



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشاذلي بن جديد الطارف
Université Chadli Ben Djedid El Tarf
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 en
« Biotechnologie et valorisation des plantes »

THEME

Extraction et étude de la qualité des huiles végétales de fenugrec et de ricin

Présenté Par : Benhaddad Islam et Ferhani Walid

Soutenu le : 28/09/2020

Devant le jury :

| | | | |
|----------------|----------------|-----|------------------------------|
| Président : | Beldi Moncef | MAA | U. Chadli Ben Djedid El Tarf |
| Examinatrice : | Hacini Nesrine | MCA | U. Chadli Ben Djedid El Tarf |
| Promotrice : | Azizi N.N. | MCB | U. Chadli Ben Djedid El Tarf |

Année Universitaire : 2019/2020

Résumé

Les propriétés bénéfiques des huiles végétales sont connues depuis l'antiquité, elles nourrissent, protègent et hydratent la peau. Elles s'utilisent comme une crème de soin et ne sont pas toxiques, elles ne possèdent aucun conservateur chimique et sont beaucoup plus économiques et efficaces que la plupart des cosmétiques de soin vendus en grandes surfaces.

Nous avons étudié dans le présent travail, les caractéristiques physico-chimiques de l'huile de ricin pour valoriser une espèce endémique de la région de Taref et mettre l'accent sur la richesse floristique de la région.

L'extraction des huiles de graines de ricin par la méthode Soxhlet (extrait à l'hexane) a donné un rendement de l'ordre de (16 % / 100g de graine).

Les analyses physicochimiques de l'huile de ricin montrent que celle-ci a une densité égal 0,855 avec un pH égale de 5.5 et une viscosité égale à 5.4 mm²/s.

Mots clés : huiles végétales, fenugrec, huile de ricin, Soxhlet, hexane, pH, viscosité, densité et rendement.

Abstract

The beneficial properties of vegetable oils have been known since ancient times, they nourish, protect and hydrate the skin. They are used as a care cream and are not toxic, they have no chemical preservatives and are much more economical and effective than most of the care cosmetics sold in supermarkets.

In the present work, we have studied the physicochemical characteristics of castor oil to enhance a species endemic to the Taref region and emphasize the flora richness of the region.

Extraction of the castor seed oils by the Soxhlet method (hexane extract) gave a yield in the order of (16% / 100g of seed).

The physicochemical analyzes of castor oil show that it has a density equal to 0.855 with a pH equal to 5.5 and a viscosity equal to 5.4 mm² / s.

Key words: vegetable oils, fenugreek, castor oil, Soxhlet, hexane, pH, viscosity, density and yield.

المخلص

عُرِفَت الخصائص المفيدة للزيوت النباتية منذ العصور القديمة ، فهي تغذي البشرة وتحميها وترطبها. يتم استخدامها ككريم للعناية وليست سامة ، ولا تحتوي على مواد حافظة كيميائية وهي أكثر اقتصادا وفعالية من معظم مستحضرات التجميل التي تباع في السوبر ماركت.

في العمل الحالي ، قمنا بدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لزيت الخروع لتعزيز الأنواع المتوطنة في منطقة الطارف والتأكيد على ثراء النباتات في المنطقة.

استخلص زيوت بذور الخروع بطريقة Soxhlet (مستخلص الهكسان) أعطت محصولاً في حدود (16% / 100 جرام بذور).

تظهر التحليلات الفيزيائية والكيميائية لزيت الخروع أن له كثافة تساوي 0.855 مع أس هيدروجيني يساوي 5.5 ولزوجته تساوي 5.4 مم² / ثانية.

الكلمات المفتاحية: الزيوت النباتية ، الحلبة ، زيت الخروع ، السوكسليت ، الهكسان ، الأس الهيدروجيني ، اللزوجة ، الكثافة والمحصول.

Listes des figures

| N° | Titre | Page |
|-----------|--|-------------|
| 1 | Constituants des huiles végétales. | 20 |
| 2 | Principe de l'extraction par pression. | 29 |
| 3 | Extraction par soxhlet. | 31 |
| 4 | Protocole d'extraction d'huile de ricin. | 36 |
| 5 | Rendement en huile de ricin (%). | 44 |

Liste des photos

| N° | Titre | Page |
|-----------|---|-------------|
| 1 | Feuille de ricin . | 10 |
| 2 | Graines de ricin . | 10 |
| 3 | Fleurs de <i>R. communis</i> L. | 11 |
| 4 | Fruits de <i>R. communis</i> L. | 12 |
| 5 | Huile de Fenugrec. | 24 |
| 6 | Huile de ricin. | 25 |
| 7 | Récolte manuelle des graines de ricin d'Ain Khiair. | 35 |
| 8 | Séchage des graines à l'air libre. | 35 |
| 9 | Extraction par Soxhlet. | 37 |
| 10 | Extraction d'huile de ricin (solvant +huile). | 38 |
| 11 | Séparation de l'huile du solvant par rotavapor. | 39 |
| 12 | Mesure du PH. | 41 |
| 13 | Mesure de la viscosité par viscosimètre. | 42 |

Liste des Tableaux

| N° | Titre | Page |
|-----------|---|-------------|
| 1 | Propriétés pharmacologiques du <i>R. communis</i> . | 15 |
| 2 | Classification du ricin selon Cronquist. | 34 |
| 3 | Paramètres physicochimiques de l'huile de Ricin. | 46 |

Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents pour la patience et l'encouragement qu'ils m'ont constamment apporté, que ce travail soit la récompense de tous leurs sacrifices, que dieu les protège et les garde. Je ne dirais jamais assez merci pour exprimer mon amour et ma gratitude :

- *Merci à ma très chère mère ;*
- *Mes très chères frères et sœurs ;*
- *A tout la famille behaddad ;*
- *A mon ami et mon binôme, walid et toute sa famille ;*
- *Mes meilleurs amis, ainsi qu'à toute la promotion 2020 ;*
- *A tous ceux que j'aime, ceux qui m'aiment et me respectent de près ou de loin.*

Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents pour la patience et l'encouragement qu'ils ont constamment montré, que ce travail soit la récompense de tous leurs sacrifices, que dieu les protège et les garde. Je ne vous remercierai jamais assez je vous dois tout mon amour et ma gratitude :

- A ma très chère mère et mon très cher père ;*
- A Mes très chères frères et sœurs ;*
- A tout la famille ferhani ;*
- A mon ami et binôme islam ;*
- A Mes meilleures amies, ainsi qu'à toute la promotion 2020*
- A tous ceux que j'aime, ceux qui m'aiment et me respectent de près ou de loin.*

Walid

Remerciements

Nous remercions en premier lieu dieu le tout puissant de nous avoir donné la force de réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier également Monsieur Beldi Moncef MAA à l'Université Chadli Ben Djedid d'avoir accepté de présider ce jury, ainsi que Madame Hacini Nesrine MCA à l'Université Chadli Ben Djedid de bien vouloir examiner notre travail.

En fin, nous sommes très reconnaissants à notre encadreur madame Azizi Nadia Nawel MCB à l'Université Chadli Ben Djedid pour toute l'énergie déployée lors de la réalisation

Sommaire

Résumé

Abstract

الملخص

Liste des figures

Liste des photos

Liste des tableaux

Dédicace

Remerciements

| | | |
|-------------|--|---|
| | introduction | |
| Chapitre 01 | Généralités | 1 |
| 1.1 | Le Fenugrec | 1 |
| | a- Nomenclature | 3 |
| | b- Historique et origine de la plante | 3 |
| | c- Description du fenugrec | 4 |
| | d- Répartition géographique de la plante | 4 |
| | e- Culture et récolte | 5 |
| | f- Exigences écologiques | 5 |
| | g- Principaux composants du Fenugrec | 5 |
| | h- Conservation des graines | 5 |
| 1.1.2 | Composition chimique du fenugrec | 6 |
| 1.1.3 | Utilisation des graines de fenugrec | 6 |
| 1.1.4 | Utilisations médicinales | 6 |
| 1.1.5 | Composés actifs de <i>Trigonella foenum-graecum</i> L. | 7 |
| 1.2 | Le Ricin (<i>Ricinus communis</i> L.) | 8 |

| | | |
|---------|---|----|
| | a- Nomenclature | 8 |
| | b- Origine de la plante | 8 |
| | c- Botanique de plante de ricin | 9 |
| 1.2.1 | Plante de ricin . | 9 |
| | a- Tige | 9 |
| | b- Feuilles | 9 |
| | c- Graines de ricin | 10 |
| | d- Fleurs | 11 |
| | e- Fruits | 11 |
| 1.2.2 | Conditions édapho-climatiques. | 12 |
| 1.2.3 | Utilisations traditionnelles de ricin. | 13 |
| 1.2.4 | Composition chimique et principe actifs. | 14 |
| | a- Les graines | 14 |
| | b- Les protéines | 14 |
| | c- Glycoprotéine | 14 |
| 1.2.5 | Propriétés pharmacologiques. | 15 |
| 1.2.6 | Toxicité | 16 |
| 1.3 | Les huiles végétales | 16 |
| | a- Historique | 16 |
| | b- Définition | 17 |
| | c- Les différents types d'huiles | 17 |
| 1.3.1 | Composition chimique des huiles végétales . | 19 |
| 1.3.2 | Caractéristiques des huiles végétales. | 21 |
| | a-Propriétés physique | 21 |
| | b- Propriétés chimiques | 21 |
| 1.3.2.1 | Caractéristiques de quelques huiles. | 22 |
| 1.3.3 | Rôle des huiles végétales | 22 |
| 1.3.4 | Utilisations des huiles végétales. | 23 |

| | | |
|-------|--|----|
| 1.4 | L'huile de fenugrec . | 23 |
| 1.4.1 | Méthode d'extraction d'huile de fenugrec . | 24 |
| 1.5 | L'huile de ricin. | 25 |
| 1.5.1 | Propriétés physico-chimiques d'huile de ricin . | 25 |
| 1.5.2 | Domaines d'applications. | 26 |
| 1.5.3 | Effet thérapeutique de l'huile de ricin . | 27 |
| 1.5.4 | Méthodes d'extraction. | 28 |
| | a-L'extraction par pressage (Procédés mécaniques). | 28 |
| | b-L'extraction par solvant. | 30 |
| | c- Extraction par Soxhlet. | 30 |
| 1.6 | L'huile de ricin comme biocarburant. | 32 |

| | | |
|-------------|--------------------------------------|----|
| Chapitre 02 | Matériels et Méthodes. | 34 |
| 2.1.1 | Taxonomie de la plante | 34 |
| 2.2 | Méthodologie de travail | 34 |
| | a-Récolte des graines de Ricin | 34 |
| | b-Séchage des graines de Ricin | 35 |
| | c-Opération de broyage | 36 |
| 2.2.1 | Protocole d'extraction. | 36 |
| 2.2.2 | Extraction par Soxhlet. | 36 |
| 2.5 | Extraction d'huile de ricin. | 38 |
| 2.6 | Calcul du rendement en huile | 39 |
| 2.7 | Paramètres physico-chimiques étudiés | 40 |
| | a-La densité | 40 |
| | b- Le pH | 40 |
| | c- Viscosité | 41 |
| Chapitre 03 | Résultats | 44 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1 | Le rendement | 44 |
| 3.2 | Paramètres physico-chimiques d'huile de ricin | 45 |
| 3.2.1 | La densité | 45 |
| 3.2.2 | PH | 45 |
| 3.2.3 | Viscosité | 46 |
| | Conclusion générale | 47 |
| | Références Bibliographiques | 48 |

Introduction

Le secteur des huiles végétales en Algérie est en pleine mutation. Ce dernier étant axé exclusivement sur les huiles alimentaires : (huile d'olive, de tournesol et de Colza). Parallèlement, les autres huiles telles que l'huile d'Argan d'amande douce de Fenugrec et de Ricin restent à intérêt moindre du point de vue de production et de rendement.

Appliquées avec soin sur la peau, les huiles végétales sont des substances hypoallergéniques qui procurent à l'épiderme tous les éléments nécessaires à sa structure, son hydratation et sa vitalité. Les acides gras essentiels participent à la structure des membranes des cellules de la peau et la tonifient, l'assouplissent et la régénèrent. Les huiles végétales sont riches en vitamines liposolubles (vitamines A, D, E et K) qui protègent la peau contre les risques de dégénérescence et oxydation qui entraînent son vieillissement prématuré. Ces vitamines favorisent également l'absorption et le métabolisme des acides gras essentiels avec lesquels elles agissent donc en synergie.

Les huiles végétales sont également de superbes agents toniques et nourrissants qui sont utilisés dans le domaine des cosmétiques comme allié de notre vie quotidienne.

Notre choix s'est porté sur deux plantes connues pour leurs vertus : le fenugrec et le ricin car l'utilisation de leurs huiles végétales est très bénéfique pour la santé.

De ce fait, il est impératif de mettre en évidence l'importance d'espèce Endémique de la région d'El Tarf plus précisément « Ain khiair » pour le Ricin, qui y est très abondant ; d'où l'intérêt d'initier ce travail qui consiste à extraire et analyser la qualité et le rendement en huile des graines de ricin récoltées dans la région de Ain khiair.

La première partie est consacrée à la monographie des espèces étudiées à travers une synthèse bibliographique ; suivie de généralités sur les huiles végétales leurs intérêts ainsi que leurs utilisations.

Une deuxième partie expose les démarches expérimentales qui comportent les méthodes et protocoles d'extraction que nous avons adoptés pour mener à bien l'ensemble de cette étude. La troisième partie comprend les résultats et discussion des données récoltées qui se termine par une conclusion.

Chapitre1 : Généralités

1.1. Le Fenugrec

a- Nomenclature

Cette espèce a plusieurs noms dont on cite :

-Nom français : Fenugrec.

-Nom communs : sénégrain trigonelle.

Nom Latin : *Trigonella foenum-graecum*.

-Nom vernaculaires : Holba hallba el-halba.

-Nom kabyle : Thifidhasse. (**Richard, 1992**).

b- Historique et origine de la plante

Originaire du Moyen-Orient, notamment d'Égypte, et d'Inde, le fenugrec s'est très rapidement répandu sur le pourtour méditerranéen et vers la chine. Un papyrus égyptien datant de 1500 av. JC, le papyrus Eber, atteste déjà de son existence à cette époque pour traiter les brûlures. Les égyptiens l'utilisaient aussi pour embaumer leurs morts.

1000 ans plus tard, le médecin grec Hippocrate le mentionne comme un remède apaisant. Dioscoride, médecin grec du 1er siècle après JC, recommande le fénugrec pour traiter les troubles gynécologiques, tels que l'infection de l'utérus et les inflammations vaginales et vulvaires. Les Romains cultivaient le fenugrec pour nourrir leur bétail et leurs chevaux, d'où son nom latin "*Foenum graecum*" qui signifie "foin grec". En France, il est utilisé dès le Moyen-âge et est inscrit à la Pharmacopée depuis le 17ème siècle (**Anonyme, 2020**).

c- Description du fenugrec

C'est une plante annuelle herbacée appartient à la famille des fabacées, son pied peut atteindre une hauteur entre 30 à 60 cm. Sa culture ne nécessite qu'un e terre calcaique et un peu d'humidité. Il existe aussi des nombreuses ramifications sur la tige et elle possède des feuilles de forme ovale séparées en trois parties (trifoliolées).

Les fleurs de *Trigonella foenum graecum* sont axillaires solitaires ou groupées par deux, de type papilionacé. Elles ont une couleur blanche jaunâtre donnant par la suite le fruit sous forme d'une gousse dont la longueur est variables environ 20 cm et qui renferme les graines (**Moradi kor et al., 2013**).

Les graines de *Trigonella foenum-graecum* L. sont des graines solides avec une couleur brune claire à brune jaunâtre, d'une épaisseur de 2 mm et longueur de 5 mm, elles ressemblent à des cailloux et présentent une odeur épicée spéciale (**Yadav et al ., 2014**).

d. Répartition géographique de la plante

Cette plante est très répandue à travers différentes régions, aussi bien montagneuses que méditerranéennes.

. Dans le monde

Le fenugrec est originaire du Moyen-Orient et d'Inde. Il s'est répandu très tôt dans les régions méditerranéenne et indienne, puis jusqu'en Chine. En France, il est répandu sur une ligne allant de la Gironde à la frontière italienne, plus rare et localisé ailleurs.

Cultivé sur tout le pourtour du bassin méditerranéen, le fenugrec, dont le nom d'origine latin signifie « foin grec ». Est aujourd'hui largement répandu dans les régions montagneuses ou vallonnées, en particulier en Ethiopie, en Inde, en Chine, aux Etats-Unis, en Egypte, en Allemagne, en France, en Angleterre méridionale, au Maghreb, notamment au Maroc, en Algérie, en Tunisie et au Soudan (**Richard, 1992**)

e. Culture et récolte

Le cycle de culture est court : l'espèce présente donc l'avantage de se prêter à une culture annuelle combinée avec par exemple le maïs (fenugrec en Europe). D'après **ZUANG (1991)**, la récolte se fait 90 à 120 jours après le semis, elle se fait en août.

La graine est semée lorsque la température du sol est supérieure à 15°C, soit avril-mai à 30 à 40 cm sur le rang, 40 cm à 50 cm entre les rangs, soit 500 à 830 plantes par hectare.

f. Exigences écologiques

Le fenugrec est peu sensible à la nature du sol sauf si les terres sont trop calcaires, et craint l'humidité en excès et les gelées. Dans le bassin méditerranéen, en semi automnal, le fenugrec satisfait très bien ses exigences écologiques. Il fleurit en Janvier et forme des gousses en Février-Mars. Le semis de début d'automne est préférable aux semis de Janvier-Février (**FOUR.1997**).

g. Principaux composants du Fenugrec

Les graines contenues dans les gousses de Fenugrec sont riches en protéines (30 %), en lipides et en saponine qui stimule l'appétit. L'odeur, cependant est désagréable, elle est attribuée à une diastase.

h. Conservation des graines

Les graines de Fenugrec sont séchées à l'ombre, à l'abri de la lumière et de la poussière. Il est préconisé de réduire les graines en poudre au moment de leur utilisation.

1.1.2. Composition chimique du fenugrec

Les graines du fenugrec contiennent essentiellement :

- ✓ Des huiles essentielles : entre 0.01 et 0,02 % renfermant notamment le 3 hydroxy - 4,5diméthyle -- 2 (5H) – furunone ;
- ✓ Des alcaloïdes notamment de la trigonelline ;
- ✓ Des saponines, (à base de trigonelline) ;
- ✓ Des flavonoïdes ;
- ✓ Des mucilages : environ 27 % ;
- ✓ Des protéines : environ 25 % ;
- ✓ Des glucides : 20 à 30 % ;

Elles contiennent également des vitamines: A, B, C et des sels minéraux (phosphore et calcium) (**Richard, 1992**).

1.1.3. Utilisation des graines de fenugrec

Les graines de fenugrec présentent plusieurs utilisations. En effet, elles permettent de lutter contre la chute des cheveux, adoucissent les cheveux secs et cassants tout en les fortifiant en les rendant moins fragiles.

En utilisation externe, elles permettent l'hydratation de la peau. Elles possèdent également des propriétés galactogènes (lactation) ainsi que la réduction du taux de glycémie dans certains diabètes ainsi que la réduction du taux de cholestérol et des triglycérides. Elles possèdent des propriétés hypotensives et antifatigues. Le fenugrec est aujourd'hui utilisé par les « bodybuilders » qui cherchent à accroître leur masse musculaire. Les femmes des oasis mélangent la farine de fenugrec à du beurre pour faire des boulettes ouvrant l'appétit.

1.1.4. Utilisations médicinales

Susceptible de soigner une grande variété d'affections, le fenugrec est couramment

utilisé en Afrique du Nord, au Moyen-Orient et en Inde. Nourrissantes, ses graines sont prescrites aux convalescents ainsi qu'aux patients pour favoriser la reprise du poids, notamment à la suite d'une anorexie. Une action comparable à la quinine contre la fièvre. Apaisantes, elles soignent les gastrites et les ulcères gastriques. Elles accélèrent également l'accouchement.

- **Usage interne**

Faire cuire dans l'huile 10 à 20 g de graine de fenugrec avec des dattes, des figues et mélanger le tout avec du miel, c'est bon pour les douleurs thoracique, la toux et les difficultés respiratoires et d'asthme.

Le dosage est le suivant : Prendre 20g de fenugrec puis les mélanger à 200 g d'huile d'olive et 200g de miel, prendre une cuillère avant ou pendant chaque repas pour prendre de poids.

- **Usage externe**

Macérer et mélanger en farine, le fenugrec est bon pour les abcès, l'eczéma, les ulcères et les furoncles.

1.1.5. Composés actifs de *Trigonella foenum-graecum* L.

Les actions biologiques et pharmacologiques du fenugrec sont attribuées à la variété de ses constituants, il contient des substances poly-phénoliques, des constituants volatils, des acides aminés ...etc.

Les graines de fenugrec sont riches en hydrates de carbone (45 à 60%), principalement des fibres mucilagineuses, 20-30% de protéines (riches en lysine et tryptophane), 5 à 10% d'huiles fixes (lipides), les alcaloïdes (pyridine principalement trigonelline) (0,2-0,38%), la choline (0,5%), les flavonoïdes (apigénine, lutéoline, orientine, quercétine, vitexine et isovitexine), des acides aminés libres tels que la 4 - hydroxy-isoleucine (0,09%), le calcium et le fer, les saponines (0.6 - 1.7%), le

cholestérol, les vitamines A, B1, C et 0,015% d'huiles volatiles (les sesquiterpènes) (Mehrafarin *et al.*, 2010).

1.2. Le Ricin (*Ricinus communis* L.)

a- Nomenclature

Cette plante comprend plusieurs noms :

- **Anglais**: Castor plant, castor oil plant, Palma Christi (Leo *et al.*, 2009);
- **Brésil** : Carrapateira, mamona ou mamoneira (Anete *et al.*, 1999) ;
- **France** : Ricin (Maroyi, 2007) ;
- **Niger** : Karou ;
- **Nom arabe** : Wriwra, Kran'k, Tazart ûchan, Wararû, Wrûri, Wayrûrû (Jalal *et al.*, 2000), Khareoua, Sakta ou a meskouta (graine) (Hammiche, 2013). L'huile de ricin étant: Zit al kharwaa en arabe ou encore appelée huile de castor, huile de palma-christi, huile de carapal ou carapat (Lemeley, 1994).

b- Origine de la plante

L'origine du *Ricinus communis* L. est l'Afrique tropicale, il est développé en tant que plante ornementale dans diverses régions de l'Asie, l'Amérique du Nord, l'Afrique et l'Europe (Aslania *et al.*, 2007). Il est largement cultivé dans la plupart des régions tropicales et subtropicales sèches de même que dans de nombreuses régions tempérées dotées d'un été chaud (Ziyu *et al.* , 1992; Gerard *et al.* , 2008; Sujatha *et al.*, 2008; Cheema *et al.*, 2010)

Ricinus communis L. est présenté dans tout le continent africain, de la côte atlantique à la mer Rouge et de la Tunisie à l'Afrique du Sud ainsi que dans les îles de l'océan Indien (Maroyi, 2007). Plus de 95% de la culture de *Ricinus* dans le monde est concentrée en Inde, la Chine et le Brésil (Sailaja *et al.*, 2008 ; Guergour, 2011).

c. Botanique de plante de ricin

Le nom générique *Ricinus* signifie « tique » en latin : la graine est ainsi nommée parce qu'elle a des marques et une bosse qui la fait ressembler à certaines tiques. *Ricinus communis* L. fait partie de la famille des Euphorbiacées comportant 8100 espèces, cette plante est le seul représentant du genre *Ricinus* qui est un arbre à grandes feuilles palmées. Euphorbiacées vient du genre le plus important de la famille, Euphorbia, lui-même dédié par le roi Juba II de Mauritanie à son médecin Euphorbos au 1^{er} siècle avant Jésus Christ, et conservé par Linné. D'aspect très variable, les plantes de cette famille se caractérisent essentiellement par leur latex blanc, irritant la peau, collant et épais avec un fruit à trois loges.

1.2.1. Plante de ricin

C'est un arbuste à rameaux ultimes herbacés ou fistuleux ou arbre, pouvant atteindre 7m et plus, son feuillage est d'une beauté remarquable, parfois cultivé comme plante annuelle très vigoureuse, mais naturellement vivace (**Kadambi et Dabral, 1955; Mario et Espirito, 2007**). L'arbuste possède deux parties:

- Une partie aérienne

a. Tige

Dressée, robuste, rameuse avec des branches à nœuds visibles et cicatrices annulaires, généralement glauques, parfois vertes ou rouges, un peu fistuleux, bien unie, ronde, lisse, ramifiée seulement dans le haut (**Couplan et Styner, 1994**).

b. Feuilles

Sont alternes, grandes parfois de plus d'un pied, palmées de 7 à 9 lobes, glabres, vertes glauques (photo 1), avec une veine médiane de couleur rougeâtre, dentées irrégulièrement, rouge à leur développement, portées par de longs et forts pétioles glanduleux vers leur sommet (**Garcia et al., 1999**).



Photo1 : Feuille de ricin (Ain Khiar, 2020).

c. Graines de ricin

Les graines de ricin (*Ricinus communis* L.), sont des graines oléagineuses, elles contiennent approximativement 50% d'huile et 18% de protéines. Elles sont contenues dans chacune des loges du péricarpe (photo2a), ont presque la forme d'un haricot moyen, sont piriformes, ovoïdes, allongées ou plates, luisantes marbrées de gris rougeâtre et de blanc. A l'intérieur de la graine (photo2b) se trouve une amande oléagineuse qui est très toxique (Little et Wadsworth, 1974).



a

b

Photo2 : Graines de ricin (Ain Khiar, 2020).

d. Fleurs

Elles sont monoïques, forment de grosses grappes redressées, rameuses; les fleurs mâles sont situées dans le bas de l'inflorescence, composées d'un calice de cinq pièces sans corolle et de groupes nombreux d'étamines monadelphes verdâtre, comme ramifiées (photo3); les fleurs femelles ont seulement trois folioles au calice, et au dessous de petites écailles ; un ovaire globuleux hérissé, surmonté de trois pistils longs, rouges, hispides (Maroyi, 2007).



Photo 3: Fleurs de *R. communis* L. (Originale, 2016).

e. Fruits

Ce sont des capsules (photo4) triconiques (formé de 3 lobes) hérissées de pointes et plus ou moins déhiscentes à maturité en saisons sèche. Les capsules renferment généralement 3 graines de couleur marron clair, marron rouge ou gris tachète de blanc (Coopman *et al.*, 2009).



Photo 4: Fruits de *R. communis* L. (Originale, 2016).

- Une partie souterraine

Possédant une racine pivotante puissante à racines latérales marquées. Les racines sont utiles dans le traitement du diabète "effet hypoglycemiant" (Poonam *et al.*, 2008; Rao *et al.*, 2010) et antibactérien (Ilavarasan *et al.*, 2006).

1.2.2. Conditions édapho-climatiques

Les conditions édapho-climatiques ont été résumées selon (Rousset, 2008) comme suit :

- **Climat** : Tropical et subtropical, entre le 40°N et 40°S ;
- **Sol** : La plante est exigeante et fatigue le sol. Elle demande une bonne topographie, la pente maximale ne doit pas dépasser 12%, et une bonne exposition au soleil. Il lui faut des sols argileux siliceux ou siliceux-argileux profonds, fertiles et bien drainés. Les sols alluvionnaires sont excellents pour cette plante. Le pH idéal se trouve entre 6 et 7. La production n'est pas bonne dans des sols humides et pauvres ;
- **Température** : entre 20 et 30°C ;
- **Humidité** : en dessous de 80%, idéale autour de 65% ;

- **Précipitation** : de 375 à 500 mm de pluies pendant la période végétative ;
- **Altitude**: Entre 300 et 1500 m.I.

1.2.3. Utilisations traditionnelles de ricin

Le ricin est cultivé dans de nombreux pays (Chine, Brésil, Inde, etc.). L'huile de ricin est obtenue par pression à froid des graines, c'est un purgatif puissant et très irritant. On l'employait jadis comme combustible pour l'éclairage, on l'utilise depuis peu comme source de biocarburant. On l'utilise comme matière première pour préparer l'acide undécylénique, un fongicide à usage externe. On l'emploie aussi comme solvant pour préparations injectables, mais elle peut induire des réactions anaphylactiques graves. Dans certains pays, on consomme les graines grillées.

- **En pharmacie**, cette huile est utilisée pour ses effets laxatifs et anesthésiants. Il convient d'être très prudent dans cet usage ; la dose utile étant d'une dizaine de gouttes.
- **Un usage criminel** par les forces de la répression fasciste (régime de Mussolini) était de torturer certains prisonniers résistants en les contraignant à avaler de l'huile de ricin, ce qui leur donnait des souffrances atroces, déclenchait une diarrhée très importante et pouvait même les conduire à la mort.
- **En cosmétique**, l'huile de ricin est utilisée pour renforcer les cils et accélérer la pousse des cheveux.
- **En horticulture**, le tourteau de ricin est employé comme engrais organique et comme répulsif contre les rongeurs.
- **En culture bio**, la plante de ricin, intercalée entre les pieds de pomme de terre, repousse les doryphores (**Jean-Paul Thorez., 2002**).

Les graines de *R. communis* L. ont été employées dans différentes parties du monde comme cathartique, un émétique et pour le traitement de la lèpre et de la syphilis.

Certaines femmes en Inde et Corée ont pris les graines de ricin, comme moyens contraceptifs.

1.2.4. Composition chimique et principe actifs

a. Les graines

Les graines de ricin, sont des graines oléagineuses importantes, elles contiennent approximativement 50% d'huile (**Anoskie et Chibogwuk, 1981**). L'huile est sous forme de liquide visqueux ambre pale. Après le raffinage et le blanchissement, il a une odeur distincte, mais elle peut facilement être éliminée dans le processus de raffinage (**Akpan et al., 2006 ; Sule et Sani, 2008**). Les graines doivent leurs propriétés purgatives à la présence de l'acide ricin oléique (**Alloune et al., 2013**).

b. Les protéines

Dans les graines de ricin mures, 90-95% de toutes les protéines trouvées dans les graines sont stockés à l'endosperme ou les protéines cristalloïdes représentent 70 à 80% des protéines totales et sont insolubles dans l'eau. Les fractions solubles résiduelles de protéine sont des pectines (Ricin et RCA 120) et des albumines (**Harley et Beevers, 1986**).

c. Glycoprotéine

Le ricin est une grande glycoprotéine, sous forme de poudre blanche à l'état pure, hydrosoluble. Il est inactif à la température de 80°C dans un temps de 10 min (**Garland et Bailey, 2006**). La totalité de la plante semble toxique en raison de la présence d'une lectine glycoprotéique : le ricin. La concentration en ricin est maximale dans les grains qui renferment par ailleurs des protéines, de l'eau et des lipides.

1.2.5. Propriétés pharmacologiques

Le ricin possède plusieurs propriétés pharmacologiques qui sont groupées dans le tableau 1.

| Parties utilisées | Effet thérapeutique |
|--------------------------|---|
| Feuilles | Contre l'inflammation et les affections du foie (effet hepatoprotecteur) (Omeh et Ejiofor, 2014), laxatifs et diurétiques (Preeti et Verma, 2014). |
| Racines | Pour les maladies nerveuses et affections rhumatismales. Les racines sont utiles dans le traitement du diabète "effet hypoglycémiant" (Poonam et al., 2008 ; Rao et al., 2010) et antibactérien (Sharma et al., 2013). |
| Huile de ricin | L'huile extrait des graines. Contre la constipation (usage à proscrire) et comme fongicide en usage externe. Utilisé dans l'industrie cosmétique et constitue un excellent produit pour les cheveux, les ongles les cilles et les taches de rousseur (Jalal, 2000 ; Etchiké et al., 2011). |

Tableau I : Propriétés pharmacologiques du *R. communis* (**Richard, 1992**).

1.2.6. Toxicité

La consommation accidentelle par le bétail ou par les enfants de graines ou de produits contenant de l'huile de ricin peut provoquer des intoxications graves nécessitant impérativement une prise en charge hospitalière. La dose létale par personne chez l'homme, est de 1-20mg/kg (approximativement 8 graines) (**Mouser et al., 2007 ; Payal et al., 2010**).

Il n'existe pas d'antidote efficace au ricin, le traitement ne peut être que symptomatique. Le lavage gastrique précoce est suivi de l'administration du charbon actif. La réhydratation avec apport hydro-électrolytique est guidée par une surveillance clinique et des ionogrammes sanguins et urinaires, répétés en fonction de l'intensité des symptômes (**Shaoan et al., 2008**).

1.3. Les huiles végétales

a. Historique

Les huiles sont utilisées par l'homme depuis les temps anciens et leurs utilisations ont évolué au cours des siècles. Les premières huiles pressées furent probablement l'huile de sésame et l'huile d'olive, l'olivier étant cultivé en Méditerranée il y a 6000 ans.

La première utilisation de l'huile n'avait pas de vocations alimentaires mais plutôt combustible servant à l'éclairage (**DEBRUYME , 2001**). L'huile est utilisée depuis des siècles, bien que les premières matières grasses utilisées par l'homme proviennent de la graisse fondue des animaux. La première utilisation de l'huile n'avait pas de vocations alimentaires, il s'agissait bien souvent de combustible servant à l'éclairage.

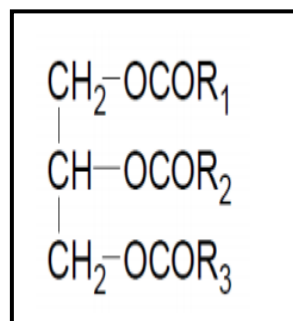
L'huile est une matière grasse, onctueuse et épaisse, souvent liquide à température ambiante. Une huile végétale renferme en général plus de 99 % de lipides, ni glucides, ni protides et très peu ou pas de cholestérol. Quelques vitamines et antioxydants liposolubles complètent le pourcentage restant (1%) (Debruyne, 2001). Elles sont

indispensables pour les papilles mais également pour la santé car elles apportent les acides gras nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme. De plus que leur goût et leur prix, les huiles végétales diffèrent par leur composition, d'où l'importance de bien choisir ses produits, surtout pour un usage quotidien (**Debruyne, 2001**).

b. Définition

En général, le mot « huile » se rapporte aux triglycérides qui se trouvent dans leur état liquide à température ambiante. On les trouve dans plusieurs plantes notamment les légumineuses (arachide, soja), les graines (de colza, de tournesol), les fruits (amande, olive, palme, pépins de raisin), les céréales (maïs) ou encore dans le coton.

Leur formule générale s'écrit (**Richard, 1992**) :



Les huiles végétales sont des composées organiques non-volatiles, hydrophobes et parfois amphiphiles. Elles sont insolubles dans l'eau, solubles dans les solvants organiques non-polaires et font fait partie de la constitution naturelle de certaines plantes cultivées ou non. Une huile végétale est extraite de la plante par pression froid à partir de deux organes principaux, les graines et les fruits. Les plantes riches en huile sont appelées des oléagineux ou plante oléagineuses (**RAKOTORIMANA, 2010**).

c. Les différents types d'huiles

Les huiles végétales sont habituellement subdivisées en plusieurs classes principales

. **Les huiles végétales fluides** : huile d'arachide, de colza, de germe de maïs, de tournesol, de soja et d'olive.

. **Les Huiles végétales concrètes (graisse)** : coprah (provenant de la noix de coco), huile de palme. Ce sont des sources privilégiées des macronutriments essentiels à savoir l'acide linoléique (famille des oméga 6) et l'acide alpha-linoléique (famille des oméga 3) et de micronutriments (vitamine E, phytostérols) (**CMOLIK *et al.*, 2007**).

. **Les huiles végétales comestibles** : 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, des constituants insaponifiables et les acides gras libres naturellement présents dans la graisse ou l'huile.

. **Les huiles vierges** : sont obtenues exclusivement au moyen des procédés mécaniques, notamment des traitements thermiques. Elles peuvent être purifiées uniquement par lavage à l'eau, décantation, filtrage et centrifugation.

. **Les huiles pressées à froid**

sont obtenues, sans modification de l'huile, exclusivement par des procédés mécaniques, sans utilisation de procédés thermiques. Elles peuvent avoir été purifiées uniquement par lavage à l'eau, décantation, filtrage et centrifugation (**Codex alimentarius, 1993**).

. **Les huiles alimentaires**

Ce sont les huiles végétales utilisées en cuisine comme huiles de cuisson ou pour des fritures. Pour chaque huile, il existe une température critique ou (point de fumage) au-dessus de laquelle il ne faut pas la chauffer. Quand l'huile atteint la température critique, ses composants se dégradent, forment des composés toxiques et l'huile fume. C'est pour cela que certaines huiles comme l'huile de noix dont la température critique est faible sont déconseillées pour la cuisson.

Dans la catégorie des huiles, nous trouvons principalement l'huile d'olive, de noix, d'arachide, de tournesol, de soja, de colza, des germes de blé, de maïs et des pépins de raisin. **Uzzan (1992)** a subdivisé les huiles et les graisses alimentaires en plusieurs classes:

- **Huiles végétales fluides** : huile d'arachide, de colza, de germes de maïs, de tournesol, de soja et d'olive.
- **Huiles végétales concrètes (graisses)** : coprah (provenant de la noix de coco), huile de palme.
- **Huiles et graisses d'origine animale** : (animaux terrestres) : saindoux (graisse de porc), suif (graisse de bœuf ou de mouton), huile de cheval et graisse d'oie.

1.3.1. Composition chimique des huiles végétales

Les huiles végétales sont composées d'une grande variété de constituants (figure 1) et leurs compositions chimiques sont représentées par des fractions appelées fractions saponifiable (98-99%) et insaponifiable (1-2%). Les triglycérides sont largement majoritaires et représentent au moins 95% du poids des huiles brutes et 98% du poids des huiles raffinées. D'autres constituants naturellement présents en plus faible quantité, sont dits constituants mineurs (1à5%) et regroupent des composés dont les structures varient tels que les phospholipides (0.1-0.2%), les stérols, les tocophérols (vitamine E) et quelques substances anti-nutritives (**MORIN *et al.*, 2012**).

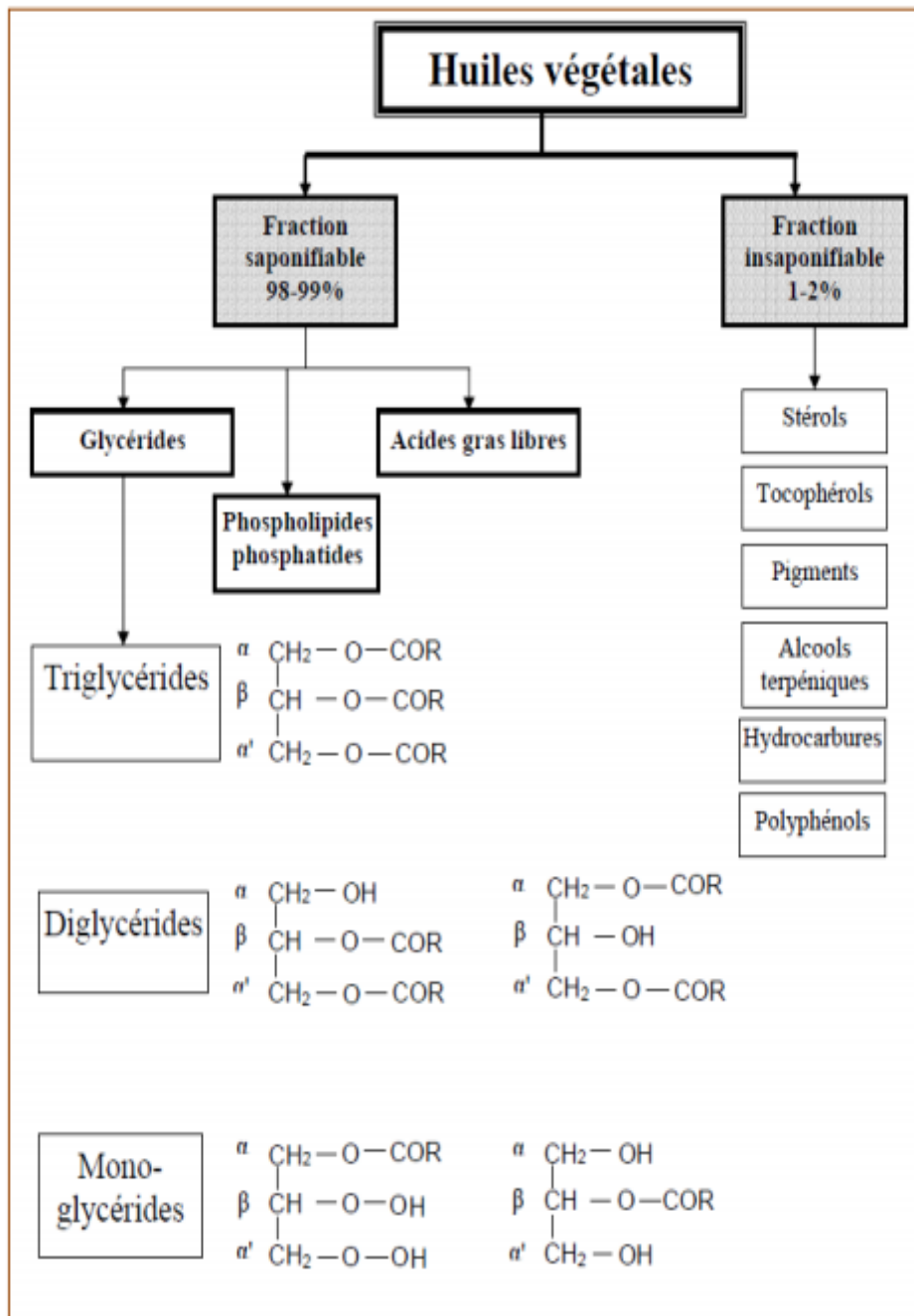


Figure 1 : Constituants des huiles végétales (JAHOUACH, 2002).

1.3.2. Caractéristiques des huiles végétales

a. Propriétés physique

- Le point de fusion

Il permet d'apprécier le degré de pureté d'un corps gras. Il dépend du degré d'insaturation et de la longueur de la chaîne carbonée. Dans les acides gras insaturés, le point de fusion augmente avec la longueur de la chaîne hydrocarbonée. Les acides gras insaturés ont un point de fusion inférieur à celui des acides gras saturés.

- La densité

La densité est le rapport de masse d'un certain volume d'huile par la masse du même volume d'eau distillée. Elle doit être toujours inférieure à 1.

- La solubilité

Tous les acides gras dont le nombre de carbone est supérieur à 8 sont insolubles dans l'eau et généralement solubles dans les solvants organiques tels que l'éther, le chloroforme et le benzène (**FRENOT, et VIERLING, 2001**).

- La viscosité

La viscosité des acides gras et des triglycérides est liée à leurs structures (longueur de la chaîne et saturation). Elle augmente avec le poids moléculaire et diminue avec l'augmentation du nombre d'insaturation (doubles liaisons) et de la température.

b. Propriétés chimiques

- Hydrolyse et saponification

L'hydrolyse de corps gras conduit à la libération d'un ou de plusieurs acides gras fournissant du glycérol et un mélange de carboxylates (de sodium et de potassium). La réaction peut se faire par l'acide sulfurique ou par voie enzymatique.

1.3.2.1. Caractéristiques de quelques huiles

Parmi les caractéristiques dépendant des acides gras contenus dans les lipides, nous citons: Les huiles riches en acides gras saturés et en acide oléique telles que l'huile d'olive avec respectivement 14% et 81% (**Charles et Den, 1997**).

- Les huiles riches en acides gras poly-insaturés telles que l'huile de soja avec 58% dont 50 à 60% d'acide linoléique, 20 à 30% d'acide oléique et 5 à 9% d'acide linoléique .
- Les huiles intermédiaires telles que l'huile de colza avec 33% d'acides gras polyinsaturés, 60% d'acide oléique et 7% d'acides gras saturés (**Charles et Den, 1997**).

1.3.3. Rôle des huiles végétales

La production des huiles des oléagineux en Afrique reste dans la majorité des cas encore à l'échelle traditionnelle et constitue une source de revenus pour les populations. La qualité des huiles n'est pas uniforme. Les huiles produites sont utilisées dans l'alimentation, la pharmacopée et le cosmétique. (**KAPSEU C., 2009**).

La consommation d'huiles végétales en Algérie s'établie à un peu plus de 12 kg/personne en 2009. L'huile d'olive, produit traditionnel , ne représente que 13% de cette consommation. Elle est largement supplantée aujourd'hui par l'huile de soja (49%), de tournesol (13%), de colza (7%) et d'arachide (5%). À l'exception de l'huile d'olive, les autres huiles sont importées. Au total, le marché intérieur représenterait environ 430 000 t.(**BELAID D. 2015**).

Les huiles végétales peuvent contribuer notablement, en fonction de leurs compositions en acides gras, à améliorer l'équilibre global de la part lipidique d'une alimentation. Elles remplissent, comme les corps gras en général, quatre rôles principaux :

- **Nutritionnel (apport d'énergie et de nutriments) :** acides gras, vitamines liposolubles, constituants mineurs d'intérêt tels que les phytostérols ;

- **Organoleptique** : flaveur et support d'arômes ;
- **Rhéologique** : texture ;
- **Technologique** : fluide caloporteur, par exemple dans les utilisations en friture. (JACQUES *et al.*, 2007).

1.3.4. Utilisations des huiles végétales

Seul un tiers de la production mondiale des corps gras est destiné à un usage industriel. Les deux tiers de la production sont en effet destinés à l'alimentation. Parmi les multiples usages industriels des corps gras, on peut citer la fabrication des savons et cosmétiques, des acides gras, etc. Les triglycérides sont également à l'origine de nombreux produits chimiques qui peuvent entrer dans la composition d'une multitude de produits : lubrifiants, produits cosmétiques, produits pharmaceutiques, peintures, etc. (BELAID, 2015).

1.4. L'huile de fenugrec

C'est une huile grasse à densité légère et s'utilise sur la peau en huile de massage (photo 5). L'huile de Fenugrec est extraite par la méthode de la compression à froid. C'est une huile non volatile, c'est-à-dire qu'elle ne s'évapore pas. Elle a des bénéfices surtout pour les femmes : augmente le volume de la poitrine ; augmente le volume des fesses ; favorise l'allaitement ; fait pousser les cheveux ; raffermis les seins ; accélère la circulation sanguine (Frolty, 1995).



Photo 5 : Huile de Fenugrec (Zeghad N., 2009)

1.4.1. Méthode d'extraction d'huile de fenugrec

La méthode utilisée pour extraire l'huile de fenugrec est celle de la pression à froid, celle-ci consiste à extraire de l'huile des graines et des noix qui ne fait pas appel à des composés chimiques. Il s'agit d'une méthode naturelle d'extraction de l'huile d'une matière première qui implique une extraction sous haute pression en une seule étape.

Cette méthode se veut une solution de rechange plus saine à la méthode d'extraction chimique à l'hexane utilisée pour l'extraction de plusieurs huiles conventionnelles.

L'huile extraite par pression ne contient pas de résidus de solvants (chimiques); elle est donc plus pure et propre, et présente une couleur et une saveur plus naturelle. Dans le cadre de ce processus, on utilise une presse à vis pour pousser la graine dans une cavité en forme de tonneau. La vis comprime la graine et l'huile sort par les ouvertures, alors que les débris (ou la poudre) restent dans le tonneau.

La température atteinte pendant le pressage dépend de la dureté de la graine ou de la noix. Plus la graine ou la noix est dure, plus la pression requise pour extraire l'huile est importante, ce qui cause une plus grande friction et entraîne une température plus élevée.

1.5. L'huile de ricin

L'huile de ricin est dérivée des graines de *Ricinus communis* L., elle se compose de 35% à 55% du poids des graines. Elle est un liquide visqueux ambré pale, parfois connues sous le nom de l'huile de Ricinus. L'huile de ricin brute a une couleur jaune pâle de paille ou légèrement jaunâtres. Après le raffinage et le blanchissement, il a une odeur distincte, mais elle peut facilement être éliminée dans le processus de raffinage.

L'huile de ricin est une huile végétale (photo 6) avec des vertus extraordinaires pour les cheveux, la peau et les ongles mais aussi la santé. Elle est extraite des graines et présente une couleur claire, relativement épaisse et gluante avec une odeur qui peut être désagréable pour certains.



Photo 6 : Huile de ricin (Zeghad N., 2009).

1.5.1. Propriétés physico-chimiques d'huile de ricin

La détermination des propriétés physico-chimiques du ricin nécessite une extraction des huiles à partir des graines. Les propriétés physico-chimiques étudiées du ricin sont le rendement, la densité, l'indice de réfraction, la viscosité et le pouvoir

calorifique supérieur. La viscosité est une propriété importante des carburants, celle-ci influe directement sur le fonctionnement du système d'injection surtout aux basses températures. Elle dépend fortement de la température.

1.5.2. Domaines d'applications

L'huile de ricin entre dans la composition de nombreux produits, dans des secteurs très divers dont :

- Pharmacologie

C'est sans doute l'application la plus ancienne. En effet, l'huile de ricin est un purgatif très puissant, et elle entre dans la composition de nombreux traitements.

- Cosmétologie

Les cosmétiques sont généralement élaborés à partir d'une base lipidique. L'huile de ricin est largement utilisée pour sa bonne tenue, sa souplesse et sa bonne résistance (rouge à lèvres, par exemple).

- Lubrification

Le pouvoir lubrifiant de l'huile de ricin est excellent et durable dans le temps. Elle permet d'améliorer les performances mécaniques. Toutefois, elle ne présente pas une bonne résistance aux températures élevées. C'est pourquoi on l'utilise essentiellement pour des boîtiers de transmission (motoculteurs...) ou en incorporation dans des produits de synthèse de haut de gamme (huile moteur des formules) (**JACQUES *et al.*, 2007**).

- Fibres Nylon

La société ELF ATOCHM a mis au point un procédé de fabrication d'une fibre nylon (RILSAN B) à base d'huile de ricin. Ce produit reste incontournable dans le monde entier, pour ses caractéristiques exceptionnelles : forte résistance mécanique, souplesse, bonne tenue dans une plage étendue de température (de 40°C à +130°C) On fabrique ainsi des conduites d'air comprimé, des canalisations pour le dispositif de

freinage des poids lourds, des colliers de serrage pour les gaines électrique, des fibres pour des brosses, des équipement sportifs (chaussures de ski), etc.

- **Polyuréthannes**

L'utilisation de polyuréthane pour la fabrication de vernis, peintures, etc.se généralise. Aux Etats-Unis, l'huile de ricin entre dans la fabrication d'un certain nombre de produits. Ces débouchés connaissent un développement croissant en Europe. La bonne tenue des produits permet de l'appliquer en couches fines et régulières, tout en conservant une bonne résistance mécanique (**Jarry, 1962**).

1.5.3. Effet thérapeutique de l'huile de ricin

L'huile de ricin, mélangée ou non à d'autres huiles comme par exemple l'huile d'amande douce peut être utilisée de multiples façons :

- Soulager les douleurs musculaires : Mélangée avec de l'huile d'amande douce, l'huile de ricin peut être utilisée en massage pour soulager des douleurs musculaires ;
- Douleurs arthritiques : L'huile de ricin peut aussi être utilisée chaude en massage afin de soulager les douleurs arthritiques, les raideurs des muscles et les douleurs des articulations ;
- Pour enlever un kyste pratiquer un massage avec l'huile de ricin chaude pendant cinq minutes par jour jusqu'à disparition ;
- Enfin il est possible en l'appliquant l'huile de ricin sur les pieds de soulager et soigner les cors et les oignons (**Muller et Paul, 1924**).
- Pour le visage et le corps : très souvent, il est recommandé de mélanger l'huile de ricin avec une autre huile végétale comme l'huile d'amande douce par exemple, surtout en cas d'utilisation pour des enfants. L'huile de ricin adoucit la peau. Voici quelques méthodes d'emploi de l'huile de ricin pour le visage et
- L'huile de ricin pour les cheveux, les cils, les sourcils et les ongles : c'est sans doute le type d'utilisation le plus connu avec l'huile de ricin. L'huile de ricin

possède en effet d'excellentes vertus pour la peau et les cheveux. Les femmes dans les Antilles utilisent relativement souvent l'huile de ricin grâce ses propriétés sur les cheveux secs pour assouplir les cheveux épais ou crépus (Jarry, 1962).

1.5.4. Méthodes d'extraction

L'extraction est une opération ancienne utilisée pour retirer, des plantes et de certains organes d'animaux, des produits alimentaires, pharmaceutiques ou odoriférants, sous formes de breuvages, drogues ou parfums.

L'extraction par solvant fait généralement appel, dans le cas des produits végétaux, à l'eau, aux alcools, aux solvants chlorés et/ou organiques dont l'hexane ou le mélange chloroforme-méthanol.

De nombreuses méthodes d'extraction sont spécifiquement utilisées dans le cas des lipides des matières végétales. On en cite, en tout premier lieu le pressage à plaque ou à vis. L'extraction par Soxhlet, l'extraction assistée par micro-ondes et/ou ultra-son, l'extraction par fluide supercritique, etc. doivent également être considérées comme des opérations d'extraction par solvant.

a. L'extraction par pressage (Procédés mécaniques)

Le procédé d'extraction de l'huile de ricin (figure 2) (Mutlu et Meier, 2010), n'est pas fondamentalement différent des procédés d'extraction conventionnels des huiles, a ceci presque le caractère «non-alimentaire» du ricin impose des conditions d'hygiène et des écrite particulières, à savoir une ligne de production dédiée, complètement découplée des lignes de production d'huiles alimentaires pour éviter toute contamination éventuelle de ces dernières. Dans la suite, sont brièvement d'écrites les étapes d'extraction et de purification de l'huile dans un procédé opératoire «standard» qui peut donner lieu a des variantes, suivant le but recherche .

Après nettoyage des coques suivi d'une opération de décorticage/de coquillage, les graines ainsi obtenues sont broyées en pulpe et pressées à l'aide d'une presse vis sans fin, afin d'extraire l'huile de première pression qui peut être optionnellement filtrée. La fraction d'huile encore présente dans le résidu solide du pressage (tourteau composé des pulpes) est ensuite extraite à l'aide d'un solvant, conventionnellement l'hexane. L'huile d'extraction est alors récupérée par distillation (**Danielle et Huard, 2002**).

À partir d'un produit composé de solides et de liquides, l'extraction par pression (ou pressage) permet de séparer les liquides en leur appliquant une pression extérieure. Le produit est supporté par une paroi ou une toile permettant le passage du liquide. Cette opération est relativement répandue et est utilisée pour extraire du jus (raisins, tomates, etc.), de l'huile (olives, graines oléagineuses), concentrer en matière sèche (pulpes de sucrerie de betterave, divers déchets et boues, etc.). Cependant le pressage a des limites mécaniques évidentes à partir desquelles, l'accroissement de la pression appliqué n'engendre pratiquement plus d'extraction notable ; on atteint ainsi une limite technique ou économique.

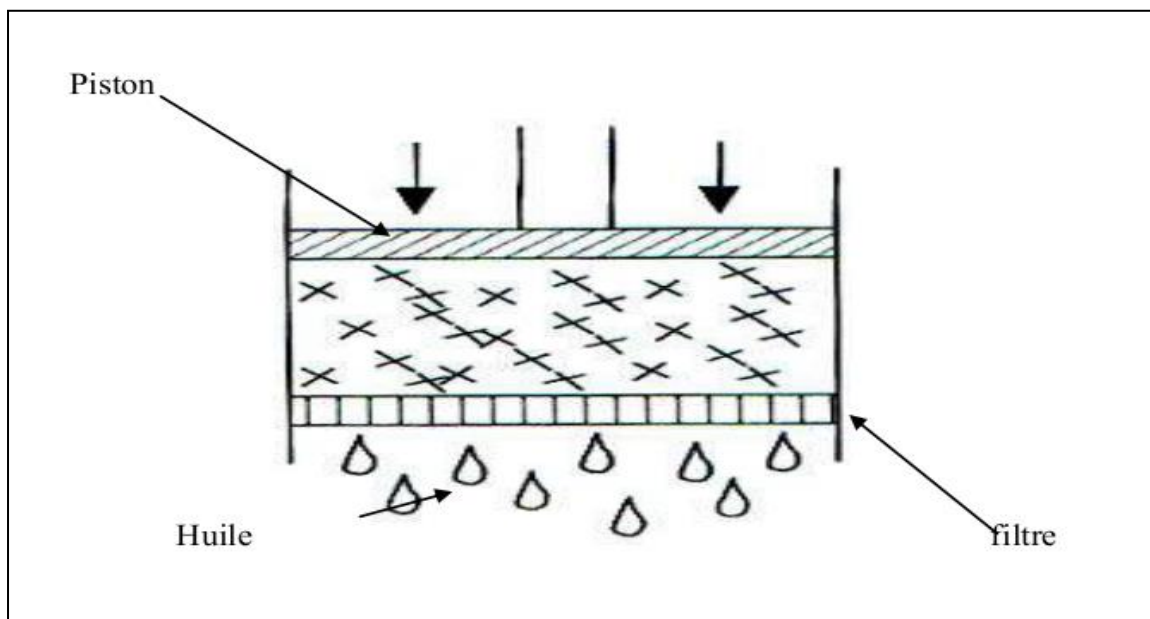


Figure 2 : Principe de l'extraction par pression (**Richard, 1992**).

b. L'extraction par solvant

Dans le cas de processus d'extraction par solvant et de séparation de l'huile (ou de molécules spécifiques) présentes dans un milieu solide, l'opération fait souvent appel, d'un point de vue technologique, à la diffusion au sein du solide d'un fluide (liquide) porteur, appelé solvant d'extraction ; l'extraction se présente ainsi comme une interaction solide-liquide. Les opérations d'extraction solide-liquide regroupent plusieurs méthodes différentes consistant toutes à faire interagir le solvant sur le matériau solide afin de dissoudre ses composants solubles.

- La percolation

Consiste à laisser couler un solvant (généralement très chaud) sur un lit de solides finement divisés. La préparation du café relève de cette opération.

- La macération

Est une infusion dans un solvant à froid. L'opération bien que généralement longue et à rendement souvent médiocre, est la seule méthode utilisable dans le cas de l'extraction d'un ensemble de molécules fragiles. Pour être efficace, une macération, peut durer de 4 à 10 jours environ ; ceci peut présenter quelques inconvénients, en termes de fermentation, ou de contamination bactérienne notamment si le solvant utilisé est l'eau. Ces phénomènes peuvent entraîner une dégradation rapide des molécules actives. En vue d'éviter ou de réduire ces inconvénients, la macération peut être opérée dans un récipient couvert, le tout à l'abri de la lumière et, dans certains cas, maintenue dans un réfrigérateur.

c. Extraction par Soxhlet

L'extraction par Soxhlet a été employée pendant long temps, est une technique standard et la référence principale pour évaluer la performance d'autres méthodes d'extraction solide-liquide. La conception de cette technique d'extraction a été décrétée pour la première fois par Franz Von Soxhlet en 1879 pour la détermination de la teneur lipidique du lait. L'extraction par Soxhlet est une technique générale et bien établie, et qui dépasse en performance les autres techniques conventionnelles

d'extraction, excepté dans le cas de l'extraction des composés thermolabiles. Un système conventionnel de Soxhlet comme montré dans la figure 3. L'extraction par Soxhlet dépend fortement des caractéristiques de la matrice solide et de la dimension des particules car la diffusion interne est souvent l'étape limitante pendant l'extraction (**Mutlu et Meier, 2010**).

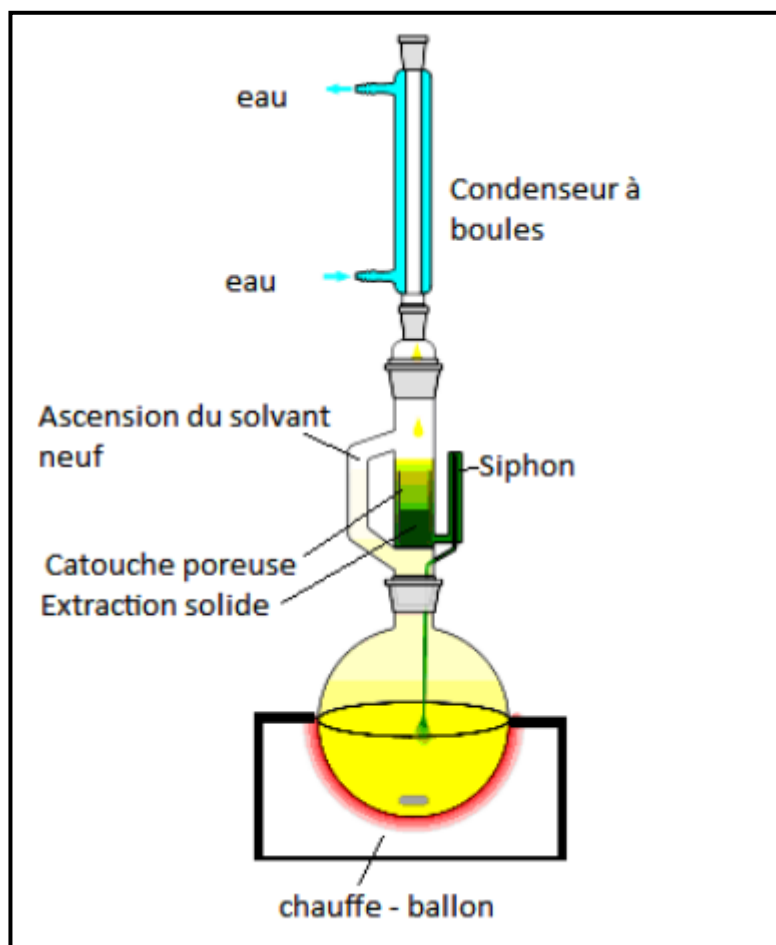


Figure 3 : Extraction par soxhlet (**Mutlu et Meier, 2010**).

1.6. L'huile de ricin comme biocarburant

L'huile de ricin présente un marché important comme biocarburant de part ses multiples avantages :

- **Renouvelables** : il faut des milliers d'années pour produire des combustibles fossiles tandis que la matière première des biocarburants est renouvelable beaucoup plus rapidement.
- **Sécurité** : en réduisant la dépendance sur les sources d'énergies étrangères, les pays peuvent protéger l'intégrité de leurs ressources énergétiques et se libérer des influences extérieures.
- **Biodégradabilité** : Les biocarburants sont facilement biodégradables et beaucoup moins dangereux à manipuler que les carburants traditionnels.
- **Faible émission de carbone** : lorsque les biocarburants sont brûlés, ils produisent significativement moins de carbone et beaucoup moins de toxine. C'est une alternative plus sûre pour préserver la qualité atmosphérique (**Richard, 1992**).

Matériels et Méthodes

Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

Les tests de caractérisation des huiles, ainsi que les matériels utilisés et les méthodes appliquées, dans ce travail sont présentés dans ce chapitre.

2.1. Matériel Végétal

2.1.1. Taxonomie de la plante

Le ricin étudié est issu de la région d'Ain khiar ; il est classé (tableau II) selon Cronquist comme suit :

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Règne | Plantae |
| Sous-règne | Viridae plantae |
| Division | Magnoliophyta |
| Classe | Magnoliopsida |
| Sous-classe | Rosidées |
| Ordre | Euphorbiales |
| Famille | Euphorbiacées |
| Genre | <i>Ricinus</i> |
| Espèce | <i>Ricinus communis</i> |

Tableau II : Classification du ricin selon Cronquist.

2.2. Méthodologie de travail

a. Récolte des graines de Ricin

Nous avons récolté des fruits de ricin du village d'Ain khiar et Ain El Assel au mois de Janvier. En prenant certaines mesures qui consistent à porter des gants pour éviter d'être piquer (Photo 7). Les graines de ricin étaient un peu sèches ce qui nous a faciliter la tache.



Photo 7 : Récolte manuelle des graines de ricin d’Ain Khiar, (Janvier, 2020).

b. Séchage des graines de Ricin

Des graines matures de ricin sont récoltées à partir de fruits secs. Ensuite, les graines des ricinés sont nettoyées et séchées au soleil à l’air libre pour réduire leurs teneurs en humidité puis sont décortiquées (photo 8).



Photo 8 : Séchage des graines à l’air libre (Janvier, 2020).

c. Opération de broyage

Avant de faire l'extraction, les graines de ricin subissent une opération de broyage. Cette opération vise à faciliter la capacité de diffusion du solvant d'extraction. Dans notre travail, le broyeur utilisé est un broyeur de café Sayona (100w).

2.2.1. Protocole d'extraction

L'extraction d'huile de ricin se fait selon le protocole ci-dessous (figure 4) :

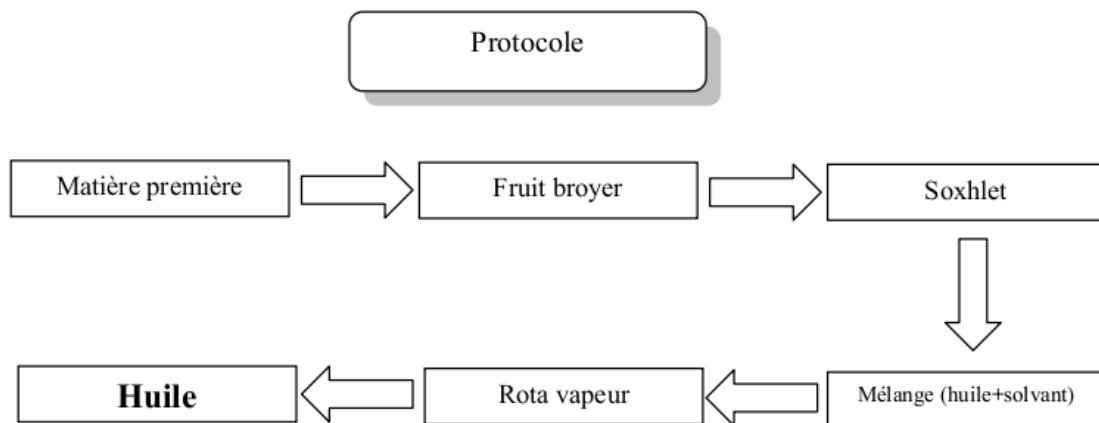


Figure 4 : Protocole d'extraction d'huile de ricin.

2.2.2. Extraction par Soxhlet

Il s'agit d'une extraction solide-liquide, L'extracteur de Soxhlet permet le traitement de solides de toutes tailles avec des solvants en phase liquide ou partiellement vaporisés. Le corps de l'extracteur (Soxhlet), contenant un support de cartouche qui est rempli de solide, est fixé sur un réservoir de solvant (ballon) et est surmonté d'un réfrigérant.

Le solvant est vaporisé puis condensé, et reste en contact avec le solide. La solution est soutirée périodiquement par l'amorçage d'un siphon. La solution du ballon s'enrichit petit à petit en soluté et le solide est toujours mis en contact avec du solvant fraîchement distillé.



Photo 9: Extraction par Soxhlet (Janvier, 2020).

2.5. Extraction d'huile de ricin

Première étape : On procède au nettoyage de tous les équipements par l'acétone, puis on réalise le montage d'extraction de Soxhlet, ensuite, on remplit la cartouche par 300g de ricin puis on met le papier filtre dans le support de l'appareil. Après on ajoute 150 ml du solvant n-hexane dans le ballon puis on le place dans le support, puis on chauffe le tout. La vapeur montante tombe sur le papier filtre après le refroidissement avec le condenseur.

On répète cette opération 6 fois de suite pour obtenir une bonne extraction.



Photo 10: Extraction d'huile de ricin (solvant +huile) (Janvier, 2020).

Deuxième étape : Après l'extraction, on passe à l'étape d'évaporation en utilisant le rotavapor (photo 11) à 64 C° à fin de séparer l'huile du solvant.



Photo 11 : Séparation de l'huile du solvant par rotavapor (**Janvier, 2020**).

2.6. Calcul du rendement en huile

Le calcul du rendement d'huile de ricin se fait par la formule suivante :

$$\eta = \frac{m_h}{m_T} \times 100$$

η : Rendement d'extraction (%).

m_h : Masse d'huile extraire en g.

m_T : Masse des graines de ricin avant l'extraction en g.

2.7. Paramètres physico-chimiques étudiés

Nous avons mesuré quelques paramètres pour déterminer la qualité de l'huile de Ricin cités ci-dessous :

a. La densité

La densité d'une substance est égale à la masse volumique de la substance divisée par la masse volumique du corps de référence à la même température. Pour les liquides et les solides, l'eau est utilisée comme référence, pour les gaz, la mesure s'effectue par rapport à l'air. On la calcule avec la formule suivante :

$$d = \frac{\rho_{huile}}{\rho_{eau}}$$

d : densité d'huile.

ρ huile : La masse volumique d'huile g/cm³.

ρ eau : La masse volumique d'eau est égal 1 g/cm³.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

P = La masse volumique d'huile g/cm³.

M = la masse de l'huile g.

V = volume de l'huile cm³.

b. Le pH

C'est une grandeur mesurant la concentration des ions hydrogènes dans une solution. Nous avons mesuré le pH d'huile avec du papier pH (photo 12).



Photo 12 : Mesure du pH.

c .Viscosité

La viscosité est définie comme la résistance à l'écoulement uniforme et sans turbulence se produisant dans la masse d'une matière. La viscosité de l'huile d'un viscosimètre Fungilab dont le dispositif est munie d'une sphère (photo 13) qui se déplace sous l'action de la pesanteur dans un bécher qui contient le fluide à expérimenter. La bille atteint rapidement une vitesse limite, ce qui permet de calculer la viscosité du liquide.

On mesure le temps nécessaire à la bille pour parcourir la distance entre deux traits gravés sur le bécher.

La viscosité est calculée par la formule suivante :

$$\mu = K \times (\rho_b - \rho_h) \times t$$

t : Le temps par minute.

ρ_h : La masse volumique de huile (g/cm^3).

ρ_b : La masse volumique de bille (8.02 g/cm^3).

k= Constante viscosimètre 3.1 pour size 2.

L'unité de viscosité obtenu est centpoise ($1 \text{ cp} = \text{mPa/s}$)

On calcule la viscosité cinétique par la relation suivante:

$$v = \mu / \rho_h$$



Photo 13 : Mesure de la viscosité par viscosimètre (Janvier, 2020).

Résultats

Chapitre 3 : Résultats

3.1. Le rendement

Le rendement en huile de ricin se fait en utilisant 300g de matière sèche.

- Masse initiale : c'est la masse de ricin avant l'extraction 300g.
- Masse d'huile extraite : 143.1g.

D'après le résultat nous avons calculé le rendement d'huile extraite à partir de la formule suivante :

$$\eta = \frac{m_h}{m_T} \times 100$$

$\mathcal{N} = (143.1 / 300) 100 = 47.7 \%$ pour 300g de matière sèche.

. Rendement de *Ricinus communis* L. : $47.7/3= 16 \%$ pour 100g de matière sèche.

A partir de ce rendement nous avons acquis dans notre travail ce bon résultat.

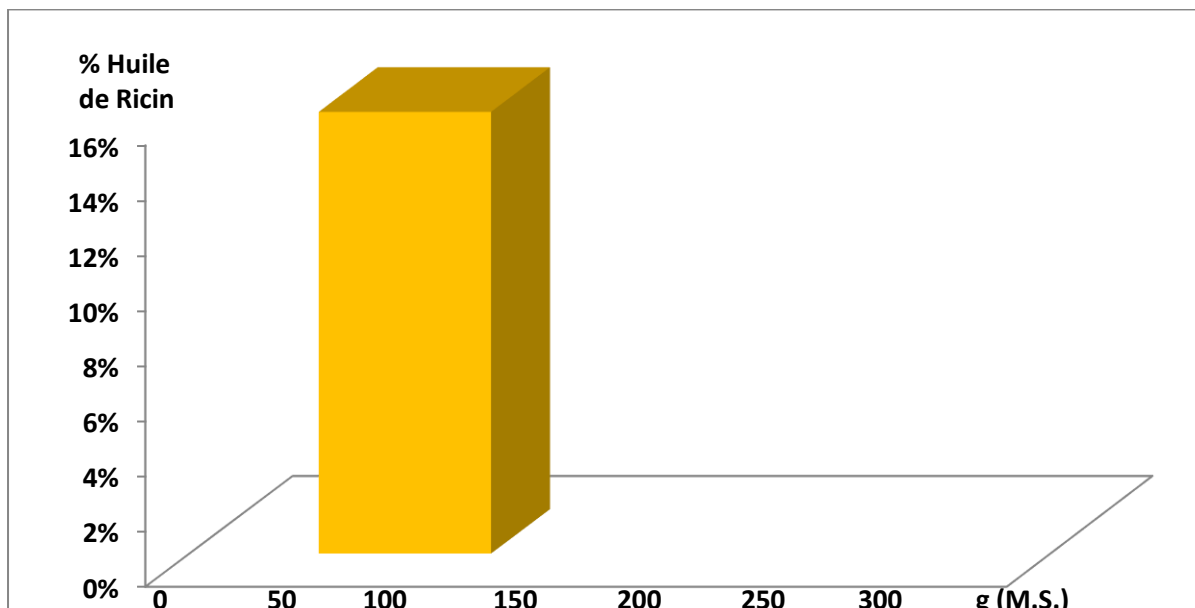


Figure 5 : Rendement en huile de ricin (%).

3.2. Paramètres physico-chimiques d'huile de ricin

3.2.1. La densité

Nous avons mesuré la densité d'huile par la formule suivante :

$$d = \frac{\rho_{huile}}{\rho_{eau}}$$

Premièrement on applique la relation ci-dessus pour calcul la masse volumique d'huile (g/cm³) :

$$P = m / v = 1.71 / 2 = 0.855 \text{ g/cm}^3 .$$

$$\text{Si : } d = 0.855 / 1 = 0.855.$$

Donc la densité d'huile de ricin égal 0,855.

3.2.2. PH

Nous avons mesuré le pH d'huile par papier pH, il donne le résultat suivant :

$$\text{pH} = 5,5.$$

3.2.3. Viscosité

Nous avons mesuré la viscosité de l'huile de ricin par viscosimètre, il donne le résultat suivant : 5.4386 mm²/s.

L'ensemble des résultats obtenus sont résumé dans le tableau3 :

| Huile de ricin | Paramètres physico-chimiques |
|----------------|------------------------------|
| densité | 0,855 |
| pH | 5,5 |
| viscosité | 5,44mm ² /s |

Tableau III : paramètres physicochimiques de l'huile de Ricin (Janvier, 2020).

Conclusion générale

L'huile de ricin, extraite de graines d'espèce très présente dans la région de Ain Khiar, nous a permis de mettre l'accent sur la disponibilité de cette plante et de son potentialité d'utilisation et de transformation seule ou associée à d'autres huiles tel que l'huile d'amande douce pour être utilisée de multiples façons.

De nombreuses méthodes d'extraction sont spécifiquement utilisées dans le cas des lipides des matières végétales. On en cite, en tout premier lieu le pressage à plaque ou à vis. L'extraction par Soxhlet, l'extraction assistée par micro-ondes et/ou ultra-son, l'extraction par fluide supercritique, etc. doivent également être considérées comme des opérations d'extraction par solvant. Dans notre travail nous avons utilisé le soxhlet.

Les résultats obtenus permettent de dire que :

- le ricin commun est riche en lipides.
- le soxhlet et le rotavapor sont les plus indiqués pour l'extraction de cette huile parce qu'elles sont simples et facile à manipuler et donne un bon rendement.
- les analyses physicochimiques sont très importantes pour savoir la qualité de l'huile de ricin.

Finalement et comme recommandation de cet étude, on propose d'étudier la même plante oléagineuse locale mais pour d'autres domaines d'application comme cosmétiques, médicinales, pesticides et domaine industrielles (biocarburant etc...).



**Références
Bibliographiques**

Références Bibliographiques

A

- **Jarry. A., 1962** : Le décapsulage du ricin, conseils de l'I.R.H.O. 12.
- **Akpan U.G., Jimoh A. et Mohammed A.D., 2006**: Extraction, Characterization and Modification of Castor Seed Oil. Leonardo J. Sci. 8: 43-52.
- **Alexander J., Diane B., Andrew C ., Jean-Pierre C., Eugenia D., Alessandro D.D ., Maria Luisa F., Peter F., Fink-Gremmels J et Corrado L.G., 2008**: Ricin (from *Ricinus communis*) as undesirable substances in animal feed1 Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA J. 726-738.
- **Alloune R., Liazid A. et Tazerout M., 2013** : Valorisation énergétique de l'huile de ricin pour la production du biodiesel dans zones arides et semi-arides en Algérie.
- Anete ,C. F ., Miriam, E.M. A ., Mariana ,L. D.C ., Ilza ,R. B ., Bras ,H. D.O., Claudio, D.C.,1999**: Pharmacological Evaluation of Ricinine, a Central Nervous System Stimulant Isolated from *Ricinus communis*. J. Pharmacol. Biochemis Beh. 63(3): 367–375.
- **Archaya, K.T. (1971)**: Chemical Derivatives of Castor Oil. Amer. oil chem.. soc. 48:758-763.

B

- **Bremness,lisley, (1996)**. Les plantes aromatiques et médicinales. Paris : bordas nature.
- **BELAID D., 2015** : La production d'oléagineux en Algérie. P2.

- **Benhamza L., 2008** . effets biologiques de la petite centauree erythraea centaurium (l.). thèse de doctorat d'état, univ. Mentouri, Constantine, 55 p.
- **Bakchich C et Abdelhamid D., 2010** : Les huiles essentielles. Éd. Office des publications universitaires. Alger , page11-12-13 14.
- Bruneton J.,1999**. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème édition TEC et DOC. Em-inter, P 480
- **Bermejo, J. E. H., & León, J. (Eds.). (1994)**. Neglected crops: 1492 from a different perspective (No. 26). Food & Agriculture Org.
- Barbosa, D.D.C., Tatiana, M. S., Simoni, M. Plentz, M., Mario, R. M., 2010**: Biodiesel production by ethanolsis of mixed castor and soybean oils. Fuel. 89 : 3791–3794.
- **Borch-Jensen, C., Benny Jensen., Mathiasen, K ., J.rgen , M. (1997)**: Analysis of Seed Oil from Ricinus communis and Dimorphoteca pluvialis by Gas and Supercritical Fluid Chromatography. JAOCS. 74(3) : 277-284.

C

- **Chabrier J.Y. 2010**. Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Docteur. Université henri poincare - Nancy 1,165p.
- **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
- **CMOLIK J., POKORNY J., DOLEZAL M., 2007**: Svobodaz. Geometrical isomerization of polyunsaturated fatty acids in physically refined raspessed oil during plante_scale deodorization. Eur J Lipid Scitechnol 2007 ; 109 : P 656_662.
- **Catherine Z., Hermann G., Julien G.,Jean L., Mickol M.,Marion H.,Pascal L.,Remy R., Sylvie M.,Thibaut M.2011**.la question de l'indigénat des plantes de basses normandie,bretagne et pays de la loire.doc technique.3-7p.

- **Coopman, V., Marc, D. L., Cordonnier, J., Werner, J.(2009):** Suicidal death after injection of a castor bean extract (*Ricinus communis* L.).

-**Couplan, F., Styner, E. (1994) :** Guides des plantes sauvages: comestibles et toxiques (1994),Paris, pp :367-368.

D

- **Debouign G., Couplant F., 2009 :** Petit Larousse des plantes médicinales. Éd. I.S.B.N .Paris, page 12-13-16-23-55-72-78.

- **Debruyne I., 2001.** Soja : transformation et aspects industriels.

Techniques de l'Ingénieur, F6030: 1-12.

-**Danielle huard , (2002).** Les huiles essentielles : l'aromathérapie .Ed :Outremont, Québec.

- **Donatien K., 2009 :** Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales Maliennes-extraction, identification d'alcaloïde caractérisation ,quantification .Universite Paul Verlaine. France, 150pages.

- **Djeddi S., 2012 -** Les huiles essentielles "Des mystérieux métabolites secondaires": Manuel de formation destiné aux étudiants de Master. ED.Presses Académiques Francophones Grece, 64 p.

- **Delilie L., 2007 -** Les plantes médicinales d'Algérie. Éd.BERTI, Alger,122 P.

F

- **Frolty, Laura,(1995).**recherchessur les plantes . paris :Ed.du chêne

- **Franz , D. R., Nancy, K. J. (1997):** Ricin Toxin. Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare, (Washington, DC: Borden Institute, Walter Reed Army Medical Center),Chapter 32: 631-642.

G

-**Garciãa, J. J.G ., Bartolomeã –zavala., Del MAR, M .T., Barceloã –Mun.oz, J.M ., Garland, T., Bailey, E. M. (2006):** Toxins of concern to animals and people. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. 25(31):341-351

-**Garland, T., Bailey, E. M. (2006):** Toxins of concern to animals and people. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. 25(31):341-351.

H

- **Haba H., 2008:** Etude phytochimique de deux Euphorbiaceae sahariennes: Euphorbia guyoniana Boiss. Et Reut. Et Euphorbia retusa Forsk. Thèse doctorat, Université el hadj lakhdar. P 1, 05,10,20,38,41,54,55.

- **HANS W., 2007 :**1000 Plantes aromatiques et médicinales.2 Éd. Naumaum et Corbel verlgsgellshaf .Cologne, page 10-13- 65-125.

- **Harchane, H., El Addas, H., Amsaguine, S., El Amrani, N., Radallah, D. (2012).**Effets de l'extrait aqueux des graines du fenugrec (Trigonella foenum graecum) sur l'amélioration du profil lipidique et la prise de poids chez le rat. Phytothérapie, 10 (6) ,357-362.

- **Hammiche, V., Khadra, M. (2006):** Traditional medicine in Central Sahara: Pharmacopoeia of Tassili N'ajjer. J. Ethnopharmacol. 105: 358–367.

- **Harley, S., Beevers, H. (1986).**Lectins in Castor Bean Seedlings. Plant Phys. 80: 1-6.

I

- **Iserin P., 2001** : Encyclopédie des plantes médicinales .2 Éd. Kindersiey . London.....p
- **Ilavarasan, R., Moni, Subramanian, M ., Venkataraman (2006)** : Anti-inflammatory and free radical scavenging activity of Ricinus communis root extract. J. Ethnopharmacol. 103: 478–480.

J

- JAHOUACH W., 2002** : Décoloration des huiles végétales sur des argiles étude de la stabilité physicochimiques des huiles décolorées. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'études approfondies en chimie organique.
- JACQUES E., Xavier Pagès-Xatart-Pares2, CHRISTIAN A., ODILE M., 2007** : Procédés d'obtention et compositions nutritionnelles des huiles de tournesol, olive et colza
- **Jackson, L. S., Willam, H., Tolleson ., Stuart, J., Chirtel. (2006)**: Thermal Inactivation of Ricin Using Infant Formula as a Food Matrix. J. Agric. Fd. Chem. 54: 7300-7304.
- Jean-Paul Thorez., 2002** :Pucerons, mildiou, limaces..., prévenir, identifier, soigner bio P 182

K

- **Koth H.2007**.1000 plant aromatiques et medicinales, terres édition, toulouse, p336.
- **Kadambi , K., Dabral, S.N.(1955)**: The silviculture of Ricinus communis L. Ind. Forester.8(1):53-58.

L

- **Lagnika, L. (2005)** : Etude phytochimique et activite biologique de substances naturelles isolees de plantes beninoises. These doctorat .Universite Louis Pasteur, Strasbourg.

-**Lakshmana, P.V. R ., Jayaraja, R ., Bhaskara, A.S.B ., Kumara, O ., Bhattacharyaa, R ., Parag, S., Dashb, P. K ., Vijayaraghavana, R.(2005)**.Mechanism of ricin-induced apoptosis in human cervical cancer cells. J. Biochem. Pharmacol. 69: 855–865.

-**Leo, W. D. V. R., Vancutsem, J., Jan Sten, J. (2009)**: A survey on the presence of undesirable botanical substances in feed in the European Union. Biotechnol. Agron. Soc. Environ.13(S):33-38.

- **Little, E.L ., Woodbury, R.O ., Wadsworth, F.H. (1974)**:Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agriculture Handbook. 449. U.S. Depart. Agricul. Forest. Serv. Washington,DC. 2.

- **Lorenzo, F., Lynne, M. R. (1998)**: The enemy within: ricin and plant cells. Experim. Bot. 49 (326):1473–1480.

- **Lorenzo, F., Lynne, M. R. (2006)**.The N-terminal Ricin Propeptide Influences the Fate of Ricin A-chain in Tobacco Protoplasts. J. Biol. Chem. 281(33): 23377–23385.

M

- **MORIN O ; et PAGÈS-XATART-PARÈS, 2012** : Huiles et corps gras végétaux : ressources fonctionnelles et interet nutritionnel. OCL, 19 (2) : P 63-64

- **Mansour S., 2015** - Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes médicinales : *Artemisia absinthium* L , *Artemisia herba alba* Asso et *Hypericum scarboides*- Etude in vivo. Thèse de Doctorat, Univ. Mohamed BOUDIAF, Oran, 19 p.

- **Mehrafarin, A., Qaderi, A., Rezazadeh, Sh., Naghdi Badi, H., Noormohammadi, Gh., Zand , E. (2010).** Bioengineering of Important Secondary Metabolites and Metabolic Pathways in Fenugreek (*Trigonella foenumgraecum* L.). *J. of Medicinal Plants*, 9(35), 1–18.

-**Moradi kor Nasroallah *1, Mohamad Bagher Didarshetaban2, Hamid Reza Saeid. (2013).** Pour 3 Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) As a Valuable Medicinal Plant. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research* , 1(8), 922-931.

-**Maroyi, A., 2007** : *Ricinus communis* L. In: van der Vossen, H.A.M. & Mkamilo, G.S. (Editeurs). *PROTA 14: Vegetable oils/Oleagineux*. PROTA, Wageningen, Pays Bas. *Forensic Sci. Internatl.*189:e13–e20.

- **Mouser, P., Filigenzi, M.S ., Birgit, P., Valerie Johnson., Margaret, A. S .M. B., Hooser.(2007).**Fatal ricin toxicosis in a puppy confirmed by liquid chromatography/mass spectrometry when using ricinine as a marker. *J. Vet. Diagn. Invest.* 19: 16–220

N

- **Nicholas, A. J., Alessandra Di** : *Vegetable oils/Oleagineux*. PROTA, Wageningen, Pays Bas. *Forensic Sci. Internatl.*189:e13–e20.

- **Nicolas B., 2012** : *Atlas illustré des plantes médicinales et curatives.de Borée. Asie,285pages.*

-**Nogaret A., 2003** - *La phytothérapie : Se soigner par les plantes*. Ed.Groupe Eyrolles, Paris, 191 p.

O

- **Ozenda .,1991** : flore du sahara. 2éme Ed. CNRS :622p
- **Ogunleye, O.O., Oyawale, F.A., Suru, E. (2008)**: Effects of Castor Oil on the Physical Properties of Polyether Based Flexible Polyurethane Foam. J. Adv. Nat. Appl. Sci. 2 (1):10 15.
- **Olsnes, S., Refsnes, K., Pihl, A. (1974)**: Mechanism of action of the toxic lectins abrin and ricin. Nat. 249:627-631.

P

- Peter H., Raven., Ray FE., Susan EF., 2000** : Biologie végétale. 1e(AS) édition, De Boeck, Paris, P 32 - P.F (Pharmacopée Française)., 2013 – Tisanes.
- **Poonam, S., Prachi, A., Krishna Murali, Y., Vibha, T. (2008)**: Antidiabetic activity of 50% ethanolic extract of Ricinus communis and its purified fractions. Fd Chem. Toxicol. 46: 3458–3466.

R

- Ramprasad, R ., Bandopadhyay, R. (2010)**: Future of Ricinus communis after completion of the draft genome sequence .Curr. sci. 99(10): 1316-1318.

S

- **Sofowora A., 2010** - Plantes médicinales et médecine traditionnelle d’Afrique. Ed.Karthala, France, 378 p.
- **Strang C., 2006** - Larousse medical. Ed.Larousse, Paris, 1219p.

- **Schanberg P., Paris F. 2006.** Guide des plantes médicinales analyse, description et utilisation de 400 plantes. Ed, Delachaux et Niestré, paris, 396p.
- Sophie A., 2003** : La phytothérapie (se soigner par les plantes).Groupe Eyrolles. ISBN, page 21-22-23.
- **Sheicklar, A. (2013).** Trigonella foenum-graecum L. (Fenugrec) as a Medicinal Herb in Animals Growth and Health. Science international, (1) 6,194-198.
- Sharma, S., Satish, B., Avadhesh, S., Sunil Kumar, P. (1998):**Evaluation of the stoichiometry and energetics of carbohydrate binding to Ricinus communis agglutinin: a calorimetric study. J. Biochem. 333: 539-542.
- **Sharma., Tanu Khan., Absar, M., 2012:**Toxic effect of neem (Azadirachta indica) extracts against the eggs and adults of Dysderus koenigii (Fabricius).
- Schep , L. J ., Wayne, A. T ., Grant, A. B ., Michael, D. B: (2009):**Ricin as a weapon of mass terror - separating fact from fiction. Environ. Internat. 35: 1267–1271.
- Sailaja, M., Tarakeswari, M ., Sujatha, M. (2008):** Stable genetic transformation of castor (Ricinus communis L.) Via particle gun-mediated gene transfer using embryo axes from mature seeds. Plant Cell. Rep. 27: 1509–1519.
- Strocchi, P., Barbara, D., Irene, P., Michela, F., Emilio, C., Fiorenzo , S. (2005):**Lesions Caused by Ricin Applied to Rabbit Eyes. IOVS. 46(4): 1113-1116.
- Sujatha, M., Reddy, T.P., Mahasi, M.J. (2008) :** Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (Ricinus communis L) and Jatropha curcas L. Biotechnol. Adv.26(5): 424-435.

T

- **Trivedi, R.K., Vasishtha, A.K.. (1988):** Low Pressure Hydrogenation of Castor Oil. JAOCS.65: 1467-1469.

W

- **Witchard , M. (1997):** Paclobutrazol Is Phloem Mobile in Castor Oil Plant (*Ricinus communis* L). *J. Plant Grow. Regul.* 16: 215–217.

Y

- **Yadav, R., Tiwari, R., Chowdhary, P., & Pradhan, C. K. (2014).** A pharmacognostical monograph of *Trigonella foenum-graecum* seeds. *Screening*, 1, 6.4445.

Z

- **Zeghad N., 2009 :** Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne : Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister. Université Mentouri .Constantine, page 9-14.

- **Ziyu Dai., Gerald, E. E., Maurice S. B. K. (1992) :** Control of Photosynthesis and Stomatal Conductance in *Ricinus communis* L. (Castor Bean) by Leaf to Air Vapor Pressure Deficit. *Plant Physiol.* 99: 1426-1434.