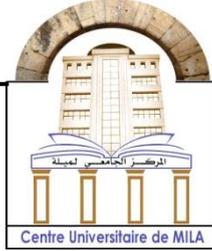


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Ref :.....

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de
Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie végétale

Thème :

**Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile de
tournesol cultivé (*Helianthus annuus* L) en Algérie**

Présenté par :

- **AIOUAZ Nourelhouda**
- **BENASSABA Selsabila**
- **MERMOUNE Chaima**

Devant le jury :

Dr. HIMOUR Sara

MCB

Présidente

Dr. BOUCHEKRIT Moufida

MCA

Examinatrice

Dr. BERRABAH Hicham

MCB

Promoteur

Année Universitaire : 2021/2022

« Sans la curiosité de l'esprit, que serions-nous ? Telle est bien la beauté et la noblesse de la science : désir sans fin de repousser les frontières du savoir, de traquer les secrets de la matière et de la vie sans idée préconçue des conséquences éventuelles. »

Marie Curie

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Nous exprimons nos profondes gratitude et reconnaissances à notre encadrant monsieur BERRABAH Hicham pour nous avoir proposé et accepté de diriger avec beaucoup de patience ce sujet de mémoire de fin d'études. Nous le remercions pour tous les conseils, l'aide et surtout le temps qu'il nous a donné.

Nous souhaitons présenter également nos vifs remerciements à :

Madame HIMOUR.S pour avoir accepté de présider ce jury.

Et madame BOUCHEKRIT.M pour avoir accepté de juger et examiner ce modeste travail.

Sans oublier bien sur toute l'équipe de laboratoire pour sa patience et son aide.

Nous remercions également nos familles et nos proches pour tout le soutien et le support qu'il nous a donné.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont chers

A mon très cher père

Toute l'encre du monde ne pourrait suffire pour exprimer mes sentiments envers un être très cher. Vous avez toujours été mon école de patience, de confiance et surtout d'espoir et d'amour. Vous êtes et vous resterez pour moi ma référence, la lumière qui illumine mon chemin. Ce travail est le résultat de l'esprit de sacrifice dont vous avez fait preuve, de l'encouragement et le soutien que vous ne cessez de manifester, j'espère que vous y trouverez les fruits de votre semence et le témoignage de ma grande fierté de vous avoir comme père. J'implore Dieu, tout puissant, de vous accorder une bonne santé, une longue vie et beaucoup de bonheur.

A ma très chère mère

Aucune dédicace très chère maman, ne pourrait exprimer la profondeur des sentiments que j'éprouve pour vous, vos sacrifices innombrables et votre dévouement firent pour moi un encouragement. Vous avez guetté mes pas, et m'avez couvé de tendresse, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Vous m'avez aidé et soutenu pendant de nombreuses années avec à chaque fois une attention renouvelée. Puisse Dieu, tout puissant vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.

A mes chères sœurs Asma et Amina et Maram et à mon cher et mon ange Mohammed pour leur tendresse et leur encouragement.

A mon ami Ali Je ne saurais exprimer ma profonde reconnaissance

pour le soutien continu dont tu as toujours fait preuve, Tu m'as toujours encouragé, incité à faire de mon mieux, ton soutien m'a permis de réaliser le rêve tant attendu. Je te dédie ce travail avec mes vœux de réussite, de prospérité et de bonheur, Je prie Dieu le tout puissant d'exaucer tous nos rêves.

A tous mes amis qui m'ont aidée par leur soutien moral.

NOURELHOUDA

Dédicace

Merci Allah "mon dieu" de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience
d'aller jusqu'au bout du rêve.

Je dédie ce modeste travail à :

A qui m'ont enseigné les principes de la science puis sont partis en silence et n'ont pas attendu de voir le
fruit de leur travail : mon père Azzedine et ma mère Hassiba.

A mes petits, et Mon soutien dans la vie Wassim , Boutheina , Aya ,Abd al muqtadir , Mohamed .

A qui ils nous ont accompagnés pour surmonter les malheurs de la vie mes oncles Abd el raouf et chihab .

A mon fiancé qui était à tout moment là pour moi Yakoub.

A qui m'ont soutenu dans la vie Afef , Saida , Hamza , Masoude.

A tout le reste de ma famille et mes amis que j'aime tendrement, que dieu nous garde unis et soudés.

A ceux qui le cœur est satisfait de leur amitié chaima et chahra zed.

A qui ont contribué à l'effort de ce travail Selsabila et Nourelhouda.

Enfin, à moi-même, j'ai défié toutes les difficultés de la vie pour arriver ici

Je ne vous remercierai jamais assez. Vous avez fait en moi ce que je Suis devenu aujourd'hui.

Chaima mermoune.

Dédicace

Je dédié ce travail a

Maman

la sœur ,l'amie la plus proche, la fille, la toute pour moi, la seule qui me connaisse mieux que
personne , qui a toujours été là pour moi celui qui a sacrifié le monde pour me voir sourire ,qui m'a quitté
si tôt je t'aime plus que tout maman.

Papa

Mon meilleur ami et mon plus grand soutien qui m'apprend l'honnêteté avant les mots q'ALLAH
te garde à moi

Mes deux frères Oussama et Yasser

Ma force dans la vie et mes armures de protection merci d'être toujours mes héros je vous aime
très fort.

Mes oncles Farid et M.Salah qui ont été toujours à nos côtés aussi que ses familles.

Ma belle-sœur Afaf ma nièce Ranim et mon neveu Ayham merci pour remplir ma vie

Mes sœurs d'autres parents

Awatef, Nassira, Youssra, Lamis, Ghozlane, Amani, Nesrine, Takoua, Zeyneb, Maroua, Serine,

Lina, Rania, Rania

Mes amis

Sara, Hiba, Maroua, Rayane , Ikram, Abir , Chaima, Rawnak, Dounia, Itab, Yasmine, Chaima,

Nourelhouda, Ramzi, Imad, Mohamed et Raid

Merci pour tous les bons moments qu'on a partagé tous ensemble

Selsabila

Résumé

L'huile de tournesol est l'une des huiles végétales les plus importantes, elle est extraite des graines de tournesol qui contient une haute valeur nutritionnelle.

L'étude que nous avons menée vise à déterminer la teneur en huile de quatre variétés oléiques de tournesol ainsi que sa qualité physico-chimique. Elle s'est déroulée en deux étapes : dans la première étape, nous avons extrait l'huile et estimé sa teneur. Dans la seconde étape, nous avons soumis les échantillons d'huile extraits à des analyses chimiques notamment l'indice d'acide, indice d'acidité, indice de saponification, indice d'ester, indice d'impureté et l'indice de peroxyde afin d'évaluer sa qualité.

Les résultats obtenus nous a permis d'estimer la teneur en huile de chaque variété où elle a varié de 38.8% chez la variété Extrasol et 56.9% chez la variété N.K ferti et d'évalué la qualité physico-chimiques de l'huile qui s'apparait moyennement bonne.

Mots clés : tournesol, huile, qualité, teneur, analyses physico-chimiques.

ABSTRACT

Sunflower oil is one of the most important vegetable oils, as it is extracted from sunflower seeds, which contained a high nutritional value.

The study we carried out aims to determine the oil content of four oleic varieties of sunflower as well as its physico-chemical quality properties .it took place in two steps. In the first step, we extracted the oil and estimated its content.

In the second step, we subjected the extracted oil samples to multiple chemical measurements and analyzes in order to evaluate their quality such as acid index, acidity index, saponification index, ester index, impurity index, peroxide index. The results obtained allowed us to estimate the oil content of each variety where it varied from 38.8% in Extrasol variety and 56.9% in N.K ferti variety and to evaluate the physico-chemical quality of the oil which is looks moderately good.

Key words: sunflower, oil, quality, content, analyzes physico-chemicals.

الملخص

يعد زيت دوار الشمس من أهم الزيوت النباتية حيث يتم استخراجها من بذور دوار الشمس ذات القيمة الغذائية العالية.

تهدف الدراسة التي أجريناها إلى تحديد نسبة الزيت لأربعة سلالات مختلفة لنبتة دوار الشمس بالإضافة إلى جودته الفيزيائية والكيميائية. حيث تمت على مرحلتين: في المرحلة الأولى قمنا باستخراج الزيت وتقدير نسبته. في الخطوة الثانية، أخضعنا عينات الزيت المستخرجة لتحاليل كيميائية متضمنة مؤشر الحمض، مؤشر الحموضة، مؤشر التصبن، مؤشر أستر، نسبة الشوائب ومؤشر البيروكسيد لتقييم جودتها.

سمحت لنا النتائج التي تم الحصول عليها بتقدير نسبة الزيت لكل صنف حيث تباين من 38.8% في الصنف 4 و56.9% في الصنف 2 وتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية للزيت الذي يبدو جيدًا بشك لمعتدل.

الكلمات المفتاحية: عباد الشمس ، الزيت ، الجودة ، المحتوى ، التحاليل الفيزيائية والكيميائية

Liste des figures

Figure 01 : Plante de tournesol	04
Figure 02 : Système reproducteur du tournesol	05
Figure 03 : Graines de tournesol	06
Figure 04 : Les stades repères du tournesol (cycle de vie) ...	07
Figure 05 : Formules générale de triesters	11
Figure 06 : Huile de tournesol	14
Figure 07 : Décorticage et l'écrasement des graines	16
Figure 08 : Extraction d'huile de tournesol par soxhlet	17
Figure 09 : Evaporation de l'excès de l'hexane par rota vapeur	17
Figure 10 : Pesé de ballon vide	18
Figure 11 : Pesé de ballon avec l'huile	18
Figure 12 : Pesé du tube vide	19
Figure 13 : Pesé du tube avec l'huile	19
Figure 14 : Pesé de l'huile	21
Figure 15 : Coloration en rose	21
Figure 16 : Ebullition de la solution	22
Figure 17 : Titration de la solution savonneuse	22
Figure 18 : Les solutions préparées	24
Figure 19 : Coloration par l'empois d'amidon	24
Figure 20 : Teneur en huile des graines de quatre variétés de tournesol	25
Figure 21 : Indice d'acide de l'huile des graines de quatre variétés de tournesol	26
Figure 22 : Taux d'acidité de l'huile des graines de quatre variétés de tournesol	27
Figure 23 : Indice de saponification de l'huile des graines de quatre variétés de tournesol	28
Figure 24 : Indice d'ester de l'huile des graines de quatre variétés de tournesol	29
Figure 25 : Taux d'altération de l'huile des graines de quatre variétés de tournesol	30
Figure 26 : Indice de peroxyde de l'huile des graines de quatre variétés de tournesol	31

Liste des tableaux

Tableau 01 : Principaux critères chimiques de l'huile de tournesol	13
Tableau 02 : Caractéristiques du matériel végétal utilisé dans l'étude	15

Liste des abréviations

- **A** : acide
- **AG** : acide gras
- **IAC** : Indice d'acidité
- **IE** : Indice d'ester
- **IP** : Indice de peroxyde
- **IR** : Indice de réfraction
- **IS** : Indice de saponification
- **MEQ** : mili-équivalente
- **V** : Variété
- **TH** : Teneur en huile
- **TI** : Taux d'impureté

Sommaire

Résumé

Abstract

الملخص

Listes des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale 01

Synthèse bibliographiques

Chapitre 1 : Généralités sur le tournesol

I.	Historique de la plante	03
II.	Classification botanique	04
III.	Morphologie de la plante	04
	a. Le système racinaire	04
	b. L'appareil végétatif	04
	c. Le système reproducteur	05
IV.	Composition de la graine de tournesol	06
	a. Constituants de la coque	06
	b. Constituants de l'amande	06
V.	Le cycle de développement de tournesol	06
VI.	Importance économique et valorisation du tournesol	07
VII.	Principaux facteurs limitant la culture du tournesol	08
VIII.	Les atouts du tournesol	08
IX.	Les pratiques culturales	09

Chapitre 02 : Généralités sur les huiles végétales

I.	Définition de l'huile végétale	10
II.	Classification des huiles végétales	10

III.	Définition de quelques huiles de consommation humaine	10
IV.	Composition chimique des huiles végétales	10
V.	Caractérisation des huiles végétales	11
VI.	Huile de tournesol	12
	1. Composition de l'huile de tournesol	12
	2. Caractéristique de l'huile de tournesol	13
	3. Utilisation de l'huile de tournesol	13

Chapitre 03 : Matériels et méthodes

1.	L'objectif	15
2.	Matériel végétale	15
3.	Préparation de la farine	15
4.	Extraction de l'huile par soxhlet	16
	a. Principe	16
	b. Mode opératoire	16
	c. Teneur en huile	18
5.	Caractérisation physico-chimique	19
	a. Analyse physique	19
	• Indice de réfraction	19
	b. Analyses chimiques	20
	• Indice d'acide et acidité	20
	• Indice de saponification	21
	• Indice d'ester	22
	• Pourcentage d'altération	23
	• Indice de peroxyde	23

Chapitre 04 : Résultats et discussion

1.	La teneur en huile	25
2.	Indice d'acide	26
3.	Indice d'acidité	27
4.	Indice de saponification	28
5.	Indice d'ester	29
6.	Pourcentage d'altération	30

7. Indice de peroxyde	31
Conclusion générale	33
Références bibliographiques	34

Introduction générale

Introduction générale

Les huiles et graisses végétales jouent un rôle majeur dans notre alimentation ; nous les consommons directement sous forme d'huile raffinée ou vierge ou bien indirectement via de nombreux produits de l'industrie agroalimentaire. Les consommateurs que nous sommes, se montre de plus en plus exigeant en termes de qualité ; la sécurité alimentaire et les aspects nutritionnels sont au centre des préoccupations sociétales actuelles (**Rouane, 2008**).

Les huiles végétales font l'objet d'un intérêt de plus en plus grandissant dans le cadre d'applications industrielles, en raison de la combinaison unique des propriétés avantageuses qu'elles présentent (ressources renouvelables, biodégradables et non toxiques). Parmi celles-ci on peut citer l'huile de tournesol qui possède toutes ces propriétés et ouvre à ce type de matériaux un vaste domaine d'application de haute technologie (**Benaissa, 2017**).

Un atout de l'huile de tournesol est la grande diversité de composition en acides gras et en co produits de bonne valeur ajoutée (composés mineurs). Ceci conduit à des utilisations variées aussi bien en nutrition humaine que dans l'utilisation non alimentaire. Pour le secteur alimentaire, le développement de variétés de tournesol différemment enrichies en acides gras présente un réel intérêt pour l'alimentation humaine avec de nombreux effets bénéfiques sur la santé. Dans le secteur non alimentaire, l'huile de tournesol peut être utilisée dans le domaine des lubrifiants, biosolvants pour la teneur en acide oléique, dans le domaine des peintures ou encore des produits cosmétiques ou pharmaceutiques pour les phytostérols ou certains acides gras saturés. Par ailleurs, le tourteau de tournesol est une source de matière riche en protéines utilisée pour l'alimentation animale. (**Morard et Zakaria, 2005**).

En Algérie la consommation des matières grasses en particulier des huiles de table augmente considérablement où la satisfaction des besoins devient de plus en plus difficile malgré les importations réalisées. En outre cette situation a mis notre pays sous la dépendance totale de l'étranger et mobilise chaque année une part importante de ses ressources en devises. C'est en effet en tant que gros acheteurs d'huile brute de tournesol; de soja et de colza qu'elle intervient sur le marché mondial (**Louni, 2009**).

La culture du tournesol est la quatrième culture oléagineuse la plus importante dans le monde dont les principaux pays producteurs sont l'Ukraine avec 12.23 millions de tonnes, la Russie avec 10,48 millions de tonnes, l'Union européenne avec 10,29 million de tonnes et l'Argentine avec 3.5 millions de tonnes (**FAO, 2017**).

Cependant en Algérie, cette culture qui a connu un pic de production à 1800 tonne au milieu des années 1970 est actuellement disparu (**Rastoin et Benabderrazik, 2014**).

Dans ce contexte notre travail vise à étudier la possibilité de la production de l'huile de tournesol en Algérie et ce à travers l'étude de l'extraction et la caractérisation de l'huile de quatre variétés de tournesol oléique cultivé en Algérie.

Notre travail sera présenté sous forme de quatre (04) chapitres :

Le premier et le deuxième chapitre sont consacrés à une synthèse bibliographique relative à la plante de tournesol (*Helianthus annuus* L) et aux généralités sur les huiles alimentaires.

Le troisième chapitre comportera la présentation du matériel végétal et des méthodes d'extractions et d'analyse.

Le quatrième chapitre, consacré à la présentation, l'interprétation et la discussion des résultats obtenus.

Finalement on a terminé notre travail par une conclusion générale qui résume nos résultats.

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le tournesol

I Historique de la plante

Le tournesol ou bien *Helianthus annuus* L est une plante oléagineuse annuelle, cette appellation provient de sa tendance à se tourner vers le soleil pendant la journée. Son nom scientifique *Helianthus annuus* L vient de mot : grec Helios qui signifie soleil et anthos qui signifie fleur. Le tournesol est considéré comme l'une des plus anciennes espèces endémiques dans le sud de l'Amérique du nord dont les plus anciennes traces de culture trouvées en Arizona ont été datées à 3000 ans avant notre ère. Cultivé par les amérindiens à des fins alimentaires (graine crue ou farine) mais sans doute aussi à d'autres fins (médicinale, colorante, ...), le tournesol avait aussi une fonction ornementale et symbolique lié à sa forme de soleil comme en atteste les décorations de temples du soleil aztèques, au Pérou (**Campbell, 1983**).

L'intérêt de cette plante était surtout esthétique puisqu'elle était utilisée comme plante ornementale d'abord en Espagne puis en France et en Italie et enfin sur presque tout le continent européen. Ce n'est qu'au XVIIIème siècle que l'intérêt alimentaire et oléagineux du tournesol s'est révélé, notamment avec la sélection de variétés à gros capitules et à grosses graines pour l'alimentation humaine, ainsi que la sélection massale de variétés à forte teneur en huile. C'est vers 1830-1840 que la trituration se fait à l'échelle industrielle en Russie où le développement des variétés de tournesol riches en huile a servi à de nombreux programmes de sélection (**Evon, 2008**).

A partir de 1960, avec l'exploitation de la vigueur hybride et surtout grâce à la découverte de la stérilité male cytoplasmique (**Leclercq, 1969**) ainsi que de celle des gènes de restauration de la fertilité, la culture du tournesol et par la même la production mondiale et l'industrie semencière se sont fortement développées (**Abou El Fadil, 2006**).

Aujourd'hui, les variétés cultivées atteignent des teneurs en huile supérieures à 40%. Sous des climats tempérés.

II Classification botanique :

Le tournesol (*Helianthus annuus* L) est une espèce diploïde ($2n=2x= 34$). Le genre *Helianthus* comporte 49 espèces, divisés en 4 différents sections : nommées *Divaricati* (31 espèces), *Helianthus* (11 espèces), *Ciliares* (6 espèces) et *Agrestes* (1 espèces) (Schilling, 1981).

Classification :

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



Figure 01 : Plante de tournesol

Le genre *Helianthus* comprend une cinquantaine d'espèces, toutes originaires d'Amérique du Nord, dont le topinambour (*Helianthus tuberosus* L) (Smassel, 2013).

III Morphologie de la plante

a. Le système racinaire :

Le système racinaire du tournesol est de type pivotant. Les racines secondaires forment un chevelu racinaire dense qui occupe un volume important du sol permettant ainsi une grande résistance à la sécheresse. Le pivot peut atteindre 60 à 70 cm de profondeur mais sa croissance est dépendante des conditions du sol. En effet, le moindre obstacle peut entraver sa croissance d'où le travail du sol est donc un facteur non négligeable de la culture du tournesol (Abou El Fadil, 2006).

b. L'appareil végétatif aérien :

Le tournesol cultivé est non ramifié, cylindrique, de hauteur et de diamètre variables, portant un capitule unique. Les feuilles sont cordiformes et alternes selon une phyllotaxie en

spirale au-delà des cinq premières paires de feuilles qui elles sont opposées. Leur nombre et leur taille sont variables.

La tige est cylindrique, plus ou moins pubescente selon les génotypes. Elle mesure de 1 à 4 cm de diamètre et de 50 à 300 cm de hauteur. Les feuilles les plus grandes sont à une hauteur intermédiaire et jouent un rôle important dans la formation et l'accumulation des réserves lipidiques (Abou El Fadil, 2006).

c. **Le système reproducteur :**

Le capitule mesure à maturité entre 5 à 50 cm de diamètre, il porte 50 à 3000 fleurs. A sa périphérie se trouvent des fleurs ligulées, stériles de couleur jaune dont le rôle principal est d'attirer les insectes. Au centre, des fleurs tubulées et hermaphrodites assurent la reproduction. Après être passées par un stade bouton, les fleurons ont une corolle courte, 2 sépales rudimentaires, 5 étamines à filets libres et à anthères soudés, un ovaire et un style. Ils sont disposés en hélice qui converge vers le centre du capitule. La floraison s'effectue ainsi sur 10 à 15 jours de façon centripète (Abou El Fadil, 2006).

Le tournesol est une plante allogame, entomophile où elle a besoin d'insectes tels que les abeilles pour transporter le pollen d'un capitule à l'autre. Après la fécondation, la graine, ou akène se développe et constitue ses réserves protéiques (15 à 21%) puis lipidiques (50 à 54%), le reste correspondant à la coque. Le poids de 1000 grains peut varier de 40 à 200g (Penaud et Péres, 1994).

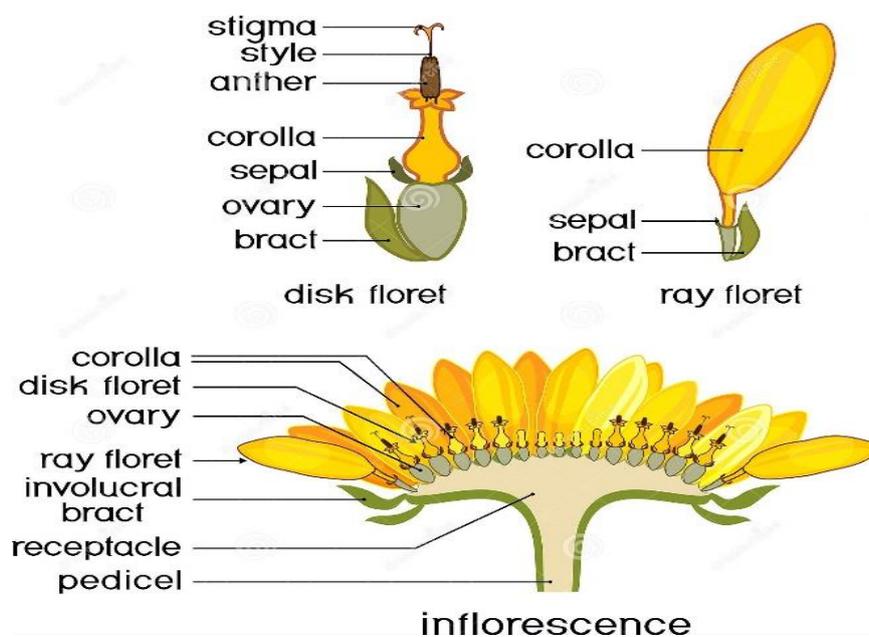


Figure 02 : Système reproducteur du tournesol

IV Composition de la graine de tournesol

La graine de tournesol est en réalité un akène, fruit sec indéhiscent situé dans l'inflorescence appelée capitule où chaque fleur donnant un akène (**Connor et Hall, 1997 ; Villalobos et al., 1994**)

L'akène est constitué de deux types d'organes :

- + Un embryon recouvert d'un tégument séminal constituant l'amande,
- + Un péricarpe non soudé dérivé de la paroi de l'ovaire sec et indéhiscent correspondant à l'enveloppe de l'akène (ou coque) (**Côme et Corbineau, 1998**).



Figure 03 : Graines de tournesol.

a. Constituants de la coque :

b. Selon (**Berot, 1983**), la coque de la graine de tournesol est constitué principalement des lipides (0,9-7,1 % sec), protéines (2,8-7,1 %), lignine, cellulose (50-68 %). Et de L'hémicellulose (20-21%).

c. Constituants de l'amande

L'amande est le lieu de stockage des réserves de la graine nécessaire au développement de l'embryon. La graine de tournesol accumule essentiellement deux types de substances de réserve, les protéines et les lipides, représentant respectivement environ 20 et 50% de matière sèche graine. Ces valeurs, varient selon le génotype et les conditions de culture. Les 38% restant reviennent aux carbohydrates et minéraux (14%), à l'eau (9%) et à la cellulose (15%). (**Ebrahmi, 2008**)

V Le cycle de développement et la culture du tournesol :

Le cycle de développement du tournesol varie de 80 à plus de 170 jours selon les génotypes, les conditions climatiques et culturales. Les stades repères du développement du tournesol sont décrits dans la Figure N 04. La température minimale de germination est de

6°C. Un semis conventionnel de tournesol s'effectue au début avril Jusqu'à la mi-juin où se déroule la phase végétative conditionnant la mise en place de la surface foliaire suivie par la phase de préfloraison qui dure jusqu'à la fin du mois de juin. La floraison a lieu généralement en juillet où elle dure en moyenne 7 à 10 jours. La maturité physiologique est atteinte vers le 20-25 août quant à la récolte peut se faire lorsque l'humidité du grain est de l'ordre de 11% au cours de la première décade de septembre. (Cetiom, 2002)

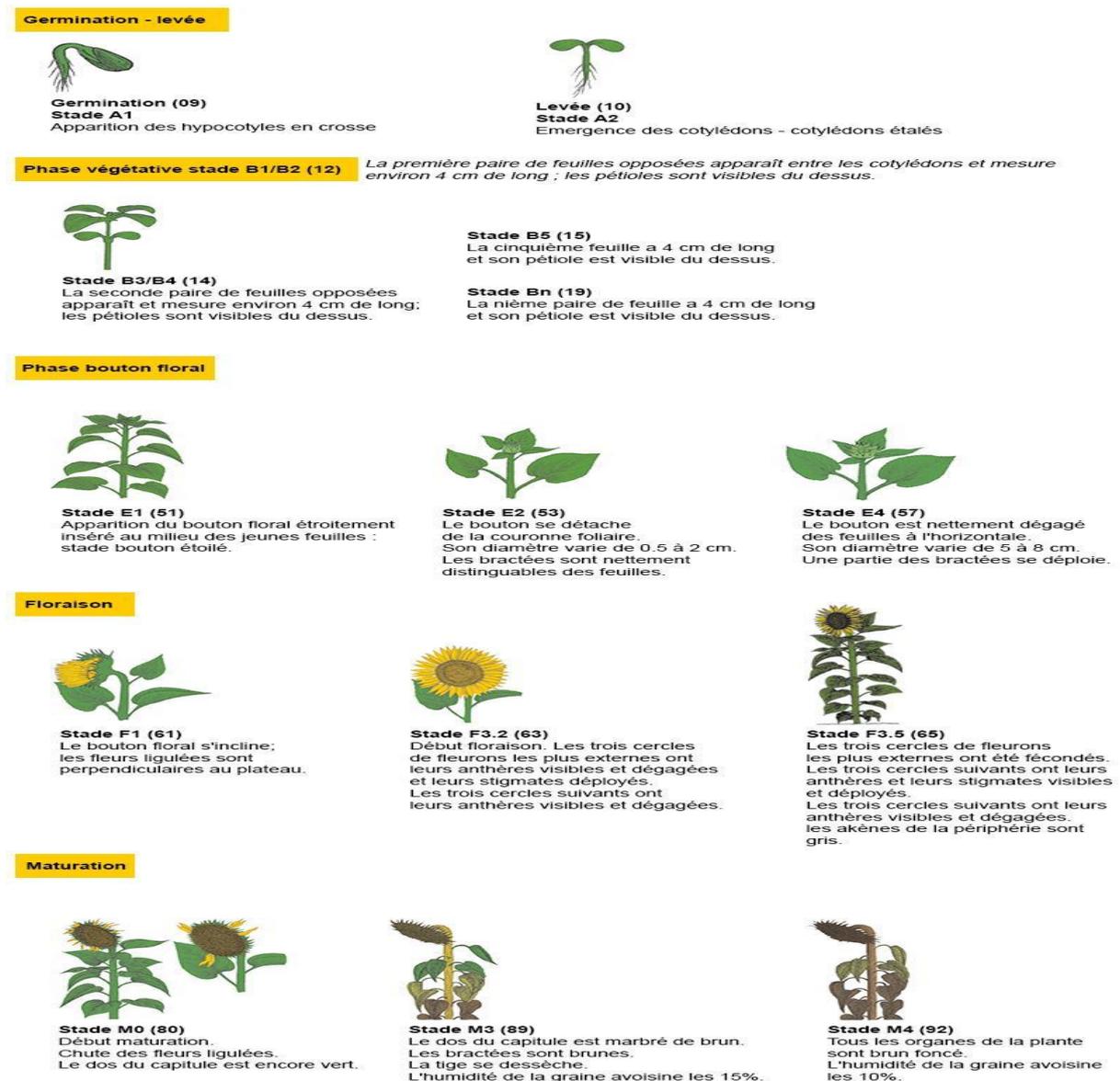


Figure 04: Les stades repères du tournesol (cycle de vie).

VI Importance économique et valorisation du tournesol :

A l'échelle mondiale, le tournesol apparaît comme l'une des espèces oléagineuses annuelle les plus importantes dans le monde où il occupe la quatrième position après le soja, le colza et le coton avec une superficie de 26 millions ha, une production de 47 millions de

tonnes et un rendement de 18. q/ha comme il représente 8% du marché mondial des oléagineux. Les principaux pays producteurs de tournesol sont l'Ukraine, la Russie, l'Union européenne et l'Argentine (**Faostat, 2017**).

La production des graines oléagineuses en Algérie n'a jamais été importante en raison des conditions climatiques et de la préférence accordée à la production de céréales avec jachère.

Toutefois le tournesol qui a connu un pic de production à 1800 tonne au milieu des années 1970 a disparu actuellement.

D'autre part, la consommation de l'huile de tournesol par la population algérienne est importante ce qui engendre un déficit alimentaire entre la production et la consommation qui est comblé par le recours à l'importation des graines et de l'huile avec des factures qui ne cesse à augmenter d'une année à l'autre (**Rastoin et Bebaderrazik, 2014**).

VII Principaux facteurs limitant la culture du tournesol :

Plusieurs facteurs peuvent d'une manière directe ou indirecte avoir un impact sur la culture de tournesol qui intervient à des stades différents du développement de la plante où les dégâts peuvent être assez importants. Parmi ces facteurs limitant on peut citer le déficit hydrique (stress hydrique), les hautes températures (stress thermique) et les maladies qui atteignent les cultures, telles que : le mildiou, le phomosis, le sclerotinia et le phoma...etc., les ravageurs (Pucerons, limaces, taupins...etc.) ainsi que les pratiques culturales (**Ghoribi, 2009**).

VIII Les Atouts de tournesol :

La culture de tournesol a en effet l'avantage de mieux valoriser l'eau que les autres cultures d'été plus gourmandes en ressources hydriques au moment des grosses chaleurs. Cette culture se caractérise par une préservation des ressources en eau à la sécheresse tout en restant productif. Le tournesol est semencé dans la pratique sans irrigation

Plante riche en huile : l'huile de tournesol seule ou combinée à d'autres, peut répondre à de nombreuses exigences des secteurs agro-alimentaires. L'huile de tournesol seule, est utilisée par l'industrie alimentaire pour la fabrication des sauces, assaisonnements ou pour la friture ; mais c'est en mélange qu'elle présente le plus d'intérêt pour l'alimentation où elle comporte des propriétés nutritionnelles différentes et complémentaires.

Par exemple : huile de tournesol/huile de colza est un couple qui renferme des teneurs importantes en deux acides gras polyinsaturés fondamentaux que seule l'alimentation peut

fournir (acide linoléique, C18 :2, pour le tournesol, et l'acide linoléique, C18 :3, pour le colza) (Ghoribi, 2009).

IX Les pratiques culturales :

Les pratiques culturales ont un impact significatif sur les cultures et peuvent augmenter ou diminuer les rendements. Certaines étapes sont nécessaires pour l'optimisation de la culture :

- Choisir la variété qui doit être résistante aux maladies (mildiou, sclérotinia, phoma...) précoce, productive et avec une bonne teneur en huile.
- Choisir la bonne parcelle tout en déterminant le type de sol par les analyses physicochimiques et granulométriques.
- Bien travailler le sol qui doit être bien ressuyé en limitant aussi le nombre de passage des machines (effet de tassement).
- Connaître l'historique de la parcelle avec les précédents culturaux, les meilleurs étant : le blé, le maïs et encore le pois chiche. Une bonne rotation des cultures limite les risques de contamination des maladies et une diminution du nombre de ravageurs spécifiques.
- Maîtriser la densité du semis qui est un facteur important de rendement dont il faut semer à 75 000 graines/ha pour atteindre un objectif de 50 000 à 60 000 plantes/ha. En effet, pour la dose de semis, on prend en compte les pertes subies à la levée (conditions de semis défavorables...) et lors des désherbages mécaniques, de l'ordre de 10 à 20 % (Cetiom, 2003).

Chapitre II : Généralités sur les huiles végétales

Généralités sur les huiles végétales

I Définition de l'huile végétale :

Les premières graisses utilisées par l'homme provenaient de graisses animales, mais les huiles sont utilisées depuis des siècles. La première utilisation des huiles était souvent un combustible pour l'éclairage, pas pour la nourriture.

L'huile est une matière grasse, onctueuse et épaisse de couleur jaune souvent liquide à température ambiante. Les huiles végétales diffèrent par leur composition, en plus de leur goût et de leur prix, il est donc particulièrement important de choisir un produit adapté à un usage quotidien (Benaïssa, 2017).

II Classification des huiles végétales :

Les huiles végétales peuvent être classées en 3 grandes catégories :

- ✚ **Les huiles saturées**, dans lesquelles on trouve les huiles de Coprah, de Palme et de Palmiste.
- ✚ **Les huiles semi-siccatives**, les plus nombreuses avec l'huile d'olive, d'arachide, de colza, moyennement visqueuses et les huiles de tournesol, soja, maïs, coton, carthame, plus fluides.
- ✚ **Les huiles siccatives**, comprenant les chaînes carbonées les plus longues telles que l'huile de lin et les huiles de poisson qui s'avèrent à l'expérimentation difficiles à assurer une combustion correcte (Benaïssa, 2017).

III Définition de quelque huile de consommation humaine

- ✚ **Les huiles végétales comestibles** : C'est un aliment dont le composant principal est la glycérine d'acide gras dérivé de plantes. Ils peuvent contenir de petites quantités d'autres lipides tels que des phosphates, des insaponifiables et des acides gras libres naturellement présents dans les graisses ou les huiles.
- ✚ **Les huiles vierges** : Il ne peut être obtenu que par des procédés mécaniques, notamment par traitement thermique. Ils ne peuvent être nettoyés que par Rincer à l'eau, décanter, filtrer et centrifuger (Codex alimentaires. 1983).

IV Composition chimiques des huiles végétales

Les huiles végétales sont constituées essentiellement de (99%) de triacylglycérols (TAG) ou triglycérides qui sont des triesters constitués de trois molécules d'acides gras (AG)

pour une molécule de glycérol. Les autres constituants tels que les stérols, vitamines liposolubles et phospholipides sont mineurs (1%) (Louis, 2013).

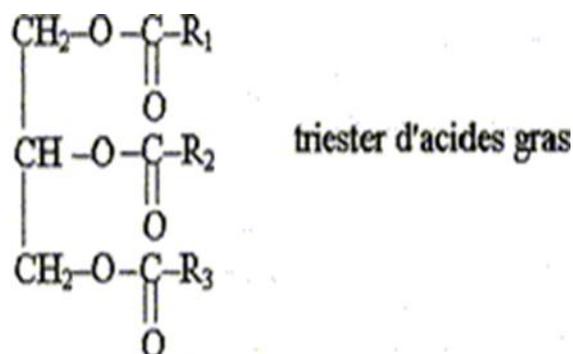


Figure 05 : Formules générale de triesters.

Les R1, R2, R3 sont en majorité des acides gras en C12, C14, C16 ou C18, saturés ou non. Les triglycérides peuvent être homogènes, c'est-à-dire que [R1=R2=R3] ou mixtes lorsque R1, R2, R3 sont différents ; plusieurs types d'acides gras entrent dans la composition de toute huile. Les différences dans la composition en acides gras des huiles modifient les propriétés physiques et chimiques de l'huile. Par conséquent, le point de fusion des triglycérides varie considérablement en fonction de la présence ou de l'absence de doubles liaisons et de l'isomérisation de l'accumulation d'acides gras (Louis, 2013).

Les acides gras majoritairement présents dans les huiles végétales sont les suivants :

- Acide linoléique (Ln) : (C18:3)
- Acide linoléique (L) : (C18:2)
- Acide oléique(O) : (C18:1)
- Acide stéarique(S) (C18:0) (Louis.K, 2013).

V Caractérisation des huiles végétales :

Les huiles végétales sont caractérisées à l'aide des paramètres physico-chimique notamment :

- ✚ **La densité ou la masse volumique (d;p)** : Renseigne sur l'insaturation, l'état d'oxydation ou la polymérisation (Didi et Abderrahmane, 2021).
- ✚ **La viscosité (η)** : La viscosité est la propriété de l'huile qui résulte de la résistance

qu'opposent ses molécules à une force tendant à les déplacer par glissement. Elle varie avec la température (**Didi et Abderrahmane, 2021**).

L'indice de réfraction : L'indice de réfraction nous renseigne sur le groupe auquel appartient le corps gras. A 20°C, les huiles siccatives ont des indices de réfraction compris entre 1,480 et 1,523, les huiles demi siccatives ont des indices de réfraction compris entre 1,468 et 1,470 et les huiles non siccatives entre 1,468 et 1,470 (**Benaissa, 2017**).

✚ **L'indice d'iode I_2 :** Il renseigne sur le degré d'insaturation (**Didi et Abderrahmane, 2021**).

✚ **L'indice de saponification :** C'est la quantité de NaOH nécessaire pour saponifier la totalité des acides gras libres ou estérifiés. Il permet donc d'évaluer la quantité d'acide non engagée dans la liaison glycéridique (**Didi & Abderrahmane, 2021**).

✚ **L'indice d'acide « Ia » :** L'indice d'acide est défini comme étant le nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour neutraliser l'acidité de 1 gramme d'huile. La détermination de l'acidité de l'huile extraite est une mesure qui a souvent une très grande importance commerciale. Elle se fait sur l'huile séchée et pesée (**Mekchiche et Gossa, 2017**).

✚ **L'indice de peroxyde :** L'indice de peroxyde d'un corps gras est le nombre de milli équivalents d'oxygène actif contenu dans 1 kilogramme de produit. L'oxygène actif est l'oxygène existant sous forme de peroxyde, d'hydro peroxyde ou d'époxyde dans une matière grasse (**Bouhadjra K, 2011**).

VI Huile de tournesol :

1 Composition de l'huile de tournesol :

L'huile de tournesol est principalement composée de triglycérides (98-99%) gras cependant le reste étant constitué de stérols et de tocophérols (notamment la vitamine E) appelée composé mineur car elle représente moins de 1% d'huile raffinée. L'huile de tournesol est classée comme une huile hautement insaturée. Elle comprend :

- 12% AG saturés
- 21% d'acides gras mono-insaturés, dont 19, 7% d'acide oléique
- 67% d'acides gras polyinsaturés comprenant essentiellement l'acide linoléique. (**Khelili et Hannou 2016**).

2 Caractéristiques de l'huile de tournesol :

➤ Caractéristiques physiques :

- Point de fusion = $-16^{\circ}/18^{\circ}$
- Densité à 20°C = 0,925
- Indice de réfraction : 1.476
- Viscosité (CST) à 20°C = 55–61.
- L'indice de cétane (mesure de l'aptitude à l'auto inflammation) est très faible dans le cas de l'huile de tournesol (48-50 pour le gasoil).
- La miscibilité est excellente avec le gasoil et on peut à tout moment s'approvisionner avec ce dernier (Sar1, 2001).

➤ Caractéristiques chimiques :

Les principales caractéristiques chimiques de l'huile de tournesol est représenté dans le tableau suivant (**tableau N01**) (Donald, 1964)

Tableau 01 : Principaux critères chimiques de l'huile de tournesol :

Indices d'iode	132
Indices d'acide	0.05
Degré d'acidité	0.2
Indices de saponification	193.5
Indice de peroxyde	15

X Utilisation d'huiles de tournesol

L'huile de tournesol principalement utilisée dans :

L'alimentation humaine :

L'huile de tournesol est excellente pour la consommation humaine. Leurs profils de graisses essentielles, d'huiles et d'acides polyinsaturés assurent une nutrition équilibrée de notre alimentation. Elles sont soit emballées individuellement, soit mélangées à d'autres types d'huile. Ils sont également utilisés dans la fabrication de la margarine et d'autres aliments plus élaborés (Sar1, 2001).

Biocarburant :

Les huiles végétales de tournesol sont transformées en biocarburant diester (ou ester

d'huile végétale) par la réaction de trans-estérification. D'origine renouvelable, son utilisation permet d'éviter plus de 50% d'émissions de gaz à effet de serre (Sarl, 2001).



Figure 06 : Huile de tournesol.

Chapitre III : Matériels et méthodes

Matériels et méthodes

1. L'objectif

L'objectif de notre étude est de déterminer la teneur en huile et leur qualité physico-chimiques de quatre variétés oléiques de tournesol cultivé en Algérie dans le cadre de la réhabilitation des cultures oléagineuses y compris le tournesol.

2. Matériel végétale :

Les graines utilisées dans notre travail sont issues d'une plantation en plein champs (Tiaret, Algérie) de quatre variétés oléique de tournesol qui sont développées par la société Syngenta France (**Aurasol**, **N.K ferti**, **Nutrasol**, **Exrasol**). Ces graines ont subi une extraction et une caractérisation physico-chimiques de son huile.

Tableau 02 : Caractéristiques du matériel végétal utilisé dans l'étude.

Variété	Type génétique	Précocité	Productivité	Richesse en huile	Résistance phomopsis	Taille	PMG	NGP
N.Kferti	hybride oléique	semi précoce	très productif	très riche	TPS	moyenne	moyen	très élevé
Nutrasol	hybride oléique	semi précoce, semi tardif	performant, régulier productif	très riche	TPS	moyenne	élevé	élevé
Extrasol	hybride oléique	précoce	haut potentiel de rendement grain	excellent rendement en huile	PS	courte	élevé	élevé
Aurasol	hybride oléique	précoce	productif	moyenne		moyenne	élevé	élevé

3 . Préparation de la farine

Elle se fait selon (AFNOR, 1988) par les étapes suivantes :

Triage : c'est une opération préliminaire qui a pour but d'éliminer les graines non conformes (échaudées, cassé...) et tous corps étrangers.

Lavage : c'est une opération préliminaire qui vise à désinfecter les graines. Elle se fait par l'eau et quelques gouttes de l'eau de javel.

Séchage : les graines ont été séchées dans une étuve à une température de 70°C pendant 5 Heures.

Décorticage : Les graines obtenues à partir des capitules sont couvertes d'une couche dure difficile à décortiquer à la main. Le concassage a été réalisé manuellement.

Broyage : Cette opération a été réalisée juste avant l'extraction par un moulin à couteaux métalliques ce qui nous a permis d'obtenir une farine.



Figure 07 : Décortilage et écrasement des grains

4 Extraction de l'huile par soxhlet :

4.1 Principe :

Le principe consiste à faire une extraction par un solvant organique (hexane) à l'aide de l'appareil Soxhlet ayant une capacité de 250 ml. La farine a été épuisée en matière grasse par le passage des solvants. L'extraction a été effectuée pendant 6 heures.

Le principe de cette extraction repose sur la solubilité des corps gras et leur polarité. Ces derniers sont des composés apolaires insolubles dans les solvants polaires comme l'eau et deviennent solubles dans les solvants apolaires comme l'hexane, ce qui facilite la séparation de ce dernier et des corps gras. À la fin de l'extraction, en utilisant un rotavapor, le solvant a été éliminé en premier, en tenant compte que le point d'évaporation de l'hexane est inférieur à celui des matières grasses (**Despiau, 1978**).

4.2 Mode opératoire

- Peser 10 g de farine.
- Introduire l'échantillon dans une cartouche en cellulose qui est perméable au solvant et la couvrir avec du coton.
- Mettre la cartouche dans l'appareil extracteur de "Soxhlet". Ce dernier est muni d'un réfrigérant par le haut, d'un ballon et d'un chauffe ballon par le bas.
- Verser la quantité nécessaire de solvant (150 ml d'hexane).

- Conduire le chauffage dans des conditions telles que le débit du reflux soit au moins de 3 gouttes à la seconde.
- Le solvant va s'évaporer puis réfrigéré et le liquide tombe sur la substance à épuiser d'une façon à ce que la cartouche soit immergée. Lorsque la partie intermédiaire est suffisamment remplie de solvant, le siphon s'amorce et le solvant contenant la substance à extraire retourne dans le ballon chargé en lipides.
- Après la durée nécessaire (pendant 6 heures), on récupère la cartouche, d'une part et le solvant et l'extrait, d'autre part.
- La solution obtenue est passée dans le Rotavapor pour chasser par distillation la majeure partie du solvant, ce qui permet de récupérer les lipides seuls (la température d'ébullition des lipides est plus élevée que celle de l'hexane qui s'évapore le premier).
- Eliminer les dernières traces du solvant en chauffant le ballon pendant 20 mn à 103°C.
- Peser le ballon.



Figure 08 : Extraction de l'huile par soxhlet



Figure 09 : Evaporation de l'excès de l'hexane par rotavapor



Figure 10 : Pesé de ballon vide

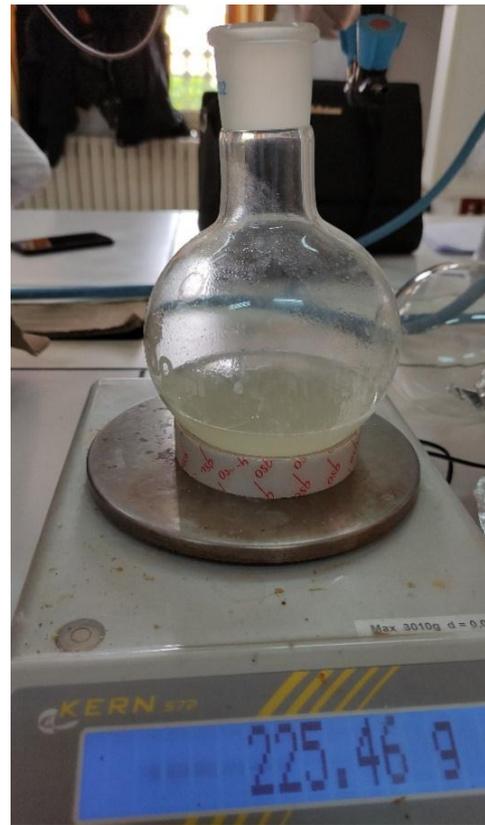


Figure 11 : Pesé de ballon avec l'huile

4.3 La Teneur en huile :

La teneur en huile est définie comme étant le rapport entre la masse obtenue et la masse de matière végétale :

$$Th \% = \frac{p2 - p1}{p3} \times 100$$

- Th %: Teneur en huile en pourcentage.
- P 2 : Poids du ballon avec l'huile en g.
- P 1 : Poids du ballon vide en g.
- P 3 : Poids de prise d'essai en g.



Figure 12 : Pesé du tube vide



Figure 13: Pesé du tube avec l'huile

5 Caractérisation physico-chimique de l'huile

5 1 Analyse physique :

5.1.1 Indice de Réfraction :

L'indice de réfraction est défini selon la norme (NFT 60 212) par le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide à une longueur d'onde définie et la vitesse de propagation dans la substance. La longueur d'onde choisie est celle de la moyenne des raies D du sodium.

L'indice de réfraction nous renseigne sur le groupe auquel appartient le corps gras. A 20°C, les huiles siccatives ont des indices de réfraction compris entre 1,480 et 1,523, les huiles demi siccatives ont des indices de réfraction compris entre 1,468 et 1,470 et les huiles non siccatives entre 1,468 et 1,470.

➤ Principe

Les mesures sont effectuées à l'aide d'un réfractomètre à une température de 20°C, la méthode suivie est celle décrite dans la norme NFT 60 212 (AFNOR, 1984). Le réfractomètre est étalonné avec de l'eau distillé.

➤ Mode opératoire

- ✚ Laver les prismes du réfractomètre à l'éther de pétrole.
- ✚ Les essuyer avec un chiffon propre très doux.
- ✚ Verser entre les prismes 2 à 3 gouttes d'huile.
- ✚ Déplacer la lunette de visée pour que la ligne de séparation de la plage claire et de la plage sombre se situe à la croisée des fils du réticule.
- ✚ Lire l'indice de réfraction de l'huile à T°C=20°C.

5.2. Analyses chimiques :

5.2.1 Indice d'acide et acidité :

L'indice d'acide d'un corps gras est défini comme étant le nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour neutraliser les acides libres contenus dans un gramme des corps gras (**Lion, 1955**). L'indice d'acide et l'acidité sont deux facteurs qui donnent une évaluation de la quantité d'acides libres provenant d'hydrolyse naturelle des corps gras et qui sont responsables d'une grande facilité au rancissement.

➤ Principe

Selon la norme NF T60 204 (**AFNOR, 1981**). Dissoudre la prise d'essai dans un mélange d'éthanol et diéthyléther préalablement neutralisée. Puis titrer par une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium à (0,1 N) en présence de phénolphtaléine.

➤ Mode opératoire

Dans une fiole conique de 250 ml, peser à 0.01 g près 5g d'huile. Dissoudre la prise d'essai dans 100 ml environ du mélange à parts égales d'éthanol et de diéthyléther préalablement neutralisé. Titrer en agitant avec une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium 0.1 N jusqu'à coloration rose de la phénolphtaléine persistant pendant au moins 10 secondes.

➤ Expression des résultats

L'indice d'acide est calculé selon (**Wolff, 1968**) par la formule suivante :

$$IA = (V \times 56.1 \times N) / P \text{ (mg de KOH/g d'huile)}$$

✚ **V** : désigne le volume de potasse employé.

✚ **N** : la normalité de la solution.

✚ **P** : la masse de la prise d'essai.

L'acidité en (‰) est calculée comme suit :

$$A (\%) = 0.5 \times IA$$

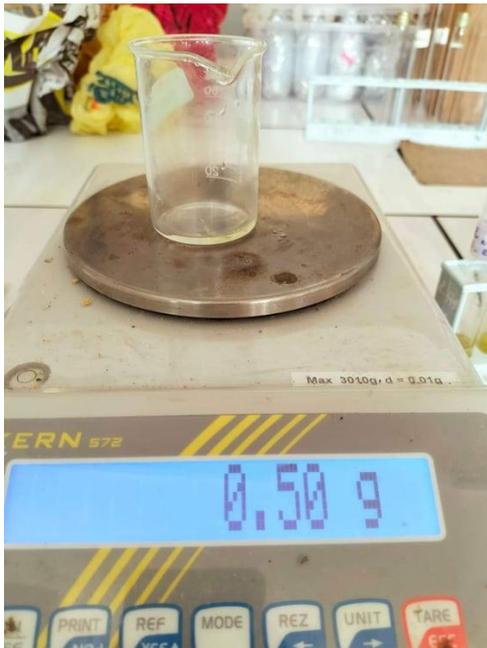


Figure 14 : Pesé de l'huile



Figure 15: Coloration en rose

5.2.2 Indice de saponification

L'indice de saponification correspond au nombre de milligrammes de potasse nécessaires pour saponifier les acides gras contenus dans un gramme de matière grasse (**Lion, 1955**).

➤ Principe

Selon la norme NFT 60 206 (**AFNOR, 1981**), la prise d'essai est soumise à une ébullition à reflux avec une solution d'hydroxyde de potassium puis titrée par l'acide chlorhydrique (HCL) en présence d'un indicateur coloré (phénolphtaléine).

➤ Mode opératoire

Peser dans un Erlenmeyer à fond plat 2g d'huile. Ajouter 25ml de potasse alcoolique (0.5N) et porter à ébullition sous un réfrigérant à reflux. Il est conseillé d'ajouter dans l'Erlenmeyer un régulateur d'ébullition (pierre ponce, billes de verre). Maintenir l'ébullition pendant une heure en agitant de temps en temps. Titrer l'excès d'alcalinité dans la solution savonneuse chaude avec de l'acide chlorhydrique (0.5N) en présence de phénolpraléine.

Faire un essai à blanc dans les mêmes conditions pour titrer la liqueur alcoolique de potasse.

➤ Expression des résultats

Selon **Wolff (1968)**, l'indice de saponification est donné par la formule suivante :

$$I_s = ((C1-C2) \times 28) / M$$

- ✚ **M:** la masse en gramme de la prise d'essai.
- ✚ **C1:** le nombre de millilitres d'acide chlorhydrique utilisé dans l'essai à blanc.
- ✚ **C2 :** le nombre de millilitres d'acide chlorhydrique utilisé dans l'essai avec l'huile.



Figure 16 : Ebullition de la solution



Figure 17: Titrage de la solution savonneuse

5.2.3 Indice d'ester

L'indice d'ester est le nombre de milligrammes de KOH nécessaire pour saponifier les acides gras liés contenus dans un gramme de corps gras ce paramètre est donné par la différence entre l'indice de saponification et l'indice d'acide est donné par la formule suivante:

$$I.E = I.S - I.A$$

5.2.4 Pourcentage d'altération

L'acidification des corps gras peut avoir lieu avant leur production. Par voie enzymatique (mauvais stockage des produits végétaux ou tissus animaux). Comme elle peut se produire après leur conditionnement par hydrolyse chimique ou enzymatique (**Gavrilovic et al, 1996**).

L'altération d'un corps gras peut être estimée par le calcul du pourcentage d'altération :

$$PA (\%) = \frac{I.A}{I.S} \times 100$$

5.2.5 Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est une mesure permettant d'estimer la quantité de peroxyde présent dans une matière grasse. Les peroxydes constituants caractéristiques de l'oxydation des acides gras insaturés sont déterminés en se basant sur leur propriété de libérer l'iode de l'iodure de potassium dans les milieux acides. L'iode libéré est mesuré par la réaction avec le thiosulfate, sachant que 1ml de thiosulfate 0.01N correspond à une quantité de 80mg d'oxygène fixé sur les acides gras (**Lion, 1955**).

➤ Principe

On traite les corps gras en solution dans l'acide acétique et du chloroforme par une solution d'iodure de potassium. Puis on titre par la suite l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium (0,01 N) NFT 60 220(**AFNOR, 1981**).

➤ Mode opératoire

- ✚ Peser 1g d'huile dans un flacon en présence de 10 ml de chloroforme.
- ✚ Ajouter 15 ml d'acide acétique à 99.8% et 1 ml d'une solution saturée d'iodure de potassium, en suite fermer le flacon et agiter pendant 1 mn pour dissoudre le corps gras
- ✚ Puis laisser reposer dans un placard pendant 5 mn à l'abri de la lumière.
- ✚ Ajouter 75 ml d'eau distillée pour arrêter la réaction.
- ✚ Titrer l'iode libéré avec une solution de thiosulfate de sodium 0,01 N en agitant vigoureusement en présence d'empois d'amidon comme indicateur coloré jusqu'à disparition totale de la coloration violette.
- ✚ Effectuer dans les mêmes conditions un essai à blanc sans corps gras.

L'essai à blanc ne doit jamais dépasser la valeur de 2 meq O₂ /kg. Si cette valeur est dépassée l'analyse n'est pas valable.

➤ **Expression des résultats**

L'indice de peroxyde est donné par la formule suivante :

$$I.P(\text{MeqO}_2/\text{kgdeCG}) = \frac{(v - v_0) \times 10}{p}$$

- ✚ **I.P** (Meq O₂/Kg de CG) : Indice de peroxyde.
- ✚ **V₀** (ml) : Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc.
- ✚ **V** (ml) : Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai.
- ✚ **P**(g) : Poids de la prise d'essai.



Figure 18: Les solutions préparées

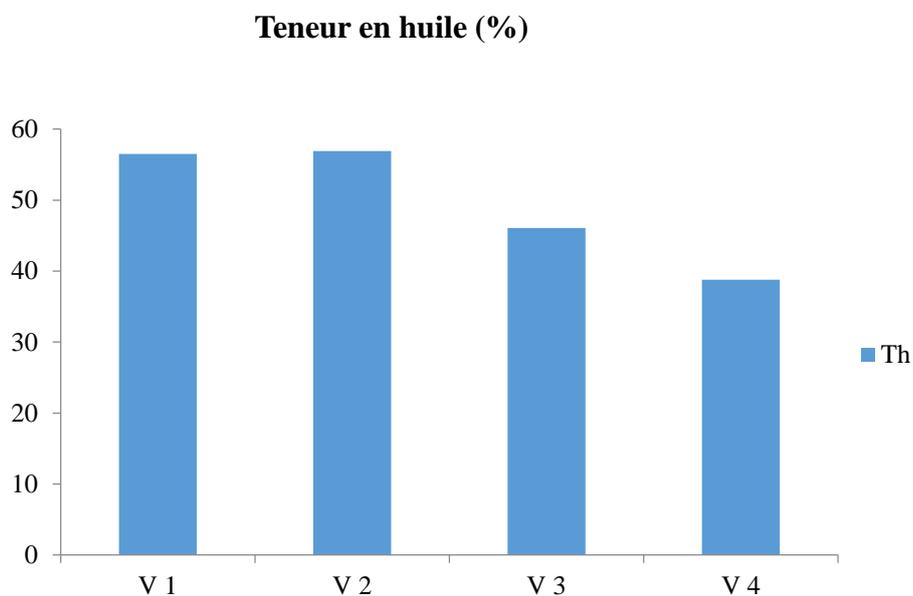


Figure 19 : Colaration par l'empois d'amidon

Chapitre IV : Résultats et Discussion

1. La teneur en huile

Les résultats obtenus de la teneur en huile des quatre variétés (**N_kferti**, **Nutrasol**, **Extrasol**, **Aurasol**) de tournesol, sont résumés dans la figure suivante :



V1 : Aurasol, **V2** : N.K ferti, **V3** : Nutrasol, **V4** : Extrasol

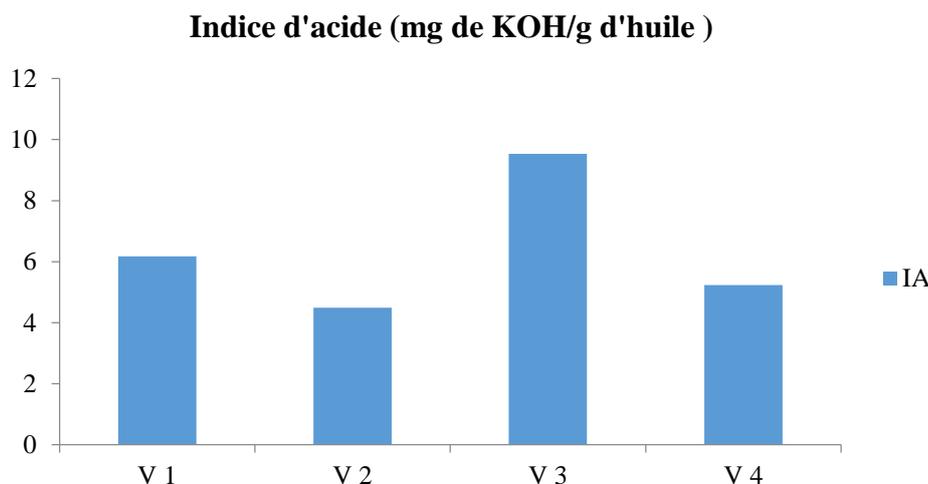
Figure 20 : Teneur en huile des graines de quatre variétés de tournesol

Ces résultats montrent que les variétés V1, V2 et V3 possèdent les teneurs en huile les plus élevées notamment 56.5% pour la variété 1 et 56.9% pour la variété 2. Cependant la variété 4 a enregistré la teneur la plus faible en huile avec 38.8%.

Hamiroune et Fekrache (2018) dans leur étude sur la caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive en utilisant différentes variétés de ce dernier ont trouvé que la teneur en huile change d'une variété à l'autre de 18% à 43.4%: Ces valeurs sont inférieures aux valeurs qu'on a obtenu dans notre étude et qui oscillent entre (38.8% et 56.9%).

En 2012 Smassel a trouvé dans son étude sur la mise en valeur des huiles de tournesol que la teneur en huile varié entre 13.69% à 27.09%. Ces valeurs sont inférieures à la valeur qu'on a obtenue dans notre étude.

2. Indice d'acide



V1 : Aurasol, V2 : N.K ferti, V3 : Nutrasol, V4 : Exrasol

Figure 21 : Indice d'acide de l'huile des graines de quatre variétés de tournesol

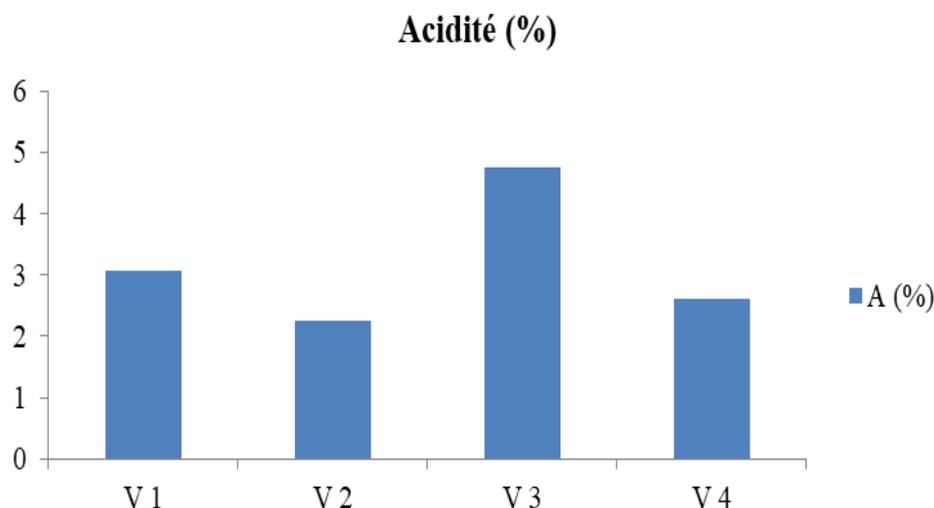
Les résultats relatifs à l'indice d'acide qui sont présentés dans la figure ci-dessus révèlent que la variété 3 a enregistré la valeur la plus élevée de 9.537 suivie par les variétés 1, 4 et 2 avec des valeurs de 6.171, 5.236 et 4.488 respectivement. Ces résultats montrent que l'indice d'acide de l'huile des variétés de tournesol étudié n'est pas conforme à la norme indiquée par le **codex alimentarius (1999)** à savoir ; 4,0 mg de KOH/g de graisse ou d'huile. L'obtention des indices d'acide élevés peut être expliquée par l'hydrolyse de l'huile à cause de la mauvaise conservation.

La connaissance de l'indice d'acide d'un corps gras est un bon moyen pour évaluer son altération par hydrolyse ; c'est un critère de pureté de l'huile.

Selon (**Hamoudi et al, 2005**) l'indice d'acide de l'huile d'olive varié entre 18.58 et 22.48. Ces indices sont supérieurs à ceux qu'on a trouvés dans notre étude notamment 4.48 et 9.53. Cependant **Achour et Soltani (2021)** ont signalé que l'indice d'acide de trois variétés de l'huile d'olive était 8.6 ; 1.12 et 2.3 respectivement.

D'après **Benaissa (2017)** l'indice d'acide de l'huile de tournesol combiné à d'autre huile orseille entre 2.3 et 3.12.

3. L'Acidité



V1 : Aurasol, V2 : N.K ferti, V3 : Nutrasol, V4 : Extrasol

Figure 22 : Taux d'acidité de l'huile des graines de quatre variétés de tournesol

D'après la présentation graphique ci-dessus on peut constater que l'indice d'acidité le plus élevé est obtenu chez la variété 3 (4,76%) et la variété 1 (3,08%) tandis que ceux les plus faibles sont obtenus chez la variété 4 (2,61%) et la variété 2 (2,24%). A l'exception de la valeur constatée chez la variété 3, les valeurs obtenues chez les autres variétés sont inférieures à la norme indiquée par le codex alimentaire à savoir 3.3%.

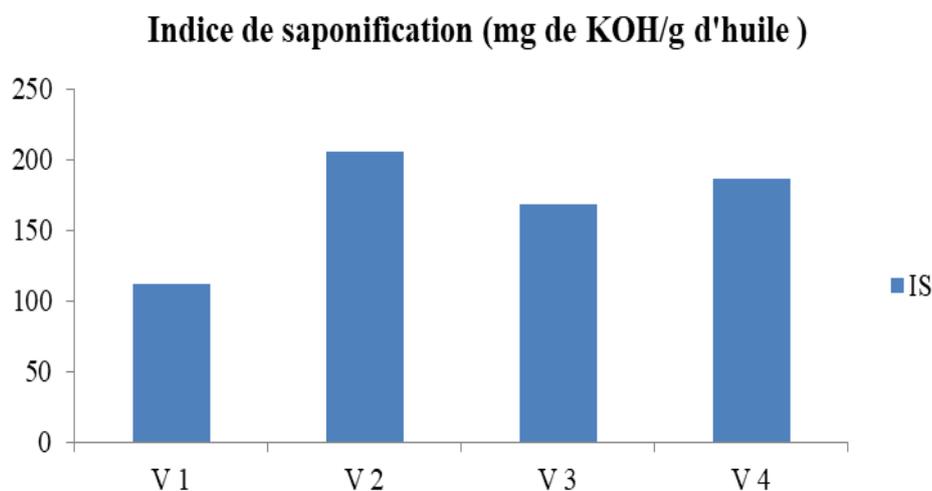
L'acidité permet de contrôler le niveau de dégradation hydrolytique, enzymatique ou chimique des chaînes d'acides gras des triglycérides. Ceci est à l'origine d'acides gras libres et de glycérides partiels (mono et diglycérides) (Tanouti et al, 2011).

Selon Hamaili et Boudjabi (2021) l'acidité de l'huile de tournesol et de soja varie de 0.45% et 0.9% respectivement.

D'après Ouksel et Nouri (2021) l'indice d'acidité de l'huile change d'une variété à l'autre de 2.81%, 1.52%, 2.70% respectivement.

D'autre part, Addou (2017) dans leur étude sur l'huile d'olive a trouvé que l'acidité change d'une variété à l'autre de 0.59% à 2.04%.

4. Indice de saponification



V1: Aurasol, V2 : N.K ferti, V3 : Nutrasol, V4 : Extrasol

Figure 23 : Indice de saponification de l'huile des graines de quatre variétés de tournesol.

Les résultats obtenus montrent que l'indice de saponification le plus élevé est enregistré chez la variété 2 (205.33 mg/g) et la variété 4 (186.66mg /g) tandis que ceux les plus faibles sont enregistré chez la variété 1(112mg /g) et la variété 3(168mg/g) (Figure N23). Ces valeurs sont conformes à la norme donnée par le codex alimentaire (1999) à savoir 184-194 mg KOH/g sauf la variété 2.

L'indice de saponification mesure la longueur moyenne de la chaîne de l'acide gras qui compose l'huile. Autrement dit, les valeurs de saponification sont utiles pour l'obtention des informations sur la quantité, le type de glycérides et le poids moyen des acides dans une huile donné (**Mohammed et Ali, 2015 ; Fazal et al. 2015**).

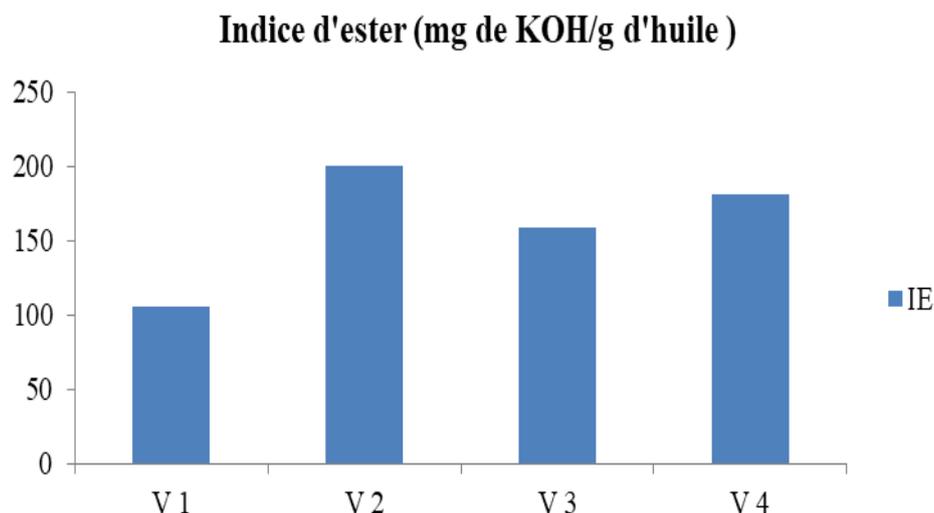
L'indice de saponification d'un corps gras est d'autant plus élevé que la chaîne carbonée des acides gras est court (**Musa et al, 2012**).

Dans l'étude réalisé par **Deramde (2008)** sur 12 variétés oléiques de tournesol ; l'indice de saponification change d'une variété à l'autre de 185 et 191 mg KOH/.

Selon **Benaissa (2017)** l'indice de saponification de l'huile de tournesol combiné a d'autre huile varié de 190 à 194 mg de (KOH/ g d'huile).

D'après **Addou (2017)** ; Les indices de saponification de l'huile de différentes variétés d'olive varié de 185,53 et 184,55 mg de (KOH/ g d'huile).

5. Indice d'ester :



V1: Aurasol, **V2 :** N.K ferti, **V3 :** Nutrasol, **V4 :** Exrasol

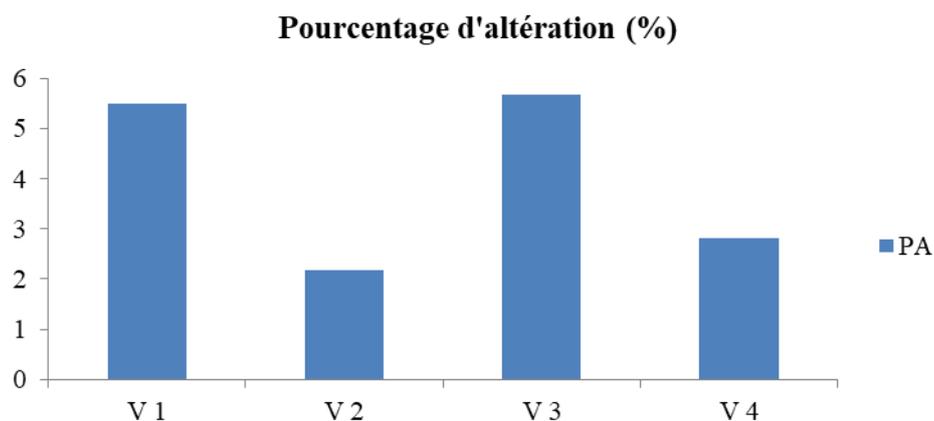
Figure 24 : l'indice d'ester de l'huile des graines de quatre variétés de tournesol.

Les valeurs moyennes de l'indice d'ester de l'huile des quatre variétés de tournesol oscillent entre (105.82 et 187.84) enregistré chez les variétés 1 et 2 respectivement. D'après ces résultats en conclus que les valeurs de l'indice d'ester des huiles des variétés 2 et 4 sont conformes à la norme donnée par le codex alimentaire (2009) en l'occurrence (186 -194).

En comparant les valeurs relatives à l'IE de nos huiles aux celles trouvés par **Benaissa (2017)** qui a signalé que l'indice d'ester des huiles de tournesol combiné à d'autre huiles varié de 187.90 et 190.23 respectivement on peut dire que ces valeurs sont supérieur a les miennes.

On peut remarquer aussi que toutes ces valeurs sont conformes à l'intervalle donné par le codex alimentarius (2009).

6. Pourcentage d'altération :



V1: Aurasol, **V2 :** N.K ferti, **V3 :** Nutrasol, **V4 :** Extrasol

Figure 25 : Pourcentage d'altération de l'huile des graines de quatre variétés de tournesol.

Selon la figure 25 ; le taux d'altération des huiles de quatre variétés de tournesol le plus élevé est enregistré chez les variétés 1 et 3 (5.51% et 5.68%) respectivement. Cependant ce le plus faible est enregistré chez les variétés 2 et 4 (1.81% et 2.19%).

Ces résultats montrent que les huiles des variétés 2 et 4 ont des taux d'altération conformes aux normes donnés par le codex alimentaire (2009) en l'occurrence 2%.

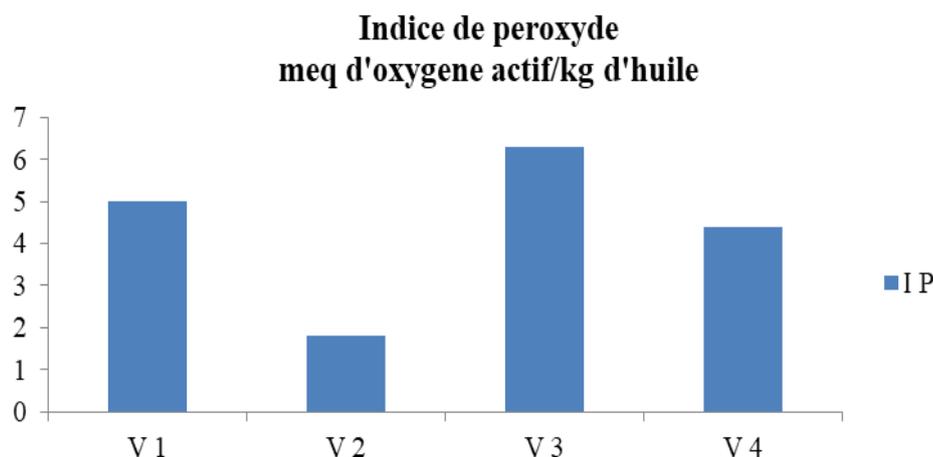
Selon **Belaid (2016)** le taux d'altération de l'huile de tournesol cultivé en Algérie varié entre : 0.8% et 1.8%

D'autre part **Hamaili et Boudjabi (2021)** n'ont signalé aucun taux d'impureté chez les deux huiles désodorisées (soja et tournesol). L'absence d'impuretés dans l'huile désodorisée est due au bon déroulement de la filtration.

Dans le contrôle de qualité dans l'industrie alimentaire, une huile n'est consommable que si le pourcentage d'impuretés ne dépasse pas 2 %.

Dans nos résultats, les huiles des deux variétés 1 et 3 sont des huiles non consommables ; nous pensons que cela est due au mal déroulement d'extraction et d'évaporation de solvant utilisé.

7. Indice de peroxyde



V1: Aurasol, V2 : N.K ferti, V3 : Nutrasol, V4 : Exrasol

Figure 26 : Indice de peroxyde de l'huile des graines de quatre variétés de tournesol.

La valeur de l'indice de peroxyde obtenu dans notre étude varie entre (5.4 et 6.3) méq d'oxygène actif/kg enregistré chez les variétés 2 et 3 respectivement. Ces valeurs sont conformes à l'intervalle donnée par le codex alimentaires 2009 ; De 5 à 10 milliéquivalents d'oxygène actif/kg d'huile).

En comparant les valeurs de l'indice de peroxyde de nos huiles au celles trouvés par **Benaissa (2017)** qui a signalé que l'indice de peroxyde de l'huile de tournesol combiné à d'autre huile varié de 7.50 et 11.60 respectivement, on conclut que ces valeurs sont supérieures à les miennes.

Hamaili et Boudjabi (2021) ont signalé que l'indice de peroxyde observé chez l'huile de soja est de (5,4 meqO₂/kg) ce qui est approximativement en accord avec nos résultats.

L'indice de peroxyde est un bon indicateur de l'état de conservation d'un corps gras. Il mesure les hydro peroxydes totaux qui sont les premiers produits d'oxydation (**Kiritsakis, 1992**).

L'indice de peroxyde est utilisé comme une mesure de l'étendue dans laquelle des réactions de rancissement se sont produites pendant le stockage et il est utilisé comme un bon critère pour la prédiction de la qualité et la stabilité des huiles (**Nangbes et al, 2013**). Indice de peroxyde élevé pourrait être le résultat d'un haut degré d'instauration. Il augmente avec la

durée de stockage, la température, la lumière et le contact avec l'oxygène atmosphérique (Mohammed et Ali, 2015).

Les valeurs de l'indice de peroxyde des huiles de quatre variétés de tournesol qu'on a étudié indiquent qu'il n'y a pas d'oxydation très importante au cours du stockage de l'huile.

Conclusion Générale

CONCLUSION

L'huile de tournesol se caractérise par la grande diversité de composition en acide gras et en composés mineurs (les tocophérols et les phytostérols) de bonne valeur ajoutée. Ceci conduit à des utilisations variées aussi bien en nutrition humaine que dans l'utilisation non alimentaire. Le tournesol (*Helianthus annuus* L.) est l'une des plantes oléagineuses les plus importantes dans le monde cependant il est quasi inexistant en Algérie.

L'extraction de l'huile à partir des graines de quatre variétés de tournesol nous a permis d'évaluer la teneur en huile de ces variétés qui s'avère une teneur importante.

D'autre part, la caractérisation physico-chimique a abouti à des résultats qui sont conformes à la norme indiquée par le codex alimentaire pour des huiles de certaines variétés notamment Nutrasol et Aurasol et non conformes pour d'autres.

D'après nos résultats on conclut que l'huile des graines de tournesol cultivée en Algérie dans des conditions pédoclimatiques déficitaire est de bonne qualité physico-chimique d'où la nécessité de la réhabilitation de cette culture en Algérie.

Ce travail pourrait être développé par :

- L'introduction de la culture de tournesol dans les systèmes de culture de l'Algérie afin de la production des graines oléagineuse.
- L'utilisation d'autres méthodes d'extraction de l'huile sans utilisation de solvant organique.
- Une caractérisation physico-chimique complète ainsi qu'une détermination de la composition en acide gras et composés mineurs.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

Abou al fadil T (2006). Déterminisme de la tolérance du tournesol à *Phoma macdonaldii* au collet et sur racines : approches génétiques et histologiques. Thèse doctorat : Institut National Polytechnique de Toulouse. 196p.

Achour k, Soltani A (2021). Etude de quelque caractéristique physyquo-chimique de l'huile olive de la région de l'outaya .science de la nature e la vie. Science biologique

Belaid D (2016). Production et transformation du tournesol. Sciences de la Matière. 2607

Benaissa Z (2017). Contribution à l'étude physico-chimique et de pouvoir antimicrobienne des huiles alimentaires après fritures .Impact sur leurs qualités. Sciences des aliments. P2

Bouhadjra K (2011). Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge (Doctoral dissertation, UMMTO).P13-15ntimicrobienne des huiles alimentaires après fritures .Impact sur leurs qualités.

CETIOM (2002). Tournesol : les techniques culturales, le contexte économique. Grignon, ed. CETIOM 37p.

CETIOM (2003). Cahier technique, Physiologie du tournesol. Ed Cetiom,BAZIEGE. Toulouse, France. <http://www.cetiom.fr/>.

Connor D, Hall A.J (1997). Sunflower physiology. *In:* Proc. Sunflower Technology and Production, *Edited by* A.A. Schneiter. American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science Society of America, Madison. pp. 113–182.

Côme D, Corbineau F (1998). Semences et germination. *In:* Proc. Physiologie végétale II: Croissance et développement, ed. Hermann and P.Mazliak, p. 185-313

Codex alimentarius (1983). Annexe v .avant .projet de norme pour les huiles végétales portant un nom scientifique. Compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. Actualité en chimie n°270 :108-115

Campbell E (1983). Sunflower oil. Journal of Americain Oil Chemist's Society.

Donald J.C, Georges H (1964). The chemistry of natural fats, Second Ed. Academic Press, New York

Debruyne I (2001). Soja transformation et aspects industriels. Techniques de l'ingénieur.F6030.p1/12.

Didi O, Dhabbi A (2020). Production du biodiesel à partir des huiles végétales usagées. d'Hydrocarbures et Energies P 9 /10

Ebrahimi A, Maury P, Berger M, Poormohammad Kiani S, Nabipour A, Shariati F, Grieu P, Sarrafi A (2008). QTL mapping of seed-quality traits in sunflower recombinant inbred lines under different water regimes. *Genome*, 51: 599–615.

Emmanuelle Bret-M, Debaeke P, Seassau C, Gregory (2016). Dossier Tournesol. P2

Fazal W., Musa, K.B., Mohsan, N., Khakemin, K, 2015. Comparison of some physico-chemical properties of different oils available in the local market in Pakistan. *International Journal of Recent Research Aspects* 2(2), 93-98.

Baudet J.J, Ledermann C, Rivaud D, Matté S, Lot L, Kay F, Montigny P (2012). Des grains aux huiles et protéines. Filière française des huiles et protéines végétales, PROLEA. Paris.

Benassi J.L, Labonne M (2004). Perspectives pour les oléagineux dans les pays du maghreb : Algérie , Maroc et Tunisie . P8

Hachemi N (2006). Impact prévisible de l'intégration de l'Algérie à la zone de libre-échange Union Européenne et Organisation Mondiale du Commerce sur la filière huile alimentaire. Magister en Sciences Agronomiques. Institut National Agronomique – El Harrach – Alger.

Hamaili I, Boudjabi R.A (2021) .Contrôle qualité de deux huiles alimentaires tournesol et soja au cours du raffinage au sein de l'industrie CEVITAL. e biologie app

Hamiroune A, Fekrache M (2018). Caractérisation physique ou chimique de l'huile d'olive variété chemlal des déférentes wilayas de l'Algerie. Science alimentaires. Biotechnologie microbienne.

Hamoudi H, Aouadi S, Bezaz N (2005). Etude physique-chimique de la qualité de l'huile d'olive vierge de la variété « chemlal »cultivée à Settara (Jijel) .Biochimie et microbiologie.

Ghoribi N (2009). Étude sur des lignées recombinantes de tournesol (*Helianthus annuus* L.) Et leurs parents dans le cas du semis précoce : Effet du stress thermique et hydrique sur l'identification d'éventuels QTLs adaptatif. *Biologie Végétale et Écologie*. Algérie.

Mekchiche K, Gossa F (2014). Extraction et caractérisation physico-chimique des huiles.

Kiritsakis A (1992). Effects of processing methods and commercial storage conditions on the extra virgin olive oil quality indexes. National Agricultural Research Foundation. Food Science, Thermi, Thessaloniki, Greece.

Laisney J(1984). L'huilerie moderne. Ed.Masson, 79-86.

- Leclercq P (1969).** Une stérilité male cytoplasmic chez le tournesol. Annales de l'amélioration des plantes, 19: 99-106
- Louni S (2009).** Extraction et caractérisation physicochimique de l'huile de graines de Moringa. 13p.
- Louis K (2013).** Synthèse et fonctionnalisation d'aldéhydes issus de la coupure d'esters gras Insaturés .Thèse de doctorat .Institut de chimie des milieux et matériaux de Poitiers
- Philippe M (2008).** Nouveau procédé de bioraffinage du tournesol plante entière par fractionnement thermo-mécano-chimique en extrudeur bi-vis : étude de l'extraction aqueuse des lipides et de la mise en forme du raffinat.
- Mohammed I.H.A, Ali T.B (2015).** Physicochemical characteristics of some imported edible vegetable oils in Iraq. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences 6(5), 488-494
- Addou S (2017).** Etude des paramètres physico-chimiques et organoleptiques de l'huile d'olives de la variété Siguoise dans la région de Tlemcen. Agronomie. Technologie des industries agro-alimentaires
- Musa M, Sulaiman A.U, Bello I, Itumoh J.E, Bello K, Bello A.M, Arzika A.T (2012).** Physicochemical properties of some commercial groundnut oil products sold in Sokoto Metropolis, Northwest Nigeria. Journal of Biological Science and Bioconservation 4, 17-24.
- Nangbes J.G, Nvau J.B, Buba W.M, Zukdimma A.N. (2013).** Extraction and characterization of castor (*Ricinus Communis*) seed oil. The International Journal of Engineering and Science 2(9), 105-109
- Ouksel H, Nouri D (2021).** Etude de quelques caractéristiques physico-chimiques et l'activité anti oxydante de trois variétés de l'huile d'olive Algérienne. Science De la Nature Et de La Vie.
- Penaud A. Péres A (1994).** Phoma du tournesol. Oléoscope 15, 37p.
- Philippe M, Ouissafane, Z (2005).** Composition de la graine de tournesol (*Helianthus annuus L.*). Toulouse, france: 05.
- Pouzet A, Delplancke D (2000).** Evolution comparée de la production et de la compétitivité du tournesol dans différentes aires.
- Ramde R (2008).** Caractérisation physique et biochimique de 12 variétés et 16 cultivars de tournesol (*Helianthus annuus L.*). Agro-alimentaire.

Rouane A (2008). Etude de l'huile de tournesol époxyde comme bio-plastifiant du pvc. génie des polymères 01p.

Schilling E.E, Heiser C.B (1981). Infrageneric classification of *Helianthus* (Compositae) Taxon, 30: 393-403

Smassel A (2012). Mise en valeur des huiles de tournesol. Génie des procédés, p 2.

Si Bennasseur A (2002). Les utilisations alternatives des huiles végétales. Agronomie et Vétérinaire Hassan II.116/102.

Siham K, Hannou H (2016). Etude d'un nouveau polymère biodégradable.

Sarl V (2001). Utilisation de l'huile de tournesol comme carburant, [en ligne] Disponible sur : <http://valenergol.free.fr/dossiers/protection2001.htm>

Tanouti K, Serghini-Caid H, Chaieb E, Benali A, Harkous M, Elamrani A. (2011). Quality improvement of olive oils produced in the eastern Morocco. Les technologies de Laboratoire. 6 (22) : 1-12.