

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 عين تموشنت بلحاج بوشعيب

Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib

Faculté des Sciences et de Technologie

Département de science de la nature et de la vie



### Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme de Master en Science Biologique

**Domaine :** SNV

**Filière :** Science Biologique

**Spécialité :** Biochimie

Thème

**Etude comparative de l'activité antioxydante des extraits végétaux  
Provenant de diverses zones géographiques et leur corrélation**

**Présenté Par :**

- 1) Melle MAATALLAH Safaa.
- 2) Melle IKHLEF Chahinez.
- 3) Melle LHELFI Imane.

**Devant le jury composé de :**

Dr.CHIBANI Hibat Elrahmane MCA UAT.B.B (Ain Temouchent) Présidente

Dr.TAHARI Fatima Zahra MCB UAT.B. B (Ain Temouchent) Examinatrice

Dr.BENNABI Farid MCA UAT.B. B (Ain Temouchent) Encadrant

Année Universitaire 2023/2024

# Table des matières

**Remerciement**

**Dédicaces**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

**Résumé**

**Introduction**

**La partie bibliographique**

**La 1<sup>ère</sup> partie : Métabolite secondaire chez les plantes**

Introduction.....	1
1.Définition.....	4
2.Biosynthèse.....	4
3.Classification .....	5
3.1. Polyphénols .....	5
3.1.1 Définition.....	5
3.1.2. Classification.....	6
3.1.2.1. Polyphénols monomériques.....	6
3.1.1.1.a. Acides phénoliques.....	6
3.1.2.1.b. Flavonoïdes.....	6
3.1.2.2. Polyphénols sous forme polymères.....	7
3.1.2.2.a. Tanins.....	8
3.1.2.2.b. Lignines.....	8
3.1.2.2.c. Coumarines, Stilbènes.....	9
3.2. Alcaloïdes .....	10
3.2.1. Définition.....	10
3.2.2. Classification.....	10
3.2.3. Propriétés physicochimiques.....	11
3.3. Terpénoïde .....	12
3.3.1. Définition.....	12
3.3.2. Classification des terpènes.....	12
3.3.2.1. Monoterpènes.....	13
3.3.2.2. Sesquiterpène.....	13
3.3.2.3. Diterpènes.....	13
3.3.2.4. Triterpènes.....	13
3.3.2.5. Tetraterpènes (Caroténoïdes) .....	14
4.Fonctions et propriétés des métabolites secondaires.....	14
A. Activité antioxydante .....	14
B. Activité antibactérienne.....	15
C.Activité anticancéreuse.....	15
D. Activité antiproliférative.....	16

E. Activité immunomodulatrice.....	16
------------------------------------	----

## **2<sup>ème</sup> partie : Présentation de la plante étudiée**

1.Famille euphorbiacées .....	18
1.1. Définition.....	18
1.2. Description.....	18
1.3. Répartition.....	19
2. Ricinus communis .....	20
2.1. Position systématique.....	20
2.2. Répartition géographique.....	21
2.2.1. Répartition mondiale.....	21
2.2.2. Répartition en Algérie.....	21
2.3. Description botanique.....	22

## **3<sup>ème</sup> partie : Matériel et méthodes**

### **La première partie : la préparation des extraits**

Matériel et méthodes.....	25
I.1. Matériel .....	25
I.1.1. Matériel végétale .....	25
I.1.1.1. Le choix de la plante végétale.....	25
I.2.Méthodes.....	25
I.2.1. Récolte des feuilles.....	25
I.2.2. Séchage.....	26
I.2.3. Broyage .....	27
I.2.4. Préparation des extraits.....	27
I.2.4.1. Préparation d'extrait organique.....	29
I.2.4.2. Préparation d'extrait aqueux.....	31

### **La deuxième partie : l'étude de l'activité antioxydante**

1.Activité anti-radicalaire au DPPH.....	33
2.Principe.....	33
3.Les Paramètres influencent la mesure au DPPH.....	33
4.Préparation des solutions.....	34
5.Mode opératoire.....	34
6.Expression des résultats.....	36

## **4<sup>ème</sup> partie : Résultats et discussions**

1.Evaluation de l'activité antioxydante.....	38
1.1. Variation du pourcentage de réduction des radicaux libres en fonction de la concentration de chaque échantillon.....	38
1.2. Comparaison des extraits de chaque station par rapport IC50.....	43
1.3. Comparaison des extraits de toutes les stations par rapport IC50.....	47
1.4. Comparaison des extraits de toutes les stations par rapport IC50 et par rapport acide ascorbique.....	48

<b>Conclusion.....</b>	<b>52</b>
<b>Prescriptives.....</b>	<b>53</b>
<b>Référence bibliographique</b>	
<b>Annexe</b>	

## Remerciement

Ce modeste mémoire est le résultat d'un travail de recherche.

Nous remercions tout d'abord Dieu le tout puissant, de nous a éclairées les chemins et de nous avoir donné la force et la patience, la santé et la volonté pour terminer ce modeste travail.

Notre remerciement les plus sincères s'adressent en premier lieu à notre encadrant **Mr. BENNABI Farid**, Nous nous remercies pour votre précieuse présence assistance, votre disponibilité et l'intérêt que vous avez manifesté pour ce travail de recherche. Nous nous remercions pour vos orientations et votre enthousiasme envers notre travail. Pour votre disponibilité, l'encouragement, l'orientation, vos précieux conseils. Et la confiance, la liberté qu'il nous a accordé. Travailler sous votre direction a été un honneur et un plaisir.

Nos remerciements s'adressent également à **Mme. CHIBANI Hibat Elrahmane** d'avoir accepté de présider le jury, ainsi que **Mme. TAHARI Fatima Zahra** de nous savoir fait l'honneur d'examiner notre travail Aussi **Mme. BENHABIB Wassila** pour sa générosité et la grande patience durant le premier semestre. Nous avons permis de bien apprendre les démarches afin d'une meilleure rédaction d'un mémoire

Nos remerciements aussi à toute l'équipe de labo : **Mr. MOHAMEDI Walid**, **Mr. DERIF Ahmed** et **Mme. MEFTAHI Chokria** pour leurs aide et encouragement. Vous avez permis de passer tous nos travaux dans des bonnes conditions.

Nous profitons l'occasion pour remercier du fond du cœur toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## **Dédicaces**

Ce modeste travail est le résultat de longues années de sacrifices  
Je dédie mon travail :

### **A dieu**

De tout puissant de m'avoir donné le courage, la santé, la patience et m'accordés  
on soutien durant les périodes les plus difficiles

### **A mes chers parents**

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma  
considération pour vos sacrifices pour mes études, mon éducation, mon  
comportement et surtout ma réussite durant toute ces années.  
Je tiens à vous remercie pour tous vos précieux conseils, le soutien, l'amour,  
douaa, et la confiance que vous me portez depuis mon enfance.

### **A mes chères sœurs**

Pour votre disponibilité, l'encouragement et vos conseils  
Merci pour vos soutiens, vos aides et merci à chaque mot d'encouragement  
Cette réussite et aussi là votre

### **A mes chères trinôme et amis surtout**

Pour vos ententes et vos sympathies  
On a tout partagé ensemble des mauvais avants des meilleurs moments

### **A mon encadrant Mr. BENNABI**

Pour sa gentillesse, vos conseils et surtout vos orientations, travailler sous votre  
direction c'est un plaisir

### **A mes chers grands-parents**

Que dieu leur donne une longue vie

A toute ma famille et toute personne ayant contribué de près ou de loin à  
l'élaboration de ce mémoire.

**MAATALLAH Safaa**

## **Dédicaces**

Je tenais a remercié avant tout **Allah** pour tous Mes réussites.  
Je tiens à dédier ce modeste travail d'abord...

### **Mes très chers parents**

A ma raison de vivre, à ma source de courage à ceux que j'ai de plus cher, ma mère et mon Père, leurs sacrifices et leurs encouragements toute ma vie, je ne saurais jamais comment exprimer mes sentiments pour avoir veillé sur mon éducation, jamais je ne peux les remercier assez de m'avoir donné le meilleur.

Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous m'avez Donné pour ma formation. Que Dieu Tout-Puissant, vous protège et vous offre santé, longue vie et bonheur

### **Mes grands parentes Allah yerhamhom**

Qui dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour

### **À tous mes sœurs, Wissal et Lina**

Je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.

### **A toute la famille**

### **A mon encadrant Dr Bennabi Farid**

Pour sa présence et ses conseils, et merci pour votre Encadrement, votre disponibilité et votre gentillesse.

### **Aux mes aimables amis**

A celles avec qui j'ai partagé merveilleux moments, de joies, des hauts et des bas.

**IKHLEF Chahinez**

## **Dédicaces**

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui quels que soient les termes embrassés, je n'arrivais jamais à leur exprimer mon amour sincère

### **À l'homme**

Mon précieux offre du dieu qui doit ma vie, ma réussite et qui doit mon respect : mon cher père yamine

### **À la femme**

Qui a souffert sans me laisser souffrir qui n'a jamais dit non à mes exigences at qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : min adorable mère fatna

### **À mes chères sœurs**

Fouzia et Marwa qui non pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protéger et leurs offre la chance et le bonheur

### **À mon frère**

Reda qui a été pour moi un soutien et une force

### **À toute la grande famille**

Merci pour leurs amours et leurs encouragements  
Sans oublier mes collègues chahinez et safaa pour son soutien moral sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet



## Liste des figures

N°	Figure	Page
<b>01</b>	Structure des Polyphénols	<b>5</b>
<b>02</b>	Structure des acides phénoliques	<b>6</b>
<b>03</b>	Structure des flavonoïdes	<b>6</b>
<b>04</b>	Les classes des Polyphénols monomériques	<b>7</b>
<b>05</b>	Structure des tanins	<b>8</b>
<b>06</b>	Structure des lignines	<b>8</b>
<b>07</b>	Structure des coumarines	<b>9</b>
<b>08</b>	Structure des stilbènes	<b>10</b>
<b>09</b>	Structure des alcaloïdes	<b>10</b>
<b>10</b>	Structure des terpénoïdes	<b>12</b>
<b>11</b>	Classification des terpènes	<b>12</b>
<b>12</b>	Les fonctions et les propriétés des métabolites secondaires	<b>14</b>
<b>13</b>	Répartition géographique de la famille des Euphorbiaceae dans le monde	<b>19</b>
<b>14</b>	R. Communis	<b>20</b>
<b>15</b>	Carte géographique de ricinus communis dans le monde	<b>21</b>
<b>16</b>	Les feuilles de ricinus communis	<b>22</b>
<b>17</b>	Les graines de ricinus communis	<b>22</b>
<b>18</b>	Les fruits de ricinus communis	<b>23</b>
<b>19</b>	La plante Ricinus communis	<b>26</b>
<b>20</b>	Les régions de récoltes	<b>26</b>
<b>21</b>	Les feuilles de R. communis avant et après le séchage	<b>27</b>
<b>22</b>	Broyage de la plante	<b>27</b>
<b>23</b>	Plante broyée	<b>27</b>
<b>24</b>	Les étapes d'une extraction par macération	<b>28</b>
<b>25</b>	Protocole de préparation d'extrait organique	<b>30</b>
<b>26</b>	Protocole de préparation d'extrait aqueux	<b>31</b>
<b>27</b>	Les étapes d'extraction aqueuse	<b>32</b>
<b>28</b>	Réaction du test DPPH (2,2 Diphenyl 1 picrylhydrazyl)	<b>33</b>
<b>29</b>	Préparation de la solution DPPH	<b>34</b>
<b>30</b>	Préparation de la solution on plusieurs concentration	<b>35</b>
<b>31</b>	La lecture des concentrations par spectrophotométrie	<b>36</b>
<b>32</b>	Protocole de préparation d'extrait organique	<b>36</b>
<b>33</b>	Variation du pourcentage de l'activité antioxydante en fonction de la concentration des différents extraits (Ain Témouchent)	<b>39</b>
<b>34</b>	Variation du pourcentage de l'activité antioxydante en fonction de la concentration des différents extraits (Mostaganem)	<b>40</b>
<b>35</b>	Variation du pourcentage de l'activité antioxydante en fonction de la concentration des différents extraits (Tlemcen)	<b>41</b>

<b>36</b>	Variation du pourcentage de l'activité antioxydante en fonction de la concentration des différents extraits (Oran)	<b>42</b>
<b>37</b>	Représentation graphique montre la comparaison des extraits de la station d'Ain Témouchent par rapport à l'IC 50	<b>43</b>
<b>38</b>	Représentation graphique montre la comparaison des extraits de la station de Mostaganem par rapport à l'IC 50	<b>44</b>
<b>39</b>	Représentation graphique montre la comparaison des extraits de la station de Tlemcen par rapport à l'IC 50	<b>45</b>
<b>40</b>	Représentation graphique montre la comparaison des extraits de la station d'Oran par rapport à l'IC 50	<b>46</b>
<b>41</b>	Représentation graphique montre la comparaison des extraits par rapport les stations et par rapport à l'IC 50	<b>47</b>
<b>42</b>	Représentation graphique montre la comparaison des extraits de toutes les stations par rapport l'acide ascorbique et par rapport à l'IC 50	<b>48</b>

## Liste des tableaux

<b>N°</b>	<b>Tableau</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Classification de R. Communis	<b>20</b>
<b>02</b>	IC 50 de chaque extrait	<b>39</b>
<b>03</b>	IC 50 de chaque extrait	<b>40</b>
<b>04</b>	IC 50 de chaque extrait	<b>41</b>
<b>05</b>	IC 50 de chaque extrait	<b>42</b>

## Liste des abréviations

<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>R. Communis</b>	Ricinus Communis
<b>MS</b>	Métabolites secondaires
<b>UV B</b>	Ultra violette type B
<b>MVA</b>	L'acide mévalonique
<b>MEP</b>	Méthylérythritol phosphate
<b>CoA</b>	Coenzyme A
<b>OH</b>	Hydroxyde
<b>C</b>	Carbon
<b>UV</b>	Ultra -violet
<b>HT</b>	Tanins hydrolysables
<b>%</b>	Pourcentage
<b>H</b>	Hydrogène
<b>GGPP</b>	Géranylgeranyle pyrophosphate
<b>EOR</b>	Espèces oxygénées radicalaires
<b>OH<sup>+</sup></b>	Hydroxyle
<b>O<sub>2</sub><sup>+</sup></b>	Superoxyde
<b>BCL</b>	Lymphome à cellules B
<b>ER</b>	Œstrogènes
<b>MCF-7</b>	Les noms lignés cellulaires de cancer du sein
<b>NO</b>	Oxyde nitrique
<b>TNF</b>	Facteur de nécrose tumorale
<b>IFN</b>	Infection
<b>LPS</b>	Lipopolysaccharide
<b>PAMP</b>	Agents pathogènes des macrophages
<b>SNP</b>	Polymorphisme d'un seul nucléotide

<b>GST</b>	La glutathion S-transférase
<b>m</b>	Mètre
<b>mm</b>	Millimètre
<b>β</b>	Beta
<b>°C</b>	Degrés Celsius
<b>V</b>	Volume
<b>M</b>	Masse
<b>G</b>	Gramme
<b>ml</b>	Millilitre
<b>DPPH</b>	Le radical stable [2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl]
<b>PH</b>	Potentiel hydrogène
<b>Mg</b>	Milligramme
<b>Mg/ml</b>	Milligramme par millilitre
<b>nm</b>	Nanomètre
<b>Vit C</b>	Vitamine C
<b>H</b>	Heure
<b>Min</b>	minute
<b>PI %</b>	Pourcentage d'inhibition
<b>A contrôle</b>	Absorbance du contrôle.
<b>A échantillon</b>	Absorbance de l'échantillon
<b>IC 50</b>	Concentration inhibitrice de 50% des radicaux

## Résumé

L'Algérie par sa position géographique offre une grande biodiversité de la flore, et c'est en toute logique que la phytothérapie occupe une place primordiale dans la vie des algériens en général et de la population rurale en particulier.

L'objectif de cette étude est l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits végétaux de la plante *Ricinus Communis* et la comparaison entre quatre stations différentes de l'ouest algérien (Ain Témouchent, Oran, Tlemcen, Mostaganem).

Nous avons choisi la plante médicinale qui est le ricin (*Ricinus communis* L) est une plante de la famille des *Euphorbiacées*, communément appelée *Kharouaa* ; qui a été traditionnellement utilisée dans le traitement de nombreuses maladies, cette plante possède des effets bénéfiques tels que antioxydante, antiinflammatoire, et antibactérienne...ect.

Les résultats des recherches précédentes montrent que *Ricinus communis* possède un pouvoir anti oxydant très remarquable. Ce dernier a été évalué sur les extraits de la partie aérienne de la plante par la méthode de piégeage du radical libre DPPH.

En conclusion, les résultats présentés se basent sur l'évaluation de l'activité antioxydante vis-à-vis d'un seul radical libre (DPPH). L'extrait aqueux se démarque comme l'antioxydant le plus puissant parmi les extraits examinés, suivis par les extraits éthanoliques et dichlorométhane tandis que l'éther de pétrole montre une activité antioxydante moindre.

Les extraits de *Ricinus Communis*, notamment ceux de la station de Tlemcen, présentent une activité antioxydante prometteuse.

**Mots clés :** *Ricinus communis*, activité antioxydante, macération, plante médicinale, DPPH.

## Abstract

Algeria, through its geographical position, offers a great biodiversity of flora, and it is logical that phytotherapy occupies a primordial place in the lives of Algerians in general and the rural population in particular.

The objective of this study is the evaluation of the antioxidant activity of plant extracts of the *Ricinus Communis* plant and the comparison between four different stations in western Algeria (Ain Témouchent, Oran, Tlemcen, Mostaganem).

We have chosen the medicinal plant which is castor oil (*Ricinus communis* L) is a plant of the Euphorbiaceae family, commonly called *Kharouaa* ; which has been traditionally used in the treatment of many diseases, this plant has beneficial effects such as antioxidant, anti-inflammatory, and antibacterial...ect.

The results of previous research show that *Ricinus communis* has a very remarkable antioxidant power. The latter was evaluated on extracts from the aerial part of the plant by the DPPH free radical trapping method.

In conclusion, the results presented are based on the evaluation of the antioxidant activity against a single free radical (DPPH). The aqueous extract stands out as the most potent antioxidant among the extracts examined, followed by the ethanolic and dichloromethane extracts while petroleum ether shows less antioxidant activity.

*Ricinus Communis* extracts, particularly those from the Tlemcen station, present promising antioxidant activity.

**Key words :** *Ricinus communis*, antioxidant activity, maceration, medicinal plant, DPPH

## التلخيص

توفر الجزائر من خلال موقعها الجغرافي تنوعا بيولوجيا كبيرا من النباتات، ومن المنطقي أن يحتل العلاج بالنباتات مكانا أساسيا في حياة الجزائريين عموما وسكان الريف على وجه الخصوص.

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات النباتية لنبات *Ricinus Communis*

والمقارنة بين أربع محطات مختلفة في غرب الجزائر (عين تموشنت، وهران، تلمسان، مستغانم).

ويطلق لقد اخترنا النبات الطبي وهو زيت الخروع (*Ricinusommunis L*) وهو نبات من الفصيلة الفربيونية،

عليه عادة اسم الخروع؛ والذي تم استخدامه تقليدياً في علاج العديد من الأمراض، وهذا النبات له تأثيرات مفيدة مثل

مضادات الأكسدة، ومضادات الالتهاب، ومضادات البكتيريا...

تظهر نتائج الأبحاث السابقة أن *Ricinusommunis* لديه قوة مضادة للأكسدة ملحوظة للغاية. تم تقييم الأخير

على مقتطفات من الجزء الجوي من النبات بطريقة محاصرة الجذور الحرة DPPH .

في الختام، تعتمد النتائج المقدمة على تقييم نشاط مضادات الأكسدة ضد جذر حر واحد. يبرز المستخلص المائي باعتباره

أقوى مضادات الأكسدة بين المستخلصات التي تم فحصها، يليه المستخلصان الإيثانول وثنائي كلور ميثان بينما يظهر الأثير

البترولي نشاطاً أقل مضاداً للأكسدة.

خاصة تلك الموجودة في محطة تلمسان، بنشاط واعد مضاد للأكسدة *Ricinus Communis* تتميز مستخلصات.

**DPPH الكلمات المفتاحية:** نبات الخروع، النشاط المضاد للأكسدة، النقع، النباتات الطبية، ا





# *Introduction*

## Introduction

De nos jours, et surtout dans les pays du tiers monde, la phytothérapie occupe encore une place importante. La flore de ces pays reste assurément riche et prometteuse, tant dans la perspective de découvrir de nouvelles espèces botaniques que de trouver de nouvelles molécules ayant une activité thérapeutique, pour la mise au point de nouveaux médicaments **Ahmed, A.A et Abou El-Ela (1990)**.

La Phytothérapie est une médecine qui utilise des plantes - ou la seule "partie active" de ces plantes - ayant des propriétés thérapeutiques. Ces plantes sont appelées "plantes médicinales".

Les plantes médicinales sont utilisées en raison de leurs propriétés spéciales qui sont bénéfiques pour la santé humaine. En fait, ils sont utilisés de différentes manières, décoction, infusion et macération. Une ou plusieurs parties d'entre elles, racines, feuilles, fleurs peuvent être utilisées **(Dutertre, 2011)**.

Selon l'OMS, plus de 20000 plantes utilisées dans le monde pour ses propriétés médicinales, seulement 2000 à 3000 plantes ont été étudiées au niveau scientifique.

La phytothérapie, pratique ancestrale fondée sur l'utilisation des plantes médicinales pour soigner et soulager différents maux, repose sur la richesse et la diversité des métabolites secondaires produits par les végétaux. Ces composés organiques, synthétisés par les plantes en plus des métabolites primaires essentiels à leur survie, jouent un rôle très important dans leur adaptation à l'environnement et présentent des propriétés thérapeutiques remarquables. **(Gershenzon et al.,2009 ; Wink.M ,2010)**.

Les métabolites secondaires des plantes médicinales constituent l'essence même de leur pouvoir curatif. En effet, ces composés possèdent une large palette d'activités biologiques, notamment anti-inflammatoires, antioxydantes, antibactériennes, antivirales et anticancéreuses. Leur utilisation en phytothérapie permet de traiter un large éventail de pathologies, allant des troubles digestifs aux infections, en passant par les maladies chroniques telles que l'arthrite et le diabète. **Benbakhti.F ; Benali. M (2017)**.

L'étude approfondie des métabolites secondaires des plantes médicinales a permis d'identifier et de caractériser de nombreux principes actifs responsables de leurs effets thérapeutiques. Ces connaissances précieuses ont contribué au développement de nombreux médicaments d'origine végétale, tels que l'aspirine, la quinine et l'artémisinine. **(Bouyahyaoui et al., 2019)**.

# Introduction

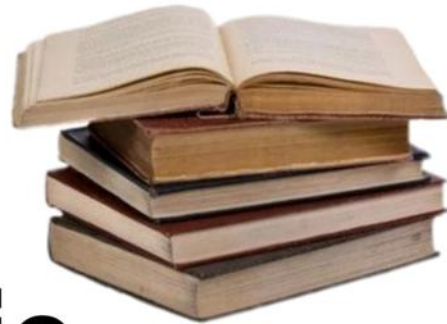
---

L'Algérie par sa position géographique offre une grande biodiversité de la flore, et c'est en toute logique que les plantes médicinales occupent une place primordiale dans la vie des algériens en général et de la population rurale en particulier.

D'après ces plantes, le Ricin (*Ricinus communis*,) est communément appelé en Algérie sous le nom de *Khrouaa*. Elle appartient à la famille des Euphorbiacées. Il est rarement consommé par le bétail du fait de l'odeur de ses feuilles qui sont légèrement toxiques.

Le *R. Communis* 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**).

Ce travail vise à explorer les propriétés antioxydantes des extraits de *Ricinus Communis* provenant de quatre régions de l'ouest algérien : Ain Témouchent, Oran, Mostaganem et Tlemcen. L'objectif principal est d'identifier et de quantifier les composés antioxydants présents dans la plante et d'évaluer leur capacité à neutraliser les radicaux libres et à protéger les cellules contre le stress oxydatif. De plus, l'étude compare l'activité antioxydante des extraits selon les régions de collecte afin d'identifier d'éventuelles variations dues aux conditions environnementales et climatiques. Les résultats obtenus permettront de mieux comprendre le potentiel du *Ricinus Communis* en tant que source naturelle d'antioxydants et pourraient avoir des implications importantes pour le développement de nouveaux produits nutraceutiques et pharmaceutiques.



# Partie bibliographique



### Partie 01 : Métabolite secondaire chez les plantes

#### 1. Définition

Les métabolites secondaires (MS) sont des produits naturels principalement produits par des bactéries, des champignons et plantes. Les métabolites secondaires des plantes sont des composés de faible poids moléculaire avec divers structures chimiques et activités biologiques. Les métabolites secondaires ont été nommés d'après l'observation initiale que leur production n'est pas nécessaire à la croissance et à la reproduction de l'organisme, mais qui sont spécifiques aux espèces végétales et peuvent être modifiés pour générer divers composés (**Mosunova O et al.,2021**). Ils sont un intermédiaire métabolique ou produit qui sont nécessaires non seulement à la croissance des plantes, mais jouent également un rôle vital dans la survie des plantes. Ces métabolites jouent un rôle important dans la protection des plantes contre les prédateurs (herbivores) et les microbes. Certains métabolites secondaires aident les plantes à communiquer avec d'autres organismes, tandis que d'autres protègent les plantes du stress abiotique, comme Rayonnement UV-B (**Zaynab M et al., 2018**). Le secondaire de métabolisme régule avec précision la croissance et le développement des plantes en agissant comme une source essentielle de composés phytochimiques qui protègent les plantes des contraintes environnementales (**Bhattacharya A,2019**).

#### 2. Biosynthèse

Les MS dans les plantes médicinales sont générés par différents voies métaboliques, différents environnements et températures.

Les températures affectent la quantité et la qualité de ces composants. De plus, la biosynthèse des MS est hautement interconnecté/interdépendant avec le métabolisme à l'intérieur de la cellule végétale. Les terpènes sont synthétisés dans deux voies principales : les voies de l'acide mévalonique (MVA) et les voies du 2-C-méthylérythritol 4-phosphate (MEP), ce dernier se produisant dans le plaste. À *Escherichia coli*, la voie MEP a été initialement élucidée, et sous- par la suite, des homologues végétaux ont été caractérisés grâce à des méthodes biochimiques et génomiques (**Rodriguez- Concepcion et Boronat ,2002**).

La synthèse biologique des métabolites secondaires résulte généralement de trois voies biosynthétiques : la voie de shikimate, la voie de mivalonate et du pyruvate (**Verpoorte et Alfermann, 2000**). La diversité structurale des métabolites secondaires est due à des précurseurs issus de la glycolyse (pyruvate, phosphoénolpyruvate), de la voie des pentoses phosphate (glycéraldéhyde-3-P, Erythrose-4-P) et du métabolisme des lipides

(glycéraldéhyde-3-P et acétyl-CoA) (Mayer, 2004). Dans les plantes, les composés phénoliques sont produits via les voies de l'acideshikimique et de l'acide malonique.

Les MS contenant de l'azote contiennent des molécules d'azote dans leur structure, et des acides aminés tels que la lysine, le tyros- L'ine et le tryptophane agissent comme précurseurs dans leur biosynthèse. Les chercheurs ont découvert que les MS sont variés et complexe dans différentes parties des plantes médicinales, et qu'ils peuvent être synthétisés via des voies de régulation spéciales et les voies de transport dans certains organes. En formant et accumulant des précurseurs, les MS peuvent être régulés à différents niveaux élevés, à commencer par le transport et le métabolisme de nutriments extracellulaires. Il est donc impératif d'étudier les changements trouvés dans les modèles d'expression de gènes impliqués dans la biosynthèse des métabolites secondaires dans les plantes médicinales. Régulation génétique de la seconde. Le métabolisme aire fait référence au contrôle de la production et synthèse de métabolites secondaires dans un organisme par des mécanismes génétiques. La réglementation du deuxième.

La production de métabolites secondaires peut se produire à différents niveaux, y compris la régulation transcriptionnelle, post-transcriptionnelle régulation, régulation translationnelle et post-traduction réglementation nationale. Nous résumons ici la transcription régulation et régulation post-transcriptionnelle du *second-métabolites* ary dans les plantes médicinales.

### 3. Classification

#### 3.1. Polyphénols

La désignation générale « composés phénoliques » concerne à la fois les monos, les di et les polyphénols (les molécules contiennent respectivement plusieurs fonctions phénoliques).

Les polyphénols constituent une famille de molécules organiques hydrosolubles largement présente dans le règne végétal. Leur répartition qualitative et quantitative est inégale selon les espèces, les tissus et les stades physiologiques (Ribereau-Gayon, 1968).

Leur masse moléculaire peut atteindre 9000. Selon leurs caractéristiques structurales, ils se répartissent en une dizaine de classes chimiques, qui présentent toutes un point commun : la

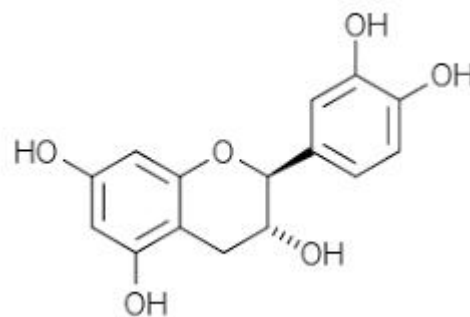


Figure 01 : structure des Polyphénols

présence dans leur structure d'au moins un cycle aromatique à 6 carbones, lui-même porteur d'un nombre variable de fonctions hydroxyles (OH) (Hennebelle et al., 2004).

### 3.1.1. Classification

A travers l'étude bibliographique, il est clair et évident que les métabolites secondaires constituent un groupe de produits naturels qu'il convient d'explorer pour des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires et anticancéreuses. Ils sont divisés principalement en trois grandes familles : Les polyphénols, les terpènes, les alcaloïdes

#### 3.1.1.1. Polyphénols monomériques

Les polyphénols monomériques sont les formes phénoliques les plus simples présentent des structures chimiques allant du simple phénol en C6 aux flavonoïdes en C15 et à des molécules proches.

##### 3.1.1.1.a. Acides phénoliques

Les acides phénoliques sont des substances phytochimiques ayant au moins un groupe carboxyle et un groupe hydroxy-phénolique (Chanforan ; 2010). Ils sont nécessaires pour les fonctions normales des plantes, où ils jouent un rôle important dans la résistance des plantes aux agents pathogènes et les herbivores, la croissance des plantes, la couleur et les caractéristiques organoleptiques des plantes et la prévention du stress oxydatif (Kawsar et al., 2008 ; Challacombe et al., 2012). Ces composés existent principalement sous forme d'acides hydroxybenzoïques et d'acides hydroxycinnamiques qui peuvent se produire soit sous leur forme libre ou conjuguée (Martins et al., 2011, Garrido et Borges ; 2013).

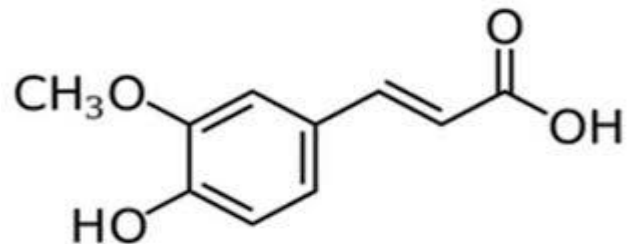


Figure 02 : structure des acides phénoliques

##### 3.1.1.1.b. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont les polyphénols les plus abondants de notre alimentation, ils peuvent être présents dans divers organes : racine, tiges, bois, feuilles, fleurs et fruits (Bruneton, 1993).

Les flavonoïdes ont une teneur maximale dans les organes jeunes (feuilles et boutons floraux)

(Marouf et Reynaud, 2007 ; Sharma et al., 2008), et donnent des couleurs allant du jaune clair au jaune or. Dans les plantes, les flavonoïdes sont relativement résistants à la chaleur,

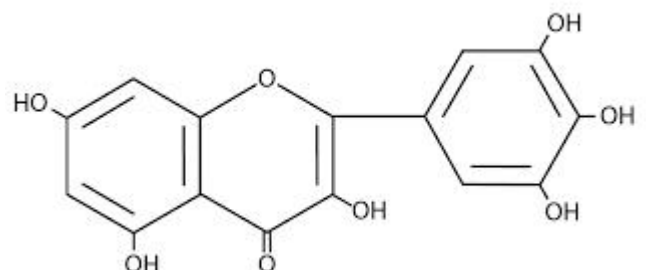


Figure 03 : structure des flavonoïdes



l'oxygène, la sécheresse et l'acidité modérés, ils peuvent être modifiés par la lumière (Kühnau, 1976). Leur localisation cellulaire est encore incertaine bien que certains résultats favorisent le stockage dans la vacuole et ou dans le réticulum endoplasmique (Dakora et Philips. 1996 ; Cooper et al., 2004 ; Lillo et al., 2008). Ces divers composés se rencontrent à la fois sous forme libre ou sous forme de glycosides (Narayana et al., 2001 ; Proestos et Komaitis, 2013).

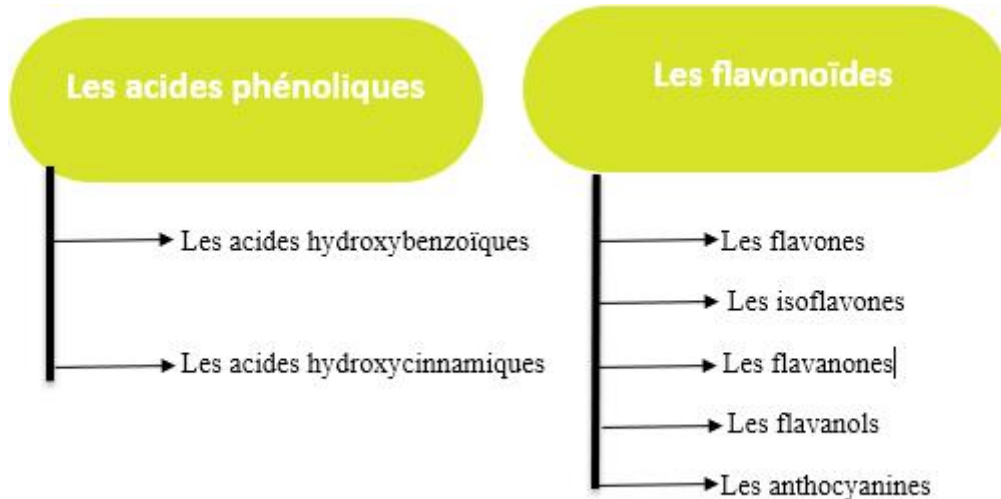


Figure 04 : les classes des Polyphénols monomériques

### 3.1.1.2. Polyphénols sous forme polymères

Les polyphénols sous forme de polymère ont fait l'objet de recherches dans différents domaines. Les chercheurs ont exploré l'utilisation de polyphénols comme matériaux biopolymères pour réguler le fer et améliorer le bien-être des patients. Les polymères phénoliques, riches en groupes catéchol et/ou gallol, ont été étudiés pour leur forte adhésion sous-marine et leur capacité à contrôler les propriétés mécaniques des biomatériaux (Hye Jung Han et Kyueui Lee ; 2022). De plus, les polyphénols ont été utilisés comme agents de réticulation non covalents dans les hydrogels, ce qui a permis d'améliorer leurs propriétés mécaniques, telles qu'une super ténacité et une élasticité élevée, ainsi que des capacités antibactériennes et anti-inflammatoires (Yue Ren et al., 2021). Ces études mettent en évidence le potentiel des polyphénols sous forme de polymères pour diverses applications en médecine et en biotechnologie.

#### 3.1.1.2.a. Tanins

## Partie bibliographique

Les tanins sont le deuxième polyphénol végétal le plus abondant après la lignine ; ils jouent un rôle essentiel dans la protection des plantes contre les attaques de ravageurs et de stress abiotiques comme la sécheresse, la chaleur et les températures élevées Rayonnement UV (ultra-violet) et contre les insectes et les champignons. Ils sont divisés en deux types : tanins hydrolysables (produits uniquement par les angiospermes) et tanins condensés ou proanthocyanidines (produits à la fois par gymnospermes et angiospermes) (Suseela V ;2019). Les tanins condensés sont des composés poly phénoliques dérivés des unités polyhydroxyflavan-3-ol communément liées via des liaisons C-C entre carbone-4 et carbone 8 et occasionnellement entre C-4 et C-6. Sucre (principalement du d-glucose ou des polyols similaires) et phénolique les acides sont les deux unités principales des tanins hydrolysables (HT).

Les tanins sont des composants quantitativement importants d'une variété de parties de plantes (Kögel-Knabner et al.,2013). Les tanins constituent un groupe hétérogène de macromolécules classées comme gallo tannin ou l'ellagitanin. Les tanins sont une classe de métabolites secondaires qui appartiennent aux composés phénoliques. Tous les composés phénoliques, qu'ils soient les composés phénoliques primaires ou secondaires sont formés via le Shiki Mique voie acide (voie phénylpropanoïde). Les isoflavones, les coumarines et la lignine sont également produites par la même voie.

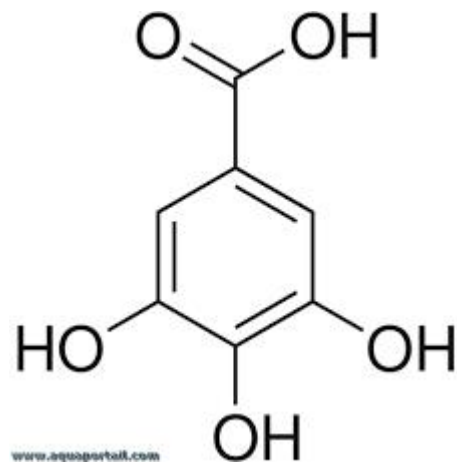


Figure 05 : structure des tanins

### 3.1.1.2.b. Lignines

La lignine est après la cellulose, la matière organique renouvelable la plus abondante. Elle est constituée de polymères phénoliques tridimensionnels et ne possède pas de motifs répétitifs. La structure complexe de la lignine comprenant de nombreuses fonctions phénoliques, hydroxyyles et éthers explique sa grande réactivité. Cependant leur accessibilité est limitée par la conformation tridimensionnelle de réseau moléculaire (S. Thiebaud,1995 ; H. Krässig et al.,2004).

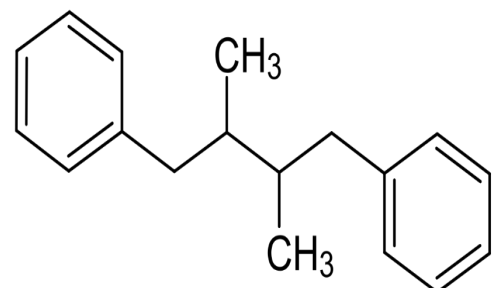


Figure 06 : structure des lignines

### 3.1.1.2.c. Coumarines, Stilbènes

Les coumarines sont un type de substance phénolique composée de anneaux benzène et -pyrone fusionnés. Il y en a plus de 1300 différentes coumarines connues. Les coumarines sont antithrombotiques, anti-inflammatoire et vasodilatateur (Aljaloud SO et al.,2016).

Coumarines (1,2- benzopyrone) se trouvent dans toutes les plantes supérieures et sont dérivées de la voie phénylpropanoïde (Bourgaud Fet al.,2006). Les coumarines existent soit libres, soit sous forme de glycosides, ils sont cis-O-hydroxycinnamiques lactones acides (Shahidi F, Senadheera R ;2019). La structure de la coumarine est synthétisée à partir de structure de l'acide cinnamique par ortho-hydroxylation,

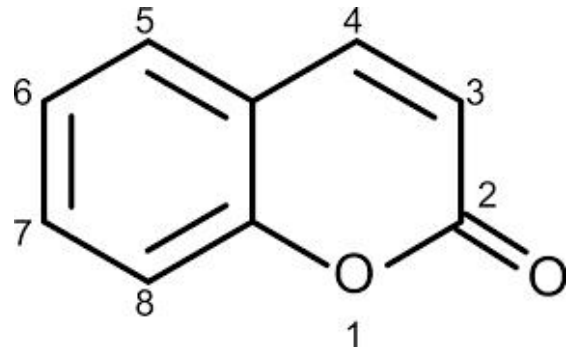


Figure 07 : structure des coumarines

lactonisation et isomérisation trans-cis de la chaîne latérale double liaison.

La structure existe sous deux formes cis et les transformations par rapport à la transformation cis sont plus stables et ne peut donc pas faire de vélo. Parce que la forme cis est très instable, il aura tendance à passer à la trans-configuration (Das AB, Goud VV, Das C ;2019).

Les stilbènes sont des composés phénoliques issus du métabolisme secondaire végétal, dont la distribution au sein du règne végétal est limitée aux espèces qui ont acquis au cours de leur évolution la capacité de synthétiser ces molécules. Leurs impacts et leurs activités biologiques tels que les effets neuroprotecteurs, anticancérigènes, antioxydants ont déjà concerné plusieurs sujets d'étude.

Les stilbènes ont une structure en C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub> : deux cycles benzéniques reliés par un pont éthylène. Il existe deux formes isomériques : (E)-1,2-diphényléthylène ((E)-stilbène) et (Z)-1,2-diphényléthylène ((Z)-stilbène). La forme cis (Z) est obtenue par photoisomérisation ou par l'action de la chaleur. La forme trans (E) étant la forme la plus stable et bioactive (Mérillon et al., 1997), elle est en général plus abondante dans les différentes espèces végétales productrices de stilbènes (Hart, 1981).

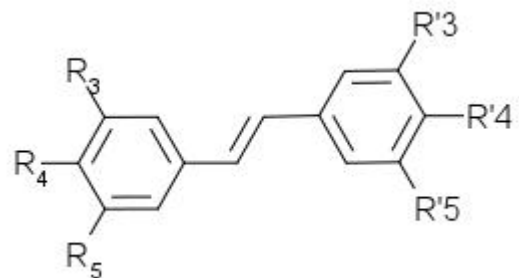


Figure 08 : structure des stilbènes

Les stilbènes forment la famille des stilbénoides. Ils sont présents dans de nombreuses familles de plantes supérieures. L'unité de base des stilbènes est le (E)-3,5,4'-hydroxystilbène ou (E)-resvératrol. Les dérivés du resvératrol varient en fonction du nombre de groupement

hydroxyle, des substitutions par les sucres, les groupements méthoxy, par la conformation (Z) ou (E) et par le degré d'oligomérisation ...etc.

### 3.2. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont un groupe diversifié de composés à faibles poids moléculaires, contenant de l'azote dérivés principalement d'acides aminés et trouvés dans environ 20% des espèces végétales (Roberts ;2013). Ils peuvent être présents dans tous les organes de la plante.

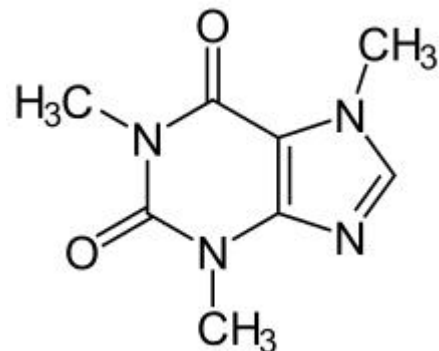


Figure 09 : structure des alcaloïdes

Ils existent rarement à l'état libre dans la plante, mais le plus souvent ils sont combinés à des acides organiques ou à des tanins (Ziegler et Facchini ;2008). Les alcaloïdes sont généralement regroupés sur la base du système cyclique présent. Plusieurs systèmes cycliques communs, tels que les systèmes indolizidine, quinolozidine quinoléine, quiazoline et acridones ont été étudiées, (Herbert ; 2003).

#### 3.2.1. Classification

On distingue trois grandes classes des alcaloïdes selon qu'ils possèdent ou non un acide aminé comme précurseur direct, et qu'ils comportent ou non un atome d'azote dans un hétérocycle :

**1. Les alcaloïdes vrais :** Les alcaloïdes vrais représentent le plus grand nombre d'alcaloïdes, ils dérivent de l'acide aminé partagent un cycle hétérocyclique avec l'azote, leurs présences dans les plantes, est sous forme libre, de sel, ou comme N-Oxyde (Aniszewki, 2007 ; Badiaga, 2011).

**2. Les pseudo-alcaloïdes :** présentent le plus souvent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais, mais ne sont pas des dérivés des acides aminés (Badiaga ;2011). Dans la majorité des cas connus, ce sont des dérivés d'isoprénoides (alcaloïdes terpéniques) et du métabolisme de l'acétate (Rakotonanahary ;2012).

**3. Les proto-alcaloïdes :** sont des amines simples dont l'azote n'est pas inclus dans un hétérocycle, ils ont un caractère basique et sont élaborés in vivo à partir d'acide aminé. Ils sont souvent appelés « amines biologiques » et sont soluble dans l'eau (Berkal et Bouchama, 2016)

**4. Les alcaloïdes isoquinoleiques :** Selon leur composition chimique et surtout leur structure moléculaire, les alcaloïdes peuvent être divisés en plusieurs groupes.

## Partie bibliographique

**5. Les alcaloïdes isoquinoléiques** : forment une classe importante des métabolites secondaires, ce sont de grands et divers groupes d'alcaloïdes avec 2500 structures définies (Shakil, 1998 ; Grycova et al. 2007 ; Sato et al. 2007).

**6. Les alcaloïdes quinoléiques** : (2 à 15%, parfois 20% de la drogue). Ces alcaloïdes sont des dérivés du noyau quinoléique relié, par une fonction alcool secondaire, à un noyau quinuclidique porteur d'une chaîne vinylée.

**7. Des phénylalanines** : capsaïcine du piment, colchicine du colchique.

**8. Des alcaloïdes indoliques** : ergométrine, ergotamine, ergotoxine de l'ergot des céréales.

**9. Des alcaloïdes pyridiques et pipéridiques** : ricinine du ricin, trigonelline du fenugrec, conine (poison violent) de la ciguë.

**10. Des alcaloïdes dérivés du tropane** : scopolamine et atropine de la belladone.

**11. Des alcaloïdes stéroïdes** : racine de vératre, douce-amère ou aconite (Mamadou B, 2011)

### 3.2.2. Propriétés physicochimiques

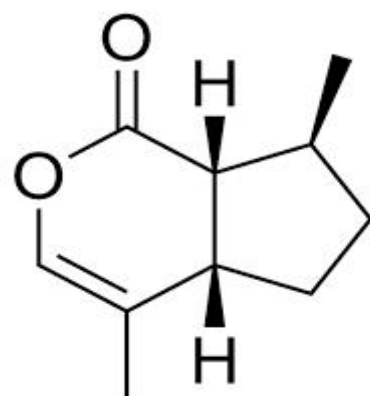
Si dans les plantes, les alcaloïdes en tant que composés du métabolisme secondaire jouent un rôle écologique de défense contre des herbivores, ils sont utilisés cependant dans plusieurs applications pharmaceutiques chez l'homme (Silvestrini et al., 2002 ; Stöckigt et al., 2002) :

- Antitumoraux : vincalécoblastine, vincristine, taxol, camptothécine
- Antalgiques : morphine et codéine.
- Emétiques : émétine.
- Antitussifs : codéine.
- Ils sont également des agents de traitement de la maladie d'Alzheimer : galanthamine.
- Anesthésiques locaux : cocaïne (Kanoun, 2010).

Les alcaloïdes présentent fréquemment de propriétés pharmacologiques marquées et ont de nombreuses utilisations thérapeutiques, notamment au niveau du système nerveux central, du système nerveux autonome et du système cardiovasculaire (Aref et Heded, 2015).

### 3.3. Terpénoïde

Les terpènes présentent une grande diversité structurale (Gonzalez-Burgos et Gomez Serranillos ;2012). Le terme de terpénoïde est attribué à tous les composés possédant une



structure moléculaire construite d'un monomère à 5 carbones appelé isoprène de formule  $C_5H_8$  avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide, lactone...etc.), ils sont des hydrocarbonés naturels, de structure soit cyclique soit à chaîne ouverte ; leur formule brute est  $(C_5HX)_n$  dont le  $x$  est variable en fonction du degré d'insaturation de la molécule et  $n$  peut prendre des valeurs (1-8) sauf dans les polyterpènes qui peut atteindre plus de 100 (le caoutchouc). Ces composés sont majoritairement d'origine végétale (Malecky, 2005). Synthétisés par les plantes, organismes marins, les champignons et même les animaux (Benaissa ;2011).

Figure 10 : structure des terpénoïdes

### 3.3.1. Classification des terpènes

La classification des terpénoïdes est basée sur le nombre de répétitions de l'unité de base isoprène.

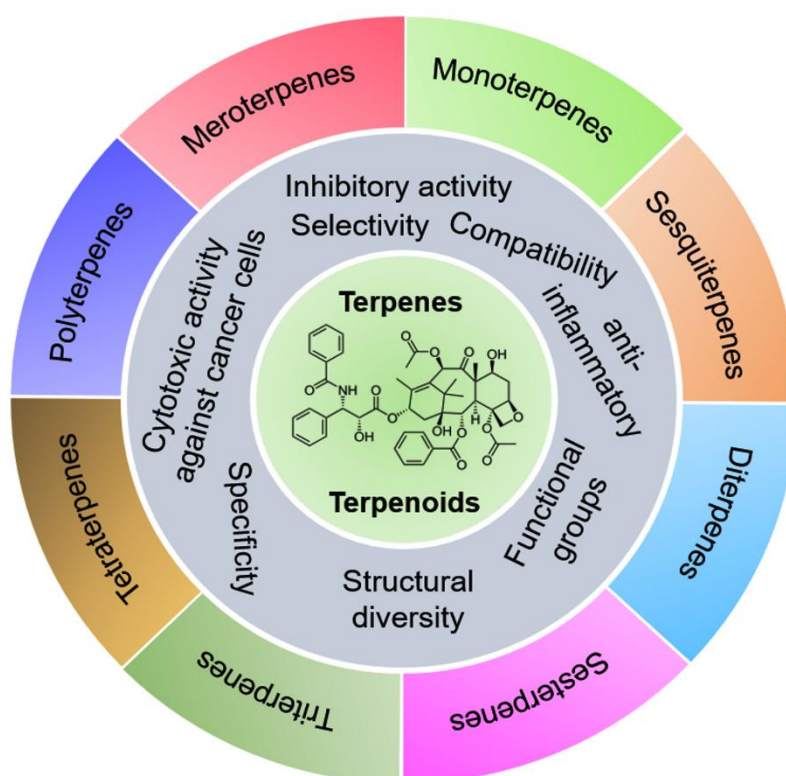


Figure 11 : classification des terpènes

#### 3.3.1.1. Monoterpènes

Les monoterpènes ( $C_{10}H_{16}$ ) sont constitués de deux unités d'isoprène liées ( $C_5H_8$ ). (Marmulla et Harder ; 2014). Ils se trouvent principalement dans 3 catégories structurales : les monoterpènes linéaires (acyclique) comme Nérol (géranium), les monoterpènes avec un cycle unique (monocycliques) (Limonène) et ceux avec deux cycles (bicycliques) ( $\alpha$ -pinène) (Allen et al., 1977). Ce sont des molécules légères, très peu fonctionnalisées, très odorantes,

la plupart ont des activités biologiques reconnues et sont caractéristiques des plantes d'où elles sont originaires si bien que leurs odeurs se confondent et leurs noms évocateurs.

### 3.3.1.2. Sesquiterpène

Une molécule de sesquiterpène est formée de 15 atomes de carbones. Les sesquiterpènes se divisent en plusieurs catégories structurales, acyclique, monocyclique, bicyclique, tricyclique, polycyclique. Présente dans les huiles essentielles. Une large gamme de sesquiterpènes contiennent un cycle  $\gamma$ -lactone ils sont connus sous le nom des sesquiterpène lactones (**Barnes et al., 2007**).

Les lactones sesquiterpéniques sont très connus pour leurs activités biologiques, ces dernières étaient appelées principes amers. Elles ne sont pas volatiles et leur structure casse à des températures élevées. On dénombre plus de 3000 structures différentes, et on les trouve principalement chez les Asteraceae au niveau des poils sécréteurs pluricellulaires des feuilles, bractées et inflorescences (**Bruneton ; 1999**).

### 3.3.1.3. Diterpènes

Les diterpènes sont des substances avec 20 atomes de carbone (C<sub>20</sub>) élaborées à partir de 4 unités d'isoprène ; ils se forment à partir de leur précurseur, le géranylgeranyle pyrophosphate (GGPP). Ils peuvent être acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques. Ces composés sont principalement présents dans les plantes supérieures dans les résines ou les gibbérellines, ainsi que dans les champignons. Ils sont classés en fonction de leur diversité structurale (**Malecky, 2005**).

### 3.3.1.4. Triterpènes

Les triterpènes sont des molécules à 30 atomes de carbone. il y a plus de 1700 triterpènes dans la nature dont la plus part est sous forme tétracyclique ou pentacyclique, mais la forme acyclique très rare (**Malecky, 2005**). La majorité des triterpènes sont à l'état libre sous forme estérifiée ou hétérosidique, et ces terpènes sont des composants principaux des résines (**Loomis et Croteau, 1980 ; Mouffok, 2011**).

### 3.3.1.5. Tetraterpènes (Caroténoïdes)

Cette famille de terpènes à 40 carbones, compte en particulier les caroténoïdes dont un pigment photosynthétique majeur (bêta-carotène). Plus de 650 caroténoïdes se trouvent dans la nature, constituant le plus grand groupe de colorants naturels. Les caroténoïdes sont biosynthétisés par les plantes, les algues, champignons, levures et bactéries. Ils sont des

composés isoprénoïdes, biosynthétisés par liaison queue-à-queue de deux molécules de diphosphate de géranylgeranyle (Agostini-costa et al., 2012).

### 4. Fonctions et propriétés des métabolites secondaires

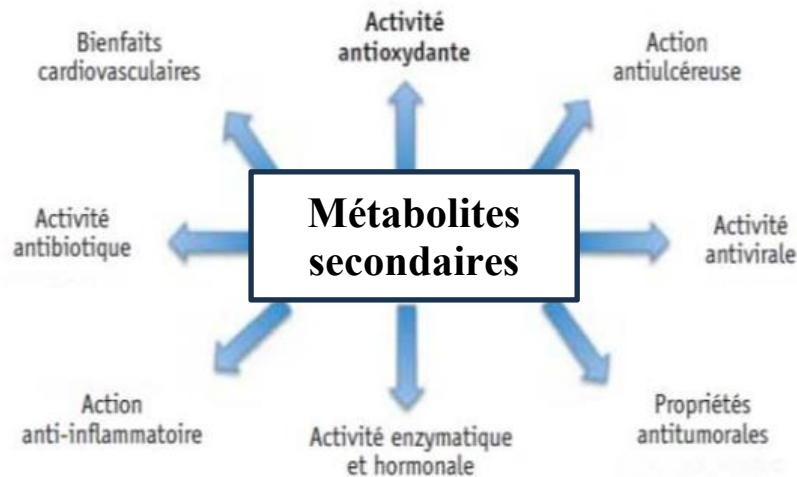


Figure 12 : les fonctions et les propriétés des métabolites secondaires

#### A. Activité antioxydante

Les antioxydants d'origine alimentaire contribuent vraisemblablement à la défense de l'organisme contre le stress oxydant et ses conséquences. A ce titre, ils piègent les radicaux libres en inhibant les réactions à l'intérieur des cellules provoquées par les molécules de dioxygène et de peroxyde, aussi appelées espèces oxygénées radicalaires (EOR) et espèces azotées radicalaires (BENBROOK, 2005).

Un antioxydant devrait à la fois :

- ✓ Agir spécifiquement sur les radicaux libres.
- ✓ Chélater les métaux de transition.
- ✓ Agir en synergie avec d'autres antioxydants pour se régénérer.
- ✓ Agir à des concentrations physiologiques relativement faibles.

L'activité antioxydante d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation. Les antioxydants les plus connus sont le  $\beta$ -carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (Vitamine C), le tocophérol, la quercétine, la rutine et le Picnogénol. La plupart des antioxydants de synthèse ou d'origine naturelle possèdent des groupes hydroxyphénoliques dans leurs structures et les propriétés antioxydantes sont attribuées en partie à la capacité de ces composés naturels à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles ( $\text{OH}\cdot$ ) et



superoxydes ( $O_2\bullet$ ) (Antolovich et al., 2002 ; Bartosz, 2003 ; Burda et Oleszek, 2001 ; Rice-Evans et al., 1995).

### B. Activité antibactérienne

En présence de bactéries, les composés phénoliques sont reconnus par leur toxicité vis-à-vis de ces organismes. Le mécanisme de toxicité est peut-être lié à l'inhibition des enzymes, l'inactivation adhésines ou le blocage des protéines de transport et de la paroi cellulaire (Cowan ; 1999). Selon Harikrishna et al., (2004) les flavonoïdes sont actifs sur les bactéries à Gram positif et à Gram négatif.

L'activité antibactérienne ; intense (*Salmonelles*, *Bacillus cereus*) de gallotanins a été mise en évidence par Tian et al. (2009). Rauha et al., (2000) rapportent également une activité antibactérienne envers *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Basillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* pour la quercitine et la naringénine.

### C. Activité anticancéreuse

Le cancer, maladie caractérisée par une prolifération cellulaire anormale et incontrôlée conduisant à la formation incontrôlée de tissus, et constitue la première cause de décès dans le monde (Pimentel et al., 2011). Plus de 100 composés anticancéreux sont considérés comme des métabolites secondaires (Lounas,2020). Parmi ceux, il a été démontré que certaines molécules inhibent la prolifération des cellules cancéreuses. Ces composés bioactifs semblent être de nouvelles options pour la découverte de nouveaux médicaments anticancéreux, tels que le paclitaxel (*paclitaxel*), un puissant composé anticancéreux qui interfère avec la prolifération des cellules cancéreuses, il est produit par un certain nombre de champignons endophytes, comme *Cladosporium*, *Microsporium* et *Periconia sp.* (Chandra, 2012).



### D. Activité antiproliférative

L'inhibition de la croissance des cellules cancéreuses est une solution ultime à prévenir le cancer. Les composés antiprolifératifs arrêtent/inhibent systématiquement et sélectivement la croissance cellulaire. Tels les composés isolés de *Lespedeza bicolor* présentent une forte

activité antiproliférative contre les cellules cancéreuses du sang en arrêter les cellules en phase G1 et réduire les niveaux de BCL (Nguyen NH et al., 2020). Le resvératrol, un composé phytoalexine présente dans le raisin, inhibe la croissance du récepteur des œstrogènes (ER) - MCF-7 positif cellules de manière dépendante de la concentration. Dans les cellules MCF-7, le resvératrol inhibe l'effet favorisant la croissance du 17- $\beta$ - estradiol de manière dose-dépendante (Lu R et Serrero G ;1999).

### E. Activité immunodulatrice

La modulation immunitaire de l'hôte est un phénomène vital joué par métabolites secondaires des plantes. Les tanins de Terminalia les chebula présentent une activité de modulation immunitaire significative et activité inhibitrice contre le virus de l'hépatite C (HCA NS3/4A) (Patil VS et al., 2020). Les tanins fournissent également un effet leishmanicide ainsi qu'entraînement immunomodulateur en stimulant les macrophages pour oxyde nitrique (NO), facteur de nécrose tumorale (TNF) et production d'interféron (IFN) (Kolodziej H et Kiderlen AF ;2005). Resvératrol et 6 gingérol a montré la modulation immunitaire contre le lipopolysaccharide (LPS) et modèle moléculaire associé aux agents pathogènes (PAMP) stimulation des macrophages du saumon atlantique (Smith NC et al.,2018). Curcumine du curcuma inhibe les cellules dendritiques immatures et arrête inflammation qui active les lymphocytes T CD4+ naïfs. Curcumine inhibe la production d'interleukines IL-6 et IL-12, ce qui inhibe finalement la différenciation des lymphocytes T CD4+ naïfs en TH17 et Th1(Momtazi-Borojeni et al.,2018 ; Frade JG et al.,2005).



# Présentation de la plante



# Partie 02 : Présentation de la plante étudiée

## 1. Famille *euphorbiacées*

### 1.1. Définition

Les euphorbiacées sont une famille de plantes qui comprend des espèces économiquement importantes telles que le manioc, l'hévéa, le jatropha curcas et le ricin. Ces plantes ont des habitats variés allant des régions arides aux tropiques humides. La famille des Euphorbiacées, connue pour ses diverses activités pharmacologiques, comprend des plantes largement utilisées en médecine traditionnelle dans diverses régions. La recherche a mis en évidence la valeur médicinale des plantes du genre *Euphorbia*, démontrant leur efficacité dans le traitement des infections respiratoires, des affections inflammatoires et même du cancer (Abulkhair Abdallah, Elis Susilawati, 2023; Surojit Sen et al., 2023). En outre, des études génétiques ont identifié des marqueurs SNP de haute qualité au sein de la famille des Euphorbiacées, offrant des opportunités pour la cartographie génétique, la sélection et l'étude de traits importants tels que la résistance aux maladies (Smaïl Amtaghri et al., 2022). En outre, l'importance économique de la famille réside dans des produits tels que le caoutchouc, l'huile et les matières médicinales, les protéines GST jouant un rôle crucial dans la résistance au stress et les processus de détoxification de ces plantes. Dans l'ensemble, la famille des Euphorbiacées constitue une riche source de composés bioactifs ayant des applications thérapeutiques potentielles et des avantages agricoles.

### 1.2. Description

L'*Euphorbia* vient du nom *Euphorbos* le médecin du roi Juba II de Mauritanie au 1<sup>er</sup> siècle avant Jésus Christ, et conservé par Linné (Jassbi, 2006). Plantes herbacées, arbustes et de nombreuses plantes succulentes ressemblent à première vue à des cactées. Les tiges très courtes, couchées, très ramifiées, étalées en cercle sur le sol. Feuilles simples et opposées, rarement stipulées. Fleurs de ce genre ont une structure quasiment identique, se limitant à un stigmate et une étamine, toujours vert vif et paraissent généralement en petits bouquets, cyathe très petites (moins de 2mm), constitué par une fleur femelle centrale et cinq cymes exiguës de fleurs mâles, réduites en général à une étamine, le tout enveloppé dans un involucre cupuliforme à 4-5 lobes présentant une glande charnue de forme variable. Carpelles soudés en ovaire supère à 3 loges uniovulées. Capsule tricoque, très généralement déhiscente

## Présentation de la plante

(Quezel, 1962 ; Könemann, 1997). Fruit (*schizocarpe*) capsule tricoque explosif. Les graines quadrangulaires, pourtant de petits tubercules et dépourvues de caroncule (Florence, 1997). La majorité des Euphorbes sont connues par leurs noms vernaculaires « *bouhliba* », qui signifie plante à sève laiteuse (Bellakhdar, 1997), car les euphorbes contiennent un suc laiteux (liquide blanc) collant et irritant appelée latex. Ce latex provoque des irritations pour les peaux sensibles, et il est capable de provoquer des graves dégâts des muqueuses buccales et digestives, et qui peut causer, au contact des yeux, une cécité temporaire (Könemann, 1997 ; Bruneton, 1999).

### 1.3. Répartition

La distribution des Euphorbiacées est diversifiée et répandue dans différentes régions. Dans les pays d'Asie du Sud-Ouest, le genre *Euphorbia* présente une diversité et un endémisme élevé, la Turquie, l'Iran et la Syrie étant les pays les plus riches en espèces, et l'Iran ayant le plus grand nombre d'espèces endémiques (Amirhossein Pahlevani et Bozo Frajman, 2023). En Afrique, l'Angola se distingue en tant que haut lieu de la diversité des euphorbes, avec un nombre important d'espèces endémiques présentes dans diverses régions climatiques, en particulier dans les forêts de Miombo et les zones arides (Amir Hossein Pahlevani et al., 2020). En outre, l'État du Paraná, dans le sud du Brésil, contribue également à la distribution des Euphorbiacées, avec 41 espèces de *Croton* identifiées dans la région, ce qui met en évidence la nature mégadiverse du genre. Ces études soulignent l'importance des différentes régions pour héberger des espèces uniques d'*Euphorbia* et la nécessité de déployer des efforts de conservation pour protéger leur diversité et leur endémisme.



Figure 13 : Répartition géographique de la famille des *Euphorbiaceae* dans le monde entier

## 2. *Ricinus communis*

### 2.1. Position systématique

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 et Bandopadhyay ;2010, Armstrong, 1982**). *Ricinus* ou *Ricinus communis* L. 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 et Tanigoshi, 1999 ; Malath et al., 2006 ; Ledent et 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 avec de longues tiges de palmier et des bords dentelés (**Dumeignil ;2012**).



Figure 14 : *R. Communis*

**Tableau I** : Classification de *R. Communis*

(**N'guessan, K ;2007, R. Alloune et al.,2012**)

<b>Nom français</b>	Ricin
<b>Nom anglais</b>	<i>Castor</i>
<b>Nom arabe</b>	<i>Khirwaa</i>
<b>Règne</b>	<i>Plantea</i>
<b>Classe</b>	Magnoliopside
<b>Sous-classe</b>	<i>Rosidae</i>
<b>Ordre</b>	Euphorbiales
<b>Famille</b>	<i>Euphorbiaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Ricinus</i>
<b>Espèce</b>	<i>Ricinus Communis</i> L

## 2.2. Répartition géographique

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 et Gouaidia ; 2020).

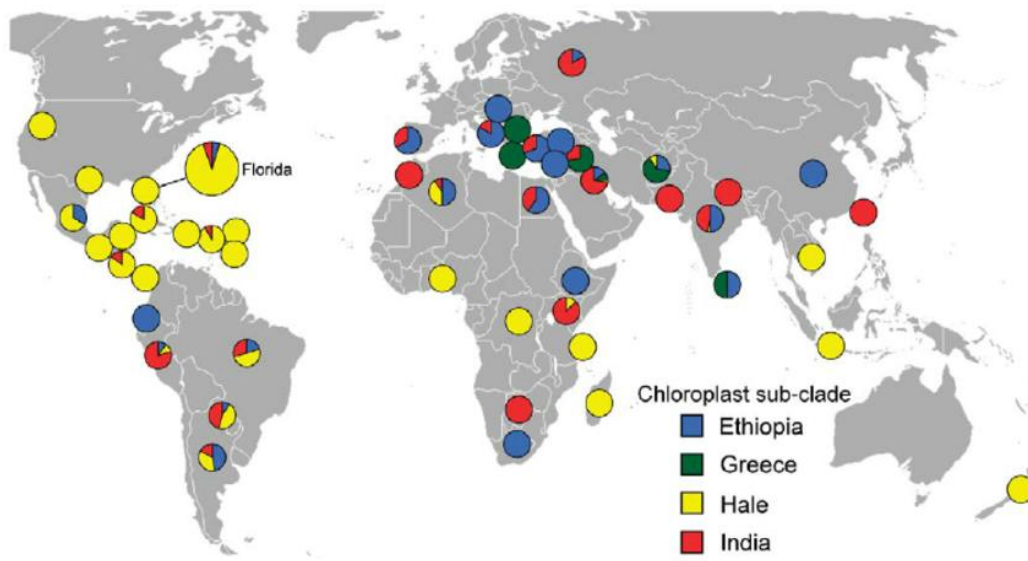


Figure 15 : Carte géographique de *ricinus communis* dans le monde

### 2.2.1. 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 et Gouaidia ; 2020).

### 2.2.2. 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 et Gouaidia ; 2020).

## 2.3. Description botanique

*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 et Dabral ; 1955, Mário et 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, portées par de longues tiges et forts pétioles glanduleux vers leur aicale (García et al., 1999 ; Wan. S, 2006 ; Boudeguig & Gouiadia, 2020).

### - 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. La floraison a lieu en été (Shifriss ;1966, William et al., 1967, Belharrane-Boumaza ;2014, Boudeguig et Gouaidia ;2020).



Figure 16 : Les feuilles de *ricinus communis*

### - 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).



Figure 17 : Les graines de *ricinus communis*



### - 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, 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 18** : Les fruits de *ricinus communis*



# Partie expérimentale



# Partie 03 : Matériel et méthodes

## I. Matériel et méthodes

### Objectif

Cette étude s'intéresse aux propriétés antioxydantes du *Ricinus Communis*, une plante commune en Algérie. Des extraits de feuilles et de tiges provenant de quatre régions (Ain Témouchent, Oran, Mostaganem et Tlemcen) seront analysés pour identifier et quantifier les composés antioxydants présents. Leur capacité à neutraliser les radicaux libres et à protéger les cellules contre le stress oxydatif sera évaluée.

L'étude vise également à comparer l'activité antioxydante des extraits selon les régions de collecte. Cette comparaison permettra de déterminer si les conditions environnementales et climatiques influencent la composition phytochimique et l'activité antioxydante de la plante.

### ❖ La première partie : La préparation des extraits

#### I.1. Matériel

##### I.1.1 Matériel végétal

##### Choix du *Ricinus Communis*

Le *Ricinus Communis* a été sélectionné pour cette étude en raison de sa disponibilité facile, de son utilisation traditionnelle et médicinale, et de ses propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antibactériennes rapportées (Jena & Gupta, 2012).

L'étude se concentre sur la partie aérienne (feuilles et tiges) de la plante provenant de différentes régions géographiques pour analyser son activité antioxydante. Deux variétés de *Ricinus Communis* sont connues : une plante vivace buissonnante à gros fruits et graines rouges et un arbuste annuel plus petit avec de petites graines grises tachetées de brun (Jitendra, 2012).

#### I.2. Méthodes

##### I.2.1. Récolte des feuilles

Les feuilles de *R. communis* étudiées ont été récoltées le 01 février 2024 de la région d'Ain Témouchent (Terga), la région d'Oran, la région de Tlemcen et la région de Mostaganem dans l'ouest Algérien. Puis transportées au laboratoire de Biologie dans notre faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Belhadj-Bouchaib –Ain -Temouchent-.



Figure 19 : La plante *Ricinus communis*

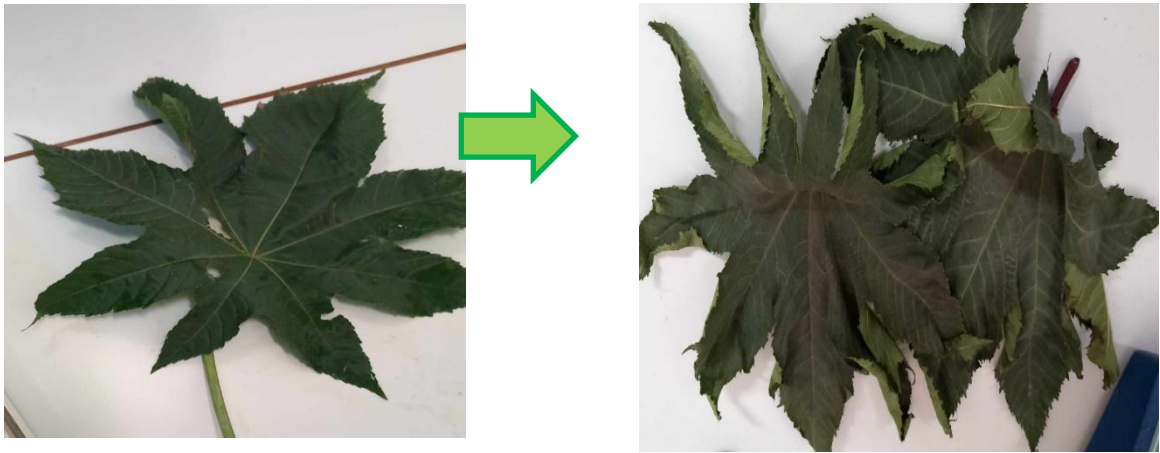


Figure 20 : Les régions de récoltes

- 1-Tlemcen
- 2-Ain Temouchent
- 3-Oran
- 4- Mostaganem

### I.2.2. Séchage :

Les feuilles sont conservées au frais et sec et à l'abri de l'humidité et la lumière pendant 10 à 15 jours pour son séchage à l'obscurité.



**Figure 21** : les feuilles de *R. communis* avant et après le séchage

### I.2.3. Broyage :

Les feuilles ont été broyées dans un hachoir électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre.



**Figure 22** : Broyage de la plante

**Figure 23** : plante broyée

### I.2.4. Préparation des extraits

La préparation des extraits se fait selon la méthode d'extraction par macération.

#### A-méthodes d'extraction

L'extraction est une technique de séparation importante, généralement comme première étape dans la récupération des métabolites primaires et secondaires (Schugerl,2005).

Dans le cadre de notre travail nous sommes intéressés à l'extraction et la séparation des métabolites secondaires du *R. communis* de la famille euphorbiacées.

### a. Extraction (solide-liquide)

L'extraction solide-liquide est une opération de transfert de matière entre une phase qui contient la matière à extraire « solide », et un solvant d'extraction « liquide ». Le but de cette expérience est d'extraire un ou plusieurs composants mélangés à un solide dans un solvant (Chemat,2011).

#### Méthodes d'extraction (Macération)

Cette technique est recommandée pour extraire des principes actifs solubles ou thermolabiles et pour les matrices qui à chaud, peuvent perdre des substances d'intérêt thérapeutique. Le solide à extraire est introduit dans le récipient inerte et complètement recouvert par le solvant. Le choix du solvant est orienté par les caractéristiques chimique spécifiques pour chaque famille de métabolites secondaires (Raspail et al.,2005). Afin d'obtenir l'extraction la plus complète possible, le récipient doit être hermétiquement fermé et une agitation du lot est nécessaire pour permettre la diffusion des composés extraits dans le liquide et ainsi éviter l'équilibre des extraits substances. Le processus d'extraction est généralement assez long et nécessaire des jours, voire des semaines. Le processus d'extraction est accéléré avec l'augmentation de la température (loi de Fick) (Naviglio et al.,2019).

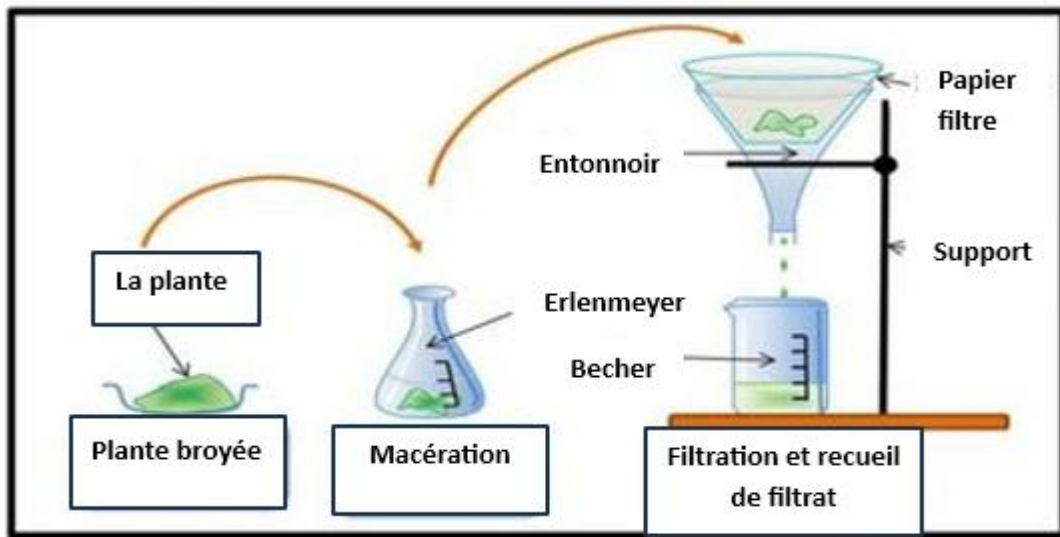


Figure 24 : Les étapes d'une extraction par macération

### I.2.4.1. Préparation d'extrait organique

-Après séchage la plante est broyée entièrement, puis pesée (M=40 g) à l'aide d'une balance électronique, la matière végétale obtenue est mise à une macération dans un mélange hydroalcoolique (v= 200 ml d'éther du pétrole) et enroulé par la suite par un papier aluminium, et à l'abri de la lumière, sous agitation pendant une nuit.

-En conservant au maximum les métabolites contre les effets d'oxydation. Avec la même façon est soumise aux fractionnements par d'autres solvants (dichlorométhane et éthanol) avec les mêmes conditions. Les résidus obtenus du chaque solvant sont repris à une deuxième extraction pour augmenter le rendement d'extrait.

-Après 24h les mélanges sont filtrés à l'aide d'un papier filtre à pression, afin d'éliminer toutes les particules.

-Après la filtration, les 16 filtrats sont combinés puis concentrés et récupérés par l'évaporation pour la séparation d'extrait du solvant, au moyen d'un évaporateur rotatif (Heidolph Rotavator) à une température d'ébullition précise pour chaque solvant.

-Sur les boites de pétris, on dépose les extraits évaporés et on les mît dans l'étuve à une température du 40°. Après une heure à deux heures, on gratte la couche obtenue et la mit dans des flacons en verres hermétiques fermés.

# Partie expérimentale

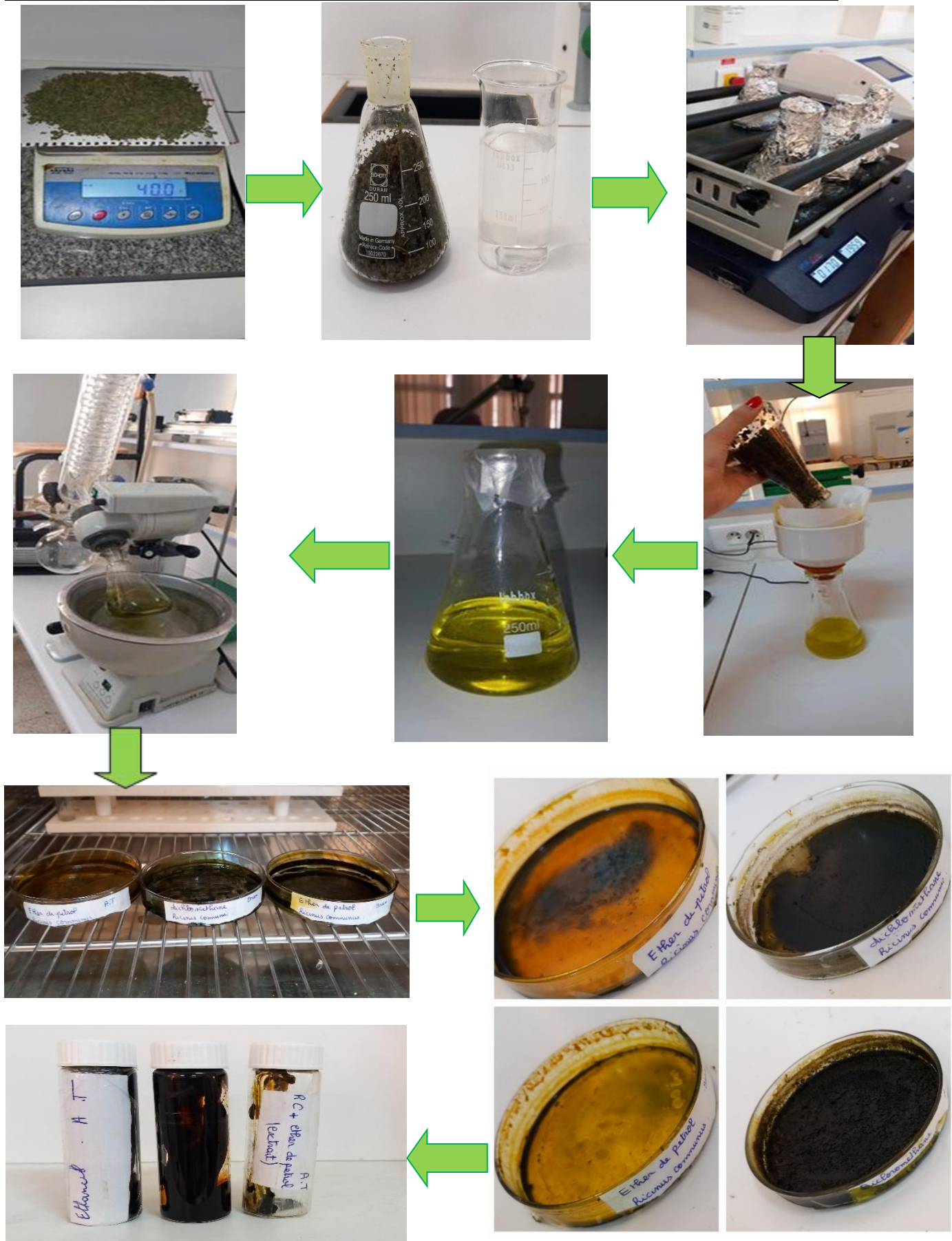
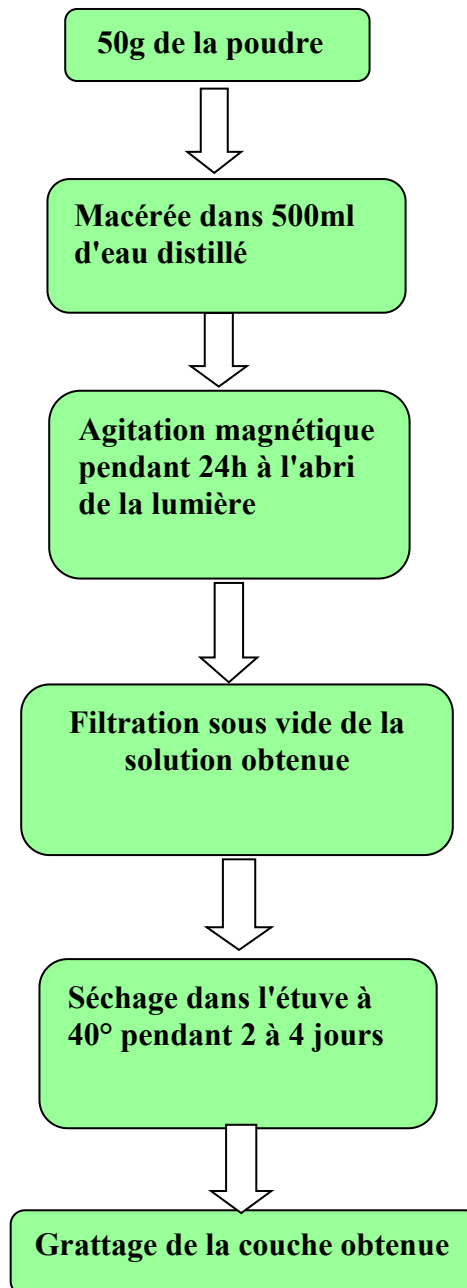


Figure 25 : Protocole de préparation d'extrait organique



### I.4.2.2. Préparation d'extrait aqueux



**Figure 26** : Protocole de préparation d'extrait aqueux

**Macération sous agitation**



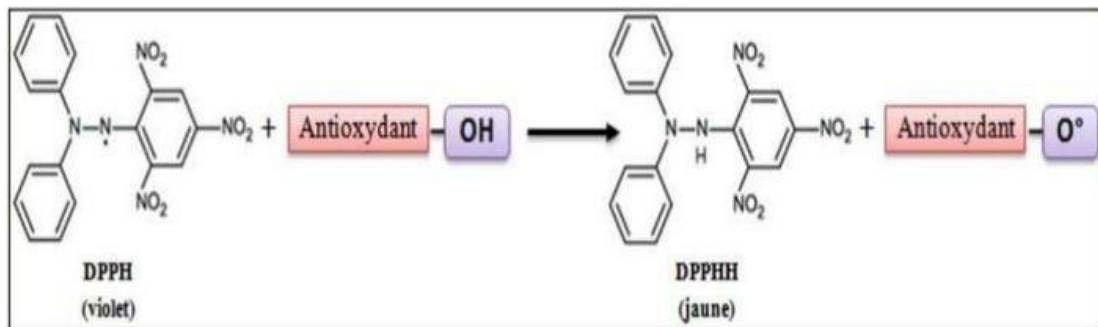
**Filtration sous vide**

**Figure 27 : Les étapes d'extraction aqueuse**

## ❖ La deuxième partie : l'étude de l'activité antioxydante.

### 1. Activité anti-radicalaire au DPPH

Le test DPPH (diphénylpicrylhydrazyl) est une méthode largement utilisée dans l'analyse de l'activité antioxydante. En effet, le DPPH se caractérise par sa capacité à produire des radicaux libres stables. Cette stabilité est due à la délocalisation des électrons libres au sein de la molécule. La présence de ces radicaux DPPH donne lieu à une coloration violette foncée de la solution. La réduction des radicaux DPPH par un agent antioxydant entraîne une décoloration de la solution (**Molyneux, 2004**). Le changement de couleur peut être suivi par spectrophotométrie à 517nm et de cette façon le potentiel antioxydant d'une substance ou un extrait de plante peut être déterminée (**Popovici et al., 2010 ; Molyneux, 2004**).



**Figure 28** : Réaction du test DPPH (2.2 Diphényl 1 picrylhydrazyl)

### 2.Principe :

Le radical DPPH (2.2'-diphényl-1-picryl-hydrazyl) est stable à température ordinaire et présente une couleur rose-violacée bien caractéristique. Les antioxydants présents dans l'extrait préparé le réduisent, ce qui entraîne une décoloration jaune, facilement mesurable par spectrophotométrie à 517 nm, et par conséquent une diminution de l'absorbance. La méthode est généralement standardisée par rapport à un contrôle positif réalisé avec un antioxydant standard, qui peut être l'acide ascorbique (Vit C) (**Brand Williams et al., 1995**).

### 3.Les Paramètres influencent la mesure au DPPH

- Solvant et PH.
- La concentration en DPPH.
- Longueur d'onde.

### 4. Préparation des solutions :

-Solution DPPH : 7,4mg dans 100ml de méthanol.

-Solution d'extrait (standard) dans le méthanol : préparation des concentrations de 0,1 à 20mg/ml à partir d'une solution mère de 40mg/ml de concentration.

### 5. Mode opératoire

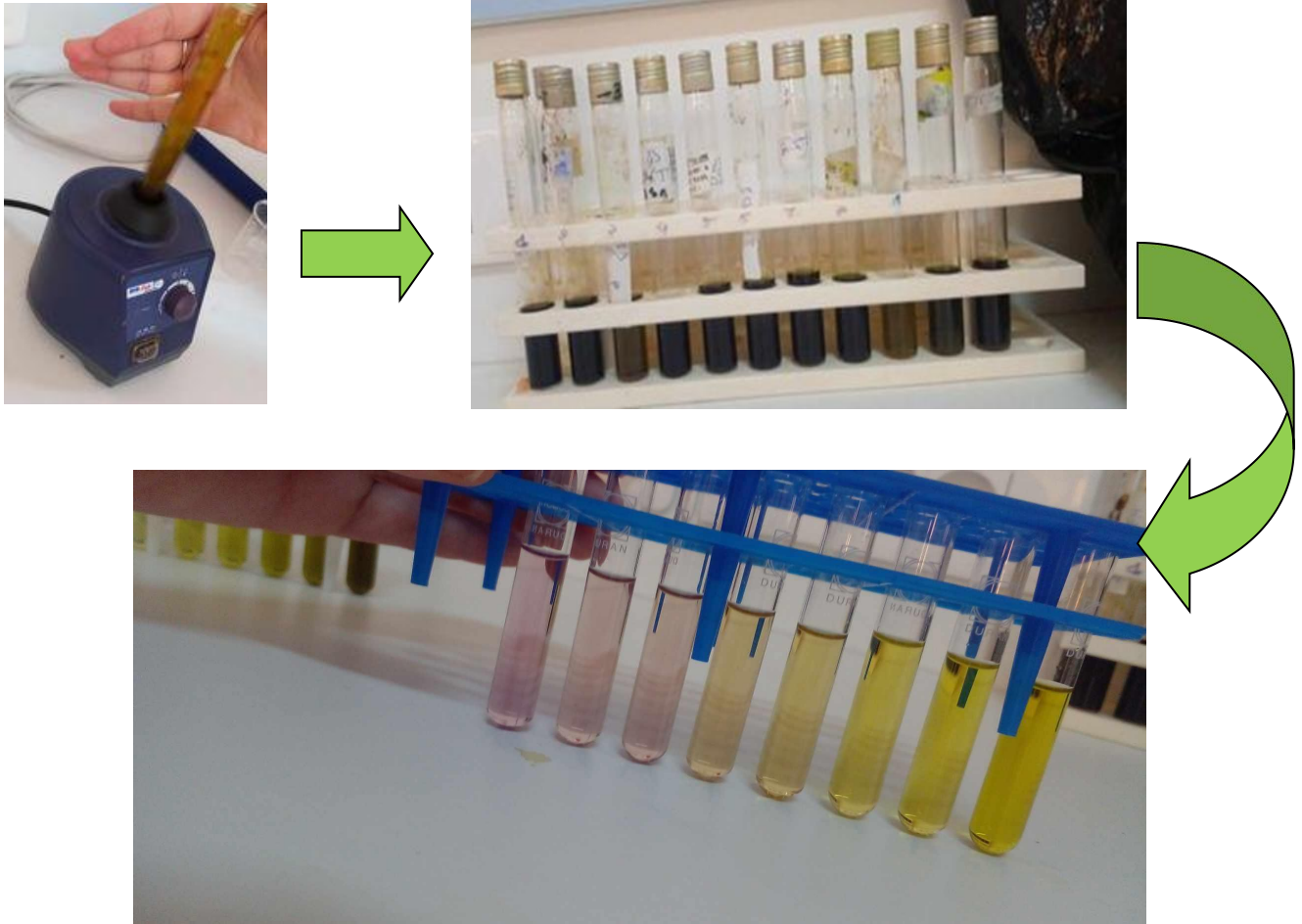
L'activité antioxydante des différents extraits est mesurée selon la méthode de **(LopesLutz et al., 2008)**.

Dans notre étude, ce test a été évalué suivant le protocole appliqué en 2007 par Kuramasamy et ses collaborateurs. Brièvement, 1 ml d'une solution méthanolique de DPPH (7,4 mg du DPPH et 100ml du méthanol) a été mélangé avec 2ml de différentes concentrations des extraits de plante (20/0,1ml). Le mélange obtenu est ensuite gardé dans une incubation à l'abri de la lumière à la température ambiante pendant 30 minutes. Puis l'absorbance est mesurée à 517 nm contre un témoin composé de 1ml de la solution de DPPH.

Des standards de référence (acide ascorbique) ont également été analysés en respectant la même technique.



**Figure 29** : Préparation de la solution DPPH



**Figure 30 :** Préparation de la solution on plusieurs concentration

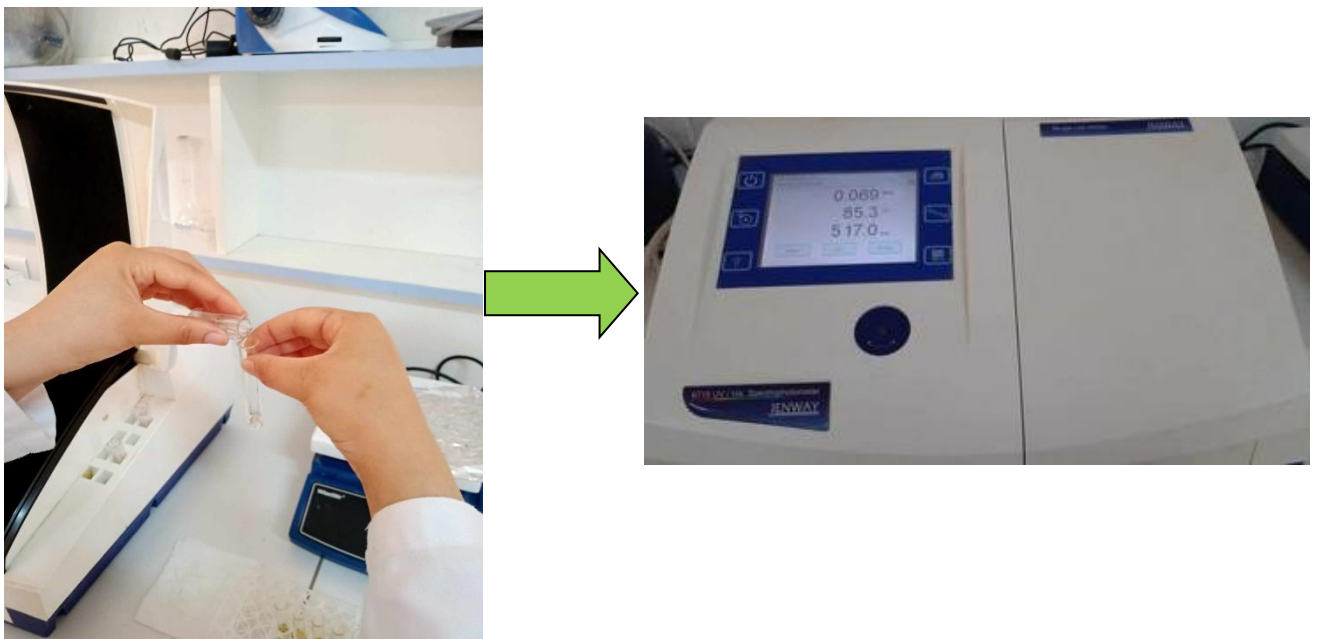


Figure 31 : La lecture des concentrations par spectrophotomètre

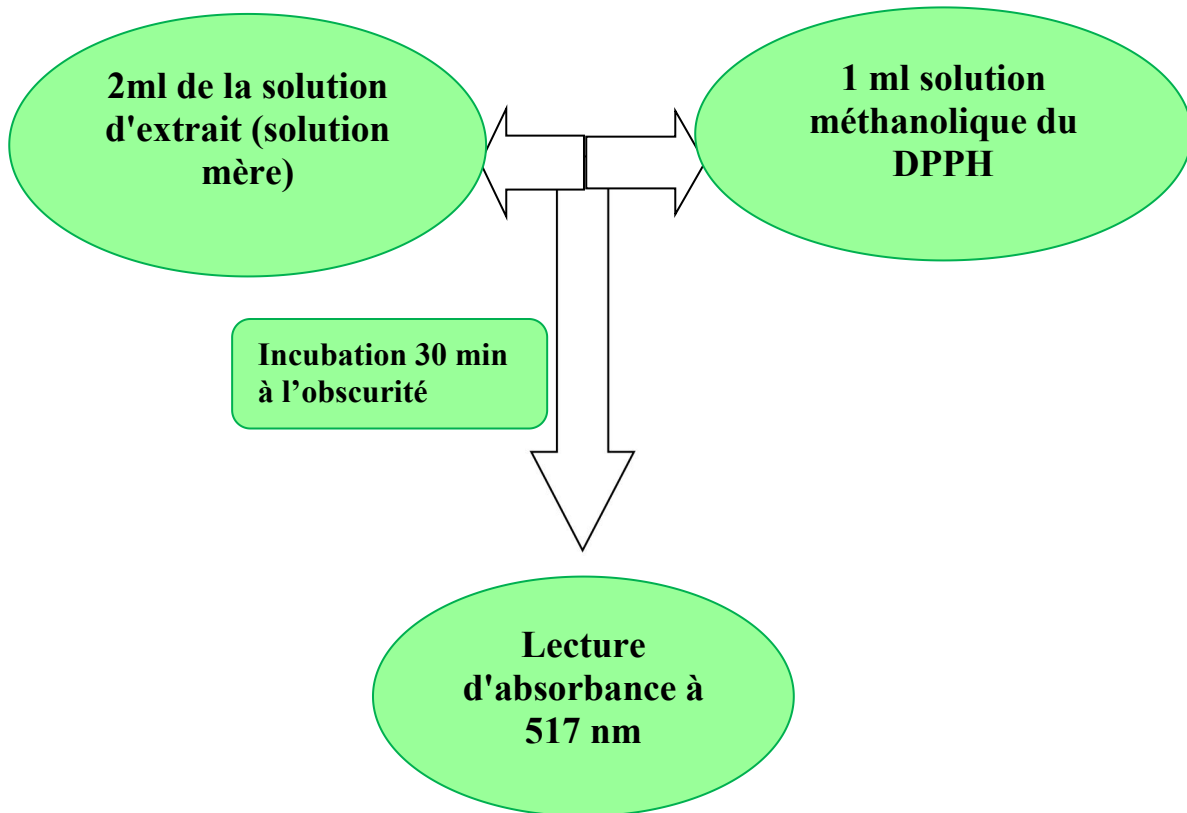


Figure 32 : protocole de préparation d'extrait organique

### 6.Expression des résultats

La capacité antioxydant de nos échantillons est exprimé en pourcentage d'inhibition du radicale DPPH à l'aide de la formule suivante :

$$\text{PI \%} = \frac{(\text{A contrôle} - \text{A échantillon})}{\text{A contrôle}} \times 100$$

**PI %** : Pourcentage d'inhibition de l'activité anti-radicalaire.

**A contrôle** : Absorbance du contrôle négatif.

**A échantillon** : Absorbance de l'échantillon.





# Résultats et discussions



# Partie 04 : Résultats et discussions

La plante, tout comme tout être vivant, consomme beaucoup d'énergie au cours de son développement, enregistrant une forte consommation d'oxygène et produisant par conséquent des radicaux libres (Alitonou et al., 2004), ce qui induit un mécanisme de défense réactionnelle par la production d'antioxydants naturels, entre autres les composés phénoliques.

## 1. Evaluation de l'activité antioxydante

### 1.1. Variation du pourcentage de réduction des radicaux libres en fonction de la concentration de chaque échantillon

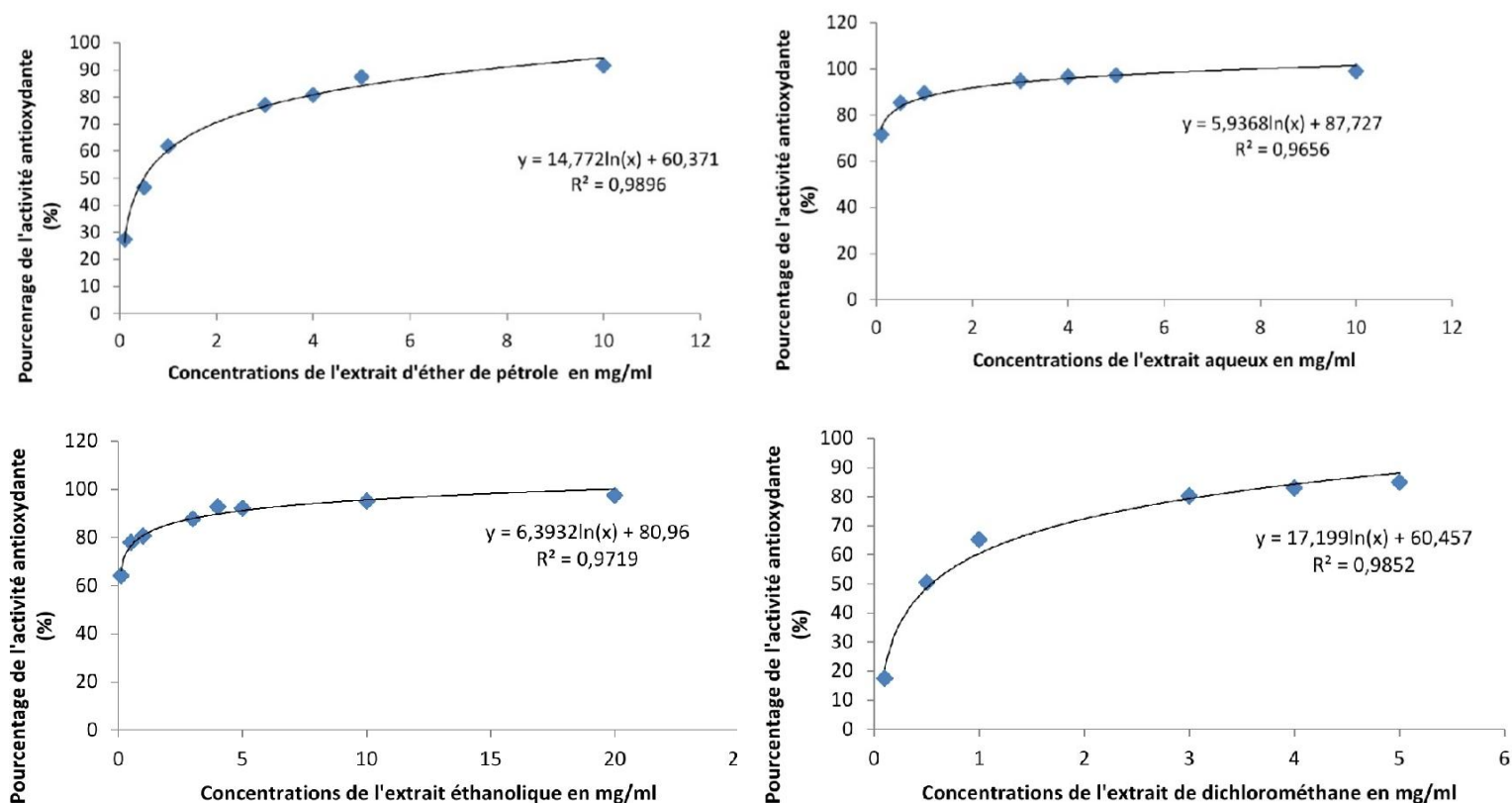
L'évaluation du pouvoir antioxydant des extraits de *Ricinus Communis* a été réalisée par deux méthodes complémentaires : le test DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) et la détermination de la concentration inhibitrice 50% (IC50).

Le test DPPH permet de mesurer la capacité des extraits à inhiber le radical libre DPPH, une molécule stable aux propriétés paramagnétiques. Les résultats obtenus, présentés sous forme de graphes, indiquent que le pourcentage d'inhibition du radical DPPH augmente avec l'élévation de la concentration pour tous les extraits testés.

La valeur IC50 représente la concentration d'un extrait nécessaire pour inhiber 50% du radical DPPH. Elle fournit une mesure quantitative de la puissance antioxydante d'un extrait. Plus la valeur d'IC50 est basse, plus l'activité antioxydante est élevée.

La comparaison des valeurs d'IC50 des différents extraits permet de déterminer leur activité antioxydante relative. Les extraits présentant les valeurs d'IC50 les plus basses seront considérés comme les plus puissants antioxydants.

## A- Activité antioxydante des extraits de la station d'Ain Témouchent



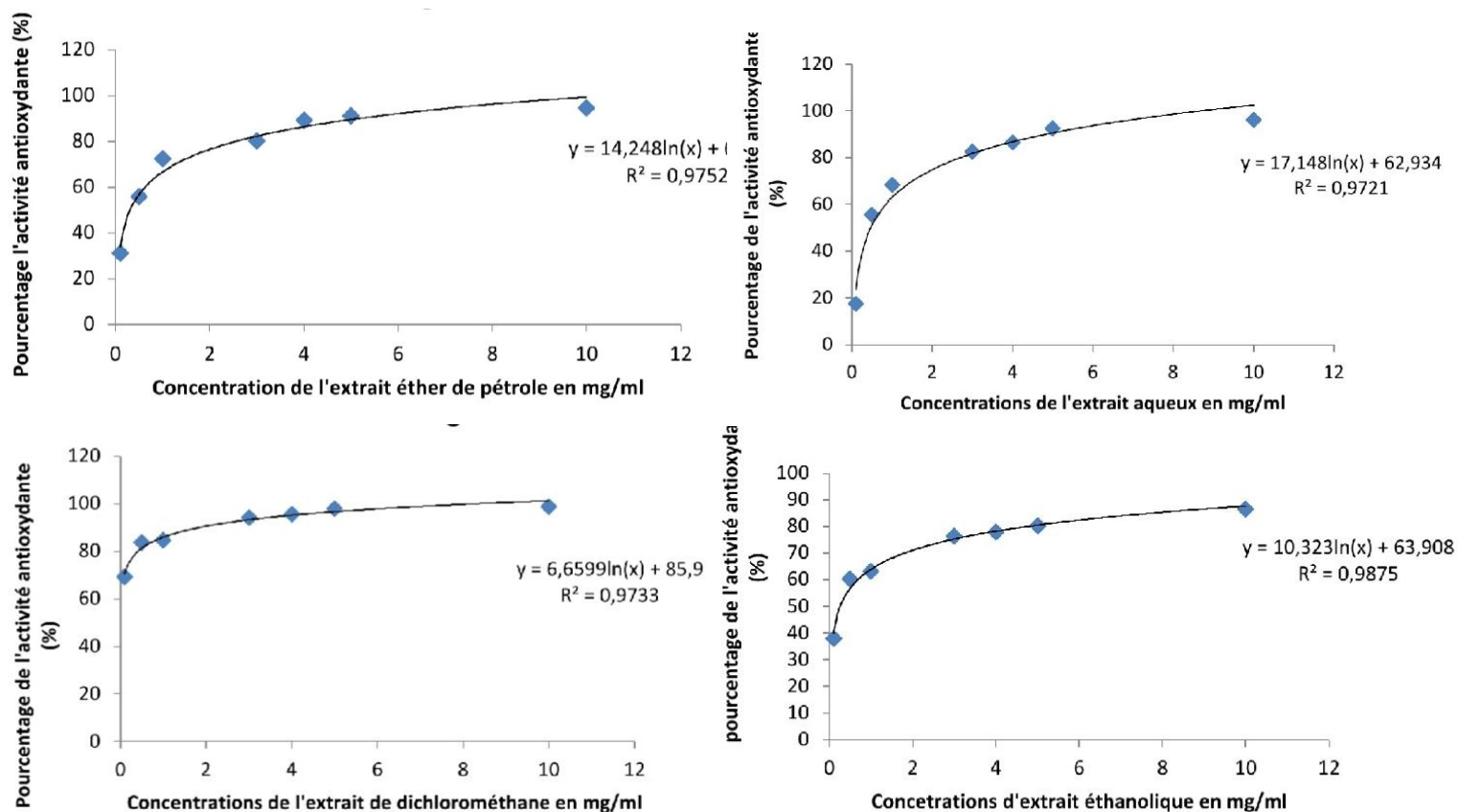
**Figure 33 :** Variation du pourcentage de l'activité antioxydante en fonction de la concentration des différents extraits (Ain Témouchent)

L'analyse de la Figure 33, représentant la variation du pourcentage d'activité antioxydante en fonction de la concentration des différents extraits de *R. Communis* d'Ain Témouchent, a permis de déterminer les valeurs d'IC50 suivantes, résumées dans le Tableau III :

**Tableau III :** IC 50 de chaque extrait

Extrait	IC50
Dichlorométhane	0,4346
Ethanol	0,2755
Ether de pétrole	0,9464
Aqueux	0,0681

## B- Activité antioxydante des extraits de la station de Mostaganem :



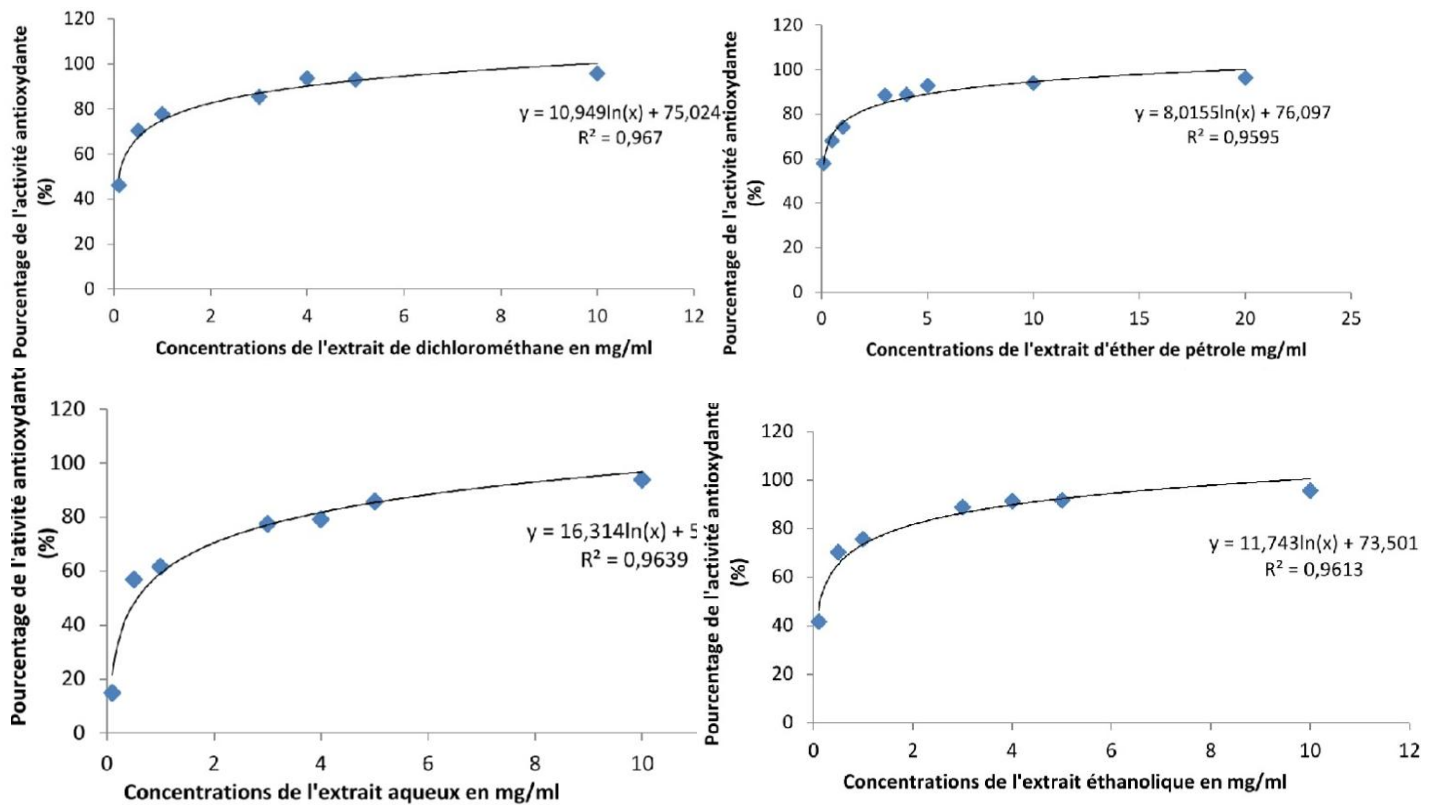
**Figure 34 :** Variation du pourcentage de l'activité antioxydante en fonction de la concentration des différents extraits (Mostaganem)

L'analyse de la Figure 34, illustrant la variation du pourcentage d'activité antioxydante en fonction de la concentration des différents extraits de *ricinus communis* de Mostaganem, a permis de déterminer les valeurs d'IC50 suivantes, résumées dans le Tableau IV :

**Tableau IV :** IC 50 de chaque extrait

Extrait	IC50
Ethanol	0,0559
Ether de pétrole	0,4515
Dichlorométhane	0,1754
Aqueux	0,0541

## C- Activité antioxydante des extraits de la station de Tlemcen :



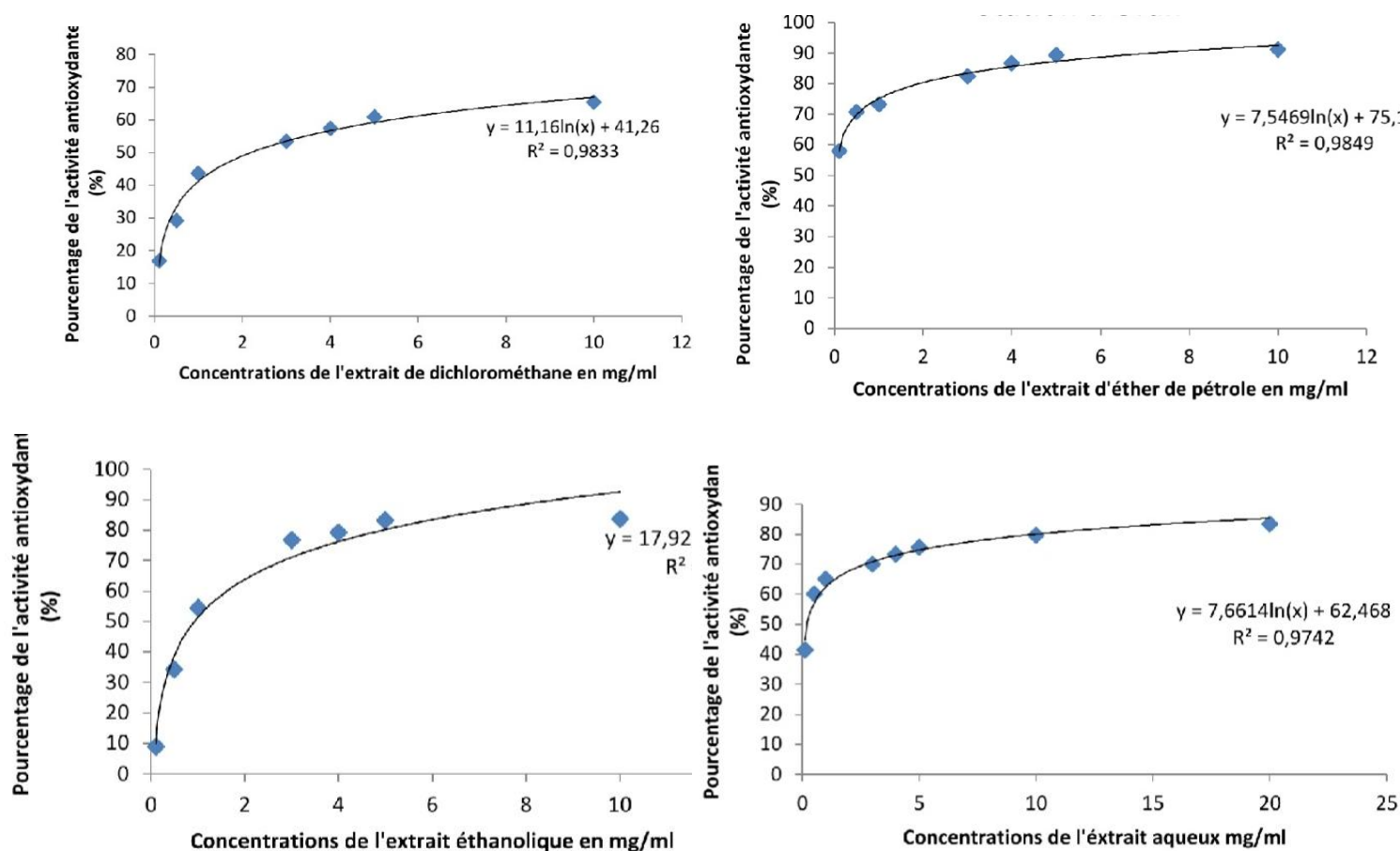
**Figure 35 :** Variation du pourcentage de l'activité antioxydante en fonction de la concentration des différents extraits (Tlemcen).

L'analyse de la Figure 35, représentant la variation du pourcentage d'activité antioxydante en fonction de la concentration des différents extraits de *R. Communis* de Tlemcen, a permis de déterminer les valeurs d'IC50 suivantes, résumées dans le Tableau V :

**Tableau V :** IC50 de chaque extrait

Extrait	IC50
Ethanol	1,1394
Dichlorométhane	0,0781
Ether de pétrole	0,051
Aqueux	0,024

## D- Activité antioxydante des extraits de la station d'Oran :



**Figure 36 :** Variation du pourcentage de l'activité antioxydante en fonction de la concentration des différents extraits (Oran)

L'analyse de la Figure 36, illustrant la variation du pourcentage d'activité antioxydante en fonction de la concentration des différents extraits de *R. Communis* d'Oran, a permis de déterminer les valeurs d'IC50 suivantes, résumées dans le Tableau VI :

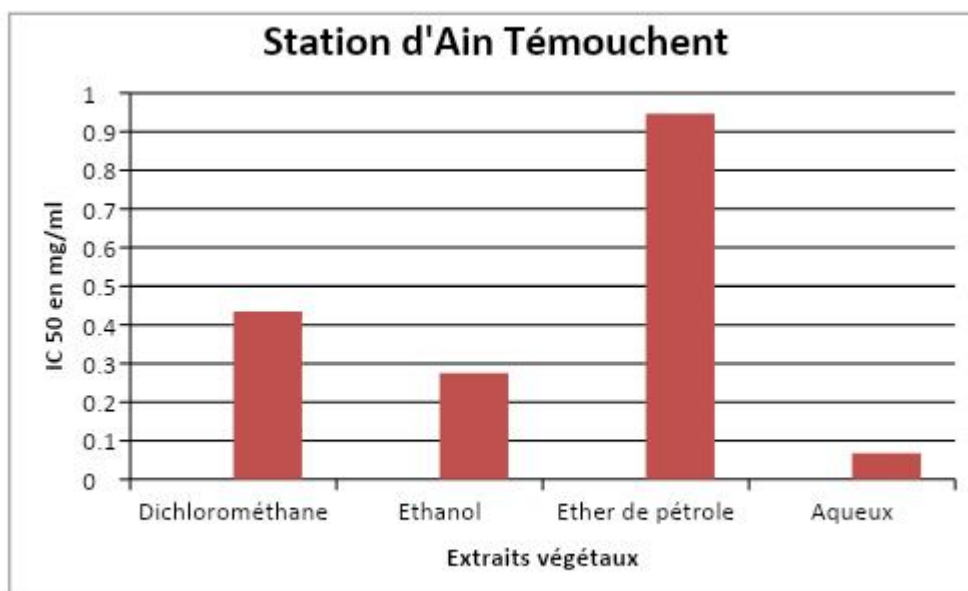
**Tableau VI :** IC50 de chaque extrait

Extrait	IC50
Ethanol	0,7382
Aqueux	0,0287
Ether de pétrole	1,1322

Dichlorométhane	0,9999
-----------------	--------

### 1.2- Comparaison des extraits de chaque station par rapport IC50

#### A- Comparaison des extraits de la station d'Ain Témouchent par rapport IC50



**Figure 37 :** Représentation graphique montre la comparaison des extraits de la station d'Ain Témouchent par rapport à l'IC 50

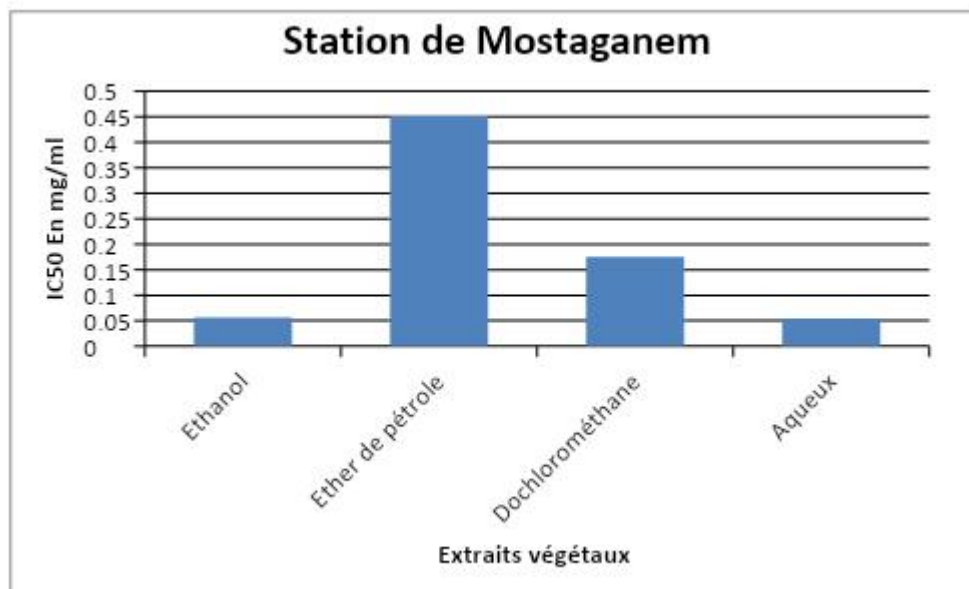
Le graphique présente une comparaison des valeurs d'IC50 pour les différents extraits de la station d'Ain Témouchent. L'axe des x représente les types d'extraits (Dichlorométhane, Ethanol, Ether de pétrole, Aqueux) et l'axe des y représente les valeurs d'IC50 exprimées en mg/ml.

- **Extrait aqueux :** L'extrait aqueux présente la valeur d'IC50 la plus basse (0,0681 mg/ml), indiquant l'activité antioxydante la plus élevée parmi les extraits testés.
- **Extrait éthanolique :** L'extrait éthanolique affiche la deuxième valeur d'IC50 la plus basse (0,2755 mg/ml), suivie de l'extrait dichlorométhane (0,4346 mg/ml).
- **Extrait à l'éther de pétrole :** L'extrait à l'éther de pétrole présente la valeur d'IC50 la plus élevée (0,9464 mg/ml), suggérant l'activité antioxydante la plus faible.

D'après ces résultats, l'extrait aqueux de *Ricinus Communis* de la station d'Ain Témouchent se distingue comme le plus puissant antioxydant parmi les extraits étudiés, suivi des extraits

éthanoliques et dichlorométhane. L'extrait à l'éther de pétrole présente l'activité antioxydante la plus faible.

### B- Comparaison des extraits de la station de Mostaganem par rapport IC50



**Figure 38 :** Représentation graphique montre la comparaison des extraits de la station de Mostaganem par rapport à l'IC 50

D'après la représentation graphique qui présente une comparaison des valeurs d'IC50 pour les différents extraits de la station de Mostaganem. Sur l'axe des x, on retrouve les types d'extraits (Dichlorométhane, Ethanol, Ether de pétrole, Aqueux), tandis que sur l'axe des y sont représentées les valeurs d'IC50 exprimées en mg/ml.

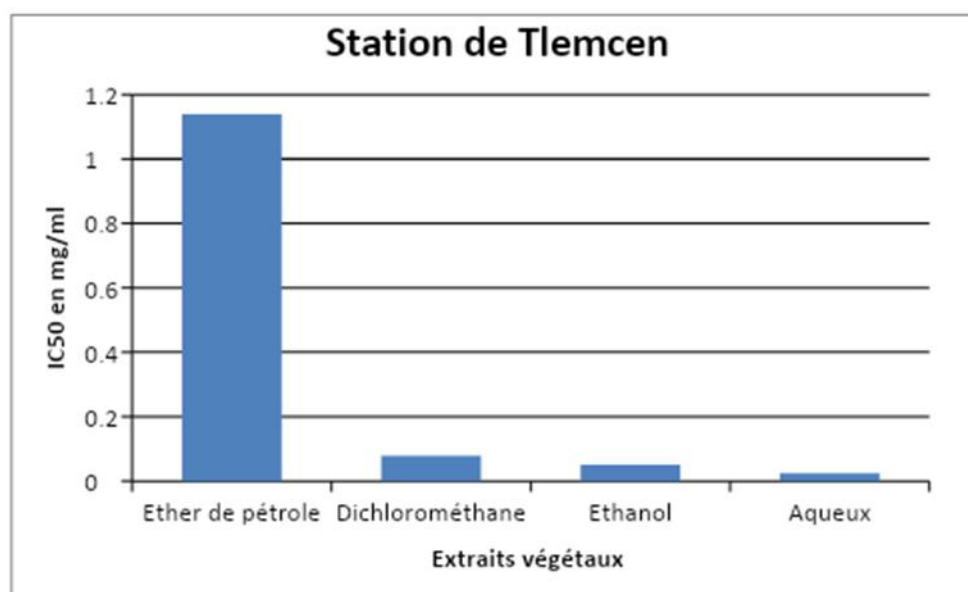
**Extrait aqueux :** L'extrait aqueux se distingue avec la valeur d'IC50 la plus basse (0,0681 mg/ml), dénotant ainsi la plus forte activité antioxydante parmi les échantillons testés.

**Extrait éthanolique :** En seconde position, l'extrait éthanolique présente une valeur d'IC50 relativement basse (0,2755 mg/ml), suivi de près par l'extrait dichlorométhane (0,4346 mg/ml).

**Extrait à l'éther de pétrole :** À l'opposé, l'extrait à l'éther de pétrole exhibe la valeur d'IC50 la plus élevée (0,9464 mg/ml), suggérant ainsi une activité antioxydante plus modérée.

À la lumière de ces observations, il est clair que l'extrait aqueux de *Ricinus Communis* de la station de Mostaganem se démarque comme le plus potentiellement bénéfique en termes d'activité antioxydante parmi les échantillons analysés, suivi par les extraits éthanoliques et dichlorométhane. En revanche, l'extrait à l'éther de pétrole présente une activité antioxydante relativement plus faible. |

### C- Comparaison des extraits de la station de Tlemcen par rapport IC50



**Figure 39 :** Représentation graphique montre la comparaison des extraits de la station de Tlemcen par rapport à l'IC 50

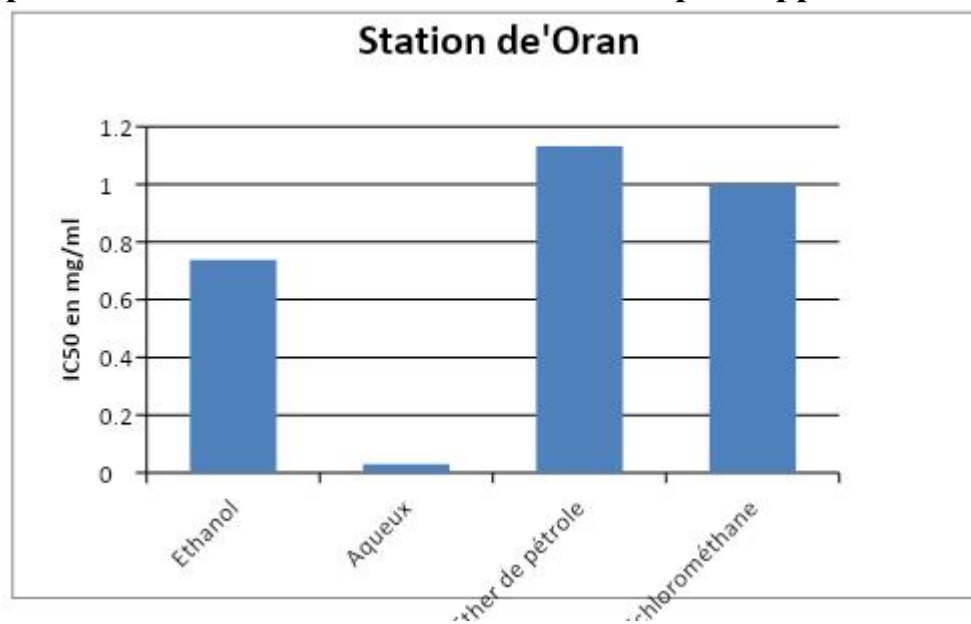
Le graphique expose les valeurs d'IC50 pour différents extraits de la station de Tlemcen, incluant le Dichlorométhane, l'Éthanol, l'Éther de pétrole et l'Aqueux, avec l'axe horizontal représentant les types d'extraits et l'axe vertical les valeurs d'IC50 exprimées en mg/ml. Les résultats indiquent que l'extrait aqueux affiche la valeur d'IC50 la plus basse (0,0240 mg/ml), suggérant une activité antioxydante supérieure par rapport aux autres extraits.

Ensuite, l'extrait éthanolique présente la deuxième valeur d'IC50 la plus basse (1,394 mg/ml), suivi du dichlorométhane (0,0781 mg/ml), tandis que l'extrait à l'éther de pétrole révèle la valeur d'IC50 la plus élevée (0,051 mg/ml), suggérant une activité antioxydante moins significative.

Ainsi, ces résultats soulignent que l'extrait aqueux de *Ricinus Communis* de la station de Tlemcen se distingue comme le plus efficace en termes d'activité antioxydante, suivi par les extraits éthanolique et dichlorométhane, tandis que l'extrait à l'éther de pétrole présente la moins grande efficacité



### D-Comparaison des extraits de la station d'Oran par rapport IC50



**Figure 40 :** Représentation graphique montre la comparaison des extraits de la station d'Oran par rapport à l'IC 50

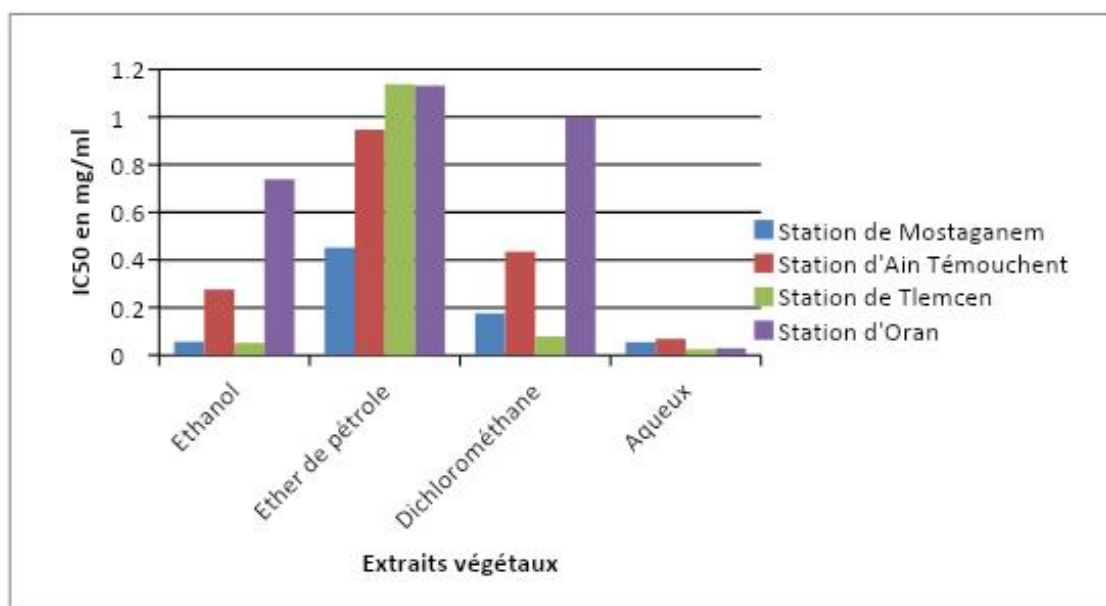
L'illustration fournie offre une comparaison des valeurs d'IC50 pour divers extraits de la station d'Oran, comprenant le Dichlorométhane, l'Éthanol, l'Éther de pétrole et l'Aqueux. L'axe horizontal dépeint les types d'extraits tandis que l'axe vertical exprime les valeurs d'IC50 en mg/ml.

Une analyse attentive révèle que l'extrait aqueux se distingue avec la plus basse valeur d'IC50 (0,0681 mg/ml), suggérant ainsi une activité antioxydante notablement élevée parmi les extraits étudiés.

En comparaison, l'extrait éthanolique montre la seconde valeur d'IC50 la plus basse (0,2755 mg/ml), suivie de près par l'extrait dichlorométhane (0,4346 mg/ml). Cependant, l'extrait à l'éther de pétrole affiche la plus haute valeur d'IC50 (0,9464 mg/ml), ce qui indique une activité antioxydante relativement plus faible.

En conclusion, ces observations mettent en avant que l'extrait aqueux de *Ricinus Communis* de la station d'Oran se démarque comme l'antioxydant le plus puissant parmi les extraits examinés, suivis par les extraits éthanolique et dichlorométhane, tandis que l'extrait à l'éther de pétrole montre une activité antioxydante moindre.

### 1.3. Comparaison des extraits de toutes les stations par rapport IC50



**Figure 41 :** Représentation graphique montre la comparaison des extraits par rapport les stations et par rapport à l'IC 50

L'image fournie offre une comparaison détaillée des valeurs d'IC50 pour les extraits de *Ricinus Communis* provenant de différentes stations, à savoir Mostaganem, Ain Témouchent, Tlemcen et Oran. Les valeurs d'IC50 sont exprimées en mg/ml et représentées par des barres verticales pour chaque type d'extrait (Dichlorométhane, Ethanol, Ether de pétrole et Aqueux) dans chaque station.

En observant de près les données, on constate que l'extrait aqueux se distingue par la valeur d'IC50 la plus basse dans toutes les stations, indiquant une activité antioxydante remarquablement élevée. Plus spécifiquement, la station de Tlemcen présente les valeurs d'IC50 les plus basses pour l'extrait aqueux (0,024 mg/ml), suivie par oran (0,0287 mg/ml), mostaganem (0,0541 mg/ml) et ain témouchent (0,0681 mg/ml).

De même, l'extrait éthanolique montre la deuxième valeur d'IC50 la plus basse dans toutes les stations, avec tlemcen affichant la valeur la plus basse (1.1394 mg/ml), suivie par mostaganem (0,0559 mg/ml), ain témouchent (0,2755 mg/ml) et Oran (0,7382 mg/ml).

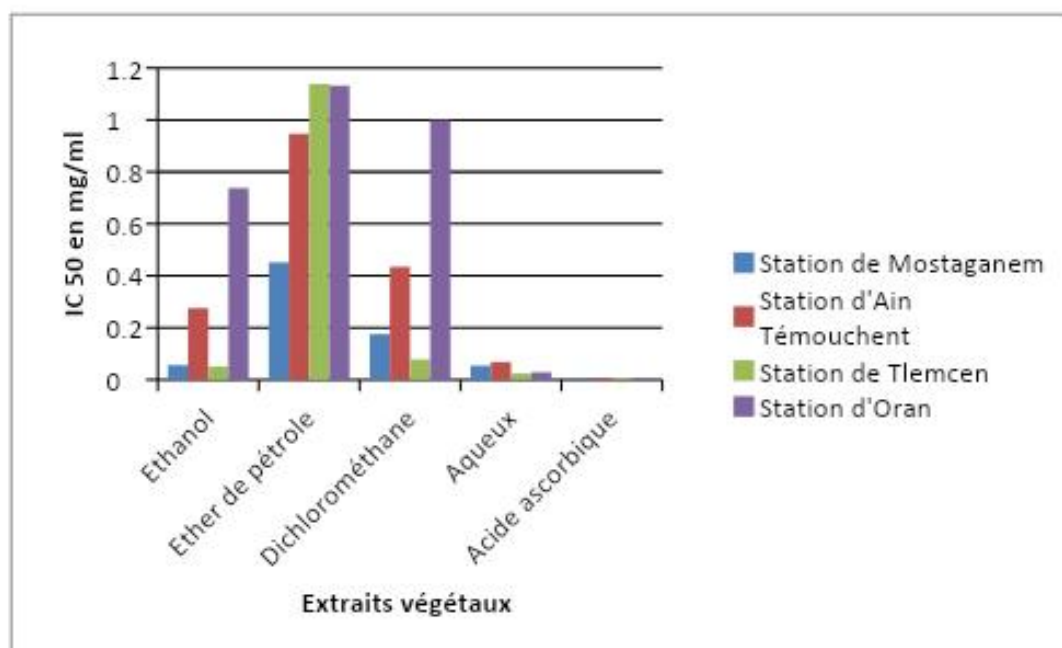
De suite, l'extrait dichlorométhane montre valeur d'IC50 élevée dans toutes les stations, alors une activité antioxydante faible. Tlemcen pour l'extrait dichlorométhane (0.0781 mg/ml) suivi par mostaganem (0,1754 mg/ml), ain témouchent (0,4346 mg/ml) et oran (0,9999 mg/ml).

En revanche, l'extrait à l'éther de pétrole présente la valeur d'IC50 la plus élevée dans toutes

les stations, suggérant une activité antioxydante relativement plus faible. Encore une fois, Mostaganem présente la valeur d'IC<sub>50</sub> la plus basse pour l'extrait à l'éther de pétrole (0,4515 mg/ml), suivie par Ain Témouchent (0,9464 mg/ml), Tlemcen (0,051 mg/ml) et Oran (1,1322 mg/ml).

Dans l'ensemble, ces résultats soulignent que les extraits de *Ricinus Communis* de la station de tlemcen se démarquent comme les antioxydants les plus puissants parmi ceux étudiés pour tous les types d'extraits. Les extraits d'Ain Témouchent et de mostaganem présentent également une activité antioxydante notable, tandis que les extraits d'Oran montrent l'activité antioxydante la plus faible.

### 1.4. Comparaison des extraits de toutes les stations par rapport IC<sub>50</sub> et par rapport acide ascorbique



**Figure 42** : Représentation graphique montre la comparaison des extraits de toutes les stations par rapport l'acide ascorbique et par rapport à l'IC<sub>50</sub>

La figure 42 fournie présente les valeurs d'IC<sub>50</sub> (exprimées en mg/ml) pour les extraits de *Ricinus Communis* de quatre stations (Mostaganem, Ain Témouchent, Tlemcen et Oran) et pour l'acide ascorbique, vis-à-vis du radical DPPH. Les valeurs d'IC<sub>50</sub> pour l'acide ascorbique ont été extraites de la littérature.

### **Comparaison des valeurs d'IC50 par type d'extrait :**

**Extrait aqueux :** L'extrait aqueux présente la valeur d'IC50 la plus basse dans toutes les stations, indiquant l'activité antioxydante la plus élevée pour ce type d'extrait. La station de Tlemcen affiche la valeur d'IC50 la plus basse pour l'extrait aqueux (0,024 mg/ml), suivie de Mostaganem (0,0541 mg/ml), Ain Témouchent (0,0681 mg/ml) et Oran (0,0287 mg/ml).

**Extrait éthanolique :** L'extrait éthanolique affiche la deuxième valeur d'IC50 la plus basse dans toutes les stations. La station de tlemcen présente la valeur d'IC50 la plus basse pour l'extrait éthanolique (1.1394 mg/ml), suivie mostaganem (0,0558mg/ml), ain témouchent

**(0.2755 mg/ml) et Oran (0,7382 mg/ml).****Extrait dichlorométhane :** L'extrait dichlorométhane présente la troisième valeur d'IC50 la plus basse dans toutes les stations. La station de Tlemcen affiche la valeur d'IC50 la plus basse pour l'extrait dichlorométhane (0,0781 mg/ml), suivie de Mostaganem (0,1754 mg/ml), Ain Témouchent (0,4346 mg/ml) et Oran (0,9999 mg/ml).

**Extrait à l'éther de pétrole :** L'extrait à l'éther de pétrole présente la valeur d'IC50 la plus élevée dans toutes les stations, indiquant l'activité antioxydante la plus faible pour ce type d'extrait. La station de Mostaganem affiche la valeur d'IC50 la plus basse pour l'extrait à l'éther de pétrole (0,4515 mg/ml), suivie d'Ain Témouchent (0,9464 mg/ml), Tlemcen (0,051 mg/ml) et Oran (1,1322 mg/ml).

### **Comparaison des stations par type d'extrait :**

**Station de Tlemcen :** Cette station présente les valeurs d'IC50 les plus basses pour les extraits Ethanol et aqueux, et la deuxième valeur d'IC50 la plus basse pour l'extrait Dichloromethane .

**Station de Mostaganem :** Cette station présente la valeur d'IC50 la plus basse pour l'extrait aqueux et éthanolique, et la deuxième valeur d'IC50 la plus basse pour les extraits dichlorométhane et Ether de pétrole .

**Station d'Ain Témouchent :** Cette station ne présente pas la valeur d'IC50 la plus basse pour aucun type d'extrait.

**Station d'Oran :** Cette station présente les valeurs d'IC50 les plus élevées pour tous les types d'extraits.

### **Comparaison avec l'acide ascorbique :**

L'acide ascorbique présente une valeur d'IC50 significativement plus basse que tous les extraits de *Ricinus Communis* testés, indiquant une activité antioxydante nettement plus élevée. En effet, la valeur d'IC50 de l'acide ascorbique est d'environ 0,0068 mg/ml, tandis que les valeurs d'IC50 des extraits varient entre 0,024 mg/ml et 1,1394 mg/ml.

D'après les données analysées, les extraits de *Ricinus Communis* de la station de Tlemcen présentent une activité antioxydante notable pour l'extrait aqueux, avec une valeur d'IC50 de 0,024 mg/ml, ce qui en fait la valeur d'IC50 la plus basse pour ce type d'extrait parmi toutes les stations.

Il est important de souligner que l'activité antioxydante dépend de plusieurs facteurs, tels que le type de radical libre utilisé pour l'évaluation, la méthode d'extraction et les conditions de culture des plantes. Des analyses complémentaires utilisant d'autres radicaux libres et des méthodes d'évaluation différentes pourraient apporter des informations supplémentaires sur l'activité antioxydante globale des extraits. **Boussoufia, M., Kandil, A., & Ait Moubarik, A. (2010).** ; **Belghouth, M., & Sahraoui, B. (2014).**

De plus, il est important de rappeler que les extraits de *Ricinus Communis* contiennent des composés toxiques, notamment la ricine. Toute manipulation ou utilisation de ces extraits doit s'effectuer dans des conditions strictes de sécurité et sous la supervision de personnel qualifié. **Mkadmi, I., Benlarbi, A., & Rhoulami, S. (2009).** **Benamara, S., Benayache, F., & Filali-Meknassi, Y. (2012).**

Les extraits de *Ricinus Communis*, en particulier ceux de la station de Tlemcen pour l'extrait aqueux, présentent un potentiel antioxydant intéressant qui mérite d'être exploré davantage. Des recherches approfondies sont nécessaires pour évaluer leur composition phytochimique, leurs mécanismes d'action et leur potentiel applicatif, tout en garantissant la sécurité et l'innocuité de leur utilisation.





# Conclusion



## Conclusion

Notre travail porte sur l'étude de l'espèce *Ricinus Communis L* qui appartient à la famille des Euphorbiacées, l'une des familles les plus importantes dans la région méditerranéenne, et la plus utilisée dans la médecine traditionnelle.

La présente étude est dépendue d'une plante médicinale de la flore du l'ouest algérienne « *R. Communis* », après leur extraction en utilisant plusieurs solvants, ainsi qu'à la détermination de l'activité antioxydante des extraits obtenus.

**Station de Tlemcen :** Cette station se distingue par l'activité antioxydante la plus élevée pour les extraits dichlorométhane et aqueux, et par une activité antioxydante notable pour l'extrait éthanolique.

**Station de Mostaganem :** Cette station présente une activité antioxydante modérée pour tous les types d'extraits.

**Station d'Ain Témouchent :** Cette station ne présente pas la valeur d'IC50 la plus basse pour aucun type d'extrait.

**Station d'Oran :** Cette station présente l'activité antioxydante la plus faible pour tous les types d'extraits.

**Extrait aqueux :** Cet extrait présente l'activité antioxydante la plus élevée dans toutes les stations.

**Extrait éthanolique :** Cet extrait présente une activité antioxydante modérée dans toutes les stations.

**Extrait dichlorométhane :** L'activité antioxydante de cet extrait varie selon la station, avec des valeurs modérées à élevées.

**Extrait à l'éther de pétrole :** Cet extrait présente l'activité antioxydante la plus faible dans toutes les stations.

**Acide ascorbique :** Cet antioxydant de référence présente une activité antioxydante nettement plus élevée que tous les extraits de *Ricinus Communis* testés.

Il est important de noter que l'activité antioxydante des extraits peut varier en fonction de divers facteurs tels que les conditions de culture et de récolte des plantes, les méthodes d'extraction et les conditions de stockage des extraits.

Les résultats présentés ici se basent sur l'évaluation de l'activité antioxydante vis-à-vis d'un seul radical libre (DPPH). Des analyses utilisant d'autres radicaux libres pourraient apporter des informations complémentaires sur l'activité antioxydante globale des extraits.



Il est important de rappeler que les extraits de *Ricinus Communis* contiennent des composés toxiques, notamment la ricine. Toute utilisation ou manipulation de ces extraits doit s'effectuer dans des conditions strictes de sécurité et sous la supervision de personnel qualifié. Les extraits de *Ricinus Communis*, notamment ceux de la station de Tlemcen, présentent une activité antioxydante prometteuse qui mérite d'être explorée davantage. Des recherches approfondies sont nécessaires pour évaluer leur composition phytochimique, leurs mécanismes d'action et leur potentiel applicatif, tout en garantissant la sécurité et l'innocuité de leur utilisation.

### **Perspectives**

Des investigations approfondies sur les extraits de la station de Tlemcen, en particulier leur composition phytochimique et leurs mécanismes d'action antioxydante, seraient pertinentes. L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits de *Ricinus Communis* de toutes les stations par rapport à d'autres sources naturelles d'antioxydants pourrait apporter des éléments de comparaison intéressants.

L'exploration du potentiel applicatif des extraits de *Ricinus Communis*, notamment dans le domaine nutraceutique ou cosmétique, pourrait être envisagée en fonction de leurs propriétés antioxydantes et de leur innocuité confirmée.

## Références bibliographiques

**A**bulkhair Abdallah, Elis Susilawati, 2023. Revue de la littérature sur les activités pharmacologiques des plantes de la famille des euphorbiacées. Jurnal farmasi sains et praktis- pages 62-71.

- **Agostini-costa, T. S., Vieira, R. F., Bizzo, H. R., Silveira, D., & Gimenes, M. A. (n.d.).**
- **Ahmed, A.A., Abou El-Ela, M., Jakupovic, J., Seif El-Din, A.A., Sabri, N. (1990) :** Phytochemistry ,29, 3661–3663.
- **Allen, K. G., D. V. Banthorpe, & B. V. Charlwood. (1977).** Metabolic p.
- **Amir Hossein Pahlevani, Sigrid Liede-Schumann, Hossein Akhan (2020).** Systématique et évolution des plantes (Springer Vienne) - Vol. 306, Iss : 5, pp 1-26.
- **Amirhossein Pahlevani, Bozo Frajman (2023).** Perspectives dans l'évolution de l'écologie végétale...Vol. 58, pages 125717-125717.
- **Antolovich M., Prenzler D., Patsalides E., McDonald., S Robards. (2002).** Methods for testing antioxidant activity. Analyst, 127, 183-198.
- **Aref, M. & Heded, M. (2015).** Contribution à l'étude phytochimique, les activités biologiques (Antioxydanteet Antibactérienne) d'une plante médicinale Cleome arabica L (Région d'Oued Souf).
- **Armstrong W.P., 1982.** Not Beavers Stars or Sons of Jupiter. Environ. Southwest., 496, pp.
- **Aslania M.R., Malekib M., Mohria M., Sharifia K., Najjar V. N., Afshari E., 2007.** Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. Toxicol. 49 : 400–406.

**B**adiaga, M. (2011). Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques.

- **Barnes, J., Anderson, L.A., & Phillipson, J.D. (2007).** Herbal Medicine. 3ème Edition,
- **Bartosz, G. (2003).** Generation of reactive oxygen species in biological systems. Comments on Toxicol., 9, 5-21
- **Belghouth, M., & Sahraoui, B. (2014).** Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of extracts from *Ricinus communis* L. leaves. Der Pharmacia Lettre, 6(11), 209-214. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3621469>.
- **Belharrane-Boumaza., 2014 ;** Contribution à l'étude du cortège floristique de *Ricinus communis* (Famille des Euphorbiacées) dans la région de Tlemcen. Thèse de mémoire en écologie végétale. Université de Tlemcen, Algérie. 94 pp.

## Références bibliographiques

---

- **Bellakhdar, J.**, La Pharmacopée Marocaine Traditionnelle. Ibis Press, 1997.
- **Benaissa, O. (2011)**. Etude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées, genres *Chrysanthemum* et *Rhantherium*. Activité Biologique, Thèse Doctorat, université Mentouri Constantine. 63p.
- **Benamara, S., Benayache, F., & Filali- Meknassi, Y. (2012)**. Antioxidant activity of *Ricinus communis* L. extracts from Morocco. *Journal of Ethnopharmacology*, 141(1), 323-328. <https://juniperpublishers.com/omcij/pdf/OMCIJ.MS.ID.555667.pdf>
- **Benbakhti, F., & Benali, M. (2017)**. Plant secondary metabolites : Potential for drug development. In *Frontiers in plant science* (Vol. 8, p. 170). Frontiers Media SA.
- **BENBROOK M., 2005**. Accroître la teneur antioxydants des aliments grâce à l'agriculture et à la transformation alimentaire biologiques. Ed. The organic center : 6-8.
- **Benrezig•Mahdjouba., 2016** ; thèse de master L'effet bio-insecticide de l'extrait méthanoïque du *Ricinus communis* L. Sur les larves de *Tutaabsoluta*.
- **Berkal, G., & Bouchama, S. (2016)**. Etude phytochimique et activités biologiques d'une plante médicinale : *Euphorbia characias* L. Mémoire de Master en Biochimie Moléculaire et Santé. Université des Frères Mentouri. Constantine. 60 p.
- **Bhattacharya A.** High-Temperature Stress and Metabolism of Secondary Metabolites in Plants. Effect of High Temperature on Crop Productivity and Metabolism of Macro Molecules ; c2019. p. 391-484 *Biotechnol* 95, 47–59.
- **Bor T, Aljaloud SO, Gyawali R, Ibrahim SA.** Antimicrobials from herbs, spices, and plants. In : *Fruits, Vegetables, and Herbs : Bioactive Foods in Health Promotion*. Elsevier Inc ; c2016. p. 551-78.
- **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
- **Boudeguig S, Gouaidia B., 2020**. Evaluation de l'activité insecticide de *Ricinus communis* chez un insecte à intérêt médical *Blattella germanica*.
- **Bourgaud F, Hehn A, Larbat R, et al.** Biosynthesis of coumarins in plants : A major pathway still to be unravelled for cytochrome P450 enzymes. *Phytochemistry Reviews*. 2006 ;5 :293-308.
- **Boussoufia, M., Kandil, A., & Ait Moubarik, A. (2010)**. Antioxidant and antimicrobial activities of extracts from different parts of *Ricinus communis* L. grown in Morocco.

## Références bibliographiques

---

African Journal of Traditional and Complementary Medicine, 7(2), 189-197.

<http://ispub.com/IJMB/4/1/9001>.

- **Bouyahyaoui, M., El-Mekki, A., & Voglmayr, S. (2019).** Plant secondary metabolites : A review of their role in biological activities and therapeutic properties. In *Pharmaceuticals* (Vol. 12, no. 12, p. 121). MDPI.
- **Bradberry S. M., Dickers K. J., Rice P., Griffiths G. D., Vale J. A., 2003.** Ricin poisoning. *Toxicol Rev* 22(1) :65–70.
- **Brand-Williams W., Cuvelier ME., Berset C. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Sci Technol.* 28 ; 25–30.
- **Bruneton J. (1993).** *Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales.* 2ème édition, Lavoisier Techniques & Documentation, Paris, 915p
- **Bruneton, J. (1999).** *Pharmognosie, phytochimie, plantes médicinales,* 2ème édition, Paris, Ed : médicales internationales, Tec et Doc Lavoisier, p11-20.
- **Bruneton, J.,** *Plantes toxiques végétaux dangereux pour l'homme et les animaux.* 3eme édition, 1999. P : 290-303.
- **Burda S., Oleszek W. (2001).** Antioxidant and antiradical activities of flavonoids. *J. Agric. Food Chem.,* 49 (6), 2774-2779.

**C**hallacombe, C. A., Abdel-Aal, E. S. M., Seetharaman, K., & Duizer, L. M. (2012).

- **Chandra, Sh. (2012).** Endophytic fungi : novel sources of anticancer lead molecules.
- **Chanforan, C., (2010).** Stabilité de microconstituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate.
- **Cheema N. M., Muhammad A., Ghulam Q., Malik A. R., 2010.** Characterization of castor bean genotypes under various environments using SDS6PAGE of total storage proteins. *Pak. J. Bot.* 42(3) : 1797-1805.
- **Chemat, F. (2011).** Eco-extraction du végétal procédés innovants et solvants alternatifs. *Chromatography-and-itsapplications/secondary-metabolites.* Common theme ? A review comparing the effect of secondary metabolites, induced and constitutive, on herbivores and fungal pathogens. *Israel Journal of Plant Sciences.* Vol. Conn (E.E.) *The biochemistry of plants.* Academic Press (4) 363-418 doi : 10.1016 / B978-0-12-675404-9.50019-9.

## Références bibliographiques

---

- **Cooper K.A., Maridula C. et David I.T. (2004).** Wine polyphenols and promotion of cardiac health. Nutrition

**Dakora F.D. et Philips D.A. (1996).** Diverses fonctions of isoflavonoids in legumes

transcend Anti microbial Définitions of phytoalexines. Physiological and molecular plant Pathology, 49 : 1-20.

- **Das AB, Goud VV, Das C.** Phenolic Compounds as Functional Ingredients in Beverages. In : Value-Added Ingredients and Enrichments of Beverages. Elsevier ; c2019. p. 285-323.development. Proceedings of the National Academy of Sciences, 102(6), 2238-2243. Dhanarasu (Ed.) In Tech, Available from : [http://www.intechopen.com/books/doctorat\\_universite\\_de\\_Bamako](http://www.intechopen.com/books/doctorat_universite_de_Bamako).10 p.
- **Dumeignil F., 2012.** Propriétés et utilisation de l'huile de ricin. OCL, 19 (1) : 10-15. Dunod, Paris.
- **Dutertre J.M., 2011** - Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste

**Florence, J.,** Flore de la Polynésie Française Cnabiaceae, Ceropiaceae, Euphorbiaceae,

Moraceae, 1997. Vol. 1.

- **Frade JG, Ferreira NR, Barbosa RM, Laranjinha J.** Mechanisms of Neuroprotection by Polyphenols.2005, 5.

**Garciã J. J.G., Bartolomeã –zavala., Del mar M.T., Barceloã –Munãoz J.M., Fernã**

**S., Negro-Carrasco M.A., Carmona-Bueno M.J., Vega-Chicote J.M., Munãoz-Romaã G., Palacios-Pelaãez R., Cabezudo-artero., Martiãnez-Quesada J., 1999.** Pollinosis toRicinus communis (castor bean) : an aerobiological, clinical and immunochemical study. Clin. Exprim.Allerg. 29 : 1265- 1275.

- **Garrido, J., & Borges, F. (2013).** Wine and grape polyphenols—A chemical perspective. Food Research International, 54 (2), 1844-1858.
- **Gershenzon, J., & Mabry, T. J. (2009).** Secondary metabolites : Function and evolution of chemical diversity in plants. : Springer Science & Business Media.

## Références bibliographiques

---

- **Ghnimi W., 2018.** Étude phytochimique des extraits de deux Euphorbiaceae : Ricinus communis et Jatropha curcas. Évaluation de leur propriété anti-oxydante et de leur action inhibitrice sur l'activité de l'acétylcholinestérase.
- **Gonzalez-Burgos, E., & Gomez-Serranillos, M. P. (2012).** Terpene Compounds in Nature : A Review of Their Potential Antioxidant Activity. *Current Medicinal Chemistry*, 19(31), 5319–5341.
- **Greenwood, J. S., Helm, M., & Gietl, C., 2005.** Ricinosomes and endosperm transfer cell structure in programmed cell death of the nucellus during Ricinus seed
- **Grycová Lenka Volume 68, Issue 2, January 2007, Pages 150-175.** *Phytochemistry*.

**H.** Krässig, J. Schurz, R. G Steadman, K. Sch. Albrecht, M. Mohring et H. Schlosser :

Cellulose, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, KGaA, 2004.

- **Hart J.H. (1981).** Role of phytostilbenes in decay and disease resistance. *Annual Review of Phytopathology*, 19 : 437-458.
- **Hennebelle T., Sahpaz S. et Bailleul F. (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la Lutte contre le stress oxydatif. *Phytoth.*, 1 : 3-6.
- **Herbert, R.B. (2003).** The biosynthesis of plant alkaloids and nitrogenous microbial metabolites. *Nat. Prod. Rep.* 20 : 494–508.  
Influence of phenolic acid content on sensory perception of bread and crackers made from red or white wheat. *Journal of Cereal Science*, 56 (2), 181-188.  
Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris Tech. p 9,

**J**assbi, A. R., Chemistry and biological activity of secondary metabolites in Euphorbia from

Iran. *Phytochemistry*, 2006. 67 (18). P : 1977-1984. *Journal of Plant Physiology*, 3 (4), 165-172.

- **Jena, j. And a. K. Gupta (2012).** "ricinus communis linn : à phytopharmacological review." *international journal of pharmacy and pharmaceutical sciences* 4(4) : 25-29.

**K**adambi K., Dabral S.N., 1955. The silviculture of Ricinus communis L. *Ind. Forester*.

- **Kanoun, K. (2010).** Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extraits de Myrtus communis L, (Rayhane) de la région de Tlemcen (Honaine. Université Aboubaker Belkaid, Tlemcen), p96.

## Références bibliographiques

---

- **Kawsar, S. M. A., Hug, E., Nahar, N., Ozeki Y. (2008).** Identification and quantification of phenolic acids in *Macrotyloma uniflorum* by reversed phase – HPLC. American
- **Kögel-Knabner I, Amelung W.** Dynamics, Chemistry, and Preservation of Organic Matter in Soils. In : *Treatise on Geochemistry : Second Edition*. 12. Elsevier Inc ; c2013. p. 157-215.
- **Kolodziej H, Kiderlen AF.** Antileishmanial activity and immune modulatory effects of tannins and related compounds on *Leishmania* parasitised RAW 264.7 cells. In : *Phytochemistry*. 66. Elsevier Ltd ; c2005. p. 2056-71.
- **Kühnau S. (1976).** The flavonoids : à class of semi-essential food components : their role in human nutrition. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 24 : 117-191

**Lagnika L., 2005.** Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles

Isolées de plantes béninoises.

- **Lendent C., Mairesse M., 2008.** Rural allergy. *Rev. Franç. Allergol. Immunol. Clin.* 48(2) :109-110.
- **Lillo C., Unni S et Peter R. (2008).** Nutrient depletion as à key factor for manipulated gene expression and product formation in différents branches of the flavonoid pathway. *Plant, cell and environment*, 31 :587-601.
- **Loomis, D.W et Croteau, R. (1980).** Biochemistry of Terpenoids. In Stumpf (P.K.) &
- **Lopez Nunez O. F., Pizon A. F., Tamama K., 2017.** Ricin poisoning after oral ingestion of castor beans : à case report and review of the literature and laboratory testing. *J Emerg Med* 53(5) : e67–e71.
- **Lord J. M., Spooner R. A., 2011.** Ricin trafficking in plant and mammalian cells. *Toxins* 3 :787–801.
- **Lounas, I., Lounas, F. (2020).** Evaluation du potentiel antimicrobien d'Aspergillus
- **Lu R, Serrero G.** Resveratrol, à Natural Product Derived from Grape, Exhibits Antiestrogenic Activity and Inhibits the Growth of Human Breast Cancer Cells. 1999, 179.

**Malath B., Ramesh S., Venkateswara K. R., Dashavantha V. R., 2006.**

Agrobacteriummediated genetic transformation and production of semilooper resistanttransgenic castor (*Ricinus communis* L.). *Euphytica*. 147 : 441–449.

- **Malecky, M. (2005).** Métabolisme des terpenoïdes chez les caprins , *Agro Paris Tech*. P 9, 13-19, 20, 27.

## Références bibliographiques

---

- **Malecky, M. (2005).** Métabolisme des terpenoïdes chez les caprins, thèse Pour obtenir le grade de docteur de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris Tech. P 9, 13-19, 20, 27.
- **Malecky, M. (2005).** Métabolisme des terpenoïdes chez les caprins.
- **Mamadou B. Etude ethnobotanique 2011,** (26 ,27).
- **Mário M., Espírito S., 2007.** Secondary seed dispersal of *Ricinus communis* Linnaeus (Euphorbiaceae) by ants in secondary growth vegetation minas gerais. R. *Árvore* Viços MG.31(6) :1013-1018.
- **Marmulla, R., & Harder, J. (2014).** Microbial monoterpene transformations — a review. *Frontiers in Microbiology*, 5, 1–14.
- **Marouf A. et Reynaud J. (2007).** La Botanique de A à Z. Edition Dunod, Paris. 352 p.
- **Maroyi A., 2007.** *Ricinus communis* L. In : van der Vossen, H.A.M. & Mkamilo, G.S. (Editeurs). PROTA 1 : Vegetable oils/Oléagineux. PROTA, Wageningen, PaysBas.
- **Martins, S., Mussatto, S. I., Martínez-Avila, G., Montañez-Saenz, J., Aguilar, C. N.,**
- **Mayer, A.M. (2004).** Resistance to herbivores and fungal pathogens : Variations on a
- **Mérillon J.M., Fauconneau B., Waffo Teguo P., Barrier L., Vercauteren J. et Huguet F. (1997).** Antioxidant Activity of the Stilbene Astringin, Newly Extracted from *Vitis vinifera* Cell Cultures. *Clinical Chemistry*, 43(6) : 1092-1093
- **Mkadmi, I., Benlarbi, A., & Rhouлами, S. (2009).** Antioxidant activity of extracts from different organs of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae). *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 3(10), 535-540.  
<https://juniperpublishers.com/omcij/pdf/OMCIJ.MS.ID.555667.pdf>.
- **Molyneux, P. (2004).** The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarim J. Sci. Technol*, 26, 211 – 219.
- **Mosunova O, Navarro-Muñoz JC, Collemare J.** The Biosynthesis of Fungal Secondary Metabolites : From Fundamentals to Biotechnologica Applications. *Encyclopedia of Mycology* ; c2021. p. 458-76.
- **Mouffok, S. (2011).** Etude des métabolites secondaires de *Centaurea pubescens*ssp. *Omphalotricha* (asteraceae).

**N**arayana K.R., Sripal Reddy M., Chaluvadi M.R. et Krishna D. R. (2001).

Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential.



## Références bibliographiques

---

Indian J. Pharmacol., 33 : 2-16. Nauclea Latifolia Smith une plante médicinale africaine récoltée au Mali.

- **Naviglio, D., Scarano, P., Ciaravolo, M., & Gallo, M. (2019).** Rapid Solid-Liquid Dynamic Extraction (RSLDE) : A Powerful and Greener Alternative to the Latest Solid-Liquid Extraction Techniques. *Foods* 8(7) :1–22.
- **N'guessan, K., Kouassi Konan, E., Kouadio, K, 2007.** Ethnobotanical Study of Plants Used to Treat Diabetes, in Traditional Medicine, by Abbey and Krobou People of Agboville (Côte d'Ivoire). *Amer Scires.* 4 : 45-58
- **Nguyen NH, Hoai Ta QT, Pham QT, et al.** Anticancer activity of novel plant extracts and compounds from *Adenosma bracteosum* (Bonati) in human lung and liver cancer cells. *Molecules*, 2020, 25.

**P**atil VS, Harish DR, Vetrivel U, Roy S, Deshpande SH, Hegde HV. Hepatitis C Virus

NS3/4A Inhibition and Host Immunomodulation by Tannins from *Terminalia chebula* : A Structural Perspective. *Molecules*, 2022, 27.

- **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. Pharmaceutical Press, London,102-194. Pharmacie diplôme d'état, université Joseph Fourier. P16, 19, 27, 28.
- **Pimentel M. R., Molina G., Dionisio A. P., Marostica. Junior. M. R AND Pastore. G. M. (2011).** The use of endophytes to obtain bioactive compounds and their application in biotransformation process. *Biotechnol Res Int.*
- **Popovici, C., Saykova, I., & Tylkowskib. (2010).** Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de Génie Industriel*, (4), 1– 8.
- **Proestos C. et Komaitis M. (2013).** Analysis of naturally occurring phenolic compounds in aromatic plants by RP-HPLC coupled to diode array detector (DAD) and GCMS after silylation. *Foods*, 2 : 90-99.

**Q**uezel, P., Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, 1962. Vol.

1-2. Paris.

## Références bibliographiques

---

**R. Alloune et al., 2012.** Etudes comparatives de deux plantes oléagineuses locales pour la production du biodiesel en Algérie ; Revue des Energies Renouvelables SIENR'12 Ghardaïa (2012) 19 – 22.

- **Rakotonanahary, M. (2012).** Thèse présentée pour l'obtention du titre de docteur en
- **Ramprasad R., Bandopadhyay R., 2010.** Future of *Ricinus communis* after completion of the draft genome sequence. *Curr. Sci.* 99(10) : 1316-1318.
- Research reviews, 17 :111-129.
- **Ribéreau-Gayon P. (1968).** Les composés phénoliques des végétaux, Edition Dunod, Paris. 254 pp
- **Rice-Evans C A., Miller N J., Bolwell P G., Bramley P M., Pridham J B. (1995).** The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radic. Res.*, 22,375-383.
- **Rispail, N., Robertn, N., & Jodithk, W. (2005).** Secondary métabolite profiling. *Lotus japonicus Handbook*. Pp341.348.
- **Roberts, M.F. (2013).** Alkaloids : biochemistry, ecology, and medicinal applications. Springer Science & Business Media.
- **Rodriguez-Concepcion, M. and Boronat, A. 2002.** Elucidation of the methylerythritol phosphate pathway for isoprenoid biosynthesis in bacteria and plastids. A metabolic milestone achieved through genomics. *Plant Physiol.* 130 : 1079–1089.

**S. Thiebaud,** valorisation chimique de composés lignocellulosiques : obtention de nouveaux matériaux.

- **Sato et al. The Journal of neuroscience 2007 :** the official journal of the Societyfor Neuroscience 27(20) : 5271-5279 (Journal).
- **Schügerl, K. (2005).** Extraction of Primary and Secondary Metabolites. 92, 1–48. Sciences et sciences de la terre et de l'univers, Département de Biologie. Université de 8 Mai 1945 Guelma, Algérie, 99pp.
- **Shahidi F, Senadheera R.** Encyclopedia of Food Chemistry : Protein–Phenol Interactions. Encyclopedia of Food Chemistry January ; c2019. p. 532-8.
- **Shakil, A. (1998).** Isolation and structural elucidation of chemical constituents from *Fumaria indica*, *Ferula oopoda* and *Withania somnifera*.

## Références bibliographiques

---

- **Sharma B., Viswanath G., Salunke R. et Roy P. (2008).** Effects of flavonoid-rich extract from seeds of *Eugenia Jambolana* (L.) on carbohydrate and lipid metabolism in diabetic mice. *Food Chem.*, 110 : 697-705.
- **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.
- **Silvestrini, A., Pasqua, G., Botta, B., Monacelli, B., Van der Heijden, R., & Verpoorte, R. (2002).** Effects of alkaloid precursor feeding on a *Camptotheca acuminata* cell line. *Plant Physiology and Biochemistry*, 40(9), 749–753.
- **Smaïl Amtaghri, Mourad Akdad, M. Slaoui, Mohamed Eddouks, 2022.** Utilisations traditionnelles, études pharmacologiques et phytochimiques de l'euphorbe : une revue. Vol. 22, Iss : 19, pp 1553-1570.
- **Smith NC, Christian SL, Taylor RG, Santander J, Rise ML.** Immune modulatory properties of 6-gingerol and resveratrol in Atlantic salmon macrophages. *Mol Immunol.* 2018 ;95 :10-9.
- **Stöckigt, J., Sheludko, Y., Unger, M., Gerasimenko, I., Warzecha, H., & Stöckigt, D., Surojit Sen, Sunayana Rathi, Jagajjit Sahu, Subhash C. Mandal, Rayon Supratim, Pierre Slama, Shubhadeep Roychoudhury, 2023.** Extraction in Silico et caractérisation de SNP/Indels de haute qualité chez certaines espèces d'importance agro-économique appartenant à la famille des Euphorbiaceae Vol. 14, Iss : 2, pp 332-332.
- **Suseela V.** Potential roles of plant biochemistry in mediating ecosystem responses to warming and drought. In : *Ecosystem Consequences of Soil Warming : Microbes, Vegetation, Fauna and Soil Biogeochemistry.* Elsevier ; c2019. p. 103-24. Terreus.

**T**eixeira, J. A. (2011). Bioactive phenolic compounds : production and extraction by solidstate fermentation. A review. *Biotechnology Advances*, 29 (3), 365-373.

- **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.
- **Trochain J., 2016. Le Ricin (suite), Belharrane-Boumaza 2014 ;** In : *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, 10<sup>e</sup>année, bulletin n°107, 2016. pp. 578-589.

**V**erpoorte, R ; Alfermann, A.W. (2000). *Metabolic Engineering of Plant Secondary*

## Références bibliographiques

---

**Wan S., 2006.** Leaf chlorophyll fluorescence, hyperspectral reflectance, pigments content, malondialdehyde and proline accumulation responses of castor bean (*Ricinus communis* L.) seedlings to salt stress levels. *Industrial crops and products*, 31(1), 13-19.

- **William A.V.M.L., George J.R., Shifriss, O., 1967.** Interspersed Sexuality in *Ricinus*, *Genetics*, 57, pp 347-356.
- **Wink, M. (2010).** *Biochemistry of plant secondary metabolites* : Taylor & Francis.
- **Witchard M., 1997.** Paclobutrazol Is Phloem Mobile in Castor Oil Plant (*Ricinus communis*L). *J. Plant Grow. Regul.* 16 : 215–217.

**Zaynab M, Fatima M, Abbas S.** Role of secondary metabolites in plant defense against pathogens. *Microb Pathog.* 2018 ;124 :198-202.

- **Ziegler J., Facchini P.J. (2008).** Alkaloid Biosynthesis : Metabolism and Trafficking. *Annu. Rev. Plant Biol.* Vol (59) : 735 – 769.
- **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.

## Annexe

**Tableau I :** La liste des solvants utilisés

<b>Ether de pétrole</b>	$C_6H_{14}$
<b>Dichlorométhane</b>	$CH_2Cl_2$
<b>Ethanol</b>	$C_2H_6O$
<b>Méthanol</b>	$CH_3OH$

**Tableau II :** La température d'ébullition des solvants

<b>Ether de pétrole</b>	30-50°C
<b>Dichlorométhane</b>	39,8°C
<b>Ethanol</b>	78-78,5°C

**Tableau III :** L'appareillage

<b>Spectrométrie</b>	
<b>Etuve</b>	

Agitateur magnétique



Agitateur



Evaporateur rotatif



Vortex



**Balance en précision**



**Hotte**

