



N° de série : .....

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université Chadid Hamma Lakhder D'El-Oued  
Faculté des sciences naturelles et biologiques  
Département de biologie cellulaire et moléculaire

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière: Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Thème

Étude des qualités physicochimiques de  
quelques variétés de graines oléagineuse  
locales dans la wilaya d'El Oued

*Présentés Par*

M<sup>elle</sup> OUCIF KHALED INTISSAR

M<sup>elle</sup> BEN NACER SAMIHA

M<sup>elle</sup> GEDAEIR AHMED NADJAT

M<sup>elle</sup> DJABALLAH HANA

Devant le jury composé de:

Président	BOUKHARI Dalal	MAA Université d'El Oued
Examinatrice	ZEGHIB Khaoula	MAB Université d'El Oued
Promoteur	ALLALI Ahmed	MCB Université d'El Oued

*Année universitaire 2021/2022*

## الإهداء

الحمد لله حمداً طيباً كثيراً مباركاً فيه،  
والشكر لله عدد ما كان وعدد ما سيكون،  
وعدد الحركات والسكون. الحمد لله عدد ما حمد به خلقه  
وعباده، والشكر له عدد حبات الحصى في الأرض، وقطرات الماء في البحر، والحمد لله ملء السماوات  
والأرض، والشكر لله بعدد ما سبح الملائكة حول عرش الرحمن  
و الصلاة والسلام على من لا نبي بعده.  
إلى ذلك الحرف اللامتناهي من الحب والرقّة والحنان، إلى التي بحنانها ارتويت و بدفئها احتमित، و بنورها  
اهتديت و ببصرها اقتديت و لحقها ما وفيت،  
أمي رزقها الله العافية وبارك لي في عمرها .  
إلى درعي الذي به احتमित، و في الحياة به اقتديت، و الذي شق لي بحر العلم و التعلم، إلى من احترقت  
شموعه ليضيء لنا درب النجاح، ركيزة عمري، صدر أمانتي، كبريائي، كرامتي، سندي، و ملجأبي، و  
مأمني،  
أبي ضلعي الثابت الذي لا يميل، رزقه الله العافية، و بارك لي في عمره  
. إلى من تحييني بسمتها و تميتني دمعتها، إلى مسك البيت جدتي " ام الخير " أطال الله عمرها  
إلى مصدر الفرح و نور القلب جدتي " شريفة  
". إلى من على نهجه و تعاليمه و توصياته نسير جدي الغالي " العيد  
إلى من يذكرهم القلب قبل أن يكتب القلم، إلى من قاسموني حلو الحياة و مرها، تحت السقف الواحد إخوتي "  
"ميلود - بوبكر- عبد الرحمن- بن سالم- محمد العيد  
إلى كل خالاتي وأخوالي و عماتي و بنات عماتي سندي في الحياة  
إلى كل من يحمل لقب "وصيف خالد " إلى نور العائلة أبناء الأعمام قدوتي و مثلي الأعلى والذين على خطاهم  
أسير.  
"إلى من شاركني الفرح والحزن إلى من مسح دموعي حين سقوطي إلى من عقد قلبي بقلبه خطيبي "أيمن م  
إلى أحسن من عرفني بهم القدر صديقاتي كل باسمها رزقهم الله السعادة وطول العمر،  
إلى أخي في الله " عادل ع " حفظه الله ورعاه  
إلى التي شاركتني مشوار دراسة وكانت لي سند عند سقوط التي تحملت تقلبات مزاجي و عصبية كلامي زميلي  
صديقي وأختي  
مرودة دادة، بن ناصر سميحة،  
وفي الختام لا يسعني إلا إن اشكر كل أساتذتي وكل من علمني حرفاً في كل مسيرتي الدراسية وعلى رأسهم  
"أستاذي و مؤطري الدكتور" احمد علالي

وصيف خالد انتصار



## الإهداء

إلى حجة الله على خلقه و سراجة في أرضه  
إلى سليل الأخيار و نور الأنوار و زين الأبرار  
إلى قائم آل محمد عليه الصلاة و السلام  
إلى من علمني لذة النجاح و متعته إلى سندي و ملجئي الأمن داعمي و مشجعي الدائم  
من رأيت انعكاس نجاحي و فرحي في بريقها في عينيه  
"إلى أبي الغالي"  
إلى من ترعرعت الروح بأفضالها ولا نطمع إلا برضاها  
"إلى أمي"  
إلى من هو عزوتي و به تكتمل فرحتي  
"أخي فتحي"  
يا من هن شواطئ دفاء أشتاق إليها مهما نأت  
"أخواتي ..حنان..منى..إيمان"  
إلى من وقفت بجانبني في أسوء ظروف في إلى من تواسيني بحزني و تشاركني فرحتي  
"عمتي العزيزة"  
إلى عائلتي الكريمة بأكملها إلى كل من كان له الدور في مساندي  
إلى أستاذي و مشرفي الدكتور " أحمد علالي " الذي لطالما بذل ما بوسعه لإظهار مشروع  
التخرج كما يجب  
إلى الروح التي عانقت روحي .. إلى سندي و رفيقة دربي  
" انتصار" .. " خديجة " .. " شيماء "  
بن ناصر سميحة



## الإهداء

إلى الينبوع الذي لا يمل العطاء إلى من حاكت سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها  
إلى والدتي العزيزة  
. إلى من سعى وشقي لأنعم بالراحة والهناء الذي لم يبخل بشيء من أجل دفعي في طريق النجاح  
الذي علمني أن أرتقي سلم الحياة بحكمة وصبر  
إلى والدي العزيز .  
إلى من حبهم يجري في عروقي ويلهج بذكراهم فؤادي إلى أخواتي الغاليات .  
إلى من سرنا سوياً ونحن نشق الطريق معاً نحو النجاح والإبداع إلى من تكاتفنا يدا بيد ونحن  
نقطف زهرة تعلمنا إلى صديقاتي وزميلاتي "نجاة - انتصار - سميحة".  
إلى من علموني حروفاً من ذهب وكلمات من درر وعبارات من أسمى وأجلى عبارات في العلم  
إلى من صاغوا لي من علمهم حروفاً ومن فكرهم منارة تنير لنا مسيرة العلم والنجاح إلى  
أساتذتي الكرام .

هناء جاب الله



الإهداء

الحمد لله

الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا  
هذه ثمرة الجهد والنجاح بفضلته تعالى  
مهداة الى الوالدين الكريمين حفظهما الله وادامهما نور لدربي،  
لكل العائلة الكريمة التي ساندتني ولا تزال من إخوة و اخوات  
الى زوجي ادامه الله سندا لي وحفظه،  
إلى رفيقات المشوار اللاتي قاسمنني لحظاته رعاهم الله  
ووفقهم : هناء ،انتصار ، سميحة  
. الى كل من كان له أثر على حياتي ، وكل من احبهم قلبي  
ونسيتهم قلبي .

نجاهة غدير احمد



## **Remerciement**

**Nous remercions le bon Dieu tout puissant de nous avoir  
donné courage et volonté pour accomplir ce modeste travail.**

**Nous exprimons nos remerciements les plus distingués à notre encadreur  
Dr. ALLALI AHMED pour son orientation, ses conseils, et son aide à  
progresser dans nos recherches grâce à son esprit critique et son soutien  
tout le long de la réalisation de ce modeste travail.**

**Comme nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos  
sincères remerciements :**

**Dr. Boukhari Dalal d'avoir acceptée de juger ce travail en qualité  
de présidente de jury.**

**Dr. Zeghib Khaoula d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.**

**Un grand merci aux membres du laboratoire pour leurs soutiens  
et leurs encouragements (SADAK, HOUSSAM, TELIBA).**

## Résumé

Notre étude a porté sur l'évaluation de la qualité de 12 huiles végétales extraites à partir des graines oléagineuses locales à El-Oued (huile de soja(noir et jaune), huile de tournesol (noir, noire grand et blanc rayé) , huile de colza(locale et importe) , huile de carthame, huile de choux cavalier et huile d'arachide (6mois, 4mois et grand)).En déterminants les paramètres : (indice de réfraction) et (indice d'acidité, indice de saponification et l'analyse des acides gras pour (soja jaune, carthame, tournesol noir, arachide grand, colza local et choux cavalier) par CPG/FID).

Les résultats montrent que le rendement en huile de : 1- l'arachide est 45.19% , 2- colza local 30.09%, tournesol 26.70%, choux cavalier 21.49% et le soja avec 15.99%, ces pourcentage sont encourageant de point de vue industriel et aussi aux normes de *l'International Food Codex*,

Les composants acides gras ont également révélé que ces huiles sont très riches en acides gras insaturés C18:1, C18:2, C18:3 avec des pourcentages allant de 56,65% dans l'arachide à 93,49% dans le colza comme valeur la plus élevée, et acides gras saturés C16. :0, C18:0, C20:0, son pourcentage variait de 6,50 dans le colza oléagineux à 22,06 dans le soja.

De plus, l'extraction par la méthode Soxhlet a donné un rendement significatif en huiles allant de 15,65 à 45,19 comme pourcentage le plus élevé dans les arachides. Cela fait des graines oléagineuses locales de la région d'El-Oued une source importante de ces huiles végétales.

Mots clés : graines oléagineuses, huile de végétale, propriétés physiques et chimiques, acides gras, CPG/FID

## **Abstract**

Our study focused on the evaluation of the quality of 12 vegetable oils extracted from local oilseeds in El Oued (soybean oil (black and yellow), sunflower oil (black, black large and white striped), oil rapeseed (local and imported), safflower oil, cavalier lime oil and peanut oil (6 months, 4 months and large)). By determining the parameters: (refractive index) and (acidity index, saponification index and fatty acid analysis for (yellow soybean, safflower, black sunflower, large groundnut, local rapeseed and collard greens) by CPG/FID).

The results show that the oil yield of: 1- peanuts with 45.19%, 2- local rapeseed 30.09%, sunflower 26.70%, collards 21.49% and soybeans with 15.99%, these percentages are encouraging from an industrial point of view and also to the standards of the International Food Codex,

The fatty acid components also revealed that these oils are very rich in C18:1, C18:2, C18:3 unsaturated fatty acids with percentages ranging from 56.65% in groundnut to 93.49% in rapeseed such as highest value, and C16 saturated fatty acids. :0, C18:0, C20:0, its percentage ranged from 6.50 in oilseed rape to 22.06 in soybeans.

Moreover, extraction by Soxhlet method gave significant yield of oils ranging from 15.65 to 45.19 as the highest percentage in peanuts. This makes local oilseeds from the El-Oued region an important source of these vegetable oils.

**Key words:** oilseeds, vegetable oils, physical and chemical properties, fatty acids, CPG/FID

## ملخص

ركزت دراستنا على تقييم جودة 12 زيوت نباتية مستخلصة من البذور الزيتية المحلية في الوادي (زيت فول الصويا (أسود وأصفر) ، زيت دوار الشمس (أسود ، أسود كبير ، مخطط أبيض) ، زيت بذور السلجم (محلي ومستورد) ، زيت القرطم وزيت الكرم وزيت الفول السوداني (6 شهور ، 4 شهور وكبيرة)) بتحديد المعلمات: (معامل الانكسار) و (معامل الحموضة ، مؤشر التصبن ، تحليل الأحماض الدهنية لكل من (فول الصويا الأصفر ، القرطم ، عباد الشمس الأسود ، الفول السوداني الكبير وبذور السلجم المحلية و الكرم) بواسطة CPG / FID).

بينت النتائج أن محصول الزيت: فول سوداني 45.19% ، بذور السلجم محلي 30.09% ، دوار الشمس 26.70% ، الكرم 21.49% ، فول صويا 15.99% ، وهذه النسب مشجعة من وجهة نظر صناعية وأيضاً إلى معايير الدستور الغذائي الدولي ، أظهرت مكونات الأحماض الدهنية أيضاً أن هذه الزيوت غنية جداً بـ C18: 1 ، C18: 2 ، C18: 3 أحماض دهنية غير مشبعة بنسب تتراوح من 56.65% في الفول السوداني إلى 93.49% في بذور السلجم أعلى قيمة ، والأحماض الدهنية المشبعة 0 : C16 ، C18: 0 ، C20: 0 ، تراوحت نسبته من 6.50 في بذور السلجم الزيتية إلى 22.06 في فول الصويا. علاوة على ذلك ، أعطى الاستخلاص بطريقة Soxhlet إنتاجية معنوية للزيوت تتراوح من 15.65 إلى 45.19 كأعلى نسبة مئوية في الفول السوداني. وهذا يجعل البذور الزيتية المحلية من منطقة الوادي مصدراً مهماً لهذه الزيوت النباتية.

الكلمات المفتاحية: البذور الزيتية، زيوت النباتية، الخصائص الفيزيائية و الكيميائية، أحماض دهنية، CPG/FID

## Liste de figures

Figure 01: Répartition de la production mondiale d'oléagineux (Cetom, 2009)	04
Figure 02: Champ de colza de Sedrata, Souk Ahras(photo personnelle 2021 )	06
Figure 03: Graine de colza (photo personnelles.2022)	06
Figure 04: Composition globale de la graine de colza ( <a href="https://www.terresunivia.fr">https://www.terresunivia.fr</a> )	07
Figure 05: Huile de colza(photo personnelle 2022)	08
Figure 06: Représentation d'une plante d'arachide (Photo personnelles .2022)	10
Figure 07: Graines d'Arachide (Photo personnelles .2022)	14
Figure 08: huile d'arachide (photo personnelle 2022)	14
Figure 09: Tournesol (Helianthusannuus), la fleur soleil (photo personnelle 2022)	17
Figure 10: Graines de tourneosol (3 types utilises )	19
Figure 11: Composition d'une graine de tournesol	19
Figure 12 : Graines de Carthamus tinctorius.	22
Figure13 : huile de carthame(photo personnelle 2022)	24
Figure 14 : Composition de huile de carthame	24
Figure 15: Composition de la graine de soja	26
Figure 16: Huile de soja (photo personnelle 2022)	27
Figure 17:feuilles de chou cavalier(photo personnelles.2022)	30
Figure18 : huile de chou cavalier	33
Figure 19 : Echantillons de l'huiles étudiés (carthame; tournesol; chou cavalier; soja; colza: arachide)	35
Figure 20: schéma d'un soxhlet.	37
Figure 21 :Appareil de soxhlet	37
Figure 22 : Rota vapeur (Photo personnelle. 2022).	38
Figure 23: Etapes d'extraction de l'huile (exemple applique) travail par Soxhlet	39
Figure 24: Refractomètre (Photo pers.2022)	40
Figure 25 : Les étapes de méthylation et décantation des huiles (photos pers, 2022)	44
Figure 26: Principe de l'analyse par chromatographie (NGUYEN VAN Cuong.2010)	45
Figure 27 : Description d'un chromatographie en phase gazeuse	46

Figure 28: Résultats indices chimiques huile	50
Figure29: Chromatogramme de principaux composés chimiques (%) de l'huile végétale de graines d'arachides analysée par CPG/FID	53
Figure 30: Concentration des acides gras dans l'huile d'arachide	53
Figure 31: Chromatogramme de principaux composés chimiques (%) de l'huile végétale de graines de soja analysée par CPG/FID	55
Figure 32 : Concentration des acides gras dans l'huile de soja	55
Figure 33: Chromatogramme de principaux composés chimiques (%) de l'huile végétale de graines de carthame analysée par CPG/FID	57
Figure34: Concentration des acides gras dans l'huile de carthame.	57
Figure 35: Chromatogramme de principaux composés chimiques (%) de l'huile végétale de graines de colza analysée par CPG/FID	58
Figure36: Concentration des acides gras dans l'huile de colza.	59
Figure 37: Chromatogramme de principaux composés chimiques (%) de l'huile végétale de graines de tournesol analysée par CPG/FID	60
Figure 38: Concentration des acides gras dans l'huile de tournesol.	60
Figure 39 :Comparaison entre les résultats d'Oméga 9 6 3 dans tous les échantillons	62

## Liste de tableaux

Tableau 01: Certaines propriétés de la graine de colza en fonction du taux d'humidité (Calisir et al., 2005).	07
Tableau 02. Propriétés physiques et chimiques de l'huile de colza	08
Tableau03 :Composition d'acides gras de l'huile de colza	09
Tableau 04: composition en acides gras de l'huile d'arachide	15
Tableau 05: Caractéristique de huile d'arachide (www.interchimie.fr)	15
Tableau 06 : Composition en acides gras de l'huile de tournesol (KARLSKIND, 1992)	20
Tableau 07 : Composition en insaponifiable de l'huile de tournesol (KARLSKIND, 1992).	20
Tableau 08: Caractéristiques de huile de tournesol	20
Tableau 09 : composition en acides amines de la graine de la carthame	23
Tableau 10: Propriétés physiques et chimiques de l'huile de carthame	24
Tableau 11: Compositions en acide gras de l'huile de carthame(Verginie., 2004)	25
Tableau 12:Composition de l'huile de soja en acide gras	27
Tableau 13 : Principales constantes physiques et chimiques de l'huile de soja	28
Tableau 14: Constituants mineur de l'huile de soja (Platon, 1988).	28
Tableau 15: Caractéristiques de chou cavalier	30
Tableau 16: Nutritionnels sur le chou cavalier	33
Tableau 17: Matériels et réactifs relatifs à l'indice de saponification.	41
Tableau18 : Matériels et réactifs relatifs à l'indice d'acide.	42
Tableau 19 : Rendement de l'huile par soxhlet(solvant utilise est Hexane)	48
Tableau 20 :Résultats caractères physiques	49
Tableau 21: Résultats indices saponification et acide	50
Tableau 22: Principaux acides gras obtenus par CPG dans l'huile arachide	52
Tableau 23: Principaux acides gras obtenus par CPG dans l'huile soja	54
Tableau 24: Principaux acides gras obtenus par CPG dans l'huile carthame	56
Tableau 25: Principaux acides gras obtenus par CPG dans l'huile colza	58
Tableau 26: Principaux acides gras obtenus par CPG dans l'huile tournesol	60
Tableau 27:Comparaison entre les résultats d'Oméga 9 6 3 dans tous les échantillons	61

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

**AG:**Acide Gras

**Arg :** Arginine

**Cys :** Cystine

**CPG:** Chromatographie en phase gazeuse.

**C°:**Degré Celsius

**DSA :** Direction des intérêts agricoles.

**FAO:** Food and Agriculture Organization ( organisation des nations unis pour l'alimentation et l'agriculture).

**HCl :** Chlorhydrique

**Ile :** Isoleucine

**I.A:** Indice Acide

**I.S:** Indice Saponifications

**ISO :** international Standards Organization.

**Gly :** Glycine

**G :** gramme

**Kg :** kilogrammes

**Kj :** Kilojoule

**KOH :** Hydroxyde de potassium

**Leu :** Leucine

**Lys :** Lysine

**Mg :** Milligramme

**Mcg :** Microgramme

**Min :** Minimum

**Max :** Maximum

**ml :** Millilitre

**Meth:**Methionine

**Mol :** Mole

**Meq O<sub>2</sub>/kg :** Milli équivalent d'oxygène actif/Kg de matière grasse

**N :** Normalité

**NaCl:** chlorure de sodium

**NaOH :**Hydroxide de sodium

**Phé :** Phénylalanine

**Ph** :Potentiel en hydrogène

**RDT**:Rendement

**Thr**: Thréonine

**Tyr** :Tyrosine

**Val** :Valine

# Sommaire

<b>Dédicace</b>	
<b>Remercîment</b>	
<b>Résumé</b>	
<b>Abstract</b>	
<b>Liste de figure</b>	
<b>Liste de tableau</b>	
<b>Liste de abréviations</b>	

## **Introduction**

### **Chapitre I**

#### **Généralité**

Résumé.....	7
Abstract.....	8
ملخص.....	9
1. Définition des graines oléagineuses.....	4
2. Fabrication et distribution.....	4
2.1 oléagineux dans le monde.....	4
2.2 En Algérie.....	5
3. Graines étudiées.....	6
3.1. Colza.....	6
3.1.1. Histoire.....	6
3.1.2. Botanique.....	6
3.1.3. Graine de colza.....	7
3.1.4. Huile de colza.....	8
3.1.5. Tourteau de colza.....	10
3.1.6. Utilisations.....	10
3.2. Arachide (ArachisHypogea L.).....	11
3.2.1. Définition.....	11
3.2.2. L'Origine.....	12
3.2.3. Position systématique.....	13
3.2.4. Classification des Arachidesselonl'âge.....	13
3.2.5. Utilisationsd'arachide.....	14
3.2.6. Graines.....	15
3.2.7. Huile d'arachide.....	16
3.2.7.1. Définition.....	16
3.2.7.2. Composition de l'huile d'arachide.....	16

## Introduction

---

3.2.7.3. Importance de l'huile d'arachide .....	18
3.3. Tournesol .....	18
3.3.1. Définition .....	18
3.3.2. Description .....	19
3.3.3. Culture.....	20
3.3.4. Systématique botanique de tournesol.....	20
3.3.5. Graines de tournesol .....	20
3.3.6. Composition de graines.....	21
3.3.6. Huile de tournesol .....	21
3.3.6.1. Composition de l'huile de tournesol .....	21
3.3.6.2. Caractéristiques.....	22
3.3.7. Utilisation d'huile : .....	22
3.4. Carthames tinctorius .....	23
3.4.1. Historique.....	23
3.4.2. Répartition géographique du carthame tinctorius L .....	23
3.4.2.1. Carthame en l'Algérie .....	23
3.4.3. Notions botanique de <i>carthames tinctorius</i> .....	24
3.4.4. Description et composition des graines de carthame .....	24
3.4.4.1. Constituants de la coque .....	25
3.4.4.2. Constituants de l'amande.....	25
3.4.5. Utilisation du graines de carthame.....	25
3.4.6. Huile de carthame .....	26
3.4.6.1. Propriétés physiques et chimiques de l'huile de carthame( Anonyme, 2022).....	26
3.4.6.2. Composition de l'huile de carthame .....	27
3.4.7. Propriétés et utilisation de carthame tinctorius .....	27
3.5. Soja .....	28
3.5.1. Histoire.....	28
3.5.3. Définition .....	28
3.5.4. Composition de la graine .....	29
3.5.5. Huile de soja .....	29
3.5.5.1. Composition de huile .....	30
3.5.5.2. Caractéristiques.....	30
3.6. Chou cavalier .....	32
3.6.1. Classification botanique.....	32
3.6.2. Caractéristiques.....	32
3.6.3. Neuf principaux bienfaits des feuilles de chou cavalier pour la santé .....	33

## Introduction

---

3.6.4. Faits nutritionnels sur le chou cavalier .....	35
3.6.5. Graines et huile de chou cavalier .....	36
1. Cadre de l'étude .....	38
2. Echantillonnage.....	38
3. Extractions et Identifications de l'huile .....	38
3.1.L'extraction.....	38
3.2.Extraction par Soxhlet.....	39
Solvant d'extraction .....	39
Propriétés du solvant d'extraction idéal.....	39
L'évaporation rotative .....	40
Le principe de l'évaporateur rotatif .....	40
3.3.Détermination de la teneur en matière grasse .....	41
Méthode de Soxhlet(NF EN ISO 734-1, 2000) .....	41
4. Analyses physico-chimiques :.....	42
4.1. Analyses physiques :.....	42
4.1.1.Indice de réfraction: .....	42
4.2.Analyses chimiques : .....	43
4.2.1.Indice de saponification : .....	43
4.2.2.Indice d'acide.....	45
5. La composition en acides gras de l'huile par CPG/FID .....	46
5.1.L'objectif de la dérivation « La méthylation » : .....	46
5.2.Analyse par la CPG/FID .....	48
1. Détermination de la teneur en matière grasse (huile) : .....	51
2. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile: .....	52
2.1. Caractéristiques physiques.....	52
2.2. Caractéristiques chimiques : .....	53
2.2.1. Indice d'acide (ISO 660 Deuxième édition 15-05-1996) .....	54
2.2.2. L'indice de saponification.....	54
3. Détermination de la composition en acide gras .....	54
a. Arachide.....	55
b. Soja .....	57
c. Carthame.....	59
d. Colza .....	61
e. Tournesol .....	62
Les oméga 3 et 6 : acides gras polyinsaturés (AGPI) .....	64
Les oméga 9 : acides gras mono-insaturés (AGMI) .....	64

## Introduction

---

Oméga 3 :.....	65
Oméga 6 :.....	65
Oméga 9 :.....	66
Conclusion et Perspective .....	67
Références.....	70
bibliographie .....	خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
Annexes.....	77

# Introduction

## Introduction

---

Le monde actuellement subit des changements climatiques et des crises géopolitiques et une pénurie des produits agroalimentaires tel que les huiles alimentaires, et dans le contexte de la valorisation des semences locales pour l'objectif de l'autosuffisance, la sécurité et la souveraineté alimentaire de notre pays et en préservant ces graines, nous avons recherché une étude sur terrain dans la région d'El Oued, ce qui nous a incité à choisir ces espèces sont cultivées localement et aussi résistantes aux facteurs climatiques de la région.

Les graines oléagineuses (soja, huile de palme, tournesol, colza et arachide. etc.) sont des plantes dont les graines ou les fruits sont riches en lipides et qui sont cultivées afin de produire des huiles et des corps gras à usage alimentaire ou industriel. La majorité d'entre elles étant en outre riches en protéines, on les désigne de plus en plus sous le nom d'oléoprotéagineux. Au départ destinée à l'alimentation humaine et à la production de savon, les oléagineux occupent désormais une place fondamentale dans la nourriture des animaux.

L'huile est l'un des principaux produits extraits des graines oléagineuses. Les huiles végétales jouent un rôle essentiel dans notre alimentation, elles assurent tout d'abord une fonction nutritionnelle en contribuant à l'apport d'énergie, et en étant une source d'acides gras indispensables notamment l'acide linoléique et l'acide alpha-linoléique, elles améliorent aussi la qualité organoleptique des produits, leur apportent une texture onctueuse, un aspect brillant et une saveur spécifique (Cuveler et Maillard, 2012). Enfin, elles assurent des fonctions technologiques, en particulier comme : moyens de transfert de chaleur en cuisson « exemple des huiles de friture », agents d'enrobage et de démoulage ou comme supports d'arômes et de colorants lipophiles (Cuveler et Maillard, 2012).

Parmi les oléagineux de la production mondiale des huiles végétales, on trouve l'huile de soja, tournesol, arachide, carthame, chaux cavalier et de colza extraites des graines, dont le principal domaine d'application est l'alimentation humaine, comme huile de table ou pour la fabrication de la margarine (Cossut *et al.*, 2002 ; Kartika, 2005). La différence entre ces diverses huiles réside dans la qualité des acides gras qui les composent, leurs quantités et leur nature, certains d'entre eux, dits polyinsaturés sont « essentiels » à notre organisme qui ne peut les synthétiser (Frénot et Vierling, 2002).

Dans le cadre de l'étude des types de graines oléagineuses dans wilaya d'El Oued et ses environs, ainsi que l'évaluation et l'évaluation de la qualité des huiles qui en sont extraites, nous avons jugé nécessaire d'identifier les principales catégories de composés chimiques ainsi que les caractéristiques physico-chimiques d'huiles végétales

## Introduction

---

C'est dans cette optique que se situe notre étude dont les objectifs principaux se résument dans les volets suivants :

- Extraction d'huiles végétales à partir de graines oléagineuses.
- Détermination des propriétés physiques et chimiques des huiles extraites.

La composition chimique quantitativement et qualitativement en acides gras de les huiles végétale des graines d'arachides, soja, colza, tournesol, carthame et chaux cavalier extraites par la chromatographie en phase gazeuse (CPG/FID).

Pour cela notre travail, a été organisé comme suit :

- Une introduction
- une partie bibliographique qui nous renseigne sur les oléagineux et les huiles végétales qui en sont extraites (leurs propriétés, usages, composants, etc.)
- Un chapitre intitulé « matériel et méthodes » dans lequel sont citées les méthodes d'extraction des huiles et les techniques d'analyses physico-chimiques
- Une dernière partie est réservée pour les résultats obtenus et leurs discussions
- Une conclusion générale et perspective.

# Chapitre I

# Généralité

## Chapitre I Généralité

---

### 1. Définition des graines oléagineuses

Oleaginoso ou Oleaginoso est un adjectif qui vient d'Oleagînus, un terme latin. Plus précisément, nous pouvons dire qu'il est le résultat de la somme de trois mots latins :

- Le nom (Oleum) signifie huile.
- La particule (inus) signifiant l'original.
- Le suffixe (oso) est synonyme d'abondance

Les plantes oléagineuses comprennent un grand groupe de plantes annuelles et vivaces, qui contiennent dans leurs graines ou leurs fruits des graisses végétales (huiles).

Pour la production mondiale d'oléagineux, par type Les oléagineux (ou huile de graines) sont de l'huile végétale qui est extraite des graines d'une plante plutôt que du fruit. La partie spécifique de la graine qui contient l'huile est l'endosperme. Des exemples d'huiles de graines comprennent les huiles de colza, de tournesol, de coton, de palmiste, de soja, d'arachide et de coprah. Selon un rapport de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la production de soja s'est poursuivie en 2015 par rapport aux autres types d'oléagineux. Les statistiques sont toujours valables, car la production mondiale de soja en 2016/2017 était la plus élevée à 345,97 millions de tonnes métriques.

Soja, arachide, tournesol, carthame, moutarde à l'huile, sésame, maïs jaune, ricin, lin, graine de coton, chanvre, olive, noix, noisette, noix de coco, datte oléagineuse, laurier, etc. (Figure -1). Alimentaires et les huiles de haute qualité sont transformées en margarine. ), tandis que les huiles de qualité inférieure sont utilisées dans les industries du savon, des peintures, des tissus, du tannage du cuir, de la préparation des parfums, des médicaments et des machines de lubrification.

### 2. Fabrication et distribution

#### 2.1 oléagineux dans le monde

La production mondiale d'oléagineux a augmenté régulièrement en 2008, atteignant environ 400 millions de tonnes. La part des deux types d'oléagineux dans la production mondiale est restée relativement stable au fil des ans.

Le soja (soja) s'est classé premier avec 54 %, le colza oléagineux (colza) s'est classé deuxième avec 15 %, suivi du coton en troisième place avec 10 %, des arachides avec 6 % et des tournesols au dernier rang avec 8 %. La contribution des États-Unis d'Amérique, du Brésil, de

## Chapitre I Généralité

la Chine, de l'Argentine, de l'Inde et de l'Union européenne était respectivement de 23 %, 15 %, 14 %, 9 %, 8 % et 7 % (Figure 1) (Cetom, 2009 ).

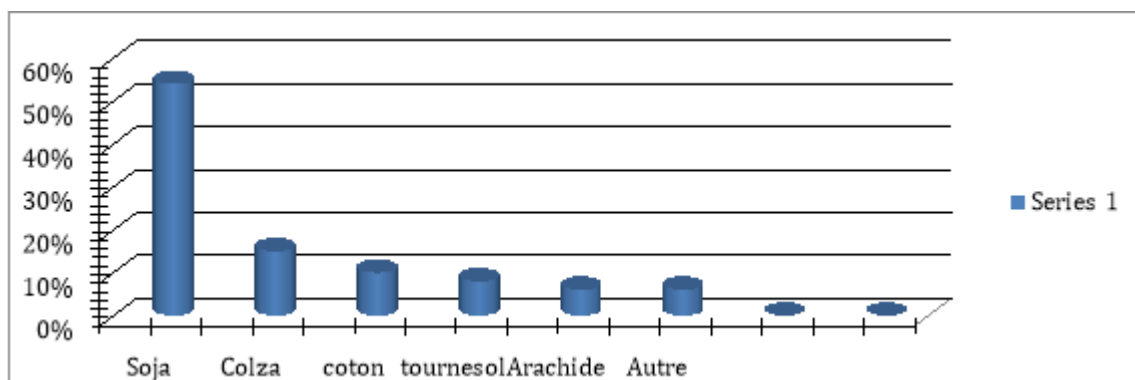


Figure 01: Répartition de la production mondiale d'oléagineux (Cetom, 2009)

Comme attendu, la production totale d'oléagineux a rebondi lors de la campagne 2020-2021, atteignant 605 millions de tonnes, après une baisse sensible lors de la campagne 2019-2020. L'augmentation est principalement liée à l'augmentation des surfaces cultivées et, dans une moindre mesure, à l'augmentation des rendements dans les principaux pays en développement. Plus précisément, une production mondiale plus élevée de soja et de colza pourrait compenser la baisse mondiale de la production de graines de tournesol.

### 2.2 En Algérie

La consommation d'huile végétale augmente d'année en année, passant de 373 300 tonnes en 2003 à 404 400 tonnes en 2005 (Mojoul, 2006).

La culture des oléagineux (tournesol, colza, carthame) n'a commencé qu'en 1965 et a été abandonnée en 1983. Durant cette période (1965-1983), la contribution de la production locale pour répondre aux besoins de consommation et pour approvisionner les unités industrielles en matières premières était de 600 tonnes de pétrole brut. En moyenne, par rapport aux besoins estimés durant cette période de 176000 tonnes, ce qui représente moins de 1% des besoins nationaux (Anonyme, 2003).

Ces dernières années, l'Algérie a connu plusieurs expériences de culture d'oléagineux, comme l'expérience du colza, qui a été adoptée par plusieurs États de l'Est et du Sud, où les résultats ont été très bons en termes de rendement.

### 3. Graines étudiées

#### 3.1. Colza

##### 3.1.1. Histoire

Le colza (*Brassica napus* L.) {«rape » en anglais, « raps » en allemand, « colza » en espagnol, en portugais et en italien} est une plante herbacée annuelle de la famille des crucifères (*Brassicaceae*). Le colza est cultivé depuis l'Antiquité notamment en Chine. Il fut introduit en Europe au 18ème siècle : Russie, Scandinavie, Flandres, Allemagne. Le colza a la particularité d'avoir beaucoup voyagé à travers le monde et de s'adapter à chaque territoire. Son huile servait à la fois à l'alimentation et à d'autres usages : lubrification, éclairage et savonnerie. Aujourd'hui, le colza est largement cultivé sous les climats tempérés dans de très nombreux pays pour la production d'huile alimentaire et non-alimentaire (biodiesel et technique). Le colza est, avec le tournesol et l'olivier, l'une des trois principales sources d'huiles végétales en Europe. Le colza est donc, aujourd'hui, la première plante pour fabriquer l'huile alimentaire ainsi que le biocarburant en Union Européenne.

En France, la production d'huile de colza a pris une grande importance dans les années 1750-1850 dans les départements du nord de la France et notamment en Flandre. De nos jours, le colza est une culture dont le rendement fluctue autour de 35 quintaux/hectare (soit 3,5 tonnes) selon les conditions climatiques de l'année. Le colza est surtout cultivé dans la moitié nord de la France, sur 1,5 millions d'hectares au total : 960 000 hectares pour les usages alimentaires, et 514 000 hectares pour les usages non-alimentaires (biodiesel et technique) en 2008. La teneur en huile de la graine est d'environ 40%, mais elle peut monter, selon les variétés, jusqu'à 45% .

##### 3.1.2. Botanique

La classification classique du colza est représentée comme suite :

- Règne : *Plantae*
- Division : *Magnoliophyta*
- Classe : *Magnoliopsida*
- Ordre : *Capparales*
- Sous-famille des *Brassicoidae*
- Famille : *Brassicacées* (Crucifères)

- Nom scientifique : *Brassic napus* L. var. *napus*



Figure 02: Champ de colza de Sedrata, Souk Ahras(photo personnelle 2021 )

Il existe différents types de colza :

- Le colza oléagineux dont les variétés d'hiver sont les plus cultivées. Les graines sont récoltées les plus sèches possible.
- Le colza fourrager est beaucoup moins cultivé. On distingue les variétés d'hiver consommées au printemps et les variétés d'été.

### 3.1.3. Graine de colza

La graine de colza est arrachée à partir des siliques qui renferment les graines. Ayant une composition variée, elle contient de la matière grasse, des protéines, de l'eau, de la cellulose et des éléments minéraux. La composition de la graine de colza contient environ 42% d'huile, 22% de protéine, 9% d'eau, 7% de cellulose et 20% d'autres matières .(Çalisir et al. 2005)



Figure 03: Graine de colza (photo personnelles.2022)

Tableau 01: Certaines propriétés de la graine de colza en fonction du taux d'humidité (Calsir et al., 2005).

Paramètres	Taux d'humidité de la graine de colza		
	4,70%	13,14%	23,96%
Masse (g)	0,0040±0,0001	0,0058± 0,0001	0,0065±0,0001
Longueur (mm)	2,07±0,016	2,19±0,014	2,29 ± 0,015
Diamètre (mm)	1,84±0,016	1,90±0,013	1,99 ± 0,010
Diamètre moyenne (mm)	1,91±0,015	1,99±0,012	2,08 ± 0,001
Volume (mm <sup>3</sup> )	3,96±0,085	5,04±0,075	5,15 ± 0,075

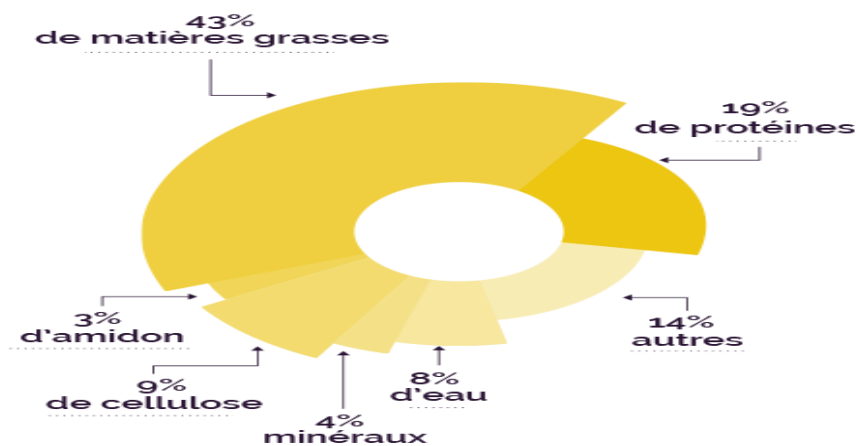


Figure 04: Composition globale de la graine de colza (<https://www.terresunivia.fr>)

### 3.1.4. Huile de colza

Huile de colza est une huile végétale que l'on obtient par trituration de graines de colza, par extraction par la presse, ou par extraction par solvant. L'huile de colza a une couleur variant du jaune au jaune d'or. Elle est constituée de 98% de triesters d'acides gras. Les 2% restant sont riches en stérols et tocophérols. L'huile de colza est une huile végétale définie par la nomenclature combinée comme pouvant être "raffinée, mais non chimiquement modifiée". Elle est principalement composée de triglycérides, formés d'une molécule de glycérol et de

## Chapitre I Généralité

trois acides gras ou chaînes carbonées. Sa formule chimique est  $C_3H_5(OOCR_i)_3$  (où R : groupement carboné ; i : nombre d'atomes de carbones dans la chaîne).

Les propriétés de l'huile de colza dépendent de la qualité des graines, des conditions de stockage, de la méthode de trituration, etc. La prénorme allemande DIN-51605 fixe la qualité que doit avoir l'huile de colza pour être utilisée comme carburant. Cette prénorme remplace le standard de qualité « RK – qualitätsstandard ». La principale différence entre l'huile de colza et le diesel est la viscosité élevée de l'huile. Pour diminuer cette viscosité, un moyen est de chauffer l'huile jusqu'à 70 - 80 °C.



Figure 05: Huile de colza(photo personnelle 2022)

Tableau 02. Propriétés physiques et chimiques de l'huile de colza

Propriété / Contenus	Unité	Valeurs limites	
		Min	Max
Propriétés caractéristiques de l'huile de colza			
Densité (15°C)	Kg/m <sup>3</sup>	900,0	930,0
Point d'éclair	°C	220	-
Viscosité cinématique	Mm <sup>2</sup> /s	-	36,0
Valeur calorifique	KJ/Kg	36000	-
Indice de cétane	-	39	-
Carbone résiduel	% (m/m)	-	0,4
Indice d'iode	g iode/100g	95	125
Contenu en soufre	Mg/g	-	10

## Chapitre I Généralité

Propriétés variables			
Teneur en particules	Mg/kg	-	24
Indice d'acide	Mg KOH/g	-	2,0
Stabilité à l'oxydation (110°C)	H	6,0	-
Contenu en phosphore	Mg/Kg	-	12
Contenu en calcium et en magnésium	Mg/Kg	-	20
Contenu en cendres	%(m/m)	-	0,01
Contenu en eau	%(m/m)	-	0,075

La composition en acides gras de l'huile de colza utilisée pour l'alimentation humaine est bonne pour l'équilibre de l'ensemble des matières grasses que nous consommons quotidiennement. En effet, l'huile de colza contient, en plus de l'acide oléique, deux acides gras essentiels : l'acide  $\alpha$ -linoléique (famille des oméga-3) et l'acide linoléique (famille des oméga-6).

Tableau03 :Composition d'acides gras de l'huile de colza

Nom d'acide gras	Formule	Taux (%)
Acide palmitique	C16:0	6
Acide stéarique	C18:0	2
Acide oléique	C18:1	58
Acide linoléique	C18:2	22
Acide $\alpha$ -linoléique (ALA) $\omega$ -polyinsaturé	C18:3	9
Acide gadoléique	C20:1	3

### 3.1.5. Tourteau de colza

Une fois la graine débarrassée de la plus grande partie de son huile, il reste des écailles de presse. Celles-ci contiennent encore de 12 % à 14 % d'huile qui est ensuite extraits à l'aide d'un solvant. Après dé-solvation et mise sous forme de granulés (pelletisation), le tourteau de colza contient 1 à 2% d'huile résiduelle, 35% de protéines, 7% de minéraux, 12% de cellulose, et 10 à 12% d'humidité .

### 3.1.6. Utilisations

- Santé

L'huile de colza entre dans la composition de la margarine. L'utilisation d'huile de colza ou de margarine de colza, peut réduire de 70% le risque d'être victime de maladies coronariennes. Elle préviendrait le cancer et certaines pathologies de la peau et du cerveau.

## Chapitre I Généralité

---

- Alimentation humaine

L'huile de colza contient de l'acide oléique (60%), de l'acide linoléique (22%), et de l'acide alpha-linoléique, ce qui en fait une importante source naturelle d'acides gras oméga-3.

C'est en Europe l'huile végétale la plus consommée, devant l'huile de tournesol et celle de soja, mais elle n'est pas recommandée pour la friture. L'huile de colza entre dans la composition de la margarine. Elle est le plus souvent utilisée pour l'alimentation humaine: dans les industries agro-alimentaires: margarine, sauces, condiments, produits intermédiaires (farines, pâtes, etc); dans les huiles d'assaisonnement, en mélange notamment avec l'huile de tournesol.

- Alimentation animale

Après l'extraction de l'huile, les résidus sont valorisés sous forme de tourteaux et utilisés en alimentation animale. Il contribue également à l'amélioration de la qualité des produits laitiers. Le tourteau du colza entre dans la composition des aliments pour animaux d'élevage jusqu'à 15% pour les poulets de chair et 20% pour autre animaux . En production bovine (lait et viande), le tourteau de colza remplace facilement le tourteau de soja importé et peut être distribué jusqu'à 4 à 5 kg par jour. La consommation totale de tourteaux de colza dans l'Union européenne à 25 est de l'ordre de 6 millions de tonnes, soit 12% de l'ensemble des tourteaux utilisés (2004).

### 3.2. Arachide (*ArachisHypogea L.*)

#### 3.2.1. Définition

L'arachide est une légumineuse, appartenant à la famille de papilionacées (Fabacees), dont la culture est répandue en climat tropical ou subtropical et qui fournit une matière grasse utilisée en huilerie. L'arachide est une plante annuelle bien que certaines formes soit vivaces. Les arachides sont de plantes autogames, de 30 à 70 cm de haut, érigées ou rampantes, à croissance continue dont le fruit mûrit en terre. Leur cycle végétatif est de 90 à 150 jours pour les variétés les plus tardives (SCHILLING, 1996).



Figure 06: Représentation d'une plante d'arachide (Photo personnelles .2022).

### 3.2.2. L'Origine

C'est une légumineuse herbacée cultivée dans les régions tropicales et tempérées du monde (Jillian.,2017).Le Brésil en Amérique du Sud est le berceau de l'arachide (Maar.,2001) où il existe 63 espèces sur 80 espèces sauvages. L'arachide a été cultivée il y a 3500 ans, puis s'est déplacée vers d'autres continents au XVIe siècle, et l'Afrique est considérée comme la deuxième patrie après l'Amérique du Sud (Khader, 1997).

L'arachide occupe la douzième culture mondiale et est une culture majeure dans la plupart des régions tropicales et subtropicales. Elle est cultivée sur tous les continents dans environ 120 pays sur une superficie de 24,6 millions d'hectares pour produire 38,2 millions de tonnes (Fonceka., 2010 ), le plus grand pays producteur de haricot Les Soudanais sont présents sur les continents asiatique et africain (Revoredo et Fletcher., 2002).

#### a. Distribution des arachides au niveau national

Ces dernières années, l'Algérie a connu une production importante d'arachides, si bien que l'arachide est cultivée dans toutes les régions d'Algérie pendant la période estivale, mais sa culture est concentrée dans des zones spécifiques, selon la nature du sol et le régime thermique, et il se situe principalement au nord-est du pays (Skikda, El Tarf) et au sud-est (Ghardaia, El Oued) et au sud (Adrar) (DSA.,2020)

#### b. Propagation locale

## Chapitre I Généralité

---

Production de l'État de la Vallée Production de la récolte d'arachide au niveau national Production de plus de 104 mille quintaux par an, avec une contribution pouvant aller jusqu'à 80% du produit national selon les statistiques de production de la saison agricole (2019-2020)

La région possède le plus grand marché national d'arachides, qui est situé dans la municipalité de Hassi Khalifa (30 km à l'est de la capitale de l'État) (DAS., 2020)

### 3.2.3. Position systématique

Selon HUBERT en 2000, la position systématique du *ArachisHypogeaL* .est comme suit :

- Règne :Végétal
- Embranchement: Phanérogames.
- Sous Embranchement :Angiospermes
- Classe :Dicotylédones
- Sous-classe: Rosales
- Ordre: Fabale
- Famille: Légumineuses
- Sous-famille: PapilionacéesouFabacées
- Genre: Arachis
- **Espèce: *Arachis Hypogea L* .**

### 3.2.4. Classification des Arachidesselonl'âge

- **Arachides de six mois (variétés tardives)** : âgées entre 115 et 125 jours, et c'est la plus célèbre de notre région. Elle a un âge de culture plus élevé que le reste des autres types. . Elle se caractérise par son abondance de production avec des fruits de gros calibre qui ont bon goût et un goût sucré. Un fruit contientdeux et parfoistroisgraines.
- **Arachide de quatre mois (variété semi-précoce)** : Cette variété se caractérise par des fruits de taille moyenne, le fruit contient, le fruit contient en Cette variété a deux et parfois trois graines.
- **Arachide de trois mois (variété précoce)** : de courte durée entre 90-95 jours, caractérisée par ses fruits pleins, sa compacité dans sa coque et son aisance en fourrière avec de petits arbres.

### 3.2.5. Utilisations d'arachide

- **En Alimentation humaine**

L'arachide produite dans le monde est principalement transformée en plusieurs dérivés qui entrent dans la composition de produits alimentaires:

- La farine et la beurre d'arachide est utilisée dans l'industrie agro-alimentaire pour la fabrication de biscuits.
- Arachide en coque, aliment de base dans certains pays d'Afrique .
- Arachide décortiquées, arachides salées par apéritif, arachide pour confiserie (HUBERT,2000 )
- L'arachide est particulièrement importante pour la santé infantile du fait de sa forte teneur en nombreux nutriments essentiels à la croissance tels que les protéines, les graisses et le calcium (BALIE *et al.*, 2013).
- L'arachide est consommée sous forme décortiquée, non-décortiquée, sous forme de pâte et sous forme d'huile. Elle est utilisée dans la préparation de nombreux plats (BALIE *et al.*,2013) .

- **En Alimentation animale**

- Le tourteau d'arachide (résidu de la graine après extraction de l'huile ) riche en protéine (48 à 50%), constitué pendant longtemps un élément important dans l'alimentation du bétail en Europe et singulièrement en France (SUBBA RAO, 1987; FONCEKA, 2010) .
- les fanes servent également à l'alimentation du bétail, à tel point que dans certaines régions, l'arachide est cultivée pour la seule production de fanes (SUBBA RAO, 1987 ; HUBERT,2004

- **En agriculture**

- Comme toutes les légumineuses, l'arachide est une culture qui enrichit le sol en azote. Elle peut être utilisée comme engrais vert (DEBBABIE ET SHAFCHAK, 2008).

- **Utilisation medicinale**

Comme toutes les légumineuses, l'arachide possède des propriétés médicinales :

- L'arachide est utilisée dans le diagnostic des boutons et les crises d'asthme (HUBERT, 2000) .

## Chapitre I Généralité

---

- Des études médicales ont montré que la consommation de noix en général et d'arachide en particulier réduisait les risques de maladies cardiovasculaires (FRASER, 2000; ALBERT *et al.*, 2002).
- Les valeurs nutritives de l'arachide ont été mises à profit dans la composition d'aliments à haute valeur nutritive utilisés pour le traitement de la malnutrition sévère chez l'enfant (BRIEND, 2001).
- L'arachide a toutes sortes d'usage en médecines traditionnelles africaine et indienne ( RAKOTOARIMANANA, 2010):
- Des macérations de coques et téguments sont appliquées contre l'ophtalmie.
- Des infusions de feuille en goutte dans les yeux pour traiter les blessures oculaires et la cataracte.
- Le jus des feuilles et des graines broyées s'administre en goutte dans l'oreille atteinte d'écoulement auriculaire (otite par exemple).
- Des macérations de téguments sont employées contre la syphilis tandis que celle des graines contre la blennorragie.

### 3.2.6. Graines

On trouve de 1 à 5 par gousse. Elles sont formées:

- D'un tégument séminale rosé ou saumon, parfois plusieurs couleurs.
- D'une amande comportant deux cotylédons gorgés de matières grasses.
- D'un embryon que l'on distingue facilement.

Leur poids varie de 0,2 à 2 g. La proportion des graines par rapport au poids de la gousse entière varie de 68 à 80%. La faculté germinative des arachides en gousse dure au moins un an.



Figure 07: Graines d'Arachide (Photo personnelles .2022)

## Chapitre I Généralité

---

La graine de cacahuète contient des protéines et elle est riche en acides gras non saturés représentés par 60 % d'acide oléique et en magnésium. Elle est également bien pourvue en potassium, en fer, en phosphore et en vitamines (B, BZ, PP, E) (AH-LEUNG *et al.*, 2003).

### 3.2.7. Huile d'arachide

#### 3.2.7.1. Définition

Huile d'arachide est une huile préparée à partir des graines d'arachide (*Arachis hypogea L.*). L'huile d'arachide est facilement extraite de la graine par pression. L'huile brute obtenue est principalement composée de triglycérides, mais comporte également des contaminants tels que des phospholipides, des pigments, des coenzymes et des dérivés vitaminiques comme du tocophérol et des phytostérols, des acides gras libres et des minéraux (GASTIN, 1995).



Figure 08: huile d'arachide (photo personnelle 2022)

#### 3.2.7.2. Composition de l'huile d'arachide

##### a. Composition en acides gras de l'huile d'arachide

L'huile d'arachide renferme un pourcentage très élevé (environ 99%) de triglycérides ou lipides vrais par rapport aux autres huiles végétales ; Ce qui contribue à l'excellente digestibilité des lipides de l'arachide (ADRIAN *et JACQUOT*, 1968; BERTOLI *et LOLIGER*, 2000). L'huile d'arachide contient vingt-deux acides gras dont quinze en quantité notable ( $\geq 0,05\%$ ), le reste se trouve à l'état de trace. En ce qui a trait à sa qualité nutritionnelle, sa

## Chapitre I Généralité

teneur en acides gras insaturés 77 à 82%, l'huile d'arachide est donc riche en acides gras essentiels  $\omega$ -6 (acide linoléique) et son rapport  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 variant de 0,6 à 5,2 (UCCIANI, 1995).

Selon les études effectuées par plusieurs auteurs l'huile d'arachide est considérée comme une bonne source d'acides gras polyinsaturés (acide linoléique et linoléique) ainsi que d'acides gras mono-insaturés (l'acide oléique). La composition en acides gras de l'huile d'arachide est représentée dans le tableau.

Tableau 04: composition en acides gras de l'huile d'arachide (UCCIANI, 1995)

Acide gras	Pourcentage %
Acide palmitique	7,4-12,5
Acide palmitoléique	0,1-0,2
Acide heptadécannique	0,1
Acide heptadécannique	0,1
Acide stéarique	2,7-4,7
Acide arachidique	1,2-1,9
Acide oléique	41,3-67,4
Acide linoléique	13,9-35,4

b. Caractéristiques ([www.interchimie.fr](http://www.interchimie.fr))

Tableau 05: Caractéristique de huile d'arachide ([www.interchimie.fr](http://www.interchimie.fr))

Densité relative à 20°C	environ 0.915 g/cm <sup>3</sup>
Indice de réfraction à 20°C	1.468 - 1.472
Indice d'acide (mg KOH/g)	≤0.5
Indice de peroxyde (meq O <sub>2</sub> /kg)	≤5.0
Insaponifiable (%)	≤1.0
Impuretés à réaction alcaline	Conforme à la Ph. E. en vigueur
Huiles siccatives (%)	Conforme à la Ph. E. en vigueur
Huile de sésame	Conforme à la Ph. E. en vigueur
Teneur en eau (%)	≤0.1
Goût et odeur	Neutre

### 3.2.7.3. Importance de l'huile d'arachide

L'huile d'arachide est une huile végétale précieuse en raison de ses bienfaits nutritionnels, agréables et saveur particulière. elle est très appréciée par les consommateurs orientaux. elle contient une petite quantité d'acide linoléique, qui a une bonne résistance à l'oxydation et est adapté pour être utilisé comme pharmaceutransporteurs qui traitent l'asthme, la jaunisse de l'hépatite et d'autres maladies. En outre cette huile peut avoir plusieurs domaines des applications et d'utilisations entre autre :

- Energétiques: l'huile est actuellement utilisé comme bio-diesel.
- Alimentaire : mayonnaise, graisse hydrogénée (industrie boulangère, pâtisserie et fritures), utilisée comme huile de table ou comme matière première pour la fabrication de margarine, résiste bien aux hautes températures . (Patrick, 2008) .
- Une huile industrielle d'arachide très appréciée pour la fabrication de certains produits alimentaires (plats cuisinés, frites et chips,..) (SCHILING, 1996)

Elle peut aussi favoriser la guérison de la frigidité et de l'impuissance. Aussi elle soulage les gaz et les ballonnements en plus de calmer les ulcères d'estomac et les problèmes digestifs.

- Elle adoucit et nourrit les zones de la peau très sèches comme les coudes, les genoux, les mains et les pieds et elle soulage les brûlures superficielles de la peau.

Huile d'arachide est inscrite à la pharmacopée française comme solvant médicamenteux. L'huile cosmétique d'arachide est extraite par première pression a froid. Elle possède des propriétés désintoxiquâtes qui la rendent parfaite pour le massage des douleurs musculaires. Riche en vitamine A et E elle est efficace contre les brûlures et nourrit les peaux irritées (HUBERT, 2000).

## 3.3. Tournesol

### 3.3.1. Définition

Le tournesol, ou grand soleil, est une grande plante annuelle, appartenant à la famille des Astéracées (Composées), dont les fleurs sont groupées en capitules de grandes dimensions. Cette plante est très cultivée pour ses graines riches en huile (environ 40 % de leur composition) alimentaire de bonne qualité. Le tournesol est, avec le colza et l'olivier, l'une des trois sources principales d'huile alimentaire en Europe.

Le mot « tournesol » est emprunté à l'italien girasole, « qui tourne avec le soleil ». Son nom scientifique est *Helianthus annuus* Il existe de nombreux noms ou expressions

## Chapitre I Généralité

---

vernaculaires pour le désigner : grand-soleil, soleil des jardins, soleil commun, graine à perroquet, hélianthe...(VelimirRadić et all,2013)

### 3.3.2. Description

C'est une grande plante annuelle, à tige très forte et peu ramifiée, pouvant atteindre jusqu'à 4 m de hauteur. Les feuilles simples, cordées (en forme de cœur), alternées, sauf à la base où elles sont parfois opposées, ont un pétiole plus ou moins long et sont rudes au toucher. Les capitules, réceptacles floraux charnus, qui ont tendance à se renverser après la floraison, peuvent atteindre 30 cm de largeur. Ils sont entourés d'un involucre à bractées ovales avec un sommet pointu. Les fleurs extérieures ligulées disposées sur un seul rang, sont généralement jaunes. Les fleurs centrales en tube sont jaune pâle ou rouge foncé chez les variétés anthocyanées. Les fruits sont des akènes surmontés par deux écailles en arête. La racine principale est pivotante. (VelimirRadić et all,2013)

La disposition des fleurs centrales (ou fleurons), ou des graines, sur le réceptacle dessine des spirales répondant aux règles de la phyllotaxie et tournant soit dans le sens des aiguilles d'une montre, soit en sens inverse. Les nombres de fleurons de chaque type de spirale sont constants et sont des nombres successifs de la suite de Fibonacci, par exemple 34/55 ou 55/89.(Sobhan Kumar Mukherjee, A.P. Jain, 2001)

Le tournesol est sujet à l'héliotropisme avant la floraison. Ce phénomène agit sur la croissance de la tige en fonction de l'éclairement. Il permet aux feuilles de garder tout au long de la journée une exposition optimale au soleil. Au début de la floraison, la fleur pointe définitivement dans la direction Est/Sud-est.(Velimir Radić et all,2013)



Figure 09: Tournesol (*Helianthus annuus*), la fleur soleil (photo personnelle 2022)

## Chapitre I Généralité

---

### 3.3.3. Culture

Le tournesol affectionne des climats chauds et secs, il ne pousse qu'en dessous de la Loire. Peu gourmand en eau, sa racine pivot lui permet de capter l'eau en profondeur, deux à quatre arrosages suffisent pour une année moyenne. Ces besoins en azote sont faibles (80 unités/ha contre 180 pour du maïs), mais il faut prévoir une bonne fumure de fond (80 unité de phosphore et de potassium) et du bore. C'est une plante plus sensible à la qualité du sol (profondeur, structure) qu'à l'ajout d'engrais. Elle est peu sensible aux insectes (sauf en début de cycle) et les variétés commerciales ont des résistances importantes aux attaques fongiques, de fait elle n'a quasiment pas besoin d'être traitée. C'est une culture de printemps, il se sème vers avril/mai et sa récolte débute mi Août.(Alain Bonjean, 1993)

Le développement de la culture du tournesol en France, comme celle du colza, à partir des années 1970 est dû au besoin d'indépendance de la communauté européenne face au monopole des États-Unis en matière d'oléagineux. La mise au point de nouvelles variétés (par croisement et sélection), notamment d'hybrides résistants au mildiou, a contribué au développement de la culture du tournesol au cours des vingt dernières années, notamment en France. Aujourd'hui, il est cultivé dans le Sud-Ouest, dans le Centre et en Côte-d'Or.(Alain Bonjean, 1993)

### 3.3.4. Systématique botanique de tournesol

#### ❖ Classification de plante de tournesol

- Groupe : capitules
- Ordre : Asteraces
- Famille : Asteraceae
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Genre : Helianthus
- Règne : Plantae

### 3.3.5. Graines de tournesol

La graine de tournesol entière, c'est-à-dire la cypsèle formée de l'amande et de la coque, a une forme ovoïde plus ou moins aplatie, un peu anguleuse, tronquée au deux extrémités. Mesurant de 3 mm à 20 mm de long, sur 2 à 13 mm de large et 2 à 5 mm d'épaisseur, elle est de couleur généralement noire ou violet noirâtre, parfois rayée de blanc et de gris. A maturité, la graine est glabre et surmontée par un pappus réduit à des écailles caduques jaune clair, 2

## Chapitre I Généralité

écailles lancéolées de 2 à 3,5 mm plus 0 à 4 écailles obtuses de 0,5 à 1 mm. (Sobhan Kumar Mukherjee, A.P. Jain, 2001)

Le poids de 1000 graines varie entre 50 et 100 g, voire 200 g chez certaines variétés de bouche. Les graines cultivées sont nettement plus grosses que les graines sauvages. Différents facteurs influent sur la taille et le poids des graines : le génotype (cultivars), les facteurs climatiques, la position des graines dans le capitule. (Alain Bonjean, 1993)



Figure 10: Graines de tournesol (3 types utilisés)

### 3.3.6. Composition de graines

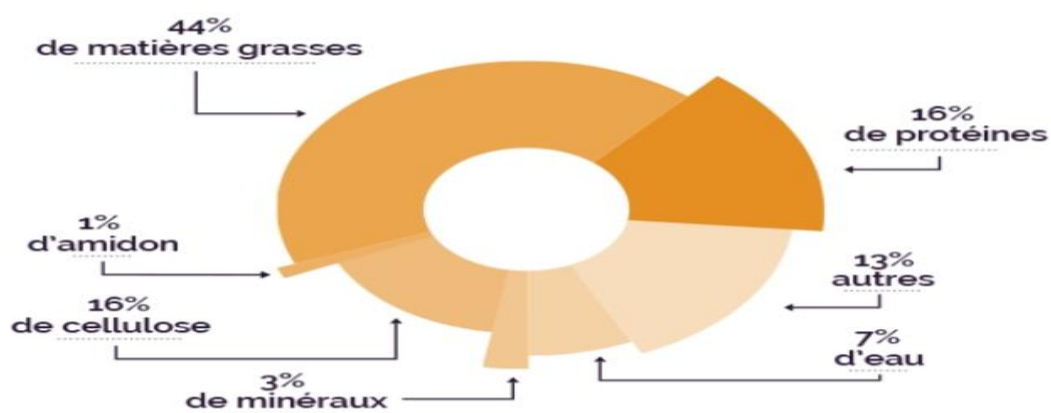


Figure 11: Composition d'une graine de tournesol (www.terresunivia.fr)

### 3.3.6. Huile de tournesol

#### 3.3.6.1. Composition de l'huile de tournesol

L'huile de tournesol est composée essentiellement de triglycérides (98 à 99%) et d'une faible proportion de substances diverses regroupées sous le terme de fraction insaponifiable (cires, tocophérols, stérols) (Karlesking, A.1992). L'huile de tournesol est caractérisée par sa teneur importante en AG insaturés 87% contre 13% d'acides gras saturés (Tableau 06).

## Chapitre I Généralité

Tableau 06 : Composition en acides gras de l'huile de tournesol (KARLSKIND, 1992)

Acide gras	Nature	Pourcentage d'acide gras
Acide palmitique	C16 :0	5-7
Acide palmitoléique	C16 :1	<0,4
Acide stéarique	C18 :0	4-6
Acide oléique	C18 :2	15-25
Acide linoléique	C18: 3	62-70
Acide linoléique	C16 :3	<0,2
Acide arachidonique	C20 :0	<1
Acide gadoléique	C20 :1	<0,5
Acide behénique	C20 :2	<1

La teneur en insaponifiables de l'huile de tournesol est décrite dans le tableau 07

Tableau 07 : Composition en insaponifiable de l'huile de tournesol (KARLSKIND, 1992).

Insaponifiables	Concentration (mg/100g de c.g)
Teneur en stérols	325-5,5
Teneur en tocophérols	44-120
Teneur en hydrocarbures	15-20
Teneur en alcools	100

Afin d'approfondir nos connaissances sur l'exploitation des graines oléagineuses et la production des alimentaire tout en assurant conformité et traçabilité des produit destinés aux consommateurs dans l'industrie agroalimentaire.

### 3.3.6.2. Caractéristiques

Tableau 08: Caractéristiques de huile de tournesol (www.interchimie.fr)

Densité à 20°C	± 0.921
Indice de réfraction à 20°C	± 1.474
Indice d'Acide (mg KOH/g)	< 0.5
Indice de peroxyde (meq O2/kg)	< 10.0
Insaponifiable (% m/m)	< 1.5

### 3.3.7. Utilisation d'huile :

- ✓ Alimentation humaine

Les huiles de tournesol sont excellentes pour l'alimentation humaine. Leurs profils en acides gras, oléique et polyinsaturés essentiels, sont le garant d'un bon équilibre nutritionnel de notre alimentation. Elles sont conditionnées seules ou en mélange avec d'autres types d'huiles. Elles servent aussi à la fabrication de margarines et d'autres produits alimentaires plus élaborés.(SMASSEL AHMED, 2013)

## Chapitre I Généralité

---

### ✓ Alimentation animale :

Les tourteaux de tournesol qui contiennent entre 32 et 36 % de protéines sont utilisés pour l'alimentation des animaux d'élevage : ruminants, et volailles. Les quantités à apporter dans les aliments pour animaux sont adaptées à chaque conduite d'élevage. Ils peuvent se substituer en partie ou en totalité au tourteau de soja importé. A titre d'exemple, le tourteau de colza associé au pois peut constituer l'unique source de protéines pour l'alimentation des animaux en croissance. (SMASSEL AHMED, 2013)

### **3.4. Carthames tinctorius**

#### **3.4.1. Historique**

Le carthame est une des plus ancienne cultures de l'humanité. L'analyse chimique de textiles de l'Egypte ancienne datant de la XIIe dynastie permis d'identifier des colorants fabriquées à partir de carthame et des guirlandes faites de carthame ont été trouvées dans la tombe du pharaon. John Chadwick rapporte que le nom grec de carthame a plusieurs formes en linéaire B: un carthame blanc, qui est mesuré, et un rouge qui est pesé.( L'explication est qu'il y a deux parties de la plante qui peuvent être utilisées , les graines pales et les fleurons rouges ). Le carthame est également connu sous le nom de carthamine au XIXesiècle (Ángelos, 1999).

#### **3.4.2. Répartition géographique du carthame tinctorius L**

Le carthame est une plante orientale présent à l'état sauvage en Asie au Japon , en Australie, Amérique centrale et du sud . Le *carthamustencturiers* est cultivé dans le bassin méditerranéen pour son pouvoir colorant des fleurs, en Asie et en Amérique latine comme oléagineux. En France, la plante était exploitée dans le Midi, l'Alsace et le Lyonnais pour ses vertus tinctoriales (Oyen et Umail, 2001).

##### **3.4.2.1. Carthame en l'Algérie**

Le carthame a été introduit en Afrique du nord par des arabes(Ben Zouhra,2001). En Algérie le carthame était cultivé à l'époque coloniale française et d'après KADDACH. M (1982), le carthame a déjà été cultivé en Algérie dans la région de Tiaret même avant la période coloniale.

Plus récemment, le carthame a été relancé comme plante industrielle dans le plan quadriennal 1973/1977 (Ben Zouhra,2001).

## Chapitre I Généralité

---

La culture du carthame a été introduite en Algérie en 1975

Cette introduction avait pour but la production de l'huile pour l'alimentation humaine, la production de tourteaux pour l'alimentation animale et la valorisation de la jachère.

Malgré les résultats prometteurs obtenus aussi bien en expérimentation qu'en parcelles pilotes, le développement de cette culture a été un échec jusqu'en 1983-84 date à laquelle la culture de carthame comme d'ailleurs pour le tournesol fut abandonnée.

### 3.4.3. Notions botanique de *carthames tinctorius*

Cette dernière espèce est classée dans le taxon suivant :

- Règne: plante
- Embranchement: Magnomiphita
- Sous embranchement: Angiospermes
- Classe: Dicotylédones
- Ordre: Astéales
- Famille: Astéracée
- Sous-famille: Carduoidées
- Genre: Carthames
- Espèce: *Tinctorius L*

### 3.4.4. Description et composition des graines de carthame



Figure 12 : Graines de *Carthamus tinctorius*.

De la taille d'un gros de blé, à coque blanche ou quelquefois nacrées et striées de multiples couleurs, plus rarement complètement noires. La graine est composée de 30-40% de coque et 60-70% d'amande. Cette graine peut contenir d'humidité 5,3%, protéines 14,9%, graisses 27,5%, cendres 2,3%, 3,2% sucre totaux et de fibres brutes 40,6% (Latha et prakash, 1984).

## Chapitre I Généralité

### 3.4.4.1. Constituants de la coque

Les coques constituent environ 40% des graines. D'après GOSS. Et OTAGAKI (1954), la variété d'Etats-Unis, la coque qui est composée de 91% matière sèche contient en pourcentage de la matière sèche : 4.2% Protéines brute, 58.2% fibres brutes, 1.5% cendres, 5.1% énergie assimilable, 31% extrait non azote.

### 3.4.4.2. Constituants de l'amande

L'amande constitue 60 à 70 % de la graine entière qui est le lieu de stockage des réserves de la graine nécessaires au développement de l'embryon. La graine de carthame accumule essentiellement deux types de substance de réserve, les protéines et de lipides.

Les acides aminés qui constituent 17 % des protéines brute de l'amande de carthame sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 09 : composition en acides aminés de la graine de la carthame ( en % des protéine brute). D'après Van Etten , C.H. et al (1963).

	Gly	Ile	Leu	Met	Cys	Arg	Phé	Tyr	His	Lys	Thr	Try	Val
Graine de carthame	5.0	3.7	6.0	1.5	1.7	9.4	4.3	2.9	2.6	3.2	3.2	0.9	5.3

### 3.4.5. Utilisation des graines de carthame

#### • Alimentation humaine

Les graines décortiquées sont comestibles et très nutritives, traditionnellement consommées grillées en Ethiopie ( Dajue et Mundel, 1966).

La farine délipidée contient de 30 à 42 % de protéines: les acides aminés limitants sont la méthionine et la lysine ( Bollard, 2001). On a expérimentalement produit de la farine à partir de graine de carthame décortiquées pour servir de complément protéine de qualité alimentaire.

La farine de graine décortiquées de carthame est employée pour produire des suppléments alimentaires riches en protéines pour les humains. La farine peut être ajoutée à celle de blé pour faire des pains et des tartes (Van Der Vossen et Mkamilo, 2007).

#### • Alimentation animale

Chez les animaux , ce sont les tourteaux qui sont utilisés. Les tourteaux sont des résidus solides obtenus lors des traitements des graines ou des fruits oléagineux naturels ou

## Chapitre I Généralité

décortiqués. Ces traitement sont soit l'extraction par pression ou par des solvants qui donnent d'huile comestible, industrielle ou pharmaceutique. Lestourteaux sont employés comme aliment du bétail . Les tourteaux de graines non décortiquées ( botaniquement le fruit ) contiennent un glucoside, le matairésinol, et ne sont utilisés que pour les ruminants. Après élimination des composées amers, le tourteau de graines décortiquées constituerait un excellent aliment pour les animaux monogastrique, mais la décortication est généralement une opération trop couteuse (Van Der Vossen et Mkamilo, 2007).

Le tourteau pressé de graines décortiquées contient jusqu'à 42% de protéines

### 3.4.6. Huile de carthame



Figure13 : huile de carthame(photo personnelle 2022)

#### 3.4.6.1. Propriétés physiques et chimiques de l'huile de carthame( Anonyme, 2022).

Tableau 10: Propriétés physiques et chimiques de l'huile de carthame

État physique	Liquide
Couleur	Jaune.
Odeur	Caractéristique.
Point d'éclair	> 60 °C
Densité relative	0,91 – 0,93
Densité à 20°C (g/cm <sup>3</sup> )	0.918-0.924
Indice de réfraction à 20°C	1.474-1.478
Indice d'acide (mg KOH/g)	max. 4.0
Indice de peroxyde (meq O <sub>2</sub> /g)	max. 10

### 3.4.6.2. Composition de l'huile de carthame

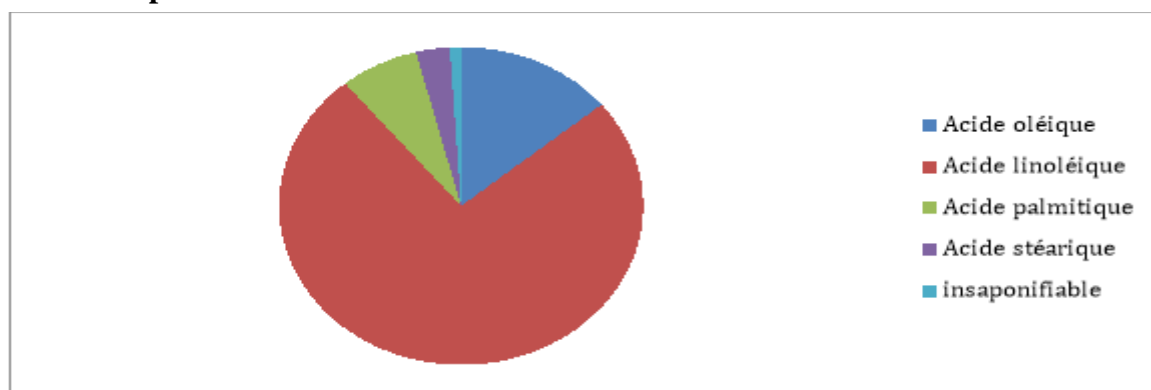


Figure 14 : Composition de huile de carthame

En ce qui concerne l'huile de carthame, donne les compositions, selon les lieux de production la teneur en acide linoléique. La teneur de cet acide peut varier de 70% (Australie) à 80% (Chine). Pour l'acide oléique, la fourchette est de 73 à 80% (Karleskind, 1992).

Tableau 11: Compositions en acide gras de l'huile de carthame(Verginie., 2004)

Nature	% des acides gras totaux	
	Oléique	Linoléique
C 14 : 0	<0.1	<0.1
C 16 : 0	6-7	6-7
C 16 : 1	<0.2	<0.5
C 18 : 0	<2	2-3
C 18 : 1	73-80	10-20
C 18 : 2	12-20	68-83
C 18 : 3	<0.2	<0.2
C 20 : 0	<0.3	<0.5
C 20 : 1	<0.2	<0.2
C 22 : 0	<0.2	<0.2

3.4.7.

### Propriétés et utilisation de carthamustinctorius

L'huile de carthame présente des applications diverses telles que :

- Les acide gras polyinsaturés sont associés à l'abaissement du cholestérol de sang. En outre, les non insaturés tendent à s'abaisser le taux sanguins de LDL (mauvais cholestérol) sans affectation de HDL (bon cholestérol).
- L'huile de carthame a été employée pour traiter les blessures et rhumatisme.
- La richesse en acides gras essentiels fait que le carthame est très utilisée dans les produits de soins cutanés.
- L'huile est utilisée dans les soins anti-irritant et apaisant spécifique de peaux allergiques et l'hypersensible. Assouplit et nourrit la peau.(Dajue et Mündel,1996)

### 3.5. Soja

#### 3.5.1. Histoire

Le soja, soya, pois chinois ou haricot oléagineux est une légumineuse originaire de Chine, utilisée comme aliment en Asie depuis 5 000 ans. Dans les années 1920 , les américains l'adoptent comme source de protéines végétales pour les élevages de monogastriques (volaille) et s'imposent rapidement comme le premier producteur mondial,(Cetiom et Onidol, 2013) . La culture du soja est très ancienne (Glycine Max L,2000).

Propagation locale

- ✓ Plaine d'Al-Mitidja, à l'est de 5 à 8 kantars/ha.
- ✓ Plaine d'Annaba de 10 à 17 avant JC(variété STEELE 16.7).
- ✓ Dans la zone de KhamisYusr : de 23 à 33 m/ha avec l'ajoute d'une irrigation complémentaire totale de 73mm (Anonyme, 1983).

3.5.2. Classification botanique ( [www.clicours.com](http://www.clicours.com)) .

- Règne: Plantes
- Classe: Dicotylédones
- Sous: ClasseAngiospermes
- Ordre: Fabales
- Sous: famillePhaséolée
- Genre: *Glycine max*
- Espace: Hispida

#### 3.5.3. Définition

Le soja est une plante de la famille des légumineuses, sous famille des papilonoideae, tribu des phaseoleae, largement cultivée pour ces graines oléagineuses qui fournissent la principale huile alimentaire consommée dans le monde (Glycine max L,2000).

A l'issue de la floraison et de la nouaison, se développe une gousse contenant, selon les cas, entre 1 et 4 graines. Comme chez les autres légumineuses, la graine se compose essentiellement d'une enveloppe lisse (la coque) et d'un embryon. Sa taille varie généralement entre 5 et 10 mm de diamètre et son poids (selon les variétés) oscille entre 50 et 400 mg. La forme de la graine varie selon les cultivars (A.Pouzet, 1992).

### 3.5.4. Composition de la graine

Les graines de soja constituent une excellente source de protéines de haute valeur nutritive et d'acides aminés. De plus le soja contient presque 20% en masse de lipides avec l'huile de soja, (Debruyne, 2001).

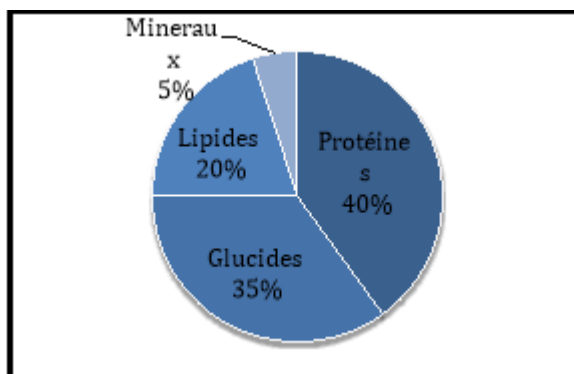


Figure 15: Composition de la graine de soja

Le soja est une légumineuse dont les graines sont riches en protéines. Elles contiennent en moyenne: - 30 à 40% de protéines - 20% lipides - 35% de glucides dont 20% de fibres - 5% de minéraux et vitamines, (Jacques.B, 2010).

### 3.5.5. Huile de soja



Figure 16: Huile de soja (photo personnelle 2022)

L'huile de soja est fluide et d'un couleur jaune plus ou moins foncé suivant la nature des graines et les procédés d'extraction. Fraîche, elle a une saveur assez prononcée d'haricot qui s'atténue peu à peu. Elle est riche en acides gras polyinsaturés et notamment en acide gras essentiel alpha-linoléique. Elle est recommandée pour les assaisonnements, (J.F. Platon, 1988).

## Chapitre I Généralité

L'huile de soja est riche en acide linoléique (50%) et en acide oléique (24%) et comprend 15 % d'acides gras saturés. La présence de 7% d'acide linoléique la rend très fragile à la chaleur et on doit l'utiliser uniquement que pour les assaisonnements (à froid), (H. Lamballais, 1989, I. Debruyne, 2001).

### 3.5.5.1. Composition de huile

Tableau 12: Composition de l'huile de soja en acide gras

Acide gras	symbole	% acide gras
Acide palmitique	C <sub>16</sub> :0	7 à 12
Acide stéarique	C <sub>18</sub> :0	2 à 5.5
Acide oléique	C <sub>18</sub> :1	20 à 50
Acide linoléique	C <sub>18</sub> :2	35 à 60
Acide arachidique	C <sub>20</sub> :1	1
Acide gadoléique	C <sub>20</sub> :1	1
Acide béhénique	C <sub>22</sub> :0	0.5

### 3.5.5.2. Caractéristiques

Tableau 13 : Principales constantes physiques et chimiques de l'huile de soja  
(www.interchimie.fr, 2010).

- Densité à 20°C	0,921-0,924
- Viscosité	53-58
- Indice de réfraction à 20°C	1,473-1,477
- Indice d'iode	125-128
- Indice de saponification (mg de KOH/g de corps gras)	188-195
Indice de peroxyde (meq O <sub>2</sub> /kg)	< 10
Insaponifiables (%)	< 1.5
Brassicastérol (%)	< 0.3
Aspect	Liquide limpide, jaune pâle

L'huile de soja est une huile 100 % végétale, riche en acides gras essentiels et pauvre en cholestérol. C'est une huile de table excellente par sa teneur en acide linoléique qui la rend fragile à la chaleur. C'est une bonne source de vitamines, elle est naturellement protégée à l'oxydation par la vitamine E qu'elle contient (F. Poisson et L. Nacre, 2003)

Tableau 14: Constituants mineur de l'huile de soja (Platon, 1988).

Nature	Composition
Lipidique	Phosphatides hydratables et non hydratables- Glycérides - Partiel

## Chapitre I Généralité

---

	Acides gras libres
Glucidique	Sucre libre et glycol lipides
Ions métalliques	Fer, cuivre, calcium, magnésium
Pigments	Caroténoïdes, chlorophylle et autres pigments
Produits oxydés	Aldéhydes, cétones, peroxydes
Autres	Composés odorants
	Matières insaponifiables (hydrocarbonés, alcools tri terpéniques, stérols)
	Tocophérols

### 3.5.6. Utilisations de soja

Les deux principaux produits à base de soja sont la farine et l'huile. Mais le soja est avant tout cultivé pour son huile qui est utilisée directement pour la cuisson et la friture et entre dans la composition des produits tels que la margarine et les sauces pour salades.

L'huile a des usages alimentaires, à l'état brut ou transformée (la lécithine, extraite de l'huile de soja, est utilisée en industrie pharmaceutique pour servir de médicaments); et industriel (peintures, vernis, linoléum). Dans les pays où l'alimentation est carencée en protéines, la farine de soja trouve une utilisation grandissante dans l'alimentation humaine. Dans les pays industrialisés, elle est la source principale de compléments protéiques pour l'alimentation animale ( [www.clicours.com](http://www.clicours.com) ).

### 3.5.7. Tourteau de soja

Le tourteau de soja constitue la principale source de protéines pour les animaux d'élevage à travers le monde, représentant même les 2/3 de la production mondiale de matières premières riches en protéines. En France cependant, la filière soja est relativement jeune et encore peu développée.

Il existe également plusieurs types de tourteaux de soja en fonction de leur teneur en protéines et en matières grasses résiduelles. Parmi les tourteaux de soja conventionnels, on distingue trois catégories appelées tourteaux 46, 48 et 50 (faisant référence aux teneurs en protéines et matières grasses additionnées) et se différenciant principalement par leur teneur croissante en protéines. Les tourteaux dits gras ou expeller obtenus par simple pression des graines, sont plus riches en matières grasses et contiennent moins de protéines. Leur incorporation dans les aliments est principalement limitée par la quantité de matières grasses qu'ils apportent.

## Chapitre I Généralité

---

### 3.6. Chou cavalier

nom scientifique (*Brassicaoleracea* var. *viridis* L.), reconnaissable à ses feuilles lisses, épaisses et nervurées sa saveur est prononcée, presque piquante.

#### 3.6.1. Classification botanique

- Règne *Plantae*
- Sous-règne *Tracheobionta*
- Division *Magnoliophyta*
- Classe *Magnoliopsida*
- Sous-classe *Dilleniidae*
- Ordre *Capparales*
- Famille *Brassicaceae*
- Genre *Brassica*
- Espèce *Brassicaoleracea*

#### 3.6.2. Caractéristiques

Tableau 15: Caractéristiques de chou cavalier

Arrosage	Régulier
Cycle de vie	Annuelle, Bisannuelle
Exposition	Mi-ombre, Soleil
Germination (en jours)	8-10
Germination moyenne (%)	80
Graines au gramme	250
Rusticité	Rustique
Sol - Humidité	Bien drainé
Sol - Type	Indifférent
Utilisation	Comestible, Fourragère, Jardin d'aromatiques



Figure 17:feuilles de chou cavalier(photo personnelles.2022)

### 3.6.3. Neuf principaux bienfaits des feuilles de chou cavalier pour la santé

Le chou cavalier fait partie de la famille des brassicacées, un groupe de légumes réputés pour leurs bienfaits nutritionnels. La consommation de ces légumes-feuilles vert foncé peut contribuer à la santé de plusieurs façons.

- Ils aident à renforcer vos os

Le chou cavalier est doublement bénéfique à cet égard. Tout d'abord, il est une source de calcium, qui contribue à la formation des os, donc il peut vous aider à obtenir les 1 000 à 1 200 mg recommandés par jour pour cet oligo-élément. De plus, une tasse de ces légumes à feuilles comble tous les besoins quotidiens en vitamine K, un nutriment qui aide l'organisme à absorber le calcium, selon la diététiste-nutritionniste Jeralyn Jones, propriétaire de l'entreprise The LifestyleDietitian. En effet, des études suggèrent que l'apport quotidien recommandé de 90 mcg de vitamine K pour les femmes (et de 120 mcg pour les hommes) protège contre les fractures osseuses et l'ostéoporose. Le corps a besoin de matières grasses pour absorber la vitamine K., donc Mme Jones suggère de préparer le chou cavalier avec une matière grasse saine, comme l'huile d'olive.

- Il peut protéger contre certains cancers

Manger plus de végétaux, en général, aide à réduire le risque de développer de nombreux cancers, et les légumes comme le chou cavalier peuvent avoir un effet particulièrement protecteur. Comme ses cousins crucifères, le chou cavalier est riche en caroténoïdes, des antioxydants qui protègent contre les dommages causés par les radicaux libres associés au cancer. Les légumes crucifères contiennent également des composés sulfureux appelés glucosinolates, qui protègent l'ADN des dommages.

## Chapitre I Généralité

---

Ces études démontrent qu'il existe une corrélation entre la consommation de légumes crucifères, comme le chou cavalier, et la réduction du risque de cancer du poumon, de l'estomac, du côlon et du rectum. Des études futures permettront de déterminer si cet avantage est propre à ce légume en particulier.

- Il peut améliorer le taux de cholestérol

Les feuilles de chou cavalier contiennent des fibres solubles, souligne Mme Jones, qui réduisent le mauvais cholestérol LDL dans le sang de deux manières. Tout d'abord, les fibres se lient au cholestérol LDL dans l'intestin pour qu'il soit excrété. De plus, les fibres se fixent aux acides biliaires, ce qui augmente l'excrétion des sels biliaires et incite le foie à en produire davantage. Puisque le foie utilise le cholestérol dans ce processus, il en résulte un niveau plus faible de cholestérol sanguin, selon une étude parue dans la revue *Nutrition Research*.

- Il peut réduire le risque de souffrir de diabète

Dans une analyse de recherche publiée dans le *British Medical Journal*, les personnes qui mangeaient chaque jour une portion et demie de légumes verts feuillus, comme le chou cavalier, avaient 14 % moins de risques de développer un diabète de type 2 que celles qui n'en mangeaient pas autant. Les légumes verts à feuilles comme le chou cavalier contiennent des antioxydants qui peuvent protéger contre les dommages qui contribuent au diabète, explique Mme Escobar. De plus, les fibres contenues dans le chou cavalier ralentissent l'absorption du sucre des aliments, ce qui a un effet stabilisateur sur la glycémie.

- Il aide à maintenir la régularité du transit intestinal

Les fibres solubles contenues dans le chou cavalier donnent du volume à vos selles, ce qui les rend plus faciles à évacuer. Cela peut éviter la constipation, précise Mme Escobar.

- Il soutient le système immunitaire

Le chou cavalier est riche en deux nutriments essentiels à la fonction immunitaire : les vitamines A et C. La vitamine A est cruciale pour la production de cellules T, qui détruisent les cellules infectées et stimulent également les cellules B productrices d'anticorps. En outre, comme l'explique Mme Escobar, votre corps utilise la vitamine C pour fabriquer des globules blancs qui combattent les maladies et les virus.

- Il favorise la santé du cœur

## Chapitre I Généralité

---

Les personnes qui ont un régime alimentaire riche en fruits et légumes ont un risque plus faible de maladies cardiovasculaires – et les légumes verts à feuilles pourraient offrir une des meilleures protections cardiaques. Le folate qu’il contient aide à réduire les niveaux sanguins d’un acide aminé appelé homocystéine, qui a été associé aux maladies cardiaques, aux caillots sanguins et au durcissement des artères.

- Il protège votre peau

Le chou cavalier pourrait-il vous aider à conserver une bonne vue? C’est possible. Ce légume contient de la lutéine et de la zéaxanthine, des antioxydants qui ont démontré leur efficacité pour protéger contre les problèmes oculaires liés à l’âge, notamment la cataracte et la dégénérescence maculaire.

- Il favorise le développement du fœtus

Bon à savoir si vous essayez d’être enceinte ou si vous attendez déjà un enfant : Le folate présent dans les légumes à feuilles comme le chou cavalier est essentiel. Un apport adéquat en folate dans les aliments (ou dans sa forme synthétique, l’acide folique, un supplément alimentaire) peut prévenir certaines anomalies du tube neural, comme le spina-bifida.

### 3.6.4. Faits nutritionnels sur le chou cavalier

Comme tous les légumes non féculents, le chou cavalier est un aliment Zéro Point. Une portion d’une tasse de chou cavalier contient 11,5 calories et les nutriments suivants :

Tableau 16: Nutritionnels sur le chou cavalier

Nutriments	Quantité dans 250 ml (1 tasse)	% valeur quotidienne
Lipides	0,22 g	0 %
Glucides	2 g	1 %
Protéines	1 g	2 %
Fibres	1,4 mg	5 %

## Chapitre I Généralité

---

Vitamines A	90 mcg	10 %
Vitamines C	12,7 mg	14 %
Vitamines K	157 mcg	130 % (hommes); 174 % (femmes)
Vitamines B6	0,05 mg	3 %
Acide folique	46,4 mcg	12 %
Calcium	83,5 mg	7 % (adultes de 51 ans et plus); 8 % (adultes de 18 à 50 ans)
Magnésium	9,72 mg	2 %
Potassium	76,7 mg	2 %

### 3.6.5. Graines et huile de chou cavalier

Ce type n'a pas été étudié auparavant en termes de graines et d'huile.



Figure18 : huile de chou cavalier

# **Chapitre II :**

# **Matériel et Méthodes**

### 1. Cadre de l'étude

Le but de ce travail, consiste en la caractérisation des acides gras d'huile de (colza; tournesol; arachide; chou cavalier; carthame; soja) de la région de la wilaya d'El-oued, leurs caractères physico-chimiques. L'analyse des acides gras a été réalisée au laboratoire de recherche de département de technologie par la chromatographie phase gazeuse (CPG/FID), l'opérations de l'extraction de l'huilea été effectuées au département de sciences de la vie et de l'université Echahid Hamma Lakhdar d'El oued, au sein de laboratoire de Toxicologie.

### 2. Echantillonnage

Notre matériel végétal est constitué de graines de (colza; tournesol; arachide; chou cavalier; carthame; soja) qui ont été obtenu dans région de el oued et identifié par le encadreur Dr. Ahmed Allali.

Les échantillons des grains (colza; tournesol; arachide; chou cavalier; carthame; soja) sont finement broyés à l'aide d'un broyeur électrique pour obtenir une poudre fine conformément à la procédure décrite par *BESBES* et al., 2005.à partir de quelle nous avons extraité l'huiles par un solvant organique (l'hexane) en utilisant la méthode de *Soxhlet* comme extracteur d'huile.



Figure 19 : Echantillons de l'huiles étudiés (carthame; tournesol; chou cavalier; soja; colza: arachide)

### 3. Extractions et Identifications de l'huile

#### 3.1.L'extraction

L'extraction est une opération ancienne utilisée pour retirer, des plantes et de certains organes d'animaux, des produits alimentaires, pharmaceutiques ou odoriférants, sous formes de breuvages, drogues ou parfums. L'extraction par solvant fait généralement appel, dans le cas des produits végétaux, à l'eau, aux alcools, aux solvants chlorés et/ou organiques dont l'hexane ou le mélange chloroforme-méthanol (Rosenthal et al., 1996).

De nombreuses autres méthodes d'extraction sont spécifiquement utilisées dans le cas des lipides des matières végétales. On en cite, en tout premier lieu le pressage à plaque ou à vis.

L'extraction par Soxhlet, l'extraction assistée par micro-ondes et/ou ultra-son, l'extraction par fluide supercritique, etc. doivent également être considérées comme des opérations d'extraction par solvant.

Dans cette partie, seront exposés :

- la théorie de l'extraction,
- les mécanismes d'extraction,
- quelques méthodes d'extraction
- et les facteurs influençant les performances de l'extraction.

### **3.2.Extraction par Soxhlet**

#### **Solvant d'extraction**

L'hexane est l'auxiliaire technologique utilisé actuellement pour l'exercice de l'activité classée en France sous la rubrique « extraction d'huiles végétales et de graisses animales ».

#### **Propriétés du solvant d'extraction idéal**

Les principales propriétés souhaitées pour le solvant utilisé en huilerie, afin d'obtenir une bonne qualité d'huile extraite aux moindres coûts d'exploitation sont :

- Un point d'ébullition bas, mais suffisamment élevé avec un intervalle de distillation étroit, afin de faciliter l'élimination du solvant dans l'huile et les tourteaux.
- Un point de fusion au dessous de 0°C pour éviter les cristallisations dangereuses.
- Une faible viscosité, pour faciliter les transferts.
- La non miscibilité et la non solubilité à l'eau, bien qu'il existe des procédés de récupération, dont il faudra tenir compte, du point de vue économique.
- Des propriétés calorifiques (chaleur spécifique et chaleur de vaporisation faible) permettant d'effectuer une récupération aisée et économique.
- Être conforme aux normes de sécurité et de salubrité et donc dans le cadre des recherches actuelles, être si possible, inflammable, non explosif, peu toxique.
- Un pouvoir solvant suffisant, mais également une bonne sélectivité pour éviter l'extraction de produits qu'il faudrait ensuite éliminer au raffinage.
- Conserver à l'huile et aux tourteaux leurs qualités d'origine c'est-à-dire ne pas favoriser l'introduction de produits toxiques et ne pas modifier la saveur d'origine (qualité organoleptique).
- Avoir un bon pouvoir mouillant (faible tension superficielle).

- En égard aux grands nombres de conditions à satisfaire, il parait qu'un solvant réunissant simultanément toutes ces qualités n'existe pas.

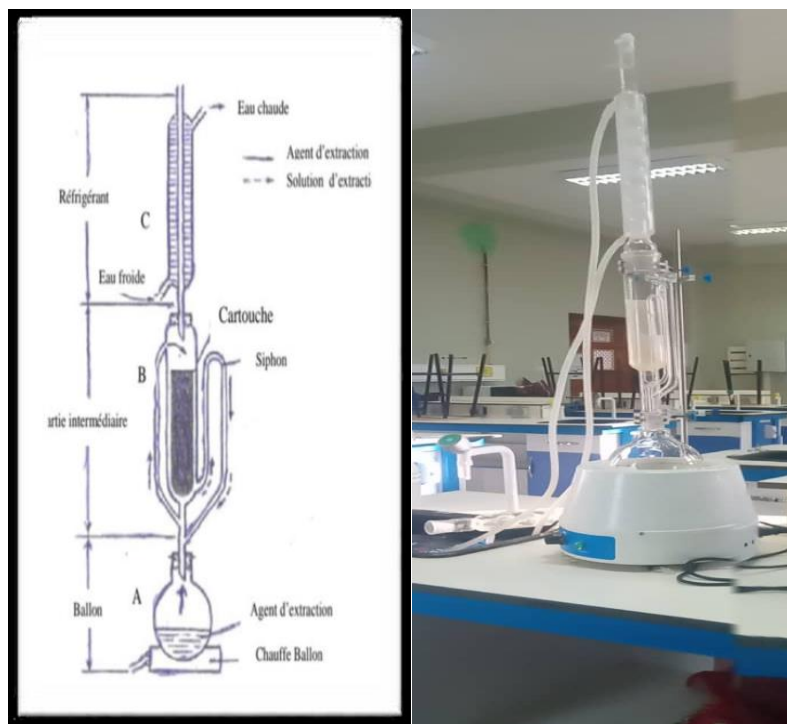


Figure 20: schéma d'un soxhlet. Figure 21 : Appareil de soxhlet  
(photo personnelle, 2022)

Après l'extraction, on récupère l'huile extraite mélangée au solvant. La séparation se fait à l'aide d'un appareil appelé « Rota vapeur » .

### L'évaporation rotative

L'évaporation rotative utilise une technique rapide et efficace de séparation , c'est un appareil basé sur la distillation simple sous vide , qui permet d'éliminer rapidement de grandes quantités de solvant , bien que partiellement , appelé souvent " rotavapor " . L'évaporateur rotatif utilisé lors de l'expérimentation est de type Buchi R - 210 ,

### Le principe de l'évaporateur rotatif

Le mélange de solvant et de soluté est placé dans le ballon droit, celui - ci est plongé dans un bain - marie. Il est incliné et animé d'un mouvement de rotation de manière à créer un film de liquide et ainsi accroître la surface d'évaporation du solvant . La pression à l'intérieur du montage est abaissée au moyen d'une trompe à eau ce qui augmente la vitesse d'évaporation . Après condensation dans le réfrigérant , le solvant est récupéré dans le ballon de gauche ( Ould Amar , 2013 )

Nos échantillons d'huiles sont stockés dans des flacons en verre fumé et conservés dans le réfrigérateur à 4°C et à l'abri de la lumière afin d'éviter toute oxydation lors de l'analyse. A la fin de cette opération on pèse le ballon avec l'huile pour le calcul du rendement.



Figure 22 : Rota vapeur (Photo personnelle. 2022).

### 3.3.Détermination de la teneur en matière grasse

#### Méthode de Soxhlet(NF EN ISO 734-1, 2000)

##### - Principe

Les corps gras sont des substances organiques qui peuvent être extraites à partir des fruits et végétaux par des solvants organiques apolaires au moyen de l'appareil *Soxhlet*.

##### - Mode opératoire

La matière grasse contenue dans les graines est extraite à partir de 50g de poudre en utilisant la méthode de Soxhlet ; le solvant utilisé est l'hexane. Après la distillation le pourcentage des lipides est exprimé en poids de la matière sèche :

- Nous pesions 50 g de graine broyée ;
- On met la poudre dans la cartouche de papier filtre ;
- Placer la cartouche avec la prise d'essai à l'intérieur de l'appareil Soxhlet ;
- Nous avons ajouté 300 ml de solvant d'hexane dans le ballon ;
- Nous avons chauffé le ballon à un moment pour chaque extraction jusqu'à l'épuisement de la matière grasse dans l'échantillon;
- Nous avons refroidi le ballon au dessiccateur pendant 30 mn ;
- Ensuite, vaporiser le solvant par l'appareil rota vapeur ;
- Nous Séché le résidu d'hexane dans l'échantillon dans une étuve à 40°C jusqu'à ce qu'il s'évapore avec le couvercle ouvert et qu'une huile limpide soit obtenue ;



Figure 23: Etapes d'extraction de l'huile (exemple applique) travail par Soxhlet

- Expression des résultats

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

$$\text{Rdt} = (m/m_0)100$$

m: Masse en grammes de l'huile évaporée.

m<sub>0</sub> :Masse en grammes de la prise d'essai (graines broyées).

#### 4. Analyses physico-chimiques :

##### 4.1. Analyses physiques :

##### 4.1.1.Indice de réfraction:

L'indice de réfraction des huiles varie en fonction de leur insaturation. Le mesurage est normalisé par la méthode ISO 6320 /2017(Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination de l'indice de réfraction). Il est réalisé à 200C pour les huiles fluides et à 400C pour les graisses. L'indice de réfraction est mesuré à l'aide de réfractomètres (figure 3), type Abbe, thermostatés. Il est lié à la température (0,00035 par degré au voisinage de 200C) Chaque huile a un indice de réfraction spécifique mesuré à une certaine température, ce qui permet de les différencier. ISO 6320 /2017

##### • Principe

A l'aide d'un réfractomètre, on mesure directement l'angle de réfraction que l'on observe à la limite de réfraction totale ; l'huile étant maintenue dans des conditions d'iso tropisme et de transparence.

- **Mode opératoire**

- Nettoyer la lame du réfractomètre avec du papier Joseph.
- Etalonner l'appareil avec l'eau distillée dont l'indice de réfraction est égale à 1.33 à 20°C.
- Déposer quelques gouttes d'huile sur la lame à l'aide d'une pipette pasteur -Régler le cercle de chambre sombre et claire dans la moitié et effectuer la lecture des résultats en tenant compte de la température.



Figure 24: Refractomètre (Photo pers.2022)

- **Méthode de calcul :**

L'indice de réfraction est calculé comme suit : (WOLFF, 1968).

$$n^20_d = n^t_d + 0,00035(t-20)$$

$n^20_d$ : Indice de réfraction à la température 20°C.

$n^t_d$ : Valeur de lecture à la température t à laquelle à été effectuée la détermination.

t : Température à laquelle a été effectuée la lecture.

#### 4.2.Analyses chimiques :

##### 4.2.1.Indice de saponification :

Cet indice est déterminé suivant la norme NF ISO 3657 (Corps gras d'origines animale et végétale – Détermination de l'indice de saponification).

Il est nécessaire d'opérer :

- en phase homogène ;

– à température élevée en présence d'un excès d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium. Cet excès est ensuite dosé en retour, ce qui permet de déterminer la quantité d'hydroxyde de potassium consommée. L'indice de saponification rend compte de la longueur des chaînes hydrocarbonées des acides gras. Indice de saponification : 188 à 196 (Véronique OLLIVIER, et al. 2015 ).

- **Définition**

L'indice de saponification consiste à déterminer le nombre de milligrammes de potasse nécessaires pour saponifier les acides gras contenus dans un gramme de matière grasse. (LION, 1955).

- **Principe**

Il s'agit de traiter l'ester par de la potasse suffisamment concentrée et chaude en présence d'un indicateur coloré ; ce qui régénère suivant une réaction totale de l'alcool et le sel de potassium de l'acide en donnant naissance à l'ester.

- **Mode opératoire**

-Peser 1 gramme d'huile dans un ballon puis ajouter 25 ml de KOH à 0.5N. Le tout est mis dans un chauffe ballon muni d'un réfrigérant.

-Maintenir l'ébullition pendant 45 à 60 minutes.

-Après refroidissement, ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine à 2%.

-Titrer par une solution d'acide chlorhydrique (HCl à 0.5N) jusqu'à la disparition de la couleur rose et la réapparition de la couleur initiale du mélange.

-Noter le volume de HCl utilisé.

-Faire un essai à blanc dans les mêmes conditions opératoires.

- **Matériels et réactifs**

Le tableau suivant présente les matériels et les réactifs relatifs à l'indice de saponification :

Tableau 17: Matériels et réactifs relatifs à l'indice de saponification.

Matériel	Réactif
- Balance analytique	- Potasse alcoolique de concentration
- Fiole de bouchon	KOH 0,5 mol/l
- Burette	- Acide chlorhydrique HCL de
- Pipette jaugée	concentration 0,5 mol/l
	- Phénolphtaléine

- **Méthode de calcul :**

L'indice de saponification est calculé selon la formule : (WOLFF, 1968).

$$IS = ((V_0 - V) / P) * N * 56,1$$

où :

$V_0$ : Volume en ml de HCl utilisé pour l'essai à blanc.

V : Volume en ml de HCl utilisé pour l'échantillon à analyser.

P : Prise d'essai en grammes.

N : Normalité de la solution d'HCl.

56.1 : Masse molaire exprimée (g/mole) d'hydroxyde de potassium.

#### 4.2.2. Indiced'acide

- **Définition**

L'indice d'acide consiste à déterminer le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour la neutralisation des acides libres contenus dans 1 gramme de corps gras. (LION, 1955).

- **Principe :**

Le principe repose sur la neutralisation des acides libres à l'aide d'une solution alcoolique d'hydroxyde de potassium titrée en présence de phénolphtaléine qui se caractérise par le virage

de la couleur rose vers transparente.

- **Mode opératoire :**

-Peser dans un erlenmeyer 1 gramme d'huile ;

-Ajouter 75 ml d'éthanol à 95° et quelques gouttes d'indicateur coloré (phénolphtaléine à 1%)

-Titrer en agitant avec une solution d'hydroxyde de potassium à 0.1N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante ;

-A la fin du titrage, noter le volume de solution éthanolique de KOH ajouté.

- **Matériels et réactifsutilisés**

Le tableau suivant présente les matériels et les réactifs relatifs à l'indice d'acide :

Tableau18 : Matériels et réactifs relatifs à l'indice d'acide.

Matériel	Réactif
- Balance analytique	- L'eau distillée
- Erlenmeyer	- Solution d'éthanol

- Pipettes	- Solution de phénophtaléine à 1%
- Burette	- Solution d'hydroxyde de potassium

- Expression des résultats :

L'indice d'acide est calculé selon la formule (WOLFF, 1968)

$$IA = ((56,1 * V * N) / P) \text{ mg de KOH/g d'huile}$$

où :

56.1 : Masse molaire, exprimée en g/mole, d'hydroxyde de potassium.

V : Volume en ml d'hydroxyde de potassium (0.1N) nécessaire au titrage.

N : Normalité de la solution de potassium (0.1N).

P : Masse (g) de la prise d'essai.

### 5. La composition en acides gras de l'huile par CPG/FID

Notre échantillon d'huile végétale a été analysé par chromatographie en phase gazeuse (CPG/FID). Cette technique est très utilisée dans l'analyse qualitative et quantitative des huiles.

#### 5.1.L'objectif de la dérivation « La méthylation » :

En chromatographie en phase gazeuse particulièrement, il est souvent avantageux de dériver les groupements fonctionnels polaires (généralement des atomes d'hydrogène actifs) avec des réactifs appropriés. Il s'agit de synthétiser un dérivé unique de façon quantitative, rapide et reproductible. Le but de cette transformation est l'augmentation de la volatilité, une plus grande stabilité thermique ou l'abaissement de la limite de détection par l'amélioration de la symétrie des pics. L'introduction d'atomes halogènes par dérivation permet une détection spécifique de très haute sensibilité. L'ordre d'éluion et la fragmentation dans le cas de la détection par spectroscopie de masse peuvent être également influencés par une dérivation ciblée. La méthylation la plus couramment utilisée en chromatographie en phase gazeuse est la substitution des atomes d'hydrogène actifs par un groupement méthyle .

- **Principe**

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est une technique de séparation des substances chimiques qui repose sur des différences de comportement de séparation entre une phase mobile courante et une phase stationnaire pour séparer les composants d'un mélange. Si les conditions d'équilibre thermodynamique sont remplies de façon idéale, les molécules du soluté se dispersent de façon gaussienne et leur distribution à la sortie de la colonne peut être

figurée par une courbe de Gauss, qui est un pic spécifique à chaque élément à analyser du fait de temps de rétention spécifique dans la colonne en fonction de leur affinité pour celle-ci. Cette méthode permet donc l'analyse de la composition des lipides en acides gras et permet la détermination exacte de la composition des lipides par comparaison avec des standards.

- **Mode opératoire :**

- ✓ **Préparation des esters méthyliques :**

1- Dans ce processus, nous utilisons (montage à reflux); desséchez l'huile à examiner avant la méthylation

2- pesez 1 g d'huile dans un ballon à fond rond et à col rodé de 25 ml mené d'un réfrigérant à reflux et d'une étuve à gaz.

3- Ajouter 10 ml de méthanol et 0.2 ml d'une solution KOH dans du méthanol.

4 - Fixez le réfrigérant agitez et chauffez à ébullition pendant trois heures

5- Refroidissez le ballon sous l'eau courant et transvasez dans une ampoule à décantation

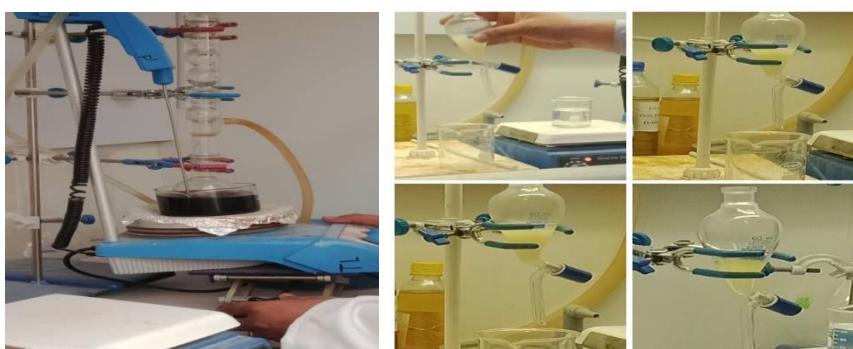
6- Le ballon est lavé avec 5 ml d'hexane et versé dans l'ampoule à décanter, et ce processus est répété à nouveau avec la même quantité d'hexane et versé dans l'ampoule à décanter

7- Laisser décanter le mélange jusqu'à l'apparition de deux phases complètement séparées (une phase aqueuse en bas et une phase organique en haut).

8- Ajoutez de l'eau distillée chaude à l'échantillon et laissez-le pendant un moment jusqu'à ce que deux phases séparées apparaissent.

9- Lavage de Re-échantillon avec de l'eau distillée plusieurs fois si chaud pour vous assurer que la disparition de toutes les impuretés et l'émergence de l'ester pur.

10- Rappelez ester dans un tube de verre avec addition d'un peu de poudre de sulfate de sodium pour assurer la présence d'eau dans l'échantillon.



Méthylation

Décantation

Figure 25 : Les étapes de méthylation et décantation des huiles (photos pers, 2022)

### 5.2.Analyse par la CPG/FID

- **Généralités**

La chromatographie est un procédé physico-chimique de séparation des constituants d'un mélange homogène liquide au gazeux, au même titre que la distillation, la cristallisation ou l'extraction fractionnée. Son principe de base peut être décrit comme suit (Figure 25) :

- Fixer dans une colonne, un solide finement divisé appelé phase stationnaire,
- Injecter en tête de colonne, une petite quantité de l'échantillon à séparer,
- Forcer cet échantillon à migrer à travers la colonne depuis son entrée vers sa sortie, au moyen de la phase mobile afin d'entraîner ses divers constituants. Si les composés présents migrent selon des vitesses différentes, ils pourront alors être recueillis séparément en sortie de colonne, chacun en solution dans la phase mobile. (NGUYEN VAN Cuong.2010)

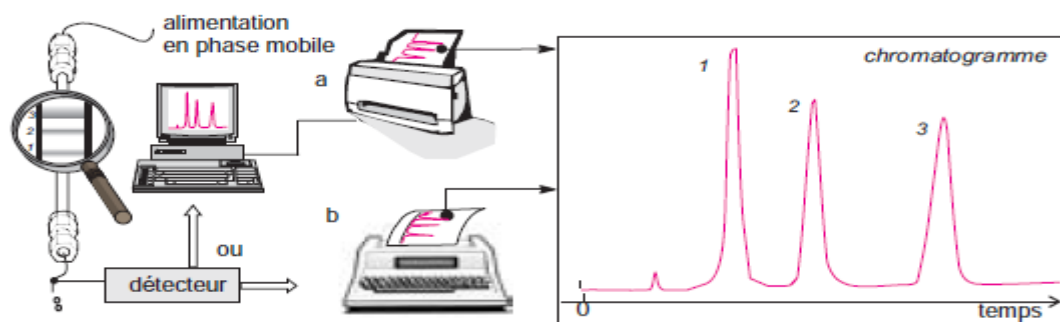


Figure 26: Principe de l'analyse par chromatographie (NGUYEN VAN Cuong.2010)

- **Chromatographie en phase gazeuse**

La chromatographie en phase gazeuse est une chromatographie de partage dans laquelle la phase mobile est un gaz. Cette technique chromatographique permet d'analyser différents types d'échantillons (solides, liquides ou gazeux) à la seule condition que la molécule visée puisse être mise sous forme gazeuse. Elle permet donc de séparer un mélange gazeux complexe par une succession continue d'équilibres entre phase mobile gazeuse et phase stationnaire. (NGUYEN VAN Cuong.2010)

L'analyse chromatographique a été réalisée sur un chromatographe en phase gazeuse (C.P.G./FID) qui est un appareil du type Shimadzu équipé d'une colonne capillaire DB-WAX, de longueur :30 m, et de diamètre interne de 0,32 mm ; l'épaisseur du film de la phase : 0,25µm..

- **Les conditions analytiques sont les suivantes :**

- Le gaz vecteur qui constitue la phase mobile est l'azote réglé à un débit de 0.59ml/mn ;

- La Programmation de la température été programmé comme suit : Initialement la température du four a température initiale est de 50 °C maintenue pendant 01 minute, augmenté de 25°C/min jusqu'a 200°C, puis l'augmentation de la température se fait graduellement à raison de 03°C/mn jusqu'à 230°C .
- l'injection est faite en mode « Splitle » ration « Splitle 50 » ;
- le volume injecté est de : 1µl ;
- les analyses ont été réalisées en mode FID
- l'identification des composés a été faite par comparaison des spectres de masse avec ceux contenus dans la librairie VTRS.
- Le pourcentage de chaque composé calculé par la méthode de normalisation interne.

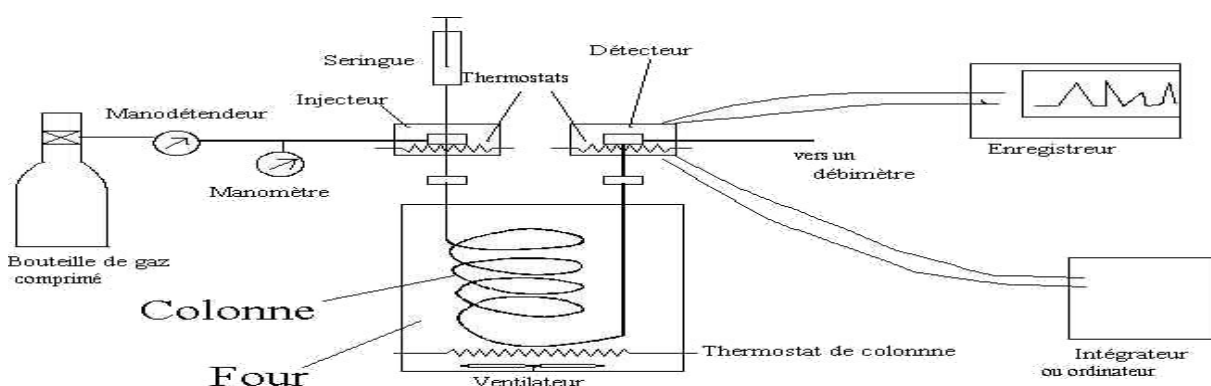


Figure 27 : Description d'un chromatographie en phase gazeuse (CPG)

# **Chapitre III:**

## **Résultats et Discussion**

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à l'analyse physico-chimique de l'huile (colza; tournesol; arachide; soja; carthame et chou cavalier) , ainsi qu'à leur caractérisation afin de comparer ces indicateurs spécifiques aux standards internationaux, et en même temps nous avons voulu d'identifier les différents acides gras présents dans nos échantillons.

### 1. Détermination de la teneur en matière grasse (huile) :

La teneur en huile dans les graines utilisée a été calculée sur la base d'un seul processus d'extraction. Les rendements, le temps pris et le nombre de cycles pour chaque type de graine dans le processus d'extraction sont regroupés dans le tableau suivant.

Tableau 19 : Rendement de l'huile par *soxhlet*(solvant utilise est l'Hexane)

Graines		Temps	Tour	Poids(gramme)	Rendement %
Carthame		1 heure	21	7,847	15,694
Soja	Jaune	1 heure 32	40	7,99	15,99
	Noire	1 heure 46	20	0,397	0,794
Colza	Import	2 heures 40	20	14,143	28,28
	Locale	1 heure 48	31	15,046	30,092
Tournesol	Blanc rayé	1 heure 40	31	7,937	15,87
	Noir	2 heures 40	36	13,35	26,70
	Noir grand	2 heures 30	33	2,976	7,44
Arachide	6 Mois	1 heure 40	30	19,672	39,34
	4 Mois	2 heures 29	18	18,511	37,022
	Géant	2 heures 44	21	22,598	45,19
Chou cavalier		2 heures	34	10,74	21,49

A travers les résultats présentés dans le tableau ci-dessus, nous avons choisi six échantillons d'huiles uniquement pour comparer leurs résultats et compléter l'étude sur celles-ci, et ces échantillons sont le colza local, l'arachide (géante), le soja, le carthame, le choux cavalier et le tournesol (noir) et la sélection ce faite pour deux raisons : en extraire les huiles des graines locales qui sont l'objectif de notre étude, et la deuxième raison est le pourcentage d'huile obtenu à partir de ces graines est supérieur au reste des autres échantillons.

D'après les résultats obtenus, on peut noter que l'extraction de l'huile par la méthode soxhlet a fourni les meilleurs résultats. Où les graines de carthame ont fourni un taux de rendement moyen d'environ 15,69 % par rapport à celui trouvé par (Abu-Pata), qui a révélé que le pourcentage d'huile dans les graines de carthame variait entre 25 et 40 %

Alors que ;

**les graines de soja jaune** ont donné de très bons résultats environ 15,99%, ce qui est un résultat très proche de celui trouvé par (Debruyne, 2001), qui a révélé que le grain de soja contient presque 20% en masse de l'huile.

**Les graines de colza** locales ont également fourni un résultat moyen d'environ 30,092 % par rapport à ce qui a été trouvé par (Cilisir et al. 2005), où ils ont révélé que les graines de colza contiennent 42 % de l'huile.

**Les graines de tournesol** noir moelleux ont donné un taux moyen d'environ 26,70%, ce qui est un résultat significatif, d'après ce qui a été révélé par (www.bebelgiun.be) que le pourcentage d'huile dans les graines de tournesol noir moelleux est d'environ 36 %.

**Les graines d'arachide géantes** ont fourni un très bon taux de rendement d'environ 45,19% ce qui est un résultat cohérent avec celui trouvé par (Davis et al. 2008) qui a révélé la teneur en huile des arachides extraites par soxhlet entre 40 et 50%

**Les graines de Choux cavalier** ont également donné un rendement moyen d'environ 21,49 (ce résultat ne peut être comparé et discuté avec d'autres études car il n'a pas été étudié auparavant). Ces types de graines tel que colza local, soja jaune, arachide, tournesol noir moelleux et carthame sont classer parmi les graines oléagineuses à un rendement élevé et on peut exploiter en agriculture.

## 2. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile:

L'huile obtenue est soumise à un examen physico-chimique afin de l'identifier leurs indices de qualité et leur pureté en comparaison à la norme officielle *Codex Alimentarius* (1983).

### 2.1. Caractéristiques physiques

Les résultats obtenus pour l'indice de réfraction de les huiles sont présentés dans le tableau.

Tableau 20 : Résultats des caractères physiques

Indice de réfraction	Huiles	Résultat	Normes	
		Chou cavalier	1,4746	STANDARD FOR NAMED VEGETABLE OILS CX S 210-1999
	Colza	1,4735	1,465-1,469	
	Tournesol	1,4747	1,461-1,468	
	Arachide	1,4721	1,460-1,465	
	Carthame	1,4773	1,467-1,470	
	Soja	1,4746	1,466-1,470	

L'indice de réfraction est considéré comme un critère de pureté de l'huile. Il varie en fonction de son instauration. La valeur obtenue comme indice de réfraction de l'huile (arachide; soja;

colza; carthame; tournesol) examinée est conforme aux normes établies par (Codex Alimentarius 1999). La valeur obtenue (1,4746) comme indice de réfraction de l'huile de chou cavalier ce résultat ne peut être comparé et discuté avec d'autres études car il n'a pas été étudié auparavant.

**2.2. Caractéristiques chimiques :**

Les résultats obtenus pour les caractères chimiques de l'huile végétale d'arachide, soja, carthame, tournesol et choux cavalier sont regroupés dans le tableau 21.

Tableau 21: Résultats indices chimiques de l'huile

Paramètre	Huiles	Résultat	Normes
Indice d'acide	Chou cavalier	6,171	4
	Colza	5,399	
	Tournesol	5,61	
	Arachide	5,049	
	Carthame	7,854	
	Soja jaune	6,732	
Indice de saponification	Chou cavalier	28,05	Indisponible
	Colza	30,855	168-181
	Tournesol	95,37	188-194
	Arachide	28,05	187-196
	Carthame	25,245	186-198
	Soja jaune	42,075	189-195

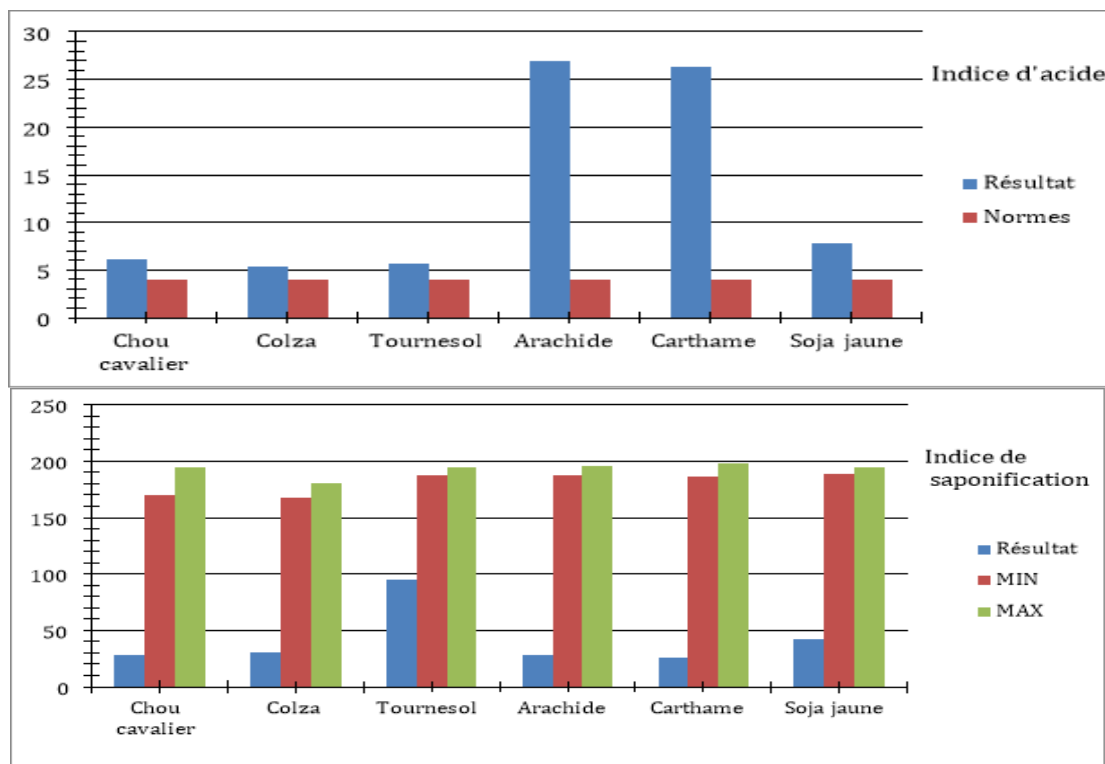


Figure 28: Résultats indices saponification et d'acide .

### 2.2.1. Indice d'acide (ISO 660 Deuxième édition 15-05-1996)

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. L'indice d'acide qui mesure la quantité d'acides gras libres résultant des réactions hydrolytiques des triglycérides est un critère de qualité permettant de rendre compte de l'état de conservation d'une huile ; une huile de bonne qualité doit présenter une acidité faible ou nulle.(FAO/OMS.1999).

Nous notons à travers les résultats présentés dans le tableau 21 que les valeurs de l'indice d'acide variaient entre (5,049\_7,854mg KOH/g), où les échantillons d'huile d'arachide avaient l'acidité la plus faible de 5,049 et cela converge avec les normes COREX STAND210\_1999, qui a révélé que l'indice d'acide de cette huile est de 4 mg de KOH/g. Quant au reste des autres huiles (soja, colza, carthame, tournesol) leur indice d'acide était élevé par rapport aux normes CODEX. et élevé en huile de carthame par rapport aux normes codex alimentaire qui fixé à la valeur de 4mg KOH/g. Cela est probablement dû à la mauvaise conservation des huiles et au mauvais stockage des graines.

### 2.2.2. L'indice de saponification

L'indice de saponification nous informe sur la longueur de la chaîne des acides constituant l'huile (LION,1955).

De plus, l'indice de saponification est inversement proportionnel au poids partiel des acides gras, ce qui signifie que l'indice de saponification des graisses contenant des acides gras à chaîne courte est supérieur à celui des graisses contenant des acides gras à longue chaîne, et donc cet indicateur est considéré comme une indication de la qualité des acides gras entrant dans la composition du corps gras (Dr. Ahmed Achour et al, 2006).

Dans le tableau 21, nous remarquons que les nombres de saponification des échantillons étudiés variaient de (25\_95,37 mg KoH/g MG ), où la valeur la plus élevée était pour l'huile de tournesol et la valeur la plus basse pour l'huile de carthame. L'indice de saponification de ces huiles n'est pas conforme aux normes CODEX STAN 210\_1999.

## 3. Détermination de la composition en acide gras

Les résultats obtenus de la chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme (CPG/FID) sont présentés dans les tableaux présentés dans ce chapitre.

**a. Arachide**

Le tableau suivant (tableau 22) obtenu lors de la détermination des acides gras de l'huile d'arachide, où nous avons obtenu les pourcentages suivants : Acide oléique (C18:1 ω-9) avec un pourcentage de 26,90 %, qui prévaut parmi les acides qui composent l'huile d'arachide, et c'est le principal représentant des acides gras monoinsaturés. L'acide linoléique saturé (C18:2 ω-6) à 26,88% et est inclus dans les acides gras polyinsaturés, tandis que les acides gras saturés sont apportés par acide stéarique (C18:0) à un taux de 4,71%, outre ces acides gras, on note également la présence d'acides gras différentes graisses avec différents pourcentages allant de 0,26% à 1,47% telles que :

(C6:0), (C8:0),(C10:0),(C11:0),(C12:0),(C13:0),( C14:0),(C23:0),( C18:3 n-6), (C18:3 n-3), (C20:4 n-6) et (C22:6).

La figure 27 affiche le chromatogramme obtenu par chromatographie en phase gazeuse d'un échantillon d'arachide, qui présente trois principaux pics temporels qui représentent les acides gras suivants : (C18 : 1) acide oléique, (C18 : 2) acide linoléique et (C18 : 0) acide stéarique.

Tableau 22: Principaux acides gras obtenus par CPG dans l'huile arachide

Acide gras	Concentration%	Dénomination
C6:0	0,60	Acide caproïque
C8:0	0,82	Acide caprylique
C10:0	0,71	Acide caprique
C11:0	1,47	Acide undécylique
C12:0	0,61	Acide laurique
C13:0	1,29	Acide tridécylique
C14:0	0,33	Acide myristique
C18:0	4,71	Acide stéarique
C18:1 ω-9	26,90	Acide oléique
C18:2 ω-6	26,88	Acide linoléique
C18:3 ω-6	0,26	Acide γ-linoléique
C18:3 ω-3	0,55	Acide α-linoléique
C20:4 ω-6	1,45	Acide arachidonique
C22:6	0,58	Acide docosahexaénoïque
C23:0	1,07	Acide tricosylique

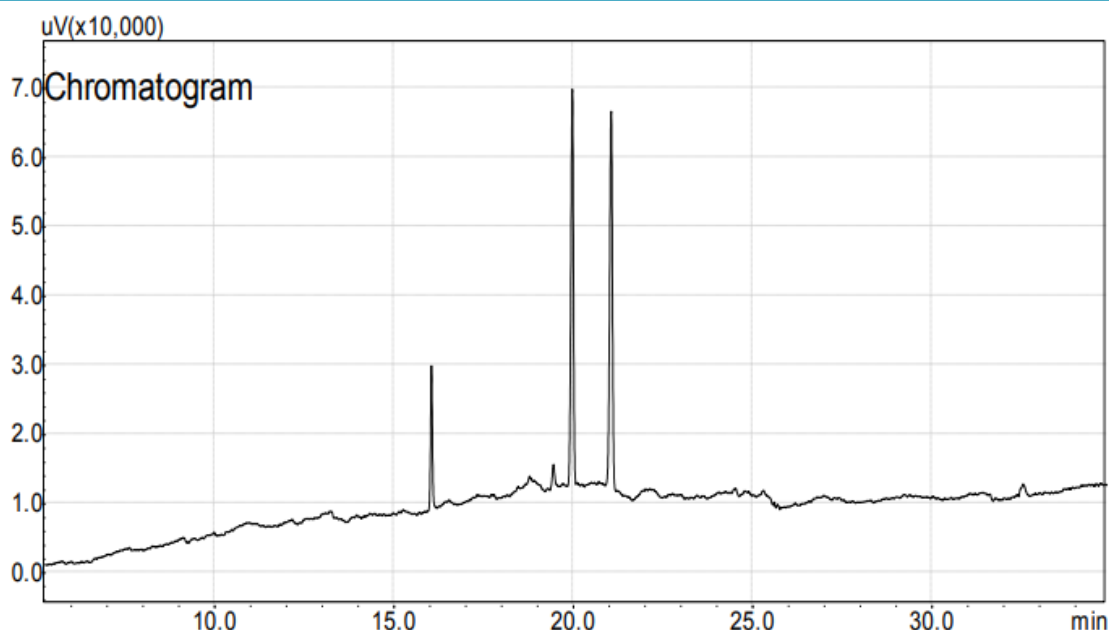


Figure 29: Chromatogramme de principaux composés chimiques (%) de l'huile végétale de graines d'arachides analysée par CPG/FID

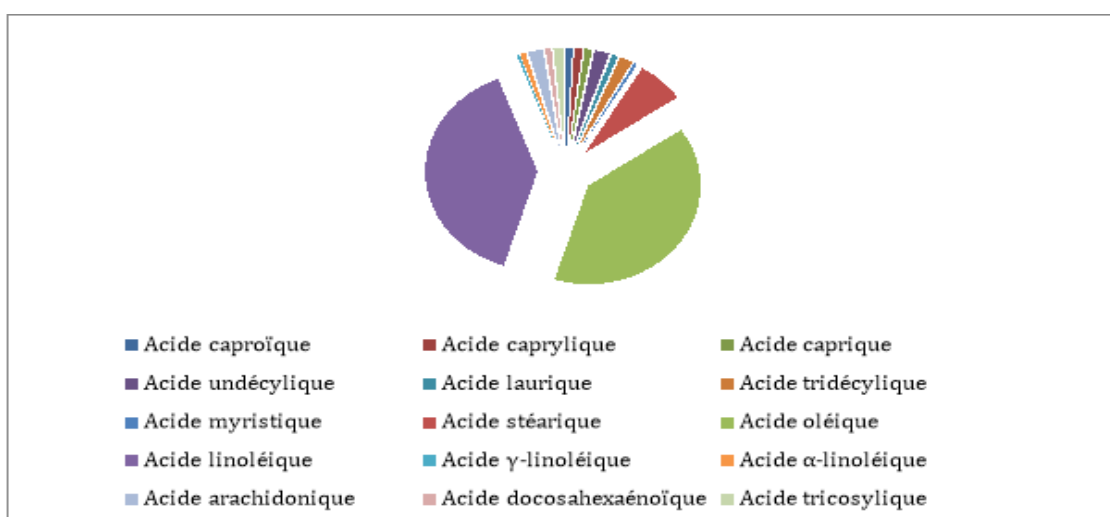


Figure 30: Concentration des acides gras dans l'huile d'arachide

Les résultats obtenus à partir des acides gras par CPG ont été classés comme suit:

- acides gras polyinsaturés (AGPI) avec un taux total de 29,74%
- acides gras monoinsaturés (AGMI) avec un taux total de 26,90%
- acides gras saturés (AGS) avec un taux total de 20,06 %

Dans l'étude des acides gras par chromatographie, elle nous a permis d'obtenir une concentration totale en acides gras de 76,71%, ce qui est similaire aux différentes études menées précédemment sur l'huile d'arachide.

Les résultats obtenus pour l'échantillon étudié montrent que la composition en acides gras de l'huile d'arachide analysée répondent aux normes fixées par *Codex Alimentarius 1999*.

Où l'on retrouve les pourcentages suivants représentant les acides gras : acide stéarique (C18:0) entre 1-4.5; acide oléique (C18:1) entre 35-80; acide linoléique (C18:2) entre 4-43 et le reste des acides gras sont en petits pourcentages et différents ou non détectables (Codex Alimentarius 1999).

**b. Soja**

Le tableau suivant (tableau 23) montre les pourcentages d'acides gras que nous avons obtenus à partir de la chromatographie en phase gazeuse de l'huile de soja, où l'acide linoléique (C18:2 ω-6) occupait le pourcentage le plus élevé avec 46,79%, et c'est le principal représentant des acides gras polyinsaturés suivi de l'acide oléique (C18:1 ω-9) avec 20% de la catégorie des acides gras monoinsaturés, en plus des acides gras polyinsaturés, on retrouve l'acide alpha-linoléique (C18:3 ω-3) avec un pourcentage de 5,59%, tandis que les acides gras saturés étaient apportés par l'acide palmitique (C16:0) à 12,67% et l'acide stéarique à 4,60 %.

On note également la présence de différents acides gras en faibles pourcentages entre 0,20% et 2,31%, tels que : (C14:0), (C14:1), (C18:3 N-3), (C20:0), ( C20:3 n).-6),(C21:0), (C20:4 N-6), (C23:0),(C24:1),(C20:5 N-3),(C24:0 ),(C22:6 ).

La figure 28 affiche un chromatogramme obtenu par chromatographie en phase gazeuse d'un échantillon de soja. Le chromatogramme d'un échantillon de soja a les cinq pics d'observation en direct suivantes : (C18:1) acide oléique, (C18:2) linoléique, (C18:0) acide stéarique , (C18 : 3) Acide α-linoléique (C16 : 0)Acide palmitique .

Tableau 23: Principaux acides gras obtenus par CPG dans l'huile soja

Acides gras	Concentration%	Dénomination
C14:0	2,31	Acide myristique
C14:1	1,74	Acide myristoléique
C16:0	12,67	Acide palmitique
C18:0	4,60	Acide stéarique
C18:1 ω-9	20	Acide oléique
C18:2 ω-6	46,79	Acide linoléique
C18:3 ω-6	0,27	Acide γ-linoléique
C18:3 ω-3	5,59	Acide α-linoléique
C20:0	1,21	Acide arachidique
C20:3 ω-6 + C21:0	1,46	Acide dihomog-γ-linolénique
C20:4 ω-6	0,27	Acide arachidonique
C23:0	1,28	Acide tricosylique
C24:1	0,45	Acide nervonique
C20:5 ω-3 + C24:0	0,62	Acide eicosapentaénoïque Acide lignocérique
C22:6	0,30	Acide docosaénoïque

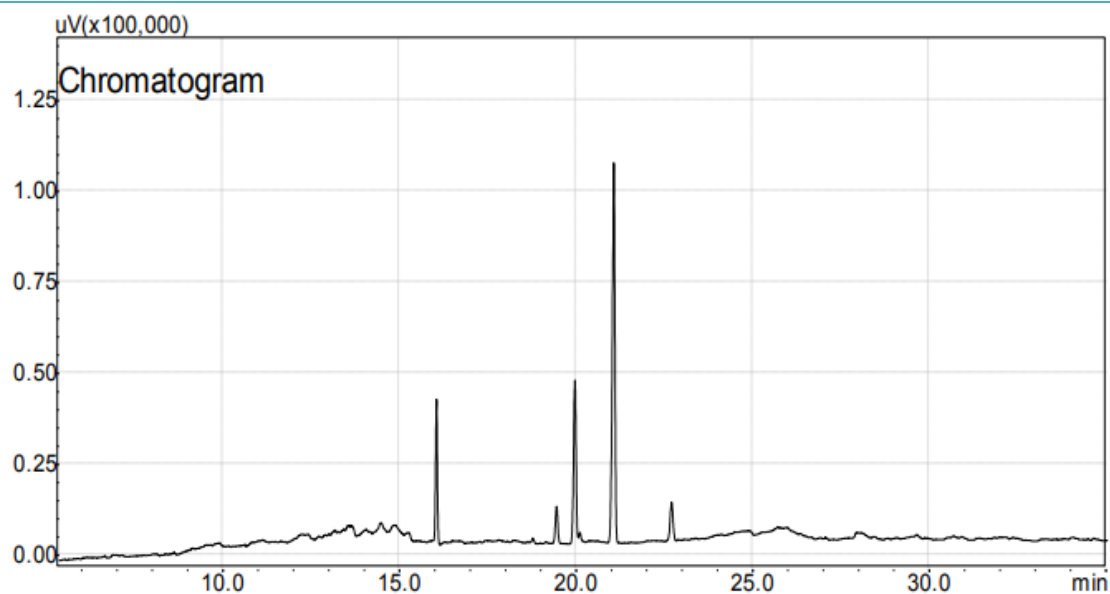


Figure 31: Chromatogramme des principaux composés chimiques (%) de l'huile végétale de graines de soja analysée par CPG/FID

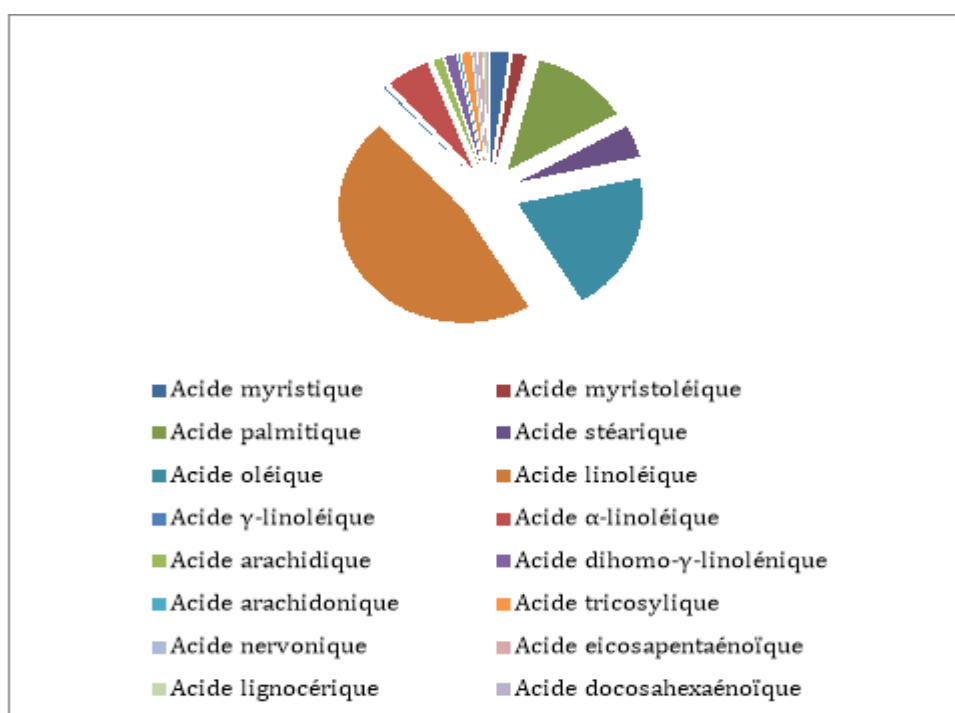


Figure 32 : Concentration des acides gras dans l'huile de soja

Les résultats obtenus à partir des acides gras par CPG ont été classés comme suit :

- acides gras polyinsaturés (AGPI) avec un taux total de 55,74%.
- acides gras monoinsaturés (AGMI) avec un taux total de 22,18%.
- acides gras saturés (AGS) avec un taux total de 22.06 %.

De l'étude des acides gras par chromatographie, elle nous a permis d'obtenir une concentration totale en acides gras de 99,98%, ce qui est similaire aux différentes études menées précédemment sur l'huile de soja.

Les résultats obtenus pour l'échantillon étudié montre que la composition en acides gras de l'huile de soja analysée répondent aux normes fixées par Codex STAN 210-1999.

Où l'on retrouve les pourcentages suivants représentant les acides gras: (C18:1) acide oléique entre 17-30, (C18:2) linoléique entre 48-59, (C18:0) acide stéarique entre 2-5,4 , (C18 : 3) Acide  $\alpha$ -linoléique entre 4,5-11 et (C16 : 0) Acide palmitique entre 8-13,5.

### c. Carthame

Le tableau suivant (tableau 24) montre les pourcentages de résultats de chromatographie en phase gazeuse pour l'huile de carthame, où l'acide linoléique (C18:2  $\omega$ -6) occupait le pourcentage le plus élevé d'acides gras 65,95%, et c'est le principal représentant des acides gras polyinsaturés, suivi par l'acide oléique (C18:1  $\omega$ -9) a un taux de 8,91%, qui appartient à la catégorie des acides gras monoinsaturés, et représentatif des acides gras saturés, on retrouve l'acide palmitique (C16:0) à un taux de 7,12%, dans en plus de cela, on retrouve plusieurs acides gras différents en petits pourcentages entre 1,17-3,19, dont : (C16:1), (C17:0) et (C18:3).

La figure 29 affiche le chromatogramme obtenu par chromatographie en phase gazeuse d'un échantillon de carthame, qui présente trois principaux pics temporels, qui représentent les acides gras suivants : (C18:2) linoléique, (C18:1) acide oléique et (C16:0) palmitique acide.

Tableau 24: Principaux acides gras obtenus par CPG dans l'huile carthame

Acides gras	Concentration%	Dénomination
C16:0	7,12	Acide palmitique
C16:1	2,78	Acide palmitoléique
C17:0	3,19	Acide margarique
C18:1 $\omega$ -9	8,91	Acide oléique
C18:2 $\omega$ -6	65,95	Acide linoléique
C18:3 $\omega$ -6	1,17	Acide $\gamma$ -linoléique

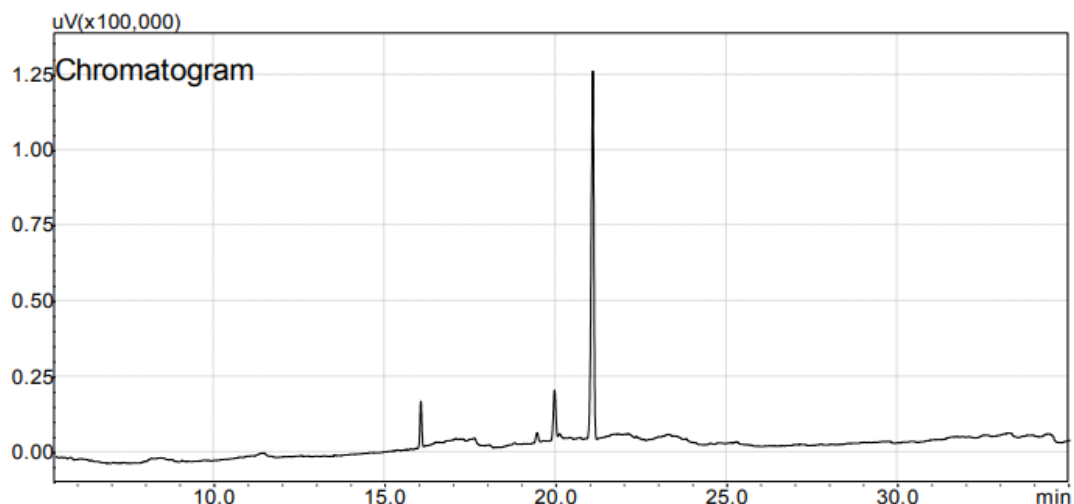


Figure 33: Chromatogramme de principaux composés chimiques (%) de l'huile végétale de graines de carthame analysée par CPG/FID

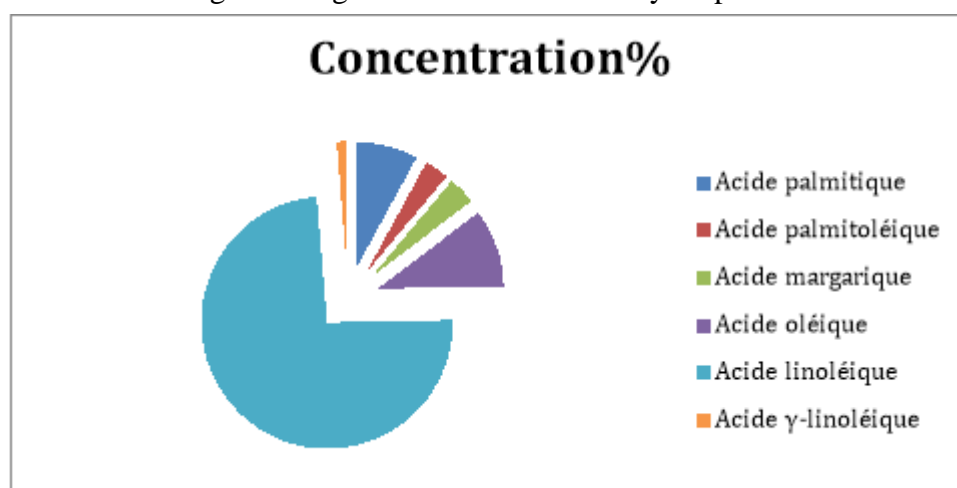


Figure34: Concentration des acides gras dans l'huile de carthame.

Les résultats obtenus à partir des acides gras par CPG ont été classés comme suit :

- acides gras polyinsaturés (AGPI) avec un taux total de 67,13%.
- acides gras mono insaturés (AGMI) avec un taux total de 11,70%.
- acides gras saturés (AGS) avec un taux total de 10,31 %.

De l'étude des acides gras par chromatographie, elle nous a permis d'obtenir une concentration totale en acides gras de 89,14%, ce qui est similaire aux différentes études menées précédemment sur l'huile de carthame.

Les résultats obtenus pour l'échantillon étudié montrent que la composition en acides gras de l'huile de carthame analysée répond aux normes fixées par *Codex STAN 210-1999*. Où l'on retrouve les pourcentages suivants représentant les acides gras: (C18:1) acide oléique entre 8,4-21,3, (C18:2) linoléique entre 67,8-83,2, et (C16 : 0) Acide palmitique entre 5,3-8.

**d. Colza**

Le tableau (tableau 25) suivant présente les pourcentages des résultats de chromatographie en phase gazeuse pour l'huile de colza, où l'on retrouve la majorité des acides gras monoinsaturés formés par l'acide oléique (C18 : 1 ω-9) a un taux de 64,17 %, suivi de l'acide linoléique

(C18 : 2 ω-6) a un taux de 19,45, représentatif des acides gras polyinsaturés avec l'acide γ-linoléique (C18 : 3 ω-6) à un taux de 9,88 %, et en termes d'acides gras saturés on retrouve l'acide palmitique (C16 : 0 ) à 6,50 %.

La figure 29 affiche le chromatogramme obtenu par chromatographie en phase gazeuse d'un échantillon de colza, qui présente quatre principaux pics temporels, qui représentent les acides gras suivants : (C18:1) acide oléique, (C18:2) linoléique, (C16:0) Acide palmitiqueet (C18:3) Acide γ-linoléique.

Tableau 25: Principaux acides gras obtenus par CPG dans l'huile colza

Acides gras	Concentration%	Dénomination
C16:0	6,50	Acide palmitique
C18:1 ω-9	64,17	Acide oléique
C18:2 ω-6	19,45	Acide linoléique
C18:3 ω-6	9,88	Acide γ-linoléique

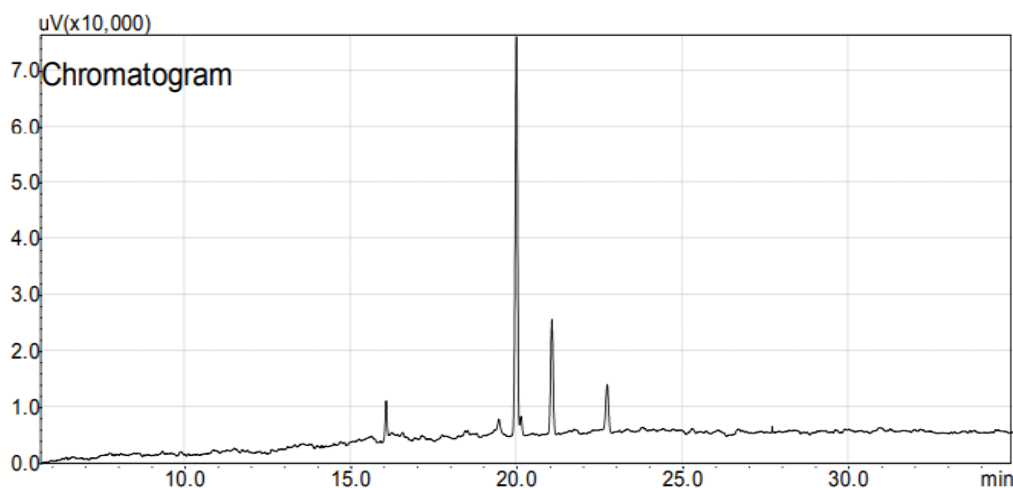


Figure 35: Chromatogramme de principaux composés chimiques (%) del'huile végétale de graines de colza analysée par CPG/FID

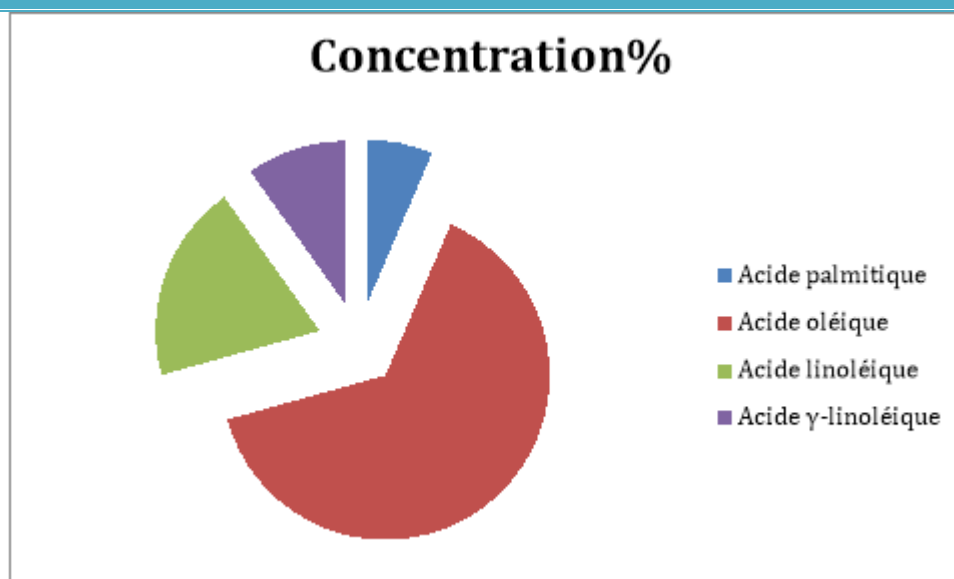


Figure36: Concentration des acides gras dans l'huile de colza.

Les résultats obtenus à partir des acides gras par CPG ont été classés comme suit :

- acides gras polyinsaturés (AGPI) avec un taux total de 29,33%.
- acides gras monoinsaturés (AGMI) avec un taux total de 64,16%.
- acides gras saturés (AGS) avec un taux total de 6,50 %.

L'étude des acides gras par chromatographie, elle nous a permis d'obtenir une concentration totale en acides gras de 99,99%, ce qui est similaire aux différentes études menées précédemment sur l'huile de carthame.

Les résultats obtenus pour l'échantillon étudié montrent que la composition en acides gras de l'huile de colza analysée répond aux normes fixées par *Codex STAN 210-1999*.

Où l'on retrouve les pourcentages suivants représentant les acides gras: (C18:1) acide oléique entre 8-60, (C18:2) linoléique entre 11-23 ,(C16 : 0) Acide palmitique entre 1,5-6 et (C183) Acide γ-linoléique 5-13.

#### e. Tournesol

Le tableau (tableau 26) suivant présente les pourcentages des résultats de chromatographie en phase gazeuse pour l'huile de tournesol, où l'on retrouve la majorité des acides gras monoinsaturés formés par l'acide oléique (C18:1 ω-9) a un taux de 47,54 %, suivi de l'acide linoléique (C18:2 n-6) a un taux de 30,26%, représentatif des acides gras polyinsaturés et en termes d'acides gras saturés on retrouve l'acide palmitique (C16:0) à 6,41%.

La figure 30 affiche le chromatogramme obtenu par chromatographie en phase gazeuse d'un échantillon de tournesol, qui présente quatre principaux pics temporels, qui

représentent les acides gras suivants : (C18:1) acide oléique, (C18:2) linoléique, (C16:0) Acide palmitique et (C18:0) Acide stéarique.

Tableau 26: Principaux acides gras obtenus par CPG dans l’huile tournesol

Acides gras	Concentration%	Dénomination
C16:0	6,41	Acide palmitique
C18:0	4,81	Acide stéarique
C18:1 ω-9	47,54	Acide oléique
C18:2 ω-6	30,26	Acide linoléique
C22:6	2,30	Acide docosahexaénoïque

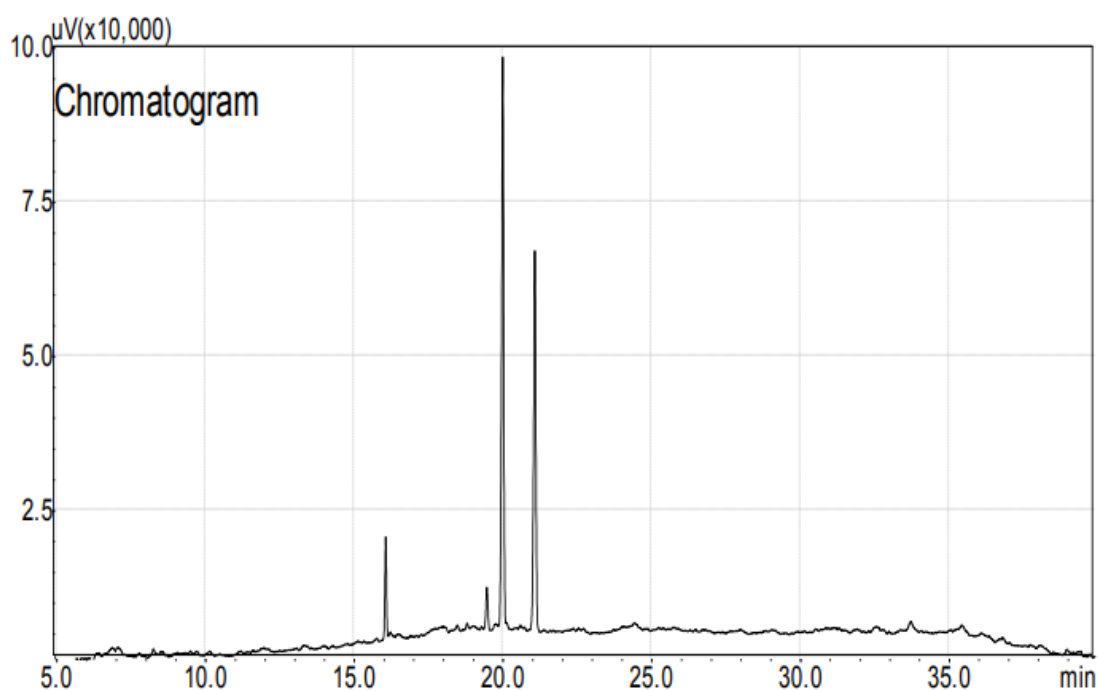


Figure 37: Chromatogramme de principaux composés chimiques (%) de l'huile végétale de graines de tournesol analysée par CPG/FID

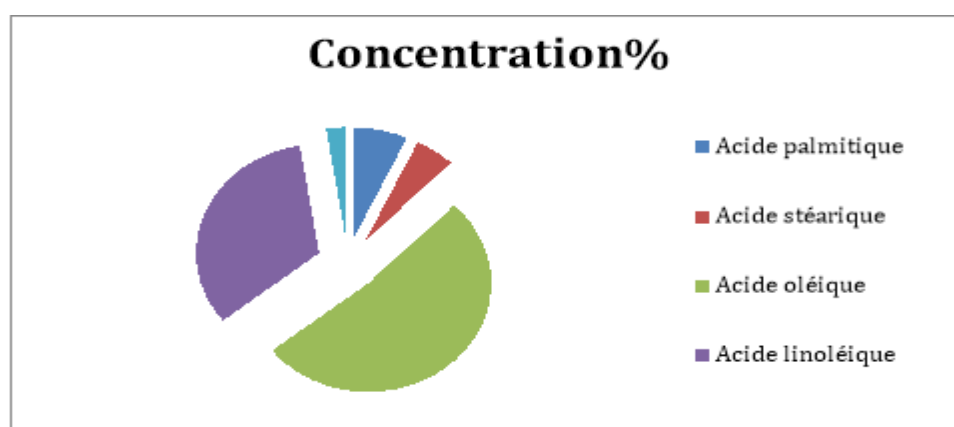


Figure 38: Concentration des acides gras dans l'huile de tournesol.

Les résultats obtenus à partir des acides gras par CPG ont été classés comme suit :

- acides gras polyinsaturés (AGPI) avec un taux total de 47,54%.
- acides gras monoinsaturés (AGMI) avec un taux total de 64,16%.
- acides gras saturés (AGS) avec un taux total de 11,23 %.

Dans cette étude des acides gras par chromatographie, elle nous a permis d'obtenir une concentration totale en acides gras de 80,10%, ce qui est similaire aux différentes études menées précédemment sur l'huile de tournesol.

Les résultats obtenus pour l'échantillon étudié montrent que la composition en acides gras de l'huile de tournesol analysée répond aux normes fixées par *Codex STAN 210-1999*.

Où l'on retrouve les pourcentages suivants représentant les acides gras : (C18:1) acide oléique entre 14-39,4, (C18:2) linoléique entre 48,3-74, (C16:0) Acide palmitique entre 5-7,6 et (C18:0) Acide stéarique

**Les oméga 3 et 6 : acides gras polyinsaturés (AGPI)**

Les oméga 3 et 6 sont des acides gras polyinsaturés indispensables à l'organisme. L'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) les définit comme des « acides gras rigoureusement requis pour la croissance normale et les fonctions physiologiques des cellules, mais non synthétisables par l'Homme ou l'animal ou synthétisés en quantité insuffisante par rapport au besoin. Ils doivent donc être apportés par l'alimentation. »

Leurs précurseurs sont l'acide linoléique pour les omégas 6 et l'acide  $\alpha$ -linoléique pour les Oméga 3. Ils proviennent uniquement de l'alimentation et notamment des huiles végétales.

**Les oméga 9 : acides gras mono-insaturés (AGMI)**

Le précurseur des oméga 9 est l'acide oléique. Les acides gras monoinsaturés sont très présents dans l'alimentation et sont synthétisés par l'organisme.

D'après les résultats, nous avons trouvé des concentrés dans les huiles suivantes:

Tableau 27: Comparaison entre les résultats d'Oméga 9 6 3 dans tous les échantillons

	Omega 3	Omega 6	Omega 9
Arachide	0,55%	26,88%	26,90%
Soja	5,59%	46,79%	20%
Carthame	/	65,95%	8,91%
Colza	/	29,33%	64,17%
Tournesol	/	30,26%	47,54%

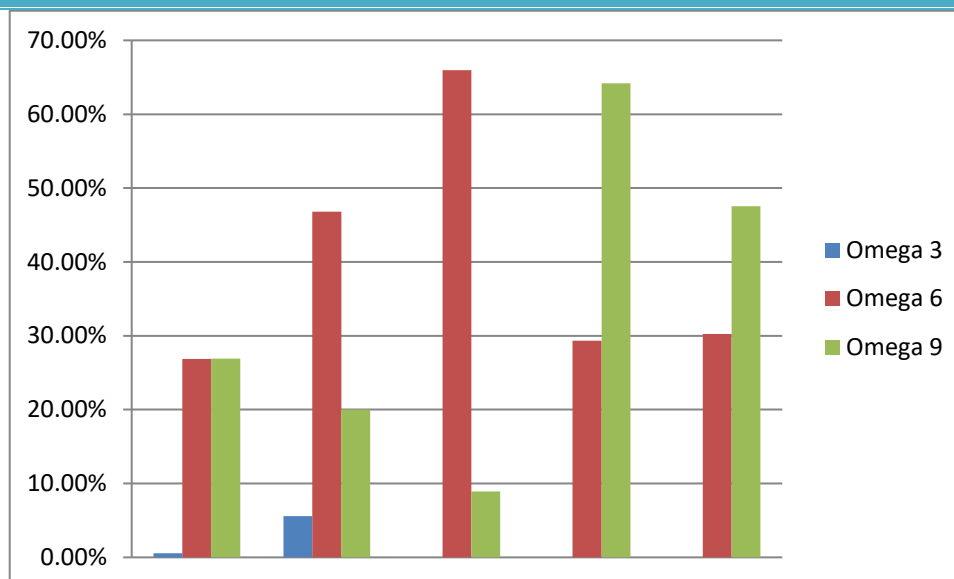


Figure 39 : Comparaison entre les résultats d'Oméga 9 6 3 dans tous les échantillons.

En comparant les résultats obtenus et en s'appuyant sur ce qui est préconisé dans le bilan nutritionnel, les huiles qui contiennent des pourcentages importants à élevés d'Oméga 3 et 6 sont les excellentes huiles.

Parmi les échantillons que nous avons étudiés, nous constatons que l'huile de soja, arachide, carthame, colza et tournesol plus riche en acide gras essentiel (oméga 6).

On retrouve l'arachide, le tournesol et colza, qui se distinguent par leur teneur en oméga 9 comparé à d'autres échantillons. Nous avons remarqué la présence d'oméga 3 dans un petit pourcentage dans soja. À cette étude, nous constatons que les échantillons étudiés et avec un intérêt pour la méthode de conservation des graines et de l'huile, et les graines sont nouvellement récoltées, ces types sont très riches en acides gras nécessaires au corps humain.

### Oméga 3 :

Contribue au fonctionnement normal du cerveau, ainsi qu'au maintien d'une vision normale.

D'autres études montrent que les omégas 3 aident à réduire l'hypertension artérielle tout en diminuant la quantité de triglycérides dans le sang.

Permettre de booster la santé mentale et de réduire les risques de dépression et de démence.

### Oméga 6 :

Tout comme pour les omégas 3, les scientifiques ont largement étudié les oméga 6. C'est en particulier pour l'action de l'oméga 6 sur le **cerveau** et le **système nerveux** qu'on l'utilise. En gardant une bonne balance oméga3 – oméga6, vous pouvez aussi réduire les risques de cholestérolémie élevée. Par ailleurs, un excès d'oméga 6 peut même nuire à l'absorption de l'oméga 3 et en réduire les bienfaits.

**Oméga 9 :**

On retrouve l'oméga 9 dans notre alimentation assez facilement. Et c'est tant mieux ! Car lui aussi possède des propriétés intéressantes pour la santé, en particulier pour prévenir le risque de maladies cardiovasculaires. En diminuant le "**mauvais cholestérol**" (LDL) dans le sang, l'oméga 9 permet de rééquilibrer la balance cholestérolémique et donc de prendre soin de vos **artères**. Cela est particulièrement vrai pour l'huile d'olive, qui a été largement étudiée par la communauté scientifique.

# **Conclusion et Perspective**

## Conclusion et perspective

L'objectif de ce travail consiste à déterminer principalement les caractères physicochimiques et la composition en acides gras des huiles de graines (locales) tel que : arachide, soja, colza, tournesol, carthame et chaux cavalier de la région d'El Oued. En premier lieu, dans méthode de soxhlet en utilisant l'hexane comme solvant. Ces graines donnent un rendement très important d'environ (arachide : 45,19 / soja : 15,99 / colza : 30,09 / carthame : 15,69 / chaux cavalier : 21,49 / tournesol 26,79) en huile, ce qui confère ces grains d'être efficaces comme une source potentielle d'huile.

Les analyses des indices de qualités physicochimiques (indice de réfraction, indice acide et indice de saponification) de les huiles examinées, les résultats montrent que certaines d'entre elles sont conformes aux normes Codex pour les huiles. ‘‘CODEX STAN 210-1999 ‘‘ La différence des indicateurs de qualité des huiles végétales étudiées par rapport aux normes du *Codex Alimentarius* peut s'expliquer par une mauvaise conservation ou une mauvaise qualité des graines.

L'analyse de la composition chimique de ces huiles extraient par chromatographie en phase gazeuse (CPG-FID) a révélé la présence de différents types d'acides gras : elle est riche en acides gras polyinsaturés (AGPI) (C18 :2/ C18 :3/ C20:5/ C20:4/ C22:6/C20:3) du pourcentage total entre 29,74 et 67,13et des acides gras monoinsaturés AGMI (C18 :1/ C20 :1/ C16 :1/ C24:1) au total entre 11,69% et 64,16%

Aussi on note la présence des acides gras saturés (C16 :0/ C20 :0/ C23 :0/ C24 :0 C18 :0/C14:0/C17:0) du pourcentage total entre 6,50% et 22,06%.

Donc, les résultats obtenus de cette étude menée sur la caractérisation physicochimique et la composition en acides gras graines (arachide; soja; colza; tournesol; carthame et choux cavalier) de la wilaya d'El Oued , on peut déduire que l'huile végétale de ces graines, ce sont des huiles de grande qualité en termes d'indicateurs physicochimiques (indépendamment de l'indice d'acidité légèrement élevé dû à une mauvaise conservation des graines), ainsi que de leur richesse en acides gras essentiels indispensables pour nos régimes alimentaires tel que l'acide gras acide linoléique C18 :2 Omega-6 et l'Omega -3 constituent un pont nutritionnel dans le maintien du taux de cholestérol et réduire les risques de troubles cardiovasculaires . Pour ceci, nous devons conserver des bonnes proportions alimentaires afin de parvenir à un ratio équilibre de 4 à 6 % entre Omega-6 et Omega-3.

A la fin de ce travail, , nous souhaitons que cette étude puisse contribuer à attirer l'attention des responsables de la santé comme les producteurs de l'industrie agro-alimentaire sur la capacité du notre pays de disposer d'une gamme des produits pouvant servir à la production

## **Conclusion et perspective**

---

d'huile et de définir des normes de fabrication, de conditionnement et de conservation de ces graines et huiles qui peuvent former une ressource économique vu le progrès réalisé dans l'agriculture de ce produit végétal au niveau national et en particulier au niveau de la wilaya d'El oued.

En perspective,

L'approfondissement des connaissances sur les huiles afin d'améliorer l'utilisation des produits végétaux dans l'industrie agroalimentaire, ainsi que la méthode de conservation des graines et des huiles.

D'effectuer d'autres analyses, telle que la composition des alcaloïdes et stérols, et déterminer ses composés poly-phénoliques afin de cerner l'effet thérapeutique vis-à-vis des maladies chroniques.

# **Références**

# **Bibliographie**

## Références bibliographie

---

1. **ACHOUR. H, 2012.**Thème: Etude comparative de la composition chimique des graines chez quelques variétés de carthame. Faculté des science agrovétérinaires et biologiques. Université Saad Dahlab Blida.
2. **ADRIAN. J et JACQUOT. R, 1968** :« Valeur alimentaire de l'arachide et de ses dérivés », Edition G.P.MAISONEUVE& LAROSE, Paris.
3. **AGUIEB. Z, MESSAI BELGACEM. M, 2015.** Thème: Valorisation des arachides (Arachishypogea L.) cultivées à la wilaya d'El-oued. Mémoire de master. Faculté des sciences de la nature et de la vie. Université d'El-oued.
4. **AH-LEUNG S., et al** ,December 2003 : Influence des procédés terminus sur l'allergénicité de l'arachide. Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique. Volume 43 (8): 486-491.
5. **ALBERT, C.M., J.M. GAZIANO, W.C. WILLETT, AND J.A. MANSON. 2002:** Nut consumption and decreased risk of sudden cardiac death in the Physicians' Health Study. Archives of Internal medicine 162: 1382.
6. **Albert. C.M. J.M. G. W.C. Willett AND J.A. Manson. 2002.**Nut consumption and decreased risk of sudden cardiac death in the Physicians' Health Study. Archives of Internalmedicine162: 1382.
7. Anonym. 2020. Huile de carthame raffinée. 3p.
8. Alain Bonjean, 1993.Le tournesol: Economie, origine, histoire, ecologie, selectio, edition de l'Environnement, 242p, p 89\_95.
9. **Anonyme. 2003.** Actes des travaux de l'atelier sur l'introduction et le développement des cultures oléagineuses en système de production diversifiés en Algérie, Edition l'LT.G.C. (PNDAR) Alger, p112.  
**Ángelos C.H., (1999).** Side lights on the Economy of Ancient Crete. From Minoan Farmers to Roman Traders
10. Anonyme.2020. Culture de soja.
11. **Ben Zouhra,A.2001.** Institut technique de grandes culture, statons expérimentale de Khemis-Miliana: le carthame. In, Ministère de l'agriculture janvier 2001.Forum sur les conditions de développement des cultures oléagineuses en Algérie ,pg: 13-17.
12. **BERRIM. H et BEN AMAR. R, 2013.**Thème: Misse en valeur des huiles de soja. Faculté des sciences et de la technologie et science de la matière. Université KASDI MERBAH Ouergla .

## Références bibliographie

---

13. **BERTOLI.C et LOLIGER.J, 2000:** « Les lipides », Edition Sciences et Techniques
14. **Boulard,B. 2001.** Plantes médicinales du monde: croyances et réalités ; Ed. Est EM, 660p.
15. **BOUZID. A et BOUHAMRI. O, 2019.** Thème: Extraction des huiles des graines Prunus Amygdales et carthames thinctorus et mise en évidence du pouvoir antibactérien. Faculté de science de la nature et de la vie. Université de Mostaganem. P: 2,3,16 et 17.
16. **BRIEND, A. 2001:** Highly Nutrient-Dense Spreads: A New Approach to Delivering Multiple Micronutrients to High-Risk Groups. British Journal of Nutrition 85: S175-S179.
17. **CODEX STAN 192-1995,NORME GÉNÉRALE POUR LES ADDITIFS ALIMENTAIRES**
18. **Cossut J. et al ,(2002).** Les corps gras : Entre tradition et modernité. DessQualimapa (Gestion de la Qualité Nutritionnelle et Marketing des Produits Alimentaires), Institut AgroAlimentaire de Lille Université des Sciences et Technologies de Lille, Institut d'Administration des Entreprises de Lille, pp 21-64.
19. **Cuvelier ME, Maillard MN. (2012).** Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage.19(2) :125-132 .
20. **Dajue, LI et Hans, Henning Mandel.1996.** Safflower ( carthamustinctorius L). International Plant Genetic Resource Institue, Rome, Italy, 83p.
21. **DEBBABIE A.H., SHAFCHAK S.D., 2008:** Production des produits du champ. Edition Dar el fekre El Arabie, Egypt. 594 p.
22. **Debruyne, I. 2001.** Soja: transformation et aspects industriels. Techniques de l'ingénieur. F6030. pp: 1-12.  
**Cetiom – Onidol, 2013.** Analyse multicritère de la production de soja dans 5 fermes contrastées du sud-ouest Enquêtes pratique culturelles du soja, terre inovia , 2013 et 2016.
23. **FAO, OMS, 1999 :** « Norme codex pour les huiles végétales portant un nom spécifique », Codex STAN 210-.
24. **Fonceka, D., 2010.Elargissement de la base génétique de l'arachide cultivée (Arachis).**
25. **Fonceka, D., 2010.Elargissement de la base génétique de l'arachide cultivée (Arachihypogaea) :** Applications pour la construction de populations, l'identification de QTL et l'amélioration de l'espèce cultivée. Thèse de doctorat. Montpellier Sup Agro108

## Références bibliographie

---

- p.
26. Fraser, G.E., 2000. **Nut consumption, lipids**, and risk of a coronary event. Asia Pacific.
  27. **Gass, H et Otagaki, K,K. 1954.** CalfiAgric, 8(5): 15. In FAO statistique.
  28. **Glycine Max L.** L'extraction d'huile de soja. Année 2000. P:1.
  29. **GUIEANT. J.L et al ,1995:** MONERET-VAUTRIN . Allergie l'arachide et a l'huile d'arachid. Rev. ft. Allergol., 35 (3), 312-319.
  30. **Halouane. S,2016.**Thème: Production de l'huile de soja et ces analyses physico-chimiques. Mémoire de master. Faculté de science exactes. Université de Bejaia .
  31. **HAMAILI. I et BOUDJABI. RA,2021.** Thème: Contrôle qualité de deux huiles alimentaires tournesol et soja au cours du raffinage au sien de l'industrie CEVITAL. Faculté des sciences de la nature et de la vie. Université Frères Mentouri Constantine1.
  32. Hubert; P., 2000. **(ING. D'Agronomie); Fiche technique d'agriculture spécial.**
  33. **Jaques. B, 2010.** Le soja. Bioslève. P:4,5
  34. **Jillian Kubala. MS. RD .2017 .**is peanut oil healthy ! the surprising truth. Updated on November,10
  35. **Kaddache, M. 1982:**L'Algérie médiévale, Ed . SNED, 41p.
  36. **Karleskind A., (1992).** Manuel des corps gras. Tec et Doc lavoisier, Paris.
  37. **Karleskind, A et al. 1992.** Manuel de corps gras, Tome 2. Ed. Technique et Documentation Lavoisier, Paris,789-1579p.
  38. **KAROUL. B, BASSI. CH, GROUN. A, 2021.**Thème: Evaluation de la qualité de l'huile d'arachide de la wilaya d'El-oued. Mémoire de master. Faculté des sciences de la nature et de la vie. Université d'El-oued.
  39. **Lamballais. H, 1989.** Les aliments. Ed. Maloine, p: 94-102.
  40. **Latha. TS et Prakash. V. 1984.** Studies on the protein from safflower seed (carthamustinctorius L).Protein Technologies Discipline, central food technological research inst. India Journal of Agriculture land. Chemistry, 32:6, 1412-1416p.
  41. **Lion,** Travaux pratiques de chimie organique. Ed. Dunod, Paris 1955.
  42. **Lion,** Travaux pratiques de chimie organique. Ed. Dunod, Paris 1955.
  43. **Nathalie Ballesteros, 2020.** Les bienfaits de l'oméga3 sur l'organisme.
  44. **NGUYEN VAN Cuong, 2010. Thèse de doctorate. Thème:**Maîtrise de l'aptitude technologique des oléagineux par modification structurelle ; applications aux opérations d'extraction et de transestérification in-situ. UNIVERSITE DE LA ROCHELLE.

## Références bibliographie

---

45. **Oyen et Umali., (2001).** Resource végétale de l'Afrique tropicale 14, oméga oléagineuses. Pp.55-55
46. Patrick R., 2008. **Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales .Coordonnateur .Brasilia .Cirad. 288p.**
47. **Platon. J.F,1988.** Raffinage de l'huile de soja, American Soya Bean Association U.S.A.
48. **Poisson. F et Nacre. L, 2003.** Corps gras alimentaires, aspects chimiques, biochimique et nutritionnels. In lipides et corps gras alimentaires. Ed. Tec et Doc, Lavoisiner.
49. **Pouzet. A.** Sources et monographies des principaux corps gras. In Manuel des corps gras. Ed. Tec et Doc Lavoisiner. Paris, 1992.P: 131-136.
50. Rakotoarimanana, S. R., 2010. **Contribution a l'amélioration de la comestibilité de l'huile d'arachide artisanale par raffinage. Mémoire d'Ingénieur en Génie Chimique. Université d'Antananarivo.110 p.**
51. **REVOREDO, C.L., AND S. FLETCHER. 2002:** World peanut market: an overview of the past 30 years. Georgia Agricultural Experiment Stations, College of Agricultural and Environmental Sciences, the University of Georgia.
52. **SCHILLING, R. 1996:**L'Arachide en Afrique tropicale. Collection: Le techniciend'agriculture tropicale. Editions : Maisonneuve et Larose. 171 p. pages 15-30 et 142-146.
53. Schilling, R., Cirad, C. A., 2001. **Arachide données agronomiques de base sur la culture arachidière. 8 (3):1-17.**
54. SMASSEL AHMED, 2012/2013. Mise en valeur des huiles de tournesol.
55. Sobhan Kumar Mukherjee, A.P. Jain, « Morphological diversity of pappus in the subfamily Asteroideae (Asteraceae) », Journal of Economic & Taxonomic Botany, vol. AdditionalSerie, no 19, 2001.
56. **STANDARD FOR NAMED VEGETABLE OILS, CXS 210-1999**
57. **UCCIANI. E,1995:** «Nouveau dictionnaire des huiles végétales: composition en acides
58. **Van Etten, C.H.et al. 1963.**J.Agric Ed chem. 11-137p . In FAO statistique.
59. Velimir Radić et al, « Sunflower 1000-seed weight as affected by year and genotype », Ratarstvoipovrtarstvo, vol. 50, no 1, 2013, p. 1-7
60. **Verginie Dubois et al. Janvier-février 2008.** Proposition de classement des sources végétales d'acides gras en fonction de leur profil nutritionnel, Oléagineux, corps gras Lipides. n°1, 15: 56-75p.

## Références bibliographie

61. **Wolff J.P; 1968** : Méthodes générales d'analyse ; dosage des produits d'oxydation. Ed.

### SITES D'INTERNET

62. Définition des graines oléagineux, 2022. Récupéré sur <https://ar.emsayazilim.com> .

63. Huile d'arachide raffinée, Juin 2013 .[www.interchimie. Fr.](http://www.interchimie.fr)

64. Huile de carthame raffinée, 2011. Récupéré sur [www. Interchimie. Fr.](http://www.interchimie.fr)

65. Huile de colza raffinée, 2016 . Récupéré sur [www. Interchimie. Fr.](http://www.interchimie.fr)

66. Huile de soja raffinée, 2010. Récupéré sur [www. Interchimie. Fr](http://www.interchimie.fr)

67. Huile de tournesol raffinée, 2009. Récupéré sur [www.Interchimie. Fr.](http://www.interchimie.fr)

68. [https://www.nutrimea.com/article/fr/oméga-3-6-9.](https://www.nutrimea.com/article/fr/oméga-3-6-9)

69. ISO 660:2020.iTeh STANDARD PREVIEW, (standards.iteh.ai) .

70. Oléagineux-EncyclopaediaUniversalis. Récupéré sur [https://www.universalis. Fr/encyclopédie/oléagineux/](https://www.universalis.fr/encyclopédie/oléagineux/) .

71. [www. Clicours. Com](http://www.clicours.com) .

72. [www.bebegiun.be](http://www.bebegiun.be) .

### المراجع العربية

1. أبو بطة وليد فؤاد. نبات العصفور - القرطم. مركز البحوث الزراعية.

2. بالعباسي س. نيتة. ك. موحّد إ. 2020-2021 . مقارنة خصائص ثمار ثلاثة أصناف لنبات الفول السوداني

Arachides hypogaeal L. المزروعة في منطقة الوادي. كلية علوم الطبيعة و الحياة . جامعة الوادي.

3. خضر . 1997م . المحاليل الزيتية في السودان . كلية الزراعة جامعة الخرطوم . السودان

4. د. احمد عاشور و آخرون. 2006 أساسيات كيمياء الأغذية. دار الكتاب الجديد المتحدة ص 390-391.

5. فرجاني م. بوكندي م. 2016-2017. مقارنة ثلاثة أصناف الفول السوداني في الإنتاجية و المحتوى الكيميائي و

النشاطية و الكيميائية و البيولوجية. كلية علوم الطبيعة و الحياة. جامعة الوادي.

6. مديرية الشؤون الزراعية ( . MAAR). 2001الفول السوداني - خدماته - زراعته - آفاته.

7. مديرية المصالح الفلاحية بمديرية الوادي DSA, 2020 الدليل الإحصائي بولاية الوادي.

## Références bibliographie

---

# **Annexes**

# Annexe

## Annexe 1:

Table 1: Fatty acid composition of vegetable oils as determined by gas liquid chromatography from authentic samples<sup>1,2</sup> (expressed as percentage of total fatty acids) (see Section 3.1 of the Standard) (continued)

Fatty acid	Palm stearin <sup>3</sup>	Palm superolein <sup>3</sup>	Pistachio oil	Rapeseed oil	Rapeseed oil (low erucic acid)	Rice bran oil	Safflower-seed oil	Safflowerseed oil (high oleic acid)	Sesameseed oil	Soyabean oil	Sunflower-seed oil	Sunflower seed oil (high oleic acid)	Sunflower seed oil (mid-oleic acid)	Walnut oil
C6:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C8:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C10:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C12:0	0.1-0.5	0.1-0.5	ND	ND	ND	ND-0.2	ND	ND-0.2	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND	ND	ND
C14:0	1.0-2.0	0.5-1.5	ND-0.6	ND-0.2	ND-0.2	ND-1.0	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.1	ND-1	ND
C16:0	48.0-74.0	30.0-39.0	8.0-13.0	1.5-6.0	2.5-7.0	14-23	5.3-8.0	3.6-6.0	7.9-12.0	8.0-13.5	5.0-7.6	2.6-5.0	4.0-5.5	6.0-8.0
C18:1	ND-0.2	ND-0.5	ND-0.2	ND-3.0	ND-0.6	ND-0.5	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.3	ND-0.1	ND-0.05	ND-0.4
C17:0	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.3	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.05	ND-0.1
C17:1	ND-0.1	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.3	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.06	ND-0.1
C18:0	3.9-6.0	2.8-4.5	0.5-3.5	0.5-3.1	0.8-3.0	0.9-4.0	1.9-2.9	1.5-2.4	4.5-6.7	2.0-5.4	2.7-6.5	2.9-6.2	2.1-5.0	1.0-3.0
C18:1	15.5-38.0	43.0-49.5	50.0-70.0	8.0-60.0	51.0-70.0	38-48	8.4-21.3	70.0-83.7	34.4-46.5	17-30	14.0-39.4	75-90.7	43.1-71.8	14.0-23.0
C18:2	3.0-10.0	10.5-15.0	8.0-34.0	11.0-23.0	15.0-30.0	21-42	67.8-83.2	9.0-19.9	36.9-47.9	48.0-59.0	48.3-74.0	2.1-17	18.7-45.3	54.0-65.0
C18:3	ND-0.5	0.2-1.0	0.1-1.0	5.0-13.0	5.0-14.0	0.1-2.9	ND-0.1	ND-1.2	0.2-1.0	4.5-11.0	ND-0.3	ND-0.3	ND-0.5	9.0-15.4
C20:0	ND-1.0	ND-0.4	ND-0.3	ND-3.0	0.2-1.2	ND-0.9	0.2-0.4	0.3-0.6	0.3-0.7	0.1-0.6	0.1-0.5	0.2-0.5	0.2-0.4	ND-0.3
C20:1	ND-0.4	ND-0.2	ND-0.6	3.0-15.0	0.1-4.3	ND-0.8	0.1-0.3	0.1-0.5	ND-0.3	ND-0.5	ND-0.3	0.1-0.5	0.2-0.3	ND-0.3
C20:2	ND	ND	ND	ND-1.0	ND-0.1	ND	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND	ND	ND
C22:0	ND-0.2	ND-0.2	ND	ND-2.0	ND-0.6	ND-1.0	ND-1.0	ND-0.4	NN-1.1	ND-0.7	0.3-1.5	0.5-1.6	0.6-1.1	ND-0.2
C22:1	ND	ND	ND	> 2.0-80.0	ND-2.0	ND	ND-1.8	ND-0.3	ND	ND-0.3	ND-0.3	ND-0.3	ND	ND
C22:2	ND	ND	ND	ND-2.0	ND-0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND-0.3	ND	ND-0.09	ND
C24:0	ND	ND	ND	ND-2.0	ND-0.3	ND-0.9	ND-0.2	ND-0.3	ND-0.3	ND-0.5	ND-0.5	ND-0.5	0.3-0.4	ND
C24:1	ND	ND	ND	ND-3.0	ND-0.4	ND	ND-0.2	ND-0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND - non detectable, defined as  $\leq 0.05\%$

<sup>1</sup> Data taken from species as listed in Section 2.

<sup>2</sup> The fatty acid values in this table apply to the vegetable oils described in Section 2.1 presented in a state for human consumption. However, in order to provide clarity in trade of crude oils, the values of the table may also be applied for the corresponding crude forms of the vegetable oils described in Section 2.1.

<sup>3</sup> Fractionated product from palm oil.

CXS 210-1999

5

Table 1: Fatty acid composition of vegetable oils as determined by gas liquid chromatography from authentic samples<sup>1,2</sup> (expressed as percentage of total fatty acids) (see Section 3.1 of the Standard)

Fatty acid	Arachis oil	Almond oil	Babassu oil	Coconut oil	Cotton-seed oil	Flaxseed / linseed oil	Grape-seed oil	Hazelnut oil	Maize oil	Mustard-seed oil	Palm oil	Palm oil with a higher oleic acid	Palm kernel oil	Palm olein <sup>3</sup>	Palm kernel olein <sup>3</sup>	Palm kernel stearin <sup>3</sup>
C6:0	ND	ND	ND	ND-0.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND-0.8	ND	ND-0.7	ND-0.2
C8:0	ND	ND	2.6-7.3	4.6-10.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.4-6.2	ND	2.9-6.3	1.3-3.0
C10:0	ND	ND	1.2-7.6	5.0-8.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.6-5.0	ND	2.7-4.5	2.4-3.3
C12:0	ND-0.1	ND	40.0-55.0	45.1-53.2	ND-0.2	ND-0.3	ND	ND	ND-0.3	ND	ND-0.5	ND-0.6	45.0-55.0	0.1-0.5	39.7-47.0	52.0-59.7
C14:0	ND-0.1	ND-0.1	11.0-27.0	16.8-21.0	0.6-1.0	ND-0.2	ND-0.3	ND-0.1	ND-0.3	ND-1.0	0.5-2.0	ND-0.8	14.0-18.0	0.5-1.5	11.5-15.5	20.0-25.0
C16:0	5.0-14.0	4.0-9.0	5.2-11.0	7.5-10.2	21.4-26.4	4.0-11.3	5.5-11.0	4.2-8.9	8.6-16.5	0.5-4.5	39.3-47.5	23.0-38.0	6.5-10.0	38.0-43.5	6.2-10.6	6.7-10.0
C18:1	ND-0.2	0.2-0.8	ND	ND	ND-1.2	ND-0.5	ND-1.2	ND-0.5	ND-0.5	ND-0.5	ND-0.6	ND-0.8	ND-0.2	ND-0.6	ND-0.1	ND
C17:0	ND-0.1	ND-0.2	ND	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.1	ND	ND-0.2	ND-0.2	ND	ND-0.2	ND	ND
C17:1	ND-0.1	ND-0.2	ND	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND
C18:0	1.0-4.5	ND-3.0	1.8-7.4	2.0-4.0	2.1-3.3	2.0-8.0	3.0-6.5	0.8-3.2	ND-3.3	0.5-2.0	3.5-6.0	1.5-4.5	1.0-3.0	3.5-5.0	1.7-3.0	1.0-3.0
C18:1	35.0-80	62.0-76.0	9.0-20.0	5.0-10.0	14.7-21.7	9.8-36.0	12.0-28.0	74.2-86.7	20.0-42.2	8.0-23.0	36.0-44.0	48.0-60.0	12.0-19.0	39.8-46.0	14.4-24.6	4.1-8.0
C18:2	4.0-43.0	20.0-30.0	1.4-6.6	1.0-2.5	46.7-58.2	8.3-30.0	58.0-78.0	5.2-18.7	34.0-65.6	10.0-24.0	9.0-12.0	9.0-17.0	1.0-3.5	10.0-13.5	2.4-4.3	0.5-1.5
C18:3	ND-0.5	ND-0.5	ND	ND-0.2	ND-0.4	43.8-70.0	ND-1.0	ND-0.6	ND-2.0	6.0-18.0	ND-0.5	ND-0.6	ND-0.2	ND-0.6	ND-0.3	ND-0.1
C20:0	0.7-2.0	ND-0.5	ND	ND-0.2	0.2-0.5	ND-1.0	ND-1.0	ND-0.3	0.3-1.0	ND-1.5	ND-1.0	ND-0.4	ND-0.2	ND-0.6	ND-0.5	ND-0.5
C20:1	0.7-3.2	ND-0.3	ND	ND-0.2	ND-0.1	ND-1.2	ND-0.3	ND-0.3	0.2-0.6	5.0-13.0	ND-0.4	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.4	ND-0.2	ND-0.1
C20:2	ND	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND	ND	ND-0.1	ND-1.0	ND	ND-0.5	ND	ND	ND	ND
C22:0	1.5-4.5	ND-0.2	ND	ND	ND-0.6	ND-0.5	ND-0.5	ND-0.2	ND-0.5	0.2-2.5	ND-0.2	ND-0.3	ND-0.2	ND-0.2	ND	ND
C22:1	ND-0.6	ND-0.1	ND	ND	ND-0.3	ND-1.2	ND-0.3	ND-0.1	ND-0.3	22.0-50.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C22:2	ND	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND	ND	ND	ND-1.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C24:0	0.5-2.5	ND-0.2	ND	ND	ND-0.1	ND-0.3	ND-0.4	ND	ND-0.5	ND-0.5	ND	ND-0.2	ND	ND	ND	ND
C24:1	ND-0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND-0.3	ND	0.5-2.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND - non detectable, defined as  $\leq 0.05\%$

<sup>1</sup> Data taken from species as listed in Section 2.

<sup>2</sup> The fatty acid values in this table apply to the vegetable oils described in Section 2.1 presented in a state for human consumption. However, in order to provide clarity in trade of crude oils, the values of the table may also be applied for the corresponding crude forms of the vegetable oils described in Section 2.1.

<sup>3</sup> Fractionated product from palm oil.

# Annexe

## Annexe 2:

CODEX STAN 210-1999

6

**Tableau 1 : Composition en acides gras des huiles végétales, déterminée par chromatographie gazeuse en phase liquide à partir d'échantillons authentiques<sup>1</sup> (exprimée en pourcentage des acides gras totaux) (voir Section 3.1 de la norme)**

Acide gras	Huile d'arachide	Huile de babassu	Huile de coco	Huile de coton	Huile de pépins de raisin	Huile de maïs	Huile de moutarde	Huile de palme	Huile de palmiste	Oléine de palme <sup>2</sup>	Oléine de palmiste <sup>2</sup>	Stéarine de palmiste <sup>2</sup>
C6:0	ND	ND	ND-0.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND-0.8	ND	ND-0.7	ND-0.2
C8:0	ND	2.6-7.3	4.6-10.0	ND	ND	ND	ND	ND	2.4-6.2	ND	2.9-6.3	1.3-3.0
C10:0	ND	1.2-7.6	5.0-8.0	ND	ND	ND	ND	ND	2.6-5.0	ND	2.7-4.5	2.4-3.3
C12:0	ND-0.1	40.0-55.0	45.1-53.2	ND-0.2	ND	ND-0.3	ND	ND-0.5	45.0-55.0	0.1-0.5	39.7-47.0	52.0-59.7
C14:0	ND-0.1	11.0-27.0	16.8-21.0	0.6-1.0	ND-0.3	ND-0.3	ND-1.0	0.5-2.0	14.0-18.0	0.5-1.5	11.5-15.5	20.0-25.0
C16:0	5.0-14.0	5.2-11.0	7.5-10.2	21.4-26.4	5.5-11.0	8.6-16.5	0.5-4.5	39.3-47.5	6.5-10.0	38.0-43.5	6.2-10.6	6.7-10.0
C16:1	ND-0.2	ND	ND	ND-1.2	ND-1.2	ND-0.5	ND-0.5	ND-0.6	ND-0.2	ND-0.6	ND-0.1	ND
C17:0	ND-0.1	ND	ND	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.1	ND	ND-0.2	ND	ND-0.2	ND	ND
C17:1	ND-0.1	ND	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND
C18:0	1.0-4.5	1.8-7.4	2.0-4.0	2.1-3.3	3.0-6.5	ND-3.3	0.5-2.0	3.5-6.0	1.0-3.0	3.5-5.0	1.7-3.0	1.0-3.0
C18:1	35.0-80	9.0-20.0	5.0-10.0	14.7-21.7	12.0-28.0	20.0-42.2	8.0-23.0	36.0-44.0	12.0-19.0	39.8-46.0	14.4-24.6	4.1-8.0
C18:2	4.0-43.0	1.4-6.6	1.0-2.5	46.7-58.2	58.0-78.0	34.0-65.6	10.0-24.0	9.0-12.0	1.0-3.5	10.0-13.5	2.4-4.3	0.5-1.5
C18:3	ND-0.5	ND	ND-0.2	ND-0.4	ND-1.0	ND-2.0	6.0-18.0	ND-0.5	ND-0.2	ND-0.6	ND-0.3	ND-0.1
C20:0	0.7-2.0	ND	ND-0.2	0.2-0.5	ND-1.0	0.3-1.0	ND-1.5	ND-1.0	ND-0.2	ND-0.6	ND-0.5	ND-0.5
C20:1	0.7-3.2	ND	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.3	0.2-0.6	5.0-13.0	ND-0.4	ND-0.2	ND-0.4	ND-0.2	ND-0.1
C20:2	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND-0.1	ND-1.0	ND	ND	ND	ND	ND
C22:0	1.5-4.5	ND	ND	ND-0.6	ND-0.5	ND-0.5	0.2-2.5	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.2	ND	ND
C22:1	ND-0.6	ND	ND	ND-0.3	ND-0.3	ND-0.3	22.0-50.0	ND	ND	ND	ND	ND
C22:2	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND	ND-1.0	ND	ND	ND	ND	ND
C24:0	0.5-2.5	ND	ND	ND-0.1	ND-0.4	ND-0.5	ND-0.5	ND	ND	ND	ND	ND
C24:1	ND-0.3	ND	ND	ND	ND	ND	0.5-2.5	ND	ND	ND	ND	ND

ND - non détectable, défini comme  $\leq 0,05\%$

CODEX STAN 210-1999

7

**Tableau 1 : Composition en acides gras des huiles végétales, déterminée par chromatographie gazeuse en phase liquide à partir d'échantillons authentiques<sup>1</sup> (exprimée en pourcentage des acides gras totaux) (voir Section 3.1 de la norme)(suite)**

Acide gras	Stéarine de palme <sup>2</sup>	Superoléine de palme <sup>2</sup>	Huile de colza	Huile de colza (à faible teneur en acide érucique)	Huile de son de riz	Huile de carthame	Huile de carthame (à forte teneur en acide oléique)	Huile de sésame	Huile de soja	Huile de tournesol	Huile de tournesol (à forte teneur en acide oléique)	Huile de tournesol (à teneur moyenne en acide oléique)
C6:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C8:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C10:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C12:0	0.1-0.5	0.1-0.5	ND	ND	ND-0.2	ND	ND-0.2	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND	ND
C14:0	1.0-2.0	0.5-1.5	ND-0.2	ND-0.2	ND-1.0	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.1	ND-1
C16:0	48.0-74.0	30.0-39.0	1.5-6.0	2.5-7.0	14-23	5.3-8.0	3.6-6.0	7.9-12.0	8.0-13.5	5.0-7.6	2.6-5.0	4.0-5.5
C16:1	ND-0.2	ND-0.5	ND-3.0	ND-0.6	ND-0.5	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.2	ND-0.3	ND-0.1	ND-0.05
C17:0	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.3	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.2	ND-0.1	ND-0.05
C17:1	ND-0.1	ND	ND-0.1	ND-0.3	ND	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.1	ND-0.06
C18:0	3.9-6.0	2.8-4.5	0.5-3.1	0.8-3.0	0.9-4.0	1.9-2.9	1.5-2.4	4.5-6.7	2.0-5.4	2.7-6.5	2.9-6.2	2.1-5.0
C18:1	15.5-36.0	43.0-49.5	8.0-60.0	51.0-70.0	38-48	8.4-21.3	70.0-83.7	34.4-45.5	17-30	14.0-39.4	75-90.7	43.1-71.8
C18:2	3.0-10.0	10.5-15.0	11.0-23.0	15.0-30.0	21-42	67.8-83.2	9.0-19.9	36.9-47.9	48.0 - 59.0	48.3-74.0	2.1-17	18.7-45.3
C18:3	ND-0.5	0.2-1.0	5.0-13.0	5.0-14.0	0.1-2.9	ND-0.1	ND-1.2	0.2-1.0	4.5-11.0	ND-0.3	ND-0.3	ND-0.5
C20:0	ND-1.0	ND-0.4	ND-3.0	0.2-1.2	ND-0.9	0.2-0.4	0.3-0.6	0.3-0.7	0.1-0.6	0.1-0.5	0.2-0.5	0.2-0.4
C20:1	ND-0.4	ND-0.2	3.0-15.0	0.1-4.3	ND-0.8	0.1-0.3	0.1-0.5	ND-0.3	ND-0.5	ND-0.3	0.1-0.5	0.2-0.3
C20:2	ND	ND	ND-1.0	ND-0.1	ND	ND	ND	ND	ND-0.1	ND	ND	ND
C22:0	ND-0.2	ND-0.2	ND-2.0	ND-0.6	ND-1.0	ND-1.0	ND-0.4	NN-1.1	ND-0.7	0.3-1.5	0.5-1.6	0.6-1.1
C22:1	ND	ND	>2.0-60.0	ND-2.0	ND	ND-1.8	ND-0.3	ND	ND-0.3	ND-0.3	ND-0.3	ND
C22:2	ND	ND	ND-2.0	ND-0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND-0.3	ND	ND-0.09
C24:0	ND	ND	ND-2.0	ND-0.3	ND-0.9	ND-0.2	ND-0.3	ND-0.3	ND-0.5	ND-0.5	ND-0.5	0.3-0.4
C24:1	ND	ND	ND-3.0	ND-0.4	ND	ND-0.2	ND-0.3	ND	ND	ND	ND	ND

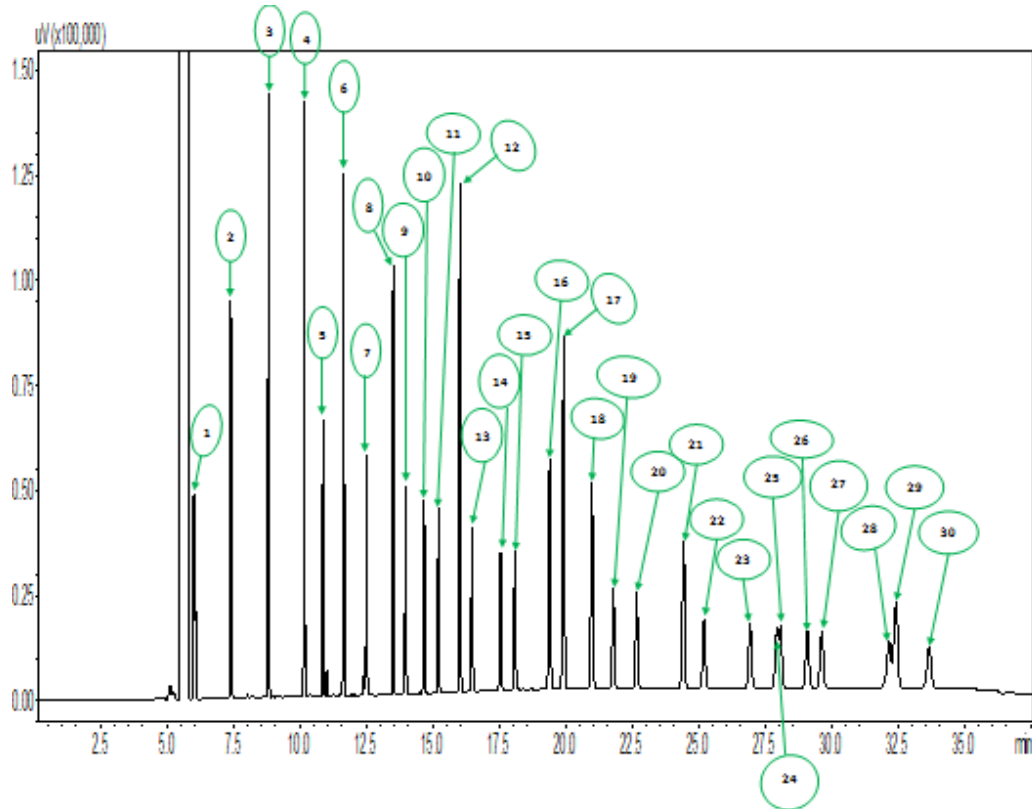
ND - non détectable, défini comme  $\leq 0,05\%$

<sup>1</sup> Données provenant des espèces énumérées à la Section 2.

<sup>2</sup> Produit fractionné obtenu à partir de l'huile de palme.

# Annexe

## Annexe 3:



**الشكل 8.II كروماتوغرام CPG لفصل الأسترات المثلثية المكافئة للأحماض الدهنية للشواهد**

## Annexe 4:

الجدول 7.II نتائج كروماتوغرام CPG لفصل الأسترات المثلثية المكافئة للأحماض الدهنية للشواهد

رقم الأبيرو	التسمية	التركيز	عطر الأبيرو	مساحة الأبيرو	زمن الاحتجاز	الرقم
1	C4:0	0.00167	216.30	1263.40	1.115	1
2	C6:0	0.00201	219.10	1519.50	1.135	2
3	C8:0	0.0017	229.30	1288.50	1.488	3
4	C10:0	0.00155	227.90	1171.00	1.935	4
5	C11:0	0.00136	182.60	1029.20	2.955	5
6	C12:0	0.0017	204.20	1284.80	3.098	6
7	C13:0	0.0015	204.50	1137.10	3.558	7
8	C14:0	0.00526	638.60	3988.40	4.604	8
9	C14:1	0.00749	760.80	5673.30	4.738	9
10	C14:2	0.00174	305.20	1316.90	4.875	10
11	C15:0	0.02668	3584.70	20209.90	5.096	11
12	C16:0	0.01312	2025.00	9940.60	5.222	12
13	C16:1	49.52251	6584852.90	37519405.70	5.477	13
14	C16:2	42.29763	5137967.20	32045670.20	5.61	14
15	C17:0	0.23731	48885.40	179788.70	5.972	15
16	C17:1	0.08319	22359.80	63023.50	6.041	16
17	C17:2	0.41223	94533.70	312317.30	7.365	17
18	C18:0	0.00344	878.40	2605.00	8	18
19	C18:1	0.45938	143776.00	348039.80	8.786	19
20	C18:2	0.45554	141473.40	345130.30	10.13	20
21	C19:0	0.00474	501.70	3593.00	10.36	21
22	C20:0	0.21856	65665.70	165588.20	10.835	22
23	C20:1	0.02214	6270.00	16771.50	10.983	23
24	C20:2	0.00247	316.10	1872.90	11.232	24
25	C20:3	0.00411	691.00	3115.80	11.518	25
26	C21:0	0.43884	124470.10	332476.60	11.61	26
27	C21:1	0.00153	232.40	1160.70	11.884	27
28	C21:2	0.0021	272.70	1587.70	12.008	28
29	C21:3	0.02384	5588.20	18058.90	12.382	29
30	C22:0	0.20734	57125.70	157087.00	12.476	30
31	C22:1	0.00199	559.60	1509.80	12.586	31
32	C22:2	0.00183	268.80	1387.40	12.962	32
33	C23:0	0.40513	102330.50	306938.00	13.479	33
34	C23:1	0.20219	49494.70	153186.00	13.943	34
35	C23:2	0.19116	46088.80	144824.80	14.636	35
36	C24:0	0.19441	44174.00	147288.70	15.18	36

غير مدرج		0.00133	204.00	1010.40	15.358	37
12	C16:0	0.56764	120990.40	430053.60	15.989	38
غير مدرج		0.00212	292.90	1603.60	16.205	39
غير مدرج		0.00206	346.70	1563.40	16.302	40
13	C16:1	0.1894	39002.40	143494.20	16.44	41
غير مدرج		0.00132	210.80	1003.50	16.603	42
غير مدرج		0.00147	295.50	1117.00	16.862	43
غير مدرج		0.00341	344.20	2580.60	16.965	44
غير مدرج		0.00281	289.30	2126.40	17.081	45
غير مدرج		0.0021	271.40	1588.50	17.222	46
غير مدرج		0.0015	211.20	1132.90	17.325	47
14	C17:0	0.17811	33083.10	134939.70	17.516	48
غير مدرج		0.00201	288.40	1524.50	17.757	49
15	C17:1	0.18448	33003.50	139767.70	18.054	50
غير مدرج		0.0024	317.40	1820.00	18.245	51
غير مدرج		0.00232	298.10	1759.50	18.362	52
غير مدرج		0.00228	238.70	1724.90	18.673	53
16	C18:0	0.33787	54897.50	259977.20	19.369	54
17	C18:1 c+t n-9	0.5256	83749.90	398204.90	19.891	55
18	C18:2 c+t n-6	0.34996	48740.10	265136.40	20.955	56
19	C18:3 n-6	0.17411	23760.90	131911.00	21.763	57
غير مدرج		0.0017	226.70	1289.20	22.177	58
20	C18:3 n-3	0.17017	22619.80	128928.50	22.636	59
غير مدرج		0.00136	233.10	1033.20	23.911	60
21	C20:0	0.305	34757.60	231075.80	24.411	61
22	C20:1 n-9	0.15714	16412.20	119049.50	25.173	62
23	C20:2 n-6	0.15675	15298.40	118754.20	26.903	63
24	C20:3 n-6 + C21:0	0.15513	14171.30	117533.70	27.919	64
25	C20:3 n-3	0.14364	14986.70	108823.50	28.051	65
26	C20:4 n-6	0.15734	13521.30	119203.80	29.069	66
27	C22:0	0.15102	13302.30	114413.10	29.604	67
غير مدرج		0.0016	194.20	1215.00	31.109	68
28	C24:1 n-9	0.16297	11306.90	123468.30	32.131	69
29	C20:5 n-3 + C24:0	0.27478	20329.00	208180.60	32.402	70
30	C22:6 n-3	0.14714	9911.00	111479.60	33.64	71
غير مدرج		0.00151	199.00	1147.40	34.737	72
غير مدرج		0.00211	233.80	1597.20	34.876	73
غير مدرج		0.00401	372.70	3041.60	36.593	74
غير مدرج		0.00246	408.40	1864.40	36.699	75