

**République Algérienne démocratique et populaire**  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
**Ministère de l'Enseignement supérieur et de recherche Scientifique**  
جامعة احمد بوقرة بومرداس  
**Université M'Hamed Bougara de Boumerdes**



**Faculté des Sciences**  
**Département de biologie**  
**MEMOIRE**

Présenté En vue de l'obtention du Diplôme de Master II

**Domaine** : science de la nature et de la vie

**Filière** : Sciences Biologique

**Spécialité** : Biologie des populations et des organismes

**Thème** :

Caractérisation de l'huile végétale des graines de *Ziziphus jujuba* et l'évaluation de l'activité antioxydante et anti-inflammatoire.

**Réalisé par :**

M<sup>elle</sup> Mekhazni Samiha - M<sup>elle</sup> Cherdoune Wissam

**Membre du jury :**

Présidente : M<sup>me</sup> BENHBYLES-BOUTTABA Narimen

MCB UMBB

Examinatrice : M<sup>elle</sup> Rahim

MCA UMBB

Promotrice : M<sup>me</sup> LAOUFI Razika

MCB UMBB

**Année universitaire 2018/2019**

## Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant, de nous avoir donné le courage, la force, la santé et la persistance et la volonté pour réaliser ce travail.

Nous tenons particulièrement à remercier notre promotrice, **M<sup>me</sup> LAOUFI RAZIKA** enseignante au département de Biologie de la faculté des sciences de la Nature et de la Vie à l'université de M'Hamed Bougara de Boumerdes pour avoir accepté la charge d'être rapporteur de ce mémoire, on le remercie pour sa disponibilité, ses pertinents conseils et pour les efforts qu'elle a consenti durant la réalisation de ce mémoire. Ce travail témoigne de sa confiance et de son soutien dans les moments les plus difficiles. Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance et de notre respect.

Nous adressons également nos remerciements au **Professeur NOUANI** de la faculté de l'ingénierie de M'Hamed Bougara de Boumerdes pour nous aider.

Comme nous tenons à remercier les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail. Nous remercions également tous nos enseignants et nos collègues, Merci à ceux et celles qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre de près ou de loin dans notre travail.

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail :*

*À mes chers parents Fatah et Nadia, source de ma vie, d'amour et de tendresse, je dis merci pour tous leurs sacrifices, leurs encouragements, leur attention et leur soutien. Ils m'ont donné tout ce qui j'ai besoin tout au long de ma vie, puisse dieu le tout puissant t'accorder meilleure santé et longue vie.*

*À mes grands-parents Mohammed et ouiza qui ont partagé la fatigue de nos parents dans notre éducation, et nous ont donné la plus belle mère du monde, et mes grands-parents qui je n'ai pas de chance de les voir lounès et aicha qui nous donné le plus beau père du monde.*

*À mes chers sœurs Rania et walaa, je vous souhaite une vie pleine de succès, de joie et de bonheur. Que dieu vous garde et illumine vos chemins.*

*À mes chers oncles Hocine, Ahcene Djamila et Fatima, pour leur soutien, amour, tendresse, et générosité À toute ma grande famille.*

*À mes chers amis Leila, Radia et Ilham je dis merci pour votre soutien, patience, tolérance, et pour les bons moments qu'on a partagé.*



*Samiha*

## Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire et plus particulièrement :*

*\* Aux personnes les plus chères au monde mes parents*

*Qui sont la lumière de mes yeux, ombre de mes pas et le bonheur de ma vie. Qui m'ont apporté leur appui durant tous mes années d'études, pour ces sacrifices et soutiens et qui m'ont donné la tendresse, la confiance, le courage et la sécurité. Bien que je ne vous en acquitterai jamais assez. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

*\* A mes sœurs : Bouthéina et Malek*

*\* A mon cher frère : Haitheme*

*\* A mon cher mari Abbes et sa famille Gaham*

*\* A toute la famille, Cherdoune et djilat tantes et oncles, a tous mes cousins et cousines*

*Pour leur soutien et encouragement, tout au long des années*

*\*Toutes mes enseignants et mes amis, en particulier : kamilia, Assia, Amira, Nabila, Hannan, Rabab, khawla ainsi que toute le groupe de master II BPO 2019*

*\* Une dédicace spéciale à ma binôme Samiha et sa famille*



## Résumé :

*Ziziphus jujuba* ou (Annab), c'est une espèce végétale de la famille de Rhamnacées, abondant dans l'Algérie, utilisé en phytothérapie traditionnelle, c'est une source de substances naturelles. Le présent travail a pour le but de caractériser l'huile végétale des graines de *z.jujuba* et évalué leur activité antioxydante et anti-inflammatoire. l'huile des graines extraite par soxhlet présente un rendement d'extraction de 3.14 % , la caractérisation faite par la CPG montre la présence de 12 acides gras avec la dominance de l'acide oléique et linoléique, (47.02%), (37.40%) respectivement, et (5.71%) de l'acide palmitique. les paramètres physico-chimiques de notre échantillon ont montré une acidité de 25.05%, un indice de saponification de 98.175 mg KOH/ml, indice de réfraction de  $35.00105 \pm 0.00$ . cet huile exprime une activité antiradicalaire importante pour le test de DPPH avec une IC50 de  $8.42 \pm 0.124$ mg/ml, et faible pour  $\beta$ -carotène vis-à-vis du BHT. l'étude *in vivo* de l'induction d'œdème par injection de la carragénine chez les souris a montré que l' huile à un effet efficace maximal dans l'inhibition de l'œdème ( $55.89 \pm 0.034\%$ ) à la première heure, par rapport au diclofenac ( $19.88 \pm 0.122\%$ ) à même heure. Les résultats de ces travaux nous ont permis de déduire que l'huile végétale extraite des graines de *z.jujuba* présente une bonne propriété antioxydante et anti-inflammatoire qui nous permet de l'utiliser en biotechnologie et en cosmétologie

**Mots clés :** *Ziziphus jujuba*, graines, huile végétale, caractérisation, antioxydant, anti-inflammatoire.

## ملخص

العناب هو صنف نباتي من عائلة Rhamnacees متوفر في الجزائر بكثرة، يستعمل في الطب التقليدي لأنه مصدر هام لجزيئات طبيعية مفيدة. ولذلك هذا العمل وضع من أجل دراسة خصائص الزيت النباتي لبذرة العناب، ومعرفة فعاليته في النشاط المضاد للأكسدة. والنشاط المضاد للالتهاب، الزيت المستخرج من نواة العناب بواسطة Soxhlet قدمت لنا نتائج يقدر ب 3.14%. تحليل الزيت بواسطة CPG أظهرت احتوائه على 12 حمض دسم متفاوتة النسبة حيث الأفضلية لحمض oléique و linoléique ب(47.02%) و (37.40%) على التوالي و (5.71%) للحمض palmitique. دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لعينة الزيت أثبتت انه يمتلك حموضة تقدر ب 25.05% ومؤشر التصببين يقدر ب ml /mgKOH 98.175 ومؤشر الانكسار 35.00105 يعبر هذا الزيت عن نشاط مضاد للأكسدة مهم ب  $8.42 \pm 0.124$  mg/ml و ضعيف بالنسبة ل  $\beta$ -carotène بالمقارنة مع BHT. دراسة النشاط المضاد للالتهاب بحقن carragénine للفئران يبين نشاط أقصى في تثبيط التقرح (55.89±0.034%) في الساعة الأولى بالمقارنة مع (19.88±0.122%) diclofenac. نتائج هذا العمل تسمح لنا بتأكيد فعالية الزيت النباتي لنواة العناب في تقليل النشاط المؤكسد. والالتهاب وهذا ما يسمح لنا في استعماله في مجال التكنولوجيا الحيوية. والتجميلية.

**الكلمات المفتاحية:** العناب، نشاط مضاد للأكسدة ، نشاط مضاد للالتهاب، زيت نباتي ، نواة ، وصف.

## Abstract :

Ziziphus jujuba or (Annab) is a plant species of the Rhamnaceae family, abundant of which Algeria, used in traditional herbal medicine, is a source of natural substances. The present work has for the purpose of characterizing the vegetable oil of z.jujuba seeds and evaluated their antioxidant and anti-inflammatory activity. seed oil extracted by soxhlet has an extraction yield of 3.14%, the characterization made by GPC shows the presence of 12 fatty acids with the dominance of oleic and linoleic acid, (47.02%), (37.40% ) respectively and (5.71%) palmitic acid. The physicochemical parameters of our sample showed an acidity of 25.05%, a saponification index of 98.175 mg KOH / ml, refractive index of  $35.00105 \pm 0.00$ . This oil expresses an important antiradical activity for the DPPH test with an IC50 of  $8.42 \pm 0.124$  mg / ml, and low for  $\beta$ -carotene with respect to BHT the in vivo study of the induction of *carrageenan* injection edema in mice showed that the oil has a maximum effective effect in the inhibition of edema ( $55.89 \pm 0.034\%$ ) in the first hour, compared to diclofenac ( $19.88 \pm 0.122\%$ ) in the first hour. The results of this work allowed us to deduce that the vegetable oil extracted from Z.jujuba seeds has a good antioxidant and anti-inflammatory property that allows us to use it in biotechnology and cosmetology.

Key words: Ziziphus jujuba, seeds, vegetable oil, characterization, antioxidant, anti-inflammatory

## Sommaire

Introduction.....	1
I.1 Généralités sur l'espèce <i>jujubier jujuba</i> : .....	3
I.2 Classification botanique :.....	3
I.3 Description botanique .....	5
I.4 Activité biologique et thérapeutique de <i>Ziziphus jujuba</i> .....	5
I.4.1 Pouvoir antioxydant : .....	5
I.4.2 Pouvoir anti-inflammatoire et antispasmodique : .....	6
I.4.3 Activité anticancéreuse : .....	6
I.4.4 Activité cardiovasculaire : .....	7
I.4.5 Description botanique : .....	7
I.4.6 Utilisation thérapeutique des graines .....	7
I.4.7 Composition chimique des graines .....	8
I.4.7.1 Compositions en protéine : .....	8
I.4.7.2 Composition en lipides .....	8
I.4.7.3 Acide gras : .....	9
I.4.7.4 stérol et triterpène : .....	10
I.5 Généralité sur les huiles végétales : .....	10
I.5.1 Compositions des huiles végétales .....	10
I.5.2 Acide gras .....	11
I.6 Activité biologique .....	11
I.6.1 Activité antioxydant : .....	11
I.6.1.1 Radicaux libres : .....	12
I.6.1.2 Mécanisme d'action des radicaux libres : .....	12
I.6.1.3 Les antioxydants : .....	13
I.6.1.4 Mécanisme d'action des antioxydants : .....	13
I.6.1.5 Evaluation de l'activité antioxydante .....	13

I.6.2 L'activité anti-inflammatoire.....	13
I.6.2.1 Inflammation : .....	13
I.6.2.2 Les types d'inflammation .....	14
Inflammation aiguë.....	14
Inflammation chronique.....	14
I.6.2.3 Les causes d'inflammation.....	14
Agents exogènes .....	14
Agents endogènes.....	14
I.6.2.4 syndrome de l'inflammation .....	15
I.6.2.5 Cellules impliquées dans l'inflammation .....	15
I.6.2.6 Médiateurs de l'inflammation .....	16
I.6.2.7 Les étapes de la réaction inflammatoire : .....	17
Phase vasculaire (vasculoexsudative).....	17
Phase cellulaire.....	17
Réparation et la cicatrisation .....	18
I.6.2.8 Anti-inflammatoires .....	18
Anti-inflammatoires stéroïdiens.....	18
Anti-inflammatoires non stéroïdien .....	18
Anti-inflammatoires d'origine végétale .....	18
Matériel et Méthodes	
II.1 Matériel.....	20
II.1.1 Matériel biologique .....	20
II.1.2 Matériel non biologique .....	20
II.2 Méthode d'étude.....	20
II.3 Echantillonnage.....	22
II.4 Extraction des huiles .....	22
II.4.1 Extraction par Soxhlet.....	22
II.4.2 Mode opératoire.....	23
II.5 Analyse et Détermination des caractéristiques physico-chimiques d'huile de <i>Ziziphus jujuba</i> .....	24
II.5.1 Détermination de la teneur en acides gras par chromatographie en phase gazeuse.....	24
II.5.2 Détermination des caractéristiques physico-chimiques d'huile.....	25



II.5.2.1 Caractères physiques .....	26
Indice de réfraction.....	26
II.5.2.2 Caractères chimiques .....	27
Indice d'acide.....	27
Indice de saponification.....	28
II.6 Etude des activités biologiques .....	28
II.6.1 Étude de l'activité antioxydante .....	28
II.6.1.1 Mesure de pouvoir de piégeage du radical DPPH : .....	28
II.6.1.2 test de blanchissement ou de décoloration du béta-carotène : .....	29
II.7 Étude de l'activité anti-inflammatoire .....	30
Résultats et discussion	
III.1 Caractère organoleptique de l'huile : .....	32
III.2 Détermination de la composition en acides gras : .....	33
III.3 caractéristique physico-chimiques d'huile.....	34
III.3.1 Acidité .....	35
III.3.2 Indice de saponification .....	36
III.3.3 Indice de réfraction .....	36
III.4 Evaluation de l'activité antioxydante .....	37
III.4.1 Méthode de piège du radical libre DPPH .....	37
III.4.2 Evaluation de l'activité antioxydante par la méthode $\beta$ carotène.....	38
III.5 Evaluation de l'activité anti-inflammatoire .....	39
Conclusion.....	44
Références bibliographiques .....	46
Les Annexes.....	53

<b>Figure 1</b> : Arbre de <i>Zizyphus jujuba</i> (EL Aloui, 2013).....	04
<b>Figure 2</b> : feuille de jujubier ( <i>Zizyphus jujuba</i> ).....	04
<b>Figure 3</b> : la fleur de <i>Zizyphus jujuba</i> (EL Aloui, 2013).....	05
<b>Figure 4</b> : les fruits de <i>Zizyphus jujuba</i> (EL Aloui, 2013).....	05
<b>Figure 5</b> : les graines de <i>Zizyphus jujuba</i> (EL Aloui, 2013).....	07
<b>Figure 6</b> : Composition panoramique des corps gras (Odile Morin, 2012).....	11
<b>Figure 7</b> : région de récolte (Google Maps ) .....	20
<b>Figure 8</b> : Schéma récapitulatif des différentes étapes du travail.....	21
<b>Figure 9</b> : les graines de <i>Zizyphus jujuba</i> séchées.....	22
<b>Figure 10</b> : appareil de soxhlet.....	22
<b>Figure 11</b> : Protocole d'extraction des huiles végétales.....	24
<b>Figure 12</b> : l'huile extraite des graines de <i>Z.jujuba</i> .....	34
<b>Figure 13</b> : Profil des acides gras dans les graines de <i>Z. jujuba</i> étudiés.....	36
<b>Figure 14</b> : pouvoir anti radicalaire d'huile de <i>Zizyphus jujuba</i> et de BHT.....	37
<b>Figure 15</b> : Cinétique de blanchissement du $\beta$ -carotène à 470 nm en présence d'extrait huileux et du BHT.....	38
<b>Figure 16</b> : Différence de diamètre moyen de l'œdème (PG-PD) cm.....	39
<b>Figure 17</b> : le pourcentage d'augmentation de l'œdème.....	40
<b>Figure 18</b> : pourcentage d'inhibition d'œdème au cours du temps.....	41

<b>Tableau 1</b> : Compositions des graines de <i>Z. jujuba</i> en acides aminés (Li et <i>al.</i> , 2007).....	08
<b>Tableau 2</b> : Compositions en acides gras dans les graines <i>Z. jujuba</i> (Zhao et <i>al.</i> , 2006). ....	10
<b>Tableau 3</b> : Différents leucocytes intervenant au cours de la réponse inflammatoire.....	16
<b>Tableau 4</b> : Origines cellulaires et effets des principaux médiateurs impliqués dans le développement de la réaction inflammatoire (Rankin, 2004 ; Male, 2005 ; Davoine et Lacy, 2014).....	17
<b>Tableau 5</b> : Les paramètres physico-chimiques d'huile de <i>Ziziphus jujuba</i> .....	35
<b>Tableau 6</b> : IC50 de l'extrait et BHT.....	38
<b>Tableau 7</b> : Différence de diamètre moyen de l'œdème (PG-PD).....	40
<b>Tableau 8</b> : Pourcentage de l'augmentation au cours du temps.....	41
<b>Tableau 9</b> : Pourcentage d'inhibition d'œdème au cours du temps.....	41

ACTH : L'hormone corticotrope

AGI : Acide gras insaturé

AGS : Acide gras saturé

AINS : Anti-inflammatoire non stéroïdiens

AIS : Anti-inflammatoires stéroïdiens

BHT :butylated hydroxytoluene

CPG : Chromatographie en phase gazeuse

DPPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazil

E.M.A.G : Esters méthyliques des acides gras

IA : Indice d'acide

IC50 : concentration d'inhibition de 50%

IR : Indice de réfraction

IS : Indice de saponification

LSD : Différence significative minimale

OH : radicale libre hydroxyle

PD :Pied droite

PG : Pied gauche

PH : Potentiel d'hydrogène

PNN : Polynucléaires neutrophiles

### Introduction :

Les plantes médicinales constituent une source inépuisable de substances à activités biologiques et propriétés pharmacologiques (**Achat, 2013**). Les plantes renferment une large variété de molécules chimiques (peptides, terpènes, composés phénoliques, alcaloïdes ; ...etc.), à propriété physico-chimique très différentes (**Michel, 2011**).

L'Algérie recèle d'un patrimoine végétal important par sa richesse et sa diversité dans les régions côtières, les massifs montagneux, les hauts-plateaux, la steppe et les oasis sahariennes. On y trouve plus de 3000 espèces végétales. Parmi ces ressources naturelles les plantes médicinales et aromatiques occupent une large place et jouent un grand rôle dans l'économie nationale. Elles sont utilisées dans différents domaines d'industrie alimentaire, pharmaceutique et phytothérapie (**Duraffourd et al., 1997**).

La valorisation des plantes aromatiques passe essentiellement par l'extraction de leurs molécules bioactives. Ces dernières sont des produits à forte valeur ajoutée, utilisées dans divers domaines pour la fabrication d'une large variété de produits. L'utilisation d'huile dans l'industrie est déterminée par sa composition en acides gras, cette dernière varie selon l'origine végétale, les facteurs génétiques et les conditions climatiques (**Trabelsi et al., 2012**). Parmi les plantes les plus populaires, ayant des propriétés cosmético-médicinales due à leurs huiles végétales, nous pouvons citer l'huile d'olive (*Olea europea* L.) et l'huile d'argan (*Argania spinosa* L.) qui sont très utilisées et connues pour leurs activités démontrées scientifiquement. D'autres espèces renferme aussi des huiles intéressantes, mais en quantité plus faible, comme la figue de barbarie et le pistachier. Vu l'importance de ces huiles végétales dans l'utilisation traditionnelle et afin de valoriser la biodiversité en termes de cette substance extraite des graines, et d'évaluer leurs activités antioxydante et antimicrobienne, nous nous sommes intéressés à étudier les graines de *Ziziphus jujuba*. Elles appartiennent au genre *Ziziphus* la famille de Rhamnacées. *Z. jujuba* est l'espèce la plus connue par ses fruits ayant la grosseur d'une belle olive. C'est une espèce polyvalente ses fruits, ses feuilles et ses racines présentent plusieurs intérêts sur le plan nutritif, cosmétique et médicinal.

Les graines de *Z. jujuba* présentent plusieurs applications, sont traditionnellement utilisées dans le traitement de nombreuses maladies. Elles sont antipyrétiques, toniques, antivirales (**Hseini et al., 2007**) et antimicrobiennes (**Rsaissi et al., 2013**). l'huile végétale est riche en acide oléique (**Zhao et al., 2006**) et celle de pulpes riches en acide palmitoléique (**Gusakova et al., 1999**).

Les maladies inflammatoires sont actuellement traitées avec des médicaments chimiques. Malheureusement, ces médicaments ont des effets secondaires négatifs importants, réduisant leur utilisation dans la population. Par conséquent, il est nécessaire de développer de nouveaux médicaments qui ne produisent pas d'effets secondaires. Les produits naturels ont une bonne efficacité et un faible risque d'effets secondaires offrent des traitements et prévention des conditions liées à l'inflammation, et parmi ces produits on trouve *Ziziphus jujuba* (Goyal *et al.*, 2011).

C'est dans ce but que s'inscrit notre travail qui consiste à évaluer l'activité anti-inflammatoire et antioxydante de l'huile végétale des graines de *Ziziphus jujuba*, connu en Algérie sous le nom d'annabe.. A notre connaissance, il n'existe pas des précédents travaux sur l'activité anti-inflammatoire des graines *Ziziphus jujuba*, et très peu sur son activité antioxydante.

Notre travail est structuré en trois principales parties :

- Dans une première partie, nous avons présenté une synthèse bibliographique se rapportant à la description botanique de *Z. jujuba*, et généralités sur les activités antioxydantes et anti-inflammatoires et effet thérapeutiques de cette espèce.
- la deuxième partie pour présenter les différents matériel et méthodes expérimentales réalisés au cours du travail
- Dans la troisième partie, nous avons exposé et discuté les résultats des différentes expérimentations.

### **I.1 - Généralités sur l'espèce *jujubier jujuba* :**

*Ziziphus jujuba* est l'une des plantes médicinales fruitières, épineuse, de la famille des Rhamnacées. C'est un petit arbre buissonnant, il est indigène de la Chine et connu comme un fruit dans ce pays (datte chinoises) au moins 4000 ans (Gao *et al.*, 2013). Elle comprend environ 170 espèces, comme *Z. spina-christ* (L.), *Z. vulgaris* (Mill.), *Z. lotus* (L.), *Z. mauritiana* (Lam.). Parmi ces espèces, *Z. mauritiana* et *Z. jujuba* sont les plus connues (San *et al.*, 2009). *Z. jujuba* est l'espèce la plus populaire (Vines, 1960).

Cette plante a un intérêt écologique indéniable car elle est capable de se développer sur tout type de sol (Bâa *et al.*, 2001), elle est très rustique, résistante au froid modéré aux fortes chaleurs et pouvant végéter en atmosphère sèche (Munier, 1973), cultivée dans des régions tropicales et subtropicales de l'Asie et de méditerranée sa propagation se fait généralement par la graine, parfois par bouturage de racine ou par la greffe.

Le jujubier est une espèce à usages multiples, les feuilles sont broutées par les animaux les fruits consommés par l'homme, les graines sont traditionnellement utilisées pour le traitement de nombreuses maladies (El Hachimi, 2015).

### **I.2 Classification botanique**

La classification de *Z. jujuba* est complexe, ce qui a laissé les auteurs attribuer les mêmes nominations à cette espèce. Mais actuellement, la classification adoptée est celle de (Laamouri, 2009)

**Embranchement :** Spermatophytes.

**Sous embranchement :** Angiosperme.

**Sous classe :** Dicotylédone.

**Ordre :** Rhamnale.

**Famille :** Rhamnacées.

**Genre :** *Ziziphus*.

**Espèce :** *ziziphus jujuba mill.*

### **I.3- Description botanique**

*Z. jujuba* est un arbre ou arbuste épineux à croissance lente qui peut atteindre 10-16 m de haut (les arbres de 20 m sont très rares), Le système racinaire est très développé à cime

arrondie, les branches retombantes présentent une croissance en zigzag. L'écorce est grise à brune, peu fissurée, Les brindilles sont grêles, effilées et généralement épineuses. Les épines sont disposées par deux à l'aisselle des feuilles Certaines sont longues de 2.5 cm. D'autres sont courtes (figure1) , (Mahajan, 2009).



**Figure 1** : Arbre de *Zizyphus jujuba* (originale).

- Les feuilles caduques glabres, dentées, ovales et courtement pétiolées, La face supérieure est verte foncée et portent trois nervures qui convergent vers l'extrémité, tandis que la face inférieure est verte pale. Les feuilles ayant une longueur de 2.5 cm à 5 cm et une largeur de 3 cm (figure2 ), (Dinarvand et al., 2006).



**Figure 2** :feuille de jujubier *Zizyphus jujuba* (EL Aloui, 2013).

- Les fleurs sont parfumées, de couleur jaune et petit avec des diamètres Allant de 4 à 8 mm elles ont cinq sépales, cinq pétales, cinq anthères (Yao, 2013).Elles sont complètes et hermaphrodites, avec un long pédoncule floral (figure 3), (Diallo, 2002).





**Figure 3 :** la fleur de *Zizyphus jujuba* (EL Aloui, 2013).

- Les fruits sont ovoïde-oblong, de 1.5 à 2.3 cm de long ayant la forme et la grosseur d'une belle olive. Chaque fruit contenant un gros noyau enveloppé dans une pulpe blanchâtre plus ou moins farineuse à saveur sucrée et fade (figure 4), (Mahajan *et al.*, 2009).



**Figure 4 :** les fruits de *Zizyphus jujuba* (EL Aloui, 2013).

#### **I.4- Activités biologique et thérapeutique de *Zizyphus jujuba* :**

##### **I.4.1- Pouvoir antioxydant :**

*Zizyphus jujuba* est une source riche de nombreux composés antioxydants telles que les composés phénoliques tels que (flavonoïdes, anthocyanines, acides ascorbiques) caroténoïdes, vitamine E, les acides gras...etc.

Les composés phénoliques isolés à partir de jujubier tels que l'acide chlorogénique, l'acide caféique, la catéchine, l'épicatéchine, rutine possèdent des activités antioxydantes et sont des piègeurs de radicaux libres. (EL Aloui, 2013).

Les caroténoïdes sont des pigments naturels synthétisés par la plante et sont responsables de couleurs vives de divers fruits et légumes. Le  $\beta$  carotène est le plus abondant dans le jujube et permet de neutraliser l'oxygène singulier.

La vitamine E est une vitamine antioxydante liposoluble qui aide la neutralisation des radicaux libres et lutte contre les stress oxydatives

Les acides gras sont une source d'énergie importante pour l'organisme vivant, ils sont des composants de la membrane cellulaire et des précurseurs de nombreuses substances dans le corps, ils protègent contre les maladies cardiaques, diabète, et certain type de cancer et d'autres maladies. Parmi ces acides gras le jujubier est riche en acides linoléiques (oméga6) et alpha-linolénique (oméga3). Le corps humain ne peut pas produire ces deux acides gras, ils doivent être consommés par l'alimentation telle que le jujube (**San et Yildirim., 2010**).

#### **I.4.2 Pouvoir anti-inflammatoire et antispasmodique**

La prescription de composé contenant le fruit de *Z. jujuba* a montré un effet remarquable , anti-inflammatoire et antispasmodique significatif (**Huang et al., 1990**). Les extraits de feuilles de *Z. mauritiana* exercent une importante activité anti-inflammatoire contre l'œdème induit par la carragénine au niveau de la patte de rat (**Shiv et al., 2004**). L'acide bétulinique, un triterpène pentacyclique isolé à partir de *Ziziphus jujuba* exerce une activité anti-inflammatoire dans les cellules de l'adénocarcinome pulmonaire humain infecté par le virus de l'influenza A/PR/8 (**Ko et al., 2015**).

#### **I.4.3 Activité anticancéreuse**

Des acides triterpénoïques extraits de *Z. jujuba* ont été testés *in vitro* contre des lignées cellulaires tumorales. Les triterpènes de type lupane ont montré une forte activité cytotoxique. Les activités cytotoxiques des acides 3-Op-coumaroylalphitolic ont été jugées meilleures que celles des non-coumaroic triterpenenoids. Ces résultats suggèrent que la fraction coumaroyl à la position C-3 du triterpène type lupane peut jouer un rôle important dans l'amélioration de l'activité cytotoxique (**Lee et al., 2003**). L'acide triterponic et l'acide bétulinique, extrait de *Z. jujuba* et *Z. mauritiana*, ont montré une toxicité sélective contre les cultures de cellules de mélanome humain (**Kim et al., 1998**). L'acide bétulinique est actuellement en cours de développement préclinique (**Pisha et al.,1995**). On pense que l'acide bétulinique peut aussi être efficace contre d'autres types de cancer. Récemment, de nombreux travaux scientifiques *in vitro* ont montré que l'acide bétulinique est efficace contre le cancer des poumons, de l'ovaire, du col de l'utérus, de la tête et du cou. Les données publiées suggèrent que l'acide bétulinique induit l'apoptose des cellules sensibles de façon indépendante (**Kim et al., 1998 ; Liu et al., 2004 ; Eiznhamer et Xu.,2004**).

#### I.4.4 L'activité cardiovasculaire :

Un néo-lignane (substance polyphénolique) isolé à partir de feuilles de *Zizyphus* augmente la libération endogène de prostaglandine I<sub>2</sub> (puissant inhibiteur naturel de l'agrégation plaquettaire et puissant vasodilatateur). Cette augmentation décelée au niveau de l'aorte de rat atteint 25,3% de plus que la normale à 3 µg/ml (Fukuyama et al., 1986).

#### I.4.5 Description botanique des graines de *zizyphus jujuba*

Les noyaux de *Z. jujuba* sont ligneux, dur, de forme arrondie ou allongée, à couleur crème-clair, enveloppé dans une pulpe blanchâtre plus ou moins farineuse. Comprenant ordinairement deux loges, dont une seule contient une petite amande. Les noyaux, plus souvent détachables des pulpes, peuvent atteindre 1.05 cm de long (El Aloui et al., 2010).

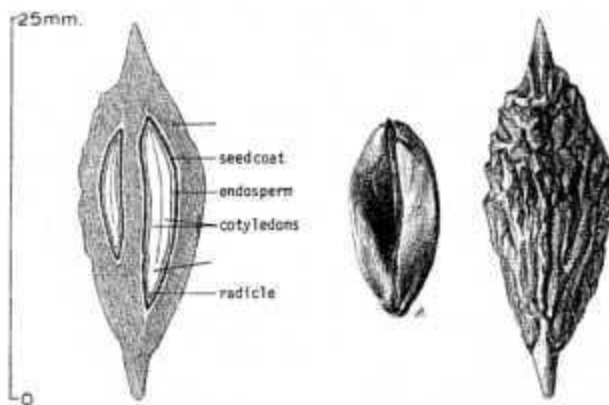


Figure 5 : les graines de *Zizyphus jujuba*(EL Aloui,2013).

#### I.4.6 Utilisation thérapeutique des graines

Les graines de *Z. jujuba*, sous forme de poudre, assurent la purification du sang et facilitent la digestion (Tripathi et al., 2001; Su et al., 2002). Plusieurs études leur accordent d'autres activités (hypnotique, sédative, hypotensive et hypothermique). Elles sont antipyrétiques, toniques, antivirales (Hseini et al., 2007) et antimicrobiennes (Rsaissi et al., 2013). peuvent aussi agir comme tranquillisantes des muscles (Goncharova et al., 1990; Peng et al., 2000 et Zhao et al., 2006). De ces graines, on extrait des huiles à plusieurs activités industrielles et pharmaceutiques (Li et al., 2006). En 2006, Zhao et al. ajoutent d'autres applications immunitaires et cosmétiques à ces organes qui peuvent être utilisés aussi dans le traitement des maladies des yeux (Oudhia et al., 2001).

## I.4.7 Composition chimique des graines

### I.4.7.1 Compositions en protéine

Les graines de *Z. jujuba* contiennent de 4.75 à 6.86 % de protéines. Les données résumées par (Li et al., 2007) ont montré une grande diversité en acides aminés dont la thréonine constitue l'acide aminé majoritaire avec un taux qui tourne autour de 31 mol (%) (Tableau 1)

**Tableau 1** : Compositions des graines de *Z. jujuba* en acides aminés (Li et al., 2007).

Acides aminés	Compositions (%)
Alanine	4.23
Arginine	2.87
Acide aspartique	6.38
Cystine	0.55
Acide glutamique	10.02
Glycine	3.46
Histidine	1.51
Isoleucine	2.55
Leucine	5.52
Lysine	4.42
Méthionine	0.50
Phénylalanine	2.82
Proline	3.56
Serine	15.49
Thréonine	30.98
Tyrosine	1.59
Valine	3.55

### I.4.7.2 Composition en lipides

Les lipides sont généralement présents dans tous les tissus en tant que constituants de la membrane et s'accumulent dans les organes de stockage. Ces entités chimiquement inertes et non toxiques sont stockées sous forme de triglycérides (substance énergétique et mobilisable pour la cellule). En effet, 1 g de lipide fournit 9.3 kcal. De plus, ils entrent dans la composition de certains composés comme les phospholipides (responsables de l'élasticité et la viscosité de la membrane). Les graines du jujubier sont riches en lipides. Elles en contiennent

de 0.37 % à 1.02 % (San et al., 2010). L'analyse chimique des différentes parties de *Z. jujuba* a fait l'objet de plusieurs études via la composition des graines en stérols, en acides gras et en triterpènes (Kim et al., 1998, Lee et al., 2003).

### **I.4.7.3 Acides gras :**

Les acides gras sont des composés organiques présentant une fonction acide carboxylique à l'une de ses extrémités. On distingue des acides gras saturés et des acides gras insaturés. La composition relative en acides gras des huiles diffère d'une espèce à une autre. Les huiles végétales sont principalement riches en acide oléique comme l'huile de colza et l'huile de palme. D'autres huiles comme l'huile de soja, de tournesol et d'arachide sont riches en acide linoléique.

Une étude faite sur les graines de *Z. jujuba* fait ressortir sept principaux acides gras. Le profil résumé dans le tableau(2) montre la prédominance de l'acide oléique dans les graines (Zhao et al., 2006) .

D'autres études faites sur les graines de *Z. jujuba* tunisien, ont signalé que les taux des acides gras insaturés varient de 40.4 % à 44.4 % (El Aloui et al., 2012).

**Tableau 2 :** Compositions en acides gras dans les graines *Z. jujuba* (Zhao et al., 2006).

Acide gras	Composition des Graines en acide Gras (mg/g Ms)
Acide stéarique	0.6 à 2.9
Acide myristique	0.13 à 0.7
Acide oléique	8.45 à 50.2
Acide palmitique	1.5 à 2.5
Acide palmitoléique	0.3 à 1.7
Acide arachidique	0.2 à 0.7
Acide docosanoïque	2.8 à 7.2

#### **I.4.7.4 Les stérols et les triterpènes**

Les graines de *Z. jujuba* sont riches principalement en  $\beta$ -sitostérol, campestérol, stigmastérol et  $\Delta$ -5 avenastérol. Cette composition est dominée par le  $\beta$ -sitostérol dont le taux est de 214.3 mg/100 g (EL Aloui et al., 2012).

### **I.5 Généralité sur les huiles végétale**

Les huiles végétales sont des matières grasses onctueuses, insolubles dans les solvants minéraux et généralement liquide à température ambiante sont constituées de composés non volatils, qui se caractérisent par leurs intérêts technologique et nutritionnel. Les huiles végétales contiennent des molécules, appelées acides gras, dans des proportions qui varient selon leur origine. Chaque huile à une composition particulière, C' est pourquoi chacune à une utilisation conseillée. Au sein des plantes, les huiles se localisent généralement dans les structures dure et ligneuse de la graine ou au niveau des noyaux et se trouvent sous forme de petites gouttes enfermées dans les cellules oléifères. (Cossut,2002 Lambert,2005 Ollivier,2003).

#### **I.5.1 Composition des huiles végétales :**

Une huile est composée d'une grande variété de constituants , présente les triglycérides sont très largement majoritaires (95-99 %) : ils sont composés de glycérol (3-5 %) et d'acides gras (90-95 %). D'autres constituants sont naturellement présents en plus faible quantité : des lipides à caractère polaire tels que les phospholipides (0,1-0,2 %) et des composés dits insaponifiables appartenant a une fraction non glycérique (0,1 \_a 3 %) principalement représentés par les stérols et les tocophérols et tocotriénols mais contenant également des caroténoïdes, des alcools terpéniques, du squalène, des composés phénoliques, etc. (Odile Morin,2012)

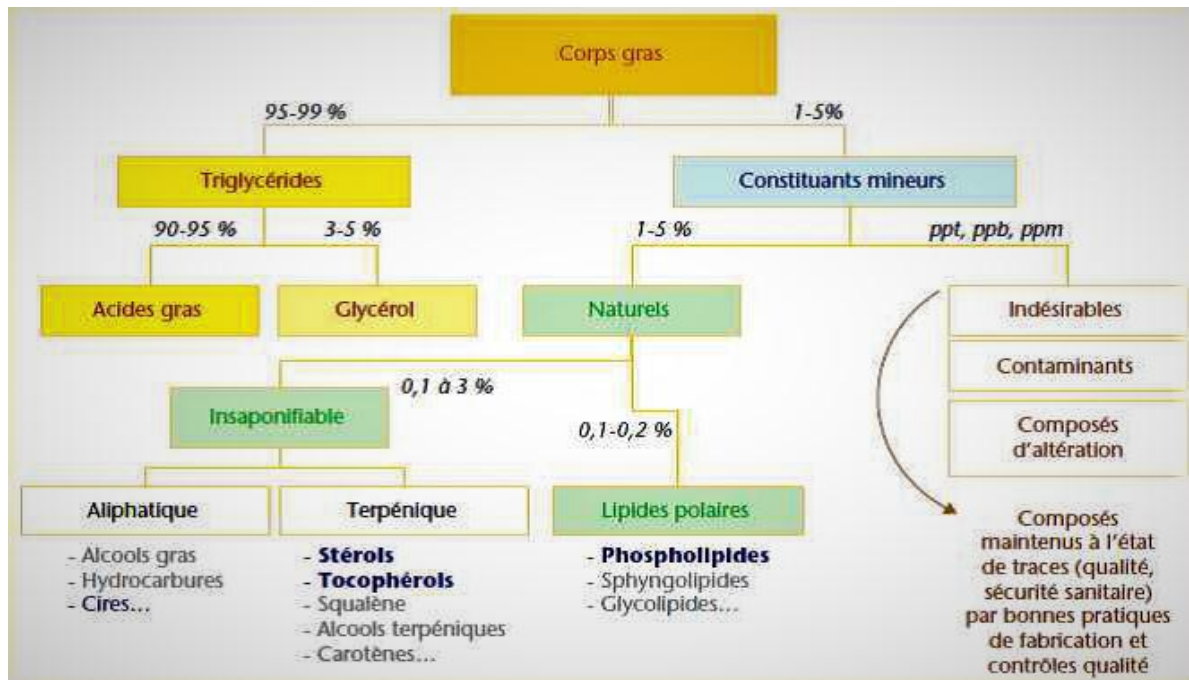


Figure 6: Composition panoramique des corps gras (Odile Morin, 2012).

## I.5.2 Acides gras :

Selon leurs compositions en acides gras, les huiles d'origine végétales se répartissent entre différentes familles. Selon les critères de caractérisation de ces familles, elles peuvent être plus ou moins nombreuses mais il en existe quatre principales (Odile Morin, 2012) :

- famille oléique ou cet acide gras, principal représentant des acides gras mono-insaturés (AGMI), est majoritaire : huiles d'olive, d'arachide, de noisette, les variétés de tournesol et de colza riches en acide oléique.
- famille linoléique ou cet acide gras (C18:2 omega-6), acide gras polyinsaturé (AGPI), est majoritaire : huiles de soja, de tournesol, de germe de maïs et de pépins de raisin
- famille  $\alpha$ -linoléique ou cet acide gras (C18:3 omega-3/AGPI) est présent en quantité significative : huiles de colza, de soja, de noix et de lin où cet acide gras est majoritaire
- famille des corps gras riches en acides gras saturés (AGS) avec leurs principaux représentants (C12:0, C16:0, C18:0) présents en quantité moyenne à forte : les huiles de palme, les huiles de palmiste et de coprah riches en acide laurique (C12:0)

## I.6 Activités biologique

### I.6.1 L'activité antioxydante

L'oxydation est essentielle pour de nombreux organismes vivants pour les métabolismes biologiques et la production d'énergie, cependant l'oxygène métabolisé par



notre organisme se transforme en radicaux libres qui jouent un rôle important dans la pathogenèse de certaines maladies telle que le cancer, les maladies cardiovasculaires, l'athérosclérose et l'inflammation (**Ren et al., 2010**).

### **I.6.1.1 Radicaux libres :**

Les radicaux libres oxygénés sont des espèces chimiques (atomes ou molécules) qui possèdent un ou plusieurs électrons célibataires (électron non apparié) sur leur couche externe (**Gueye, 2007**). Cela leur confère une grande réactivité chimique (**Dacosta, 2003**). Leur hyperréactivité les engage dans des réactions de dénaturation des constituants cellulaires de type peroxydation avec les glucides, les lipides, les protéines et l'ADN, formants des produits très instables. Ceux-ci donnent lieu à des réactions en chaîne générant de nouveaux radicaux libres (**Curtay et Robin, 2000**).

Parmi toutes les espèces radicalaires susceptibles de se former dans les cellules, il convient de distinguer un ensemble restreint de composés qui jouent un rôle particulier en physiologie et que nous appellerons radicaux libres primaires, qui dérivent directement de l'oxygène. Les autres radicaux libres, dits radicaux secondaires (radical peroxyde ROO•, radical alkoxy RO•), se forment par réaction de ces radicaux primaires sur les composés biochimiques de la cellule (**Novelli, 1997**).

### **I.6.1.2 Mécanisme d'action des radicaux libres**

On assimile trop souvent et de façon caricaturale les radicaux libres à des agresseurs à l'origine de nombreuses détériorations sachant que Les radicaux libres entrent en contact avec les phospholipides membranaires et La membrane se fragilise et se désintègre ,Le contenu de cellule se répand dans le milieu extracellulaire ,La cellule meurt, ce qui fragilise le tissu entier. Et lorsqu'elle ne meurt pas, les pores formés dans la membrane plasmique favorisent l'entrée de substances toxiques, responsables de son dysfonctionnement (**Laurence, 2002**).



### **I.6.1.3 Les antioxydants :**

Les antioxydants sont des substances capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme et permettent de maintenir au niveau de la cellule de la concentration non cytotoxique de ROS. Notre organisme régit donc de façon constante à cette production permanente de radicaux libres et on distingue au niveau des cellule deux lignes de défense inégalement puissantes pour détoxifier la cellule **(Favier,2003)**.

De nombreux antioxydants interviennent, il s'agit principalement des antioxydants primaires enzymatiques et secondaires non enzymatiques selon leur origine endogène ou exogène **(Souley Amadou, 2004 ; Yoo et al ., 2008)**, sont largement présent dans nos aliment , soit sous forme naturelle, soit sous forme d'additifs utilisés dans l'industrie agroalimentaire.

### **I.6.1.4 Mécanisme d'action des antioxydants :**

Les mécanismes d'action des antioxydants sont divers, incluant le captage de l'oxygène singulier, la désactivation des radicaux par réaction d'addition covalente, la réduction de radicaux ou de peroxydes, la chélation des métaux de transition **(Favier, 2003)**.

### **I.6.1.5 Evaluation de l'activité antioxydante :**

Des nombreuses méthodes sont utilisées pour de l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits. La plus part de ces méthodes sont basées sur la coloration ou la décoloration d'un réactif dans le milieu réactionnel. Nécessite une connaissance préalable des composés issus l'oxydation. Ils sont nommés d'après le nom de la substance utilisée comme source des radicaux libres.

## **I.6.2 L'activité anti-inflammatoire :**

### **I.6.2.1 Inflammation :**

L'inflammation est un processus physiologique de défense de l'organisme contre une agression qui entraîne une altération tissulaire. Elle peut être déclenchée par un traumatisme, une brûlure, une irradiation ou par la pénétration d'agents pathogènes extérieurs (virus, bactérie, parasite, antigènes) **(Schoroderet, 1992)**. La fonction principale de l'inflammation et d'éliminer l'agent agresseur et de permettre la réparation des tissus **(Weill et al., 2003)**. L'inflammation de courte durée dite inflammation aiguë est un phénomène bénéfique pour

l'organisme qui lui permet de retrouver son intégrité physiologique. Alors que l'aspect négatif de l'inflammation intervient quand cette dernière se pérennise et devient une inflammation chronique. Dans ce cas la réaction inflammatoire doit être contrôlée par les médicaments (Weill *et al.*, 2003).

### **I.6.2.2 Les types d'inflammation :**

#### ➤ **Inflammation aiguës :**

Il s'agit de la réponse immédiate à un agent agresseur, de courte durée (quelques jours à quelques semaines), d'installation souvent brutale et caractérisée par des phénomènes vasculo exsudatifs intenses. Les inflammations aiguës guérissent spontanément ou avec un traitement, mais peuvent laisser des séquelles si la destruction tissulaire est importante (Charles *et al.*, 2010). Elle est caractérisée par quatre phénomènes typiques qui sont l'œdème, la douleur, la chaleur et la rougeur. Elle peut également s'accompagner d'atteintes fonctionnelles régionales selon la gravité de l'agression (Botting, 2000).

#### ➤ **Inflammation chronique :**

L'inflammation chronique se développe dans les conditions où persiste une agression ou dans les tissus soumis à des réactions auto-immunes, où l'antigène ne peut être éliminé (Rankin, 2004). Elle est caractérisée par une durée étalée sur des mois ou des années. Elle peut même se prolonger tout au long de la vie de l'individu (Fauve et Hevin, 1998).

### **I.6.2.3 Les causes d'inflammation :**

#### • **Agents exogènes :**

D'après Giraudet(1984). Elles déterminent des lésions cellulaires ou tissulaires qui vont déclencher d'inflammation :

- Causes physiques (traumatisme, chaleur, froid, rayonnement, courant électriques)
- Causes chimique (acide, base)
- Causes biologique (germes, bactéries, virus, parasites, champignons)

#### • **Agents endogènes :**

Ce sont essentiellement les antigènes, l'auto antigène, les complexes immuns circulants, également les cristaux formés dans les liquides biologiques (Zerbato, 2010).

#### **I.6.2.4 Les syndromes de l'inflammation :**

- **Des phénomènes généraux :** est caractérisée par quatre phénomènes typiques qui sont l'œdème, la douleur, la chaleur et la rougeur et le plus souvent par la fièvre.
- **Des phénomènes locaux :** au niveau du tissu conjonctif vasculaire. En effet les tissus dépourvus des vaisseaux (cartilage, corné) sont incapables de développer une réaction inflammatoire, les tissus n'ont pas aussi un rôle actif dans le déroulement de l'inflammation mais ils peuvent être altéré par l'agression qui déclenche une inflammation, puis ils vont être réparés au cours de la phase terminale de l'inflammation (**Rousslet et al., 2005**).

#### **I.6.2.5 Cellules impliquées dans l'inflammation :**

Les polynucléaires neutrophiles, représentent 50 à 70% des leucocytes circulants dans le sang (Botting et Botting, 2000). Ils constituent la première ligne de défense de l'organisme contre les agents infectieux et les substances étrangères (**Stevens, 2010**). Les fonctions des différents leucocytes impliqués dans la réponse inflammatoire sont résumées dans(**le tableau 3**).

**Tableau 3 : Différents leucocytes intervenant au cours de la réponse inflammatoire**

<b>Type cellulaire</b>	<b>Fonction basique dans l'inflammation</b>
<b>Neutrophiles</b>	Migrent vers le tissu extravasculaire, ont des propriétés phagocytaires et sont activés par des chimio-attracteurs dans le site de l'agression.
<b>Mastocytes</b>	Cellules phagocytaires, résidentes dans les tissus de connexions et dans les muqueuses. Libèrent de médiateurs inflammatoires (essentiellement anaphylactiques).
<b>Basophiles</b>	Migrent vers le tissu extravasculaire et ont des propriétés phagocytaires. Interviennent dans les réactions allergiques.
<b>Eosinophiles</b>	Migrent vers le tissu extravasculaire où ils peuvent survivre plusieurs semaines. Ils ont des propriétés phagocytaires et interviennent dans les infections parasitaires.
<b>Plaquettes</b>	Source initiales de médiateurs inflammatoires et interviennent aussi dans la cascade de coagulation.
<b>Monocytes</b>	Se différencient en macrophages tissulaires, dans le foie, les poumons... où ils peuvent y survivre pendant des années. Ce sont de puissants phagocytes, ils sont impliqués dans la présentation de l'antigène aux lymphocytes T et B et dans la libération des

	médiateurs inflammatoires
--	---------------------------

### **I.6.2.6 Médiateurs de l'inflammation :**

La réponse inflammatoire provoque la libération de divers médiateurs inflammatoires. Ces médiateurs affectent le développement et la résolution de l'inflammation en agissant sur les différentes cellules impliquées dans la réaction inflammatoire (Rankin, 2004). (**tableau4**) résume l'origine et les effets des plus importants médiateurs de l'inflammation.

**Tableau 4 :** Origines cellulaires et effets des principaux médiateurs impliqués dans le développement de la réaction inflammatoire (Rankin, 2004 ; Male, 2005 ; Davoine et Lacy, 2014).

<b>Médiateurs</b>	<b>Origines</b>	<b>Effets</b>
<b>Histamine</b>	Mastocytes, basophiles, éosinophiles et plaquettes	Assure la vasodilatation, augmente la perméabilité vasculaire, induit l'expression des molécules d'adhésion sur l'endothélium vasculaire.
<b>Facteurs d'activation plaquettaire (PAF)</b>	Plaquette, neutrophiles, monocytes et cellules endothéliales	Assure la vasodilatation, augmente la perméabilité vasculaire, induit l'expression des molécules d'adhésion sur l'endothélium vasculaire.
<b>Cytokines</b>	Macrophages et les lymphocytes	Elles agissent sur des récepteurs membranaires, elles peuvent être pro-inflammatoires (IL-1 $\beta$ , IL-6, ou le TNF $\alpha$ ) ou encore anti-inflammatoires (IL-10). Intervient dans la réparation tissulaire.

<b>Prostaglandine</b>	Essentiellement par les leucocytes	Vasodilatation, renforce l'action de l'histamine, augmente la sensibilité des neurones et est responsable de la douleur.
<b>Sérotonine</b>	Mastocytes et plaquettes	Augmente la perméabilité vasculaire, dilate les capillaires et stimule la contraction des muscles lisses.

### **I.6.2.7 Les étapes de la réaction inflammatoire :**

#### **. Phase vasculaire (vasculo-exsudative) :**

Elle se traduit cliniquement par les quatre signes cardinaux classiques de l'inflammation aiguë: rougeur, chaleur, tuméfaction, douleur (**Béné et al., 2005**). Elle comporte trois phénomènes : une congestion active (vasodilatation pour augmenter la perméabilité capillaire dans la zone atteinte) engendrant rougeur et chaleur, un œdème inflammatoire (vasodilatation et augmentation de la perméabilité de la paroi des petits vaisseaux sous l'effet de médiateurs chimiques), une diapédèse leucocytaire (migration des leucocytes vers le foyer lésionnel) ainsi que l'excitabilité des terminaisons nerveuses qui est à l'origine de la douleur. Elle se manifeste par libération d'histamines, sérotonines et kinines (**Béné et al., 2005 ; Rousselet et al., 2005**).

#### **. Phase cellulaire:**

Migration des monocytes et macrophages qui sécrètent l'interleukine-1 et TNF- $\alpha$  qui sont des cytokines inflammatoires. Ces derniers attirent les neutrophiles et mastocytes vers le foyer inflammatoire (**Garrido et al., 2007**). Les PNN vont se rassembler sous l'endothélium, phagocytose du pathogène (détersion interne), digestion par les enzymes lysosomales, ou liquéfaction du matériel nécrosé (détersion externe) se manifestant par un pus qui sera éliminé par la peau, conduit bronchique, urinaire et intestinal. Ceci conduit à la sécrétion de protéases, radicaux libres, élastase et collagénase et nettoyage du foyer lésionnel (**Rousselet et al., 2005**). Cependant, ces agents peuvent persister et il y'aura intervention des monocytes

macrophages, ce qui constitue le passage de la réaction inflammatoire vers la forme immunitaire (Béné et al., 2005).

- **La réparation et la cicatrisation :**

La réparation tissulaire suite à une détersion complétée, elle aboutit à une cicatrice si le tissu lésé ne peut pas régénérer (neurones, cellules musculaires myocardiques) ou lorsque la destruction tissulaire a été très importante (Rousselet et al., 2005).

1. La régénération : c'est le renouvellement des cellules parenchymateuses lésées par des cellules de mêmes types
2. Le remplacement de la perte de substances par le tissu conjonctif.

Deux processus contribuent à la réparation tissulaire dans des proportions variables selon l'organe et le type de la lésion initiale.

### **I.6.2.8 Anti-inflammatoires :**

Les anti inflammatoires sont des médicaments utilisés contre les processus inflammatoires, il existe trois types d'anti inflammatoires :

- **Anti-inflammatoire non stéroïdiens :**

Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) sont une des classes thérapeutiques les plus utilisées dans le monde en raison de leurs propriétés anti-inflammatoires, anti pyrétiqes et antalgiques. Actuellement, il y a plus de 50 différents AINS sur le marché mondial.(prieur et Quartier,2009).

- **Anti-inflammatoires stéroïdiens :**

Les anti-inflammatoires stéroïdiens (AIS) constituent une vaste famille de médicaments dérivés du cortisol, principal glucocorticoïde surrénalien. Les glucocorticoïdes sont des substances dérivées du cholestérol, dont la production est stimulée par l'ACTH libérée selon

un cycle nyctéméral par le lobe antérieur de l'hypophyse (stora,2009).

- **Anti-inflammatoires d'origine végétale :**

Le nombre de composés phytochimiques, trouvés dans le règne végétal est très vaste, et leur spectre d'activité est tout aussi grand. Certains de ces composés phytochimiques ont des propriétés anti inflammatoires. Beaucoup sont présumés agir en bloquant les voies de la cyclooxygénase et la lipoxygénase ainsi que par d'autres mécanismes.

Serhan et al., 2010).

Notre étude consiste à une caractérisation de l'huile végétale de jujubier ainsi que l'étude de son effet antioxydant et anti inflammatoire

La partie expérimentale est réalisé au laboratoire de BPO (biologie des populations et des organismes) du département de biologie et au laboratoire VALCOR, université M'Hamed Bougara de de Boumerdés, ainsi la chromatographie en phase gazeuse (CPG) est réalisée a l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ENSA). Cette étude s'est étalée sur une période de trois mois, soit du mois de Mars jusqu'au mois de Juin.



Figure 7 : région de récolte (Google Maps )

## II.1 Matériel :

### II.1.1 Matériel biologique :

Le matériel végétal est constitué des graines de *Ziziphus jujuba*.

Le matériel animal est constitué des souris Swiss Albinos femme, le poids varie entre 20\_32g, on été utilisées lors de l'étude *in vivo* .

### II.1.2 Matériel non biologique :

La réalisation de l'expérience de notre étude a fait appel à un matériel classique composé d'un ensemble d'appareils de réactifs de produit chimiques et de verreries (Annexe).

## II.2 Méthode d'étude :

Les différentes étapes de ce travail sont résumées dans le diagramme suivant

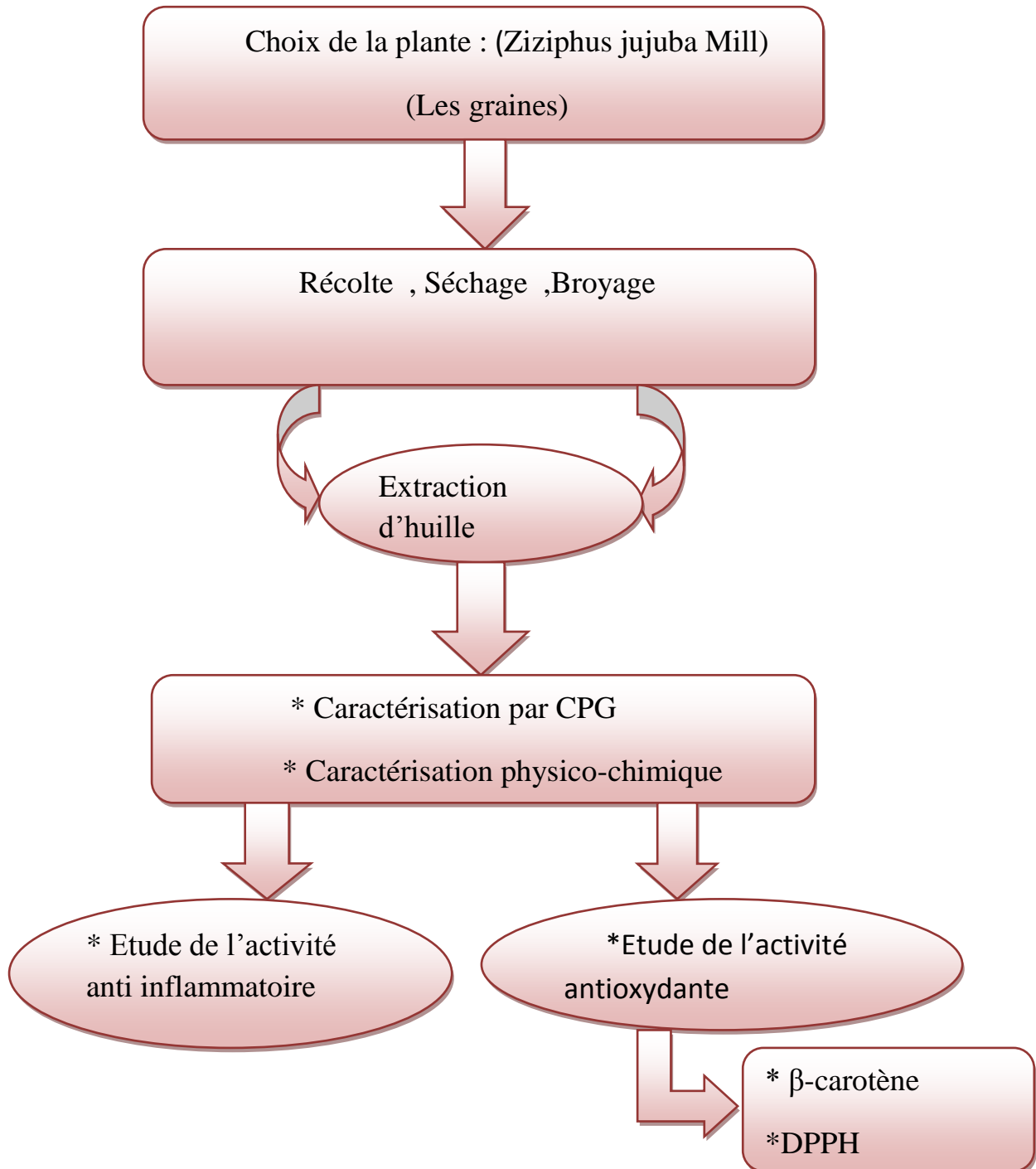


Figure 8 : Schéma récapitulatif des différentes étapes du travail



### II.3 Echantillonnage :

Notre choix dans cette étude est porté sur les graines des *Ziziphus jujuba*. Les graines de *Ziziphus jujuba* (figure9) étudiés proviennent de la région de Boudouaou (figure 8), wilaya de Boumerdés, ont été récoltés en octobre 2018 au stade final de leurs maturités. Les graines de jujubier séparées des fruits ont été séchées à l'aire libre pendant 5 jours puis broyées à l'aide d'un mixeur, jusqu'à l'obtention d'une poudre fine, homogène et conservée dans des boites stériles à 4 °C afin de minimiser les modifications de leurs compositions chimiques.



Figure9 : les graines de *Ziziphus jujuba* séchées (l'originale)

### II.4 Extraction des huiles :

#### II.4.1 Extraction par soxhlet :

L'extraction par Soxhlet est une méthode simple et convenable permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à l'épuisement complet du soluté dans la matière première.



Figure 10: appareil de soxhlet.

## **II.4.2 Mode opératoire :**

Le protocole d'extraction suivi est la méthode normalisée du Soxhlet décrite par la méthode standard d'AFNOR NF EN ISO 659 (1998) .

20g grammes de poudre ainsi broyés ont été soumis à une extraction par hexane (150 ml) distillant entre 40 et 60 °C dans un soxhlet. Le temps d'extraction total est de 4h.

Après évaporation du solvant sous pression réduite à l'aide d'un Etuve, Le résidu obtenu, sous forme d'un extrait huileux, représente généralement la matière grasse.

### ➤ **Calcul du rendement :**

Le rendement en huile est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile obtenue et la masse de la matière végétale sèche. La teneur en huile est calculée et exprimée en pourcentage de matière sèche de graines selon la formule suivante :

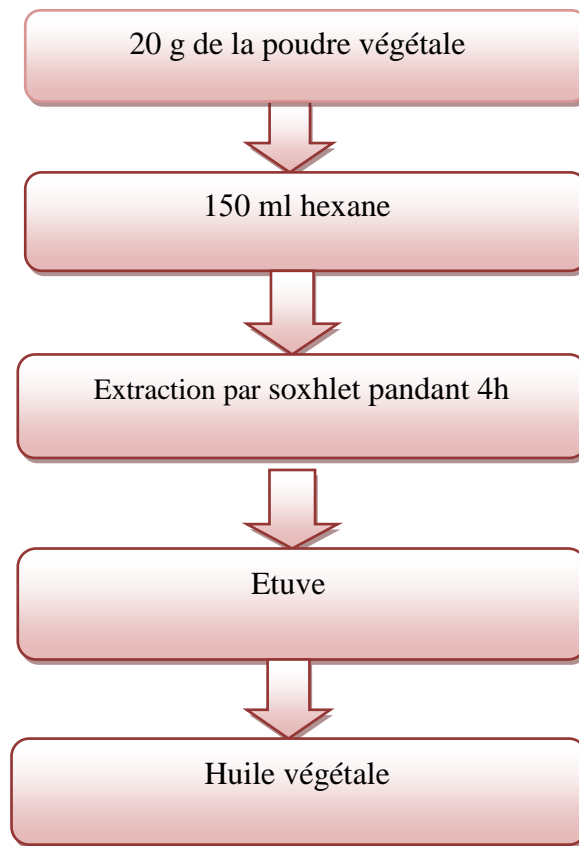
$$\% \text{ de matière grasse} = (m1/m2) \times 100$$

Soit :

m1 = masse de la matière grasse extraite (g)

m2 = masse de la prise d'essai (g)

Les huiles extraites sont conservées à une température de -4C° afin de les utiliser ultérieurement.



**Figure 11 :** Protocole d'extraction des huiles végétales

## **II.5 Analyse et Détermination des caractéristiques physico-chimiques d'huile de *Ziziphus jujuba*:**

### **II.5.1 Détermination de la teneur en acides gras par chromatographie en phase gazeuse.**

La teneur en acides gras a été déterminée par analyse des esters méthyliques d'acides gras en chromatographie en phase gazeuse (CPG) selon la norme AFNOR, T60-233 et T60 - 234.

La chromatographie en phase gazeuse a été réalisée au niveau de l'école nationale supérieure d'Agronomie

- **Préparation des esters méthyliques.**

Les huiles obtenues ont été soumises à l'action d'une solution méthanolique de KOH 2N. A 1g de l'huile on ajoute 2 ml d'éther de pétrole OÙ l'hexane et 3 ml du KOH méthanolique à 2N, après agitation pendant 30 secondes, on laisse reposer 24 h jusqu'à ce que

la phase supérieure de la solution devienne claire. Cette fraction contient les esters méthyliques des acides gras (E.M.A.G) prête après dilution pour l'injection.

#### **Analyse des esters méthylique d'acides gras par CPG :**

La séparation et le dosage des esters méthyliques d'acides gras a été effectuée par chromatographique en phase gazeuse (CPG). Cette technique de séparation des composants d'un mélange repose sur la différence d'affinité des substances à analyser vis-à-vis d'une phase mobile courante appelée gaz vecteur et d'une phase stationnaire non-volatile. Dans le cas des acides gras la séparation dépend de la longueur de la chaîne de carbone et le nombre des doubles liaisons.

Le chromatographe utilisé de type Varian CP 3380 à détecteur à ionisation de flamme, équipé d'une colonne capillaire garnie d'une phase stationnaire: CPWAX 52 CB (la longueur: 25 m, le diamètre interne: 0,25 mm, le diamètre externe: 0,39 mm). Le calibrage de la méthode d'analyse en CPG se fait via l'interface informatique qui permet de programmer tous les paramètres utiles, et en particulier la température qui permet d'optimiser la séparation des acides gras. Pour le jujubier la température du four est isotherme (190°C), celle de grenadier est en programmation de température variant de 170°C à 190°C. Le gaz vecteur utilisé est l'Azote.

Les esters d'acides gras sont identifiés par comparaison des temps de rétention avec ceux d'étalons. Ces derniers sont les esters méthyliques des acides : myristique, pentadécanoïque, palmitique, palmitoléique, margarique, héptadécénoïque, stéarique, oléique, linoléique, linoléinique, arachidique, gadoléique, punique,  $\alpha$ - éléostéarique, catalpique,  $\beta$ -éléostéarique et béhénique.

### **II.5.2 Détermination des caractéristiques physico-chimiques d'huile :**

Le calcul d'indices chimiques tels que l'indice d'acide, de saponification, permet de faire quelques estimations sur les masses moléculaires moyennes des acides gras et des triglycérides déterminés par l'indice de saponification, et sur la teneur en acides gras libres par la détermination de l'indice d'acide, également déterminer la teneur de l'huile insaponifiables et quelques caractéristiques physiques telles que l'indice de réfraction et la densité.

#### **II.5.2.1 Caractères physiques :**

- **Indice de réfraction :**

**Définition :**

On appelle réfraction le changement de direction que subit un rayon lumineux en passant d'un milieu optique donné à un autre. Ce changement est dû à une modification de vitesse de propagation à partir du point appelé point d'incidence, où le rayon lumineux incident frappe par l'interface, l'appareil employé pour mesurer l'indice de réfraction est le réfractomètre. Le réfractomètre est un instrument optique servant à déterminer l'indice de réfraction d'une substance, c'est-à-dire la mesure dans laquelle la lumière est déviée en traversant la substance. (AFNOR, 1984).

L'indice de réfraction d'une huile est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée faisant circuler de l'air dans l'huile maintenue à température constante (Laisney, 1992). Il est utilisé pour l'identification et comme critère de pureté des huiles.

**Principe :**

Suivant le réfractomètre utilisé, soit mesurer directement l'angle de réfraction, soit observer la limite de réflexion totale ; l'huile étant maintenue dans les conditions d'isotropisme et de transparence.

**Mode opératoire :**

- Nettoyer la lame du réfractomètre en utilisant du papier absorbant.
- Étalonner l'appareil par l'eau distillée dont l'indice de réfraction est égale à 1,33
- Nettoyer la lame du réfractomètre en utilisant du papier absorbant.
- Déposer quelques gouttes d'huile à analyser dans la lame de réfractomètre et régler le cercle de chambre sombre et claire dans la moitié, et effectuer la lecture des résultats en prenant compte de la température.
- Appareillage utilisé : Réfractomètre.

**Expression de calcul :**

$$n_d^{20} = n_d^T + 0.00035(T - 20)$$

Où:

$n_d^{20}$ : L'indice de réfraction à 20°C.

$n_d^T$ : L'indice de réfraction à la température de l'analyse.

T : La température de l'échantillon pendant l'analyse.

**T:** 20°C

**0,00035 :** La variation de l'indice de réfraction des triglycérides par degré au voisinage de 20°C.

### II.5.2.2 Caractères chimiques :

- **Indice d'acide :**

**Définition :**

L'acidité est le pourcentage d'acide gras libre dans la matière grasse (huile), elle est exprimée en pourcentage d'acide oléique. Il nous renseigne sur le degré d'hydrolyse

**Principe :**

Consiste à la neutralisation uniquement des acides gras libres par une solution de KOH en présence de phénolphtaléine ces derniers se caractérisent par le virage de la couleur rose vers transparente

**Mode opératoire :**

L'acidité est déterminée par la méthode titrimétrique en utilisant une solution d'hydroxyde de potassium éthanolique. Dans un erlenmeyer, peser une masse environ 0.4g d'huile et verser successivement 40 ml d'éthanol (96%), 40 ml de cyclohexane et 2 gouttes de phénolphtaléine (1g dans 100ml d'éthanol). Agiter avec un agitateur magnétique jusqu'à dissolution, ensuite faire un dosage avec une solution de potasse alcoolique à 0.01 M jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistante.

**Expression des résultats :**

**Indice d'acide =  $M1 \times V \times N / P$ .**

**Acidité % =  $(M \times N \times V) / (p \times 10)$ .**

**Acidité % = IA 2**

Où:

**M1:** masse molaire de KOH = 56,1 g/mol.

**M :** masse molaire d'acide oléique = 282g/mol.

**N :** normalité de KOH à 0.1N.

**V :** volume de KOH nécessaire au titrage

**P :** poids de la prise d'essai.

**IA :** indice d'acide

**M :** masse molaire du KOH.

- **Indice de saponification :**

**Définition :**

L'indice de saponification correspond au nombre de milligrammes de potasse nécessaires pour saponifier les acides gras contenus dans un gramme de matière grasse. Cette valeur est d'autant plus élevée que les acides gras sont de faible poids moléculaire.

**Principe :**

Si l'on traite un ester par de la potasse suffisamment concentrée et chaude, on régénère suivant une réaction totale d'alcool et le sel de potassium de l'acide puis on forme un ester

**Mode opératoire :**

On pèse 2g d'huile à analyser que l'on introduit dans un ballon à fond rond puis on ajoute 25 ml de solution KOH dans l'éthanol à 0.5 N avec trois pierre ponce, on porte le mélange à l'ébullition dans un chauffe ballon surmonté d'un réfrigérant à reflux pendant une heure. Après refroidissement on récupère le mélange sans les pierres ponce dans un bécher, avec ajout de quelques gouttes de l'indicateur coloré (phénolphtaléine) .on titre la solution avec l'acide chlorhydrique HCl à 0.5 N jusqu'à la disparition de la couleur rose et réapparition de la couleur initiale du mélange (transparente), on note la chute de volume de HCl.

**Expression de calcul :**

L'indice de saponification et donné par la formule établie ci-dessous :

$$IS = ((V0 - V) \times N \times M) / P$$

Où :

**V0** : volume en ml de HCl utilisé pour l'essai à blanc.

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

**P** : prise d'essai en grammes.

**N** : la normalité de l'acide chlorhydrique HCl 0.5N.

**II.6 Etude des activités biologiques :**

**II.6.1 Étude de l'activité antioxydante :**

**II.6.1.1 Mesure de pouvoir de piégeage du radical DPPH :**

• **Le mode opératoire :**

Selon le protocole décrit par sanchez-Moreno, (2004), la solution de DPPH est préparée par solubilisation de 2.4 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol. On prépare la solution mère d'huile par la solubilisation de 1mg huile dans 1 ml de méthanol la concentration de cette

solution est (1 mg/ 1 ml) à partir de cette solution on prépare les dilutions de nos huiles à différentes concentrations (0.1 mg/ml. 0.2mg/ml. 0.4mg/ml. 0.6mg/ml. 0.8mg/ml. 1mg/ml.). Chaque 25µl des solutions d'huiles sont ajoutés à 975µl de la solution méthanoïque de DPPH, le mélange est laissé à l'obscurité pendant 30min. Le BHT est utilisé comme témoin positif dans cette expérience dans les mêmes conditions la lecture des absorbances est effectuée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

L'activité anti-radicalaire est exprimée en pourcentage d'inhibition de DPPH (I%) selon la formule suivante :

$$I(\%) = \frac{AbsC - AbsE}{AbsC} \times 100$$

Dont :

I(%) : le pourcentage d'inhibition (%).

Abs C : l'absorbance du contrôle ( DPPH).

Abs E : l'absorbance de l'extrait.

IC50 (concentration inhibitrice de 50%), aussi appelée EC50 (Efficient concentration 50), est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH. Les IC50 sont calculées graphiquement en représentant les pourcentages d'inhibition en fonction des concentrations des extraits testées.

### II.6.1.2 Le test de blanchissement ou de décoloration du bêta-carotène :

- **Le mode opératoire :**

la méthode utilisé est décrite selon réalisé est, **Babar et al., (2007)** .on a préparé une émulsion composée de 0,5mg de la β- carotène, 1ml chloroforme, 25µl acide linoléique, 200mg Tween 20 et 100ml eau distillée saturée en oxygène . 2,5ml de cette émulsion , on ajoute 0,5ml des extraits à différentes concentrations .le standards ou contrôles positifs et le BHT sont incubés 2heures à 50 °C dans un bain-marie. L'absorbance à T0 est mesurée dès l'ajout de l'émulsion sur l'échantillon à 490nm, puis on lit l'absorbance à chaque fois avec un intervalle de 20 min, le blanc utilisé est sans β carotène. Finalement on calcule le pourcentage de l'inhibition est exprimée selon la formule suivante :



$$\text{IN (\%)} = \frac{\text{AE}(120) - \text{AC}(120)}{\text{AC}(0) - \text{AC}(120)}$$

**Où:**

**AE(120)** : représente l'absorbance en présence de l'extrait à 120 min.

**AC(120)** : représente l'absorbance du contrôle à 120min.

**AC(0)** : représente l'absorbance du contrôle à 0 min.

## II.7 Étude de l'activité anti-inflammatoire :

Afin d'évaluer l'effet anti-inflammatoire d'huile de *Zizyphus jujuba*. Des souris *Swiss albinos*, femelles, dont le poids varie entre 20 -32g, ont été utilisées lors de l'étude *in vivo*. Ces animaux ont été procurés auprès de l'Institut Pasteur d'Alger.

La méthode décrite par Winter (1962) a été utilisée pour évaluer l'effet anti-inflammatoire. Pour l'application de cette méthode, les animaux sont répartis en trois lots renfermant chacun trois souris, qui sont mis à jeun 12 heures avant l'expérimentation. La première étape consiste à administrer par gavage 0,1ml NaCl, l'extrait végétal et le Diclofénac à raison de 1 ml pour 100 g de poids corporel, à des concentrations respectives de 300 mg/kg et 75 mg/ml. L'administration orale du produit est réalisée à l'aide d'une sonde bucco-œsophagienne. Une heure après le gavage, on injecte à chaque souris 0.05 ml de la solution de carragénine à 1% (à raison de 1ml pour 100g) sous le coussinet de la patte arrière gauche pour provoquer une réaction inflammatoire qui peut être réduite par les substances anti-inflammatoires. L'évolution de l'œdème est déterminée chaque 60 minutes pendant six heures après l'injection. Pour mesurer l'activité anti-inflammatoire, le diamètre de la circonférence de la patte au niveau métatarsien (lacet) est déterminé à l'aide d'un pied à coulisse. Le calcul du pourcentage d'inhibition de l'œdème est donné par la formule suivante (Nongoniermar et *al.*, 2006) :

$$\text{Pourcentage (\%)} \text{d'inhibition} = \frac{C - C1}{C} \times 100$$

**Où :**

- **C** : pourcentage (%) d'augmentation moyenne de la circonférence de la patte œdématiée du groupe témoin (lot 1 en un temps donnée) ;

- **C1** : pourcentage (%) d'augmentation moyenne de la circonférence de la patte œdématiée du groupe test au même moment.

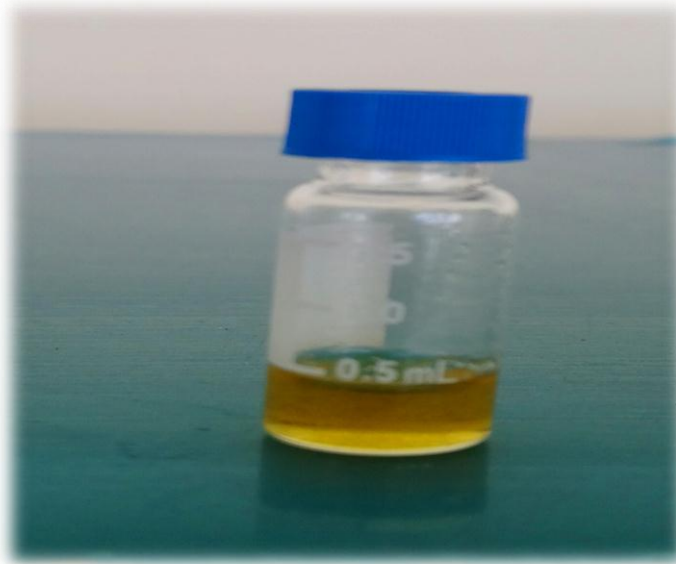
**Analyse statistique :**

L'analyse statistique a été faite par le logiciel Statistica (6). Les résultats sont présentés sous forme de moyennes  $\pm$  ES (erreur standard) de trois souris par groupe et comparées par le test de différence significative minimale (LSD). Une différence significative est représentée par un  $p < 0,05$  ;  $n = 3$  représente le nombre d'expériences par groupe.



### III.1 Caractère organoleptique de l'huile :

L'huile isolée à partir des graines, est de couleur jaune pâle avec une consistance liquide peu visqueuse à température ambiante avec une bonne odeur rafraichissante.



**Figure 12 :** l'huile extraite des graines de *Z.jujuba*. (originale)

#### Calcul du rendement de l'extraction :

La teneur en huile des graines de Jujubier, ne constitue pas un critère de détermination de la qualité de l'huile mais c'est surtout un critère à envisager lors d'une sélection variétale.

Le rendement de l'extrait huileux des graines de *Ziziphus jujuba* obtenu par Soxhlet a été estimé à 3.14 %. Nos résultats ne sont pas conformes aux travaux réalisés par Aloui, (2013) qui a travaillé sur les graines de *Ziziphus jujuba* récoltées des quatre régions en Tunisie. Les résultats obtenus sont supérieurs ; soit de 37.54% en Mahers, 20.58% en Mahdia, 35% en sfax, 25% en choutrana.

Cette différence quantitative peut être due à divers facteurs, la région géographique, facteur génotypique et conditions pédoclimatiques, ainsi que des méthodes d'analyse et de quantification.

### III.2 Détermination de la composition en acides gras :

Les analyses réalisées par chromatographie en phase gazeuse permettent de distinguer la composition en acides gras de jujubier. Les résultats sont récapitulés dans la figure 13.

Une séparation efficace des 12 acides gras est observée. L'ordre d'apparition est croissant en fonction de l'augmentation de la longueur de la chaîne carbonée de C16 à C22.

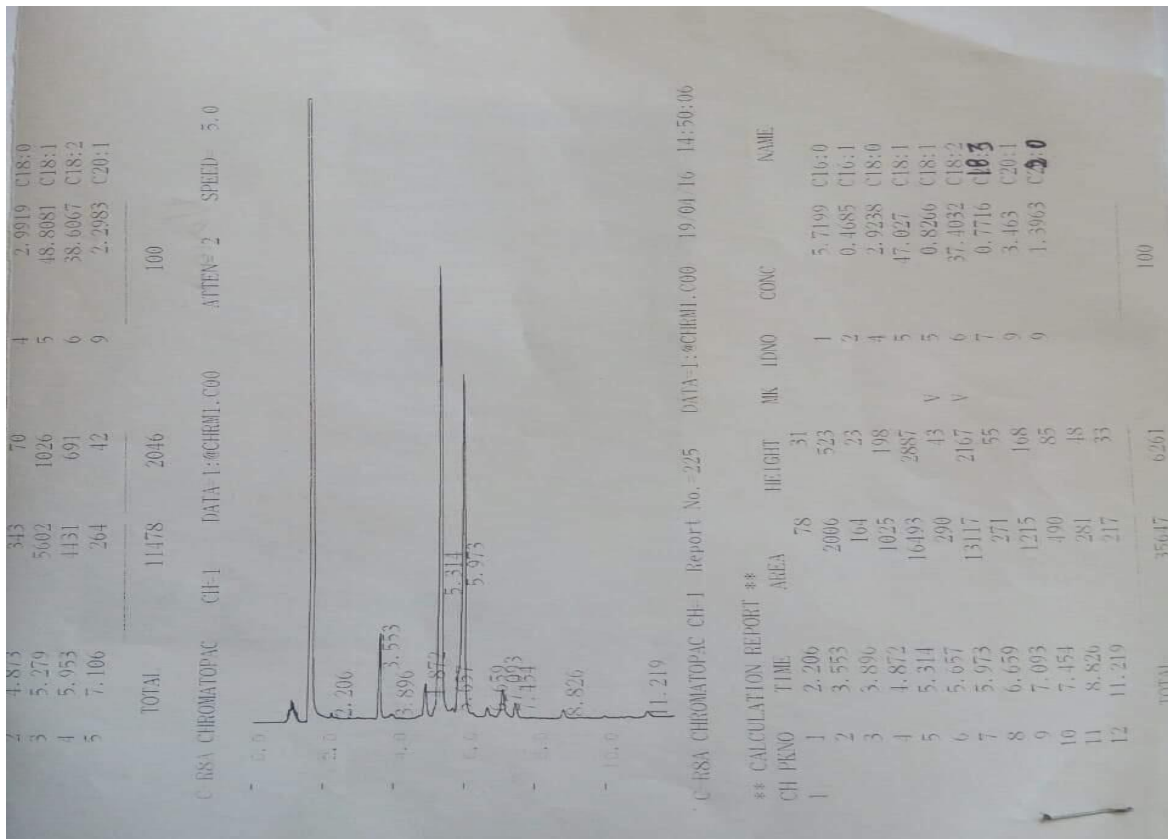


Figure 13 : Profil des acides gras dans les graines de *Z. jujuba* étudiés.

Le profil des acides gras, récapitulé sur le chromatogramme 1, montre que l'huile du jujubier est une huile fortement insaturée où les deux acides gras majoritaires sont l'acide oléique (47.02%), l'acide linoléique (37.40 %). En général, il y a une prédominance nette des acides gras insaturés (84.42%) par rapport aux acides gras saturés (15.58%). D'autres acides sont présents mais à des faibles proportions tel que, l'acide palmitique (5.71%), l'acide gondoïque (3.46%), l'acide stéarique (2.92 %), l'acide Béhenique (1.39%), l'acide linoléique (0.77%), l'acide palmitoleïque (0.46%), ce pendant d'autres acides existent à l'état de trace tel que l'acide margarique<sup>4</sup>

Notre résultat est convergé avec le travail d'Aloui,(2013) qui montre la dominance des acides oléique (oméga - 9) et linoléique (oméga - 6) dont les taux dépassent les 40 % pour les quatre régions. L'acide oléique (C18 : 1) est majoritaire au niveau des graines récoltées de la région Mahdia et région sfax avec un pourcentage de 46,60 %. Son taux diminue légèrement pour atteindre les proportions de 43,55 % et 45,47 % pour la région choutrana région mahres respectivement.

L'acide linoléique (C18: 2) est défini comme majoritaire de l'huile de la choutrana avec un taux de 44 %. Avec la présence des autres acides gras à faible concentration comme la série C16 dont l'acide palmitique (C16:0) varie de 4,53 % (région Mahre) à 4,84 % (région Mahdia ). L'acide palmitoléique (C16 :1) est le moins présent (0,07 %). ces résultats peuvent prouver que l'huile du jujubier peut être considérée comme étant une huile riche en acide oléique.

Une autre étude faite en Espagne sur une autre espèce de *Zizyphus* (*Z. jujuba* Mill) (**Guil-Guerrero et al., 2004**) a montré que la teneur en acide gras de l'huile de ses graines varie considérablement selon la région géographique, la température, l'âge de la plante, le procédé de séchage, la méthode et le solvant d'extraction de l'huile.

La composition de l'huile du jujubier ressemble à celle des autres huiles très utilisées dans la cosmétique, comme l'huile d'argan, l'huile d'amande douce et l'huile d'olive. La richesse de ces huiles en acides gras essentiels, oléique et linoléique, justifie leurs emplois dans les soins de la peau contre le dessèchement et le vieillissement physiologique ( **El Hachimi et al.,2015**).

La présence des AGI dans l'huile du jujubier ont des propriétés nutritive, hydrante, adoucissante, sur la peau, par ce qu'ils permettant la souplesse des peaux sèches, agressées, et même vieilles. L'acide oléique est peu employé compte tenu de sa sensibilité à l'oxydation et de son pouvoir comédogène.

Il est important de l'incorporé dans des émulsions pour peaux (**Elkassouani ,2013**).

Cette caractéristique concernant la présence d'acide linoléique, acide gras essentiel AGE faisant partie de la série d'Omega 6, pourrait être un bon atout pour son exploitation dans le domaine de la cosmétique. D'autant plus que la graine est généralement un sous produit du jujubier non exploité, puisqu'elle est jetée après la consommation de la chaire. Il reste cependant à mettre au point une technologie efficace de décorticage des graines, vu leur dureté, ainsi qu'un bon processus d'extraction d'huile à grande échelle.

### **III.3 Caractéristiques physico-chimique d'huile :**

Les huiles occupent une place considérable sur les marchés de la pharmacie, de l'industrie cosmétique ainsi que dans de nombreux secteurs de l'industrie agroalimentaire. Pour le contrôle de leur qualité, on prescrit la détermination d'un certain nombre de constantes physiques (indice de réfraction), ainsi qu'une étude chimique qui concerne la détermination des indices d'acide et saponification.

Les résultats des différents paramètres physico-chimiques sont récapitulés dans le tableau 5.

**Tableau 5** : Les paramètres physico-chimiques d'huile de *Ziziphus jujuba*.

Les indices Extrait	Indice d'acide (mg/g huile)	% Acidité	Indice de saponification (mgKOH/g huile)	Indice de réfraction
Huile <i>Ziziphus jujuba</i>	49.92	25.09	98.175	35.00105±0.0

### III.3.1 Acidité :

L'acidité est la quantité d'acides gras libres résultant des réactions hydrolytiques des triglycérides. C'est un critère de qualité permettant de rendre compte de l'état de conservation d'une huile (**Kandji, 2001**).

La valeur d'acidité obtenue pour notre huile est 25.09 %, cette valeur d'acidité n'est pas conforme aux norme de codex (6% pour une huile pressée à froid),

Une étude faite par **Abdedaim Mohamed (2016)** sur d'autre espèce (*Z.lotus*) montre un taux d'acidité plus faible de 2.82%.

Notre résultat reste toujours supérieur aux résultats obtenus par **Maameri-Habibatni (2014)**, **Djerrou (2014)** et **Boukeloua et al. (2012)**, qui sont de 8,5%,7% et 2.27% pour l'huile des graines de lentisques des régions d'El Milia et de Skikda respectivement, et largement supérieure à celle trouvée par **Zaanoun et al. (2014)** et **Charrouf (2002)** qui est de 0,3%, et 0,86%.pour d'huile d'argan respectivement.

une huile de bonne qualité doit présenter une acidité faible ou nulle, Notre résultat ne sont pas dans l'intervalle des caractéristiques de la qualité des huiles végétales fixées par le'' CODEX STAN 210-1999 '' qui est au maximum de 0,3 % pour les huiles raffinées, et par le ''Centre algérien de contrôle de la qualité et emballage'' qui est au maximum 1 % pour l'huile d'olive.

La valeur d'acidité élevée de notre échantillon est probablement une indication d'une hydrolyse enzymatique forte des graines pendant la moisson, la manipulation ou le traitement d'huile (**El Harfi et al., 2015**).

Cette forte acidité pourrait s'expliquer également par une mauvaise conservation de celle-ci. Selon **Kandji (2001)** lorsqu'une huile n'est pas soumise à de bonnes conditions de conservation, sa qualité peut se détériorer de diverses manières, mais le plus souvent par hydrolyse ou par oxydation. Dans ce cas, elle devient impropre à la consommation.

### III.3.2 Indice de saponification

L'indice de saponification nous informe sur la longueur de la chaîne carbonée des acides gras qui constituent les triglycérides (fraction majoritaire d'un corps gras) ; il est d'autant plus élevé que la chaîne des acides gras est courte (**Benssalem, 2015**). La détermination de l'indice de saponification de notre huile a donné une faible valeur de **98.175 mg KOH/g** ; cela montre que notre huile contient des acides gras de longues chaînes hydrocarbonées.

Une étude faite par **Abdedaim Mohamed (2016)** sur une autre espèce de jujubier (*ziziphus lotus*), a montré que le taux de saponification pour huile des graines est de 195.300 mg KOH/g, et pour la pulpe est de 154.836 mg KOH/g.

Les indices de saponification de notre échantillon ne correspondent pas aux limites fixées par le "codex STAN 210-1999" pour les huiles raffinées (187– 195 mg KOH / g MG) et le "Centre algérienne de contrôle de la qualité et emballage" pour l'huile d'olive (184 – 196 mg KOH / g MG).

### III.3.3 Indice de réfraction :

L'indice de réfraction est particulièrement utile car il nous renseigne sur l'état de dégradation d'une huile. Donc un indice de réfraction élevé permet de conclure la présence de doubles liaisons. En effet, la présence d'acides gras libres abaisse fortement l'indice de réfraction (**Bereau, 2001**). La mesure de l'indice de réfraction a été faite à une température de 20°C avec un réfractomètre par lecture directe. La valeur lue est la suivante :  $n_D^{20^\circ\text{C}} = 35$ , Donc l'indice est de  $35.00105 \pm 0.124$ .

Notre résultat n'est pas conforme aux résultats d'Abdedaim Mohamed , (2016), qui ont trouvé 1.4695 pour l'huile des graines et 1.4630 pour l'huile extrait par la pulpe et non conforme avec celles rapportées par **Boukeloua et al. (2012)**.



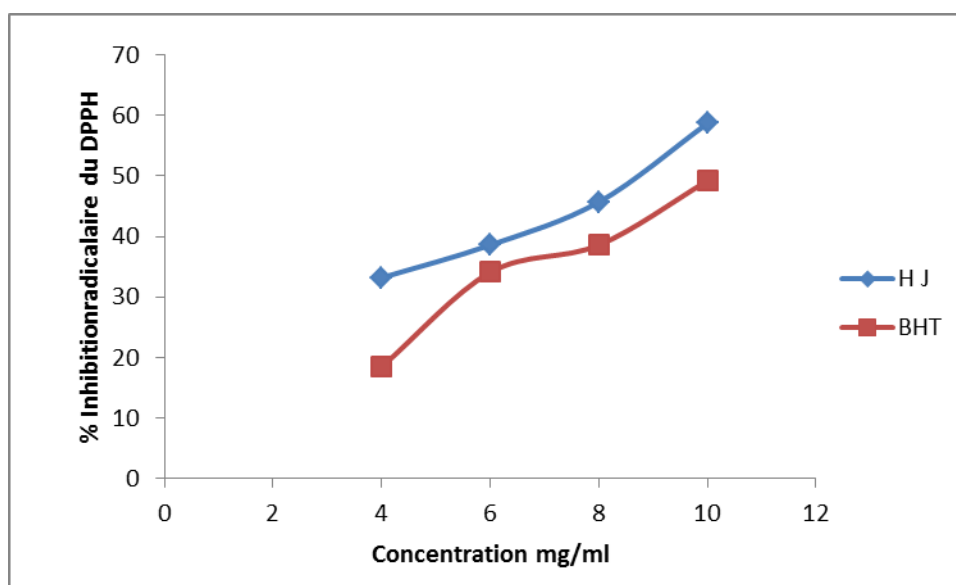
### III.4 Evaluation de l'activité antioxydante :

A travers l'étude bibliographique, il apparait clairement qu'une seule méthode n'est pas suffisante pour caractériser les potentialités antioxydantes en raison de la nature complexe des composés phytochimiques et de leurs interactions (soualem,2015).

L'utilisation de plusieurs méthodes est nécessaire de ce fait, deux méthodes ont été utilisées, il s'agit de piégeages des radicaux libres DPPH et le blanchissement de la  $\beta$  carotène.

#### III.4.1 Méthode de piège du radical libre DPPH :

Ce test a été largement utilisé pour fournir des informations de base sur la capacité antioxydante de l'extrait, il a l'avantage d'être simple, rapide disponible et le plus important la grande stabilité de radicale DPPH (gouveia et castilho,2012). Les résultats du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH par l'huile de graine de *Ziziphus jujuba* sont illustrés dans la figure suivante.



**Figure 14 :** pouvoir anti radicalaire d'huile de *Ziziphus jujuba* et de BHT.

Le profil de l'activité anti radicalaire obtenus révèle que le pourcentage d'inhibition du radical libre par l'extrait est supérieur à BHT

Pour toutes les concentrations (10mg/ml, 8mg/ml, 6mg/ml, 4mg/ml), l'extrait présente des pourcentages d'inhibition de l'ordre de (58.78 ± 1.099%), (45.65 ± 0.024%), (38.61 ± 0.004%), (33.12 ± 0.134%), respectivement, ces valeurs sont supérieures à celle de BHT pour

les mêmes concentrations nous avons ( $49.14 \pm 0.241\%$ ), ( $38.72 \pm 0.241\%$ ), ( $34.28 \pm 0.156\%$ ), ( $18.5 \pm 0.347\%$ ) respectivement

Plusieurs facteurs influencent sur le potentiel antioxydant et la cinétique de réduction, notamment les conditions de la réaction (temps, rapport antioxydant/DPPH, type de solvant, pH ). Pour mieux caractériser le pouvoir antioxydant, nous avons introduit un paramètre IC<sub>50</sub>. Il définit la concentration efficace du substrat qui cause la réduction de 50% de l'activité du DPPH en solution .Plus l'IC<sub>50</sub> est petite, plus la molécule est antioxydante (tableau 6).**Tableau 6** : IC<sub>50</sub> de l'extrait et BHT.

Substrat	IC50 mg/ml
Extrait (huile)	$8.42 \pm 0.124$
BHT	$10.08 \pm 0.041$

L'analyse des résultats montre que le IC<sub>50</sub> de l'extrait est toujours supérieur à celle de BHT, l'extrait est plus actif avec une IC<sub>50</sub> de l'ordre  $8.42 \pm 0.124$  mg/ml par contre le BHT est plus active pour IC<sub>50</sub> de  $10.08 \pm 0.041$ mg/ml.

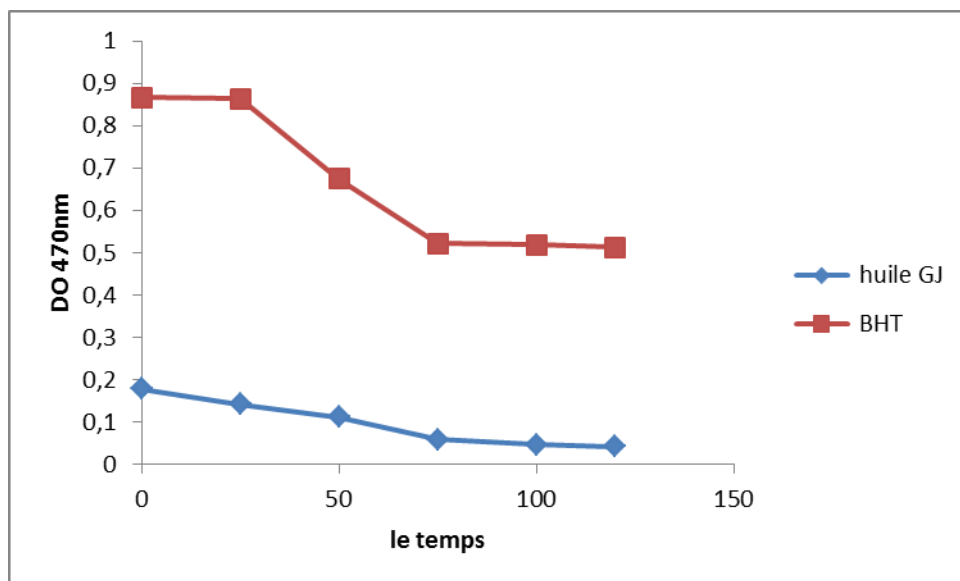
Par comparaison les résultats obtenus par **Charef (2011)**, qui a travaillé sur les l'huiles de fruit rouge noir de *P. lentiscus* montrent que l'huile présente un effet scavenger très important par rapport à notre échantillon vis-à-vis du radical DPPH•. En effet, le IC<sub>50</sub> rapportées par cet auteur est de  $1,077$  mg/mL . Concernant l'huile des fruits noirs, nos résultats semblent inférieurs avec IC<sub>50</sub> de  $11.68$ mg/ml.

Nos résultats restent toujours supérieurs à celle de l'huile des graines du cactus trouvé par **Ali et al. (2015)** qui ont trouvé une valeur d'IC<sub>50</sub> égale à  $0,96$  mg/mL.

### III.4.2 Evaluation de l'activité antioxydante par la méthode β carotène :

Le test de blanchiment de B-carotène couplé à l'auto-oxydation de l'acide linoléique est une méthode rapide basée principalement sur le principe que l'acide linoléique, qui est un acide gras insaturé, s'oxyde par les espèces réactives de l'oxygène (ROS) produits par l'eau oxygénée.

Le produit formé lancera l'oxydation du β -carotène, ce qui conduira à la décoloration. Les antioxydants diminuent le degré de décoloration, qui est mesurée à 470 nm. BHT est utilisé comme standard dans ce test. La courbe d'étalonnage est effectuée en lisant l'absorbance à une longueur d'onde de 470 nm.



**Figure 15 :** Cinétique de blanchissement du  $\beta$ -carotène à 470 nm en présence d' extrait huileux et du BHT.

La figure 15 représente l'absorbance de la décoloration de  $\beta$  carotène au cours du temps (chaque 25min). La DO diminue avec le temps à  $T_0$  on a (0.866) pour BHT et (0.178) pour l'huile et pour  $T_{50min}$  (0.665) pour BHT et (0.112) pour l'huile et ou temps  $T_{120min}$  (0.512) pour BHT et (0.042) pour l'huile.

Cette diminution de DO se révèle lorsqu' il y a une dégradation des doubles liaisons de  $\beta$  carotène par les radicaux libres.

Les DO de BHT sont toujours élevés à celle de l'huile donc la concentration en  $\beta$  carotène est plus élevée dans l'échantillon de BHT donc la dégradation est plus faible. Ce résultat nous permet de conclure que l'effet de BHT est plus élevé vis à vis de l'huile.

Une étude faite sur l'extrait huileux des racines de *Carthamus caeruleus* par **BENHAOUA.(2016)** a montré que BHT est plus efficace par rapport à l' extrait.

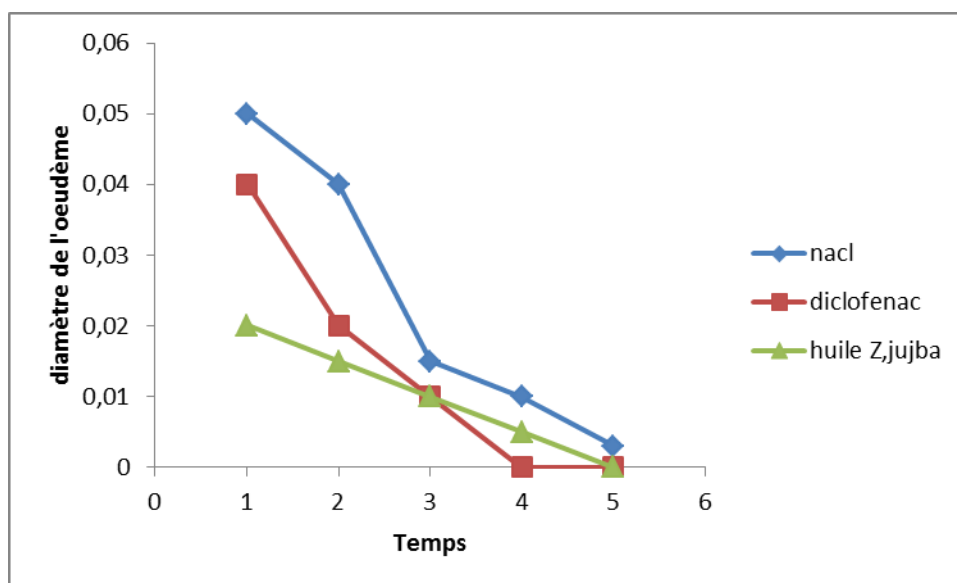
### III.5 Evaluation de l'activité anti-inflammatoire :

L'activité anti-inflammatoire de l'huile des graines de *Ziziphus jujubaa* été évaluée par la méthode de carragénine induisant un œdème de la patte chez les souris, le diamètre de la patte mesuré par le pied à coulisse a donné les résultats illustrés dans le tableau 7, montrant une différence de diamètre moyen de l'œdème (PG-PD) induit par la carragénine de la patte en fonction du temps.

**Tableau 7** : Différence de diamètre moyen de l'œdème (PG-PD).

Différence de diamètre moyen de l'œdème (PG-PD) cm					
	1h	2h	3h	4h	5h
NaCl	0.05	0.04	0.015	0.01	0.003
Diclofénac®	0.04	0.02	0.01	0	0
Huile Z.jujuba	0.02	0.015	0.01	0.005	0

L'injection de la carragénine au niveau de la PG des souris, ayant reçu uniquement de l'eau physiologique, entraîne un œdème juste après cette injection. Le diamètre moyen de la patte des souris est de  $0.05 \pm 0,007\text{cm}$  ; de  $0.04\text{cm}$  de  $0.015\text{ cm}$  de  $0\text{ cm}$  respectivement à 1h, 2h, 3h, 4h,( **figure 16**). Pour les groupes de diclofenac et huile le diamètre est plus faible, pour Diclofénac®  $0.04\text{cm}$ ,  $0.1\text{cm}$ ,  $0\text{cm}$ , et pour l'huile  $0.2\text{cm}$ ,  $0.1\text{cm}$ ,  $0\text{cm}$

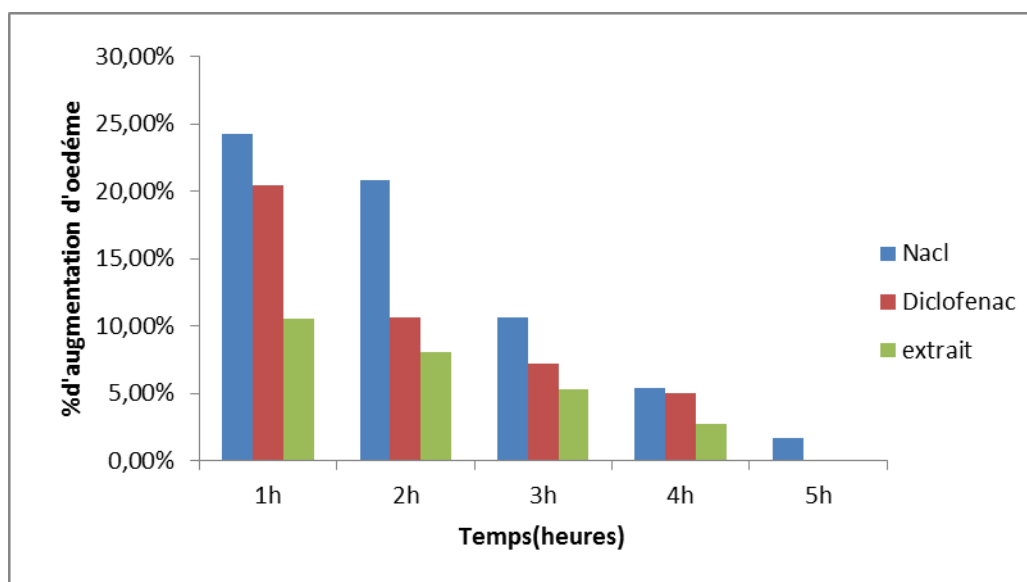


**Figure 16** : Différence de diamètre moyen de l'œdème (PG-PD) cm

Ces valeurs correspondent à des pourcentages d'augmentations respectives de  $24.25 \pm 0.027\text{mm}$  ; de  $20.77 \pm 13.547$  et de  $10.66 \pm 0.039\%$ , de  $5.37 \pm 0.039\%$  (Tableau 8). En présence de le Diclofénac® et de l'huile de *Zizyphus jujuba*, on enregistre des augmentations moins importantes du diamètre de la patte dont le maximum est mesuré après 1 heures,  $10.54 \pm 0.071\text{cm}$  pour l'extrait,  $20.46 \pm 0.050\text{cm}$  pour diclofenac (Tableau 8).

**Tableau 8** : Pourcentage de l'augmentation au cours du temps.

	1h	2h	3h	4h	5h
NaCl	24.25±0.027	20.77±13.547	10.66±0.064	5.37±0.039	1.66±0.02
huile de Z.jujuba	10.54±0.071	8.04±0.034	5.27±0.001	2.72±0.019	00±00.0
Diclofénac®	20.46±0.050	10.58±0.071	7.22±0.060	5.03±0.003	00±00.00

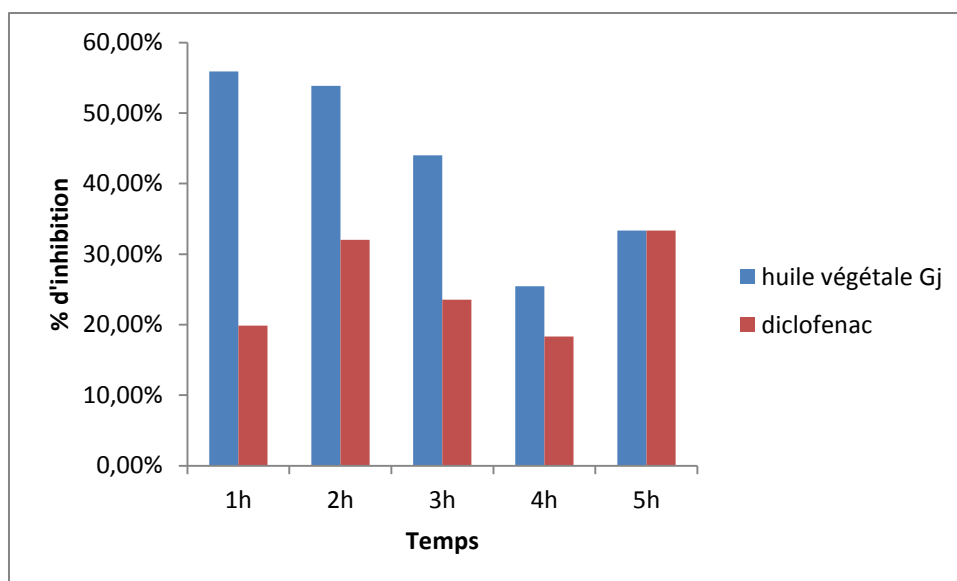


**Figure 17** : le pourcentage d'augmentation de l'œdème.

Afin de mettre en évidence l'effet anti-inflammatoire de notre extrait, on a calculé le % d'augmentation de l'œdème en fonction du temps (heures), les résultats sont reportés dans le tableau 9 et Figure 18

**Tableau 9** : Pourcentage d'inhibition d'œdème au cours du temps.

	1h	2h	3h	4h	5h
Diclofénac®	19.88±0.122	32.03±0.209	23.52±0.288	18.33±0.224	33.33±0.408
Huile Z.jujuba	55.89±0.034	53.83±0.109	44.01±0.270	25.44±0.311	33.33±0.408



**Figure 18 :** pourcentage d'inhibition d'œdème au cours du temps

L'injection de carragénine est à l'origine d'une réaction inflammatoire vasculoexudative. Il s'agit d'une vasodilatation artériolaire puis capillaire dans la zone atteinte. Localement, il en résulte une augmentation de l'apport sanguin et un ralentissement du courant circulatoire. La congestion est déclenchée rapidement par un mécanisme nerveux (nerfs vasomoteurs) et l'action de médiateurs chimiques. L'œdème inflammatoire résulte du passage dans le tissu conjonctif interstitiel ou les cavités séreuses d'un liquide appelé exsudat constitué d'eau et de protéines plasmatiques. Sa traduction clinique est un gonflement des tissus. L'œdème inflammatoire résulte d'une augmentation de la pression hydrostatique due à la vasodilatation et surtout d'une augmentation de la perméabilité de la paroi des petits vaisseaux sous l'effet de médiateurs chimiques (Weill et Batteux, 2003 ; Prin *et al.*, 2009).

L'activité anti-inflammatoire est exprimée en fonction du pourcentage d'augmentation et de réduction de l'œdème des pattes gauches postérieures des souris. Pour ce test, le volume de l'œdème augmente avec le temps. Cette augmentation est plus importante chez le lot témoin que chez les lots traités avec l'huile de *Z.jujuba* et le produit de référence Diclofénac<sup>®</sup>. Cependant, l'eau physiologique n'a aucun effet sur l'inflammation de pattes provoquées par la carragénine durant toute l'expérience

A la première et la deuxième heure, l'huile de graines de *Zizyphus jujuba* a inhibé d'une manière significative ( $p < 0.003$ ), ( $p < 0.02$ ) le développement de l'œdème de la patte des souris induit par la carragénine, avec une réduction maximale à la première heure ( $55.89 \pm 0.034\%$ ) par rapport au Diclofénac<sup>®</sup> ( $19.88 \pm 0.122\%$ )

Cependant, à la troisième heure et quatrième heure aucune différence significative entre l'extrait et le standard, mais l'effet anti-inflammatoire de l'huile de *Zizyphus jujuba* reste toujours supérieure celui de Diclofénac<sup>®</sup>.

Notre résultat est conforme à celui d'**El Hachimi et al.,2016** ),qui a travaillé sur l'activité anti-inflammatoire de l'huile des graines de *Zizyphus lotus* (L.) en utilisant l'indométacine comme standard. Ils ont approuvé que l'huile de *Z.lotus* à un effet inhibiteur maximum de l'inflammation par rapport à l'indométacine aux bout de 3h à une concentration de 300mg/kg

Les effets de l'huile de *Zizyphus jujuba* se manifestent avec le même mécanisme anti-inflammatoire dû au Diclofénac<sup>®</sup>, dès la première heure de l'expérimentation. On en conclut que l'huile de grains de *Zizyphus jujuba* contiendrait des composés antisérotoniques et antihistaminiques et également des inhibiteurs des prostaglandines, comme Diclofénac<sup>®</sup> substance de référence dans notre test. Aussi, l'efficacité importante de l'huile de *Zizyphus jujuba* pourrait être liée au profil chimique de cette huile, car elle est riche en molécules biologiquement actives telles que les stérols (**Chouaibi,2012**) et l'acide oléique et linoléique. Ces molécules peuvent jouer un rôle déterminant pour cette activité biologique.

### Conclusion :

Les plantes médicinales constituent un patrimoine précieux pour l'humanité, grâce à leur richesse en substances naturelles appelées principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques et biotechnologiques. Ces substances naturelles considérées comme l'idéale alternative aux substances chimiques dans divers domaines tel que l'agroalimentaire, la santé, cosmétique...). Pour cela nous sommes intéressés à étudier l'activité antioxydante, anti-inflammatoire d'huile végétale des graines de *Ziziphus jujuba* qui appartient à la famille de Rhamnaceae qui est très utile en Algérie connue par sa propriété nutritionnelle, thérapeutique et économique.

Dans la première partie de cet étude nous avons axé notre travail sur l'extraction d'huile végétale des graines de *Z.jujuba* et leur caractérisation physico-chimique et la détermination de la composition en acide gras faite par CPG qui montre un profil composé de 12 acides gras à pourcentage différent, se compose principalement d'acide oléique (47.02%) qui leur confère les mêmes propriétés que celle de l'huile d'olive et en acide linoléique (37.40%) comme l'huile de tournesol et de carthame. Ces deux types de prédominance permettent plusieurs voies de valorisation dans l'alimentaire directe et en lipochimie, notamment en savonnerie, dans l'industrie des tensioactifs, dans l'industrie des lubrifiants industriels et en cosmétologie. Les indices de qualité d'huile montrent une acidité de 25.09% et un indice de saponification de 98.175mg KOH/g avec un indice de réfraction de 35.000105.

Dans la deuxième partie, nous sommes intéressés sur les vertus biologiques de cette plante et plus précisément l'activité antioxydante et anti-inflammatoire. Pour évaluer l'activité antioxydante nous avons utilisé deux méthodes le piégeage des radicaux libres DPPH et  $\beta$  carotène. Pour le test de DPPH, il a été montré que l'huile a une grande capacité de  $8.42 \pm 0.124$  mg/ml, contre le BHT qui présente une IC<sub>50</sub> de  $10.08 \pm 0.041$  mg/ml et le test de blanchissement de  $\beta$  carotène détermine que l'huile a un pouvoir réducteur mais plus faible que le BHT.

Le test *in vivo* de l'effet anti-inflammatoire d'huile montre un très bon effet anti-inflammatoire et immédiat avec un pourcentage d'inhibition maximale à une première heure ( $55.89 \pm 0.034\%$ ) vis-à-vis au Diclofénac<sup>®</sup> ( $19.88 \pm 0.122\%$ ) à la même heure.

L'évaluation de l'activité anti-inflammatoire et antioxydante d'huile végétale de *Z.jujuba* montre que cette plante possède un pouvoir pharmacologique, ce qui supporte son usage traditionnel pour le soulagement de diverses affections inflammatoires.

Les résultats obtenus lors de cette étude sont intéressants, mais des études complémentaires sont nécessaires pour comprendre les mécanismes moléculaires et cellulaires



de ces effets par exemple : Faire des tests biochimiques comme CRP et VS, Étudié la toxicité d'huile, Étudié la toxicité d'huile, Mettre au point une technologie de décortilage des graines ainsi qu'un bon processus d'extraction Il reste cependant à mettre au point une technologie efficace de décortilage des graines, vu leur dureté, ainsi qu'un bon processus d'extraction d'huile à grande échelle.

1. **Abdeddaim Mohamed (2016)**.Thèse de Doctorat, Etude de la composition biochimique des fruits de cinq espèces végétales présentes dans la région des Aurès en vue de leur utilisation alimentaire ou pharmacologique.
2. **Achat S. (2013)**. Polyphénols de l'alimentation : Extraction, pouvoir antioxydant et interaction avec des ions métalliques. Thèse de doctorat. Université d'Avignon.
3. **Azam Ali S., Bonkougou E., Bowe C., Dekock C., Godara A., Williams J.T., 2006** Ber and other jujubes SO17 1BJ, UK. Centre for Underutilised Crops,289 P.
4. **Bâa A., Guissoub T., Duponnois R., Plenchetted C., Sackoe O., Sidibéf D., Syllag K. et Windoug B. (2001)**. Mycorhization contrôlée et fertilisation phosphatée: Applications à la domestication du jujubier. *Article de synthèse*. 56: 261-269.
5. **Bahorum T., 1997** - Substances naturelles actives. La flore Mauricienne : une source d'approvisionnement potentielle. *Food and Agricultural Research council Mauritiyas* p 83-94.
6. **Belyagoubi N. (2012)**. Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien. Thèse de doctorat. Université Aboubakr Belkaïd,Tlemcen.
7. **Bensalem Gada (2015)**, l'huile de lentisque (*pistacialentiscus l.*) dans l'est algérien caractéristique physico-chimique et composition en acide gras.
8. **Bereau, D. (2001)**. *Huiles et fractions insaponifiables de huit espèces de palmiers amazoniens*. (Thèse de doctorat). Institut national polytechnique de Toulouse, France.
9. **Biyiti L., Meko'o D., Tamzc V. & Amvam Zollo P., 2004-** Recherche de l'activité antibactérienne de quatre plantes médicinales camerounaises. *Pharm. Med. Trad. Afr.*, 13: 11- 20.
10. **Boukelouaa A., Belkhirib A., Djerroua Z., Bahric L., Boulebdad N. et Hamdi Pachaa Y. 2012**. Acute toxicity of *Opuntia ficus indica* and *Pistacia lentiscus* seed oils mice. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative medicines*, 9(4) : 607-611.
11. **Boukelouaa A., Belkhirib A., Djerroua Z., Bahric L., Boulebdad N. et Hamdi Pachaa Y. 2012**. Acute toxicity of *Opuntia ficus indica* and *Pistacia lentiscus* seed oils mice. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative medicines*, 9(4) : 607-611.
12. **Bourkhiss M., Hnach M., Paolini J., Costa J., Farah A. et Satrani B. (2010)**. Propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires des huiles essentielles des différentes parties de *tetraclinis articulata* (vahl) masters du maroc. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*. 79: 141-154.
13. **Carole. B.M, (2008)**. La Phytothérapie pour les animaux. I. Le Manuscrit (Ed). 20 Rue des petits Champs 75002. Paris. France. 978-2-304-00885-2
14. **Cetkovic G., Canadanovic-Brunet J., Djilas S., Savatovic S., Mandic A. et Tumbas V., 2008** - Assessment of polyphenolic content and *in vitro* antiradical characteristics of apple pomace. *Food Chemistry*, 109, 340-347.

15. **Charles N Serhan, Peter A Ward and Derek W Gilroy (2010)**. Fundamentals of Inflammation. *Cambridge University Press*, 2-3.
16. **Charrouf Z.** 2002. Valorisation de l'arganier : Résultats et perspectives. *Espérance Médicale*, 8: 261-270.
17. **Charrouf Z.** et **Guillaume D.** 1999. Ethnoeconomical, ethnomedical, and phytochemical study of *Argania spinosa* (L.) Skeels. *Journal of Ethnopharmacology*, 67 : 7-14.
18. **Chouaibi M, Mahfoudhi N, Rezig L, et al (2012)** A comparative study on physicochemical, rheological and surface tension properties of Tunisian jujube (*Zizyphus lotus* L.) seed and vegetable oils. *J Sci Food Agric* 92:1171-7
19. **Cossut, e. a. (2002)**. Les Corps Gras: Entre Tradition et Modernité.
20. **Curtay J.P., Robin J.M.** (2000) Intérêt des complexes antioxydants. *Nutrithérapie Info*. 4p
  
21. **D. Ollivier**, "Recherche d'adultération dans les huiles végétales : application à la qualité des huiles vierges et notamment de l'huile d'olive," *Ol. Corps Gras Lipides*, vol.10, no.4, pp.315-320, Jul.2003.
22. **Dacosta Y. (2003)**. Les phytonutriments bioactifs. Yves Dacosta (Ed). Paris 317 p
23. **Delaquis et al, 2001**.their antimicrobial activate and its determination. *Journal of Food safety*, 9(2): 97-118.
24. **DelazerA,Reid RG, Sarker SD(2004)** : GC/MS analysis of the essential oil from the oleoresin of pistacia lentiscuc. *Chimistry of Naturel coumpoud* 40(1) : 24-27 .
25. **Diallo, D., Sanogo R., Yasambou, H., Traore, A., Coulibaly, K. et Maïga, A. (2004)**. Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali, 7 (10-11) : 1073-1080.
26. **Dinarvand M. et Zarinkamar F., 2006** - Anatomy-taxonomy of the genus *Ziziphus* in Iran. *Iran. Journ. Bot.*, 12 (1), 36-41.
27. **Djerrou Z. 2014**. Anti-hypercholesterolemic effect of *Pistacia lentiscus* fatty oil in egg yolkfed rabbits: a comparative study with simvastatin. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 12 (8): 0561-0566.
28. **DOSSIER FONCTIONNALITES DES HUILES** Article OCL VOL. 19 N8 2 "Huiles et corps gras végétaux" : ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel mars-avril 2012.
29. **Duraffourd. C, Lapraz. J.C, Chemli. R, (1997)**. La plante médicinale de la tradition à la science. 1er congrès International. Tunis (Ed.). Granche. Paris. France. .
  
30. **Eiznhamer D. , Xu Z.** (2004) Betulinic acid : a promising anticancer candidate. *Int Drugs* 4: 359-373
31. **EL Aloui M., Laamouri A., Albouchi A. et Hasnaoui B., 2010** -Variabilité morphologique de quatre écotypes de *Ziziphus zizyphus* (L.) H. Karst en Tunisie (poster). 1er colloque International sur les Ressources Sylvopastorales et Développement Durable en Méditerranée, Tabarka.

32. **El Aloui M., Mguis K., Laamouri A., Albouchi A., Cerny M., Mathieu C, Vilarem G. et Hasnaoui B., 2012** - Fatty acids and sterols oils compositions of four Tunisian ecotypes of *Ziziphus Zizyphus* (L.) H. Karst., *Acta Bot. Gallica*, 159 (1).
33. **El Hachimi F, El Antari A, Boujnah M, et al (2015)** Comparaison des huiles des graines et de la teneur en acides gras de différentes populations marocaines de jujubier, de grenadier et de figuier de barbarie. *J Mater Environ Sci* 6:1488–502
34. **El Hachimi F., El Antari A., Boujnah M., Bendrisse A. et Alfaiz C. (2015)**. Comparison of oils seed and fatty acid content of various Moroccan populations of jujube, grenadier and prickly pear. *Journal Mater. Environ. Science*. 6 (5) : 1488-1502.
35. **El Harfi M., Nabloussi A., Rizki H., Latrache H., Ennahli S. et Hanine H. 2015**. Biochemical assessment of the genetic diversity among thirteen moroccan genotypes of sesame (*Sesamum indicum*). *International Journal of Development Research*, 5 :4010-4020.
36. **Elkassouani N.**, Les produits cosmétiques pour les soins du visage. Thèse de Doctorat en Pharmacie  
N°:99/13. Faculté de Médecine et de pharmacie -Rabat (2013).
37. **Fauve R.M., Hevin M. (1998)** Réaction inflammatoire et réactions immunitaires. In: inflammation. Russo-Marie F., Peltier A., Polla B. S. Eds, John Libbey Eurotext (France) pp 10-19
38. **Favier A. (2003)** Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*. 108-115
39. **Fukuyama Y., Mizuta K., Nakagawa K., Chin W.J., and. Wa X.E. (1986)** A new neo-lignan, a prostaglandin I<sub>2</sub> inducer from the leaves of *Ziziphus jujuba*. *Planta Medica*. 6: 501-502
40. **Gao Q H., Wu C-S. et Wang M. (2013)**. The jujube (*ziziphus jujuba* Mill) fruit. A review of current knowledge composition and health benefits. *Journal of Agricultural and food chemistry*. 61: 3351-3363.
41. **Gharby S., Harhar H., Kartah B., El Monfaloutti H., Maata N., Guillaume D., Benhadda T. et Charrouf Z. 2011**. Influence de l'origine du fruit (terroir, caprin) et de la méthode d'extraction sur la composition chimique, les caractéristiques organoleptiques et la stabilité de l'huile d'argane. Actes du Premier Congrès International de l'Arganier, Agadir, 8: 203-211.
42. **Goyal R., Sharma P L., Sing M. (2011)**. Possible attenuation of nitric oxide expression in anti-inflammatory of *Ziziphus jujuba* in rat. *Journal National Medicine*. 65: 514-518.
43. **Gueye P.M. (2007)** Phénotypes majeurs de l'haptoglobine humaine et stress oxydant induit par l'hémoglobine extra-érythrocytaire sur le globule rouge. Thèse de Doctorat. Université Louis Pasteur Strasbourg 247p.
44. **Guil-Guerrero J. L., Diaz Delgado A., Matallana Gonzalez M. C., Torija Isasa M. E., Plant. Foods Hum. Nutr. 59 (2004) 23 - 27.**

45. **Gusakova S.D., Sagdullaev Sh.Sh., Aripov K.N., Basher K.H.C., Kurkcuoglu M. et Demirci B., 1999** - Isomers of palmitolic acid in lipids and volatile substances from the fruits of *Ziziphus jujuba*, *Chemistry of Natural Compounds*, 35 (4), 401-403.
46. **Gusakova S.D., Sagdullaev Sh.Sh., Aripov K.N., Basher K.H.C., Kurkcuoglu M. et Demirci B., 1999** - Isomers of palmitolic acid in lipids and volatile substances from the fruits of *Ziziphus jujuba*, *Chemistry of Natural Compounds*, 35 (4), 401-403.
47. **Halliwell B et Whiteman M. (2004)** Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? *British Journal of pharmacology* 142:31-32
48. **Hidayat M.A., Fitri A. et Kuswandi B. (2017)**. Scanometry as microplate reader for high throughput method based on DPPH dry reagent for antioxidant assay. *Acta Pharmaceutica Sinica B*.
49. **Hilali M., Charrouf Z., Soulhi A., Hachimi L. et Guillaume D. 2005**. Influence of origin and extraction method on argan oil physico-chemical characteristics and composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (6) :2081–2087.
50. **Hseini S., Kahouadji A., Lazaroa. 28 (2007) 79 - 93.**
51. **Huang L.Y.W., Cai B., Li D., Liu J., Liu M. (1990)** A preliminary study on the pharmacology of the compound prescription huangqin tang and its component drugs. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi* 15: 115-128
52. **Kandji N. A. (2001)**. Etude de la composition chimique et de la qualité d'huiles végétales artisanales consommées au Sénégal. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université Cheikh Anta Diop, Faculté de médecine, de pharmacie et d'ontostomatologie, Dakar, 66 p.
53. **Kim D.S.H.L., Pezzuto J.M., Pisha E. (1998)** Synthesis of betulinic acid derivatives with activity against human melanoma. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters* 8: 1707-1712
54. **Kim, D. S. H. L., Pezzuto, J. M., Pisha, E. 1998** - Synthesis of betulinic acid derivatives with activity against human melanoma. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 8: 1707-1712.
55. **King A. et Young ; Su et al., 2002 G., 1999** - Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *Journal of the American dietetic association*, 99 (2), 213-218.
56. **Ko H-J., Yang Heejung., Hong E-H., Song J H., Kang S H. (2015)**. Antiinfluenza Activity of Betulinic Acid from *Zizyphus jujuba* on Influenza A/PR/8 Virus. *Biomolecules et Therapeutics*. 23(4): 345-349.
57. **Laamouri A. (2009)**. Contribution à l'étude des jujubiers en Tunisie Identification
58. : **Laisney**, Obtention des corps gras. In Manuel des corps gras. Volume 1. Ed. Tec et doc. Lavoisier 1992.
59. **Iambert, J. (2005)**. les huiles végétales:2000 plantes oléagineuses répertoriées .institut français des huiles végétales pures. p.17.
60. **Laurence, 2002**.les radicaux libres

61. **Lee S., Min B., Lee C., Kim K., Kho Y.** (2003) Cytotoxic triterpenoids from the fruits of *Zizyphus jujuba*. *Planta Medica* 69: 18-21
62. **Lee S., Min B., Lee C., Kim K., Kho Y., 2003** - Cytotoxic triterpenoids from the fruits of *Zizyphus jujuba*. *Planta Med.*, 69, 1051-1054.
63. **Li J.W., Fan L.P., Ding S.D. et Ding X.L., 2007** - Nutritional composition of five cultivars of Chinese jujube. *Food Chemistry*, 103 (2), 454-460.
64. **Liu W.K., Ho J.C.K., Cheung F.W.K., Liu B.P.L., Ye W.C. and Che C.T.** (2004) Apoptotic activity of betulinic acid derivatives on murine melanoma B16 cell line. *European Journal of Pharmacology* 498: 71-78
  
65. **Maamei–Habibatni Z. (2014).** *Pistacia lentiscus* L.: Evaluation pharmacotoxicologique. Thèse de Doctorat en sciences. Université de Constantine I, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Constantine, 138 p
66. **Mahajan R.T. et Chopda M.Z., 2009** - Phyto-Pharmacology of *Zizyphus jujuba* Mill., 3 (6), 320-329.
67. **Mahajan, R.T. et Chopda, M.Z. (2009).** Phyto-Pharmacologie de *Zizyphus jujuba* fraisage Un examen des plantes. *Phcog \* Rev*, 3: 320-9.
68. **Malik A., Kuliev Z.A., Akhmedov Yu.A., Vdovin A.D., et Abdullaev N.D., 1997** Proanthocyanidins of *Zizyphus jujube*. *Chemistry of Natural Compounds*, Vol. 33, No. 2.
69. **Michel T. (2011).** Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification : Application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophaë rhamnoides*). Thèse de doctorat. "Chimie Analytique – Phytochimie", Université d'Orléans.
70. **Mukharjee P.K., Mukharjee K., Rajesh Kumar M., Pal M. and Saha B.P.** (2003) Evaluation of the wound healing Activity of Some Herbal Formulations. *Phytother. Res.* 17: 265-268
71. **Munier P. (1973).** Le jujubier et sa culture fruits. 28(5) : 377-388.
  
72. **Nichilin, 2002.** Antifungal actives of crude extracts of *Mitracarpus villosus* (Rubiaceae). *J. ethnopharmacol.*, 40:137-140.
73. **Novelli, 1997.** Evaluation of antioxidant capacity. What capacity is behind measured by which method. *IUBMB Life*, 50, 323-329.
  
74. **Pisha E., Chai H., Lee I., Chagwedera T., Farnsworth N., Cordell G., Beecher C., Fong H., Kinghorn A., and Brown D.** (1995) Discovery of betulinic acid as a selective inhibitor of human melanoma that functions by induction of apoptosis. *Nat Med.* 10:1046-1051
75. **Prieto P., Pineda M. et Aguilar M. (1999).** Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Anal Biochem*, 269: 337-341.
76. **Prin L., Hachulla E., Hennache B., Bonnotte B., Dubucquoi S., Abbal M., Faure G., Bouletreau P.** (2009) Available from:



<http://w3med.univlille2.fr/inflammation/documents / Immuno 1.pdf>. Consulté le 01.02.2016

77. **Rankin J.A.** (2004) Biological mediators of acute inflammation. *AACN Clinical Issues* 15:3-17
78. **Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang m. et Rice-evans C. (1999).** Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. 26: 1231-1237.
79. **Ren F., Ye Y., Ye S., Jiang L., Zhang H. (2010).** Systematic evaluation of antioxidant capacities of the ethanolic extract of different tissues of jujube (*Ziziphus jujuba Mill.*) from China. *Food and Chemical Toxicology*. 48: 1461–1465.
80. **Rousselet et al, 2005,** Origin and physiological roles of inflammation Nature, 454,428-435.
81. **Rsaissi N., El Kamili B., Bencharki L., Hillali, Bouhache M., Inter. J. Sci. Eng. Res. 4 (2013) 1521 – 1528.**
  
82. **Salle J.L,1991 ;**Les huiles essentielles .Synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie .Edit :Frison-Roch .paris , pp :1-49.
83. **San B. et Yildirim A.N. (2010).** Phenolic, alpha-tocopherol, beta-carotene and fatty acid composition of four promising jujube (*Ziziphus jujuba Miller*) selections. *Journal of Food Composition and Analysis*. 23: 706-710.
84. **San B. et Yildirim A.N., 2010 -** Phenolic, alpha-tocophérol, beta-carotène and fatty acid composition for four promising jujube (*Ziziphus jujuba miller*) selections. *Journal of food composition and analysis*, 23 (7), 706-710.
85. **San B., Yildirim A.N., Polat M. et Yildirim F., 2009 -** Mineral composition of leaves and fruits of jujube. *Asian Journal of Chemistry*, Vol. 21, N° 4.
86. **Sarni-Manchado P. et Cheynier V., 2007 -** Les polyphénols en agroalimentaire. *Revue suisse Agric.*, 39 (2), 94.
87. **Sato H, Taketomi Y, Isogai Y, Masuda S, Kobayashi T, Yamamoto K and Murakami M (2009).** Group III secreted phospholipase A2 transgenic mice spontaneously develop inflammation. *Biochem J*, 421, 17-27.
88. **Schoroderet M.** (1992 Pharmacologie, des concepts fondamentaux aux applications thérapeutiques. Volume 2. Eds, *Office des publications universitaires* (Alger), pp : 523-530
89. **Shiv K., Ganachari M.S, Banappa Nagoor V.S. (2004)** Anti-inflammatory activity of *Ziziphus jujube* Lamk. Leaves extract in rats. *Journal of Natural Remedies* 4:183-185
90. **Souley A.B.** (2004) Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Combretum glutinosum Perr.* ex DC (Combretaceae). Thèse de Doctorat .Université de Bamako Mali**Trabelsi H., Cherif O. A., Sakouhi F., Villeneuve P., Renaud J., Barouh N., Boukhchina S. et Mayer P. 2012.** Total lipid content, fatty acids and 4-desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacia lentiscus L.* growing wild in Tunisia. *Journal of Food Chemistry*, 131 : 434-440.

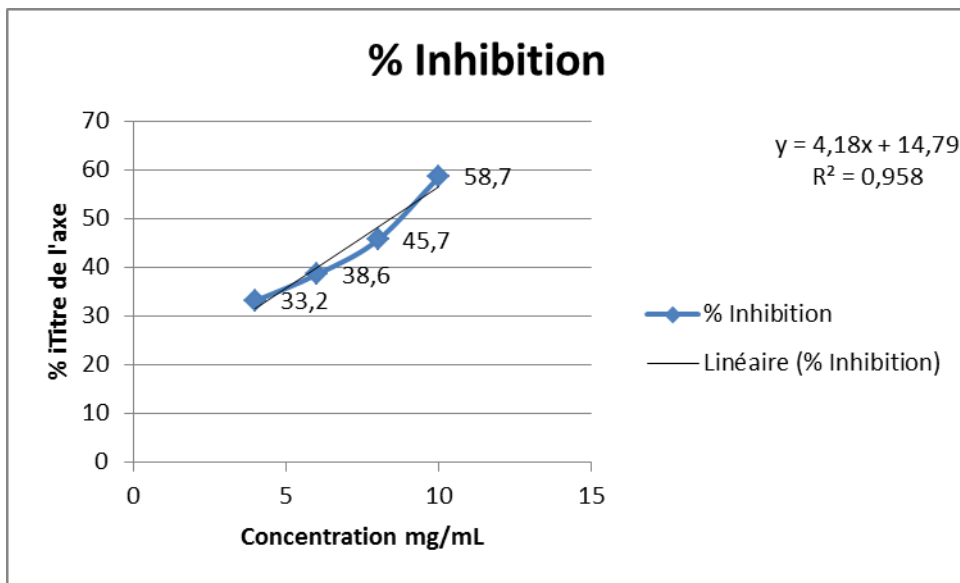
91. **Unten L., Koketsu M. et Kim M. (1997).** Antidiscoloring activity of green tea polyphenols on  $\beta$ -carotene. *J. Agr. Food. Chem.*, 45: 2009-2019.
92. **Vanden Berghe D.A. & Vlietinck, A.J., 1991-** Screening for antibacterial and antiviral agents. *In: Hostettmann, K. (Ed.), Methods in Plant Biochemistry, Vol. 6, Assays for Bioactivity.* London, Academic Press, 47-59.
93. **Vines R.A., 1960** - Trees, shrubs and woody vines of the Southwest. Austin: University of Texas Press. 1104p
94. **Weill B., Batteux F. (2003)** Immunopathologie et réaction inflammatoire. Bruxelles: De Boeck 310 p
95. **Weill B., Batteux F., Dhainaut J. (2003).** Immunopathologie et réactions inflammatoires. Eds, De Boeck Université (Paris), pp: 12-23.
96. **Yao, S. (2013).** Unique fruit development of ornamental 'Teapot' jujube. *HortTechnology*, 23:364–368.
97. **Yoo K-M., Lee C-H., Lee H., Moon B.K., Lee C.Y. (2008)** Relative antioxidant and cytoprotective activities of common herbs. *Food chemistry* 106:929-936.
98. **Zaanouna, Gharby S., Bakassa., Ait addia E. et Ait ichoud. 2014.** Kinetic parameter determination of roasted and unroasted argan oil oxidation under Rancimat test conditions. *Grasas y Aceites*, 65 (3).
99. **Zhao J., Li S.P., Yang F.Q., Li P. et Wang Y.T., 2006** - Simultaneous determination of saponins and fatty acids in *Ziziphus jujube* (Suanzaoren) by high performance liquid chromatography-evaporative light scattering detection and pressurized liquid extraction. *Journal of Chromatography A*, 1108, 188-194.
100. **Zhao J., Li S.P., Yang F.Q., Li P. et Wang Y.T., 2006** - Simultaneous determination of saponins and fatty acids in *Ziziphus jujube* (Suanzaoren) by high performance liquid chromatography-evaporative light scattering detection and pressurized liquid extraction. *Journal of Chromatography A*, 1108, 188-194.



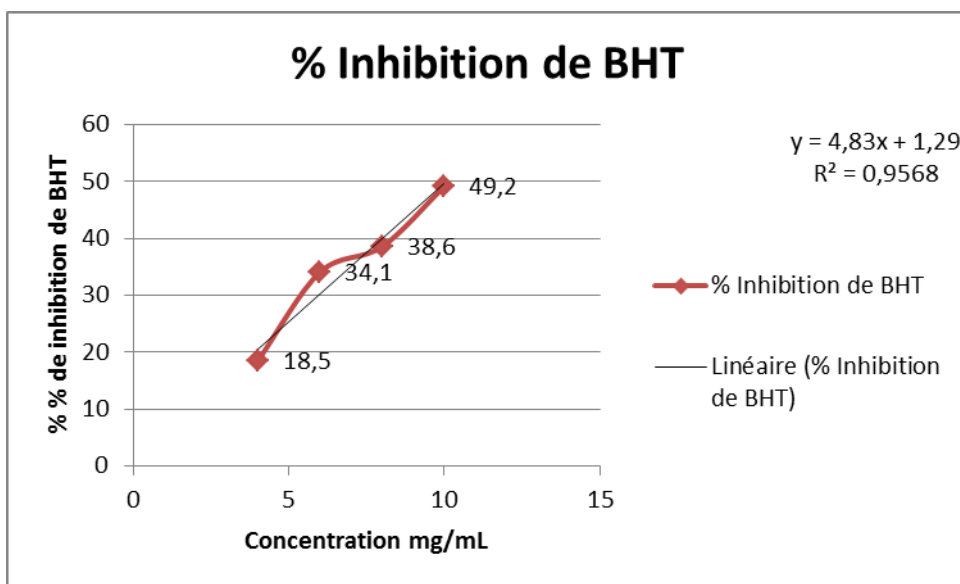
## Annexe1 :

Appareillage	Verreries	Solvant	Réactifs
Balance	Becher	Hexane	koH potasse alcoolique
Bain marie	Eprouvettes	Méthanol	phénolphtaléine
Spectrophotomètre	Tube à essai stériles	Ethanol	l'acide chlorhydrique HCl
évaporateur rotatif	Entonnoirs	Eau distillé	DPPH
Micropipette	Fiole	Ether de pétrole	BHT
d'un réfrigérant à reflux	Spatule		β- carotène
Agitateur	Pipettes graduées		chloroforme
Réfractomètre	Pince		acide linoléique
Surnage	Micropipettes		Tween 20
Barreau magnétique			carragénine
Chromatographie en phase gazeuse			déclophinaque
Plaque chauffant			Tween 40
Etuve			
Appareillage de soxhlet			

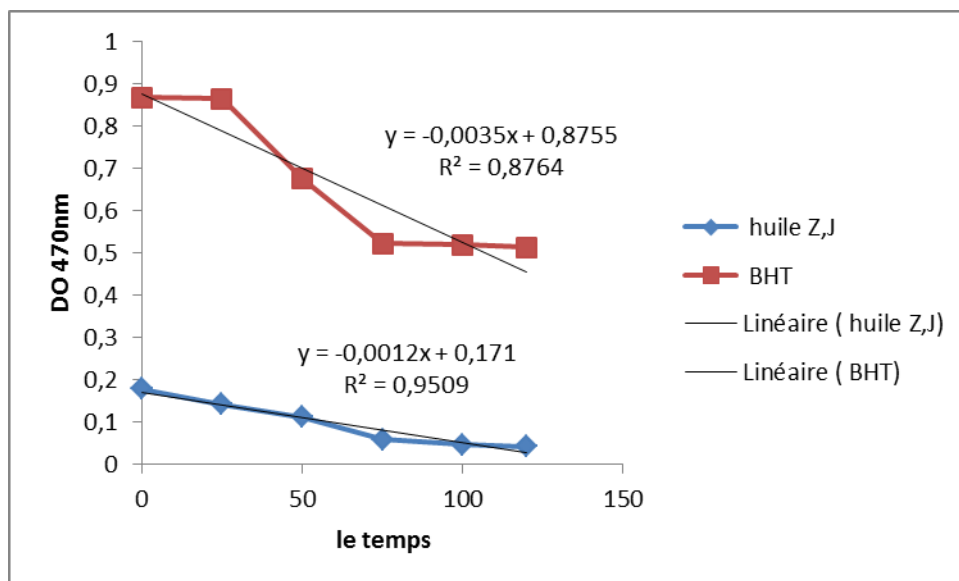
## Annexe 2



**Figure :** pouvoir anti radicalaire d'huile de *Ziziphus jujuba*.



**Figure :** pouvoir anti radicalaire de BHT.



**Figure : Cinétique de blanchissement du  $\beta$ -carotène à 470 nm en présence d' extrait huileux et du BHT**

### Annexe 3

**Tableau : les volumes des substances a injecté**

	Les poids des souris	Concentration de carragénine	Volume de l'extrait injecté au souris	Volume de NaCl	Volume de diclofenac
Lot 1	24	50 $\mu$ l	/	0.1 $\mu$ l	/
	21	50 $\mu$ l	/	0.1 $\mu$ l	/
	22	50 $\mu$ l	/	0.1 $\mu$ l	/
Lot2	25	50 $\mu$ l	7.5mg	/	/
	26	50 $\mu$ l	7.8mg	/	/
	27	50 $\mu$ L	8.1mg	/	/
Lot3	24g	50 $\mu$ l	/	/	1.8mg
	24g	50 $\mu$ l	/	/	1.8mg
	27g	50 $\mu$ l	/	/	2.025mg

Composition en acides gras de L'huile en (%)

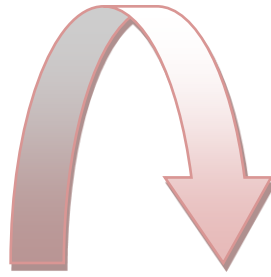
Acide gras	Dénomination	Echant.
<b>C16:0</b>	<b>Acide palmitique</b>	<b>5.71 %</b>
C16:1 $\omega$ 9	Acide Palmitoleique	0.46 %
C17:0	Acide margarique <sup>4</sup>	
C18:0	Acide stéarique	2.92 %
<b>C18:1<math>\omega</math>9</b>	<b>Acide oléique</b>	<b>47.02 %</b>
<b>C18:2<math>\omega</math>6</b>	<b>Acide linoléique</b>	<b>37.40 %</b>
C18:3 $\omega$ 3	Acide linoléinique	0.77 %
C20:1 $\omega$ 9	Acide gondoïque	3.46 ?%
C22/0	Acide Béhenique	1.39 %
Acide gras saturés		
Acides gras monoinsaturés		
Acides gras polyinsaturés		

Figure : la composition en acide gras d'huile *Z.jujuba*

## Annexe 4



**T<sub>0</sub> ; Gavage des souris**



**T<sub>0</sub>+ 1h .Injection de carragénine**



**Mesure de diamètre de l'œdème  
chaque heure**

**Figure :** Les différentes étapes de l'activité anti-inflammatoire.