné à 2,5 ml de tampon phosphate (0,2 M ; pH 6,6) et 2,5 ml ferricyanure de potassium K3 [Fe (CN)₆] à 1 % ;
- Après incubation à 50°C pendant 20 min, 2,5 ml d'acide trichloracétique à 10 % sont ajoutés au mélange puis, centrifugé pendant 10 min à 3000 tours/10min ;
- 2,5 ml du surnageant sont mélangés à 2,5 ml d'eau distillée et 0,5 ml de chlorure ferrique (FeCl₃) à 0,1 % ;
- L'absorbance est mesurée à 700 nm après 10 min de réaction.

La quantité d'antioxydants ayant un pouvoir réducteur est déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage réalisée avec vitamine C (annexe I).

III.7. Analyses physico-chimiques d'huile d'amande amère

Après six heures d'extraction on récupère l'huile extraite mélangée au solvant. La séparation se fait à l'aide d'un appareil appelé « Rotavapor », après huile obtenue va subir des analyses physico-chimiques (Laribi, 2014). Ces opérations sont résumées sous la forme d'un cycle dans l'annexe I.

III.7.1. Densité relative : (NF ISO 6883)

La densité relative d'une huile est le rapport de la masse d'un certain volume d'huile à 20°C à la masse d'un volume égal d'eau distillée à 20°C. La densité relative est mesurée par une suite de pesées à l'aide d'un pycnomètre.

❖ **Mode opératoire**

- Nettoyage et séchage du pycnomètre ;
- Rempli pycnomètre d'eau distillée après pesé ;
- Refroidie puis plongé dans un bain d'eau jusqu'à ce que l'eau atteigne une température de 20°C ;
- Le pycnomètre a été retiré, essuyé extérieurement et pesé ;
- La même procédure est suivie pour l'huile en remplissant le pycnomètre par le même volume d'huile puis placé dans le bain d'eau pour qu'elle atteigne les 20°C ;
- Ensuite, le pycnomètre est essuyé et pesé.

La densité relative se détermine :

$$D^{20} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

m₀ : masse du pycnomètre vide, **m₁** : masse du pycnomètre rempli d'eau distillée,

m_2 : masse du pycnomètre rempli d'huile.

II. 7. 2. Indice de réfraction à 20°C:(ISO 6320 :2000)

L'indice de réfraction est mesuré à l'aide de réfractomètre, Il est lié à la température. Il est mesuré à 20 °C pour les huiles fluides et à 40°C pour les graisses. L'indice de réfraction des huiles varie en fonction de leurs insaturations. L'indice de réfraction croît avec le degré d'insaturation des acides gras contenus dans les matières grasses. Huiles végétales (R =1,468 à 1,490). On détermine cet indice selon la formule suivante :

$$N_D^T = N_D^t + (t-T) \times F$$

t : température de la détermination ;

T : température de référence qui est 20°C pour les huiles ;

F : facteur de correction, fonction de la température, égal à 0.00035 pour T= 20°C, pour les huiles;

N_D^t : L'indice de réfraction pris sur le réfractomètre.

III.7.3. Indice d'acide

L'acidité (A%) est déterminée selon le protocole ISO 660 2ème édition, 1996. Après dissolution de 10 g d'huile dans 75 ml d'alcool éthylique neutralisé en présence de phénolphthaléine (indicateur coloré) jusqu'à coloration rose, puis chauffer le mélange (avec agitation) pendant quelques secondes afin d'améliorer la réaction, les acides gras sont titrés à l'aide d'une solution de soude (0,1 N), qui conduit à la réaction suivante :



Expression des résultats :

$$A (\%) = N \times V \times M / 10 \times m$$

A : Acidité de l'huile (%) ; N : Normalité de NaOH (0,1N) ; V : Volume de la chute de Burette NaOH (ml) ; M : Masse molaire de l'acide adapté pour l'expression = 282 g/mol pour l'acide oléique ; m : Masse en gramme (g) de la prise d'essai.

$$IA (\%) = \frac{56.1 \times V \times C}{m}$$

56,1: est la masse molaire (g/moles) de l'hydroxyde de potassium, V : est le volume (ml) d'hydroxyde de potassium utilisé, C : est la concentration exacte, en moles par litre, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée et m : est la masse en grammes de la prise d'essai.

III.7.4. Indice de saponification (NF ISO 3657)

L'indice de saponification est la masse en milligrammes de potasse nécessaires pour saponifier 1 g de corps gras. En effet, plus les molécules d'acides ont d'atomes de carbone, moins l'indice de saponification est élevé. Il rend compte de la longueur des chaînes hydrocarbonées des acides gras.

❖ Mode opératoire

- 2g d'huile sont dissous dans 25ml d'une solution de KOH (0,5N) dans l'éthanol, sont introduits dans un ballon à col rodé ;
- Le ballon est connecté à un réfrigérant à reflux et porté à ébullition durant au moins 60 minutes, en agitant de temps en temps ;
- L'excès de KOH est titré par une solution d'acide chlorhydrique HCL (0,5N), en présence de phénolphthaléine ;
- Un essai à blanc est préparé en suivant le même mode opératoire.

L'indice de saponification (IS) se détermine ainsi :

$$IS = \frac{(V_0 - V_1) \times C \times 56.1}{m}$$

V₀ : est le volume d'acide chlorhydrique (ml) nécessaire pour titrer le blanc ; **V₁** : est le volume d'acide chlorhydrique (ml) nécessaire pour titrer l'essai. ; **C** : est la concentration exacte, en moles par litre, de la solution titrée d'acide chlorhydrique utilisée et **m** : est la masse (g) de la prise d'essai.

III.7.5. L'indice de l'iode

L'indice d'iode mesure le degré d'instauration d'une matière grasse en déterminant le nombre de grammes d'iode se fixant sur les doubles liaisons présentes dans 100g de lipide (**Lion, 1955**).

❖ Principe

Il s'agit d'ajouter à une prise d'essai, une solution de monochlorure d'iode dans un mélange formé d'acide acétique et de tétrachlorure de carbone. Après, il est déterminé l'excès de mono chlorure d'iode par addition d'iodure de potassium et d'eau en titrant l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium (**WOLFF, 1968**).

❖ Mode opératoire

- On pèse 0.2g d'huile dans un ballon à fond plat ;
- On ajoute 10 ml d'éthanol pur suivi d'une agitation ;

- On additionne au ballon 10 ml d'iode 0.2N dans l'éthanol ;
- Ajoute ensuite 30 ml d'eau distillée puis on ferme le ballon par son bouchon en verre et agite pendant 5 min ;
- Titre alors le contenu du ballon place par thiosulfate de Na 0.1N jusqu'à l'apparition d'une coloration jaune ;
- On verse ensuite 1ml de la solution d'empois d'amidon au mélange dont la couleur vire violet foncé ;
- Le titrage de mélange est réalisé jusqu'à la disparition de cette coloration et soit volume (ml) la chute de burette correspondante.

III.7.6. Indice de peroxyde (NF T 60-220 et ISO 3960)

L'indice de peroxyde est recherché pour évaluer l'état de conservation d'une matière grasse au cours du stockage. L'indice de peroxyde est le nombre de microgrammes d'oxygène actif contenus dans un gramme de corps gras et susceptibles d'oxyder l'iodure de potassium. Il est exprimé en microgrammes par gramme ou plus souvent en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme. Cet indice permet d'apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative de l'huile.

❖ Mode opératoire

- Environ 5 g de matière grasse sont dissous dans 10 ml de chloroforme, 15 ml d'acide acétique et 1 ml d'iodure de potassium saturé ;
- Ce mélange est fermé avec un bouchon et laissé pendant exactement 5 minutes à l'abri de la lumière ;
- L'iode libéré est titré avec une solution de thiosulfate de sodium (0,01N) après avoir ajouté 75 ml d'eau distillée ;
- On utilisant l'empois d'amidon comme indicateur coloré ;
- Un essai à blanc est préparé en suivant le même mode opératoire ;

❖ Préparation des solutions

- **Préparation de la solution d'empois d'amidon** : on pèse environ 1 g d'amidon et on le dissout dans 100 ml d'eau tiède.
- **Préparation de la solution de thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃) à 0,01 N** : dissoudre 2,48g de Na₂S₂O₃ 5 (H₂O) dans un litre d'eau distillée

L'indice de peroxyde (IP) s'effectue de la manière suivante :

$$IP = \frac{(V1 - V0) \times C}{m} \times 100$$

V0 : est le volume de thiosulfate de sodium (ml) nécessaire pour l'essai à blanc; **V1** : est le volume de thiosulfate de sodium (ml) nécessaire pour la détermination; **C** : est la concentration exacte, en moles par litre de la solution titrée de thiosulfate de sodium utilisée et **m** : est la masse (g) de la prise d'essai.

III.7.7. Indice d'ester

L'indice d'ester d'un lipide est la masse de potasse (KOH) (exprimée en mg) nécessaire pour saponifier les acides gras estérifiés contenus dans 1 g de matière grasse.

Il est égal à l'indice de saponification pour les glycérides pures et il permet de déterminer la masse molaire des glycérides (**Mostefa-Kara, 2011**). Cet indice n'est pas mesuré, il est calculé :

$$\text{Indice d'ester} = \text{Indice de saponification} - \text{Indice d'acide.}$$

III.7. 8. Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse

Est une méthode d'analyse physico-chimique par séparation qui s'applique aux composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition. Cette technique permet l'analyse de mélanges éventuellement très complexes de nature et de volatilité très diverses.

L'identification des composés se base sur la comparaison des chromatogrammes des échantillons analysés à ceux de mélanges standards connus, le temps de rétention des composés et les spectres de masse des composés. Cette analyse est réalisée au niveau de Laboratoire de l'Institut Nationale d'Agronomie a Harache Alger (INSA). Les résultats sont exprimés en pourcentages et en concentrations.

Les acides gras (AG) pour être analysés par chromatographie en phase gazeuse doivent être transformés chimiquement en des composés volatiles, les esters méthyliques d'acides gras (EMAG). Cette réaction chimique s'appelle la méthylation. La méthode utilisée est une transméthylation acide directe. L'extraction des lipides, la libération des acides gras et leur méthylation en esters méthyliques d'acides gras se font en une seule étape dite méthode "One step" (**Indarti et al., 2005**).

III.8. Elaboration d'une crème cosmétique par l'utilisation de plan de mélange réduit

Les propriétés d'un plan de mélange dépendent généralement de sa composition, on traduit la variation d'une propriété en fonction de la concentration du divers constituant (la phase aqueuse,

la phase huileuse et la cire d'abeille). Notre travail basé sur la recherche 3on réalise un plan de mélange réduit de différentes proportions des constituants qui ont été indiqués dans le tableau suivant :

Tableau III. 1. : La matrice d'expérience des réponses (Lecheb, 2010)

N° Essai	Phase Grasse	Phase Aqueuse	La cire d'abeille	Analyse Organoleptique	Analyse Microbiologique
1	1	0	0	X ₁	Y ₁
2	0	1	0	X ₂	Y ₂
3	0	0	1	X ₃	Y ₃
4	½	½	0	X ₄	Y ₄
5	½	0	½	X ₅	Y ₅
6	0	½	½	X ₆	Y ₆
7	1/3	1/3	1/3	X ₇	Y ₇
8	2/3	1/6	1/6	X ₈	Y ₈
9	1/6	2/3	1/6	X ₉	Y ₉
10	2/3	1/6	2/3	X ₁₀	Y ₁₀

Les contraintes implicites sont inhérentes au choix de la stratégie retenue et à la nature des facteurs. Les contraintes implicites sont individuelles et relationnelles. La somme des proportions des constituants doit être constante :

$$0 \leq X_i \leq 1 \text{ et } \sum X_i = 1$$

Il est noté que la construction de la matrice produite et la génération des modèles mathématiques ont été réalisées à l'aide de logiciel Excel (Lecheb, 2010).

III.8.1. Préparation de la crème (Huile/Eau)

Pour la préparation des crèmes cosmétiques il faut tout d'abord de préparer les deux phases de l'émulsion :

1. La phase huileuse : elle est composée uniquement d'huile d'amande amère ;
2. La phase aqueuse : elle est composée eau distillée, la lécithine et glycérol.

Le diagramme suivant résume les différentes étapes de préparation de la crème:

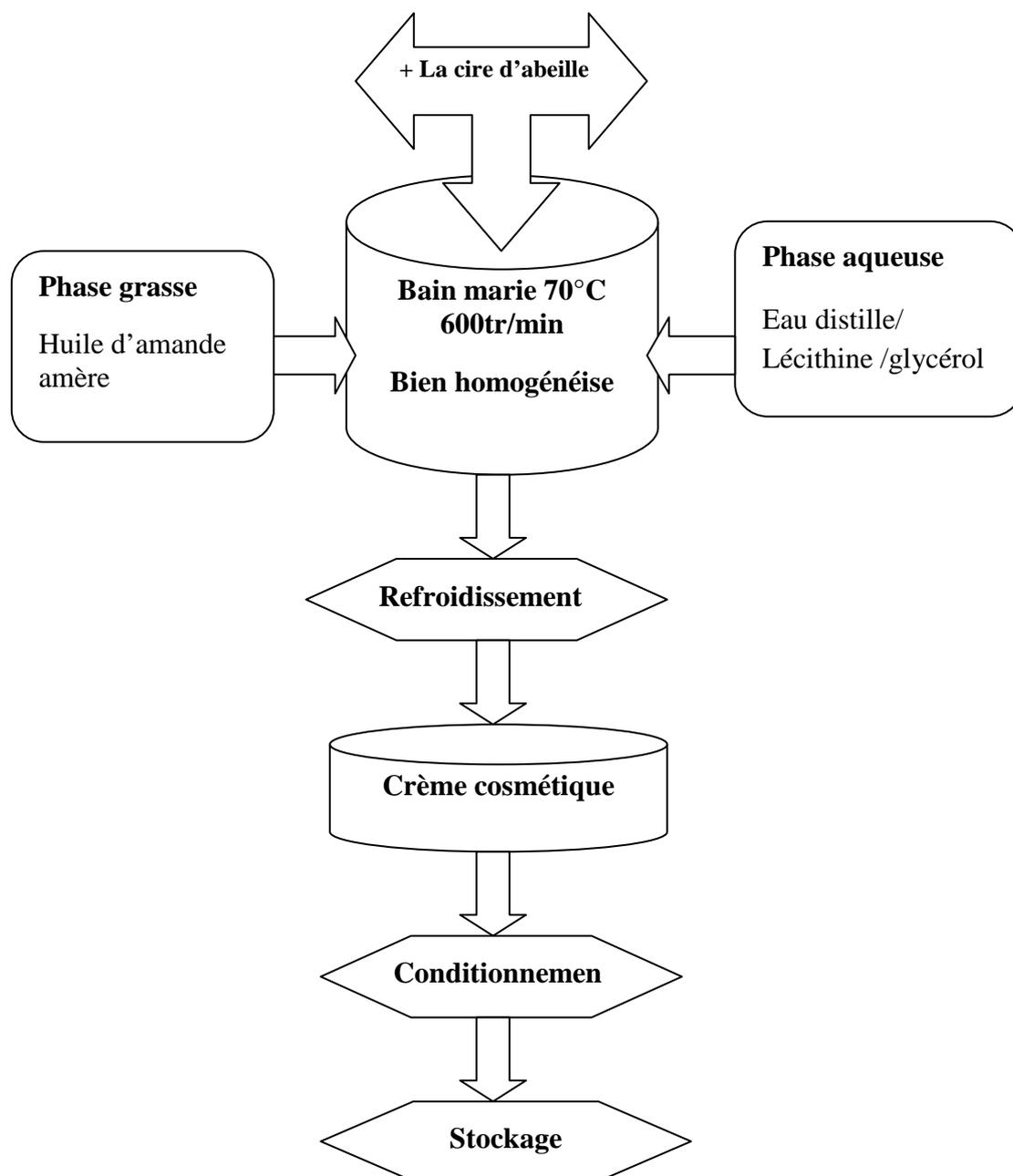


Figure III.7 : Diagramme des différentes étapes de préparation de la crème

III.8.2. Les analyses organoleptiques de la crème

Les analyses organoleptiques des échantillons préparés est basé sur trois caractères : odeur, couleur et l'étalement (voir annexe III). Ces crèmes sont proposées à des personnes différentes (féminines et masculines), pour avoir des propositions qui nous aident à déterminer quelle est la bonne crème parmi les crèmes préparées.

III.8.3. Qualité microbiologique de la crème

L'objectif de cette partie du rapport sur la sécurité du produit cosmétique est de déterminer les spécifications microbiologiques des matières premières (substances ou mélanges) et du produit fini acceptables d'un point de vue microbiologique (la crème cosmétique) (2013/674/UE).

Les produits cosmétiques ne sont pas obligatoirement stériles mais il est important de contrôler leur niveau de contamination afin que les produits mis à disposition sur le marché puissent être considérés comme sûrs. Nos dix échantillons ont été pris le même jour. Ensuite, nous les avons laissés au repos sous une température ambiante et à l'abri du soleil (la première analyse pendant 1 semaine et le deuxième pendant 15 jours). Nous avons effectué au laboratoire d'hygiène de l'établissement public de la santé de proximité de wilaya de BOUIRA (EPSP) pour les analyses.

Dans notre travail on a effectué seulement l'analyse microbiologique basée sur :

- Un dénombrement de la flore test d'hygiène générale (Flore Mésophile Aérobie Totale) ;
- Flore témoin de contamination fécale (*E. coli*) ;
- Un dénombrement des micro-organismes saprophytes (levures, moisissures).

III.8.3.1. Préparation des dilutions en vue de l'analyse microbiologique

- **Principe**

La préparation de la dilution primaire (solution mère) ; est nécessaire pour les dilutions décimales suivantes en vue de réduire le nombre de microorganismes par unité de volume ; pour faciliter l'analyse microbiologique.

- **❖ Préparation de la solution mère**

- Peser 5g de l'échantillon à analyser ;
- Ajouter 45 ml de diluant tryptone sel eau (TSE) ;
- Homogénéiser la solution mère ;
- La concentration de la solution mère est toujours à 10^{-1} ;
- Préparation des dilutions décimales (voir annexe I).

III.8.3.2. Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) (NF ISO 2114)

La Germes Mésophile Aérobie Totale (GMAT) est un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre d'UFC (Unité Formant une Colonie) présentes dans un produit ou sur une surface. Ce dénombrement se fait à 30 °C. L'unité est l'UFC car une colonie observable sur la

gélose peut venir d'un micro-organisme isolé, d'une spore ou encore d'une association de micro-organismes.

❖ Principe

Le dénombrement des GAMT se fait sur une gélose nutritive PCA à une température de 30°C pendant 72 heures .A prés incubation ; ils apparaissent sous forme de colonie lenticulaire en masse.

❖ Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales de 10^{-1} à 10^{-3} portes aseptiquement 1ml dans une boîte de pétri vide préparé a cet usage ;
- Compléter ensuite avec environ 15ml de gélose fondue puis refroidir à $45 \pm 1^{\circ}\text{C}$;
- Faire des mouvements circulaire et de va et vient en forme de « 8 »pour augmente la surface de contact entre se mélange et la gélose utiliser ; après on laisse à solidifie ;
- Les boites seront incubées à 37°C pendant 72 heures.

❖ Lecture

Les colonies des GAMT se présentent sous forme lenticulaire en mase. Il s'agit de compter toutes les colonies ayons poussé sur les boites intentent compter des facteurs suivant :

- ✓ Ne dénombre que les boites contenant entre 15 et 300 colonies ;
- ✓ Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution ;
- ✓ Faire ensuit la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.

III.8.3.3. Recherche et dénombrement d'Escherichia coli (NF ISO 21150)

Escherichia coli est un bacille à Gram négatif anaérobiose facultative, possédant des caractères biochimiques particuliers dont la production d'indole à partir du tryptophane, l'absence d'utilisation du citrate comme source de carbone et l'absence de production d'acétone. Les E. coli font partie de la flore microbienne du côlon chez l'homme et de l'appareil digestif des animaux à sang chaud. La présence d'E. coli dans un produit représente des conditions hygiéniques faibles ou un traitement thermique insuffisant (Victor, 2010).

❖ Mode opératoire

Le dénombrement s'effectuer en gélose cristal violet, rouge neutre, bile, glucose (VRBL).

- A partir de la suspension mère et les dilutions décimales porter 1 ml dans des boîtes de pétri stériles vides préparer à cette usage et numéroter ;
- Couler 12 à 15 ml de la gélose sélectives fondu et ramener 45 plus ou moins 1°C ;
- Faire ensuite des mouvements circulaire et de va et vient en forme de « 8 » pour permettre l'inoculum de se mélanger à la gélose utiliser ;
- Laisser solidifier sur la paillasse ;
- Couler en surface environ 5 ml de milieux sélectif et laisser solidifier ;
- Placer les boîtes retournées dans une étuve à 45°C pendant 48 heures.

❖ Expression des résultats

Dénombrer les colonies rouge foncées (avec un halo de précipité rouge foncé). Le dénombrement et le comptage de toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs suivants :

- Ne dénombre que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies ;
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution ;
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.

III.8.3.4. Recherche et dénombrement des levures et moisissures (ISO 16212)

❖ Principe

Les moisissures sont des hétérotrophes, aérobies, acidophiles (pH de développement comprise entre 3 et 7) et mésophiles (Température de croissance de 20 à 30°C). Les levures sont typiquement unicellulaires de forme ronde ou ovoïde et se multiplient par bourgeonnement. Le dénombrement est effectué en milieu sélectif doté de propriétés antibactériennes milieu OGA.

❖ Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales 10^{-1} à 10^{-3} ;
- Porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de pétri contenant de la gélose OGA ;
- Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile ;
- Puis incubé à 22°C pendant 5 jours.

❖ Lecture

Les colonies des levures sont brillantes, rondes et bondées, de couleurs différentes, de formes convexes ou plates et souvent opaques. Les colonies de moisissures sont épaisses, filamenteuses, pigmenté ou non, et sont plus grandes que celles des levures.

III.8.4.. Dénombrement des colonies :

- **en surface** : elles ont un aspect macroscopique classiques et caractéristique ;
- **en profondeur** : elles ont un aspect lenticulaire.
- ❖ **Exploitation des résultats**

- **Choix des essais** : choisir deux dilutions successives dont l'une au moins présente un minimum de 15 colonies, le « nombre maximal de colonies en totalité est de trois cents par boîte ». En présence d'un agent de différenciation, calcul de la concentration bactérienne N en UFC par ml ou par g de produit :

$$N = \frac{\sum C}{V \times (n_1 + 0,1n_2)} \times \frac{1}{d}$$

N : nombre d'UFC par gramme ou par ml de produit initial ;

V : volume de solution déposé (1 ml) ;

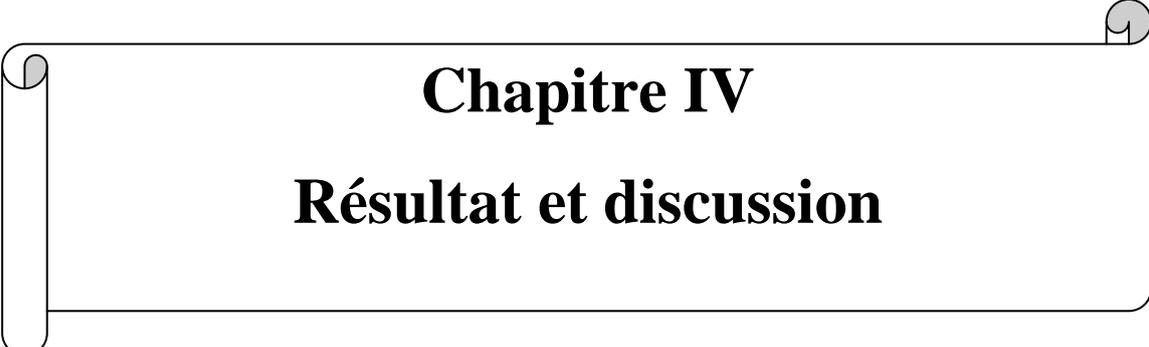
D : facteur de dilution retenue ;

Σ C : sommes des colonies des boîtes interprétables ;

n₁ : nombre de boîtes considérées à la première dilution retenue ;

n₂ : nombre de boîtes considérées à la seconde dilution retenue.

Arrondir le résultat calculé à deux chiffres significatifs et l'exprimer en nombre compris entre 1,0 et 9,9.10ⁿ UFC par ml ou par g.



Chapitre IV
Résultat et discussion

IV.1. Caractéristiques physiques

Dans cette étude, on a étudié les propriétés physiques de base des amandes. Il est apparu nécessaire de déterminer quelque corrélation liée aux propriétés physiques des amandes (Megan et Diane, 2014). Elles peuvent avoir une utilisation potentielle dans la récolte, le transport, la classification, le stockage, le conditionnement et dans d'autres traitements des graines (Bourfis, 2012).

Les résultats concernant les propriétés physiques des graines d'amandes entières et de leurs noyaux sont donnés au Tableau IV.01.

Tableau IV.1 : Poids et forme de la graine entière d'amande et de son noyau.

Caractères	Graine entière	Noyau
Longueur (cm)	3,02±0,577	2,168±0,35
Largeur (cm)	1,93±0,28	1,25 ±1,02
Épaisseur (cm)	1,44±1,34	0,404±0,11
poids de 100 grains (g)	4,21±1,44	1,05±0,21
% amande et % graine entière	75,04± 1,15	24,95± 1,03
Densité	0,94 ±0,008	0,93 ±0,06
M ₁₀₀₀ (g)	421, 33±1,52	107,05±1, 92

IV.1.1. Poids et forme

Le poids (en g) est 4,21±1,44 de la graine entière est presque 4 fois plus élevée que leurs noyau 1,05±0,21 ce qui signifie qu'environ de 75,04 ± 1,15 % de poids totale de graines entières sont des coquilles par contre le noyau présente par 24,95 (voir figure IV.03). Ces poids se trouvent dans les intervalles 0,89-1,51cm et 2,78-7,27cm respectivement (voir Figures IV.01 et IV.02). Nos résultats sont presque proche à celles trouvées Sorkheh et al., 2009, d'après une étude sur la diversité phénotypique au sein des espèces d'amandes iraniennes. Il trouve 4,6 ± 0,3 et 1,5 ± 0,7 du poids de la graine entière et du poids de noyau respectivement.

Les courbes de distribution des fréquences de longueurs, de largeurs, de l'épaisseur et de poids des ces graines possédant des pics élevés, ces courbes étroites indiquent que les

grains et les noyaux varient autour de leurs valeurs moyennes. Elle présente donc une tendance vers une distribution normale.

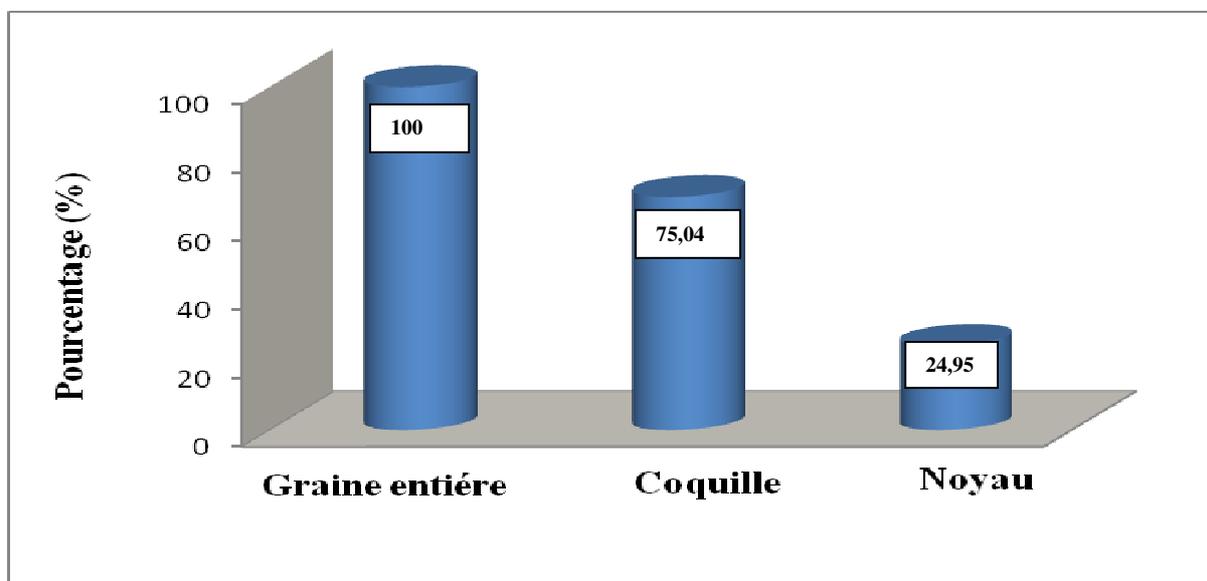
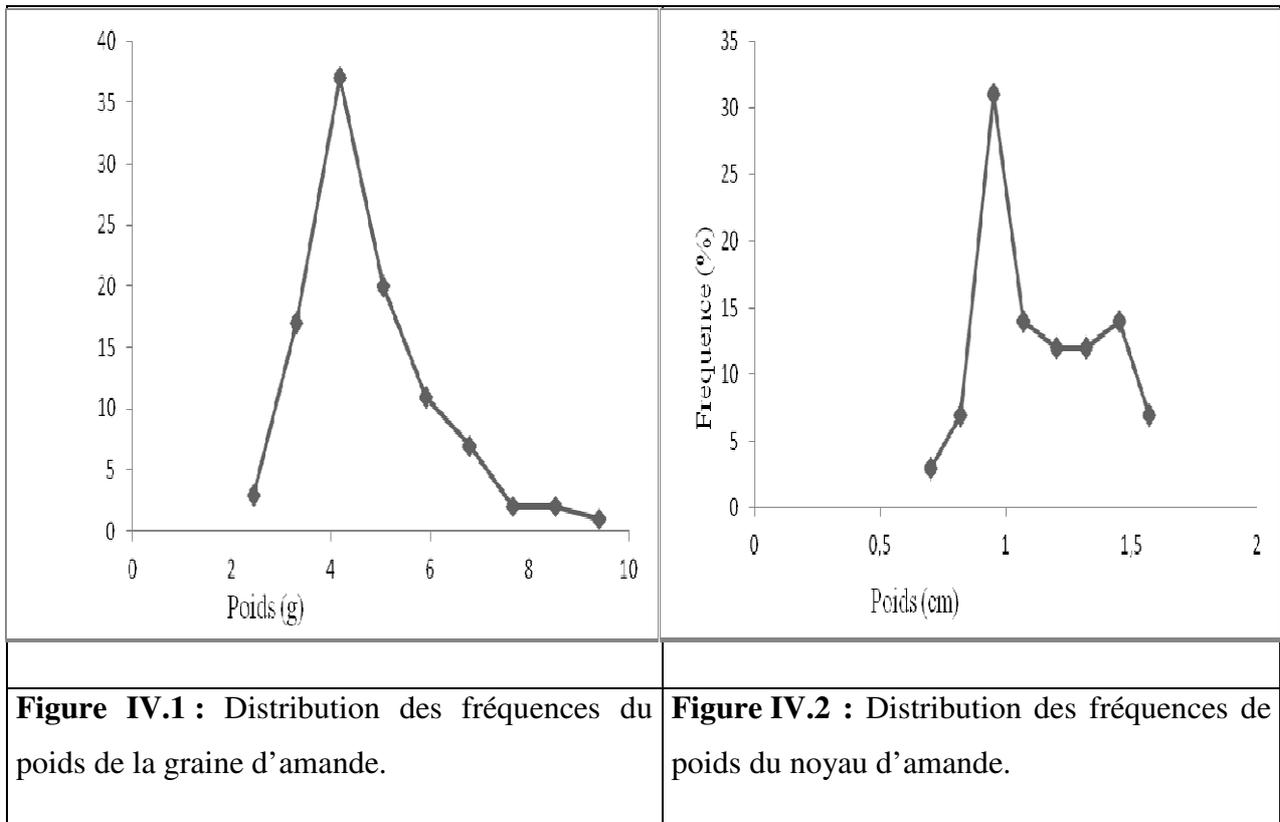


Figure IV. 3: Proportions de la coquille et du noyau dans la graine entière.

D'autre part, une importante hétérogénéité est aussi à relever pour le paramètre longueur entre le noyau et la graine entière d'amande amère. Les distributions de fréquence

sont en revanche très hétérogènes puisque 86% de la longueur des graines entières et 75% de celle des noyaux, se situent dans les plages de 2,4-4 cm et 1,76-2,66 cm respectivement (Voire les Figures IV.04 et IV.05). La plupart des longueurs que nous avons trouve de noyau ou de graines sont situe dans l'intervalle signale par **Aydin, 2003** (2,533 à 2,565cm) pour les noyaux et pour les graines entières **Trachi, 2015**, d'après son étude sur les caractéristiques physicochimiques des coquilles et des noyaux d'amandes amères d'origine Sétif. Il trouve les longueurs des graines varie entre 2,07-3,13 cm. L'étude de **Sorkheh et al., 2009** montre que la longueur moyenne de la graine est égale $0,302 \pm 1,9$ cm, Cette valeur est inferieurs a notre valeur $3,02 \pm 0,577$ donc on peut conclue que nos graines ont une grande longueur.

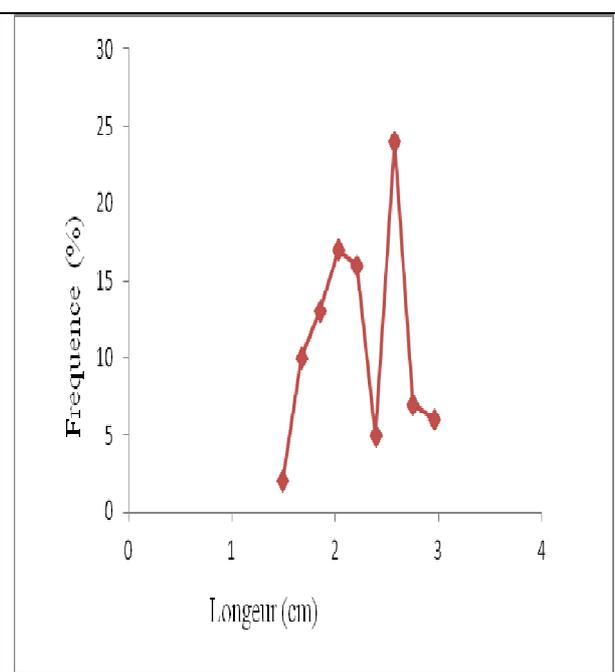
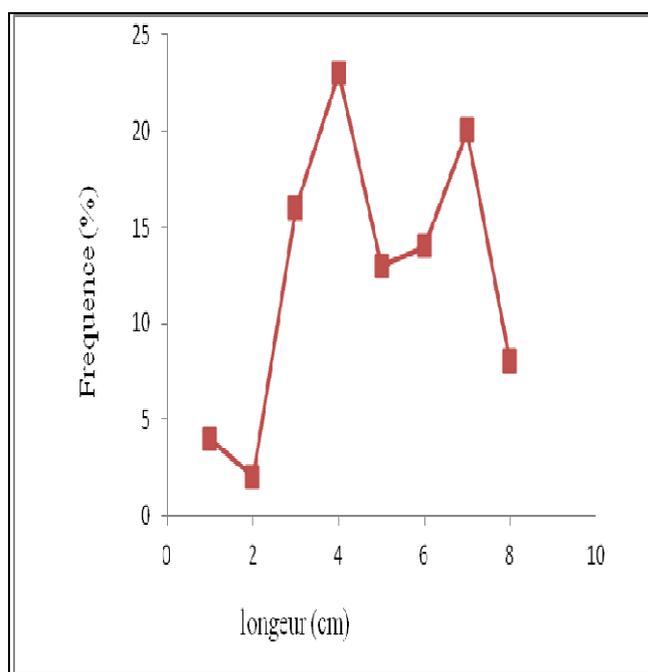


Figure IV.4. : Distribution des fréquences de la longueur de la graine d'amande.

Figure IV.5. : Distribution des fréquences de la longueur du noyau d'amande

Par contre, les résultats obtenus des largeurs révèlent une distribution homogène des fréquences (voire figure IV.06 et IV.07), aussi bien de la graine entière que du noyau 64 et 72 % respectivement qui situent dans les plages 1,4-1,9cm et 0,88-1,42cm. selon l'étude de **Sorkheh et al., 2009** largeur (cm) $2,34 \pm 0,5$ qui est supérieur a c'elle qui nous avons trouve $1,93 \pm 0,28$.

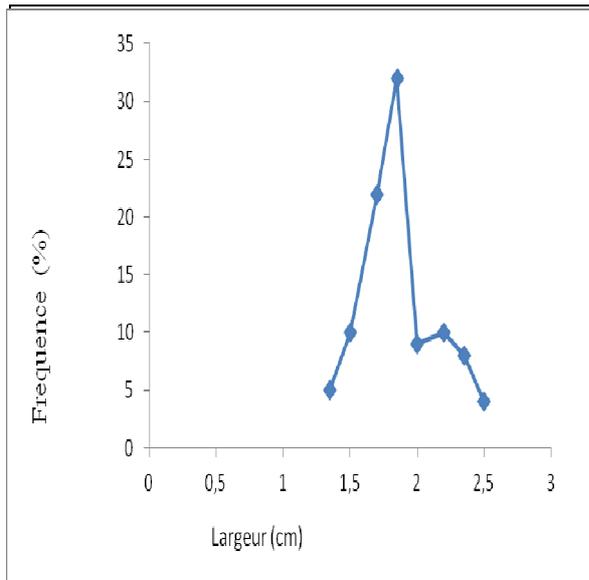


Figure IV.6. Distribution des fréquences de la largeur de la graine d'amande.

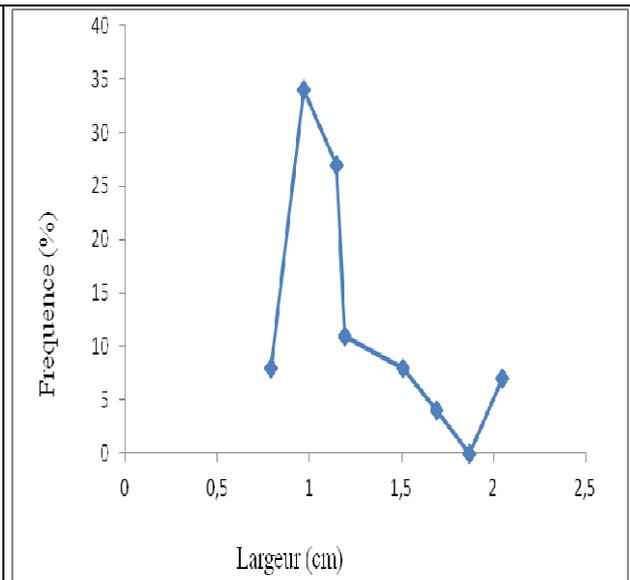
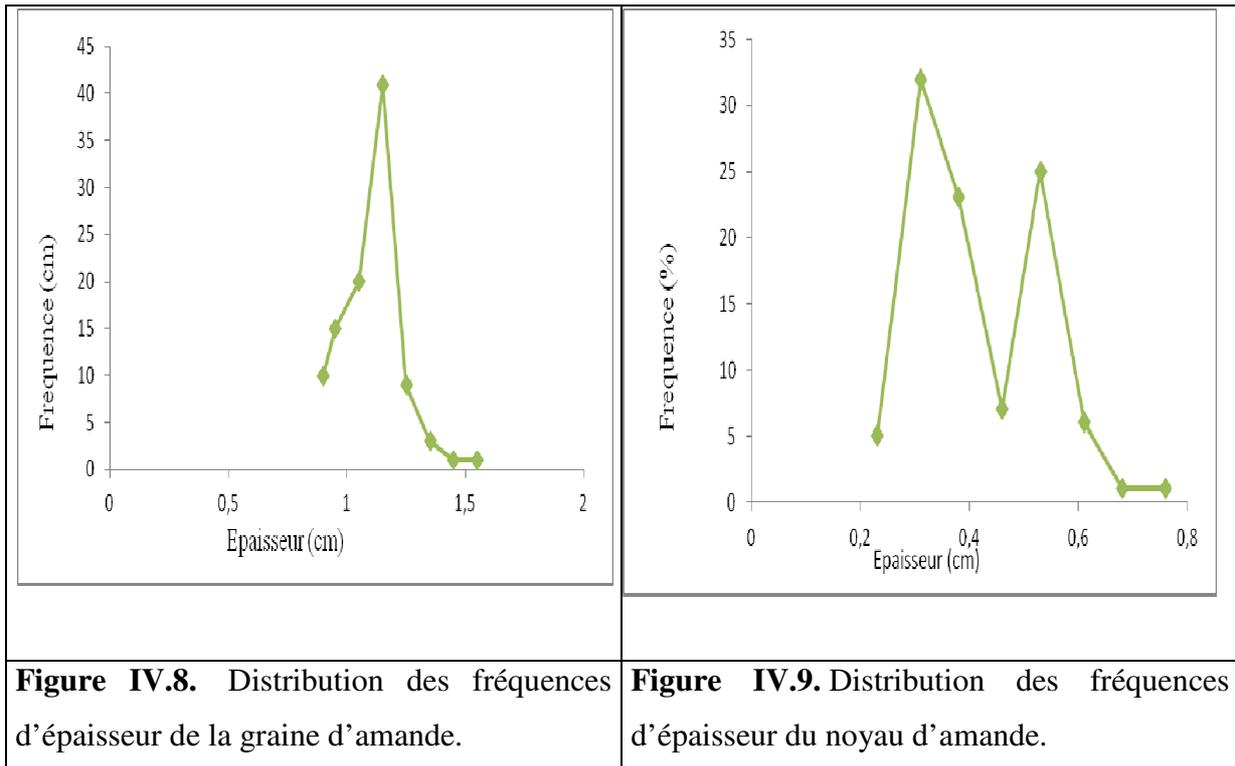


Figure IV.7. Distribution des fréquences de la largeur du noyau d'amande.

Enfin, l'épaisseur de la graine et du noyau montre une distribution des fréquences semblable à celle des deux premiers paramètres : 95% des mesures de l'épaisseur de la graine sont comprises entre 0,8 et 1,3 cm, ce taux est de 93% pour le noyau (voire la figure IV.08 et IV.09) dans un intervalle de 0,27-0,65 cm. Selon **Aydin, 2003** environ 80% des noyaux d'amandes allant une épaisseur entre 0,638 à 0,71 cm. Donc on peut dire que nos noyaux ont épaisseur moyen. L'épaisseur de la graine varie entre 2,9 et 0,2 cm selon l'étude de **Sorkheh et al., 2009** sur la diversité phénotypique au sein des espèces d'amandes iraniennes.



Il est constaté, d'après ces dimensions que les graines d'amandes étudiées ont une homogénéité considérable, confirmée par les écarts types plus au mois faible.

A des fins de comparaison, les rapports L/P, L/l, L/E et l/E et les coefficients de corrélation entre les différentes dimensions sont calculés (annexe 1).

Les résultats obtenus sont regroupés dans le Tableau IV.2.

Tableau IV.2: le rapport et le Coefficients de corrélation relatifs aux différents indices caractéristiques des graines et des noyaux d'amandes.

	Coque		Noyau	
	Rap	R	Rap	R
L/P	2,9027	0,6255	1,0241	0,2336
L/E	4,5469	0,6024	4,5224	0,5830
L/l	1,1937	0,6506	3,8734	0,3819
l/E	2,4225	0,7607	1,6743	0,3758

Rap : rapport des dimensions, R : coefficient de corrélation entre les rapports, L : longueur ; l : largeur ; E : épaisseur ; P : poids.

Les rapports entre la dimension caractéristique d'une graine peuvent jouer un rôle important dans la définition et la précision de sa forme.

Aussi bien que les rapports obtenus entre les trois dimensions (L/l, L/E, l/E) sont supérieures à 1. De ce fait les grains et les noyaux sont de forme allongée que large et qu'épaisse. L'épaisseur est inférieure à la longueur est une indication de la forme non sphérique des grains et noyaux, et une confirmation de leur allongement. La relation mathématique qui relie la longueur, la largeur, l'épaisseur et la masse aussi bien de la graine entière que de son noyau est :

-Pour la graine entière:

$$L = 1,1937 * l = 4,5469 * E = 2,9027 * P$$

- Pour le noyau:

$$L' = 3,8734 * l = 4,5224 * E = 1,0241 * P$$

Notons qu'en général, les faibles corrélations ($R \leq 0,5$) sont trouvées entre les différentes dimensions des noyaux par contre entre les grains entières sui donne des bonne corrélations ($R \leq 0,76$). Les caractéristiques dimensionnelles des grains et des noyaux sont utiles dans les procédés de séparation et de triage.

IV.1.2. La densité réelle

La densité réelle d'une substance est égale à sa masse (on choisit 30 grains hasard) par unité de volume (500ml d'eau). On trouve une densité de $0,94 \pm 0,008$ pour les grains entières d'amandes amères et $0,93 \pm 0,06$ pour les noyaux. Ces résultats sont inférieurs à celle trouvée par **Aydin, 2003** (1,015 à 1,115 g /ml) et par **Trachi, 2015** ($1,015 \pm 0,016$; $1,028 \pm 0,176$) pour la graine entière et pour le noyau respectivement. Les grains entières et leurs noyaux sont moins denses que l'eau (1), ils peuvent donc être flottés.

IV.1.3. La masse de 1000 grains (M_{1000})

La masse moyenne de 100 grains sont multipliée par 10 pour obtenir le poids de 1000 grains. La M_{1000} des est de $421,33 \pm 1,52$ et $107,05 \pm 1,92$ g pour les grains entières et les noyaux respectivement. Ces valeurs sont plus loin à celles trouvées par **Trachi, 2015** $3447,2 \pm 0,76$; $961 \pm 1,93$ pour les grains entières et les noyaux respectivement. M_{1000} est utile pour déterminer le diamètre efficace qui peut être utilisé dans l'estimation du volume théorique de la graine lors de stockage.

IV.2. Caractérisation physico-chimique du noyau d'amandes amères

Les résultats de la composition physico-chimique du noyau d'amande est donnée dans le Tableau IV.03.

Tableau IV.3.: Composition physico-chimique du noyau d'amande.

Les paramètres	Valeur moyenne	Auteurs
Humidité %	7.66 ± 0.71	3-6 (Mehmet musa et al., 2011)
Acidité titrable	1.149 ± 0.04	1,18± 0.085 (Trachi, 2015)
pH	6.39±0.016	6.0-9.0 (Grover et al., 1977)
Cendre %	2.65 ± 0.114	2,74-3,047 (Rashmi et al., 2010)
MG %	52.18±1,09	48,8-55,7 (Mehmet et al., 2011).
Protéines %	36.8±0,05%	20,51-39,69 (Aniekan et akpabio, 2012)

IV.2.1. Humidité

La teneur en eau est un critère utilisée essentiellement pour apprécier la qualité des amandes amères. Elle renseigne sur la stabilité du produit contre les risques d'altération durant la conservation. Le taux d'humidité du noyau des amandes amères est de 7.716±0.71%, cette valeur est supérieur de celui trouvé Par **Ruggeri, 1998**, qui est de l'ordre 3 - 6%. Elle est inferieur a 8,39±0,51 l'humidité trouvent par **Trachi, 2015** d'après son étude. Et elle est dans l'intervalle (2,77 ; 24,97%) dans les travaux **Aydin, 2003**.

IV.2.2. Acidité titrable

L'acidité titrable est déterminée par le titrage de la solution jusqu'à le point final du titrage par une base forte, il est exprimé par le nombre de protons reçus comme concentration équivalente d'acide sélectionné. Cependant, une partie des acides d'amandes ont des fonctions carboxyliques totalement ou partiellement neutralisées par des cations (potassium, sodium et / ou calcium) **Milos, 2009**. Les résultats obtenus montrent que les noyaux d'amandes amères ont une faible acidité : 1.149 ± 0.04 %. Ce résultat est proche de celui trouvé par **Trachi, 2015** (1,18± 0.08%).

IV.2.3. pH

Les noyaux d'amandes ont un pH de 6.39 ± 0.016 , il est dans les gammes signalé par **Songül et yücel, 1998** (5.5 et 6.5) et selon **Morter et al., 2016** (6,4 et 6,8).

IV.2.4. Teneur en cendres

Nos amandes amères présentent $2.65 \pm 0.114\%$ en cendres. Cette valeur est proche de la gamme donnée par **Rashmi et al., 2010** qui est de l'ordre de 2,744 à 3,047%. Et elle est inférieure à celle trouvée par **Saura et al., 1981** (3,05%), **Barbera et al., 1994** (8,13%) et **Aniekan et Akpabio, 2012** aussi (5,00%). Cette variabilité dans la proportion est variée selon la composition de sol des arbres.

IV.2.5. Matière grasse

L'extraction à chaud, pendant 6 heures, et l'utilisation d'un solvant organique apolaire (hexane), par appareil de Soxhlet. Permet un bon épuisement de la matière grasse. La teneur en huile augmente avec le temps mais en minimisant le temps d'extraction pour éviter toute altération possible de l'huile **Adrian, 1998**. Notre noyau d'amande amère contient de la matière grasse. Toutes les amandes contiennent des niveaux élevés d'huile (48,8-55,7%) selon **Mehmet et al., 2011**. Notre résultat est proche de celui trouvé par **Martins et al., 2000** (53,37%), et se situe dans la gamme 53,67 à 54,26% signalée par **Barbera et al., 1994**. Il est noté que l'huile d'amande amère étudiée a une couleur jaune avec une couleur agréable (voir figure)

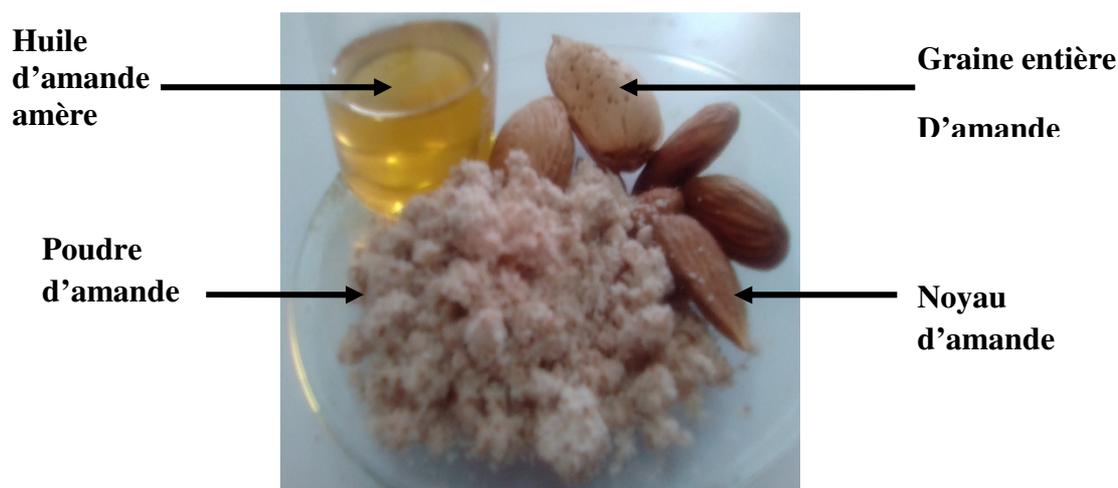


Figure IV.10. La graine entière, le noyau, la poudre, et huile d'amande amère (issue de la région d'Omar).

IV.2.6. Protéines solubles

Le taux des protéines trouvé dans notre étude est de $36.8 \pm 0,05\%$. Cette valeur est supérieure à celle trouvée par **Ali et al., 2010 ; Martins et al., 2000 et Barbera et al., 1994** qui est de l'ordre de 25%, 20,51% et de 23,03 à 23,98% respectivement. Et elle est dans la gamme donnée par **Aniekan et Akpabio, 2012** (20,51-39,69%).

IV.3. Détermination de l'activité antioxydants des amandes amères

Les antioxydants possèdent la capacité de protéger le corps contre les dommages causés par les radicaux libres induisant un stress oxydatif. Composés antioxydants tels que les acides phénoliques, les polyphénols et les flavonoïdes des radicaux **Neeti et al., 2014**. Le but de cette étude était d'étudier in vitro les activités antioxydantes d'amandes amères. Les extraits de fruits ont été évalués pour leurs activités antioxydantes en utilisant diverses méthodes antioxydantes, le dosage des radicaux libres (DPPH), le pouvoir réducteur des ions ferriques, flavonoïdes et les polyphénols ...cet (**Eman zakaria, 2013**).

Tableau IV.4. : Les valeurs moyennes des antioxydants des amandes amères

Les paramètres	Valeur moyenne	Auteurs
Caroténoïdes mg/100g	11,01±0,07	-
Polyphénols mg/100g	48±0,006	9,22-163,71 (BARRUIRA ET AL., 2008)
Flavonoïde mg/100g	40±0,07	13,0 - 93,8 (MADISON, 2018)
Pouvoir réducteur mg/100g	0,8±0,06	-

IV.3. 1.Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont largement utilisés dans l'industrie cosmétique et pharmaceutique pour leurs propriétés antioxydantes, photo-protectrice et pro-vitaminique A (**Stahl et al., 2000**). Notre matière contient $11,01 \pm 0,07$ mg/ml des caroténoïdes.

IV.3. 2. Polyphénols

Après addition du réactif de Folin-Ciocalteu's, une couleur bleue est obtenue avec une intensité qui varie en fonction de la concentration de l'acide gallique (utilisé comme étalon).

On obtient une quantité $48 \pm 0,006$ mg/100g des polyphénols dans notre extraits (amande amère). Notre valeur est dans l'intervalle qui signale par **Barruira et al, 2008** 9,22-163,71 mg/100g. Amende a été classé numéro 40 parmi les aliments indexés dans la base de données phénol-explorer. Compte tenu du l'analyse actuelle, les amandes feraient partie des 26 meilleures polyphénols aliments riches **Perez et al, 2010**. L'amande riche en polyphénols , selon **Madison, 2018** les teneurs moyennes des polephynoles se trouve entre 67,1 et 257 et selon **Milbury et al., 2006** se située entre 61 à 162 mg / 100 g cette richesse suggèrent des effets potentiels sur la fonction antioxydant, la détoxification et la fonction anti-inflammatoire. Par conséquent, l'amande a un profil de polyphénols diversifié contribuant à la fois à la qualité de ses aliments et à des actions de promotion de la santé **Madison, 2018**. Les noix de tournesol présentaient les teneurs en composés phénoliques les plus élevées $1580,5 \pm 58,0$ mg / 100 g qui est supérieur a c'elle des amandes amères selon (**Jun et al., 2008**).

IV.3. 3. Flavonoïdes

Une couleur jaune est observée après l'ajoute du chlorure d'aluminium à la solution éthanolique de quercétine. Cette couleur est aussi observée dans le cas des extraits des amandes amères, indiquant ainsi la présence de complexes par corrélation des ions aluminium avec les flavonoïdes (**Ribereau-gayon, 1968**). La valeur de flavonoïde dans notre échantillon est détermine a l'aide d'une courbe d'étalonnage de quercétine.

Notre extrait contient $40 \pm 0,006$ des flavonoïdes. Cette valeur est supérieurs a c'elle qui été signale par **Milbury et al., 2006** 16 à 27 mg/100g donc on peut dire que notre huile est riche en flavonoïdes. Et notre valeur se située dans l'intervalle qui été propose par **Madison, 2018** (13,0 à 93,8) pour les flavonoïdes des amandes amères. Les noix de tournesol contient $744,8 \pm 93,3$ mg / 100 g flavonoïdes (**Jun et al., 2008**).

IV.3. 4. Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur représente l'aptitude d'une substance à transférer un électron ou un atome d'hydrogène sur une autre substance et à prévenir de la sorte le phénomène de peroxydation des lipides, jouant ainsi le rôle d'antioxydant **Yen et chen, 1995**. De nombreux

auteurs considèrent la capacité réductrice d'un composé comme un indicateur de son activité antioxydant. Notre noyau d'amande amère a un pouvoir réducteur $0,8 \pm 0,06$. Cette quantité est déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage réalisée avec vitamine C. Les noix de tournesol présentent un pouvoir réducteur totale $458,1 \pm 14,0 \mu\text{mol}$ de vitamine C équiv / g de noix (Jun et al., 2008).

IV.3. 5. Activité anti-radicalaire

Test de piégeage du radical libre DPPH : L'activité antioxydant de l'extraits méthanoliques aqueux de l'amande amère à été évaluée à l'aide d'un spectrophotomètre en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette (DPPH•) à la couleur jaune (DPPH-H) mesurable à 517nm. Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances anti radicalaires. Les résultats présentés dans la Figure de l'activité antiradicalaire de l'extraits méthanolique des graines d'amande **Talbi et al., 2015**. Les résultats peuvent être exprimés en pourcentage de réduction de DPPH°, pour une concentration en antioxydant donnée et un temps donné. La valeur d'IC50 de chaque extrait est déduite à partir des équations des courbes de la variation du pourcentage d'inhibition I% en fonction de la concentration de chaque extrait **Rachid, 2000**. I% exprimée en pourcentage selon la relation suivante :

$$\text{inhibition}\% = \left(\frac{\text{Abs}_{\text{control}} - \text{Abs}_t}{\text{Abs}_t} \right) \times 100 \quad (\text{Ben abbes, 2011})$$

Où **Abs control**, **Abs t** sont les absorbances du control et des extraits respectivement.

Il faut rappeler que plus la valeur de IC50 est petite plus l'activité antioxydant des extraits est grande. **Rachid, 2000**, notre EC50 ("concentration efficace") est égale 0,003mg/ml. Plus l'EC50 est petite, plus la molécule est antioxydant **Bondet et al., 1997**. Notre extrait a une activité anti radicalaire 67,9. Elle est plus élève **Ben abbes, 2011**. L'efficacité anti radicalaire est calculée comme suit :

$$\text{EA} = 1/\text{IC}_{50}$$

EA trouve dans notre étude est égale 0,014, Plus l'ARP n'est grand et plus le composé est antioxydant.

IV.4. Paramètres physico-chimiques d'huile d'amande amère

Tous les échantillons sont soumis à un examen physico-chimique ayant pour but de vérifier leurs qualités et leurs puretés en le comparant aux valeurs citées dans la norme **du Codex Alimentarius 1983**. Les différentes valeurs des caractéristiques physico-chimiques se divisent en 2 groupes :

- Ceux qui rendent compte de la qualité de l'huile : densité-indice de réfraction, indice de saponification et indice d'iode.
- Ceux qui rendent compte de l'altération de l'huile : indice d'acide et indice de peroxyde.

Tableau IV.5. : Valeurs moyennes caractères physiques d'huile d'amande amère.

Paramètre	Valeur moyenne	Selon le codex
Densité relative	0.91± 0.008	0.910-0.916
Indice de réfraction	1.461 ±0.007	1.462-1.466

IV.4. 1. La densité relative

La détermination de la densité d'une huile nous renseigne sur sa pureté. Elle est fonction de la composition chimique des huiles et de la température. **Karleskind, 1992**. La densité de l'huile est mesurée à une température de 20°C. La densité de notre huile est 0,92±0,008 à 20°C. Selon **Tomas, 2017**, la densité à 20 ° C des amandes amères compris entre 0,911 à / à 0,920. L'huile d'amande possède une densité similaire à celle de l'huile d'olive 0,910 ; cependant, elle est supérieure aux densités d'autres huiles réunies dans le tableau. La densité d'huile d'amande varie en fonction de température 0,9150-0,9200 à 15 °C/15 °C, 0,9110- 0,9170 à 20 °C/20 °C 0,9100- 0,9160 (**Alain, 1992**).

IV.4. 2. L'indice de réfraction

L'indice de réfraction des huiles varie en fonction de leurs instaurations. Il croît avec le degré d'instaurations des acides gras contenus dans les matières grasses **Adrian, 1998**, Dans notre cas, l'indice de réfraction mesurée est de **R = 1,461±0,0007**. Selon **Aubret et Mireille, 2003** les indices de réfractions des huiles végétales qui se trouve entre 1,468 et 1,472 sont riche acide oléique, donc notre huile contient que la majorité de cette acide. Selon **Alain karleskind, 1992**. l'indice de réfraction varie aussi en fonction de température 1,471-1,472 à 20°C, 1,4640- 1,4700 à 25°C et 1,4620- 1,4660 à 40°C.

Tableau IV.6. : Valeurs moyennes caractères physiques d'huile d'amande amère

les paramètres	Valeur moyenne	Norme selon le codex
Indice d'acide mgKOH/g	3.74±0.36	4
Indice d'iode(g de KOH/g)	87,72±0.28	85 – 106
Indice de peroxyde (meq d'O ₂ /KG de CG	4.16±1.40	Max 10
Saponifiable%	192.17±0,09	188 – 200
Insaponifiable%		
Indice d'ester	188.81±0,022	184 – 196

IV.4. 3. L'acidité

L'indice d'acide est un critère de qualité de l'huile. Il permet de déterminer la teneur en acide gras libres, la stabilité et la pureté de l'huile. Les valeurs d'acidité d'huile d'amande amère a changé entre 1.389 et 3.559% selon **Martins et al., 2000**. L'indice d'acide de notre huile est de 3.74 (mg de KOH/g d'huile), Cette valeur est inférieure à celles établies par la norme **Codex Alimentarius 4** (mg de KOH/g d'huile). On peut conclure que nos huiles ont un indice d'acide faible et, une huile de bonne qualité doit avoir un indice d'acide faible car il contribue à lui donner une forte stabilité face à l'oxydation. Ce phénomène chimique se caractérise également par son caractère évolutif dû à la succession, dans le temps, de différentes réactions chimiques, L'attaque des huiles par l'oxygène atmosphérique conduit a des dégradations organoleptiques et fonctionnelles, affectant directement la qualité des huiles (**Mbaye, 2012**).

IV.4. 4. Indice d'iode

L'indice d'iode nous renseigne sur le degré d'insaturation des acides gras contenus dans une huile donnée. Il est en rapport direct avec le degré d'oxydation d'une huile, plus une huile est insaturée plus son indice d'iode est plus élève **Wolff, 1968**. L'indice d'iode des de cette huile fraiches est 87,72± 0.28 compris dans l'intervalle selon la norme établie par Codex Alimentarius 85 – 106 (g/100g d'huile). Et aussi entre 92-106 qui signalent par **Alain karleskind, 1992**. Cet indice est proche de c'elle de huile d'olive 75-94 **Alain Karleskind, 1992 ; Aniekan ; Akpabio, 2012 ; Guendzi, 2017** indique que l'indice d'iode d'huile d'amande amère entre 81,21. Notre valeur est inferieur a c'elle qui propose (90–101) par

Aydemir et al., 1993. On peut dire à partir de ces résultats que notre huile n'est pas oxydée car elle est stockée dans de bonnes conditions. Parmi les huiles végétales les plus proches à l'huile d'amande amère pour l'indice d'iode (voir l'annexe II).

IV.4. 5. L'indice de peroxyde (IP)

Est le nombre de milliéquivalents d'oxygène actif du peroxyde obtenus dans un kilogramme de corps gras susceptible d'oxyder l'iodure de potassium avec libération d'iode **Coi, 2011.** Il constitue un paramètre important dans l'appréciation de la qualité des huiles alimentaires, utilisé en tant que révélateur de la détérioration de l'huile par oxydation **Barone et al., 1994.** Selon la norme établie par Codex Alimentarius l'indice de peroxyde de l'huile d'amande extra vierge est Max 10 meq d'oxygène actif /Kg d'huile, notre huile a un indice de peroxyde 4.16 ± 1.40 , il est dans les normes. En effet, l'extraction de l'huile en une courte durée après la récolte des amandes et son stockage dans de bonnes conditions conduisent à l'obtention d'un indice de peroxyde bas, ceci laisse penser que l'huile ne s'oxyde pas prématurément et se conserve au cours du temps. En effet, les corps gras peuvent s'oxyder en présence d'oxygène et de certains facteurs favorables comme la température élevée, les photosensibilisateurs, l'eau, les enzymes... etc (**TANOUDI ET AL., 2011**).

IV.4. 6. L'indice de saponification

Elle rend compte de la longueur des chaînes hydrocarbonées des acides gras. C'est la quantité de potasse, exprimée en milligrammes, nécessaire pour saponifier 1 g de corps gras. Par rapport aux autres huiles végétales, l'indice de saponification de l'huile semble être plus élevé, ce qui pourrait indiquer la présence d'acides gras à chaîne carbonée pas trop longues. Notre huile a un indice de saponification 192.17 ± 0.09 % est confirmée par la valeur donnée par le codex alimentarius 188 – 200%. Notre valeur est supérieure à celle qui est indiquée (95,37 mg/100g) par **Aniekan et akpabio, 2012** et dans l'intervalle signalé (189-196) par **Aydemir et al., 1993.** Parmi les huiles végétales les plus proches à l'huile d'amande amère pour l'indice de saponification (voir l'annexe II).

IV.4.7. Indice d'ester

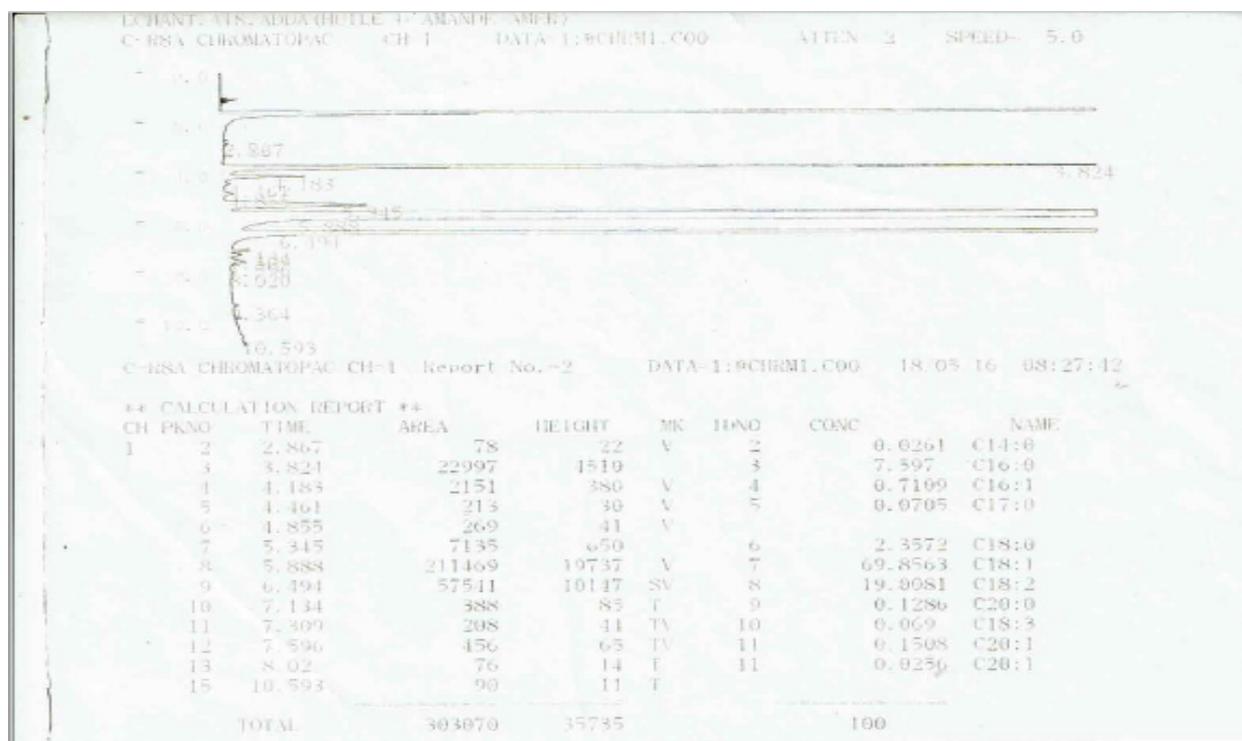
Des deux indices, de saponification et d'acide, nous pouvons déduire l'indice d'ester de cette huile. D'après les résultats d'indice d'ester (188.81), on peut déduire que l'huile d'amande amère fraîche est conforme à la norme de codex alimentarius (184 – 196).

Observation

Lorsqu'une huile n'est pas soumise à de bonnes conditions de conservation, sa qualité peut se détériorer de diverses manières, mais le plus souvent par hydrolyse ou par oxydation. Ainsi, les bonnes indices mesure dans notre étude : de peroxyde qui permet d'apprécier le degré d'oxydation de notre huile et l'indice d'acide qui mesure la quantité d'acides gras libres résultant des réactions hydrolytiques des triglycérides, sont deux critères de qualité qui permettant de rendre compte de l'état de conservation de notre huile (Kandji, 2001).

IV.4. 7. La composition des acides gras par la chromatographie en phase gazeuse

Notre huile été soumis à des analyses PGC pour déterminer la composition en acides gras des lipides solubles. Cette analyse donne se graphe :



Les lipides sont les nutriments majeurs en amande, à la fois quantité a qualité, c'est-à-dire compte de lipides pour plus de 50% de le noyau total poids dans lequel approximativement 90% est acides gras insaturés **Ying, 2014**. Nos résultats (voire tableau IV.06.) ont indiqué que l'acide palmitique, oléique, linoléique, linoléique et Arachidique représentaient respectivement 7,59% à 69,85%, 19,00%, 0,06% et 0,12%, des lipides totaux. Notre huile riche en acide oléique. **Ying, 2014** est trouve des valeurs proche de nos résultats un acide oléique environ (65%) et l'acide linoléique (25%), l'acide palmitique (6,5%), l'acide stéarique environ (2,5%), l'acide palmitoléique (0,7%) et trace d'acide myristique et d'acide arachidique.

Tableau IV.7. : Composition et teneur en acides gras de notre huile.

Acides gras	Dénomination	Valeurs
C14 :0	Acide myristique	0,02%
C16 :0	Acide Palmitique	7,59%
C16 :1G7	Acide Palmitoléique	0,71%
C17 :0	Acide Margarique	0,07%
63C18 : 0	Acide Stéarique	2,35%
C18 :1G9	Acide Oléique	69,85%
C18 :2G6	Acide Linoléique	19,00%
C18 :3G3	Acide Linoléique	0,06%
C20 :0	Acide Arachidique	0,12%
C20 :1G9	Acide Gondoique	0,15%
C22 :0	Acide Bénhéique	TRACE

Dans le but de la comparaison de la teneur en acide gras d'huile d'amande amère avec huile d'amande douce, nos résultats sont proche de ceux trouvés par **Sathe et al., 2008**: oléique (57,54% à 73,94%), palmitiques (5,07% à 6,78%), linoléique (19,32% à 35,18%), acide linoléique (0,04% à 0,10%) et l'arachidique (0,03% à 0,07%)

Par étude comparatifs avec d'autres fruits (voire tableau IV.07.), huile d'amande est le plus riche en acide oléique (71,98%) par contre l'arachide est la plus riche en acide linoléique 26.51%, Palmitique 9,48 % et Linolenique 1,46%. Noisettes est la plus riche en stéarique 3,08% (**Fatma et al., 2012**).

Tableau IV.08. : Les acides gras dans les différents types d'huiles (**Fatma et al., 2012**).

Acide gras	Type d'huile			
	Noisettes	Arachide	Pistache	Amande
Palmitique	7,37	9,48	8,205	5,39
Palmiteloique	0,14	0,20	0,56	0,56
Stéarique	3,08	2,98	1,93	1,20
Oléique	63,21	55,41	67,18	71,98
Linoléique	13,64	26,51	20,53	20,37
Linolenique	0,03	1,46	0,18	0,06
Arachidique	0,07	-	-	-

IV.5. Les résultats d'analyse microbiologique

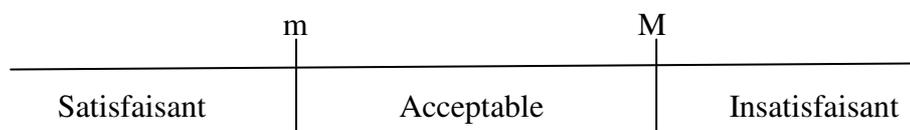
Les résultats des analyses microbiologiques sont regroupés dans le Tableau IV.08.

Tableau IV.9 : Résultats des analyses microbiologiques.

Germes		Résultats		
		Levures et moisissures ($\leq 1 \cdot 10^4$ UF/g ou ml)	Escherichia coli (g ou ml)	Les germes mésophiles ($\leq 1 \cdot 10^6$ UF/g ou ml)
Les essais	Essai 01	Absence	Absence	Absence
	Essai 02	$1,1 \cdot 10^3$	Absence	$0,27 \cdot 10^3$
	Essai 03	Absence	Absence	Absence
	Essai 04	Absence	Absence	Absence
	Essai 05	Absence	Absence	Absence
	Essai 06	Absence	Absence	Absence
	Essai 07	Absence	Absence	Absence
	Essai 08	Absence	Absence	Absence
	Essai 09	$1,64 \cdot 10^3$	Absence	Absence
	Essai 10	Absence	Absence	Absence

Les résultats des analyses bactériologiques de notre échantillon sont très satisfaisants. Les résultats montrent l'absence totale des germes sauf que quelques germes mésophiles, quelques levures et moisissures dans les essais 02 et 09. On peut donc conserver notre crème au moins pendant 15 jours. Selon **AFNOR en ISO 17516** : l'absence des microorganismes dans les produits finis renseigne sur une bonne hygiène locale et personnelle lors de

fabrication de produits fini (cosmétique), c'est un critère microbiologique d'hygiène du procédé (révision des bonnes pratiques d'hygiène et du système HACCP et/ou une meilleure sélection des matières premières). Selon **VICTOR, 2010**, les résultats sont comparés à un plan s'appelle le plan d'échantillonnage à trois classes, les échantillons étudiés sont divisés en trois catégories: satisfaisant, acceptable et insatisfaisant. L'échantillon 02 à une concentration acceptable de microorganismes d'ordre $1,1 \cdot 10^3$ pour les levures, moisissures et $0,27 \cdot 10^3$ pour les germes mésophiles aérobies et l'échantillon 09 aussi à une concentration acceptable $1,64 \cdot 10^3$ pour les levures et moisissures. Les échantillons 02 et 09 présentant un résultat de moins de « m » sont satisfaisantes ou de bonne qualité bactériologique.



m est la concentrations acceptables de microorganismes. **M** représente des concentrations inacceptables de microorganismes.

Les autres échantillons ont une qualité satisfaisante car toutes les valeurs observées indiquent l'absence de microorganismes. L'absence d'E. coli dans nos crèmes représente des bonnes conditions hygiéniques ou un traitement thermique suffisant. Les règles d'hygiène liées aux sanitaires doivent être contrôlées et appliquées (**ANONYME, 2006**).

IV.6.Le résultat d'analyse organoleptique

L'évaluation sensorielle est une étude des caractéristiques organoleptique des produits cosmétiques par les sens humains, est ainsi devenue le cadre du développement produit. En comparant, qualifiant les descripteurs sensoriels des produits et en évaluant les préférences des consommateurs, elle aide à traduire les attentes en spécifications claires d'un cosmétique donné.

IV.6.1. Test de couleur

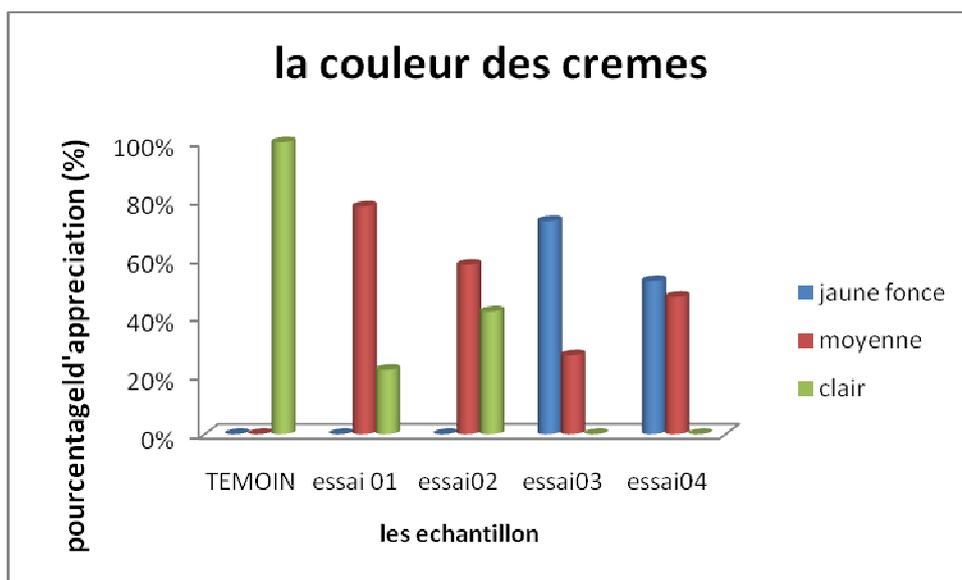


Figure IV.11. Résultat de l'évaluation de la couleur de crème.

.A partir des résultat obtenus et la comparaison avec le témoin qui a un couleur jaune clair 100% , On trouve que les crèmes 1et 2(77.5%et 57.5%) obtenus été juge moyenne et les crèmes 3et 4 52,5% et72,5%.été juge jaune fonce par l'ensemble des utilisation des sens humains . La couleur de la crème sombre due a la couleur marron fonce de la lécithine. C'est la lécithine qui un couleur jaune.

IV.6.2. Test de l'odeur

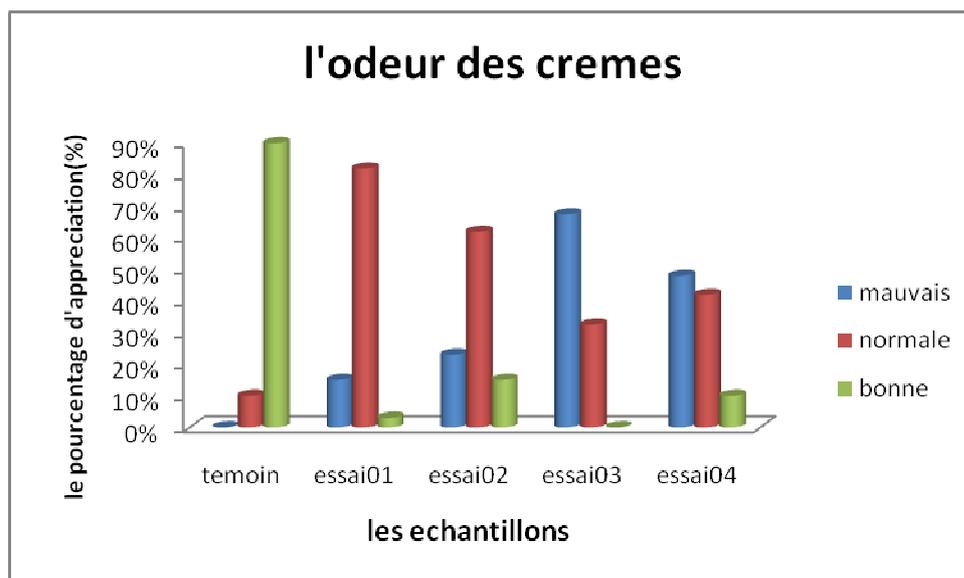


Figure IV.12. L'évaluation de l'odeur des crèmes

A partir des résultats obtenus et la comparaison avec le témoin qui a une odeur (90%) bonne parce qu'il y a des parfums, on trouve que les crèmes 1 et 2 ont été jugées normales par l'ensemble des utilisateurs humains avec un pourcentage de 82,5% et 62,5% et les crèmes 3 et 4 ont été jugées mauvaises. L'odeur de la crème 1 a l'odeur agréable de l'huile d'amande amère.

IV.6.3 .Test d'étalement

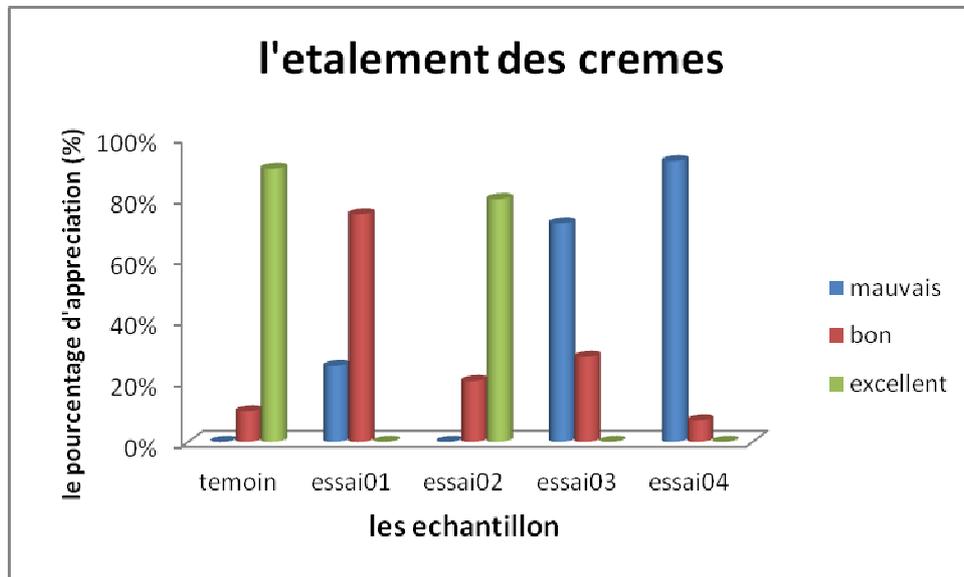


Figure IV.13. Résultat l'évaluation l'étalement des crèmes

A partir des résultats obtenus et la comparaison avec le témoin qui a un étalement (90%) excellent, on trouve que la crème 1 a été jugée bonne (75%) et la crème 2 a été jugée excellente. La cause de la perfection est due à la teneur élevée en huile d'amande. Mais les crèmes 3 et 4 ont été jugées mauvaises (72,5% et 92,5%), la cause de la solidification des deux dernières est la présence de la cire d'abeille avec une concentration élevée.

IV.7.Optimisation de crème par un plan de mélange

L'optimisation consiste à déterminer le mélange optimal des trois constituants comme variable de réponse, nous avons pris en compte le pouvoir d'étalement.

Les résultats obtenus ont été traités à l'aide du logiciel **Minitab 17**.

IV.7. 1. Les traitements statistiques des résultats d'expériences

La validation du modèle mathématique est vérifiée en comparant les réponses obtenues expérimentalement (Y_0) et prédites (Y_c) par le modèle au centre du domaine.

- **Modèle 1^{er} degré pour le pouvoir d'étalement :**

$$Y_c = 1,826$$

$$Y_0 = 0$$

$$Y(\text{étalement}) = 1,09X_1 - 0,822X_2$$

D'après le modèle mathématique obtenu, on a la phase aqueuse influence négativement ($a_2 = -0,822$) sur le pouvoir d'étalement, au contraire de phase grasse ($a_1 = 1,09$) leur influence est positivement. La cire d'abeille n'a aucune influence sur le pouvoir d'étalement.

La différence entre ces deux valeurs est assez nette c'est pourquoi le modèle de 1^{er} degré est rejeté.

Nous passons par conséquent au modèle de second degré.

- **Modèle de second degré :**

La forme générale de polymère est la suivante :

$$Y = B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_{12}X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + B_{23}X_2X_3 + B_{123}X_1X_2X_3$$

Les coefficients de modèle sont déterminés grâce à un système d'équation et on déduit :

$$B_i = Y_i$$

$$B_{ij} = 4Y_{ij} - 2(Y_i + Y_j)$$

$$B_{ijk} = 27Y_{ijk} - 12(Y_{ij} + Y_{ik} + Y_{jk}) + 3(Y_i + Y_j + Y_k)$$

Comme le 1^{er} degré la validation du modèle mathématique est vérifiée au centre du domaine.

Les valeurs calculées Y_c sont illustrées dans ce tableau :

Tableau IV.10 : Les réponses calculées à partir du modèle.

Mélange	Y_c
7	1,826
8	11,82
9	-10,267

10	0,91
----	------

Le modèle trouve de la forme :

$$Y(\text{étalement}) = 1,09X_1 - 0,822X_2 - 0,64X_1X_2 + 0,99X_1X_3 - 2,822X_2X_3 + 89,031X_1X_2X_3$$

Le modèle ici considère comme un adéquate (les deux valeurs sont très proche)

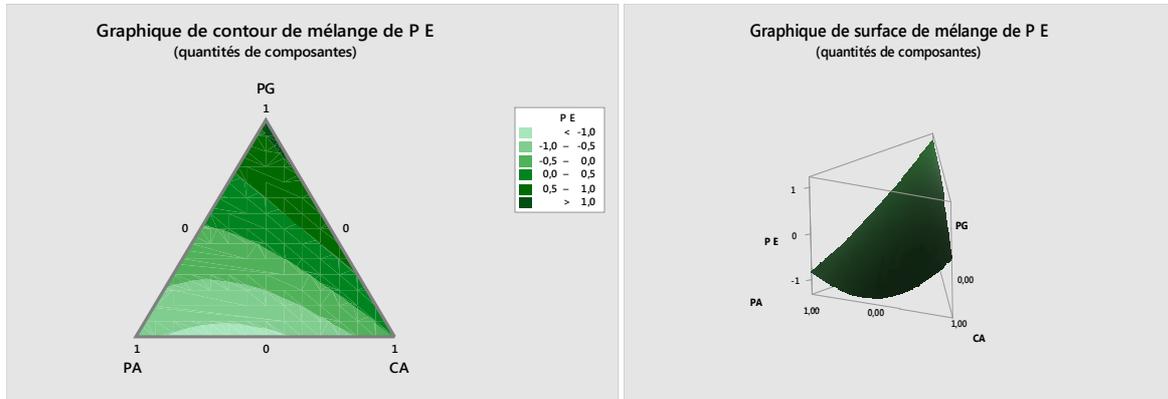
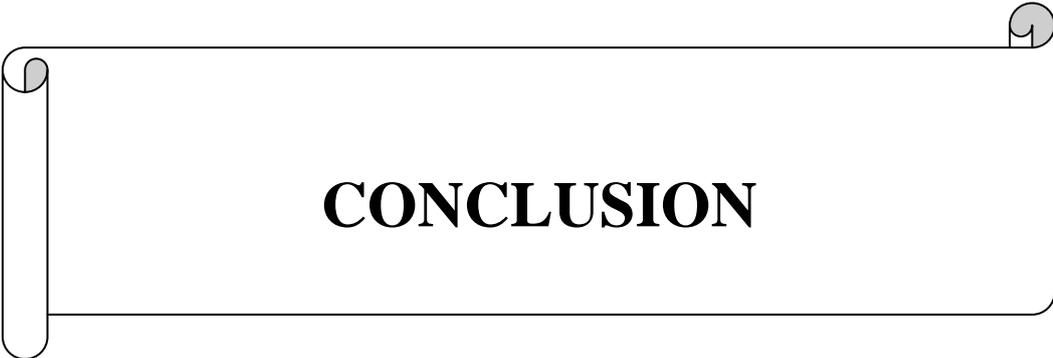


Figure IV.14. Diagramme de surface et de contour (pouvoir d'étalement).



CONCLUSION

L'objectif de ce travail est d'apporter un supplément de connaissance sur les caractéristiques physicochimique d'amande amère et de leur matière grasse ce qui peut contribuer à mettre en relief leur possible valorisation.

D'après les résultats obtenus, le noyau d'amande amère a des teneurs en protéines (36,8%) et en lipides ($52,18 \pm 1,09\%$) élevées.

Et aussi est une bonne source des polyphenols ($48 \pm 0,006 \text{mg}/100\text{g}$) et les flavonoïdes ($40 \pm 0,07 \text{mg}/100\text{g}$). L'activité anti radicalaire du noyau d'amande amère est très élève (67,9%). Ces résultats obtenus est une preuve que les amandes amères ont aussi des activités antioxydantes intéressante peut être valorisée comme un antioxydant naturel

. L'analyse de l'huile extraite a permis pour une contribution à une meilleure connaissance de cette huile. Les valeurs des analyses physiques ont révélé la pureté de notre huile. Les valeurs obtenues pour les différents indices chimiques (indice d'acide, , de peroxyde et d'iode) sont respectivement de l'ordre ($3,74 \pm 0,36$, $4,16 \pm 1,40$ et $87,72 \pm 0,28$).

La teneur élevée de la matière gras favorise la valorisation de se produits dans la production non alimentaire (cosmétique).

Grace à la méthodologie de plan de mélange, la variation de réponses (pouvoir d'étalement) en fonction de la composition de crème cosmétique élaborée (X_1 = phase grasse (66,65%), X_2 = phase aqueuse (16,65%) et X_3 = la cire d'abeille (16,65%) est modalise selon l'équation :

$$y (\text{étalement}) = 1,09X_1 - 0,822X_2 - 0,64X_1X_2 + 0,99X_1X_3 - 2,822X_2X_3 + 89,031X_1X_2X_3$$

D'après l'analyse microbiologie, nos échantillons ont une qualité satisfaisante car pour la plus part des valeurs observées indiquent l'absence de microorganismes.

Tout travail, quelque soit son sérieux reste incomplet et nous pensons que le notre n'échappe pas à cette règle. En effet le manque d'équipements comme un HPLC a limité notre ambition de mieux faire connaitre cette graine. Néanmoins, il constitue un premier pas ouvrant plusieurs perspectives comme : la mise au point d'une technique de raffinage spécifique de l'huile, permettant de la ramener dans le circuit alimentaire, la valorisation du tourteau d'amandes, la purification et la valorisation de l'amygdaline... etc.



Références bibliographiques

A

- **ABDALLAH, A., AHUMADA, M. H., &GRADZIEL, M, 1998:** Oil content and fatty acid composition of almond kernels from different genotypes and California production regions. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123(6), 1029-1033
- **ALI JAHANBAN ESFAHLAN, RASHID JAMEI, RANA JAHANBAN ESFHLAN, 2010:** The importance of almond (*Prunus amygdalus*) and its by-products. *Food chemistry*, Volume 120, P 349 – 360.
- **AMELIE CHAREST, DT.P., M. SC. IRIS GIGLEUX JASMINE, COULOMBE ET JULIE FORTIER, 2018 :** amande bio. Des articles formes par des étudiants des universités Laval révision scientifique.
- **AYDEMIR, T., I. YILMAZ, I. ÖZDEMİR AND N. ARIKAN, KAYISI ÇEKİRDEĞİ YAG'ININ FIZIKSEL VE KIMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ, DOĞA TÜRK KİMYA DERGİSİ, 1993 :** apricot kernel physical and chemical properties, accessed jun 06 2018.
- ADRIAN J., POTUS J., POIFFAIT A., DAUVILLIER P., 1998.** Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. *Techniques & documentation- lavoisier* : p 47-53.)
- ALAIN KARLESKIND, 1992 :** Manuel des corps gras, AFCEG, Paris.
- ALASALVAR, C. ET PELVAN, E, 2011:** Fat-soluble bioactives in nuts. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113(8), 943-949.
- ALBERT VIEILLE, 2018 :** journal sur huile essentielle amande amère Maroc prunus Armenia l. page 01.
- ANAÏS ALCOVER, MATTHIEU BAMEULE, ISABELLE BOYER, HENRI DUVAL, FLORENCE FRAISSE, FABRICE LHEUREUX, MURIEL MILLAN, JEAN-MICHEL MONTAGNON, 2017**
- ANIEKAN AKPAKPAN ET U.D. AKPABIO, 2012:** evaluation of proximate composition, mineral element and anti-nutrient in almond (*terminalia catappa*) seeds. Article in research journal of applied sciences; DOI: 10.3923/ RJASCI. P489-493.

-**ANONYME 2006** : document d'orientation relatif à l'échantillonnage et à l'analyse microbiologique des denrées alimentaires dans le cadre des contrôles officiels effectués en application du règlement (ce) n°882/2004 du 13 novembre 2006.

-**ANONYME, 2002** : statistiques agricoles, séries b, ministère de l'agriculture

-**ANONYME, 2003** :cosmetique document ECOCERT.

-**ARKCOLL, D, 1988** : Laurie oil resources. *Economicbotany*, 42(2), P 195-205.

-**ASMAA MAZIANE, 2011** : cosmétique et cosmeceutiques. Thèse N°: 15, université Mohammed V. Doctorat en pharmacie.

-**AUBRET J-M., MIREILLE H., 2003**. Qualité des huiles et acides gras de palme et des mélanges d'huiles acides, caractérisations chimique et biochimique. Cinquièmes journées de la recherche avicole ; travail conduit dans le cadre du gie euro nutrition (france).

-**AYDIN C, 2003**: physical properties of almond nut and kernel, department of agricultural machinery, faculty of agriculture, university of selcuk, 42031 konya, turkey accepted 5 february.

B

- **BEN ABBES FARAH, 2011** : étude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « phoenix dactylifera l. » diplôme de

- **BOURDAIS JULIE, 2009** : Les cosmétiques écologiques et biologiques. Thèse de doctorat N°8, université de NANTES. Page 13-17.

-**BARBERA, G., DI MARCO, L. AND SCHIRRA, M, 1994**: effects of root stock on productive and qualitative response of two almond varieties. *acta horticulturae*, 373: 129-134.

-**BARONE E., DI MARCO B., MOTSSI A. ET CARUSO T., (1994)**. The sicillianoolive germplasm and its characterization bay using statical methods. *actahorticulturae*. vol 356. P66-69.

BARRUIRA ET AL, 2008

BEN ABBES FARAH, 2011 : Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « Phoenix dactylifera L. » diplôme de magister, Université Ferhat Abbas-Setif. P 34-39.

-BERRIM HAMZA, BEN AMAR RIAD, 2013: mise en valeur des huiles de soja. Mémoire Master Academique. Universite Kasdi Marbah Ouargla. P 15, 17, 18.

-BONDET, V., BRAND-WILLIAMS, W. ET BERSET C, 1997: kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH free radical method. lebensmittel-wissenschaft and technologie, 30,609-615

-BOUHDID, S., IDAOMAR, M., ZHIRI, A., BAUDOUX, D., SKALI, N. S., & ABRINI, J, 2006 : Thymus essential oils: chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities. Biochimie, Substances Naturelles et Environnement Congrès international de biochimie, Agadir, Maroc, P 9-12.

- BOURFIS Nassima, 2012 : Valorisation des coques d'amandes amères (*Amygdalus Prunus*) issues de la région d'Bni Ourthilène. Essai d'obtention du charbon actif. Magister, Universite M'hamed Bougara-Boumerdes, P44.

-BRADFORD, 1976: A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, v. 72, p. 248-254.

-BRUNETON J, 2009 : pharmacognosie - phytochimie, plantes médicinales, 4^e éd., revue et augmentée, paris, tec & doc - éditions médicales internationales, (ISBN 978-2-7430-1188-8), 1288 p.

C

-CATHERINE BAURES, SONIA BEDDA, EMILIE GARDERES, LUCIE MOREAU, MELANIE RAULOT, 2009 : Les cosmétiques biologiques à la loupe « Entrez dans l'univers des controverses actuelles, des labels et de la réglementation ». Mastère Management des Industries de Santé, P 6-24.

-CHAOUALI NADIA, 2013 : intoxication par les plantes cyanogènes. Thèse de docteur en pharmacie, université de Monastir,. Chu Mustapha et centre pierre et marie curie. Place du premier mai 1945, 16000 Alger, Algérie. P 8, 35,21, 19.

-COI, 2011 : Conseil oléicole international. Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. COI/T.15/NC N° 3/REV. P4.

-CAILLET, S., ET LACROIX, M, 2007 : Les huiles essentielles leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. INRS-Institut Armand-Frappier, RESALA Université de Laval, Québec, Canada, P1-8.

D

-DONZO M., SARR A, DIOP M., SAMB A, BASSENE E Et BARRY M.S, 2015 : Dosage des flavonoïdes totaux et détermination du pouvoir antioxydant dans l'extrait brut des écorces de tronc de *Uapaca togoensis* (Aub. et Léan.) Pax. Vol.8 N°1. ISSN: 1112 -7163. P 11–18.

E

-EMAN ZAKARIA GOMAA, 2013: in vitro antioxidant, antimicrobial, and antitumor activities of bitter almond and sweet apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernels. Revised: 5 november 2012 / accepted: 12 november 2012, food SCI. biotechnol. 22(2): (2013) DOI 10.1007/S10068-013-0101-1. P 455-463

-EMILIE LEBRETON, 2014 : plantes à usage cutané chez l'enfant. Thèse de doctorat en pharmacie. Université Joseph Fourier. P 6.

F

-FATMA GÜLAY KIRBAŞLAR, GÜLEN TÜRKER, ZELIHA ÖZSOY-GÜNE, MUAMMER ÜNAL, BASARAN DÜLGER, ERDAL ERTAS AND BAYRAM KIZILKAYA, 2012: evaluation of fatty acid composition, antioxidant and antimicrobial activity, mineral composition and calorie values of some nuts and seeds from turkey. the article was published by academy of chemistry of globe publications, (received, 2011; revised, 2012, accepted, 2012), EISSN: 1307-6167. P 344.

-FELIPE, A. J, 2000: El almendro: el material vegetal. Mira Editores.

-FLAVIE LACHARME, 2011 : Les produits cosmétiques biologiques : labels, composition et analyse critique de quelques formules. Thèse de doctorat en pharmacie. Université Joseph Fourier. P 53-73.

G

-GARCIA-LOPEZ, C., GRANE-TERUEL, N., BERENQUER-NAVARRO, V., GARCIA-GARCIA, J. E., & MARTIN-CARRATALA, M. L, 1996: Major fatty acid

composition of 19 almond cultivars of different origins. A chemometric approach. *Journal of agricultural and food chemistry*, 44 (7), p1751-1755.

-GRASSELLY G. ET P.CROSSA –RAYAUD, 1997. L'amandier : techniques agricoles et productions méditerranéennes. gp.maisonneuve et lavose 977597.

-GROVER A .K., D. D. MACMURCHIE AND R. J. CUSHLEY; 1977: Characteristics of β -Glucosidase from almond. *Biochim. Biophys. Acta*, 482, P 98.

-GUENDZI CHAHIRA, 2017: contribution à l'analyse physico-chimique de l'huile d'arachides, d'amandes et de leur mélange. Détermination de leurs pouvoirs antimicrobiens. Diplôme de mastere. Université de Tlemcen. P 21-36.

-GUENDZI CHAHIRA, 2017: contribution à l'analyse physico-chimique de l'huile d'arachides, d'amandes et de leur mélange. Détermination de leurs pouvoirs antimicrobiens. Diplôme de master. Université de Tlemcen. Page 21-36.

H

-HAIOUN AMINA ET HAMOUDI FATIMA ZOHRA, 2015 : Activité antioxydante et anti-inflammatoire de la plante médicinale Algérienne *Anethium graveolens* et leur effet cardio-protectrice contre la toxicité. Diplôme de Master, Université des Frères Mentouri Constantine. P60

I

-IMANI, A., HADADI, A., AMINI, H. S., VAEIZI, M., JOLFAEI B, 2012: The effect of genotype and year on the average percentage of oil seed content of almond. *International Journal of Nuts and Related Sciences*, 3(1), P 37-40.

-INDARTI ETI, MOHAMED ISA ABDUL MAJID, ROSHADA HASHIM ET MOHAMED ISA ABDUL MAJID, 2005: Direct FAME synthesis for rapid total lipid analysis from fish oil and cod liver oil. Article in *Journal of Food Composition and Analysis* 18(2-3), DOI: 10.1016/J.JFCA.2003.12.007, p161-170.

J

-JACQUELINE M. MCGRATH, PHD, RN, NNP, FNAP, MARIA THILLET, RN, BSN, CIM, AND LINDSAY VAN CLEAVE, RN, BSN, 2007: newborn and infant nursing reviews, vol 7, no 1, pages 39 – 46.

-JOHNSON, 2002: the role of carotenoide in humain health. NUTR. CLIN. CAR.MAR-APR. ; P 56-65.

-JOY M., MUNOZ F., ALIBES X, 1991 : Valeur nutritive des sous produits du fruit de l'amandier (*Prunus amygdalus*). CIHEAM Options Méditerranéennes, Espagne, N° 16, pages 109 – 112.

-JUAN BRAVO, 1990 : amélioration de la qualité de l'huile d'olive. Édition Madrid.

-JULIE BOURDAIS, 2009 : Les cosmétiques écologiques et biologiques. Thèse de doctorat N°8, université de NANTES. Page 13-17.

-JUN ET AL., 2008

K

KAMAZAWA ET AL., 2004

KANDJI, 2001

-KARLESKIND A ET WOLFF J.P, 1992 : manuel des corps gras. Tome 2. ED. TEC ET DOC, paris.

-KODAD, O., SOCIAS I COMPANY, R., PRATS, M.S., LÓPEZ ORTIZ, M.C 2014: Variability in tocopherol concentrations in almond oil and its use as a selection criterion in almond breeding. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, v. 81, p. 501–507.

-KODAD OSSAMA , 2008: variability of oil content and of major fatty acid composition in almond (*prunus amygdalus batsch*) and its relationship with kernel quality. Article in journal of agricultural and food chemistry 56(11):4096-101 · with 75 reads. DOI: 10.1021/jf8001679 · source: pubmed.

L

-LARIBI KAHINA, 2014 : les composées phénoliques de quelques variétés de l'huile d'olive algérienne : identifications et propriétés. Mémoire de doctorat université Ferhat Abbas Sétif 1.page «39-40 ».

LECHEB FATMA, 2010 : extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes : essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soin. Mémoire de magister ; université M'HAMED BOUGARA Boumerdes. P38-92.

-**LÉE HS, 2001**: characterization of carotenoids in juice of red navel orange (cara). Journal of agricultural and food chemistry, p 2563-2468.

-**LION PH., 1955** : travaux pratiques de chimie organique. EDITION dunod, paris.

M

- **MOHAN JAIN S. L P.M. PRIYADARSHAN 2009**: (breeding plantation treecrops: temperate specie), ISBN: 978-0-387-71203-1/DOI 10.1007/978-0-387-71203-1, library of congress control number: 2008937489/ springer science+business media.

- **MOSTEFA-KARA IKRAME NEE BOUBLENZ, 2011** : contribution à l'étude de l'analyse de l'huile de coloquinte et de son pouvoir antimicrobien, mémoire de magister de biologie Université Abou-Bekr Belkaid-Tlemcen, page 40-71.

-**MAESTRI ET AL., 2015**

-**MAJDI A. AL-MAHASNEH ET TAHA M. RABABAH, 2007**: Effect of moisture content on some physical properties of green wheat. Journal of Food Engineering, Volume 79, pages 1467–1473.

-**MARC ET AL., 2004**

-**MARTINS, A. N., GOMES, C., & FERREIRA, L, 2000** : Almond production and characteristics in Algarve, Portugal. Nucis, 9, P 6-9.

-**MBAYE, 2012**

-**MEGAN FISKLEMENTS, DIANE M. BARRETTN, 2014** : new methods for measuring surface area, seed coat separation, and 'chip and scratch' damage in almonds. University of California, one shields avenue, Davis, article: received 29 january 2014, accepted 24 may 2014, available online 2 june 2014, CA 95616-8598. P 08.

-**MEHMET ET AL., 2011-MEHMET MUSA OZCANA,AHMET UNVERA, ESIN ERKANB, DERYA ARSLANA, 2011**: characteristics of some almond kernel and oils, article history, received 8 july 2010, received in revised form 24 august 2010, accepted 29 october 2010, university of selc, uk, 42031 konya, turkey. P 331.

-MILBURY PE, CHEN CY, DOLNIKOWSKI GG, BLUMBERG JB, 2006: Determination of flavonoids and phenolics and their distribution in almonds. *J agric food chem.* P 27–33.

-MILOŠ B. RAJKOVIĆ AND IVANA D. SREDOVIĆ 1, 2009: the determination of titratable acidity and total tannins in red wine. Article, Institute of food technology and biochemistry, faculty of agriculture, P.O.BOX 14, 11081. Belgrade-Zemun, Nemanjina 6, Serbia. UDC: 663.21:543.551.4:547.587.2. P 223-246.

-MOHAN. S ET JAIN. P, 2009: breeding plantation tree crops: temperate specie. ISBN: 978-0-387-71202-4, library of congress control number: 2008937489/ springer science business media, llc.

-MORIN L., DRONNE Y., REQUILLART V, 1994 : la demande non alimentaire des huiles et graisses oleag. *corps gras lipides*, 3, 188-191.

-MORTER TED, JR.B.S. M.A. D.C, 2016: Current Page - How to Test pH & How Emotions Effect pH - "pH - Your Potential for Health.

-MUTHER LËTTIA, 2015 : utilisation des huiles essentielles chez l'enfant. Diplôme de docteur en pharmacie. Université d'auvergne. P 93-97.

N

-NATHALIE FERRER, 2012: guide technique sur la fabrication de cosmétiques à partir de produits de la ruche. Edition Décembre 2012 Rédaction : AGROBIO 47 Association de développement de l'Agriculture Biologique de Lot et Garonne.

-NEETI ET AL., 2014

P

PALLIDA ET AL., 2015

PASINI, F., RICIPUTI, Y., VERADI, V., & CABONI, M. F, 2013: phospholipids in cereals, nuts and some selected oilseeds. *Recent research and developments in lipids* 9, page 139-201.

-PEREZ-JIMENEZ J, NEVEU V, VOS F, and SCALBERT A, 2010: Identification of the 100 richest dietary sources of polyphenols: an application of the phenol-explorer database. EUR J CLIN NUTR 64. P112–20.

Q

-QING-AN ZHANG, XUE-HUI FAN, ZHI-QI ZHANG, BAO-SHAN ZHANG, ZE-QING ZHANG XIAO-YAN JIA, 2009: Optimization of SC-CO₂ extraction of oil from almond pretreated with autoclaving. Food Science and Technology, Volume 42, P1530–1537.

R

-RACHID SALGHI , 2000 : analyses physicochimiques i analyses des denrées alimentaires i, cours d'analyses physico-chimique des denrées alimentaires, GPEE, 1ère année, école nationale des sciences appliquées d'agadir , P15-26.

-RAMADAN, M F 2010: Rapid antiradical method for screening deep fried oils, journal fur verbrancherschutzundlebensmittelsicherheit, P47-50.

-RASHMI S. TIWARI, MAHESH VENKATACHALAM, GIRDHARI M. SHARMA, MENGNA SU, KENNETH H. ROUX, SHRIDHAR K. SATHE, 2010: Effect of food matrix on amandin, almond (*Prunus dulcis* L.) major protein, Immunorecognition and recovery. Food Science and Technology, Volume 43, P675 – 683.

-REZANEJAD, 2007: The effet of air pollution on microsporogenesis, pollen development and soluble pollen proteins in spartium junceuml. (fabaceae). turk j bot, volume 31, P183 – 191.

-RIBEREAU GAYON, 1968 : Les composés phénoliques des végétaux. ED: dunod, paris, P 254.

-ROBERTE, 1985 : les arbres à fruits secs : amandier –châtaignier- noisetier- noyer. flammarion.

-RUGGERI, S., CAPPELLONI, M., GAMBELLI, L., NICOLI, S., CARNOVALE, E, 1998: Chemical composition and nutritive value of nuts grown in Italy. Italian Journal of Food Science 3 (10), pages 243–251.

S

-SATHE S, S. K, 1992: Solubilization, Electrophoretic characterization and in vitro digestibility of almond (*Prunus amygdalus*) proteins. *Journal of food biochemistry*, 16 (4), P249-264.

-SATHE.S.K., N.P.SEERAM, H.H.KSHIRSAGAR, D.HEBER, AND K.A. LAPSLEY, 2008: fatty acid composition of california grown almonds. Institute of food technologist's r, VOL.73, NR. 9, journal of food science, DOI: 10.1111/J.1750-3841.2008.00936.X. P 607.

-SAURA CALIXTO, F., BAUZA, M., MARTINEZ DE TODA, F. AND ARGAMENTERIA, A, 1981: amino acids, sugars and inorganic elements in the sweet almond (*prunus amygdalus*). *J. AGR. Food chem.* P509-511.

-SAURA CALIXTO, F., BAUZA, M., MARTINEZ DE TODA, F. AND ARGAMENTERIA, A, 1981: amino acids, sugars and inorganic elements in the sweet almond (*prunus amygdalus*). *J. AGR. FOOD CHEM.*, 29: 509-511.

Singh et Goswami, 1996

SONGÜL GÜREL ET YÜCEL GÜLŞE, 1998: The Effects of Different Sucrose, Agar and pH Levels on In Vitro Shoot Production of Almond (*Amygdalus communis L.*), Received: 03.03.1997, Accepted: 27.02.1998, Sugar Institute, Plant Breeding Department, Etimesgut, 06790 Ankara-turkey. P 64.

SORKHEH K. ÆB. SHIRAN ÆV. ROUHI ÆE. ASADI Æ, H. JAHANBAZI ÆH. MORADI ÆT. M. GRADZIEL Æ, P. MARTINEZ-GOMEZ : 2009: phenotypic diversity within native Iranian almond (*prunus spp.*) species and their breeding potential. DOI 10.1007/s10722-009-9413-7 received: 20 November 2007 / accepted: 26 January 2009 / published online: 4 march 2009, P 947–961.

-STAHL W., HEINRICH U., JUNGMANN H., SIES, SYLVIA YADA, KAREN LAPSLEY, GUANGWEI HUANG, 2000: A review of composition studies of cultivated almond: Macronutrients and micronutrients. *Journal of food composition analysis*, Volume 24, P469 – 48.

T

-TRACHI MAHMOUD, 2015 : caractérisation physicochimiques des amandes amères (*Prunus amygdalus*). Possibilité de valorisation. Thèse de doctorat. Université M'hamed Bougara-Boumerdes. P42-53.

- TALBI H, A. BOUMAZA, K. EL-MOSTAFA, J. TALBI, A. HILALI, 2015: evaluation de l'activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraits méthanolique et aqueux de la nigella sativa l. (evaluation of antioxidant activity and physico-chemical composition of methanolic and aqueous extracts of nigella sativa l.). mater. environ. sci. issn : 2028-2508 coden: jmescn. received 25 sept 2014, revised 13 oct 2014, accepted 13 oct 2014,page 1112_1116.

- TAYLOR & FRANCIS, 2008 : souci, fachmann, kraut : la composition des aliments. tableaux des valeurs nutritives, 7^e édition, medpharm scientific publishers /, ([ISBN 978-3-8047-5038-8](#)) journal of food engineering 60 (2003) page 315–320.

-TANOUTI K., SERGHINI- CAID H., BENALI A., HARKOUS M. ET ELAMRANI A., 2011 : Amélioration qualitative d'huiles d'olives produites dans le marocoriental. Les technologies de laboratoire. Vol. 6, p 22.

-THOMAS SILBERFELD, 2011 : plantes mellifères l'amandier. Fiche pratique sur abeilles & fleurs enseignant en biologie végétale à l'université pierre-et-marie-curie. N° 725. Page 19-20.

-THOMAS SILBERFELD, 2011 : plantes mellifères l'amandier. Fiche pratique sur abeilles & fleurs enseignant en biologie végétale à l'université pierre-et-marie-curie. N°725. P 19-20.

-TOMAS SEIJAS, 2017: certified organic sweet almond vegetable oil huile végétale d'amande douce certifiée biologique, Union nature aroma-phyto INC. BATCH / LOT MP-08-0139 union nature aroma-phyto INC. C.P. / P.O. BOX 444, SUCC. mt-royal station, mt-royal (qc) Canada, h3p 3c6. P 2.

V

-VICTOR HUGO, 2010 : microbiologiques applicables aux denrées alimentaires lignes directrices pour l'interprétation. Fiche ministère de la santé, direction de la sante, service de la sécurité alimentaire FC/LZ/PH F-054 REV02, P1-47.

-Vidaud, 1982

-**VOITURIEZ, T., & DE NUCE DE LAMOTHE, M, 1997** : L'avenir contrasté du marché des huiles lauriques. Plantations, recherche, développement, 4(6), P 378-382.

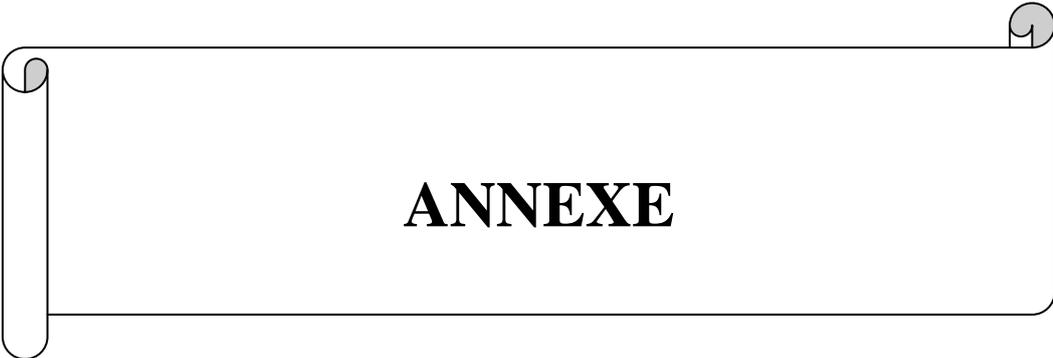
W

-**WOLFF J.P, 1968** : manuel d'analyse des corps gras. Édition azoulay, paris.

Y

-**YEN G. C., CHEN H. Y., 1995**: Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. Journal agricultural and food chemistry, P 27-32.

-**YING ZHU, 2014**: almond (Prunus Dulcis (mill.) d.a.webb) fatty acids and tocopherols under different conditions, doctor of philosophy, university of adelaide. P 2-3.



ANNEXE

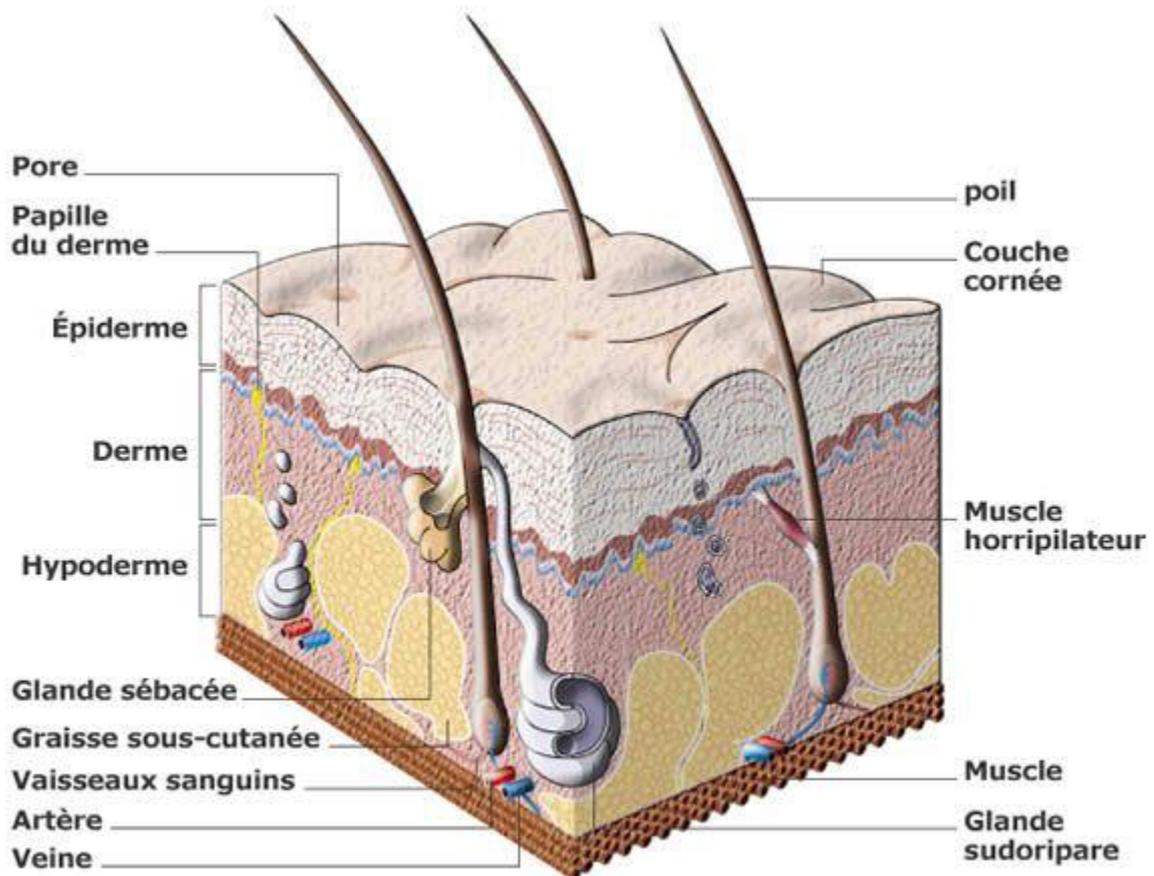


Figure : représentation schématique des différents éléments de la peau

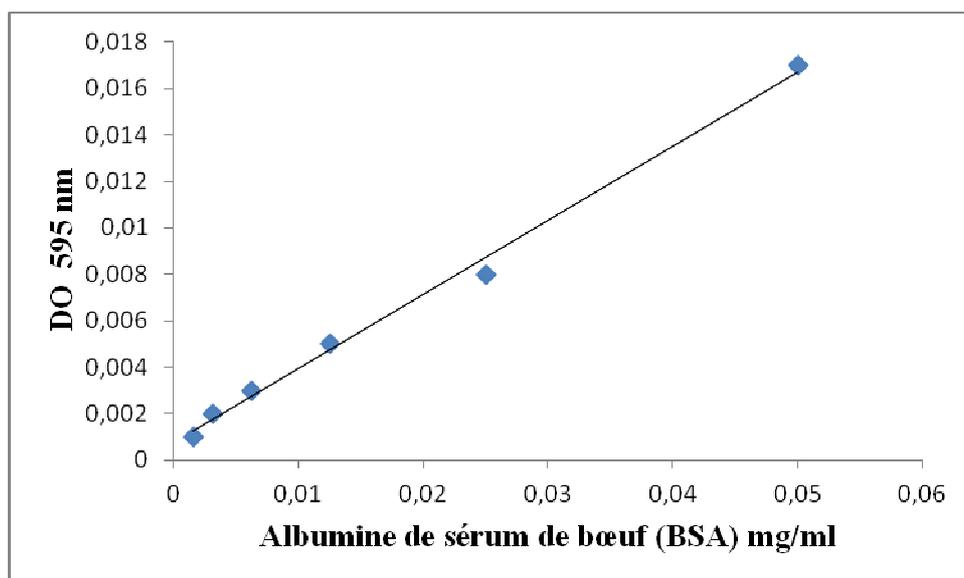


Figure : la courbe d'étalonnage d'albumine de sérum de boeuf ($DO_{595} = 0,3193x + 0,0008$, $R^2 = 0,995$)

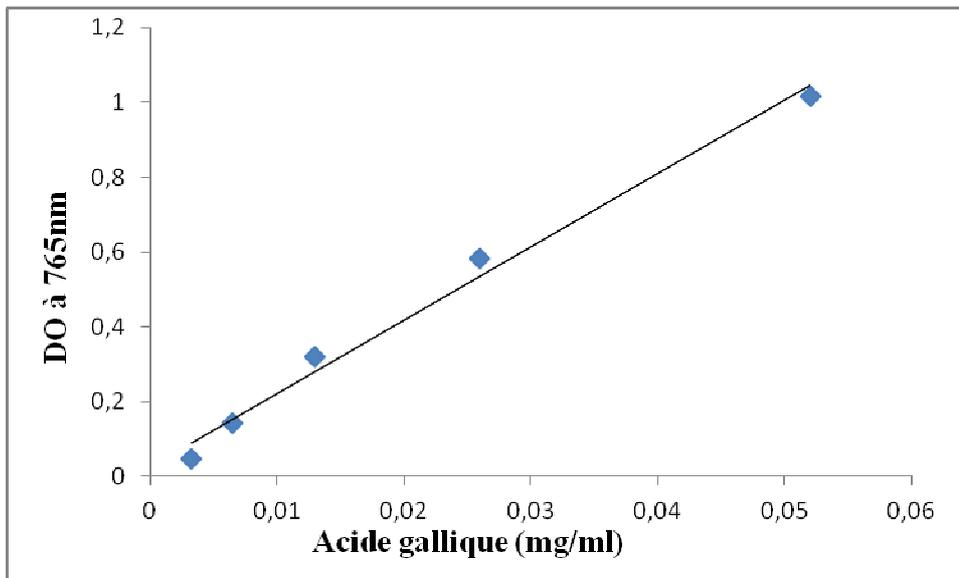


Figure : La courbe d'étalonnage d'acide gallique ($DO_{765nm} = 19,543x + 0,0274$, $R^2 = 0,9891$)

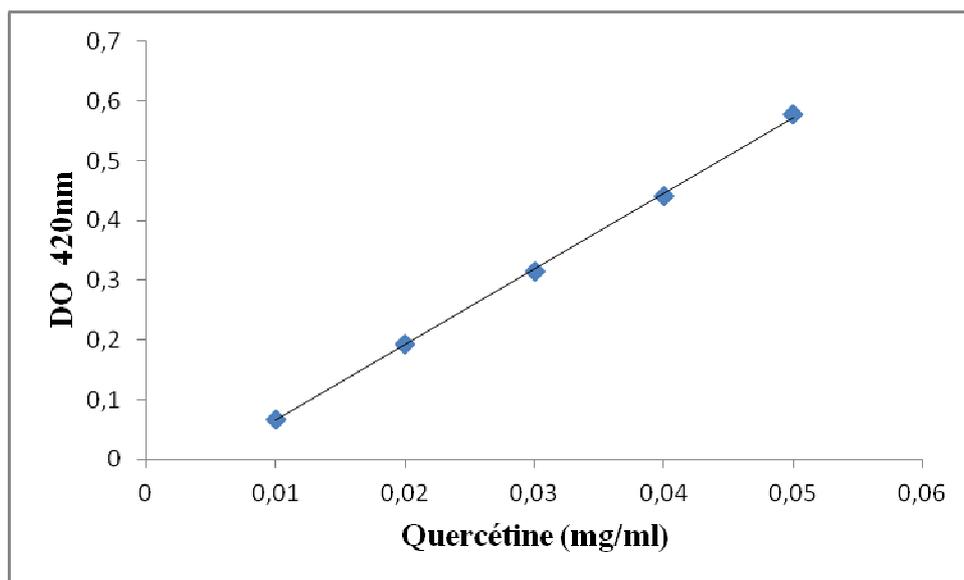


Figure : la courbe d'étalonnage de la quercétine mg/ml ($DO_{420nm} = 12,71x - 0,0625$, $R^2 = 0,9996$)

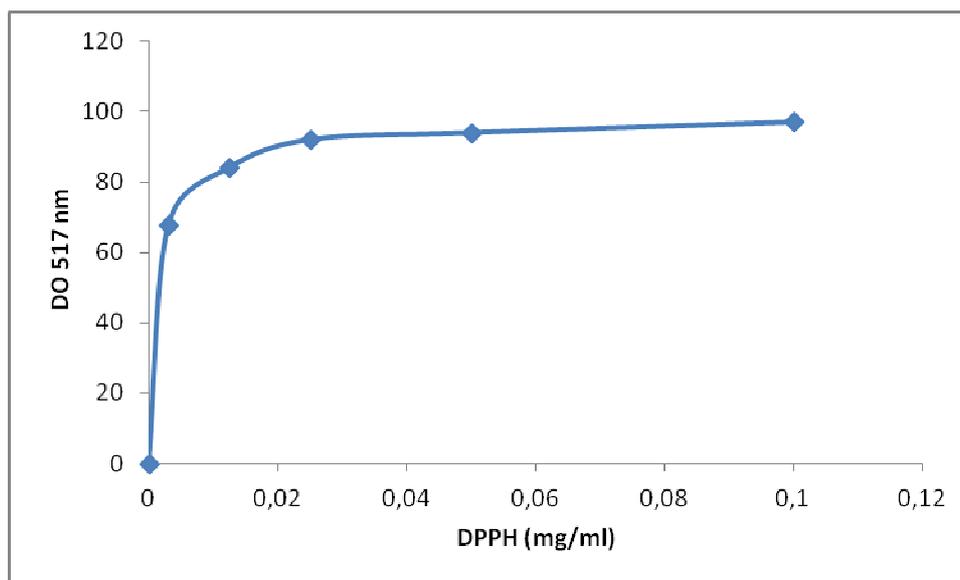


Figure : La courbe d'étalonnage de DPPH mg/ml.

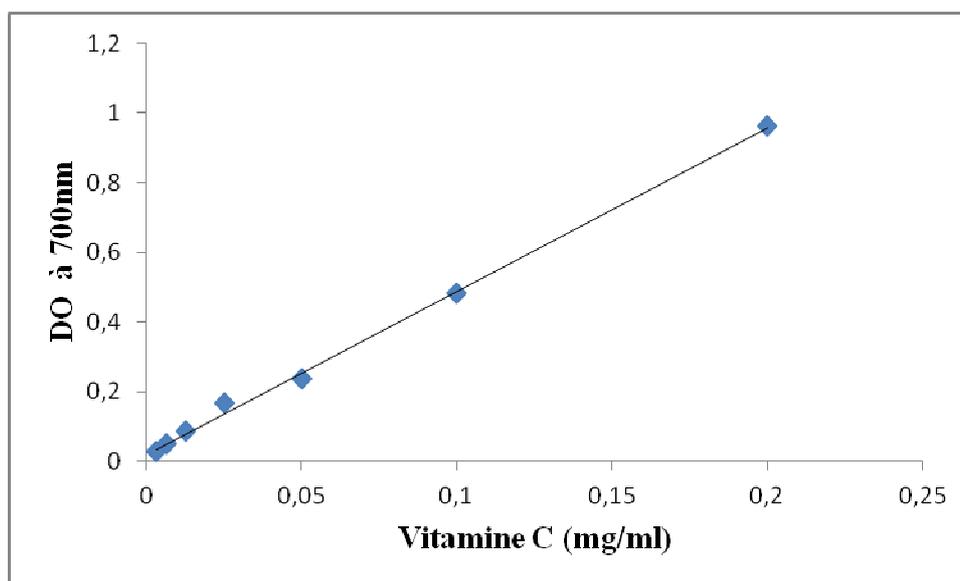


Figure : La courbe d'étalonnage de vitamine C ($DO_{700nm} = 4,6877x + 0,0199$
 $R^2 = 0,9979$)

Mode opératoire de préparation de réactif bleu de coomasie

- 100 mg de poudre de bleu de coomasie G250s ;
- Dissous dans 50ml d'éthanol absolu ;
- On ajout e 100ml d'acide phosphorique a85% ;
- Ajuste avec de l'eau distille a un volume final de 1000ml est conserve a froid 4C°.
- **Tableau :** préparation de la courbe d'étalonnage des protéines

Dilution	SM	S/2	S/4	S/8	S/16	S/32
----------	----	-----	-----	-----	------	------

Concentration (mg/ml)	0,05	0,025	0,0125	0,00625	0,003125	0,0015625
-----------------------	------	-------	--------	---------	----------	-----------

Préparation de la gamme d'étalonnage

- On pèse 0.0214g d'acide gallique ;
- On va dissoudre dans 20 ml de l'éthanol, soit une solution S1 ;
- Diluer la solution mère comme suit :
- Prélever 5 ml de la solution mère puis ajouter 5 ml d'eau distillée et l'on obtient la dilution S/2 ;
- Prélever 5ml de la solution S/2 puis rajouter 5 ml d'eau distillée et l'on obtient la dilution S/4 ;

Tracé de la courbe d'étalonnage d'acide gallique

- Prélever 1 ml de chaque dilution d'échantillon dans des tubes à essais ;
- Ajouter 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu ;
- Après 5 min, ajouter 10 ml de carbonate de sodium ;
- Ajouter 250ml d'eau distillée ;
- Laisser et incubé pendant une heure à température ambiante et à l'abri de la lumière ;
- La lecture des absorbances est faite à 750 nm.

Tableau : Préparation des dilutions de l'acide gallique pour la réalisation de la courbe standard des polyphénols totaux.

Dilutions	SM	S/2	S/4	S/8	S/16
Concentration en ml	0,00325	0,0065	0,013	0,026	0,052

Tableau : Préparation des dilutions de la quercétine pour la réalisation d'une courbe standard des flavonoïdes.

Dilutions	SM	S/2	S/4	S/8	S/16
Concentration (mg/ml)	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05

Mode de travail :

- On pèse un gramme de vit C ;
- On ajoute 5ml d'eau distillée avec une bonne homogénéisation ;

- L'absorbance est mesurée à 700nm après 10min de réaction ;
- Les résultats sont exprimés en mg d'EVC/100g.

Tableau : La préparation des dilutions de vitamine C pour réaliser une courbe d'étalonnage des antioxydants ayant un pouvoir réducteur.

Dilutions	SM	S/2	S/4	S/8	S/16	S/32
Concentration en ml	0,2	0,1	0,05	0,025	0,0125	0,00625

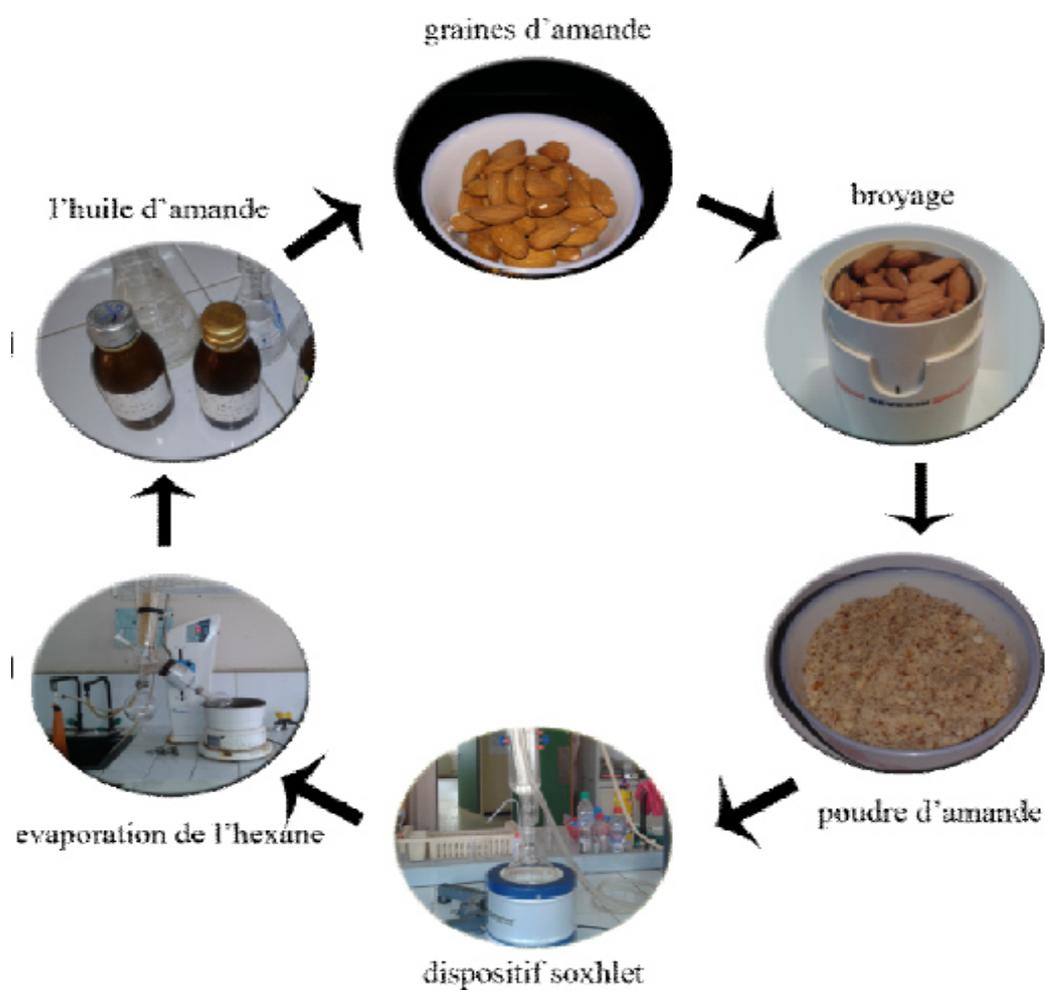


Figure : Cycle d'obtention huile des graines d'amandes (GUENDZI, 2017).

Nom et prénom :

Sexe :

féminin Masculin

Fonction :

FICHE ORGANOLEPTIQUE

Echantillons		1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	3 ^{ème} essai	4 ^{ème} essai	Témoin
Caractérisations						
Couleur	Fonce			1	1	
	Moyenne	2	2			
	Claire					
Odeur	Mauvais			1	1	
	Normale	2				
	Bonne		3			
Etalement	Mauvais	1			1	
	Bon					
	Excellent		3			
Tu préfère quoi ?			✓			

Couleur :

Fonce 1

Moyenne 2

Claire 3

Odeur :

Mauvais 1

Normale 2

Bonne 3

Etalement :

Mauvais 1

Bon 2

Excellent 3

Nom et prénom :

Sexe :

féminin

Masculin

Fonction :

FICHE ORGANOLEPTIQUE

Echantillons		1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	3 ^{ème} essai	4 ^{ème} essai	Témoin
Caractérisations						
Couleur	Fonce					
	Moyenne			✓	✓	
	Claire	✓	✓			
Odeur	Mauvais	✓		✓	✓	
	Normale		✓			
	Bonne					
Etalement	Mauvais	✓		✓	✓	
	Bon		✓			
	Excellent					
Tu préfère quoi ?			✓			

Couleur :

Fonce 1

Moyenne 2

Claire 3

Odeur :

Mauvais 1

Normale 2

Bonne 3

Etalement :

Mauvais 1

Bon 2

Excellent 3

Nom et prénom :

Sexe :

féminin

Masculin

Fonction :

FICHE ORGANOLEPTIQUE

Echantillons		1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	3 ^{ème} essai	4 ^{ème} essai	Témoin
Caractérisations						
Couleur	Fonce			X	X	
	Moyenne					
	Claire	X	X			
Odeur	Mauvais			X	X	
	Normale	X	X			
	Bonne					
Etalement	Mauvais	X			X	
	Bon		X	X		
	Excellent					
Tu préfère quoi ?			✓			

Couleur :

Fonce 1

Moyenne 2

Claire 3

Odeur :

Mauvais 1

Normale 2

Bonne 3

Etalement :

Mauvais 1

Bon 2

Excellent 3

Nom et prénom :

Sexe :

féminin

Masculin

Fonction :

FICHE ORGANOLEPTIQUE

Echantillons		1 ^{er} essai	2 ^{ème} essai	3 ^{ème} essai	4 ^{ème} essai	Témoin
Caractérisations						
Couleur	Fonce					
	Moyenne	✓	✓	✓	✓	
	Claire					
Odeur	Mauvais					
	Normale	✓	✓	✓	✓	
	Bonne					
Etalement	Mauvais			✓	✓	
	Bon	✓	✓			
	Excellent					
Tu préfère quoi ?			✓			

Couleur :

Fonce 1

Moyenne 2

Claire 3

Odeur :

Mauvais 1

Normale 2

Bonne 3

Etalement :

Mauvais 1

Bon 2

Excellent 3

Tableau : Indices de saponification de différentes huiles végétales

Différentes huiles végétales	Indice de saponification %
Olive	185-200
Tournesol	188-194
Argan	189-193
Coloquinte	219

Tableau : On à L'indice d'iode de certaines huiles végétales **CODEX STAN 210-1999** sont :

Huile végétale	Indice d'iode
Huile d'arachide	77-107
Huile de coco	63-106
Huile de coton	100-123
Huile de maïs	103-135
Huile de moutarde	92-125
Huile de tournesol	118-141
Huile de soja	124-139
Huile de colza	94-120

Résumé

La présente étude vise principalement deux objectifs, la caractérisation physicochimique des amandes amères, de huile d'amande amère et la formulation d'une crème cosmétique hydratante à base d'huile d'amande amère. Le matériel végétal utilisé provient d'une plante sauvage poussant dans la région Aomar wilaya de Bouira.

Une étude la morphologique applique sur la graine entière et leur noyau en premier temps et après l'étude consacre pour l'analyse physicochimique de noyau qui représente $52.18 \pm 1,09\%$ de matière grasse, $36.8 \pm 0,05\%$ des protéines solubles. Elle contient une teneur en polyphenols élève $48 \pm 0,006$ mg EAG/100g %. Notre amande a une activité anti radicalaire $67,9\%$. Après une analyse d'huile par la CPG, on trouve qu'elle est riche en acide gras insaturé (90%). D'autre part, huile extrait est analyse et incorpore dans une crème type bio de cette huile et cire d'abeille.

Pour la formulation de la crème un plan de mélange est appliqué. la variation de réponses modalise selon l'équation : y (étalement) = $1,09X_1 - 0,822X_2 - 0,64X_1X_2 + 0,99X_1X_3 - 2,822X_2X_3 + 89,031X_1X_2X_3$.

Ces résultats montrent que la valorisation du noyau d'amande dans des applications non alimentaires est possible.

Mots clés : Noyau d'amande amère, caractérisation physico-chimique, valorisation, antioxydant, crème cosmétique

Summary

The present study aims mainly at two objectives, the physicochemical characterization of bitter almonds, bitter almond oil and the formulation of a moisturizing cosmetic cream based on bitter almond oil. The plant material used comes from a wild plant growing in the region Aomar wilaya de Bouira.

A morphological study applied on the whole seed and their nucleus in the first time and after the dedicated study for physicochemical core analysis which represents $52.18 \pm 1.09\%$ fat, $36.8 \pm 0.05\%$ of soluble proteins. It contains a pupil polyphenol content 48 ± 0.006 mg EAG / 100g%. Our almond has an anti-free radical activity 67.9%. After a GC oil analysis, it is found to be rich in unsaturated fatty acid (90%). On the other hand, oil extract is analysis and incorporates into an organic type cream of this oil and beeswax.

For the formulation of the cream a mixing plan is applied. the variation of responses modalizes according to the equation: y (spread) = $1.09X_1 - 0.822X_2 - 0.64X_1X_2 + 0.99X_1X_3 - 2.822X_2X_3 + 89.031X_1X_2X_3$. These results show that the recovery of almond kernel in non-food applications is possible.

Key words: bitter almond core, physicochemical characterization, recovery, antioxidant, cosmetic cream.

ملخص

تهدف هذه الدراسة في الأساس إلى هدفين ، هما التوصيف الفيزيوكيميائي للوز المر ، وزيت اللوز المر ، وصياغة كريم مرطب للتجميل يعتمد على زيت اللوز المر. المواد النباتية المستخدمة تأتي من النباتات البرية التي تنمو في المنطقة عمر ولاية البويرة.

دراسة مورفولوجية على البذرة الكاملة ونواتها في المرة الأولى وبعد الدراسة المخصصة للتحليل الأساسي الفيزيوكيميائي الذي يمثل 52% دهون و36.8% من البروتينات القابلة للذوبان. و يحتوي على بوليفنول 48مغ/100غ ولديه نشاط مضاد للتطرف الحر 67.9% بعد تحليل.

وجد انها غنية بالحامض الدهني الغير المشبع 90% بعد التحليل اللوني للحالة الغازية .الزيت الذي استخلص يدمج في التجميل مع شمع العسل..

صياغة كريم يتم تطبيق خطة الخلط. يتغير شكل الاستجابات حسب المعادلة

$$y (\text{spread}) = 1.09X_1 - 0.822X_2 - 0.64X_1X_2 + 0.99X_1X_3 - 2.822X_2X_3 + 89.031X_1X_2X_3.$$

تظهر هذه النتائج أن استعادة نواة اللوز في التطبيقات غير الغذائية أمر ممكن

الكلمات المفتاحية: جوهر اللوز المر ، التوصيف الفيزيوكيميائي ، الانتعاش ، مضادات الأكسدة ، الكريما التجميلية