

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم

Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم علوم التغذية والأمراض

Département science alimentaire



## Mémoire de fin d'étude

Présenté par :

**SNOUSSI RIHAM SAIDA**

**KEBDANI ABDELHAFID**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN SCIENCE ALIMENTAIRE**

**Spécialité : Nutrition et Pathologie.**

**THEME**

**Les effets antioxydants et antimicrobiens de l'extrait des  
graines de ricin récoltées dans la wilaya de Mostaganem**

**Soutenu le 20/06/2024**

**Devant le Jury de :**

**Dr N.BOUZIANE**

*Encadreur*

**Dr A.CHAALEL**

*Président*

**Dr A.BELGUENDOZ**

*Examinatrice*

## **Remerciements**

*Tout d'abord et avant tout nous remercions « Dieu » le tout puissant et le clément de nous avoir donné assez de courage et de force pour élaborer ce modeste travail.*

*Au terme de ce modeste travail, nous tenons à remercier infiniment et avec gratitude notre encadrant **Dr. BOUZIANE**, qui a accepté de nous encadrer et de diriger ce travail. Nous le remercions pour sa patience, son aide très précieuse et ses corrections sérieuses.*

*En second lieu Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury **Dr. CHAALEL** et **Dr. BOUKEZZOULA** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Nous souhaitons ensuite d'adresser nos remerciements les plus sincères à **Mme. Djahira** responsable de laboratoire de **LMBAFS**.*

*Nos remerciements s'étendent également à toute l'équipe pédagogique à la formation « Nutrition et pathologie », département des Sciences Alimentaires, et à tous les professeurs de l'université de Mostaganem qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.*

*On n'oublie pas nos parents pour leurs contributions, leurs soutiens et leurs patiences.*

*Enfin, on remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.*

## Dédicaces

Dieu tout Puissant merci pour le pouvoir et le courage que vous m'avez donné pour compléter ce travail.

A ma mère **HADJER MADANI** : Maman, je n'oublierai jamais ton sage conseil prodigué à mon endroit. C'est toi qui disais qu'on ne remercie pas ses parents. Seulement, je ne trouve pas aujourd'hui un moyen d'éviter de te remercier pour tout ce que tu as fait pour nous. Ton souci primordial a toujours été la réussite de tes enfants, que tes sacrifices, des peines et tes privations trouvent leur récompense dans l'aboutissement de ce modeste travail qui est aussi le fruit de ta persévérance, de ton courage et surtout de ta patience.

A mon père **Dr. SNOUSSI** : J'ai toujours trouvé auprès de toi, compréhension et soutien. Tes prières et tes conseils ne m'ont jamais fait défaut tout au long de mes études. Trouve à travers ce modeste travail, récompense de ton affection, de tes sacrifices et de ta patience.

Ce travail est également le fruit de ton amour, tes bénédictions et surtout ta bonne éducation.

A mes sœurs : **Halima, Rama et Lina**. Pour leurs aides et leurs amours. Je vous souhaite beaucoup de bonheur et de succès.

A tous mes amis d'enfance. A tous mes camarades d'étude

A tous ceux qui ont contribué de près Ou de loin à la réalisation De ce travail.

A mon binôme **HAFID**

Surtout mes meilleurs amis **TOUTIA et HOUDA**



**RIHAM SAIDA**



## Dédicaces

*A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, J'ai pu réaliser ce travail*

*Je dédie ce modeste mémoire :*

*A ma chère mère que Dieu ait pitié d'elle, A mon cher Père qui m'a soutenu tout le long de mon cursus, pour leur patience, leur aide et leurs encouragements et ainsi que leurs prières.*

*A mes chers frères : **Zohir et Yacine**, A mes chères sœurs : **Wassifa et Khadija***

*A tous mes enseignants, car j'ai eu le privilège de profiter de leurs vastes connaissances, ainsi que leur profond savoir.*

*A mon encadreur **Dr. Bouzian** Grâce à votre encadrement, j'ai pu développer mes compétences et aborder les défis avec plus de confiance. Votre capacité à expliquer des concepts complexes de manière claire et accessible.*

*Et surtout à mon binôme **Riham**, Grâce à ton travail acharné et à ta capacité à résoudre les problèmes avec créativité, nous avons pu surmonter les défis et atteindre nos objectifs avec succès, je te remercie beaucoup*



**ABDELHAFID**



## ملخص

كان الهدف من هذه الدراسة هو التأثيرات المضادة للأكسدة والمضادة للميكروبات لمستخلص بذور الخروع التي تم حصادها في ولاية مستغانم. النشاط المضاد للأكسدة باستخدام الجذور الحرة DPPH، تشير النتائج إلى أن المستخلص الخام هو (7.5%). يتميز المستخلص بمستوى عالٍ من البوليفينول الكلي (145.07 ميكروغرام مكافئ هيدروكسي/مغ مستخلص) ومحتوى منخفض من الفلافونويد (71.81 ميكروغرام مكافئ هيدروكسي/مغ مستخلص).

مكنتنا نتائج هذه الدراسة من التأكد من أن النشاط المضاد للأكسدة لمستخلص حبوب الخروع يعزى أساساً إلى المركبات الفينولية. النشاط المضاد للميكروبات لمستخلص حبوب الخروع على 6 كائنات دقيقة مختبرة، *Escherichia coli*، *Candida albicans* ATCC 10231، *Bacillus cereus* ATCC 10876، *Staphylococcus aureus*، *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853، ATCC 25922، ATCC 33862 و *Salmonella typhimurium* ATCC 14028. نتائج النشاط المضاد للميكروبات المعبر عنها بقطر مناطق التثبيط بطريقة الانتشار في آبار AWDT، على التوالي ضد الزانفة الزنجارية ATCC 27853، المكورات العنقودية الذهبية ATCC 33862، العصية المخية ATCC 10876 والمبيضات البيضاء ATCC 10231. لم يلاحظ أي نشاط مضاد للميكروبات ضد الإشريكية القولونية ATCC 25922 وسالمونيلا تيفيموريوم ATCC 14028. يُظهر مستخلص بذور ريكينوس كومونيس إمكانات قوية كعامل مضاد للأكسدة بسبب تركيبته الغنية بالبوليفينول، في حين يجب أن تؤخذ في الاعتبار خصائصه المضادة للميكروبات الأكثر تحديداً وفعالية ضد بعض مسببات الأمراض.

**الكلمات المفتاحية:** Ricinus Communis، البوليفينول، الفلافونويد، النشاط المضاد للأكسدة، DPPH، النشاط المضاد للميكروبات، السلالات المسببة للأمراض.

# Résumé

L'objectif de ce présent travail est d'étude des effets antioxydants et antimicrobiens de l'extrait des graines de *Ricinus communis* récoltées dans la wilaya de Mostaganem. L'activité antioxydant en utilisant le radical libre DPPH, Les résultats indiquent un rendement en extrait brut est (7,5%). Par ailleurs, se caractérise par a un taux important en Polyphénols totaux (145.07 µg EA/mg d'extrait), une teneur faible en flavonoïdes de (71.81 µg EQ/mg d'extrait). Les résultats de cette étude nous ont permis d'affirmer que l'activité antioxydante de l'extrait de grain de *R. communis* revient essentiellement aux composés Phénoliques. L'activité antimicrobien de l'extrait de grain de *R. communis* sur 6 microorganismes testées, *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Candida albicans* ATCC 10231, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 33862 et *Salmonella typhimurium* ATCC 14028. Les résultats de l'activité antagoniste exprimée par le diamètre des zones d'inhibitions par méthode de diffusion en puits AWDT, respectivement vis à vis de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 33862, *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Candida albicans* ATCC 10231 et *Salmonella typhimurium* ATCC 14028. Aucune activité antimicrobienne n'a été notée vis-à-vis d'*Escherichia coli* ATCC 25922 et *Sal. typhimurium* ATCC 14028. L'extrait de graines de *R. communis* montre un fort potentiel comme agent antioxydant en raison de sa riche composition en polyphénols, tandis que ses propriétés antimicrobiennes sont plus spécifiques et efficaces contre certains pathogènes doivent être prises en compte.

**Mots clés :** *Ricinus Communis*, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante, DPPH, activité antimicrobienne, Souches pathogènes

# Abstract

The objective of this study of the antioxidant and antimicrobial effects of the extract from *Ricinus Communis* seeds harvested in the Mostaganem province. The antioxidant activity was assessed using the DPPH free radical, and the results indicate a crude extract yield of 7.5%. Furthermore, the extract is characterized by a significant total polyphenol content of 145.07 µg gallic acid equivalents/mg of extract, and a low flavonoid content of 71.81 µg quercetin equivalents/mg of extract. The study results confirm that the antioxidant activity of the *R. communis* seed extract is mainly attributed to phenolic compounds. The antimicrobial activity of the *R. communis* seed extract was tested against 6 microorganisms: *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Candida albicans* ATCC 10231, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, and *Staphylococcus aureus* ATCC 33862 and *Salmonella typhimurium* ATCC 14028. The antagonistic activity results were expressed as the diameter of inhibition zones using the agar well diffusion test method, specifically towards *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 33862, *Bacillus cereus* ATCC 10876, and *Candida albicans* ATCC 10231. No antimicrobial activity was observed against *Escherichia coli* ATCC 25922 and *Salmonella typhimurium* ATCC 14028. The *R. communis* seed extract shows a strong potential as an antioxidant agent due to its rich polyphenol composition, while its antimicrobial properties are more specific and effective against certain pathogens, which should be taken into consideration.

**Keywords :** *Ricinus Communis*, polyphenols, flavonoids, antioxydant activity, DPPH, antimicrobial activity, Pathogenic strains

## Liste des abréviations

**R. communis** : Ricinus Communis.

**LMBAFS** : Laboratoire des Microorganismes Bénéfiques, des Aliments Fonctionnels et de la Santé.

**OMS** : Organisation Mondiale de la santé.

**ATCC**: American Type Culture Collection.

**AWDT**: Agar Well Diffusion Test.

**DPPH** : Diphenyl-picrylhydrazyle.

**EQ** : Équivalent de quercétine.

**G** : Gramme.

**H** : Heure.

**IC50** : Concentration permettant d'inhiber 50 % du radical DPPH.

**M** : Masse.

**UV** : Radiations ultra-violettes.

**µg** : Microgramme.

**Mg** : Milligramme.

**Min** : Minute.

**ml** : Millilitre.

**Nm** : Nanomètre.

**(%)** : Pourcentage.



## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Ricinus communis en période de maturation (Boudeguig & Gouaidia, 2020).....	4
<b>Figure 2</b> : Types des feuilles de Ricinus communis (Boudeguig & Gouaidia, 2020). ....	6
<b>Figure 3</b> : Inflorescence chez le ricin ; Fleurs femelles apicales et fleurs mâle basales (Prat et al., 2005 ; Ghnimi, 2018) .....	6
<b>Figure 4</b> : Structure du fruit triloculaire chez Ricinus communis (Prat et al., 2005). ....	7
<b>Figure 5</b> : Graine de Ricin avec sa caroncule au sommet (Van-Welzen, 2001). ....	8
<b>Figure 6</b> : Calendrier de la culture du ricin au Gujarat et dans l'Andhra Pradesh, Inde. ....	10
<b>Figure 7</b> : Huile de ricin.....	10
<b>Figure 8</b> : Les différents composants de la graine de ricin (Sachs et al., 2007). ....	12
<b>Figure 9</b> : Structure de l'huile de ricin (Cangemi et al., 2008) .....	17
<b>Figure 10</b> : Structure de ricine (Montfort et al., 1987). ....	18
<b>Figure 11</b> : La structure chimique de ricinine (Anete et al., 1999).....	18
<b>Figure 12</b> : Squelette de base des flavonoïdes (Walton et Brown, 1999).....	23
<b>Figure 13</b> : Graines de ricin verte. ....	28
<b>Figure 14</b> : La préparation de l'extrait de grain de R. communis.....	31
<b>Figure 15</b> : LES DIFFERENTS ETAPES REALISEES DANS L'EXPERIMENTATION. ....	32
<b>Figure 16</b> : MECANISME D'ACTION DE DPPH.....	35
<b>Figure 17</b> : Mécanisme réactionnel du test DPPH (Molyneux, 2004). ....	36
<b>Figure 18</b> : Concentration du Polyphénols d'extrait de grains de ricin. ....	41
<b>Figure 19</b> : Courbe étalon de l'acide gallique. ....	42
<b>Figure 20</b> : Résultat des flavonoïdes totaux. ....	42
<b>Figure 21</b> : Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes totaux.....	43
<b>Figure 22</b> : CONCENTRATION DU DPPH D'EXTRAIT DE GRAINS DE RICIN. ....	44
<b>Figure 23</b> : Courbe étalon d'acide ascorbique.....	44
<b>Figure 24</b> : Courbe d'étalonnage du DPPH.....	45
<b>Figure 25</b> : Pouvoir antibactérienne d'extrait brut de grain de R.Communis par la méthode de diffusion en puits vis-à-vis de Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853, Escherichia coli ATCC 25922, Candida albicans ATCC 1023, Staphylococcus aureus ATCC 33862, Bacillus cereus ATCC 10876 et Salmonella typhimurium ATCC 14028. ....	46

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Propriétés physiques d'huile de ricin brut (Akpan et al., 2006).....	16
<b>Tableau 2</b> : Propriétés chimiques d'huile de ricin brut (Akpan et al., 2006).....	17
<b>Tableau 3</b> : Propriétés pharmacologiques du R. communis .....	19
<b>Tableau 4</b> : Quelques classes des polyphénols (Macheix et al.,2005 ; Sarni-Manchado et Cheyneir, 2006 ; Bruneton, 1999).....	22
<b>Tableau 5</b> : Les différentes méthodes d'évaluation du pouvoir antioxydant (Salah et al., 1995) . .	26
<b>Tableau 6</b> : TENEURS EN PHENOLS TOTAUX, ET EN FLAVONOÏDES DE L'EXTRAIT BRUT DE GRAIN DE R. COMMUNIS. ....	43
<b>Tableau 7</b> : Résultats obtenus par le pouvoir antibactérienne d'extrait brut de R. communis .....	47

## Tables des matières

Remerciements .....	I
Dédicaces .....	II
Résumé .....	V
Liste des abréviations .....	VII
Liste des figures .....	VIII
Liste des tableaux .....	IX
Introduction .....	1

### CHAPITRE I La partie bibliographique

1. Présentation et description de l'espèce .....	3
1.1. Morphologie : .....	3
1.2. Généralité sur le genre Ricinus : .....	3
1.3. Nomenclature de Ricinus communis .....	4
1.4. Origine et Habitat : .....	5
1.5. Systématique de Ricinus communis : .....	5
1.6. Description botanique du taxon : .....	5
1.6.1. La floraison : .....	6
1.6.2. Tige : .....	7
1.6.3. Les fruits et les graines : .....	7
1.7. Distribution biogéographique de l'espèce : .....	8
1.7.1. Propagation et répartition : .....	8
1.7.2. Culture du ricin : .....	9
1.8. Huile de ricin : .....	10
1.9. Conditions édaphoclimatiques : .....	11
1.9.1. Exigences climatiques : .....	11
1.9.2. Exigences édaphiques : .....	11
1.10. La phénologie : .....	11
1.11. Utilisation du ricin : .....	12
1.11.1. Utilisations traditionnelles : .....	12
1.11.2. Utilisations médicinales .....	14
1.11.3. Utilisation industrielle .....	14
1.12. Domaines d'applications : .....	15
1.13. Caractéristiques phytochimiques de Ricinus communis : .....	16
1.13.1. Propriétés physico-chimiques : .....	16
1.13.2. Ricine : .....	17

1.13.3. La ricinine : .....	18
1.14. Propriété pharmacologique : .....	19
1.15. Toxicité : .....	19
1.15.1. Principes actifs toxiques : .....	19
1.15.2. La ricinine : .....	20
1.15.3. L'huile de ricin : .....	21
2. LES POLYPHENOLS : .....	21
2.1. Définition : .....	21
2.2. Classification : .....	22
3. LES FLAVONOÏDES : .....	23
3.1. Définition : .....	23
3.2. Effets biologiques des Flavonoïdes : .....	24
4. Pouvoir antioxydant des polyphénols : .....	25
4.1. Généralités sur les antioxydants : .....	25
4.2. Mécanismes et pouvoir antioxydant des polyphénols : .....	25
4.3. Captures directes des radicaux libres : .....	26
4.4. Les méthodes d'évaluation du pouvoir antioxydant : .....	26

## **CHAPITRE II Partie expérimentale**

Matériels et Méthodes. ....	28
1. Objectif de travail : .....	28
2. Echantillonnage : .....	28
3. Matériel végétal : .....	29
3.1. Présentation de Ricinus communis : .....	29
3.2. Préparation de l'extrait Méthanoïque de Ricinus communis : .....	29
3.3. Réactifs chimiques : .....	32
3.4. Le Rendement Obtenu : .....	33
4. Dosage des Polyphénols Totaux : .....	33
4.1. Méthode : .....	33
4.2. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique : .....	33
5. Dosage des Flavonoïdes totaux : .....	34
5.1. Méthode : .....	34
5.2. Courbe d'étalonnage de la Quercétine : .....	34
6. Etude des activités antioxydantes : .....	34
6.1. Mesure du pouvoir antioxydant : .....	34
6.2. Evaluation de l'activité anti-oxydant par le test DPPH : .....	34

6.2.1.	Principe du test DPPH :.....	35
6.3.	Mode Opérateur :.....	35
6.3.1.	Préparation des échantillons :.....	35
6.3.2.	Courbe d'étalonnage : .....	36
7.	Etude d'activité antimicrobienne :.....	36
7.1.	Réactivation de souches pathogènes : .....	36
7.1.1.	Les souches pathogènes utilisées : .....	36
7.1.2.	Le renouvellement et l'enrichissement des souches pathogènes : .....	36
7.1.3.	Méthode de diffusion en puits AWDT : .....	37
7.2.	Description des microorganismes étudiés : .....	37
7.2.1.	Staphylococcus aureus : .....	37
7.2.2.	Escherichia coli : .....	37
7.2.3.	Pseudomonas aeruginosa : .....	38
7.2.4.	Bacillus cereus : .....	38
7.2.5.	Candida albicans : .....	39
7.2.6.	Salmonella :.....	39

### **CHAPITRE III Résultats et discussion**

1.	Résultats :.....	41
1.1.	Rendement d'extraction des grains de R. communis : .....	41
1.1.1.	Dosage des Composés Phénolique :.....	41
1.1.2.	Taux de Polyphénols totaux dans l'extrait de R. communis : .....	41
1.2.	Flavonoïdes totaux dans l'extrait de R. communis : .....	42
1.3.	Evaluation du pouvoir antioxydant : .....	43
2.	Test de réduction du radical libre le DPPH :.....	44
3.	Calcul des pourcentages d'inhibitions I% : .....	45
4.	Pouvoir de l'activité antimicrobienne d'extrait de grain de R. communis :.....	45
5.	Discussion des résultats obtenus de pouvoir antibactérienne d'extrait brut de grain de ricin :47	
6.	Comparaison : .....	48
6.1.	Effets antioxydants Méthode d'évaluation :.....	48
6.1.1.	Résultats spécifiques : .....	48
6.2.	Effets antimicrobiens Méthode d'évaluation : .....	48
6.2.1.	Résultats spécifiques : .....	49
7.	Comparaison et interprétation :.....	49
7.1.	Nature des effets : .....	49
7.1.1.	Mécanismes d'action : .....	49

7.2. Efficacité relative :.....	49
7.3. Applications potentielles : .....	50
8. Conclusion Et Perspectives :.....	50
References : .....	53

# Introduction

Depuis plusieurs années, l'utilisation des plantes médicinales ou des préparations à base des plantes connaît un succès croissant. Ainsi, d'après les estimations, 80% de la population mondiale dépend principalement de la médecine traditionnelle (*OMS, 2012*). Une analyse des prescriptions médicales menée aux Etats unis entre 1959 et 1980 a montré que 25% d'entre elles contenaient un principe issu du règne végétale (*Farnsworth, 1988*), tandis qu'environ 60% de prescriptions en Europe proviennent directement ou indirectement des plantes (*Rao et al., 2004*). Le règne végétal est une riche source de composés organiques, dont beaucoup ont été utilisés à des fins médicinales.

Le ricin (*Ricinus communis*) est présent dans le monde entier. Il est cultivé comme plante ornementale et commercialement pour l'huile contenue dans ses graines. Le ricin contient plusieurs toxines connues. La ricine, un puissant inhibiteur de ribosomes, est la plus connue. La ricine est un polypeptide composé d'une chaîne A de 30 kDa et d'une chaîne B de 32 kDa liées par une liaison disulfite, La chaîne A inhibe la synthèse des protéines en modifiant les sous-unités 22S des ribosomes, ce qui entraîne la mort cellulaire. La ricine se trouverait à des concentrations de 1 à 5 % dans les graines du ricin. On craint que l'ingestion de seulement 5 à 10 graines puissent être fatale. Des cas de morbidité tardive, notamment d'hépatotoxicité, ont également été signalés. Toutefois, les résultats rapportés d'ingestions importantes se sont traduits par une morbidité minime et aucune mortalité. Compte tenu des contradictions. Concernant les dommages potentiels rapportés dans la littérature médicale.

C'est pour cela nous sommes intéressées à étudier les effets antioxydant et antimicrobienne de cette plante *R. communis* récolte des grains de la plante a été réalisée manuellement, pendant les mois d'Avril et Mai (2024), de la wilaya du Mostaganem, nous prends l'échantillon de l'université Abdelhamid ibn badis (Lines)

Ainsi des travaux antérieurs ont montré que l'extrait de graines de *R. communis* a une meilleure activité antioxydant est très riche en phénols totaux (145.07 µg EA/mg extrait) par rapport les flavonoïdes totaux (71.81 µg EQ/mg extrait).

Notre travail est organisé en plusieurs parties :

- La première partie de notre travail repose sur une synthèse bibliographique regroupant des informations essentielles sur la plante *R. communis* et son huile, en mettant la lumière sur ses propriétés antioxydant et antimicrobienne.
- La deuxième partie de notre étude décrit le matériel biologique utilisé ainsi que les méthodes d'analyses et d'interprétation des résultats.
- Dans la troisième partie, les résultats sont présentés et discutés en les comparant aux données publiées dans la littérature scientifique internationale.

Enfin, l'étude se termine par une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus et propose des perspectives d'avenir éventuelles.

# **CHAPITRE I**

## **partie bibliographique**



## 1. Présentation et description de l'espèce

*Ricinus communis* est une plante du sous règne des Phanérogames, de l'embranchement Spermaphyte (plante à graine), de sous l'embranchement Angiosperme (Magnoliophyta : Plantes à fleurs), de la classe des Magnoliopsidae, de sous classe des Rosidae, de l'ordre des Euphorbiales et de la famille des Euphorbiaceae (Anjani, 2005 ; Nguessan et al., 2009). Cette famille compte entre 5000 et 8000 espèces réparties dans environ 300 genres.

Le genre *Ricinus* est représenté par une seule espèce : *Ricinus communis* L. (*Polvèche, 1996 ; Belharrane-Boumaza, 2014 ; Benrezig-Mahdjouba, 2016 ; Ghnimi, 2018*).

### 1.1. Morphologie :

Le ricin est un arbuste vivace à croissance rapide ou un petit arbuste à bois lisse pouvant atteindre 6 mètres de hauteur ou plus, mais il n'est pas rustique dans la nature. La plante est cultivée pour la couleur de ses feuilles et de ses fleurs et pour la production d'huile. Les feuilles sont vertes ou rouges et ont un diamètre de 30 à 60 cm. Les feuilles ont 5-12 lobes profonds avec des lobes grossièrement dentés qui sont alternés et se chevauchent. Les tiges sont inégalement pigmentées. Les fleurs sont monoïques et mesurent environ 30-60 cm<sup>2</sup>, le fruit est une capsule épineuse à trois cellules. La capsule du fruit est recouverte d'un fin fil et est divisée en trois capsules à double tranchant. Les graines varient considérablement en taille et en couleur. Elles sont ovales, quelque peu comprimées, longues de 8 à 18 mm et larges de 4 à 12 mm. La testa est très molle, fine et fragile. Les graines de ricin contiennent un appendice verruqueux appelé circule, qui se trouve généralement à une extrémité à partir de laquelle le raphé s'étend et se termine par un cotylédon légèrement surélevé à l'extrémité opposée de la graine (*Trease et Evans, 2002*).

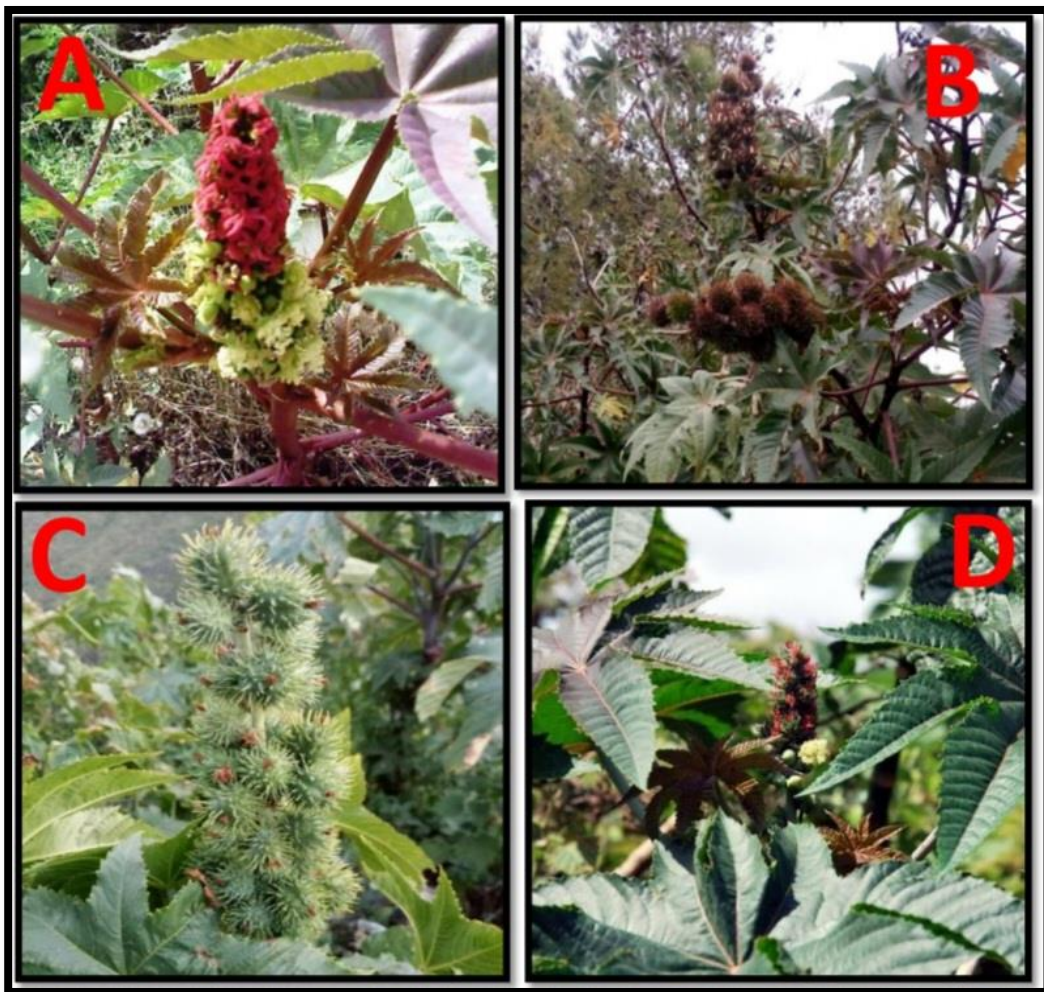
### 1.2. Généralité sur le genre *Ricinus* :

Le nom générique *Ricinus* signifie « tique » en latin : la graine est ainsi nommée parce qu'elle a des marques et une bosse qui la fait ressembler à certaines tiques (*Ramprasad & Bandopadhyay, 2010 ; Armstrong, 1982*). *Ricinus* ou *Ricinus communis* fait partie de la famille des Euphorbiaceae et contient 8100 espèces. Nom de l'espèce, communis vient du mot latin commun et signifie simplement « commun ». La plante est le seul représentant du genre *Ricinus*, ce sont des plantes herbacées, des arbustes ou des arbres à grandes feuilles de *palmier* (*Witchard, 1997 ; Paul & Tanigoshi, 1999 ; Malath et al., 2006 ; Ledent & Mairesse, 2008*). Les plantes originaires d'Afrique tropicales sont répandues dans le monde entier (*Sijelmassi, 1991*) et peuvent être développées sous forme d'arbres, qui peuvent être plantés à grande échelle et peuvent atteindre une hauteur de plus de 10 m (*Dumeignil, 2012*), principalement en Inde, au Brésil et en Chine (Production d'huile de ricin). L'apparence de cette famille de plantes est très variable et se

caractérise essentiellement par du latex blanc irritant la peau, collant et épais avec un fruit à trois loges (*Lagnika, 2005 ; Dumeignil, 2012 ; Belharrane-Boumaza, 2014*). Selon la variété et la maturité de la plante, les feuilles sont vertes ou rouges (figure 01) avec de longues tiges de palmier et des bords dentelés (*Dumeignil, 2012*).

### 1.3. Nomenclature de *Ricinus communis*.

*R. communis* est appelée communément en arabe kharouâa (*Ghrabi, 2005*). Il est également appelé Castor plant, castor oil plant ou Palma Christi en Anglais (*Lorenzo & Lynne, 1998 ; Grace, 2007 ; Volkshard & Nogueira, 2007 ; Leo et al., 2009*) et ricin en français (Maroyi, 2007). Le nom commun de *R. communis* en Brésil est Carrapateira ou mamoneira (Cristiane et al., 2009), tandis qu'en Mexique est Huiguerilla (*Adolfo & Heinrich, 2005*). Au Nigeria, selon les régions, le nom commun du ricin est Zurman (en Hausa), Laraa (en Yoruba), Ogilisi (en Igbo), Kpamfini gulu (en Nupe), (*Sule & Sani, 2008*). Le ricin est connu par le nom de Arand en Pakistan (*Qureshi, 2009 ; Cheema, 2012*). Cependant en Inde plusieurs appellation selon les régions tel que Erandah, Amudam, Erandi et Arand (*Poonam et al., 2008*).



**Figure 1** : *Ricinus communis* en période de maturation (Boudeguig & Gouaidia, 2020).

(A : exemple d'inflorescences du Ricin, B : les graines à la fin de la période de végétation (brun-rouge), C : développement des capsules vertes qui contiennent des graines. D : les feuilles (grandes feuilles palmées).

#### 1.4. Origine et Habitat :

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

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

#### 1.5. Systématique de *Ricinus communis* :

La systématique de *Ricinus communis* (Anjani, 2005 ; Aslania et al., 2007) est comme suite :

- **Règne** : Plantes.
- **Embranchement** : Spermaphyte (plante à graine) (Lagnika, 2005)
- **Sous-embranchement** : Angiosperme (Magnoliophyta : Plantes à fleurs)
- **Classe** : Magnoliopsida
- **Sous-classe** : Rosidae
- **Ordre** : Euphorbiales
- **Famille** : Euphorbiaceae
- **Genre** : *Ricinus*
- **Espèce** : *Ricinus Communis*

#### 1.6. Description botanique du taxon :

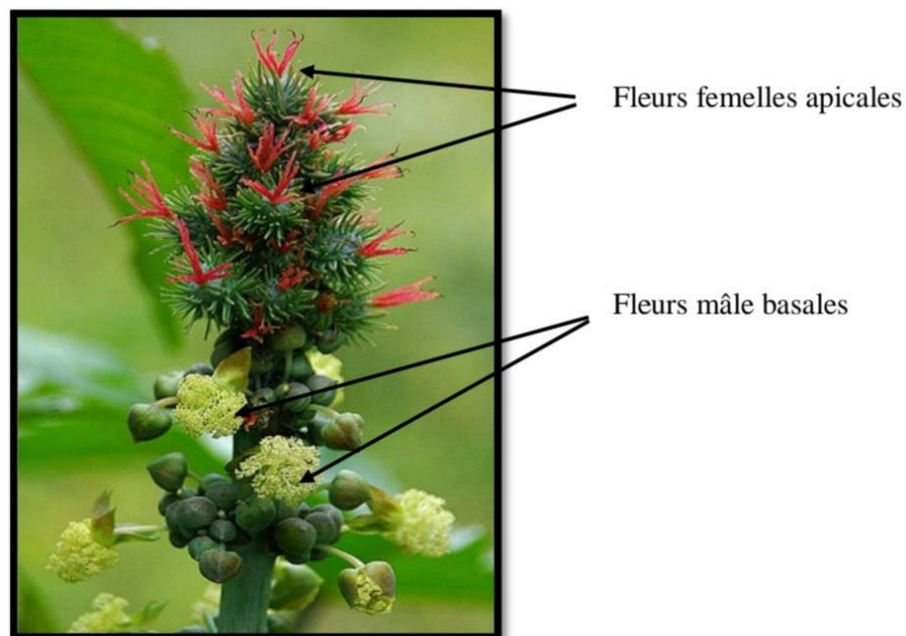
*Ricinus Communis*, plante cosmopolite est un arbuste à branches ou arbre herbacé ou fistuleux, jusqu'à 7 m et plus, son feuillage est remarquablement beau, parfois cultivé comme plante annuelle très vigoureuse, naturellement pérenne (Kadambi & Dabral, 1955 ; Mário & Espírito, 2007). Les feuilles sont alternes, grandes parfois de plus d'un pied, palmatilobées de 5 à 9 lobes, glabres, vertes glauques, avec une veine médiane de couleur rougeâtre, dentées irrégulièrement, rouge à leur croissance (figure 02), portées par de longues tiges et forts pétioles glanduleux vers leur apicale (García et al., 1999 ; Wan, 2006 ; Boudeguig & Gouiadia, 2020).



**Figure 2** : Types des feuilles de *Ricinus communis* (Boudeguig & Gouaidia, 2020).

### 1.6.1. La floraison :

Le ricin se caractérise par des fleurs mâles et femelles sur la même inflorescence. Ainsi, les fleurs staminées mâles sont placées sur la partie inférieure de l'inflorescence alors que les fleurs pistillées femelles occupent la partie supérieure. Les fleurs femelles sont couronnées par trois stylets rouges (William et al., 1967). Dans certains cas, l'inflorescence peut être formée uniquement par des fleurs pistillées (Shifriss, 1966). C'est donc une espèce monoïque (figure 03). La floraison a lieu en été (Shifriss, 1966 ; William et al., 1967 ; Belharrane-Boumaza, 2014 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).



**Figure 3** : Inflorescence chez le ricin ; Fleurs femelles apicales et fleurs mâle basales (Prat et al., 2005 ; Ghnimi, 2018)

### 1.6.2. Tige :

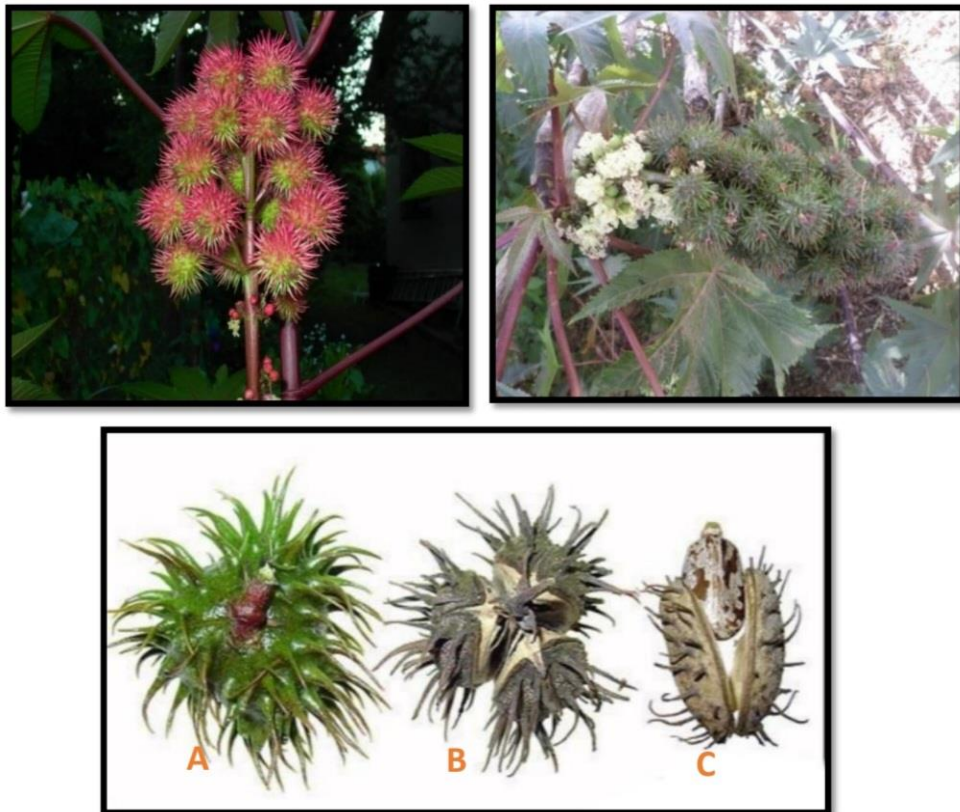
Dressée, robuste, rameuse avec des branches à nœuds visibles et cicatrices annulaires, généralement glauques, parfois vertes ou rouges, un peu fistuleux, bien unie, ronde, lisse, ramifiée seulement dans le haut (Couplan et Styner, 1994).

### 1.6.3. Les fruits et les graines :

Les graines de *Ricinus communis* germent généralement dans les 15 à 21 jours, de 6 mm de profondeur à environ 22°C. Les graines doivent être trempées dans de l'eau tiède pendant 24 heures avant d'être semées. (Greenwood et al., 2005 ; Lord & Spooner 2011 ; Lopez et al., 2017).

#### 1.6.3.1. Les fruits :

Les fruits sont des capsules à trois coques (tricoque, composée de 3 lobes) hérissées de pointes (parfois absentes), qui s'ouvre par déhiscence septicide. Les capsules contiennent généralement 3 graines (figure 13), de couleur marron clair, marbrée de rouge ou de brun (Bradberry et al., 2003 ; Belharrane-Boumaza, 2014 ; Benrezig-Mahdjouba, 2016 ; Ghnimi, 2018 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).



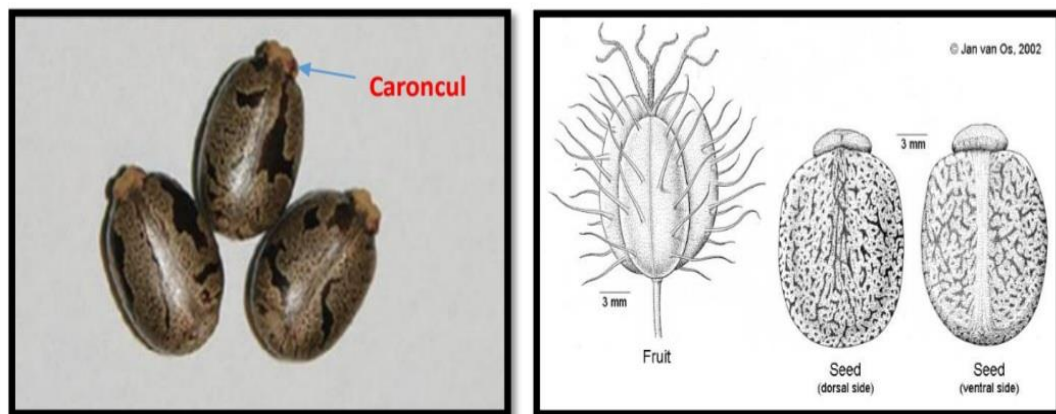
**Figure 4** : Structure du fruit triloculaire chez *Ricinus communis* (Prat et al., 2005).

Le fruit est triloculaire, il est formé de trois carpelles soudés, fermés et à placentation axile. Dans chaque loge une seule graine se développe. (A) : L'ouverture est complexe. (B) : les trois carpelles se séparent par trois fentes situées au niveau des cloisons (septum) inter carpellaires (déhiscence

septicide) formant trois coques. En (C) : les trois coques séparées s'ouvrent par trois fentes situées au niveau de leur nervure médiane (déhiscence loculicide), ce qui permet la libération des graines.

### 1.6.3.2. Les graines :

Inclus dans chaque lobe de la peau, presque Haricots de taille moyenne, en forme de poire, ovoïdes, allongés ou plats, marbrés brillants Gris rougeâtre et blanc, elle présente une ligne saillante sur la face ventrale et est surmontée par une caroncule au sommet. A l'intérieur de la graine se trouve une amande oléagineuse qui est très toxique (figure 05). Elle contient entre 40 et 60 % d'huile riche en triglycérides, principalement la ricin oléine (Little & Wadsworth, 1974). C'est à partir des graines qu'on obtient l'huile médicinale bien connue.



**Figure 5** : Graine de Ricin avec sa caroncule au sommet (Van-Welzen, 2001).

La partie souterraine possédant une racine pivotante puissante à racines latérales marquées.

Ravageurs et maladies du Ricin

- La Punaise verte : *Nezara viridula* L. (1785) – (Hémiptère : Pentatonidae) ;
- La chenille noctuelle ypsilon : *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1767) ; (Lepidoptera : Noctuidae) ;
- La chenille de la feuille : *Spodoptera latifascia* (Walk, 1856) (Lepidoptera, Noctuidae)
- L'acarien jaune : *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acarien : Tetranychidae) ;
- L'acarien rouge : *Tetranychus ludeni* (Zacher, 1913) (Acarien : Tetranychidae).

## 1.7. Distribution biogéographique de l'espèce :

### 1.7.1. Propagation et répartition :

L'origine du *Ricinus communis* c'est l'Afrique tropicale, il est développé en tant que plante ornementale dans diverses régions d'Asie, d'Amérique du Nord, d'Afrique et d'Europe (Aslania et al., 2007). Il est largement cultivé dans la plupart des régions tropicales et subtropicales sèches et dans de nombreuses régions tempérées chaudes (Ziyu et al., 1992 ; Cheema et al., 2010 ; Belharrane-Boumaza, 2014 ; Ghnimi, 2018 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

L'origine du ricin n'est pas très évidente, mais on dit qu'elle se situe dans la ceinture tropicale de l'Inde et de l'Afrique. Le père de l'histoire Hérodote a déclaré que les Égyptiens du 4<sup>e</sup> siècle avant J.-C. recueillaient l'huile des graines de ricin et l'utilisaient pour brûler. Les Égyptiens l'appelaient Kiki, et jusqu'à présent, la plantation en Grèce porte le même nom.

La culture du ricin a été pratiquée jusqu'au 15<sup>e</sup> siècle, mais les effets négatifs de la plante l'ont rendue impopulaire au 18<sup>e</sup> siècle. Plus tard, au XVIII<sup>e</sup> siècle, le ricin a été largement cultivé en Jamaïque.

En 1890, l'Inde britannique était le plus grand pays producteur de ricin au monde.

Le ricin a migré en Inde et en Chine au cours de la période Tang.

Après la découverte de Christophe Colomb, le ricin a été naturalisé en Amérique du Nord et dans les régions tropicales et semi-tropicales du monde. On pense que le ricin est apparu pour la première fois en Éthiopie, dans la région de l'Afrique de l'Est. Les quatre centres de ces régions sont les suivants : le sous-continent indien, l'Éthiopie, l'Asie du Nord-Ouest et du Sud-Ouest et la péninsule arabique, et la Chine. Elle était endémique dans la région éthiopienne de l'Afrique tropicale de l'Est et dans le sud-ouest des États-Unis. Il est devenu une mauvaise herbe dans de nombreux endroits, y compris dans le sud-ouest des États-Unis.

#### **1.7.1.1. Répartition mondiale.**

L'Inde et la Chine sont les premiers pays fabricant de ricin (FAO, 2007). Le ricin est largement cultivé dans les régions tropicales chaudes et arides (Ziyu et al., 1992). Cette plante est présente dans tout le continent africain de l'Atlantique à la mer Rouge, et du sud de la Méditerranée à l'Afrique du sud, ainsi que dans les îles de l'océan Indien (Maroyi, 2007 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

#### **1.7.1.2. Répartition en Algérie :**

Le Ricin pousse spontanément en Algérie, en effet il pousse librement dans le lit des oueds du littoral, sur des hauts plateaux et atlas, même au Sahara. Le Ricin est très abondant dans la zone saharienne (Trochain, 2016 ; Belharrane-Boumaza, 2014 ; Ghnimi, 2018 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

#### **1.7.2. Culture du ricin :**

La culture du ricin est pratiquée à l'échelle commerciale pour la production de graines, puis l'extraction de l'huile, dans les pays situés entre les latitudes 40°N et 40°S. Le ricin est une culture annuelle, qui se développe sur différents types de sols, mais avec des précipitations régulières et appropriées. La culture du ricin est une culture kharif et est plantée en juillet et en août. La culture du ricin a une durée de 4 à 5 mois et est récoltée en décembre et janvier. La figure (06) représente le calendrier de la culture du ricin dans le Gujarat et l'Andhra Pradesh, en Inde.

La période de plantation varie d'un endroit à l'autre :

**Australie** : août à décembre

**Brésil (nord)** : janvier à mars

**Brésil (sud)** : Septembre à novembre

**Inde** : juillet

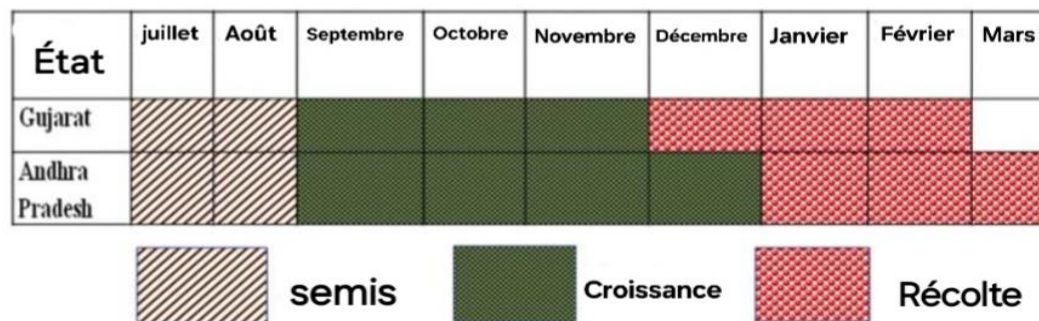
**Illinois** : début mai

**Venezuela** : juin ou juillet

**Maroc** : mars ;

**Taïwan** : août ou septembre à avril ou mai

Les principaux facteurs qui affectent la croissance du ricin sont les conditions du sol, le niveau de nutriments et la disponibilité de l'humidité.



**Figure 6** : Calendrier de la culture du ricin au Gujarat et dans l'Andhra Pradesh, Inde.

### 1.8. Huile de ricin :

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



**Figure 7** : Huile de ricin.



## **1.9. Conditions édaphoclimatiques :**

### **1.9.1. Exigences climatiques :**

La culture de ricin exige un climat tropical, subtropical, et tempéré entre 40°C nord et 40°C sud (Rousset, 2008 ; Ombrello, 2000). L'humidité idéale se trouve autour de 65%. Il préfère des pluviométries assez élevées pour compléter son cycle de développement, avec une précipitation de 357 à 500 mm de pluie pendant la période végétative (Déthiollaz, 2003 ; Terekina, 2009 ; Nweke et al., 2017). La répartition géographique du ricin dans le monde indique qu'il tolère une grande variabilité des conditions climatiques sauf pour les très basses températures. En effet, vingt-quatre heures à 2 °C suffisent pour inhiber la germination. Cependant, un bon démarrage de la germination à des températures supérieures à 15°C est observé (Polvèche, 1996 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

### **1.9.2. Exigences édaphiques :**

Les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol sont dites conditions édaphiques. Le Ricin exige un sol bien drainé, riche en engrais (sols argileux-siliceux), elle demande une bonne topographie, la pente maximale ne doit pas dépasser 12%, et une bonne exposition au soleil. Il lui faut des sols argileux siliceux ou siliceux-argileux profonds. Les sols alluvionnaires sont excellents pour cette plante. Le pH idéal se trouve entre 6 et 7. La production n'est pas bonne dans des sols humides et pauvres. La période du repotage est au printemps (Ghnimi, 2018 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

## **1.10. La phénologie :**

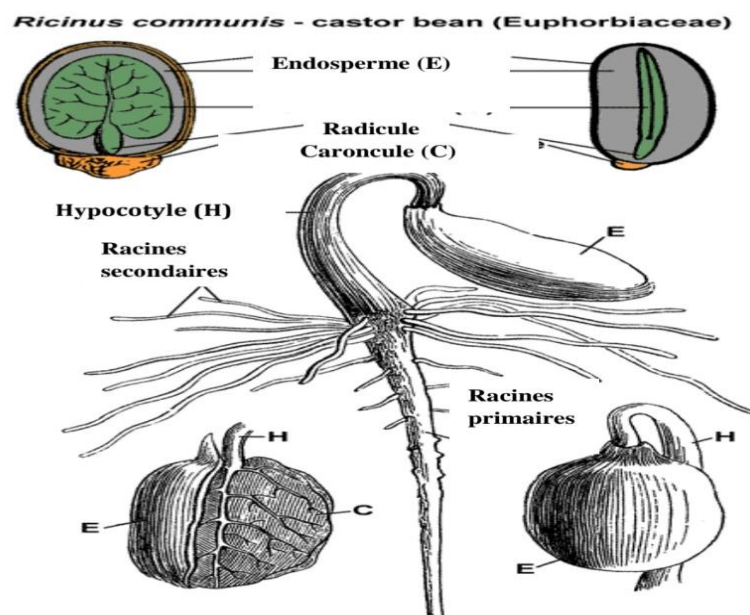
L'étude des événements périodiques rythmée de la vie des plantes qui se produisent chaque année est appelé phénologie. Le ricin est une plante annuelle ou pérenne (Dai et al., 1992). Les plantules de ricin lèvent entre 15–21 jours après le semis. Le développement de la plante suit le modèle de croissance de Leeuwenberg selon lequel les bourgeons apicaux meurent systématiquement après une poussée de croissance, de sorte que la croissance est sympodiale (Tyagi et al., 2015 ; Lopez et al., 2017).

La période végétative se caractérise par l'augmentation du nombre d'entre-nœuds et par conséquent de l'élongation des rameaux. L'apparition des nouvelles feuilles caractérise cette croissance végétative. La formation successive de branches et d'inflorescences se poursuit tout au long de la vie de la plante. Le nœud sur lequel naît la première inflorescence est caractéristique des cultivars. Les premières fleurs peuvent s'ouvrir 40–70 jours après le semis. La germination des graines commence par l'imbibition des graines, ce qui conduit à la transition de l'embryon d'un état de quiescence dans une graine sèche à un état de métabolisme hautement actif. Cette

étape se termine par un allongement de radicule ou racine embryonnaire (Wang et al., 2011). Cette racine primaire produit des racines latérales. Après l'émergence de la radicule l'hypocotyle s'allonge et se recourbe en crosse et dès qu'il atteint la surface du sol, il se redresse et soulève les cotylédons et la plumule. Les réserves des cotylédons sont utilisées par la nouvelle plante pour sa croissance. Ainsi, la taille des cotylédons diminue progressivement, ils se dessèchent et finissent par tomber (Peter et al., 1999).

Le pollen est surtout émis le matin et la pollinisation s'effectue par le vent. La croissance étant indéterminée, il peut arriver qu'une plante ait des infrutescences à plusieurs stades de développement (Bradberry et al., 2003 ; Severino et al., 2013) La maturation des fruits à l'intérieur d'une infrutescence est inégale, les fruits situés dans la partie inférieure mûrissant avant ceux situés dans la partie supérieure.

En conditions favorables, le ricin a un taux élevé de photosynthèse qui a été attribué à la forte teneur en chlorophylle des feuilles (Severino et al., 2013 ; Ghnimi, 2018 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).



**Figure 8** : Les différents composants de la graine de ricin (Sachs et al., 2007).

## 1.11. Utilisation du ricin :

### 1.11.1. Utilisations traditionnelles :

Les traces d'utilisation de l'huile de ricin datent des civilisations anciennes égyptiennes et grecques particulièrement pour l'éclairage, mais aussi comme application corporelle (Olsnes et al., 1976 ; Scarpa & Guerci, 1982).

Dans la médecine traditionnelle indienne, les feuilles, les racines et l'huile extraite des graines de cette plante ont été employés pour le traitement de l'inflammation et dans des affections du foie (Rao et al., 2010 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020)

Les feuilles de ricin sont traditionnellement utilisées pour guérir les angines et les douleurs musculaires (Andrade-Cetto, 2009).

Les racines de cette plante sont utiles pour les maladies nerveuses et les affections rhumatismales, la sciatique et la pleurodynie (Nadkarni, 1954).

Les feuilles et les racines ont été utilisées également pour le traitement de l'inflammation et les troubles hépatiques, ainsi que pour le traitement du diabète (Scarpa & Guerci, 1982 ; Abdul et al., 2018). Mais encore comme diurétique (L'huile de Ricin stimule les enzymes digestives, appelés lipases, ce qui permet l'accélération de transit) (Capasso et al., 1994 ; Tunaru et al., 2012).

Le ricin est considéré également comme agent antibactérien (Ilavarasan et al., 2006).

L'huile est utilisée contre les rides, les kystes ou excroissances, les cornes sous les pieds, les douleurs articulaires (douleurs arthritiques, enflures des doigts, raideurs dans le cou, gorge douloureuse), l'irritation de l'œil et les infections auriculaires.

De même, l'huile de ricin peut être utilisée comme laxatif (Abu-Irmaileh, 2003). Elle favorise également la pousse des cheveux chez l'enfant (Abdulazim et al., 1998). L'usage de cette huile en cataplasme est encore utile pour les problèmes liés à la vésicule biliaire et au foie (Visen et al., 1992).

- En pharmacie, cette huile est utilisée pour ses effets laxatifs et anesthésiants. Il convient d'être très prudent dans cet usage ; la dose utile étant d'une dizaine de gouttes.

Les racines sont utiles dans le traitement du diabète "effet hypoglycémiant" (Poonam et al., 2008 ; Rao et al., 2010) et antibactérien (Ilavarasan et al., 2006).

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

Les graines de *R. communis* ont été employées dans différentes parties du monde comme cathartique, un émétique et pour le traitement de la lèpre et de la syphilis. Certaines femmes en Inde et Corée ont pris les graines de ricin, comme moyens contraceptifs.

Il a été rapporté en Algérie, que certaines femmes ont pris des graines de ricin plongées dans du sang chaud d'un lapin pour empêcher de tomber enceinte. Aussi, il a été rapporté, qu'il n'y aura aucune grossesse pour au moins 9 mois, si une femme prend une graine après la naissance d'un enfant (Abdulazim et al., 1998).

### **1.11.2.Utilisations médicinales**

Le ricin est une plante médicinale qui a été utilisée dans le traitement de nombreuses maladies. Ainsi L'extrait de feuilles de *R. communis* a affiché une activité hépato protectrice, cholérétique (stimule la sécrétion de la bile) et anti cholestatique (anti hépatite A) (Hassan et al. 2018). Les extraits alcooliques de *R. communis* ont présenté différentes activités antidiabétiques et contraceptive (Scarpa & Guerci, 1982 ; Abdul et al., 2018). Alors que l'extrait méthanoïque montre une activité anti-inflammatoire importante contre des inflammations aiguës et chroniques chez les rats, cet extrait a montré également une importante activité dans le piégeage des radicaux libres par inhibition de la peroxydation lipidique (Ilavarasan et al., 2005 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

Des études ont montré que l'extrait du péricarpe, à faible dose, a un effet stimulant sur le système nerveux central de la souris et des propriétés neuroleptiques. Contribuent de ce fait à la consolidation de la mémoire et à la diminution du comportement explorateur, pouvant ainsi être employé pour le traitement des amnésies humaines (Ferraz et al., 1999). De même, la ricine est utilisée comme immunotoxine pour lutter contre la leucémie (Kreitman & Pastan, 2006).

Cette glycoprotéine inhibe la synthèse des protéines, caractéristique et propriétés utilisées pour le traitement du cancer et du sida (Déthiollaz, 2003). Par ailleurs, l'épicatéchine diminuerait le risque de contracter quatre des cinq maladies les plus mortelles : l'infarctus, l'insuffisance cardiaque, le cancer et le diabète (Tyagi et al., 2015 ; Polito et al., 2016). La ricine a un grand potentiel thérapeutique, par exemple, en tant qu'agent anticancéreux, en transplantation de moelle osseuse, ou en recherche cellulaire, et est même explorée dans la formulation des anticorps dans la thérapie tumorale (Patel et al., 2016), elle peut aussi détruire les cellules cancéreuses sans endommager les cellules saines (Déthiollaz, 2003 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

### **1.11.3.Utilisation industrielle.**

L'huile de ricin est largement utilisée comme lubrifiant de haute qualité, offre un certain nombre d'avantages et constitue une matière première, dans différents secteurs industriels (chimique, alimentaire, cosmétique, etc.) (Ogunniyi, 2006 ; Patel et al., 2016 ; Mensah et al., 2018).

Les graines de ricin renferment environ 45 à 60% d'huile (Caupin, 1997 ; Jena & Gupta, 2012) composée essentiellement de l'acide ricinoléique traditionnellement employée en médecine et pour l'éclairage (Maroyi, 2007).

L'huile de ricin déshydratée, est employée dans l'industrie de peinture et de vernis, la fabrication d'un éventail des produits sophistiqués comme les fibres en nylon, lubrifiants de moteur de gicleur, fluides hydrauliques, plastiques, le similibuc, fabrication d'optique des fibres, prothèses à l'épreuve des balles en verre et d'os et comme antigel pour des carburants et des lubrifiants utilisés dans des fusées d'avion (Severino et al., 2012 ; Mensah et al., 2018). Au Brésil, dans le domaine énergétique, cette huile est utilisée pour la production de biodiesel (César & Batalha 2010 ; Costa et al., 2013 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

Enfin, l'huile de ricin est largement utilisée comme ingrédients dans la fabrication des produits cosmétiques, comme les rouges à lèvres ou les produits de soins capillaires ; comme supplément pour renforcer les cils et accélérer la pousse des cheveux, les crèmes pour les mains et savon de bain ; ou dans les produits de soins des pieds (Patel et al., 2016).

### **1.12. Domaines d'applications :**

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

**a) Pharmacologie :** c'est sans doute l'application la plus ancienne. En effet, l'huile de ricin est un purgatif très puissant, et elle entre dans la composition de nombreux traitements.

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

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

**d) Fibres Nylon :** la société ELF ATOCHM a mis au point un procédé de fabrication d'une fibre nylon (RILSAN B) à base d'huile de ricin. Ce produit reste incontournable dans le monde entier, pour ses caractéristiques exceptionnelles : forte résistance mécanique, souplesse, bonne tenue dans une plage étendue de température (de 40°C à +130°C) On fabrique ainsi des conduites d'air comprimé, des canalisations pour le dispositif de freinage des poids lourds, des colliers de serrage pour les gaines électriques, des fibres pour des brosses, des équipements sportifs (chaussures de ski), etc.

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

### 1.13. Caractéristiques phytochimiques de *Ricinus communis* :

Les analyses phytochimiques des extraits des feuilles ont révélé la présence de flavonoïdes (Kang et al., 1985), des tanins (Khogali et al., 1979) et des composés phénoliques antioxydants extraits à partir des feuilles, dont les principaux sont l'acide gallique, la quercétine, l'acide gentisique, la rutine, l'épicatéchine, et l'acide ellagique (Chen et al., 2008). Pour les extraits des racines, (Hall & Medlow 1974) ont confirmé la présence de l'acide indole-3- acétique qui est l'une des auxines (phytohormones responsables de la croissance végétale) les plus connus. Les graines de ricin (*Ricinus communis*), sont des graines oléagineuses importantes, elles contiennent 40 % d'huile, de ricine qui est une toxalbumine (Abdul et al., 2018) et de ricinine (Leshin et al., 2010).

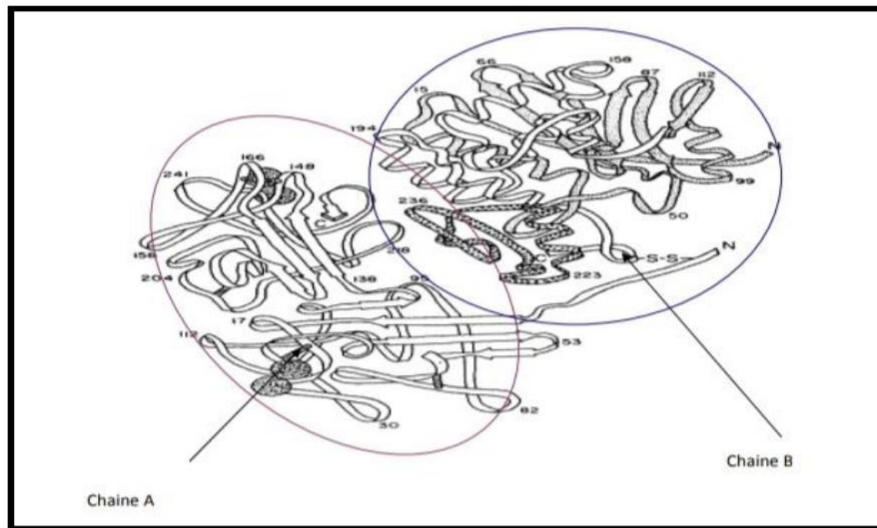
#### 1.13.1. Propriétés physico-chimiques :

L'huile de ricin extraite à partir des graines renferme des acides gras, notamment les acides ricinoléique, palmitique, stéarique, oléique, linoléique, linoléinique et eicosénoïque et acide dihydroxystéarique (Scarpa & Guerci, 1982 ; Patel et al., 2016). L'huile est sous forme de liquide visqueux ambre pâle. Avec une couleur jaune pâle de paille ou légèrement jaunâtres (Akpan et al., 2006). Après le raffinage et le blanchissement, il a une odeur distincte, mais elle peut facilement être éliminée dans le processus de raffinage. Selon (Akpan et al., 2006) les propriétés physico-chimiques sont présentées respectivement dans les tableaux 1 et 2.

**Tableau 1** : Propriétés physiques d'huile de ricin brut (Akpan et al., 2006)

Propriété	L'huile de ricin
Densité	0.9587
Viscosité à 28°C	9.42477
Indice de réfraction à 28°C	1.4686
PH	6.11
Couleur	Ambre

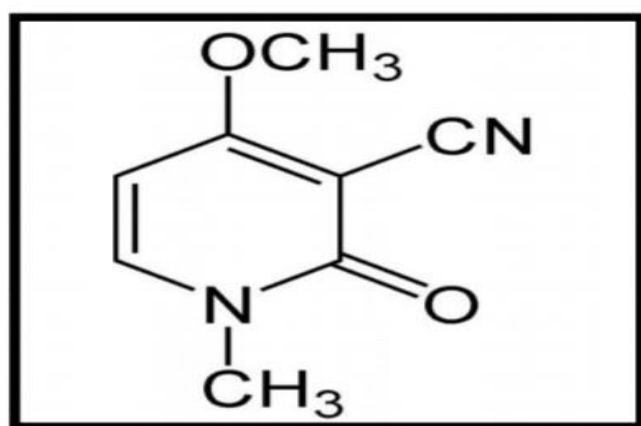




**Figure 10** : Structure de ricine (Montfort et al., 1987).

### 1.13.3. La ricinine :

La ricinine, de formule chimique  $C_8H_8O_2N_2$  (figure 11), c'est une toxine alcaloïde (poids moléculaire = 164,2 g/mo et point de fusion  $201.5^{\circ}C$ ), appartenant au groupe des alcaloïdes pyridine-carbonitrile (Coopman, 2009). On le trouve en petites quantités dans toutes les parties de la plante, y compris les graines 0.77% (Audi et al. 2005 ; Worbs et al., 2011). Contrairement à la ricine, la ricinine ne peut pas être inactivée par un traitement thermique conventionnel en raison de sa résistance à haute température (Worbs et al., 2011). La ricinine peut être co-extractée avec la ricine, elle peut être utilisée comme marqueur de substitution pour le suivi des intoxications causées par des extraits de plantes (Darby et al., 2001 ; Lopez et al., 2017 ; Robert-Koch, 2017).



**Figure 11** : La structure chimique de ricinine (Anete et al., 1999).



### 1.14. Propriété pharmacologique :

Tableau 3 : Propriétés pharmacologiques du R. communis

Parties utilisées	Effet thérapeutique
Feuilles	Contre l'inflammation et les affections du foie (effet hépatoprotecteur) ( <i>Omeh et Ejiofor, 2014</i> ), laxatifs et diurétiques ( <i>Preeti et Verma, 2014</i> ).
Racines	Pour les maladies nerveuses et affections rhumatismales. Les racines sont utiles dans le traitement du diabète "effet hypoglycémiant" ( <i>Poonam et al., 2008 ; Rao et al., 2010</i> ) et antibactérien ( <i>Sharma et al., 2013</i> ).
Graines	Cathartique et pour le traitement de la lèpre et de la syphilis. Certaines femmes en Inde et Corée ont pris les graines de ricin, comme moyens contraceptifs ( <i>Preeti et Verma, 2014</i> ).
Huile de ricin	L'huile extrait des graines. Contre la constipation (usage à proscrire absolument) et comme fongicide en usage externe. Utilisé dans l'industrie cosmétique et constitue un excellent produit pour les cheveux, les ongles les cils et les taches de rousseur ( <i>Jalal, 2000 ; Etchiké et al., 2011</i> ).

### 1.15. Toxicité :

Toute la plante est entérotoxique. Les graines de ricin sont, potentiellement, toxiques. L'enveloppe de la graine de ricin contient la ricine (Ovenden et al., 2014), en effet l'une des toxines végétales les plus nocives d'origine végétale connue à l'homme (Kopferschmitt et al., 1983 ; Aubry, 2012). La consommation accidentelle par le bétail ou par les enfants de graines ou de produits contenant de l'huile de ricin peut provoquer des intoxications graves nécessitant impérativement une prise en charge hospitalière. La dose létale par personne chez l'homme, est de 1-20mg/kg (entre 5 à 20 graines) (Roy et al., 2003 ; Payal et al., 2010). La DL50 chez la souris est de 2,7 à 3 µg/kg par injection et 12 µg/kg par inhalation (Bradberry et al., 2003).

#### 1.15.1.Principes actifs toxiques :

Le ricin est une toxine fortement efficace (Ovenden et al., 2014). C'est une arme potentielle biologique qui pourrait être dispersée dans le ciel comme poussière ou aérosol (Strocchi et al., 2005). Il a été classifié comme agent le plus toxique de catégorie B, par le centre de contrôle des maladies et des préventions (CDC) (Liu et al., 2009).

L'huile de ricin est un laxatif puissant, elle appartient à la famille des laxatifs stimulants (laxatifs irritants), après son administration il va subir l'action des lipases pancréatiques qui l'hydrolysent en deux principes actifs : le glycérol et l'acide ricinoléique. Tout l'effet purgatif avec la perte importante de liquide et des électrolytes est dû à l'action de l'acide ricinoléique.

- L'intoxication se manifeste par l'huile de ricin : des douleurs et des crampes abdominales, des coliques, des nausées et des vomissements.
- L'huile de ricin est abortive et cause des contractions utérines, elle n'a pas sa place dans le traitement de la constipation pendant la grossesse.
- L'exposition au cours du premier trimestre de grossesse : entraîne un risque de fausse couche avéré avec un possible risque malformatif. Au deuxième et troisième trimestre de la grossesse et près de la naissance, il stimule les contractions utérines et expose à des anomalies du rythme cardiaque fœtal, des ruptures utérines et des embolies amniotiques (Arseneault,2000).

#### **1.15.2.La ricinine :**

- La ricinine est extraite à partir de la farine dégraissée des graines de *R. communis* avec de l'éthanol
- Après ingestion : des nausées, des vomissements, des hémorragies gastriques, des atteintes hépatiques et rénales, des convulsions, une dépression respiratoire avec coma et la mort (Coopman, 2009).

La ricine est une toxine fortement efficace.

**Mécanisme** : la ricine reconnaît les sucres complexes portés par les glycoprotéines et les glycolipides ainsi leur présence en grande quantité sur la plupart des types cellulaires explique le spectre d'activité très large de la toxine.

Le traitement de l'intoxication est symptomatique, il n'y a pas d'antidote spécifique (Jonathan et al., 2009 ; Garland et Bailey).

Signes d'intoxication par rapport à la voie d'administration :

- L'ingestion : L'empoisonnement suite à l'ingestion des graines, la dose létale per os chez l'homme est 1-20 mg /kg (approximativement 8 graines) (Mouser et al., 2007; Payal et al., 2010).

Elle est moins toxique par ingestion orale que par d'autres voies (par la dégradation enzymatique digestive) (Franz et Nancy, 1997 ; Schep ,2009).

La symptomatologie clinique apparaît dans 4-6 heures (parfois plus de 10 heures).

Les signes sont non spécifiques (nausées, vomissement, douleurs abdominales, diarrhées, rectorragie, anurie, crampes, mydriase, fièvre, céphalées et coma) (Garland et Bailey, 2005 ; Audi,2005 ; Shaoan et al., 2008).

- L'application cutanée : est moins fréquente car la ricine est mal absorbée à travers la peau intacte. Mais elle peut pénétrer directement dans le courant sanguin à travers la plus petite blessure (Schep, 2009).
- La voie IM ou S/C : l'injection de doses élevées de ricin chez l'homme entraîne une nécrose lymphoïde locale grave, une hémorragie gastro-intestinale, une nécrose du foie et une splénite diffuse (Franz et Jaax, 1997).
- C'est l'exemple du parapluie bulgare en 1978 ou l'écrivain bulgare Georgi Markov a eu une dose létale de la ricine dans son mollet (Franz et Nancy,1997 ; Garland et Bailey, 2006).
- L'Inhalation : elle réalise un syndrome allergique, rapporté chez les ouvriers exposés à la poussière de la ricine au cours de l'extraction de l'huile (Franz et Nancy,1997 ; Garland et Bailey, 2006).

Le Ricinus agglutinine 120(RCA 120)

- C'est une lectine<sup>4</sup> très efficace, à la différence de la ricine qui est cytotoxique directe (Jackson et al., 2006).
- Elle a une affinité plus élevée pour les globules rouges entraînant leurs agglutinations (Jackson et al., 2006).

### **1.15.3.L'huile de ricin :**

Il constitue 35% à 55% du poids des graines, c'est un triglycéride dont l'acide gras principal est l'acide ricinoléique (Akpan et Mohammed, 2006 ; Sule et Sani, 2008).

## **2. LES POLYPHENOLS :**

### **2.1. Définition :**

Les polyphénols sont des métabolites secondaires ayant une activité anti-oxydante, anti-inflammatoire et antimicrobienne. Ils sont distribués dans le règne végétal. Les extraits riches en polyphénols sont très utilisés dans les produits cosmétiques et la pharmacie en raison de leurs propriétés biologiques bénéfiques (Zillich et al., 2015).

Des études expérimentales sur des animaux ou des cultures de lignées cellulaires humaines confirment le rôle des polyphénols dans la prévention des maladies cardiovasculaires, les cancers, les maladies neuro-dégénératives, le diabète, et l'ostéoporose (Keerthi et al., 2014).

## 2.2. Classification :

Le terme de composés phénoliques couvre Un groupe très vaste et diversifié de produits chimiques. Le Tableau 04 montre quelques classes des polyphénols en fonction du nombre d'atomes de carbone dans la molécule.

**Tableau 4** : Quelques classes des polyphénols (Macheix et al.,2005 ; Sarni-Manchado et Cheyneir, 2006 ; Bruneton, 1999).

Nombre d'atome de carbone	Squelette de base	Classe
6	C6	Phénols simples Bensoquinones
7	C6-C1	Acides phénoliques
8	C6-C2	Acétophénoliques Acide phénylacétique
9	C6-C3	Acides hydroxycinnamique, Phénylpropens, coumarines,Isocoumarines
10	C6-C4	Naphtoquinones
13	C6-C1-C6	Xanthones
14	C6-C2-C6	Stilbens Anthrachinones
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes Iso flavonoïdes
18	(C6-C3) <sub>2</sub>	Lignanes
30	(C6-C3-C6) <sub>2</sub>	Biflavonoides
N	(C6-C3) (C6) (C6-C3-C6)	Lignine Caticholmelagnines Tanins condensé

**Les Phénols Simples** : Ce sont des composés renfermant une ou plusieurs unités phénoliques sans d'autres fonctions particulières impliquant le (s) noyau (x) benzénique (s) comme le 3-hydroxytrysol, le trysol et le 4-vinylphénol (Kone, 2008).

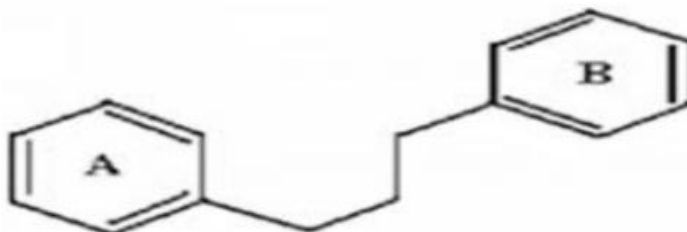
### 3. LES FLAVONOÏDES :

#### 3.1. Définition :

L'expression flavonoïde a été introduite en 1952 par Geissman et Hinreiner pour désigner les pigments ayant un squelette (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>), provenant du mot latin flavus qui signifie jaune (Bouakaz, 2006). Occupant une place prépondérante dans le groupe des phénols, les flavonoïdes sont des métabolites secondaires ubiquistes des plantes. On estime que 2 % environ du carbone organique photo-synthétisé par les plantes, soit quelques 109 tonnes par an, est converti en flavonoïdes (Lhuillier, 2007). Les plus couramment vendus ou utilisés en tant que compléments alimentaires. La vanilline et l'acide vanillique, le resvératrol, l'acide ellagique, les curcumine, stilbène, epigallocatechine gallate et la quercétine (Ferguson, 2001).

L'intérêt nutritionnel pour les flavonoïdes date de la découverte de la vitamine C, à la suite des travaux de (Szent Gyorgyi en 1938). Le scorbut expérimental cède à l'ingestion de jus d'agrumes mais résiste à la seule administration d'acide ascorbique. Plus pratiquement, les symptômes hémorragiques du scorbut liés à la fragilité des vaisseaux sont guéris par des extraits de Paprika et du jus de citron alors que l'acide ascorbique seul est inefficace. Les analyses chimiques ont montré que la fraction active était de nature flavonoïque. Cette action des flavonoïdes sur la perméabilité vasculaire a été appelée propriété vitaminique P (P étant la première lettre du mot perméabilité). Cette notion de vitamine P n'existe plus à l'heure actuelle puisqu'elle ne correspond pas à la définition classique des vitamines. Ils sont considérés comme des micronutriments importants puisqu'ils peuvent jouer des rôles antioxydants ou posséder des propriétés biologiques diverses (Milane, 2004).

De plus les flavonoïdes ont un rôle de filtre contre le rayonnement UV ; ce qui explique leur localisation dans les tissus externes (Gould et Lister ; 2006). Enfin les flavonoïdes comme les dérivées hydroxycinnamiques jouent un rôle important dans la résistance des plantes aux stress environnementaux (Walton et Brown, 1999) (Figure 12).



**Figure 12** : Squelette de base des flavonoïdes (Walton et Brown, 1999).

### 3.2. Effets biologiques des Flavonoïdes :

**Effets antioxydant et pro-oxydant :** Les flavonoïdes sont des composés avec une activité antioxydante prononcée (Hodek et al., 2002). Les flavonoïdes expriment les propriétés antioxydantes par : Le piégeage direct des espèces réactives de l'oxygène (ERO), La suppression de la formation des ERO par l'inhibition de quelques enzymes ou par chélation des ions métalliques, impliqués dans leur production, La protection des systèmes de défense antioxydants de l'organisme (Boudiaf, 2006). Bien que les ERO participent à de nombreuses fonctions physiologiques, elles contribuent également à la pathogenèse d'un grand nombre de maladies qui possèdent un caractère radicalaire, le diabète sucré, les maladies cardiaques, la polyarthrite rhumatoïde, et neurodégénératives, pathologies articulaires, cancérogenèse, peuvent également accélérer le processus de vieillissement. Les ERO ont longtemps été considérées comme des sous-produits toxiques du métabolisme normal de l'oxygène. Physiologiquement, les radicaux libres oxygénés figurent parmi les espèces radicales les plus importantes (Migdal et Serres, 2011 ; Pisoschi et Negulescu, 2012).

Les flavonoïdes sont des antioxydants mais il ne faut pas négliger leurs propriétés pro-oxydantes. Parfois les flavonoïdes jouent un rôle de pro-oxydants. En effet, plusieurs d'entre eux ont été décrits comme responsables d'auto-oxydation et de la génération de radicaux oxygénés actifs, comme le peroxyde d'hydrogène. En définitive, certains flavonoïdes pourraient accélérer la survenue de l'atteinte oxydative de l'ADN, des protéines et des glucides *in vitro*. Alors, le potentiel pro-oxydant de ces composés ne doit pas être négligé dans le mécanisme d'action des flavonoïdes (Milane, 2004).

**Autres effets Biologique :** Les flavonoïdes seraient impliqués dans la prévention des cancers, Ajoutés au régime de divers animaux de laboratoire, ils limitent le développement de tumeurs induites expérimentalement par exposition à des agents carcinogènes. Ils sont actifs contre de nombreux cancers (colon, estomac, foie, sein, prostate, poumon, peau, vessie, etc...) à tous les stades de la cancérogenèse (Petti et Scully, 2009). Au stade d'initiation, ils agissent y comme agents bloquants en empêchant l'activation de pro-carcinogènes, en piégeant les mutagènes électrophiles ou en stimulant la réparation des ADNs mutés. Au stade de promotion et de progression, ils agissent comme agents suppresseurs de tumeurs (Ho et al., 2007). Les mécanismes impliqués peuvent là encore être très variés : prévention du stress oxydant, inhibition du métabolisme de l'acide arachidonique et des réactions inflammatoires associées, inhibition de la protéine kinase C et de la prolifération cellulaire, induction de l'apoptose (Petti et Scully, 2009). Inhibition de l'angiogenèse. Les preuves de leurs effets chez l'homme restent cependant encore insuffisantes.

## **4. Pouvoir antioxydant des polyphénols :**

### **4.1. Généralités sur les antioxydants :**

Un antioxydant est défini comme une substance ajoutée à faible dose à un produit naturellement oxydable à l'air, est capable de ralentir ou d'inhiber le phénomène d'oxydation. Cette définition peut être élargie et le terme "antioxydant" englobe ainsi toutes les substances qui protègent les systèmes biologiques contre les effets délétères potentiels des processus ou réactions qui engendrent une oxydation excessive (Shimizu, 2004).

Les antioxydants sont des composés qui protègent les cellules du corps des dommages causés par radicaux libres (Willcox et al., 2004). C'est pourquoi l'oxygène considéré comme une source de vie pour les organismes aérobies au même temps comme une source d'agression pour l'organisme (Ekoumou, 2003). En effet des dérivés hautement réactifs de l'oxygène peuvent apparaître au cours des réactions enzymatiques ou sous l'effet des rayons U.V (Cavina, 1999).

Le stress oxydatif se définit comme étant un déséquilibre profond de la balance entre les systèmes oxydants de l'organisme en faveur des premiers, ce qui conduit à des dommages cellulaires et irréversibles. Le stress oxydatif est un fonctionnement de l'organisme qui est normal tant qu'il ne dépasse pas certaines limites (Pincemail et al., 1999).

Le stress oxydatif est impliqué dans de très nombreuses pathologies comme facteur déclenchant ou associé à des complications (Favier, 2003), Il peut être associé à l'athérosclérose, l'asthme, l'arthrite, la cataractogénèse l'hyperoxie, l'hépatite, l'attaque cardiaque, les vasospasmes, les traumatismes, les accidents vasculaires cérébraux, les pigments d'âge, les dermatites, les dommages de la rétine (Cohen et al., 1999, Packer et Weber, 2001).

### **4.2. Mécanismes et pouvoir antioxydant des polyphénols :**

Plusieurs études épidémiologiques ont montré qu'il y a un rapport inverse entre la prise d'aliments riches en polyphénols et le risque des maladies neuro-dégénératives (Hu, 2003 ; Bubonja-Sonja et al., 2011)

Cette relation est liée au fait que les composés phénoliques possèdent des propriétés antioxydantes et sont capables de piéger les radicaux libres générés en permanence par notre organisme ou formés en réponse à des agressions de notre environnement tels que O<sub>2</sub> (Superoxyde anion), HO<sub>2</sub> (Superoxyde radical), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Hydrogène peroxyde), OH (Hydroxyle Radical), RO<sup>-</sup> (Alkoxyyle Radical), ROO<sup>-</sup> (Peroxyde Radical) (Bors, 1990 ; Yamasaki et al., 1996). Ils formeraient des espèces radicalaires intermédiaires peu réactives (Laughton et al., 1989 ; Puppo, 1992).

### 4.3. Captures directes des radicaux libres :

Les polyphénols possèdent une structure chimique aromatique permettant une délocalisation électronique importante, donc une stabilisation de leurs formes radicalaires.

C'est pourquoi les propriétés antioxydantes des polyphénols sont souvent associées à leur potentiel anti-radicalaire. De nombreuses études soutiennent le fait que l'activité antioxydante des polyphénols est essentiellement liée à leur capacité de réduire les espèces réactives de l'oxygène comme les superoxydes, hydroxyles, pyroxyles, et alkoxyles par transfert d'hydrogène (Fiorucci, 2006).

### 4.4. Les méthodes d'évaluation du pouvoir antioxydant :

Il existe différentes méthodes pour mesurer le pouvoir antioxydant d'un aliment ou d'un fluide biologique (Tableau 05) (Salah et al., 1995).

**Tableau 5** : Les différentes méthodes d'évaluation du pouvoir antioxydant (Salah et al., 1995).

<b>Tests du pouvoir anti-radicalaire</b>			
<b>Tests</b>	<b>Avantage</b>	<b>Limites</b>	<b>Références</b>
<b>FRAP 37°</b>	<b>Sensible, simple et rapide</b>	<b>Peu spécifique Ne mesure que le pouvoir réducteur</b>	<b>(Benzie et strain, 1996)</b>
<b>DPPH 20°</b>	<b>Rapide, peu sensible</b>	<b>Ne mesure que le pouvoir antiradicalaire</b>	<b>(Brand-williams et al., 1995)</b>



# **CHAPITRE II**

## **Partie expérimentale**

## Matériels et Méthodes.

### 1. Objectif de travail :

L'objectif de ce travail est d'effectuer les effets antioxydants et antimicrobiens de l'extrait de graines de *R. communis*, récoltées dans la région de Mostaganem. Cette recherche vise à évaluer les capacités de cet extrait à neutraliser les radicaux libres, grâce à ses composés antioxydants, et à inhiber la croissance de divers microorganismes pathogènes. En analysant la teneur en polyphénols et flavonoïdes, ainsi que les zones d'inhibition microbienne, cette étude cherche à déterminer les composés bioactifs responsables de ces activités et à explorer le potentiel de l'extrait de ricin comme agent naturel dans les domaines de la santé et de la conservation alimentaire.

### 2. Echantillonnage :

Récolte des grains de la plante (Echantillonnage).

La récolte des grains de la plante a été réalisée manuellement, pendant les mois d'Avril et Mai (2024), de la wilaya du Mostaganem, nous prends l'échantillon de l'université Abdelhamid ibn badis (Lines). Les grains de ricin étaient verts



**Figure 13** : Graines de ricin verte.

### **3. Matériel végétal :**

#### **3.1. Présentation de Ricinus communis :**

Ricinus communis, une plante de la famille des Euphorbiaceae est appelée habituellement en Algérie kharouâa. Ce sont des plantes cosmopolites herbacées, des arbustes ou des arbres. En Algérie le Ricin pousse spontanément dans le lit des oueds du littoral, sur des hauts plateaux, même au Sahara. C'est une espèce monoïque caractérisée par l'insertion de fleurs mâles et femelles sur la même inflorescence. Les graines inclus dans la peau de fruit, de taille haricots, ovoïdes, à l'intérieur de la graine se trouve une amende oléagineuse qui est très toxique qui contient la ricine (Little & Wadsworth, 1974).

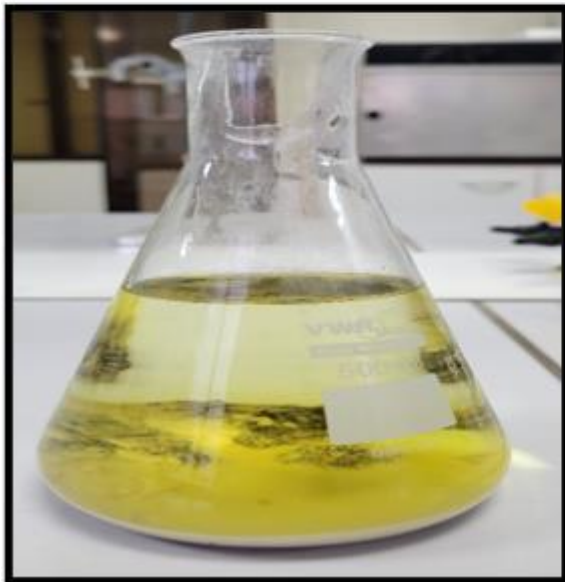
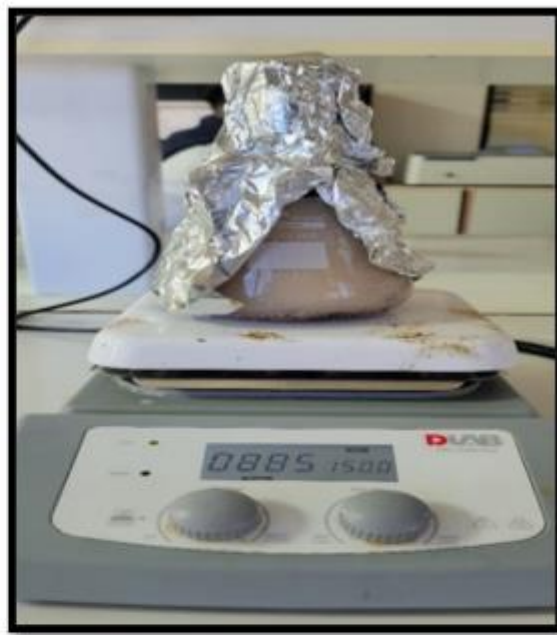
Nous devons manipuler les graines de ricin avec précaution, en portant des gants pour éviter tout contact direct avec la toxine présente dans les graines. Une fois les graines retirées des capsules vertes de la plante, nous devons les nettoyer méticuleusement pour éliminer tout résidu végétal. Ensuite, afin d'assurer une élimination efficace de l'humidité et de réduire les risques de contamination, nous devons placer les graines dans un appareil de séchage à une température contrôlée de 40°C pendant 24 heures. Ce processus garanti que les graines sont prêtes à être utilisées en toute sécurité pour la fabrication de l'extrait.

#### **3.2. Préparation de l'extrait Méthanoïque de Ricinus communis :**

Pour extraire les composés de la graine de ricin, nous commençons par broyer finement 50g de graines de ricin. Ensuite, nous plaçons la pâte de graines de ricin broyées dans une fiole Erlenmeyer et ajoutons-y 500 ml de méthanol tout en couvrant la fiole avec l'aluminium, ce qui permet de protéger le mélange de la lumière et prévenir certaines réactions indésirables ou la dégradation des composés sensibles à la lumière. Nous agitons le mélange dans un agitateur magnétique environ 30 min. Ensuite, nous laissons reposer le mélange dans le réfrigérateur pendant 72 heures. Cette mesure de précaution est importante pour garantir le succès de l'extraction des composés de la graine de ricin.

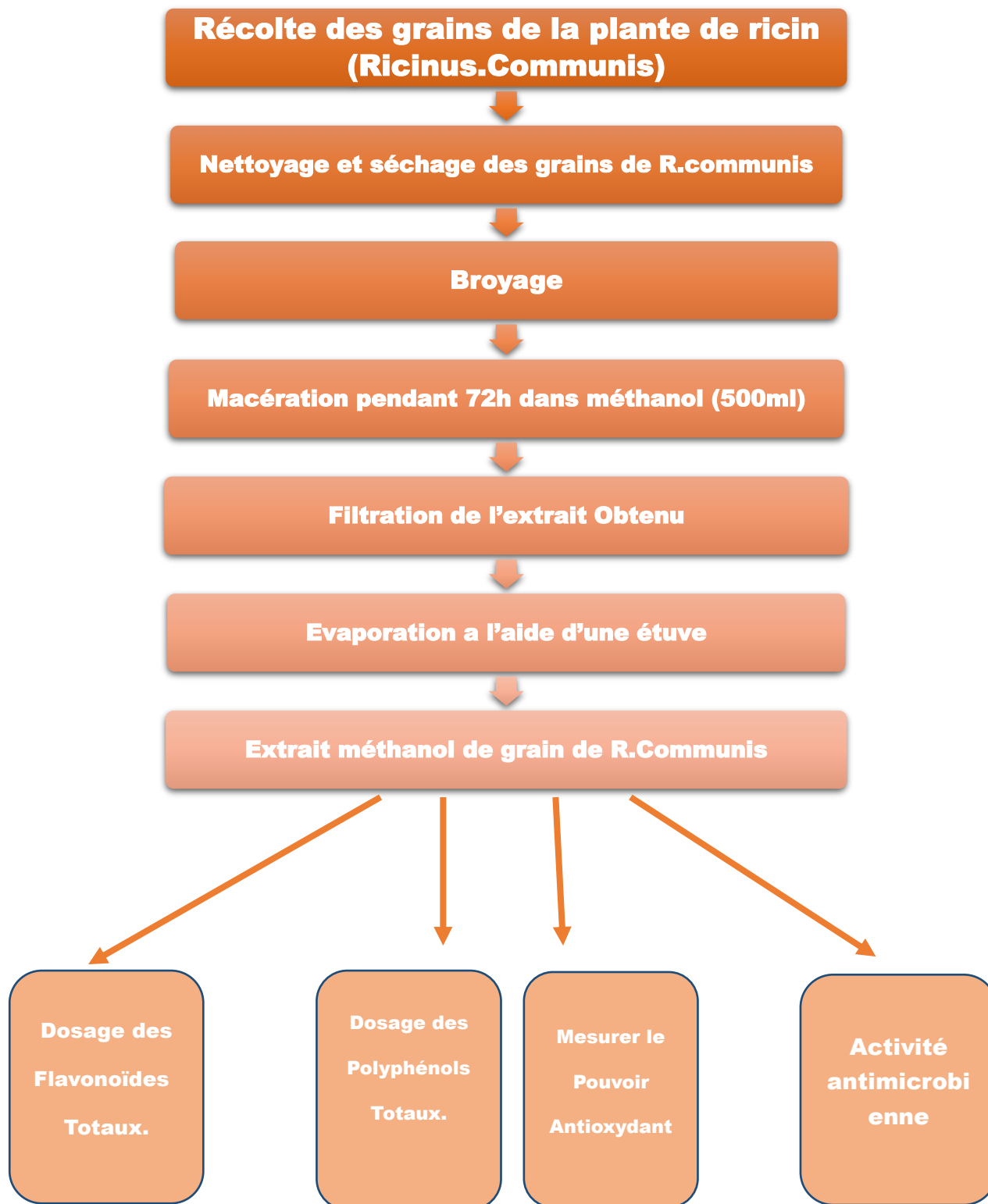
Le mélange est mis sous agitation permanente pendant 24 h. Après filtration, le filtrat obtenu a été concentré sous pression réduite à 40 °C à l'aide d'une étuve universelle.





**Figure 14** : La préparation de l'extrait de grain de *R. communis*.

- 1 : Appareil étuve de séchage les grains de *R. communis*
- 2 : Grains de ricin
- 3 : Après broyage des grains
- 4 : Après ajout de méthanol
- 5 : Agitation de la solution
- 6 : Solution obtenue après 72h
- 7 : Filtration de la solution obtenue.



**Figure 15 :** LES DIFFERENTS ETAPES REALISEES DANS L'EXPERIMENTATION.

### 3.3. Réactifs chimiques :

Une série de produits chimiques ont été utilisés pour doser les composés phénoliques d'extrait de grains de R. communis.

Le réactif de Folin-Ciocalteu l'acide gallique, le nitrite de sodium ( $\text{NaNO}_2$ ) et le carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), le chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ), le DPPH.

### 3.4. Le Rendement Obtenu :

Le rendement de l'extraction est déterminé par le rapport entre la masse des Polyphénols extraits et la masse de la matière première végétale traitée. Le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$\text{Rdt (\%)} = \frac{P1 - P2}{P3} \times 100$$

P1 : Poids du ballon après évaporation.

P2 : Poids du ballon avant évaporation.

P3 : Poids de la matière végétale de départ.

## 4. Dosage des Polyphénols Totaux :

Ce dosage repose sur la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin Ciocalteu. Ce dernier est constitué d'un mélange d'acide Phosphotungstique (H<sub>3</sub> PW<sub>12</sub> O<sub>4</sub>) et d'acide Phosphomolybdique (H<sub>3</sub> PMO<sub>12</sub> O<sub>40</sub>). L'oxydation des phénols réduit ce réactif en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène.

L'intensité de la couleur est proportionnelle au taux de composés phénoliques oxydés dont l'absorbance est comprise entre 725 et 760 nm (Lit et al., 2007).

### 4.1. Méthode :

Un Volume de 0.2 ml d'extrait a été mélangé avec 1.5 ml de Folin Ciocalteu (10%). Après 5 minutes, on rajoute 1.5 ml d'une solution de Carbonate de sodium (7.5%). Le mélange est soumis à une agitation puis incubé à température ambiante à l'obscurité pendant 2h et l'absorbance est lue à 765 nm sur un Spectrophotomètre. L'acide gallique est utilisé comme standard de référence. Les résultats sont exprimés en microgramme d'équivalents d'acide gallique par mg d'extrait sec ( $\mu\text{g EA/mg d'extrait}$ ).

$$\text{Polyphénols} = \frac{a}{f/C}$$

**A** : Concentration de Polyphénols ( $\mu\text{g Eq acide gallique/mg d'extrait}$ ) déterminée à partir de la courbe étalon.

**F** : Facteur de dilution ( $\times 22$ ).

**C** : Concentration de l'extrait.

### 4.2. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique :

La courbe d'étalonnage est effectuée par l'acide gallique à différentes concentrations de 0.1 au 10  $\mu\text{g/l}$ , dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en milligramme d'équivalents d'acide gallique par gramme de matière végétale fraîche.

## 5. Dosage des Flavonoïdes totaux :

Les flavonoïdes sont quantifiés par une méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>) 2%. Le trichlorure d'aluminium forme un complexe jaune avec les flavonoïdes, qui absorbe dans le visible à 510 nm (Ardestani et Yazdanparast, 2007).

### 5.1. Méthode :

Un Volume de 1 ml d'extrait a été additionné à 1 ml de Trichlorure d'aluminium à 2% (AlCl<sub>3</sub>). Le mélange a été placé à température ambiante et a l'obscurité pendant 10 min puis l'absorbance a été mesurée à 430 nm sur un Spectrophotomètre. Le Quercétine est utilisé comme standard de référence. Les résultats sont exprimés en microgramme d'équivalents Quercétine par mg d'extrait sec ( $\mu\text{g EQ/mg d'extrait}$ ).

Flavonoïdes =  $a. f/C$

**A** : Concentration de flavonoïdes (équivalent de catéchine/mg d'extrait) déterminée à partir de la courbe étalon.

**F** : Facteur de dilution ( $\times 10$ ).

**C** : Concentration de l'extrait.

### 5.2. Courbe d'étalonnage de la Quercétine :

La courbe d'étalonnage est effectuée par Quercétine à différentes concentrations de 0.1 au 10  $\mu\text{g/l}$ , dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en milligramme d'équivalents de Quercétine par gramme de matière végétale fraîche.

## 6. Etude des activités antioxydantes :

### 6.1. Mesure du pouvoir antioxydant :

De nombreuses méthodes sont utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydante, in vitro et in vivo des composés Phénoliques purs ou d'extrait. Dans notre étude nous avons utilisé des tests chimiques qui mesurent la réduction du radical stable le DPPH (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl) (Sharma et al., 2009 ; Bourkhiss et al., 2010).

### 6.2. Evaluation de l'activité anti-oxydant par le test DPPH :

L'évaluation de l'activité anti-oxydant d'un produit peut se réaliser selon plusieurs méthodes. Au cours de cette étude nous avons choisi d'évaluer l'activité anti-oxydant par le test DPPH.

L'intérêt de ce test est que le (DPPH) permet de déterminer l'activité anti-oxydant en milieu organique.



### 6.2.1. Principe du test DPPH :

Le test DPPH (2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyle) a été utilisé par (Blois, 1958), ce test consiste en la réduction d'une solution alcoolique de l'espèce radicalaire DPPH\* en présence d'un antioxydant donneur d'hydrogène (AH), qui aboutit à la formation d'une forme non radicalaire DPPH-H (Figure 16). En effet, la présence des radicaux DPPH\* donne une coloration pourpre foncé à la solution et qui absorbe fortement à 517 nm. Au cours de la réaction, la colorimétrie de la solution change sous l'effet d'un agent antioxydant qui entraîne la décoloration de la solution.

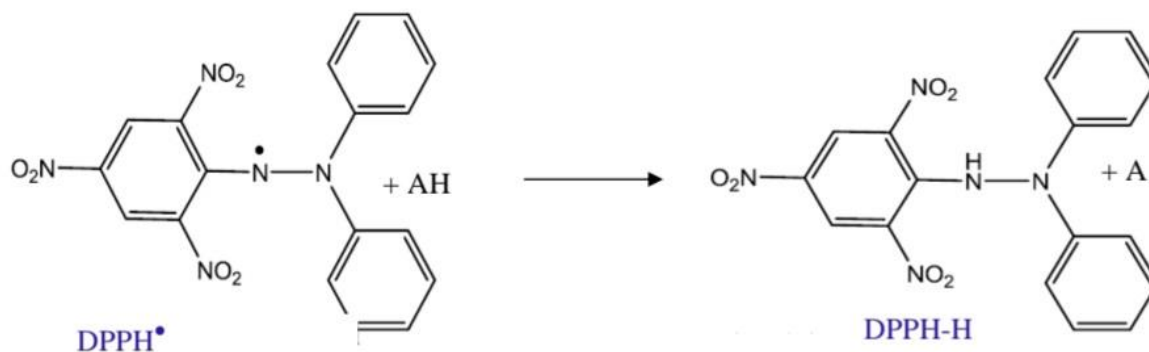


Figure 16 : MECANISME D'ACTION DE DPPH.

### 6.3. Mode Opératoire :

L'effet de l'extrait sur la réduction du DPPH a été réalisé selon le Protocole suivant (Benariba et al., 2013). VI. 2.1. Préparation Du DPPH 3.15 mg de DPPH est dissoute dans 50ml du 1méthanol pur pour obtenir une solution de DPPH.

#### 6.3.1. Préparation des échantillons :

Un Volume de 1ml de notre extrait est dissout dans 500µl de solution méthanolique de DPPH (0.16mmol/ml), fraîchement préparée. En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé en parallèle en mélangeant 0.1ml du méthanol avec 1ml d'une solution méthanolique de DPPH à la même concentration utilisée. Le mélange obtenu est ensuite agité, puis gardé à l'abri de lumière à température ambiante pendant 30min. Ensuite La lecture ce fait a l'aide d'un Spectrophotométrie de la densité optique à 517nm.

#### Pourcentage D'inhibition du radical DPPH

$$I\% = ((Ac - At) / Ac) * 100$$

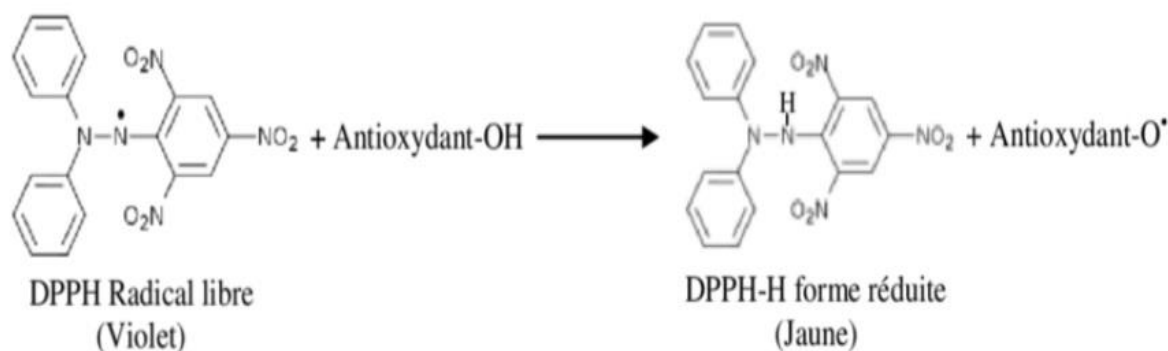
**Ac** : absorbance du contrôle négatif.

**At** : absorbance de l'extrait.

### 6.3.2. Courbe d'étalonnage :

D'acide ascorbique La courbe d'étalonnage est effectuée par l'acide ascorbique à différentes concentrations de 0.1 au 10 µg/l, dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en milligramme d'équivalents d'acide ascorbique par gramme de matière végétale fraîche.

L'acide ascorbique a été utilisé comme contrôle positif à différentes concentrations. Le mécanisme réactionnel du test DPPH est présenté dans la figure suivante :



**Figure 17** : Mécanisme réactionnel du test DPPH (Molyneux, 2004).

La valeur IC50 est la concentration d'extrait qui assure la réduction de 50% du DPPH, déterminée graphiquement par la régression linéaire, pour chaque extrait à partir de la courbe du pourcentage de réduction en fonction de la concentration (Samarth et al., 2008).

## 7. Etude d'activité antimicrobienne :

### 7.1. Réactivation de souches pathogènes :

#### 7.1.1. Les souches pathogènes utilisées :

Les germes pathogènes, *E. coli*, *St. aureus*, *P. aeruginosa*, *B. cereus*, *S. typhimurium* et *C. albicans* ont été réactivées en bouillon BHIB, et incubées à 37 °C pendant 24 H pour s'assurer de leurs puretés ainsi que les réactiver.

#### 7.1.2. Le renouvellement et l'enrichissement des souches pathogènes :

Le renouvellement et l'enrichissement est effectué par ensemencement des souches pathogènes dans un bouillon BHIB à 37°C pendant 24 heures d'incubation avant chaque test d'antagonisme pour obtenir une culture jeune, puis ajuster la densité optique entre l'intervalle de 0.08 à 0.1 à une longueur d'onde de 600 nm qui correspond à 10<sup>8</sup> UFC / ml (Kishor 2005).

### 7.1.3. Méthode de diffusion en puits AWDT :

Cette méthode de diffusion est très utilisée en microbiologie (antibiogramme et antifongogramme), elle repose sur la diffusion du composé antimicrobien en milieu semi solide (gélose molle), l'effet du produit antimicrobien sur la cible, le résultat est apprécié par la mesure d'une zone d'inhibition, qui en sa fonction, la souche du testée sera qualifiée de vue de sa sensibilité : sensible, intermédiaire ou résistante. Dans la technique de diffusion il y a compétition entre la croissance du microorganisme et l'effet de la diffusion du produit testé (Broadasky et al., 1976).

Cette méthode consiste à couler 15 ml Muller Hinton molle avec 100 $\mu$ l d'une culture jeune de 24h d'incubation de nombre de 10<sup>8</sup> UFC/ml (la densité optique 0.08-0.1) sur une boîte de pétri. Après solidification à température ambiante dans une zone stérile, des puits sont creusés à l'aide d'un embout jaune stérile. Généralement on réalise 1 puits par boîte de 6mm de diamètre. Un volume de 50 $\mu$ l de l'extrait brut est mis dans les puits.

Les boîtes de pétri sont incubées à 37°C pendant 24h pour permettre la bonne diffusion de la substance antibactérienne.

La présence de zone d'inhibition à formées autour des puits est examinée après 24h d'incubation (Hwanhlem et al., 2011). La lecture des résultats se fait par la mesure de diamètre des zones d'inhibition apparaissant ; il sera considéré comme positif si le diamètre est supérieur à 2mm.

## 7.2. Description des microorganismes étudiés :

### 7.2.1. Staphylococcus aureus :

Les espèces Staphylococcus aureus sont des Cocci à Gram positif, de forme sphérique, avec un diamètre de 0.8 à 1  $\mu$ m. Elles sont regroupées en diplocoques ou en petits amas (grappe de raisin). Elles sont immobiles, asporulés, habituellement sans capsule, coagulase et catalase positive. De nombreuses souches de S. aureus produisent un pigment jaune doré (Patrick et al., 1988).

- Pouvoir pathogène

S. aureus tient également à la production d'un grand nombre de substances diffusibles ou associées à la paroi (hémolysines  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et  $\delta$ ) (Guiraud et al., 2004). Elle est la cause de méningite, ostéomyélite et la diarrhée (Steven et al., 2004).

### 7.2.2. Escherichia coli :

Escherichia coli est un bacille à Gram négatif (Patrick et al., 1988), de forme non sporulée, de type anaérobie facultative, généralement mobile grâce aux flagelles, sa longueur varie de 2 à 6  $\mu$ m, alors que sa largeur est de 1,1 à 1,5  $\mu$ m (Steven et al., 2004). Les bactéries appartenant à l'espèce

*E. coli* constituent la majeure partie de la flore microbienne aérobie du tube digestif de l'homme et de nombreux animaux.

- Pouvoir pathogène

Ces souches sont responsables de la diarrhée des voyageurs et de syndromes diarrhéiques cholériformes épidémiques dans les pays du tiers-monde. Ce sont des souches capables d'excréter des toxines (toxines LT et bu ST) (Guiraud et al., 2004). Certaines souches sont virulentes, capables de déclencher spécifiquement chez l'homme ou chez certaines espèces animales des infections spontanées des voies digestives notamment les salmonelles (Federighi, 2005) ou urinaires ou bien encore des méningites néonatales. D'autres souches appartiennent à la flore commensale peuvent être responsables d'infections opportunistes variées, surtout chez les sujets aux défenses immunitaires affaiblies (*Patrick et al., 1988*).

### 7.2.3. *Pseudomonas aeruginosa* :

Les espèces *P. aeruginosa* sont des bacilles à Gram négatif, de 1.5 à 3 µm de long et 0.5 à 0.8 µm de large, non sporulés, généralement mobiles grâce à une ou plusieurs flagelles polaires.

*P. aeruginosa* est une espèce aérobie à métabolisme strictement respiratoire et chimio-organotrophes (Palleroni, 2008).

**Pouvoir pathogène** Cette espèce est responsable de 10% de l'ensemble des infections nosocomiales, occupant le 3 rang après *E. coli* et *S. aureus*, mais le premier rang pour les infections pulmonaires basses et le 3ème rang pour les infections urinaires (Richard et Kiredjian, 1995).

### 7.2.4. *Bacillus cereus* :

Un grand bacille à Gram positif en forme de bâtonnet de 1 µm de large pour 3 à 4 µm de long, sporulé, mobile et de type respiratoire aéro-anaérobie. Le germe *B. cereus*, retrouvé de manière ubiquitaire dans le sol, est fréquemment responsable d'intoxications alimentaires opportunistes.

- **Pouvoir pathogène** L'intoxication alimentaire à *B. cereus* revêt deux formes :
- La forme émétique, accompagnée de nausées et de vomissements (durée d'incubation : 1 à 5 heures).
- La forme diarrhéique, accompagnée de douleurs abdominales et d'une *Candida albicans*  
*Candida albicans* est une levure non capsulée, non pigmentée et aérobie. Cette levure diploïde, dont le matériel génétique se répartit en huit chromosomes (Chu et al., 1993). Au niveau morphologique, cette levure peut mesurer de 3 à 15 µm, et est caractérisée par un polymorphisme que l'on peut trouver in vitro et in vivo et qui lui permet de se soustraire aux

défenses liées à l'immunité cellulaire (Buffoet et al., 1984). Pouvoir pathogène Elle provoque des infections fongiques (candidose) essentiellement au niveau des muqueuses digestive et gynécologique. Les candidoses sont une cause importante de mortalité chez les patients immunodéprimés comme les patients atteints du Sida, les patients cancéreux sous chimiothérapie ou après transplantation de moelle osseuse (Sheppard et al, 2004). Diarrhée (durée d'incubation : 6 à 24 heures).

#### **7.2.5. Candida albicans :**

*Candida albicans* est une levure non capsulée, non pigmentée et aérobie. Cette levure diploïde, dont le matériel génétique se répartit en huit chromosomes (Chu et al., 1993). Au niveau morphologique, cette levure peut mesurer de 3 à 15 µm, et est caractérisée par un polymorphisme que l'on peut trouver in vitro et in vivo et qui lui permet de se soustraire aux défenses liées à l'immunité cellulaire (Buffoet et al., 1984).

- Pouvoir pathogène

Elle provoque des infections fongiques (candidose) essentiellement au niveau des muqueuses digestive et gynécologique. Les candidoses sont une cause importante de mortalité chez les patients immunodéprimés comme les patients atteints du Sida, les patients cancéreux sous chimiothérapie ou après transplantation de moelle osseuse (Sheppard et al, 2004).

#### **7.2.6. Salmonella :**

Est un genre de bacilles Gram négatifs (BGN) de la famille des Enterobacteriaceae. Son nom fait référence au vétérinaire Daniel E. Salmon.

Les salmonelles sont potentiellement pathogènes pour l'homme et de nombreuses espèces animales. Elles possèdent de nombreux facteurs de virulence, leur permettant à chaque étape de la pathogénie de s'adapter aux conditions de l'environnement et à la réponse de l'hôte. Des étapes-clés, comme l'invasion des cellules épithéliales et la survie dans les macrophages, ont été très étudiées, débouchant sur la découverte d'un système de sécrétion protéique original et la mise en évidence de véritables îlots de pathogénicité. Ces progrès considérables dans la connaissance ont été permis par le développement de nombreux modèles d'étude in vitro et in vivo, et de stratégies d'identification des gènes impliqués. Certaines de ces stratégies, originales et élégantes, ont été développées récemment (Yves Milleman).

# **CHAPITRE III**

## **Résultats et discussion**

## 1. Résultats :

### 1.1. Rendement d'extraction des grains de R. communis :

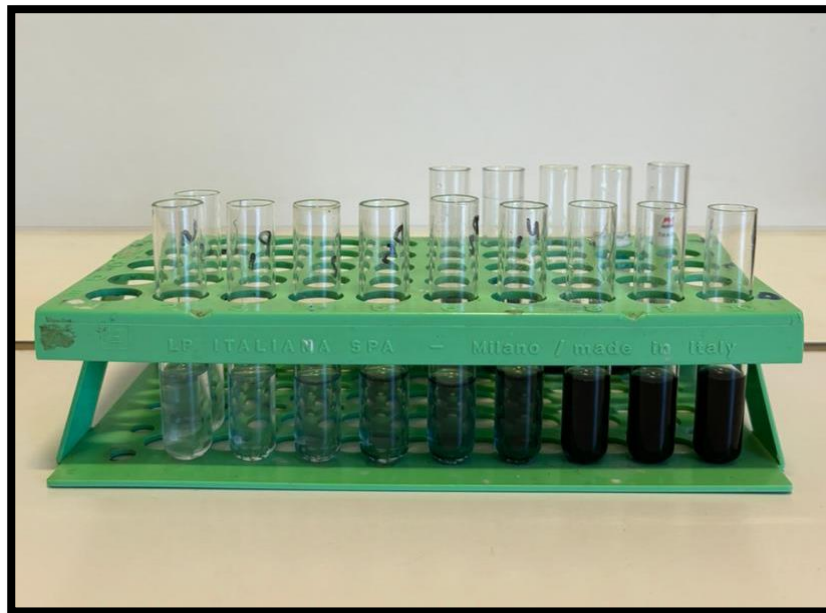
#### 1.1.1. Dosage des Composés Phénolique :

#### 1.1.2. Taux de Polyphénols totaux dans l'extrait de R. communis :

La teneur en Polyphénols totaux dans l'extrait eau-méthanol est déterminée à partir des équations de la régression linéaire de courbe d'étalonnage exprimées en  $\mu\text{g}$ . Eq acide gallique par mg d'extrait.

Le dosage des PPT de chacun des échantillons se fait par comparaison de leur absorbance à celle de la courbe d'étalonnage.

Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (EAG/g MS).



**Figure 18** : Concentration du Polyphénols d'extrait de grains de ricin.

La courbe d'étalonnage de l'acide gallique représente l'absorbance en fonction de la concentration en acide gallique.

Elle est obtenue avec un coefficient de corrélation de 0,9992.

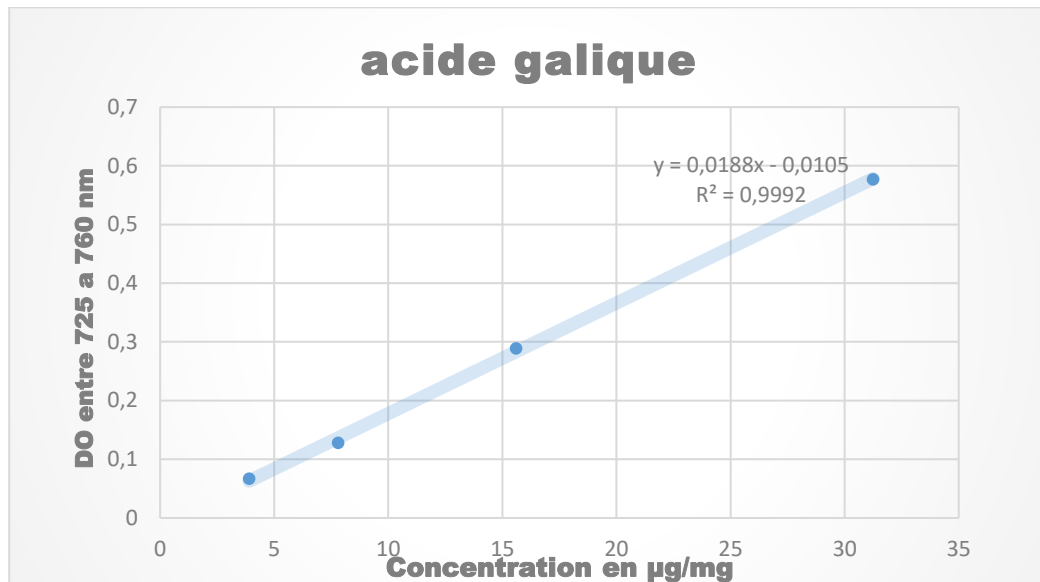


Figure 19 : Courbe étalon de l'acide gallique.

Le dosage des polyphénols a été réalisé en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu à 2%. Malgré la sensibilité et la simplicité de cette méthode qui est largement utilisée, elle n'est pas spécifique des Polyphénols.

En effet, le réactif peut réagir avec des protéines, des sucres, l'acide ascorbique et des composés soufrés, ce qui peut influencer les résultats obtenus (Singleton et Rossi, 1965). En ce qui concerne notre étude, l'analyse des composés phénoliques montre que la teneur en Polyphénols enregistrée dans cette étude est de 145.07 µg. EA par mg d'extrait.

### 1.2. Flavonoïdes totaux dans l'extrait de *R. communis* :

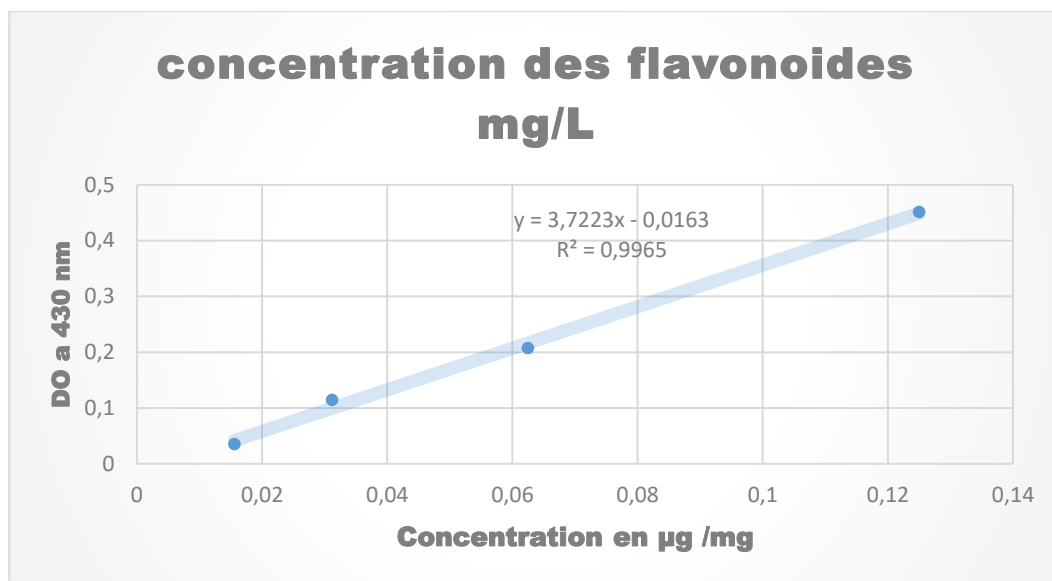
Équations de la régression linéaire de courbe d'étalonnage exprimées en µg. Eq Quercétine par mg d'extrait de grains de *R. communis*.



Figure 20 : Résultat des flavonoïdes totaux.



La courbe d'étalonnage de l'absorbance en fonction de la concentration en catéchine a été réalisée. Elle présente un coefficient de corrélation de l'ordre de 0,9965.



**Figure 21** : Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes totaux.

La teneur en flavonoïde est déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage à la Quercétine. La teneur en flavonoïdes enregistrée dans cette étude est de 71.81 µg EQ/mg extrait.

**Tableau 6** : TENEURS EN PHENOLS TOTAUX, ET EN FLAVONOÏDES DE L'EXTRAIT BRUT DE GRAIN DE R. COMMUNIS.

	Phénols totaux (µg EA/mg extrait)	Flavonoïdes (µg EQ/mg extrait)
Extrait brut	145.07	71.81

D'après ces résultats nous constatons que R. communis est très riche en phénols totaux (145.07 µg EA/mg extrait) par rapport les flavonoïdes totaux (71.81 µg EQ/mg extrait).

Il est difficile de comparer ces résultats avec ceux de la bibliographie car l'utilisation de différentes méthodes d'extraction, réduit les possibilités de comparaison entre les études (Trabelsi et al., 2010).

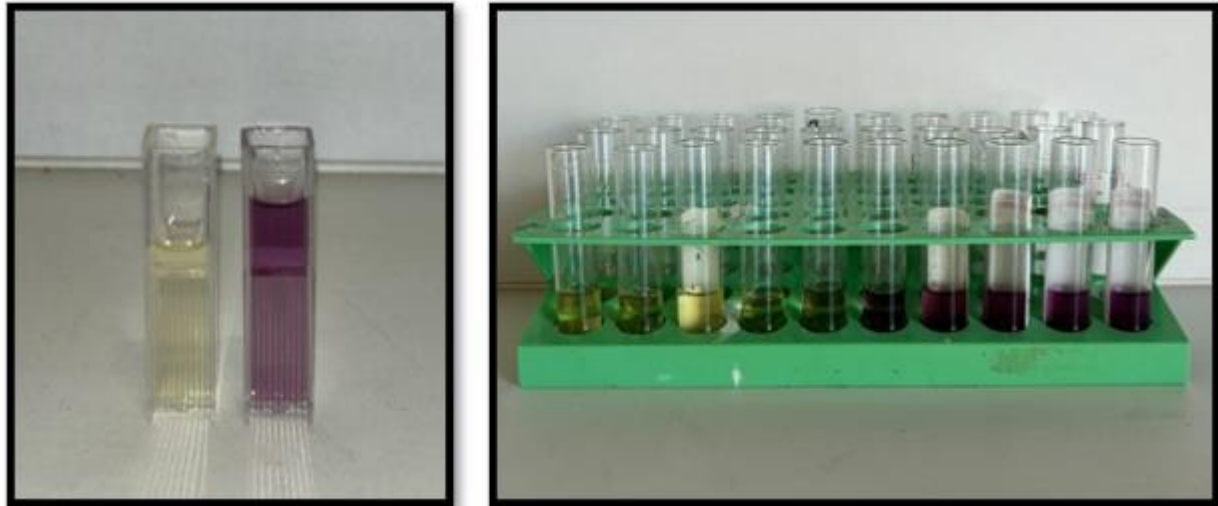
De ce fait le méthanol reste le meilleur solvant pour extraire ces composés, cette affinité est appuyée par plusieurs travaux (Abdille et al., 2005).

### 1.3. Evaluation du pouvoir antioxydant :

L'activité antioxydante de l'extrait de grains de R. communis est évaluée par le test de réduction du radicale libre DPPH.

## 2. Test de réduction du radical libre le DPPH :

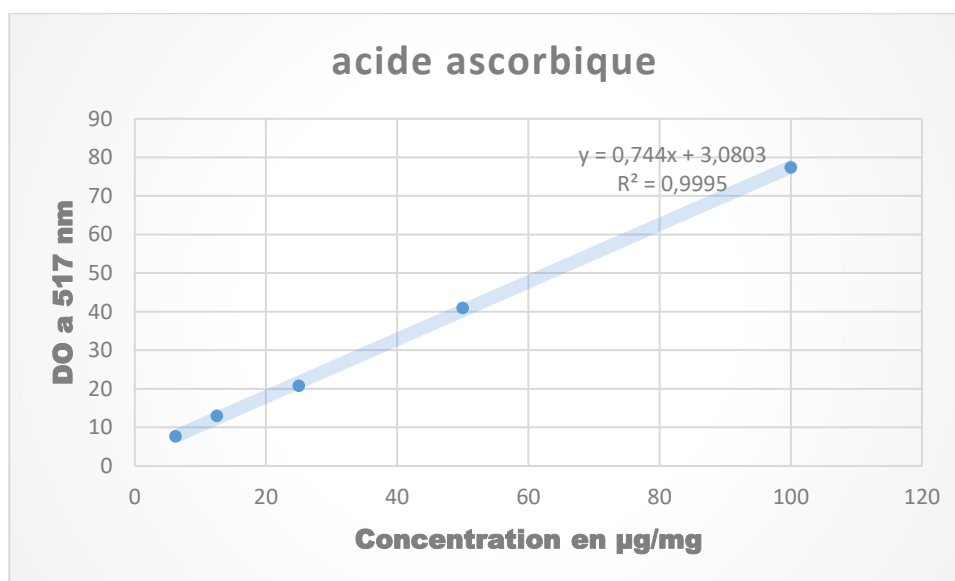
L'activité antioxydante est évaluée en utilisant la méthode du test DPPH. Le composé chimique 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle est un radical de couleur violacée qui absorbe dans l'UV- visible à la longueur d'onde de 517nm, suivie par spectrophotométrie.



**Figure 22** : CONCENTRATION DU DPPH D'EXTRAIT DE GRAINS DE RICIN.

Il fut l'un des premiers radicaux libres utilisés pour étudier l'activité antioxydante des composés phénoliques. Dans ce test, le substrat est un radical libre qui, en réagissant avec une molécule antioxydante, se transforme en DPPH-H (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) avec perte de son absorbance caractéristique à 517 nm.

Les réactions ont lieu à température ambiante et en milieu éthanolique, qui permet une bonne solubilisation de la plupart des antioxydants. Ce test est très utilisé, car il est rapide et facile, Malgré qu'elle soit coûteuse.



**Figure 23** : Courbe étalon d'acide ascorbique.

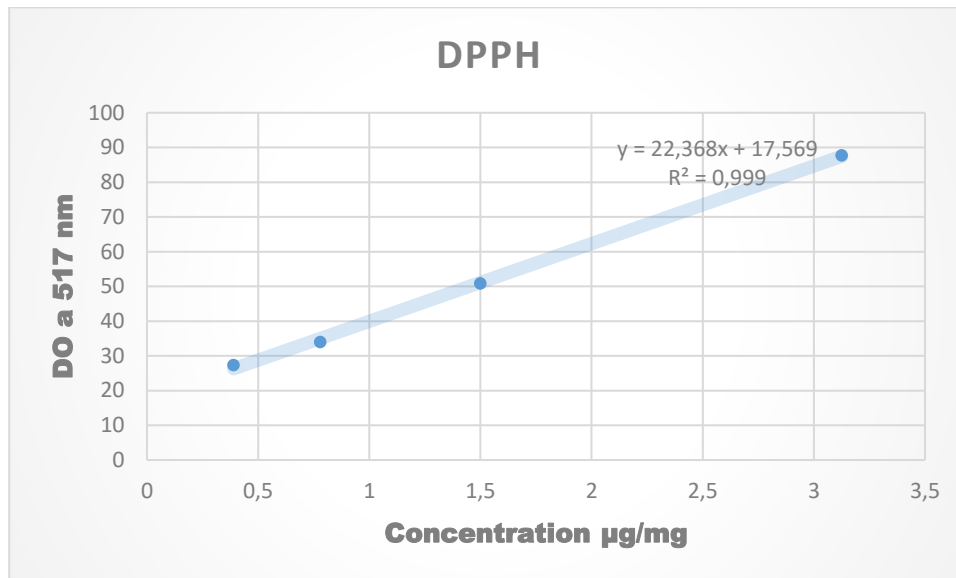


Figure 24 : Courbe d'étalonnage du DPPH.

### 3. Calcul des pourcentages d'inhibitions I% :

Les résultats du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH par l'extrait méthanolique de grain de *R. communis* sont illustrés dans le Tableau 06 et les Figures 23 et 24. Ces résultats sont comparés aux pourcentages d'inhibition par un puissant antioxydant (acide ascorbique) utilisé dans cette étude comme témoin positif (Figure 23/24).

IC50 de l'acide ascorbique :  $y = 0.744x + 3.08$

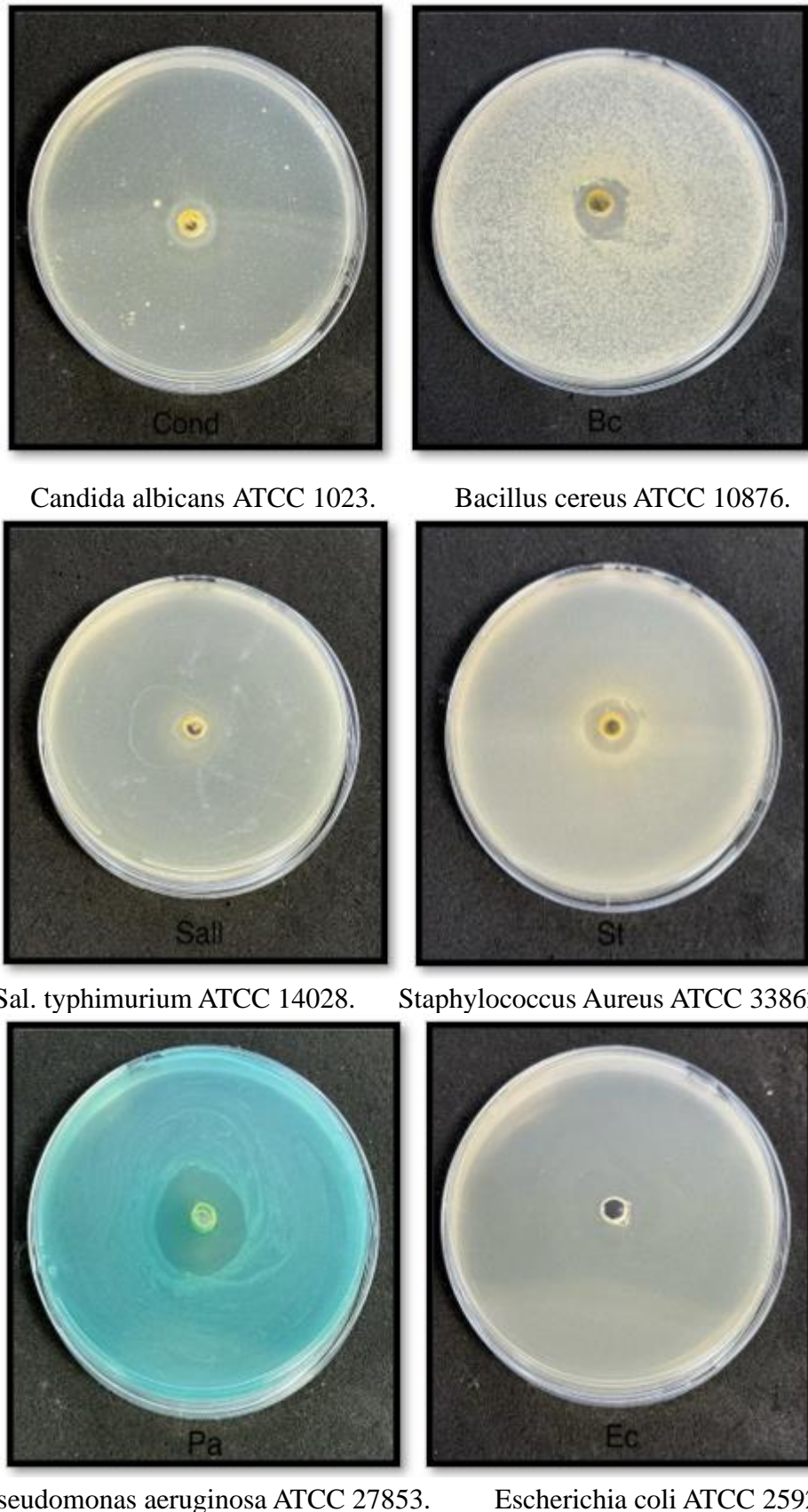
$$y = ((50 - 3.08) / 0.744) = x$$

IC50  $x = 63.06$  mg/ml

### 4. Pouvoir de l'activité antimicrobienne d'extrait de grain de *R. communis* :

Nous avons étudié in vitro le pouvoir antimicrobienne d'extrait brut d'extrait de grain de *R. communis* par la méthode de diffusion en puits AWDT (Barefoot et Klaenhammer, 1983) sur un milieu gélosé solide, Mueller-Hinton, c'est le milieu le plus utilisé pour faire ces tests d'antagonisme.

L'activité antimicrobienne d'extrait de grain de *R. communis* a été estimée en terme de diamètre de la zone d'inhibition autour des puits contenant l'extrait brut de *R. communis* à tester vis-à-vis de 6 microorganismes testés qui proviennent de la collection du laboratoire LMBAFS dont deux (2) bactéries Gram positif (+) : *B. cereus* ATCC10876, et *St. aureus* ATCC 33862, et deux (4) bactéries Gram négatif (-) *P. aeruginosa* ATCC 27853, *E. coli* ATCC 25922 et *Sal .typhimurium* ATCC 14028 ainsi qu'un champignon: une levure *C. albicans* ATCC 10231.



*Candida albicans* ATCC 1023.

*Bacillus cereus* ATCC 10876.

*Sal. typhimurium* ATCC 14028.

*Staphylococcus Aureus* ATCC 33862.

*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

*Escherichia coli* ATCC 25922.

**Figure 25 :** Pouvoir antibactérienne d'extrait brut de grain de *R. Communis* par la méthode de diffusion en puits vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Candida albicans* ATCC 1023, *Staphylococcus aureus* ATCC 33862, *Bacillus cereus* ATCC 10876 et *Salmonella typhimurium* ATCC 14028.

**Tableau 7** : Résultats obtenus par le pouvoir antibactérienne d'extrait brut de R. communis

<b>Pa</b>	<b>25mm</b>
<b>Ec</b>	/
<b>Bc</b>	<b>15mm</b>
<b>St</b>	<b>16mm</b>
<b>Sal</b>	/
<b>Cond</b>	<b>12mm</b>

### 5. Discussion des résultats obtenus de pouvoir antibactérienne d'extrait brut de grain de ricin :

C'est la technique de base utilisé pour étudier la capacité substance à exercer un effet antimicrobien. D'après Les résultats obtenus, on remarque que les propriétés antimicrobiennes dans ce test ont montré que l'extrait brut de R. communis influence totalement sur P. aeruginosa ATCC 27853, St. aureus ATCC 33862, B. cereus ATCC 10876 et C. albicans ATCC 1023, mais aucune activité antimicrobienne n'a été enregistrée vis-à-vis de la souche E. coli ATCC 25922 et Sal. typhimurium ATCC 14028. (Figure 32).

1. **Pseudomonas aeruginosa (25 mm)** : Une zone d'inhibition de 25 mm indique une forte activité antibactérienne de l'extrait de grain de ricin contre Pseudomonas aeruginosa. Cette grande zone d'inhibition suggère que l'extrait a efficacement inhibé la croissance de cette bactérie.

2. **Escherichia coli (0 mm)** : L'absence de zone d'inhibition autour d'Escherichia coli indique que l'extrait de grain de ricin n'a pas eu d'effet antibactérien sur cette souche spécifique de bactérie.

3. **Candida albicans (12 mm)** : Une zone d'inhibition de 12 mm montre une activité modérée de l'extrait de grain de ricin contre Candida albicans, un champignon responsable de diverses infections chez l'homme.

4. **Staphylococcus aureus (16 mm)** : Une zone d'inhibition de 16 mm indique une activité modérée à forte de l'extrait de grain de ricin contre Staphylococcus aureus, une bactérie responsable de diverses infections cutanées et systémiques chez l'homme.

5. **Bacillus cereus (15 mm)** : Une zone d'inhibition de 15 mm suggère une activité modérée à forte de l'extrait de grain de ricin contre Bacillus cereus, une bactérie pouvant causer des intoxications alimentaires.

6. **Salmonella typhimurium (0 mm)** : Comme pour *Escherichia coli*, l'absence de zone d'inhibition autour de *Salmonella typhimurium* indique que l'extrait de grain de ricin n'a pas eu d'effet antibactérien sur cette souche de *Salmonella*.

L'extrait de graines de *R. communis* présente un effet inhibiteur significatif contre certains pathogènes, en particulier les bactéries Gram-positives et les levures testées.

## 6. Comparaison :

Comparaison entre les effets antioxydants et antimicrobiens de l'extrait de graines de *Ricinus communis*

### 6.1. Effets antioxydants Méthode d'évaluation :

L'activité antioxydante a été mesurée en utilisant la méthode de réduction du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl), une technique couramment utilisée pour évaluer la capacité antioxydante des composés.

#### 6.1.1. Résultats spécifiques :

Rendement en extrait brut : 7,5%, indiquant la proportion de matière obtenue après extraction.

**Polyphénols totaux** : 145,07 µg EAG (équivalents acide gallique) /mg d'extrait. Les polyphénols sont des composés reconnus pour leurs fortes capacités antioxydantes.

**Flavonoïdes** : 71,81 µg EQ (équivalents quercétine) /mg d'extrait. Bien que la teneur en flavonoïdes soit relativement faible par rapport aux polyphénols, ils contribuent également à l'activité antioxydante globale.

**Implications** : La forte teneur en polyphénols indique que l'extrait a un potentiel significatif pour neutraliser les radicaux libres, protégeant ainsi les cellules contre le stress oxydatif.

La faible teneur en flavonoïdes suggère que, bien qu'ils contribuent à l'activité antioxydante, les polyphénols sont les principaux responsables de cet effet.

### 6.2. Effets antimicrobiens Méthode d'évaluation :

L'activité antimicrobienne a été testée en utilisant la méthode de diffusion en puits (AWDT), où des extraits sont placés dans des puits creusés dans une géloseensemencée avec des microorganismes cibles.

L'inhibition de la croissance microbienne autour des puits est mesurée pour évaluer l'efficacité antimicrobienne.

Microorganismes testés : Bactéries Gram-positives : *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Staphylococcus aureus* ATCC 33862 et levure : *Candida albicans* ATCC 10231. Bactéries Gram-négatives : *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028.

### **6.2.1. Résultats spécifiques :**

Inhibition notable : *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Candida albicans*. Aucune inhibition : *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*.

Implications : L'activité antimicrobienne efficace contre *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, et *Candida albicans* indique que l'extrait a un potentiel pour combattre certaines infections bactériennes et fongiques.

L'absence d'activité contre *Escherichia coli* et *Salmonella typhimurium* suggère que l'extrait est moins efficace ou inefficace contre certaines bactéries Gram-négatives, peut-être en raison de différences dans la structure de leur paroi cellulaire, qui peut être moins perméable aux composés antimicrobiens.

## **7. Comparaison et interprétation :**

### **7.1. Nature des effets :**

Antioxydants : Les effets sont liés à la neutralisation des radicaux libres, aidant à prévenir les dommages cellulaires et à réduire le risque de maladies chroniques.

Antimicrobiens : Les effets sont spécifiques à la capacité de tuer ou d'inhiber la croissance de certains microorganismes pathogènes.

#### **7.1.1. Mécanismes d'action :**

Antioxydants : Les polyphénols et flavonoïdes agissent principalement par la donation d'atomes d'hydrogène ou d'électrons pour neutraliser les radicaux libres.

Antimicrobiens : Les composés antimicrobiens peuvent perturber les membranes cellulaires, inhiber les enzymes essentielles ou interférer avec l'ADN des microorganismes.

### **7.2. Efficacité relative :**

Antioxydants : L'extrait est globalement très efficace, en raison de la forte concentration de polyphénols.

Antimicrobiens : L'efficacité est variable, avec une bonne inhibition de certaines bactéries Gram-positives et levures, mais une inefficacité contre certaines bactéries Gram-négatives.

### 7.3. Applications potentielles :

Antioxydants : L'extrait peut être utilisé comme complément alimentaire, agent de conservation naturelle, ou dans des formulations cosmétiques pour ses propriétés protectrices.

Antimicrobiens : Il peut être utilisé dans des applications médicales ou agricoles pour traiter ou prévenir certaines infections, bien que son efficacité limitée contre certains pathogènes doit être prise en compte.

En résumé, l'extrait de graines de *Ricinus communis* montre un fort potentiel comme agent antioxydant en raison de sa riche composition en polyphénols, tandis que ses propriétés antimicrobiennes sont plus spécifiques et efficaces contre certains pathogènes mais pas contre tous.

## 8. Conclusion Et Perspectives :

Notre travail de recherche est centré sur les effets antioxydants et antimicrobiennes de la plante (grains) *Ricinus Communis* connu essentiellement par leur richesse en huile fixe. L'huile de ricin est connue pour son utilisation dans la fabrication des produits cosmétiques et à degré moindre dans la production de biodiesel.

Notre étude avait pour objectif d'étudier les effets antioxydants et antimicrobiens des extraits de grain de ricin. Nous avons d'abord réalisé une étude phytochimique pour identifier les composés phénoliques présents dans les extraits de ricin. Les résultats ont montré une richesse notable en polyphénols totaux (PPT) et flavonoïdes (FVT) dans les extraits de grain de ricin. Ensuite, nous avons évalué l'activité antioxydante de ces extraits, démontrant ainsi leur capacité à neutraliser les radicaux libres et à protéger les cellules contre le stress oxydatif. Parallèlement, nous avons étudié l'activité antimicrobienne des extraits de grain de ricin contre plusieurs souches bactériennes et fongiques. Les résultats ont révélé une forte activité antimicrobienne contre certaines souches, telles que *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*, tandis que d'autres souches, comme *Escherichia coli*, ont montré une résistance à l'action des extraits.

Notre étude met en évidence les propriétés antioxydantes et antimicrobiennes prometteuses des extraits de grain de ricin, soulignant leur potentiel pour de futures applications dans le domaine de la santé et de la pharmacologie.

Dans cette étude, nous avons constaté que l'extrait de grain de *R. communis* est riche en polyphénols totaux (145.07 µg. EA/mg d'extrait), et qui est responsable à des effets antioxydants important sur le DPPH.



Les résultats d'extraction de la matière végétale obtenus montrent que l'extrait brut méthanol de *R. Communis* est récupéré avec un rendement de 7.5%.

En parallèle ; la quantification des flavonoïdes a été effectuée par la méthode (Ardestani et Yazdanparast, 2007), nous a permis d'observer également une teneur dans l'extrait étudié de 71.81 µg EQ/mg d'extrait.

La méthode d'extraction joue un rôle important dans la détermination du rendement ainsi que la composition chimique de l'extraits préparés. Le rendement d'extrait dépend de la nature du solvant utilisé et des propriétés chimiques des molécules à extraire (Michel et al., 2012).

Ensuite, nous avons étudié aussi l'activité antimicrobienne vis-à-vis de six (6) souches bactériennes à Gram positives, Gram négatives ainsi qu'une levure de l'extrait méthanolique de grain de *Ricinus Communis* provenant de l'université AbdelHamid Ibn badis Mostaganem.

Les résultats montrent que l'extrait de graines de *Ricinus Communis* est potentiellement utile comme agent antioxydant naturel grâce à sa richesse en composés phénolique. De plus, il peut être utilisé comme antimicrobien contre certaines infections, bien que son efficacité varie selon le type de microorganisme.



## References :

-A-

- *Abdille et al., (2005)*. Abdille M.H., Singh R.P., Jayaprakasha G.K., Jena B.S., (2005). Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits, Food Chemistry, 90(4). 891- 896.
- *Abdulazim, S.S., Salah, O. A.T., Munir, N. G. M., Shomaf. S. (1998)*. The Abortifacient effects of Castor Bean Extract and Ricin-A Chain in Rabbits. Contraception. 58: 193–197.
- *Adolfo A.C., Heinrich M., (2005)*. Mexican plants with hypoglycaemic effect used in the treatment of diabetes. J. Ethnopharmacol. 99: 325–348.
- *Akpan, G. J., Udongwo, A. M., & Obodom, M. I. (2022)*. EXTRACTION, CHARACTERIZATION AND APPLICATIONS OF CASTOR SEED OIL FROM WILD *Ricinus communis*. Journal of Chemical Society of Nigeria, 47.
- *Anete C. F., Miriam, E.M. A., Mariana L.D.C., Ilza R. B., Bras H. D.O., Claudio D.C., (1999)*. Pharmacological Evaluation of Ricinine, a Central Nervous System Stimulant Isolated from *Ricinus communis*. J. Pharmacol. Biochemis Beh. 63(3): 367–375.
- *Anjani, K., (2005)*. Purple-coloured castor (*Ricinus communis* L.)-A rare multiple resistant morphotype. Curr. sci. 88(2): 215-216.
- *Ardestani et Yazdanparast, (2007)*. *Ardestani, A. and Yazdanparast, R. (2007)* Antioxidant and Free Radical Scavenging Potential of *Achillea santolina* Extracts. Food Chemistry, 104, 21-29.
- *Armstrong, W.P., (1982)*. Not Beavers Stars or Sons of Jupiter. Environ. Southwest., 496, pp.
- *Arseneault, Y. (2000)*. Quelle est la place de l'huile de ricin dans le déclenchement de travail Québec pharmac. 47(9) : 746- 748.

- *Aslania M.R., Malekib M., Mohria M., Sharifia K., Najjar V. N., Afshari E., (2007)*. Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. *Toxicon*. 49 : 400–406.

- *Audi, J., Belson, M., Patel, M., Schier, J., Osterloh, J. (2005)*. Ricin poisoning: A comprehensive review. *JAMA*. 294(18) : 2342-2351.

**-B-**

- *Barefoot, S.F., et Klaenhammer, T.R. (1983)*. Determination and activity of lactacin B, bacteriocin Produced by *Lactobacillus acidophilus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 45(6): 1808-1815.

- *Barefoot, S.F., et Klaenhammer, T.R. (1983)*. Determination and activity of lactacin B, bacteriocin Produced by *Lactobacillus acidophilus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 45(6): 1808-1815.

- *Bouakaz, (2006). Bouakaz I (2006)*. Etude phytochimique de la plante *Genista Microcephala*.

- *Boudeguig S, Gouaidia B., (2020)*. Evaluation de l'activité insecticide de *Ricinus communis* chez un insecte à intérêt médical *Blattella germanica*. Thèse de mémoire en biologie moléculaire et cellulaire. Faculté des sciences de la nature et de vie et sciences et sciences de la terre et de l'univers, Département de Biologie. Université de 8 Mai 1945 Guelma, Algérie, 99 pp.

- *Bourkhiss et al., (2010)*. Parties de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters du Maroc. *Bulletin de la société royale des sciences de Liège*. 141-154.

- *Bradberry S. M., Dickers K. J., Rice P., Griffiths G. D., Vale J. A., (2003)*. Ricin poisoning. *Toxicol Rev* 22(1) :65–70.

- *Broadasky TF, Lewis C & eBle TE - Doumandji A, Hellal A & Saidi N Bruneton J., (1999)*. *Pharmognosie, phytochimie, plantes médicinales*, 2eme édition, Paris : Editions médicales internationales, Tec et Doc Lavoisier. 1120.

- **Bruneton J., (1999).** Pharmiognosie, phytochimie, plantes médicinales, 2eme édition, Paris : Editions médicales internationales, Tec et Doc Lavoisier. 1120.

- C -

- Castor crop information. Castor Oil World. Online available at:

<https://www.castoroilworld.com/castor-crop-information/>

- **C.M.DRAPCHO, N.P.NHUAN et T.H.WALKER (2008).** « Biofuels Engineering process Technology», MCGRAW – Hill professional Pub,p371,

- **Cheema N. M., (2012).** Yield and chemical composition of castor bean *Ricinus communis* as influenced by environment, Ph. D. thesis UAAR, Rawalpindi, Pakistan.

- **Cintas LM., Rodríguez JM., Fernandez MF., Sletten K., Nes IF., Hernandez PE &Holo H (1995).** Isolation and characterization of pediocin L50, a new bacteriocin from *Pediococcus acidilactici* with a broad inhibitory spectrum. *Appl Environ Microbiol*; 61:2643–2648.

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

- **Cristiane C.G., Ferraz C., Antônio Lopes E., Ferreira A.P., Amora D.X., De Freitas L.G., (2009).** Evaluation of plant aqueous extracts, added into the soil, on *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, *Semina: Ciências Agrárias* 30 (3), 551-556.

- D -

- **Daniel E. Salmon. Lignières J** « Maladies du porc » *Bull Soc Centr Med Vet.* 1900;18:389-431.

- **Dumeignil F., (2012).** Propriétés et utilisation de l'huile de ricin. *OCL*, 19 (1): 10-15.

- E -

- *Etchike, C. A., Sassa A. M., (2011)*. "Evaluation in vitro de l'activité antibactérienne de cinq plantes de la pharmacopée traditionnelle de l'Adamaoua (Cameroun)." *Cameroon Journal of Experimental Biology* 7(1): 22-27.

- F -

- *FAO, (2007)*. Food and Agriculture Organization of the United Nations - for a world without hunger, p 67.

- *Farnsworth, N.R., (1988)*. Screening plants for new medicines. Washington, D.C. Biodiversity Wislson, E. O. (Ed.) National Academy Press. 9, pp 83-97.

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

- G -

- *Garciâa J. J.G., Bartolomeâ –zavala., Del mar M.T., Barceloâ –Munãoz J.M., Fernâ S., Negro-Carrasco M.A., Carmona-Bueno M.J., Vega-Chicote J.M., Munãoz-Romaâ G., Palacios-Pelaâez R., Cabezudo-artero., Martiânez-Quesada J., (1999)*. Pollinosis to *Ricinus communis* (castor bean): an aerobiological, clinical and immunochemical study. *Clin. Experim. Allerg.* 29: 1265- 1275.

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

- *Ghrabi Z., (2005)*. A Guide to Medicinal Plants in North Africa. IUCN Center of Mediterranean Cooperation, Malaga, Spain, p. 199.

- *Grace Q. C., Charlotta T., Xiaohua H., Tasha N., Thomas A. M., LaudenciaChingcuanco D., (2007)*. Expression Profiles of Genes Involved in Fatty

Acid and Triacylglycerol Synthesis in Castor Bean (*Ricinus communis* L). *JAOCs Lipids*. 42: 263– 274.

- **Greenwood J. S., Helm M., Gietl C., (2005).** Ricinosomes and endosperm transfer cell structure in programmed cell death of the nucellus during *Ricinus* seed development. *Proc Natl Acad Sci . U S A* 102:2238–2243.

- K -

- **Kadambi K., Dabral S.N., (1955).** The silviculture of *Ricinus communis* L. *Ind. Forester*. 8(1):53-58.

- **Kishor, G. K., Pande ,S. et Podile, A.R. (2005).** Biological control of late leaf spot of Peanut (*Arachis hypogaea* ) with chitinolytic bacteria. *The American Phytopathological Society* , 95 , 1157- 1165.

- J –

- Jonathan, D., Lucy, J. W., Gareth, D. G. (2009).** Inflammatory gene expression in response to sub-lethal ricin exposure in Balb /c mice. *Toxicol*. 264: 119–130.

- L -

- **Lagnika L., (2005).** Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes béninoises. Thèse doctorat Université Louis Pasteur, Strasbourg.

- **Lendent C., Mairesse M., (2008).** Rural allergy. *Rev. Franç. Allergol. Immunol. Clin*. 48(2) :109-110.

- **Lhuillier, (2007). Lhuillier, A.(2007).** Contribution à l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches : *Agauria salicifolia* Hook.f ex Oliver, *Agauria polyphylla* Baker (Ericaceae), *Tambourissatrichophylla* Baker ( Monimiaceae) et *Embelia concinna* Baker(Myrsinaceae). Thèse de doctorat.

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

- **Liu , L., Hongwei, G., Jiping, L., Ying, D., Ning, L., Jiayu, W., Wensen , L. , Yucheng , S., Ming Xu. (2009).** Analysis of Intestinal Injuries Induced by Ricin in Vitro Using SPR Technology and MS Identification. Int. J. Mol. Sci. 10: 2431-2439.

- **Lord J. M., Spooner R. A., (2011).** Ricin trafficking in plant and mammalian cells. Toxins 3:787–801

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

- M -

- **Macheix et al., (2005).** Macheix JJ, Fleuriet A, Jay-Allemand C (2005). Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, p. 4-5.

- **Maroyi A., (2007).** Ricinus communis L. In: van der Vossen, H.A.M. & Mkamillo, G.S. (Editeurs). PROTA 14: Vegetable oils/Oléagineux. PROTA, Wageningen, PaysBas.

- **Michel et al., (2012).** **Michel T., Destandau E., Le Floch G., Lucchesi M.E., Elfakira C., (2012).** Antimicrobial, antioxidant and phytochemical investigations of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) leaf, stem, root and seed, Food Chemistry, 131(3). 754-760.

- **Molyneux, (2004).** Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin J. Sci. Technol, 26(2), 211-219.



- **Mouser, P., Filigenzi, M.S., Birgit, P., Valerie Johnson., Margaret, A. S .M. B., Hooser. (2007).** Fatal ricin toxicosis in a puppy confirmed by liquid chromatography/mass

spectrometry when using ricinine as a marker. *J. Vet. Diagn. Invest.* 19: 16–220.

- N -

- **N.Hwanhlem, S Buradaleng, S Wattanachant, S Benjakul, A Tani, S Manneerat, (2011).** *Food control* 22 (3-4), 401-407.

- O -

- **Omeh Yusuf Ndukaku et Emmanuel Ejiofor, (2014).** Michael Okpara University of Agriculture, Umudike Clifford University, Owerinta, Abia Stat. Effects of feeding *Ricinus communis* seed meal on liver enzymes makers of albino rats (959.8).

- P -

- **Patel V.R., Dumancas G.G., Viswanath L.C.K., Maples R, Subong B.J.J.,(2016).** Castor Oil: Properties, Uses, and Optimization of Processing Parameters in Commercial Production. *J. Lipid Insights*, 9: 1–12.

- **Paul C.J., Van R., Lynell K. T., (1999).** The contribution of extrafloral nectar to survival and reproduction of the predatory mite *Iphiseius degenerans* on *Ricinus communis*. *Exper. Appl. Acarol.* 23: 281–296

- **Polvèche, V. (1996).** La culture de ricin en Europe. *Ingénieries-EAT.* 6: 49-58.

- **Poonam, S., Prachi, A., Krishna Murali, Y., Vibha, T. (2008).** Antidiabetic activity of 50% ethanolic extract of *Ricinus communis* and its purified fractions. *Fd Chem. Toxicol.* 46: 3458–3466.

- **Preeti KM, Verma AB (2014).** A review on ethnopharmacological potential of *Ricinus communis* Linn. *PharmaTutor* 2(3): 76–85.

- R -

- **Ramprasad R., Bandopadhyay R., (2010).** Future of *Ricinus communis* after completion of the draft genome sequence. *Curr. sci.* 99(10): 1316-1318.
- **Rao, M.R, Palada, M.C., Becker, B.N., (2004).** Medicinal and aromatic plants in agroforestry systems. *Agroforest. Syst.*, 61, pp 107-122.

- S -

- **Sailaja, M., Tarakeswari, M., Sujatha, M. (2008).** Stable genetic transformation of castor (*Ricinus communis* L.) Via particle gun-mediated gene transfer using embryo axes from mature seeds. *Plant Cell. Rep.* 27: 1509–1519.
- **Samarth et al., (2008). Samarth R.M., Panawar M.,Soni A., Kumar M., (2008).** Evaluation of antioxidant and radical-scavenging activities of certain radioprotective plant extract, *Food Chemistry*, 106,868-873.
- **Sarni-Manchado et Cheyneir, (2006).** Sarni-Manchado P and Cheynier V. Les polyphénols en agroalimentaire. Ed. Tec & Doc, Paris, 2006, p. 2-10.
- **Sharma, et al., (2009). Sharma, O. P., & Bhat, T. K. (2009).** DPPH antioxidant assay revisited. *Food chemistry*, 113(4), 1202-1205. / Bourkhiss, M. B., Hnach, M., Paolini, J., Costa, J., Farah, A., & Satrani, B. (2010). Propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires des huiles essentielles des différentes.
- **Sharma., Tanu Khan., Absar, M., (2012).** Toxic effect of neem (*Azadirachta indica*) extracts against the eggs and adults of *Dysderus koenigii* (Fabricius).
- **Schep, L. J., Wayne, A. T., Grant, A. B., Michael, D. B. (2009)** .Ricin as a weapon of mass terror - separating fact from fiction. *Environ. Internat.* 35: 1267–1271.
- **Shifriss O., (1966).** Synthesis of a new system of sex reversals in *Ricinus communis* L. Mimeographed manuscript in the Department of Horticulture and Forestry, Rutgers-The State. University, New Brunswick, N.J, pp 187-189.

- *Sijelmassi A., (1991)*. Les plantes médicinales du Maroc. Edition Fenugrec, Casablanca.

- *Sujatha, M., Reddy, T.P., Mahasi, M.J. (2008)*. Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (*Ricinus communis* L) and *Jatropha curcas* L. *Biotechnol. Adv.*26(5): 424-435.

- *Sule M. I., Sani U. M., (2008)*. Isolation of ricinine from methanol extracts of three different seed varieties of *Ricinus communis* L (*Eurphobiaceae*). *Pharmaceut. Sci.* 7(1): 114 – 118.

- T -

- *Trease, G.F and Evans, W.C (2002)*. *Pharmacognosy*,15th Ed.saunders.

- *Trochain J., (2016)*. Le Ricin (suite). In : *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, 10<sup>e</sup> année, bulletin n°107, 2016. pp. 578-589.

- V -

- *Volkshard S., Nogueira D.S., (2007)*. Castor oil as a fuel: Facts, Perspectives and Risks. *Engenhari Agricultur.* 15(2) :168-172.

- W -

- *William A.V.M.L., George J.R., Shifriss, O., (1967)*. Interspersed Sexuality in *Ricinus*, *Genetics*, 57, pp 347-356.

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

- Y -

- *Yves Milleman (1998)*. *Veterinary Research* 29 (5), 385-407 Inra/Elsevier, Paris.

- Z -

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