

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



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

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Masteracadémique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Toxicologie et sécurité alimentaire

Présenté par :

AZZAZ RAHMANI Aicha

SIABDELHADI Bochra

SMAINE Amel

Thème

**Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile de
tournesol cultivé en Algérie.**

Soutenu le ...07/10/2020.....

Jurys:

Président: Mr ALI NEHARI Abdelkader

Encadrant: Melle LAHOUEL Habiba

Co-encadrant: Melle ABDI Fatima

Examineur : Mr BERRABAH Hicham

Grade

Docteur

Docteur

Doctorante

Docteur

Année universitaire 2019-2020

Dédicace

Je dédie ce mémoire de fin d'étude

A mon Père,

A ma Mère,

A mes frères et sœurs,

A toute ma famille,

A tous mes amis,

A mes collègues du travail

Aicha

Dédicace

Je Dédie ce travail à :

*Mes chers parents pour leur amour, soutien et encouragements
durant toutes mes années d'études, que Dieu les protège.*

Mes frères et mes sœurs

Mon marié

Ma famille

Mes chères amies

Mes collègues du travail

Enfin, à toute personne qui m'aime.

Bochra

Dédicace

*J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail
À ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour
À ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans mes moments le plus
durs Et ceux à qui je dois tant
À mes parents,
Pour leur amour et leur support affectif.
À mes chers frères «Mohamed & Ayoub»
À mes chères sœurs «fatiha ; hadil ; wafa»
À mes chères Fatima et Dalal
À ma tante keltouma
À mes amies «Fatima ;Bochra;Aicha; »
À toutes les personnes qui me sont chères
Je dis Merci pour tout !*

AMEL

Remerciements

Avant tout, nous remercions le dieu tout puissant qui nous a protégé, aidé et surtout soutenu jusqu'à pouvoir «mener la graine au fruit ».

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères et les plus profonds à notre promotrice **Dr LAHOUEL habiba** d'avoir accepté de nous encadrer et de nous guider tout au long de ce travail. Nous remercions également notre co-promotrice **Melle Abdi Fatima**.

Nos remerciements s'adressent également au président du jury **Dr ALI NEHARI Abdelkader** qui nous a fait l'honneur de présider le jury.

Mes vifs remerciements s'adressent à **Dr BERRABAH Hicham** qui a accepté d'évaluer notre travail.

Nous remercions également les responsables du laboratoire des analyses biotechnologie alimentaire de département des sciences de la nature et de la vie pour leurs aides, leur soutien et le temps qu'ils ont bien voulu consacrer à nous tenons compagnie au cours de notre travail.

Enfin, nous tenons à remercier sincèrement toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Résumé

Notre travail porte sur l'évaluation de la teneur en huile extrait des graines de tournesol cultivé en milieu naturel de Tiaret ainsi qu'à la caractérisation physico-chimique de cette huile.

Dans un premier temps ; les graines de l'ensemble des variétés de tournesol ont subi une extraction par solvant tout on utilisons le soxhlet et une évaluation de la teneur en huile où les résultats montrent que cette teneur varié entre 46,80% et 50% enregistré chez les variétés Nutrasol et Sy genio respectivement.

Dans un deuxième temps; nous avons réalisé une étude comparative entre les différents résultats d'analyses physico-chimiques de l'huile de tournesol et d'autre type d'huile, trouvées dans les recherches précédentes ce qui indique que l'huile de tournesol présente une bonne qualité physico-chimique.

Mots clés : huile, tournesol, caractérisation, extraction, évaluation, teneur.

Abstract

Our work focuses on the evaluation of oil content extracted from sunflower seeds grown in natural environment of Tiaret as well as the physico-chemical characterization of this oil.

Firstly, the seeds of all sunflower varieties were subject to solvent extraction while using the Soxhlet and an oil content evaluation where the results show that this content varied between 46,80% and 50% recorded in varieties Nutrasol and Sy genio respectively.

Secondly, we carried out a comparative study between the different results of sunflower oil physicochemical analyzes and other oil kind found in previous research which indicate that sunflower oil has good physicochemical quality.

Keywords : Oil, sunflower, characterization, extraction, Evaluation, content.

الملخص

يهدف هذا البحث إلى تقييم نسبة الزيت المستخلص من بذور عباد الشمس المزروعة في وسط طبيعي في مدينة تيارت إضافة إلى الخصائص الفيزيوكيميائية لهذا الزيت.

أولاً: بذور سلالات عباد الشمس خضعت للاستخلاص عن طريق المذيب باستعمال Soxhlet ثم تقييم نسبة الزيت الخاص بهذه السلالات حيث أظهرت النتائج أن هذه النسبة تغيرت ما بين 46.80% و 50% مسجلة في السلالتين Nutrasol و Sy genio على التوالي. ثانياً: قمنا بدراسة مقارنة بين مختلف النتائج المتعلقة بتحليل الخصائص الفيزيوكيميائية لزيت بذور عباد الشمس و أنواع أخرى من الزيت لأبحاث سابقة مما دل على أن زيت بذور عباد الشمس لديه خصائص فيزيوكيميائية جيدة. الكلمات المفتاحية: زيت - عباد الشمس - الخصائص - استخلاص - تقييم - محتوى (المكون)

Liste des figures

Figure1 : Vue interne d'une presse à barreaux	6
Figure 2 : Vue interne d'une presse à vis	6
Figure 3 : Représentation schématique d'un extracteur de soxhlet	8
Figure 4 : teneur en huile des graines de tournesol	21

Liste des tableaux

Tableau 01 : Composition chimique et fonction des constituants des huiles végétale 4

Liste des symboles et abréviations

CG : Corps gras

g : Gramme

IR : Indice de réfraction

ID : Indice d'acide

IS : Indice de saponification

IP : Indice de peroxyde

Kg : Kilogramme

Meq : Milli équivalent

ml : Millilitre

O₂ : Oxygène

°C : Degrée Celsius

% : Pourcentage

Table des matières

- Dédicace
- Remerciements

- الماخص

- Résumé
- Abstract
- Liste des figures
- Liste des tableaux
- Liste des abréviations
- Table des matières
- Introduction

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1. Généralités sur les huiles végétales	3
1.1. Historique	3
1.2. Définition	3
1.3. Composition chimique	3
1.4. Quelques huiles de consommation humaine	4
1.4.1. Huiles végétales comestible	4
1.4.2. Huiles vierges	4
1.4.1. Huiles pressés à froid	4
1.5. Technologie de fabrication	5
1.5.1. Principes généraux de la trituration	5
1.5. 2. Extraction par presse mécanique	5
1.5.3. Extraction par solvant	6
1.5.4. Extraction par soxhlet	7
1.6. Qualité des huiles végétales	8
1.6.1. Critères de qualité des huiles végétales	8
1.7. Indicateur d'altération des huiles végétales	9
1.7.1. L'indice acide	9

1.7.2. L'indice peroxyde	9
2. Bibliographie de tournesol	10
2.1. Historique	10
2.2. Classification botanique	10
2.3. Morphologie de la plante	11
2.3.1. L'appareil végétatif aérien	11
2.3.2. L'appareil végétatif souterrain	11
2.3.3. La graine	11
2.4. Utilisation de tournesol	12
2.4.1. Utilisation alimentaire	12
2.4.2. Utilisation non alimentaire	13
2.5. Huile de tournesol.	13
2.5.1. Composition	13
2.5.2. Caractéristique	13
2.5.3. Qualité nutritionnelle	14

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

1. Extraction et caractérisation de l'huile de tournesol	15
1.1. Préparation de l'échantillon	15
1.2. Extraction de l'huile par soxhlet	15
1.2.1. Mode opératoire	15
1.2.2. Teneur en huile	16
1.3. Caractérisation physico-chimique de l'huile	16
1.3.1. Analyse physique	16
1.3.1.1. Indice de réfraction.	16
1.3.2. Analyse chimique	17
1.3. 2.1. Indice d'acide et acidité	17
1.3. 2.2. Indice de saponification	18
1.3.2.3. Indice d'ester	19
1.3.2.4. Pourcentage d'altération	19
1.3.2.5. Indice de peroxyde	19

Chapitre 3 : Résultats et discussion

1. Extraction et caractérisation de l'huile de tournesol	21
1.1. Teneur en huile	21

1.2. Paramètres physico-chimique	22
1.2.1. Paramètres physique	22
1.2.1.1. Indice de réfraction	22
1.2.2. Paramètres chimique	22
1.2.2.1. Indice d'acide et acidité	22
1.2.2.2. Indice de saponification	23
1.2.2.3. Indice de peroxyde	24
Conclusion	25
Références bibliographiques	26

Introduction

Introduction

L'huile de tournesol est la quatrième importante huile dans le monde avec une production qui atteint les 19.971 tons durant l'année 2018 dont les grands pays producteurs sont l'Ukraine (6041Tons), la Russie (2762 Tons), l'Argentine (968 Tons) et l'Union européenne (482 Tons) (ISA, 2020).

L'huile de tournesol présente une grande diversité de composition en acides gras et en composés mineurs tels que les tocophérols et les phytostérols. Bien que la production d'huile de tournesol soit principalement destinée à une valorisation alimentaire, son utilisation pour des applications industrielles s'accroît. Dans le secteur alimentaire, l'huile de tournesol, seule ou combinée à d'autres permet de répondre à des exigences technologiques (stabilité à la cuisson) et nutritionnelles (effets bénéfiques sur la santé). Dans le secteur non alimentaire, les huiles de variétés à haute teneur oléique sont utilisées pures ou modifiées pour des applications dans les domaines de la lubrification, de la solvataion ou encore pour leur teneur en phytostérols ou d'autres acides gras dans les domaines pharmaceutique et cosmétique (Ayerdi Gotor, 2008).

La consommation des huiles végétales en Algérie s'établissait à un peu plus de 12 Kg/personne dont l'huile d'olive ne présente que 13% de cette consommation ou elle est largement supplantée aujourd'hui par l'huile de soja (49%) de tournesol (13%) de colza (7%) et d'arachide (5%) (Rastoin et El hassan ,2014). Hormis la production de l'huile d'olive qui oscille annuellement entre 26000 et 65000 T l'Algérie ne produit aucun type d'huile végétale (Fao ,2006).

Afin de palier à cette situation, des solutions alternatives sont impératives. Elles résident en l'approvisionnement du marché national par une production locale des différentes huiles végétales demandées par le consommateur Algérien y compris l'huile de tournesol. Dans ce contexte, notre travail vise à évaluer la teneur en huile extrait des graines de tournesol cultivé en milieu naturel de Tiaret ainsi qu'à la caractérisation physico-chimique de cette huile.

Notre mémoire sera présentée sous forme de trois chapitres :

Le premier chapitre comporte des généralités sur les huiles végétales et une étude bibliographique relative au tournesol.

Le deuxième chapitre renferme les matériels et méthodes utilisées dans cette recherche.

Le troisième chapitre comprend une présentation et discussion des résultats obtenus comme elle présente des comparaisons entre des résultats des recherches précédentes.

Enfin la thèse se conclura en proposant quelques perspectives à ce travail.

Synthèse bibliographique

1. Généralités sur les huiles végétales

1.1. Historique

Le pressoir à huile a été inventé à un moment donné de la préhistoire plus exactement des mentions à ce sujet a été retrouvé dans les écrits védiques de l'Inde ancienne tandis que dans le bassin méditerranéen les pressoirs se répandent à partir du 3^e millénaire avant notre ère. L'histoire des huiles végétales est directement liée aux avancées technologiques qui ont permis de passer au fil du temps du pressoir à main rudimentaire au presse à vis sans fin en passant par l'ouvrage gigantesque creusé dans le rocher ou bâti en pierre et alimenté par le courant d'une rivière .

Les premières huiles sont celles que l'on tire de l'olive à l'Ouest et de la graine de sésame à l'Est dont leur extraction n'exigeait aucune cuisson préalable et ne demandait qu'une force mécanique relativement faible que pouvait fournir l'être humain ou l'animal de trait. Elles resteront pendant longtemps les seules huiles comestibles. Puis s'ajouteront les huiles de fruits secs notamment la noix, noisette, pistache, des fruits de divers palmiers, cocotier, noix de palme et plus récemment celles des graines de moutarde, colza et coton. Avec l'avènement de l'ère industrielle, on mettra au point des procédés de raffinage permettant d'extraire l'huile de matières réfractaires à la simple pression à froid (soya, maïs, pépins de raisin) (Boutayeb, 2013).

1.2. Définition

L'huile végétale est une matière grasse, onctueuse, épaisse, insoluble dans l'eau et souvent liquide à température ambiante. Les huiles sont des lipides formées de triglycérides composés des acides gras estérifiées par le glycérol. Ainsi elles sont considérées comme des composants majeurs de l'énergie du corps humain car les matières grasses fournissent des calories en grand nombre. Les huiles les plus importantes de nos jours sont celles de soja, colza, tournesol, olive (Boutayeb 2013).

1.3. Composition chimique

La composition chimique ainsi que la fonction des constituants des huiles sont regroupées dans le tableau ci-après :

Tableau N°01 : Composition chimique et fonction des constituants des huiles végétales.

Constituants	Composés	Fonction	taux	Référence
Majeurs	triglycérides	-Source d'énergie	95 à 99%	(Morin et al, 2012 ; Black, 2010)
Mineurs	-mono-glycérides -di-glycérides -acides gras libres - phospholipides - stérols - alcools gras -tocophérols -pigments - hydrocarbures	-couleur -l'odeur -activité vitaminique - conservation	0,5 à 2%	(Ballerini, 2006 ; Gornay, 2006)

1.4. Quelques huiles de consommation humaine

1.4.1. Huiles végétales comestible : Sont des denrées alimentaires qui se composent essentiellement de glycérides d'acides gras exclusivement d'origine végétale. Elles peuvent contenir en faible quantité d'autres lipides comme les phosphatides, les constituants insaponifiables et les acides gras naturellement présents dans la graisse ou l'huile (Codex Alimentarius, 2005).

1.4.2. Huiles vierges : Sont obtenus exclusivement au moyen des procédés mécaniques notamment des traitements thermiques. Elles peuvent avoir été purifiées uniquement par lavage à l'eau, décantation, filtrage et centrifugation (Codex Alimentarius, 2005).

1.4.3. Huiles pressés à froid : Sont obtenus sans modification de l'huile exclusivement par des procédés mécaniques sans l'utilisation de procédés thermiques. Elles peuvent avoir été purifiées uniquement par lavage à l'eau, décantation, filtrage et centrifugation (Codex Alimentarius, 2005).

1.5. Technologie de fabrication

Les procédés d'obtention des huiles diffèrent selon les matières premières qui peuvent être soit des graines oléagineuses (arachides, tournesols) ou bien des fruits oléagineux (olives) (Fridi et Mazri, 1997). Les traitements d'obtention de l'huile des graines oléagineuses sont désignés sous le nom de trituration (Lounis, 2009).

1.5.1. Principes généraux de la trituration

La trituration industrielle est basée sur deux techniques majeures qui sont la pression mécanique et l'extraction à l'hexane :

Les graines dites « riches » en huile (teneur supérieure à 35 % d'huile) sont triturées par pression puis extraction.

Les graines classées « pauvres » en huile (teneur inférieure à 35 % d'huile, cas du soja par exemple) subissent généralement une extraction directe à l'hexane après préparation. La trituration industrielle des graines oléagineuses comporte classiquement les étapes suivantes :

-Les opérations de préparation des graines notamment le nettoyage, le séchage, le décorticage ou dépelliculage, la préparation mécanique (aplatissage et/ou broyage) et le conditionnement thermique.

-La pression qui est une extraction mécanique de l'huile de la graine où on obtient une huile de pression et un résidu solide appelé écaille de presse contenant encore un pourcentage non négligeable d'huile (environ 20 %),

-L'extraction de l'huile résiduelle des écailles par solvant (l'hexane) où on obtient une huile d'extraction et un tourteau déshuilé.

1.5.2. Extraction par presse mécanique

Toutes les presses sont équipées d'une vis mais selon la cage de presse et la forme de la vis on distingue :

- Les presses à barreaux
- Les presses à vis.

a- Presse à barreaux

L'huile passe à travers des barreaux ou des anneaux dont l'espacement peut être réglé suivant le type de graines à presser. Les tourteaux sortent sous la forme de

plaquettes ou écailles. Ainsi la vitesse de pressage est de 40kg/h à plus de 2 000 kg/h pour les grandes productions d'huiles végétales brutes (Battais et al, 2006).

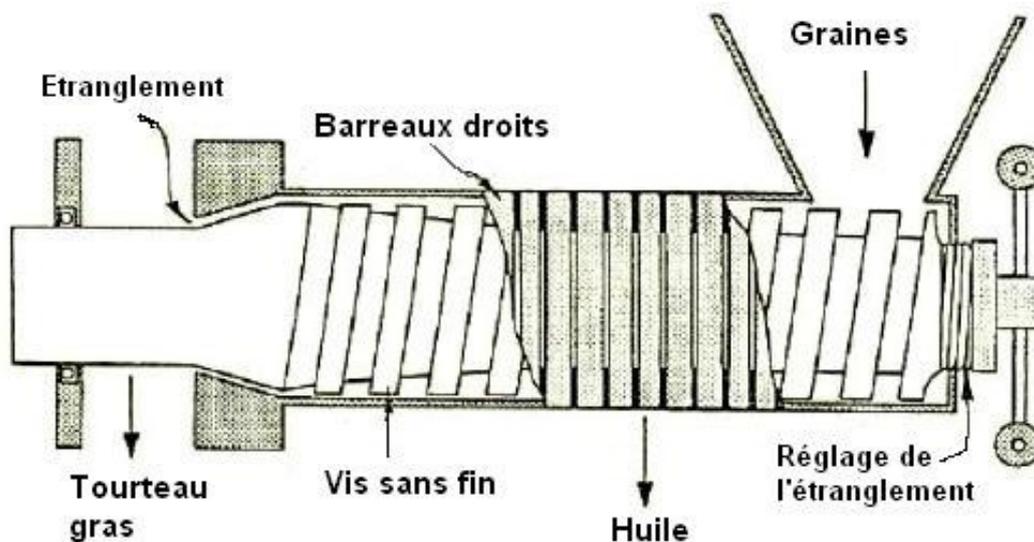


Figure 1. Vue interne d'une presse à barreaux (Beerens, 2007)

b- Presse à vis

Le corps de la presse est percé pour permettre l'écoulement de l'huile au fur et à mesure du pressage. La vis présente un diamètre croissant pour augmenter la pression en fin de parcours des graines. Les tourteaux passent dans des buses interchangeables puis ils sortent sous forme de granulés. D'autre part, la vitesse de pressage est de (< 50 kg/h) pour les faibles productions d'huiles.

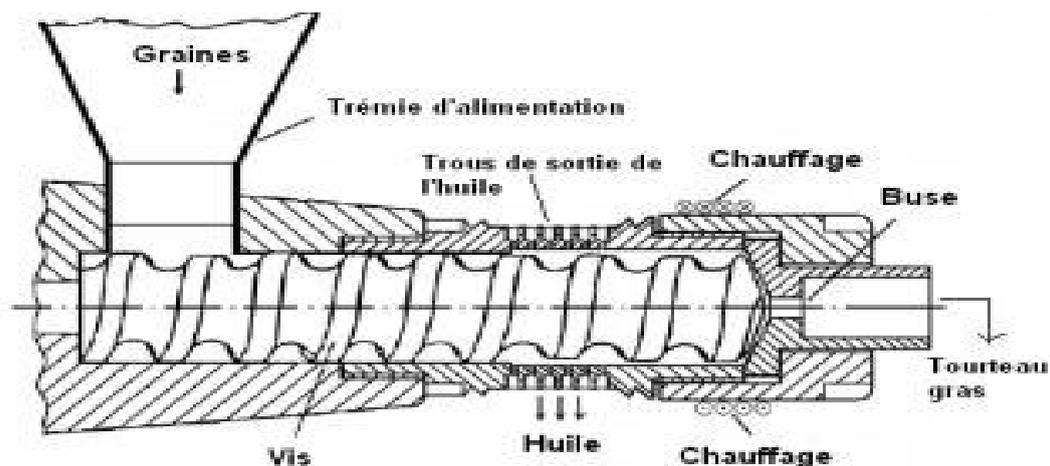


Figure 2. Vue interne d'une presse à vis (Beerens, 2007)

1.5.3. Extraction par solvant

En sortie de pression, les écailles de presse sont acheminées vers l'atelier d'extraction (extracteur continu à Percolation) où l'hexane est utilisé comme solvant.

L'activité d'extraction est constituée de plusieurs opérations unitaires notamment l'extraction de l'huile par dissolution dans l'hexane, la désolvantation du tourteau et la distillation de l'huile par évaporation du solvant, le refroidissement du tourteau avant stockage, la condensation des vapeurs de solvant avec séparation de l'eau et de l'hexane .

1.5.4. Extraction par Soxhlet

L'extracteur de Soxhlet est un appareil spécialement conçu pour l'extraction continue solide liquide. Le solvant (5 à 10 fois la quantité de l'échantillon solide à extraire) est porté à ébullition puis condensé avec le condenseur à boules dans le réservoir à siphon contenant le solide à extraire dans une cartouche de papier épais. Le contact entre le solvant et le produit à extraire dure pendant l'accumulation de solvant dans le réservoir puis quand il atteint un certain niveau il amorce le siphon et retourne dans le ballon en entraînant la substance dissoute. Ce cycle peut être répété plusieurs fois selon la facilité avec laquelle le produit diffuse dans le solvant.

Le montage soxhlet se compose de :

- 1- Agitateur magnétique
- 2- Ballon à col rodé
- 3- Retour de distillation (tube d'adduction)
- 4- Corps en verre
- 5- Filtre
- 6- Haut du siphon
- 7- Sortie du siphon
- 8- Adaptateur d'expansion
- 9- Condenseur
- 10- Entrée de l'eau de refroidissement
- 11- Sortie de l'eau de refroidissement

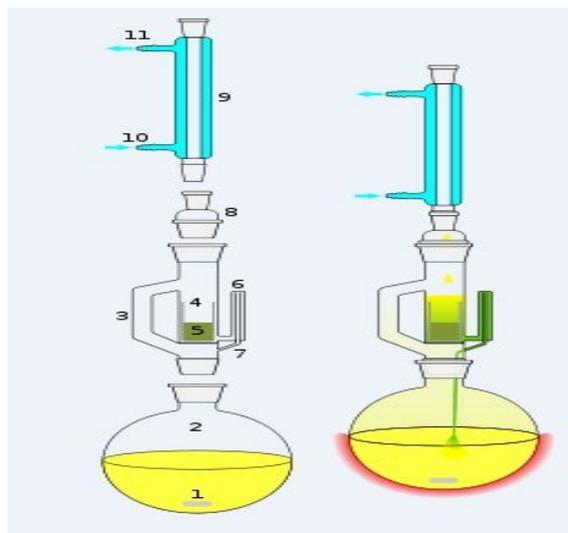


Figure 3. Représentation schématique d'un extracteur de soxhlet.

1.6. Qualité des huiles végétales

La qualité est le résultat d'un ensemble de propriétés particulières qui conditionnent son acceptabilité. On peut considérer la qualité intrinsèque qui correspond à des critères de composition et de valeur nutritive, la qualité hygiénique basée sur des critères de protection de la santé du consommateur et la qualité organoleptique englobant les aspects de la couleur, de la saveur et de texture (Benhamma, 2018).

1.6.1. Critères de qualité des huiles végétales

a-Qualité nutritionnelle : Les critères de contrôle de la qualité nutritionnelle d'une huile incluent le profil en acides gras, la teneur en composés antioxydants (type tocophérols et polyphénols) ainsi que les marqueurs d'altération de l'huile.

b-Qualité organoleptique : Les critères les plus importants du point de vue du consommateur sont les critères sensoriels notamment la couleur, l'odeur, la flaveur ou la texture (Regost, 2001). L'objectif est de rechercher si l'huile est neutre de goût ou s'il reste des flaveurs agréables ou désagréables perceptibles et en fonction de ce critère on classe l'huile en « acceptable », « limite », « non acceptable » (Vigneron et al. 2002).

c-Qualité hygiénique : Cet aspect de la qualité qui relève de la non-toxicité reflète la sécurité chimique et bactériologique. Elle est « normalisable » où la

réglementation fixe en général les seuils limites à ne pas dépasser pour les principales contaminations toxiques (Chiardia, 1994).

1.7. Indicateur d'altération des huiles végétales : Les indicateurs fréquemment utilisés pour l'évaluation des altérations de l'huile sont (Ollé, 2002):

1.7.1. L'indice acide : est une mesure qui évalue l'altération hydrolytique des corps gras. La présence d'eau (dans les graines ou dans le milieu) peut entraîner des phénomènes d'hydrolyse des huiles soit par une action chimique ou enzymatique (Frega et al. 1999; Ollé, 2002). Les triglycérides sont alors partiellement hydrolysés en acides gras libres. Le Codex Alimentarius (1999) fixe la valeur de l'indice d'acide à un maximum de 4 mg KOH/g d'huile pour les huiles vierges et pressées à froid.

1.7.2. L'indice peroxyde : est une mesure permettant d'évaluer l'état d'oxydation d'une huile. Cet indice a pour objectif le dosage de l'oxygène chimiquement actif contenu dans un gramme de corps gras. Le Codex Alimentarius (1999) fixe la valeur de l'indice peroxyde à un maximum de 15 méq O₂/kg d'huile pour les huiles vierges et pressées à froid.

2. Bibliographie de tournesol

2.1. Historique

Le tournesol est une plante oléagineuse annuelle dont le nom scientifique est *Helianthus annuus* L. L'appellation «tournesol» provient de sa tendance à se tourner vers le soleil pendant la journée alors que son nom scientifique fait référence à la forme caractéristique de son inflorescence composée ou capitule. Originnaire d'Amérique du nord, le tournesol serait l'une des plus anciennes espèces endémique où Il fut cultivé jusqu'au XVème siècle par les indiens d'Amérique à des fins alimentaires (consommation de ses graines crues ou sous forme de farine) mais également pour d'autres applications (médicinale, colorante...) comme il avait aussi une fonction ornementale en raison de sa forme de soleil. Ce n'est qu'au début du XVIème siècle que les explorateurs espagnols le rapportèrent en Europe d'abord pour cette fonction ornemental (Evon, 2008).

Toutefois d'autres utilisations ne tardèrent pas à apparaître où les feuilles furent utilisées pour l'alimentation du bétail, les pétales pour la teinture, les tiges pour le papier et surtout les graines pour l'huile. En développant des variétés adaptées localement, les chercheurs firent passer la teneur en huile de la graine de 25 à 45 % en quelques décennies améliorant par la même occasion la précocité de la plante ainsi que sa résistance aux maladies (Evon, 2008). Réintroduit en Amérique du Nord en 1880, la culture du tournesol se développa par la suite dans le reste de l'Europe dès le début du XXème siècle (Guillaume, 2008) puis se reprend à partir de 1960 à d'autres pays du monde.

2.2. Classification botanique

Le tournesol a été décrit pour la première fois dans l'herbier du botaniste Dodaneus en 1568 sous le nom de *Chrysanthemum perviranum*. Le mouvement héliotropique de la fleur de tournesol du a la courbure de la tige lui a valu son nom botanique d'*Helianthus* (du grec helios : soleil et anthos : fleur), *annuus* étant lié a sa durée de vie annuelle (Abou al fadil, 2006).

D'après Chadefaud et Emberger (1960), le tournesol cultivé *Helianthus annuus* L. appartient :

- à l'embranchement des Spermaphytes

- au sous-embranchement des Angiospermes
- à la classe des Dicotylédones
- au phylum des Pariétales-Rhoeadales-Synanthérées
- à l'ordre des Synanthérales
- à la famille des Astéracées ou Composées
- à la sous-famille des Tubuliflores
- au genre *Helianthus* L
- à l'espèce *annuus*

2.3. Morphologie de la plante

2.3.1. L'appareil végétatif aérien

Le tournesol est une plante annuelle dont la taille varie entre 1 et 4 m selon les variétés et les conditions de culture. Les tiges sont normalement non ramifiées et comme la plupart des autres parties de la plante elles peuvent varier de glabres à très pubescentes. Le nombre de feuilles chez les variétés cultivées de tournesol varient entre 20 et 30 dont les premières sont opposées et les suivantes deviennent alternes (Ebrahimi, 2008). Les capitules, réceptacles floraux charnus peuvent atteindre 15 à 50 cm de diamètre (Temagoult, 2009).

2.3.2. L'appareil végétatif souterrain

La racine est de forme pivotante où elle se caractérise par un axe principal ou pivot pouvant atteindre de très grandes profondeurs. Ainsi, la plante résiste mieux à la sécheresse exploitant par la même occasion les éléments nutritifs situés en profondeur. Bien que le pivot puisse dépasser les 2 mètres de profondeur, il est cependant peu agressif face aux obstacles présents dans le sol (galets, semelle de labour) (Mirleau-Thebaud, 2012). Les racines secondaires sont surtout présentes en surface par conséquent leur quantité et leur diamètre diminuent en fonction de l'éloignement de celui-ci. (Mirleau-Thebaud, 2012).

2.3.3. La graine

La graine de tournesol est en réalité un akène; fruit sec indéhiscent constitué d'un embryon recouvert d'un tégument séminal formant l'amande et d'un péricarpe non soudé dérivé de la paroi de l'ovaire sec et indéhiscent correspondant à l'enveloppe de l'akène (ou coque). La taille de la graine peut varier de 7 à 25 mm de longueur et de 4 à 13 mm de

largeur. Quant à leur forme peut être linéaire, ovale ou presque ronde (Côme et Corbineau, 1998).

La coque est essentiellement formée de fibres de cellulose, de lignine et d'hémicellulose (70 à 90% de la matière sèche) (Connor et Hall, 1997). Cependant, dans la littérature il est rapporté que de larges différences de composition en constituants sont observées sur la teneur en lipides (0,9 à 7,1% /MS), en protéines (2,8 à 7,1% / MS), en lignine, cellulose et hémicellulose (Ayerdi-Gotor, 2008).

Une amande, constituée d'un embryon et de deux cotylédons est le lieu de stockage des réserves nécessaires au développement de l'embryon. Les réserves de l'embryon du tournesol indispensable à la germination et au développement de la plantule sont donc constituées de deux types de substances de réserve, les protéines et les lipides représentant respectivement 20 et 50% de la matière sèche de l'akène (Ayerdi-Gotor, 2008).

2.4. Utilisation de tournesol

Le tournesol présente de nombreux débouchés que ce soit dans l'alimentation humaine, animale ou dans la valorisation des sous-produits des industries huilières (Asa, 2008).

2.4.1. Utilisation alimentaire

a-Alimentation humaine

Les graines de tournesol représentent une source importante d'huile alimentaire au monde dont la teneur en huile est voisine de 45% (Asa, 2008).

L'huile de tournesol seule ou combinée à d'autres huiles est capable de répondre à de nombreuses exigences du secteur de l'agro-alimentaire. Elle est le plus souvent utilisée comme huile de table pure ou en mélange et dans l'industrie alimentaire pour la fabrication d'assaisonnements, de sauces, de margarines (Ayerdi-Gotor, 2008). En outre, la graine entière de tournesol peut également être valorisée dans l'alimentation humaine (Roche, 2005).

b-Alimentation animal

Le tourteau de tournesol; produit obtenu après extraction de l'huile est parmi les meilleurs aliments de bétail en raison de sa forte teneur en matières azotées totales (45-55%) ainsi sa teneur en vitamines du groupe B est également élevée (le tournesol contient plus de riboflavine que l'arachide ou le soja). Du point de vue minéral, comparé aux autres

tourteaux, celui du tournesol présente un meilleur équilibre phosphocalcique. Toutefois son taux élevé en cellulose limite leur utilisation chez les monogastriques (Agréste, 2003).

2.4.2. Utilisation non alimentaire

Les principaux secteurs de valorisation de l'huile de tournesol dans le secteur non alimentaire sont l'énergie avec la production de biocarburants et l'oléochimie avec la production de bioproduits élaborés à partir de l'huile ou ses dérivés.

Les tocophérols et les phytostérols qui peuvent être récupérés lors de raffinage des huiles de tournesol est valorisées en particulier dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique. Les phytostérols présentent une action anti-inflammatoire et anti-dessiccateurs (Folmer, 2003; Borlescu et al. 2007) tandis que les tocophérols sont abondamment utilisés en cosmétologie grâce à leur pouvoir anti-oxydant (Ayerdi- Gotor, 2008).

2.5. L'huile de tournesol

2.5.1. Composition

L'huile extraite du tournesol est majoritairement constituée de triglycérides ou triacylglycérols (95 à 99% d'huile). Le reste de la fraction lipidique (1 à 5%) renferme des composés dits « mineurs » en raison de leur faible teneur tels que les phospholipides, les alcools aliphatiques et triterpéniques, les cires, les pigments, les tocophérols et les stérols. (Roche, 2005)

Globalement, en terme d'acides gras, l'huile de tournesol se compose d'environ 90% d'acides gras insaturés (acide oléique (C18 :1) et acide linoléique (C18 :2)), 10 % d'acides gras saturés (acide palmitique (C16 :0) et acide stéarique (C18 :0)). Cette composition en acide gras varie d'un cultivar à l'autre. En fonction de la teneur en acide oléique trois types de cultivars de tournesol sont distingué : 20 à 50% les cultivars standard (classiques), de 50 à 70% les cultivars mi-oléiques et plus de 70%, les cultivars oléiques (Roche, 2005).

2.5.2. Caractéristiques

L'huile de tournesol est considérée comme une huile de première qualité grâce à ces caractéristiques : Couleur pâle, forte teneur en acides gras non saturés, absence d'acide linoléique et d'acides gras trans, saveur neutre, forte résistance à l'oxydation, point de fumée élevé et la grande diversité de composition en acides gras.

Selon le codex alimentarius (1999), l'huile de tournesol présente les caractéristiques physico-chimiques suivantes :

Densité relative (x°C/eau à 20 °C) : 0.918-0.923

Indice de réfraction : 1.461-1.468

Indice de saponification (mg KOH/g d'huile) : 188-194

Indice d'iode : 118-141

Insaponifiable (g/kg) : < 15

Indice d'acide (mg de KOH/ g de graisse ou d'huile) : 4.0

Indice de peroxyde (meq d'oxygène actif / Kg d'huile) : 15

2.5.3. Qualité nutritionnelle

L'huile de tournesol a plus récemment fait l'objet d'un intérêt croissant en raison de leur stabilité qui les rend plus propre à la cuisson. Ainsi sa composition intermédiaire permet de remplacer les huiles de palme, de coton, de soja et de colza (Kartika, 2005). Il est riche en acides gras mono et polyinsaturés correspond parfaitement aux recommandations nutritionnelles actuelles (Kartika, 2005).

En outre cette huile possède de nombreuses propriétés nutritives et bénéfiques pour la santé. La forte teneur en acide oléique et la forte teneur en acides gras polyinsaturés des génotypes oléiques permet de prévenir l'athérosclérose. La diversité des acides gras dans l'alimentation humaine et leurs apports en quantités appropriées sont nécessaires pour la prévention des maladies cardiovasculaires (Delplanque, 2000).

Les tocophérols présentent des propriétés anti-oxydantes responsables de la stabilité oxydative de l'huile (Demir et Cetin, 1999). Cette activité anti-oxydante protège également les acides gras en éliminant les radicaux libres et les espèces oxygène réactives (Roche, 2005). Outre ces propriétés anti-oxydantes, des études montrent que les tocophérols réduisent les maladies cardiovasculaires et ont certaines propriétés anti-cancéreuses (Riccioni et al. 2007).

Les phytostérols inhibent l'absorption et la biosynthèse du cholestérol comme ils diminuaient les risques des maladies cardiovasculaires. Aussi ils ont une action anticancéreuse et immunomodulatrice (Zangenberg et al. 2004) et anti inflammatoire (Bouic et al. 1999).

Matériels et méthodes

1. Extraction et caractérisation de l'huile de tournesol

Les graines récoltées de l'expérimentation en milieu naturel de Tiaret durant l'année 2018 ont subi une extraction de son huile au niveau de laboratoire de technologie alimentaire de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université de Tiaret.

1.1. 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.

-*Décortiquage* : 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.

1.2. Extraction de l'huile par soxhlet

Selon Despiau (1978), le principe de l'extraction de l'huile consiste à effectuer une extraction par un solvant organique généralement c'est l'hexane à l'aide d'un dispositif Soxhlet d'une capacité de 250 ml. La farine est épuisée en matière grasse par le passage du solvant où on estime qu'une extraction est totale au bout de 6 heures. Une fois l'extraction est terminée les solvants sont éliminés à l'aide d'un Rota vapor. Cette extraction repose sur le principe suivant : les composés apolaires comme les corps gras sont insolubles dans les composés polaires comme l'eau mais solubles dans les solvants apolaires tels que l'hexane. Le point d'évaporation de l'hexane est inférieur à celui des matières grasses à extraire, il est donc très facile de les séparer par chauffage.

1.2.1. Mode opératoire

- Peser à 1 mg près, 10 g de la 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 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 (l'huile) retourne dans le ballon.
- Après la durée nécessaire (6 heures), on récupère la cartouche d'une part et le ballon d'autre part.
- Le ballon contenant le solvant plus l'huile est passée dans le Rota Vapor pour chasser par distillation la majeure partie du solvant ce qui permet de récupérer l'huile seul (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.

1.2.2. Teneur en huile

La teneur en huile est défini comme étant le rapport entre la masse obtenue et la masse de matière végétale, elle est calculer comme suite :

$$\% \quad \frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100$$

Th% : Teneur en huile en pourcentage.

P2 : Poids du ballon avec l'huile en g.

P1 : Poids du ballon vide en g.

P₃ : Poids de prise d'essai en g.

1.3. Caractérisation physico-chimique de l'huile

1.3.1. Analyse physique

1.3.1.1. 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 1,470 et 1,476 et les huiles non siccatives entre 1,468 et 1,470.

a-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.

b-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.

1.3.2. Analyses chimiques

1.3.2.1. 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 sur la quantité d'acides libres provenant d'hydrolyse naturelle des corps gras et qui sont responsables d'une plus grande facilité au rancissement.

a-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.

b-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 phénophtaléine persistant pendant au moins 10 secondes.

c-Expression des résultats

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

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

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 :

$$A(\%) = 0.5 \times I.A$$

1.3.2.2 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).

a-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).

b-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 phénolphtaléine.

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

c-Expression des résultats

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

$$I_s = ((C_1 - C_2) \times 28) / M$$

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.

1.3.2.3 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

$$\text{d'acide :} \quad \text{I.E} = \text{I.S} - \text{I.A}$$

1.3.2.4. 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 :

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

1.3.2.5. 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 (Lion, 1955).

a-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).

b-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, ensuite 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.

c-Expression des résultats

$$\text{I.P (Meq O}_2\text{/Kg de CG)}=(V-V_0) \times 10/P$$

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

Résultats et discussions

1. Extraction et caractérisation de l'huile de tournesol

1.1. Teneur en huile

Les résultats représentés dans la figure ci-dessous montrent que la teneur en huile de l'ensemble des variétés étudiées oscille entre (46,80% et 50%) enregistré chez les variétés 2 et 3 respectivement (Figure 4).

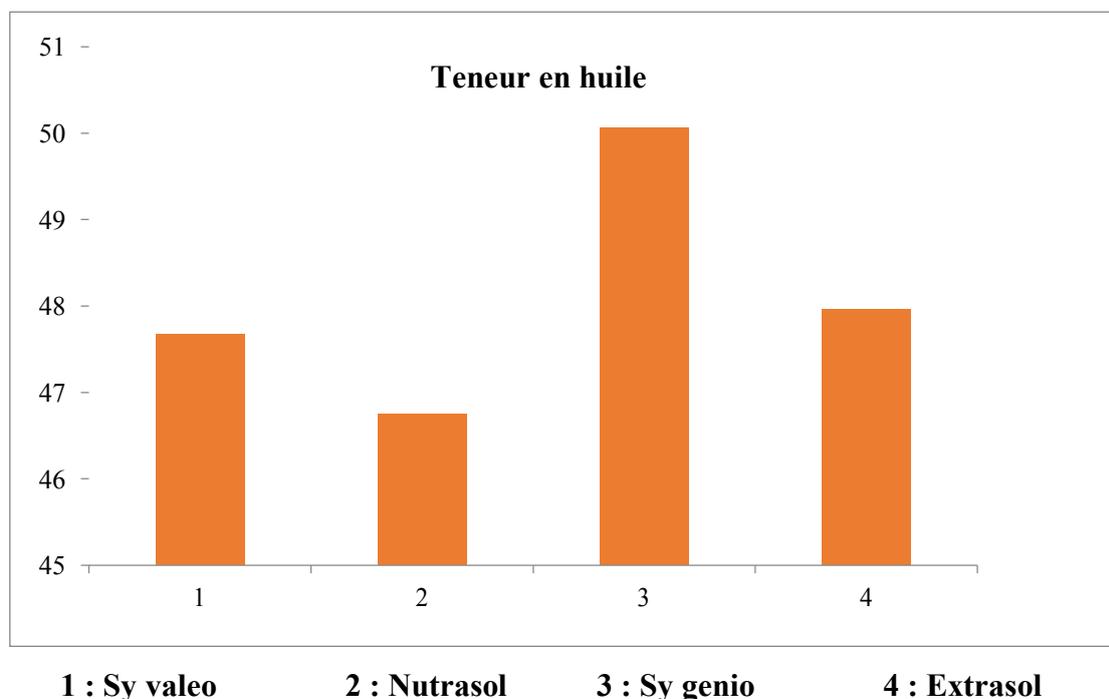


Figure 4. Variation de la teneur en huile de différentes variétés étudiées

La teneur et le rendement en huile sont des traits quantitatifs complexes déterminés par des facteurs génétiques et environnementaux ainsi que par des interactions entre eux (Leon et al .2003).

Les résultats obtenus sont cohérents avec ceux rapportés par Lahouel (2019) dont la teneur en huile de tournesol varié entre 49 et 59 %. Des résultats similaires ont été signalés par Charrouf(1998) chez l'arganier cultivé en Algérie où il indique que la teneur en huile de l'arganier varié entre 30 et 55 %.

D'autre part, Nos résultats montrent que la teneur en huile de tournesol cultivé en Algérie est supérieure à celle de l'olive extra vierge consommée en Algérie notamment 22.66% indiqué par Derradj (2016).

1.2. Paramètres physico-chimique

1.2.1. Paramètres physique

1.2.1.1. Indice de réfraction

L'indice de réfraction est considéré comme un critère de pureté d'une huile. Il varie avec la longueur d'onde de la lumière incidente ainsi qu'avec la température.

Selon le codex alimentarius (1999), l'indice de réfraction de l'huile de tournesol est fixé à 1.461-1.468.

Les résultats obtenus par Lahouel (2019) montrent que l'indice de réfraction varie entre (1,466 et 1,470) ce qui indique que l'ensemble des huiles analysées peuvent être considéré comme pures et non siccative car elles sont conformes à la norme NF T 60-212 où l'indice de réfraction des huiles non siccatives varie entre 1.468 et 1.470.

D'autre part, Mengistie et al. (2018) a signalé que l'indice de réfraction de l'huile de tournesol est 1.475 ce qui similaire au résultat trouvé par Tabasum et al (2012) notamment 1.474.

Ismail et Arafat (2014) ont signalé que l'indice de réfraction de l'huile de quelque hybride oléique de tournesol cultivé en Egypte varié entre 1.463 et 1.469.

Cependant Kouidri (2008) a trouvé que l'indice de réfraction de l'huile d'argan varié entre 1.465 et 1.469 des deux régions Tindouf et Mostaganem respectivement.

De sa part Kebaili (2013) a indiqué que l'indice de réfraction de l'huile de soja oscille entre 1.473-1.477.

Selon Derradj (2016), l'indice de réfraction mesuré pour l'huile d'olive est de 1,468. Cependant ce de l'huile de figuier de barbarie est de 1,475 (Miloud et berrahil el-kattel , 2019).

1.2.2. Paramètres chimique

1.2.2.1. Indice d'acide et acidité

Les indicateurs fréquemment utilisés pour l'évaluation des altérations de l'huile sont l'indice d'acide et l'indice de peroxyde (Rombaut, 2013). L'indice d'acide d'une huile est une mesure qui permet d'évaluer le niveau d'altération hydrolytique, enzymatique ou chimique des chaînes d'acide gras des triglycérides qui sont alors partiellement hydrolysés en acides gras libres (Abaza et al. 2002).

Les résultats trouvés par Lahouel (2019) en l'occurrence 0.93 et 2.80 sont inférieures de la valeur indiquée par le Codex alimentarius (1999) à savoir 4,0 mg de KOH/g pour les graisses et les huiles vierges y compris l'huile de tournesol.

D'après Tabasum et al (2012), l'indice d'acide de l'huile de tournesol avant la friture est de 0.81.

D'autre part, notre huile de tournesol se caractérise par un indice d'acide inférieur à ce lui de l'huile d'olive qui varie de 2 à 16 mg/g d'huile.

Selon Derradj (2016), le soja raffiné a présenté un indice d'acide de 0.16g d'acide oléique/100g d'huile ce qui est faible par rapport à l'indice d'acide de l'huile de tournesol.

Cependant l'huile de figuier de barbarie se caractérise selon Miloud et berrahil el-kattel, 2019 par un indice d'acide fixé à 2.24 mg de KOH/g.

L'acidité de l'huile issue des plantes de tournesol cultivées en milieu naturel de Tiaret varie entre (0,46 et 1,40) (Lahouel, 2019). Ces valeurs sont inférieures par rapport à la valeur indiquée par Mengistie et al. (2018) à savoir; 2.43 %.

D'après Ismail et Arafat (2014), l'acidité de l'huile de tournesol cultivé dans les conditions pédo-climatique de l'Égypte oscille entre 0.21% et 0.36%.

Selon Kebaili (2013), l'huile de soja présente une acidité de 1.81%. Ainsi les valeurs d'acidité de l'huile d'Argan de Tindouf et Mostaganem sont respectivement de l'ordre de 0.12% et 0.11% (Kouidri, 2008).

D'autre part, l'huile d'olive de quelques variétés algérienne se caractérise par une acidité inférieure à 0,5% (Hadj sadok et al ; 2018).

1.2.2.2. Indice de saponification

La connaissance de l'indice de saponification d'une huile nous renseigne sur la longueur de la chaîne carbonée des acides constituant de cette huile. L'indice de saponification d'un corps gras est d'autant plus élevé que la chaîne carbonée des acides gras est courte (Lion, 1955).

Selon le codex alimentarius (1999); l'indice de saponification de l'huile de tournesol varie entre 188-194mg KOH/g.

D'après Lahouel (2019), les résultats d'analyse de l'huile de tournesol cultivé en milieu naturel montrent que l'indice de saponification oscille entre 151,2 et 196 mg KOH/g.

De même Tabasum et al (2012) ont indiqué que l'indice de saponification de l'huile de tournesol est de 194.73 mg KOH/g.

Toutefois; la valeur de l'indice de saponification trouvée par Mengistie et al. (2018) chez l'huile de tournesol est de 197.14 mg KOH/g.

L'indice de saponification de l'huile d'olive étudiée par Derradj (2016) est de l'ordre de 191,95 mg KOH/ g d'huile.

Selon Kebaili (2013), l'huile de soja se caractérise par un indice de saponification change entre 188-195 (mg KOH/g d'huile).

Dans la recherche réalisée par Kouidri (2008) sur l'huile d'argan de Tindouf et de Mostaganem, l'indice de saponification varié de 188.55 et 190.79 mg KOH/g.

1.2.2.3. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est un bon indicateur de l'état de conservation d'un corps gras où il mesure les hydro peroxydes totaux qui sont les premiers produits d'oxydation (Kiritsakis, 1992). Il indique en fait, la quantité d'acides gras déjà rances (Aïssi et al. 2009).

Mengistie et al. (2018) ont signalé que l'indice de peroxyde de l'huile de tournesol est de 8.80 Meq/Kg.

Alors que les valeurs de l'indice de peroxyde obtenus dans l'étude établi par Lahouel (2019) varient entre (1.12 et 2.80) méq d'oxygène actif/kg. De même les résultats trouvés par Ismail et Arafat (2014) indiquent que l'indice de peroxyde de l'huile de tournesol oscille entre 1.66 et 2.17 méq d'oxygène actif/kg.

Selon Tabasum et al (2012); l'indice de peroxyde de l'huile de tournesol est de 6.5 méq d'oxygène actif/kg.

Les valeurs de l'indice de peroxyde des huiles d'argan de Tindouf et de Mostaganem sont respectivement de l'ordre de 2.65 et de 2.60 méq d'oxygène actif/kg (Kouidri 2008).

D'après Derradj (2016), l'huile d'olive présente un indice de peroxyde de 7,33 Méq d'O₂/kg d'huile cependant l'huile de soja raffiné présente un indice de peroxyde de 0.4 Méq d'O₂/kg d'huile.

D'autre part, l'indice de peroxyde de l'huile de figuier de barbarie est de 14.5 Méq d'O₂/kg d'huile (Miloud et berrahil el-kattel, 2019).

Conclusion

Conclusion

L'huile de tournesol occupe une place importante dans le monde ainsi qu'en Algérie. Sa grande diversité de composition en acides gras et en composés mineurs tels que les tocophérols et les phytostérols lui assure plusieurs utilisations dans le secteur alimentaire et non alimentaire.

Dans ce contexte notre étude a porté sur l'évaluation de la teneur en huile de tournesol cultivé en milieu naturel de Tiaret et la caractérisation physico-chimique de cette huile.

L'évaluation de la teneur en huile de l'ensemble des variétés étudiées montre qu'elle varie entre 46,80% et 50% enregistré chez les variétés Nutrasol et Sy genio respectivement.

Les résultats des analyses physico-chimiques notamment l'indice de réfraction, l'indice d'acide, l'indice de saponification et l'indice de peroxyde de l'huile de tournesol obtenus lors des recherches précédentes montrent que cette huile présente une bonne qualité physico-chimique.

A la fin, nous pouvons dire que ce travail pourrait être développé par l'étude de la composition de l'huile de tournesol cultivé en Algérie en acides gras et en composés mineurs on l'occurrence les tocophyroles et les phytostéroles par la technique de chromatographie.

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.
- AFNOR (1988).** Corps gras, graine oléagineuse, produit dérivés, recueil de norme française, 4^{ème} Edition AFNOR, Paris, p 536.
- Agreste (2003).** L'utilisation du territoire en 2002. Agreste Chiffres et Données Agriculture : 55-65.
- Asa E (2008).** Contrôle génétique de la qualité des graines chez le tournesol (*Helianthus annuus* L.) soumis à la sécheresse. Thèse doctorat : Institut National Polytechnique de Toulouse. 177p.
- Ayerdi Gotor A (2008).** Etude des variations des teneurs et de la variabilité des compositions en tocophérols et en phytostérols dans les akènes et l'huile de tournesol (*Helianthus annuus* L.) Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, France. 196p.
- Ballerini D, Alazard-Toux N, Appert O (2006).** Les biocarburants : état des lieux, perspectives et enjeux du développement: Editions Technip. 193p.
- Battais L, Defaye S, Vaitilingom G (2006).** Perspectives de développement de l'utilisation des huiles végétales pures hors utilisations biocarburant. Rapport finale réalisé par CIRAD. 98p.
- Beerens P (2007).** Screw-Pressing of Jatropha Seeds for Fuelling Purposes in Less Developed Countries. Eindhoven University of Technology. 87p.
- Borlescu C, Giurginca M, Demetrescu I (2007).** Evaluation of stability of some natural and synthesis antioxidants in dermato-cosmetics with anti-ageing effect. Revista de Chimie. 58(1): 28- 32.
- Bouic PJD, Clark A, Lamprecht J, Freestone M, Pool EJ, Liebenberg RW, Kotze D, Van jaarsveld PP (1999).** The effects of B-sitosterol (BSS) and B-sitosterol glucoside (BSSG) mixture on selected immune parameters of marathon runners: Inhibition of post marathon immune suppression and inflammation. International Journal of Sports Medicine. 20: 258-62.
- Boutayeb A (2013).** Etude bibliographique sur les huiles essentielles et végétales. Mémoire de licence : Université Ibn Tofail, Maroc.
- Chadefaud M, Emberger L (1960).** Les végétaux vasculaires. Tome II du Traite de Botanique Systematique, Masson, Paris, 1540 p.

- Charrouf Z (1998).** Valorisation de l'huile d'argan par des groupements sur les ressources végétales « L'Arganier et les plantes des zones arides et semi-arides » Agadir 23-25 avril.
- Chiardia – bosquet J P(1994).** Régime juridique du contrôle et de la certification de la qualité des denrées alimentaires : Puissance publique et producteur. Ed : Rome. 123p.
- Codex alimentarius (1993).** 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
- Codex alimentarius (1999).** CODEX STAN 210-1999. Norme pour les huiles végétales portant un nom spécifique. Normes alimentaires internationales.
- Codex Alimentarius (2005).** Norme pour les huiles végétales portant un nom spécifique, Codex-Stan 210. Codex Alimentarius, Rome, Italie, 14.
- Connor DJ, Hall AJ (1997).** Sunflower physiology. In: Schneiter, A.A. (Ed.), *Sunflower Technology and Production*. Agron. Monogr. 35. ASA, Madison, WI, USA, pp. 113–182.
- Côme D, Corbineau F (1998).** Semences et germination. In: Proc. *Physiologie végétale II: Croissance et développement*, Ed .Hermann and P. Mazliak. 185-313.
- Delplanque B (2000).** The nutritional value of sunflower oils: linoleic sunflower seeds and seeds with high oleic content. *OCL*. 7 (6): 467-472.
- Demir C, Cetin M (1999).** Determination of tocopherols, fatty acids and oxidative stability of pecan, walnut and sunflower oils. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*. 95: 278-282.
- Derradj M (2016).** Caractérisation physicochimique et biochimique des huiles de soja raffinée et d'olive extra vierge «Rougette» consommées en Algérie; Effets sur certains paramètres biologiques chez des rats *Wistar*. Thèse de doctorat : Université Badji Mokhtar – Annaba. 143p.
- Despiau C (1978).** Les solvants d'extraction : Deux aspects technologiques et économiques. Incidences sur le choix du solvant. *Revue française de corps gras*, Paris. 25(1) : 7 – 9.
- Ebrahimi A. (2008).** Contrôle génétique de la qualité des graines chez le tournesol (*Helianthus annuus L.*) soumis à la sécheresse. Thèse de doctorat, Université de Toulouse, France. 177p.
- Evon M P (2008).** Nouveau procédé de bioraffinage du tournesol plante entière par fractionnement thermo-mécano-chimique en extruder bi-vis: étude de l'extraction aqueuse des lipides et de la mise en forme du raffinat en agromatériaux par thermomoulage. Thèse de doctorat, Université de Toulouse, France. 388p.

- Folmer BM (2003).** Sterol surfactants: from synthesis to applications. *Advances in Colloid and Interface Science.* 103: 99-119.
- Frega N, Mozzon M, Lercker G (1999).** Effects of free fatty acids on oxidative stability of vegetable oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* 76 : 325-329.
- Fridi K., Mazari M., (1997).** Effet du stockage sur les caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'arachide. Mémoire d'ingénieur Agronome, El Harrach, Institut National Agronomique. p78.
- Gavrilovic M, Maginot MJ, Wallach J (1996).** Biosciences et technique de manipulation d'analyse biochimique. 3^{ème} édition pp : 36-38.
- Guillaume L (2008).** Les voyages du tournesol. La garance voyageuse. *Revue de monde végétale.* 81-83.
- Hadj sadok T, rebiha k (2018).** Caractérisation physico-chimique et organoleptique des huiles d'olive vierges de quelques variétés algériennes. *Revue Agrobiologia.* 8(1): 706-718.
- ISA (2020).** Site web de la ISA : The International Sunflower association : www.isasunflower.org
- Ismail A, Arafat S (2014).** Quality Characteristics of High-Oleic Sunflower Oil Extracted from Some Hybrids Cultivated under Egyptian Conditions. *Helia* 37(60).
- Kartika IA (2005).** Nouveau procédé de fractionnement des graines de tournesol : expression et extraction en extrudeur bi-vis, purification par ultrafiltration de l'huile de tournesol. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Toulouse. 339 p.
- Kebaili M (2013).** Analyses physicochimiques de l'huile de soja au cours du raffinage au niveau de complexe Prolipos de Ain m'lila. Mémoire de Master: Université Larbi ben m'hidi Oum el bouaghi. P 17.
- Kouidri M (2008).** Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile d'argan provenant d'arbres cultivés dans deux régions de l'Algérie (Tindouf et Mostaganem). Thèse magister. Université hassiba ben bouali chlef. 96p.
- Lambert J (2005).** Huiles végétales -IFHVP. 2000 plantes oléagineuses répertoriées, 22-23.
- Lahouel H (2019).** Etude de l'adaptation et la productivité (rendement et qualité des huiles) du tournesol en conditions de déficit hydrique. Thèse de doctorat : Université Ibn Khaldoun Tiaret. 154p.
- Lion PH (1955).** Travaux pratiques de chimie organique. Ed. Dunod, Paris.

- Mengata Mengounou G, Mouken gueImano A, Vardamides J.C (2016).** Analyse des propriétés physico-chimiques de l'huile de palmistes transesterifiée. STD (17), pp210-214.
- Mengistie T, Alemu A, Mekonnen A (2018).** Comparison of physicochemical properties of edible vegetable oils commercially available in Bahir Dar, Ethiopia . Chemistry International 4(2): 130-135.
- Miloud S, Berrahil el-kattel B (2019).** Etude physico-chimique de l'huile des graines de figues de barbarie. Thèse master : Centre Universitaire Belhadj Bouchaib D'Aïn-Temouchent. 55p.
- Mirleau-Thebaud V (2012).** Effet des contraintes mécaniques du sol sur la limitation des rendements du tournesol. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, France. 282p.
- Morin O, Pagès-Xatart-Parès X (2012).** Huiles et corps gras végétaux: ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel. Oléagineux, Corps gras, Lipides, 19(2):63-75.
- NF T60 204 (AFNOR, 1981).** Détermination de l'indice d'acide. Association Française de Normalisation, Recueil de normes françaises des corps gras, graines oléagineuse, produits dérivés. Ed. AFNOR, 1981. Paris.
- NFT 60 220 (AFNOR, 1981).** Détermination de l'indice de peroxyde. Association Française de Normalisation, Recueil de normes françaises des corps gras, graines oléagineuse, produits dérivés. Ed. AFNOR, 1981. Paris.
- NFT 60 206 (AFNOR ,1981).** Détermination de l'indice de saponification. Association Française de Normalisation, Recueil de normes françaises des corps gras, graines oléagineuse, produits dérivés. Ed. AFNOR, 1981. Paris.
- NFT 60 212 (AFNOR, 1984).** Détermination de l'indice de réfraction. Association Française de Normalisation, Recueil de normes françaises des corps gras, graines oléagineuse, produits dérivés. Ed. AFNOR, 1984. Paris.
- Ollé M (2002).** Analyse des corps gras. Techniques de l'ingénieur, dossier P3325, pp 15.
- Regost C (2001).** Effets des lipides sur la qualité nutritionnelle, physique et organoleptique de la chair de la truite fario (*Salmo trutta*) et du turbot (*Psetta maxima*). Université de Rennes 1. 31.

- Riccioni G, Bucciarelli T, Mancini B, Di Ilio C, Capra V, D'Orazio N (2007).** The role of the antioxidant vitamin supplementation in the prevention of cardiovascular diseases. *Expert Opinion on Investigational Drugs*. 16 (1): 25-32.
- Roche J (2005).** Composition de la graine de tournesol (*Helianthus annuus* L.) sous l'effet conjugué des contraintes agri-environnementales et des potentiels variétaux. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, France. 305p.
- Tabasum S, Asghar S, Ashraf S, Ahmad H, Akhtar N, Khan K (2012).** Physicochemical characterization and frying quality of canola and sunflower oil samples. *J.Chem.Soc.Pak*. 34 (3) : 513-517.
- Temagoult M (2009).** Analyse de la variabilité de la réponse au stress hydrique chez des lignées recombinantes de Tournesol (*Helianthus annuus* L.). Mémoire magistère, Université de Mentouri, Constantine, Algérie 106p
- Vasseur J P (1991).** Ionisation des produits alimentaires. Ed.Tec& Doc.Lavoisier. 31.
- Vigeneron PY, Vanhemelrijck J, Stoclin B, Caigniez J (2002).** Evaluation de la neutralité organoleptique des huiles raffinées à l'aide d'un nez électronique. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 9(4):264-269.
- Wolff JP (1968).** Manuel d'analyse des corps gras. Paris, Azoulay : 517p.
- Zangenberg M, Hansen HB, Jorgensen JR, Hellgren LI (2004).** Cultivar and year-to-year variation of phytosterol content in rye (*Secale cereale* L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 52 (9): 2593-2597.