

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Ahmed DRAÏA - Adrar**



**Faculté des Sciences et de la Technologie**  
**Département de Sciences de la Nature et de la Vie**

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en :**  
**Filière : Sciences Biologique**  
**Spécialité : Biochimie Appliquée**

**Thème :**

**Screening phytochimique et évaluation de l'activité  
antioxydante et antilitiasique de l'extrait aqueux des  
feuilles de *Capparis spinosa* L.**

**Préparé par :**

Mlle. HAMMOUALI Soad  
Mlle. SOUSSOU Fatma Zohra  
Mlle. OUALI Ouafa

**Membres de jury d'évaluation :**

<b>Dr. NANI Abdelhafid</b>	<b>Président</b>	<b>MCA</b>	<b>Univ. Adrar</b>
<b>Mr. ABISMAIL Youcef</b>	<b>Encadreur</b>	<b>MAA</b>	<b>Univ. Adrar</b>
<b>Dr. TEHAMI Wafâa</b>	<b>Examinatrice</b>	<b>MCB</b>	<b>Univ. Adrar</b>

**Année Universitaire : 2021/2022**



## Remerciement

*Avant tout, nous voudrions remercier le Dieu à Tout-Puissant qui nous a permis en ce moment de nous guider et de nous aider à faire ce travail en nous donnant force, patience et volonté.*

*Nous tenons à remercier notre superviseur, Mr. **Abismaïl Youcef**, pour son comportement, ses conseils avisés, sa patience et sa persévérance tout au long de la période de nos travaux.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à tous les membres du jury : Dr. **NANI Abdelhafid**, pour l'honneur de présider ce jury et d'avoir évalué cet humble travail et Dr. **TEHLAMI Wafâa** pour avoir accepté d'examiner de ce travail.*

*Nous remercierons aussi tous les professeurs du Département SNV de l'Université Ahmed Draïa, qui adressent nos sentiments et notre profonde gratitude à nos professeurs qui nous ont transmis leur savoir tout au long des années d'études.*

*Nous tenons à remercier tous les ingénieurs de laboratoire de département SNV pour avoir facilité notre travail en mettant à notre disposition tous les moyens logistiques disponibles.*

*Nous remercions également tous ceux qui ont participé de loin à l'élaboration de ce travail.*

## *Dédicace*



*Avec expression de ma reconnaissance, en premier lieu **DIEU** le tout puissant Qui m'a donné le courage et la patience et qui a éclairé mon chemin pour achever ce travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.*

*A l'homme, mon précieux offre de dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect*

*♥ Mon cher père **Abdelkader** ♥*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse*

*♥ Mon adorable mère **Khadija** ♥*

*Je tiens à remercier mon frère pour l'aide que vous m'avez apporté **Houari**. A mes frères et mes sœurs qui m'ont toujours encouragé et poussé à réussir.*

*Une dédicace spéciale pour mes chères copines, Sans oublier toutes les personnes que je porte dans mon cœur.*

*À toute la famille **Hammouali**.*

***Soad***

## *Dédicace*



*A l'aide de Dieu le tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie,  
J'ai pu réaliser ce travail que je dédie :*

*A mes chers parents, qui ont  
Consacré leur existence à bâtir la mienne, pour leur soutien, leurs  
patiences, leur Encouragement et pour que je puisse arriver à ce  
stade.*

*A ma chère Mama **FATIMA**.*

*Qui ma encourage durant toutes mes études, et qui sans elle, ma  
réussite n'aura pas en l'eau.*

*A mon cher papa **YOUCEF**.*

*Qui est toujours disponible pour nous, et prêt à nous aider, je lui  
confirme mon attachement et mon profond respect.*

*A mon grand-mère « **SIATA** » et mon grand-père « **Al hadj Ahmed** ».*

*Mes frères : Abdelkrim, Mohamed.*

*Mes sœurs : Aïcha, Mabrouka, Meriem, Amina.*

*A ma deuxième moitié : B, R*

*A toutes la famille cousins et oncles.*

*Mes amis et collègues.*

**FATMA**

**ZOHRA**

## *Dédicace*



*Dieu merci, et que les prières la paix soient sur le grand prophète. Dieu soit loué, qui m'a fait apprécier cette étape de ma carrière universitaire avec mes mémoires, fruit de mes efforts et de ma réussite.*

*Je dédie cette recherche à ma famille, qui m'a donné une éducation digne et dont l'amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui : En particulier mon père **Abdelkader** pour savourer l'effort qu'il a fait en moi de sa rigueur.*

*A toi, ma mère **Djemâa** c'est ma profonde gratitude pour ton amour et ton insistance constante à faire des études une priorité de ma vie. Je vous souhaite à tous les deux une bonne santé.*

*A mon oncle **Salem** et mes frères et sœurs (**Mahdi**, **Mhammed**, **Boudjemâa**, **Karima**, **Naïma**, que Dieu lui fasse miséricorde) qui m'ont toujours soutenu et encouragé durant ces années scolaires.*

*A ma grand-mère **Fatna** et **Aïcha** qui a perdu sa grande vertu, elles ne m'ont pas épargné dans leurs supplications.*

*Enfin, je dédie cette recherche à tous les membres de la famille, petits et grands, amis et tous ceux qui m'ont encouragé.*

***Ouafa***

## الملخص

النبتة *Capparis spinosa* L. (عائلة Capparidaceae) المعروفة في الجزائر باسم الكبار، وهي تستخدم على نطاق واسع في الطب العشبي الصحراوي التقليدي ولها العديد من الأنشطة البيولوجية مثل النشاط المدر للبول. فالهدف من هذا العمل هو تحديد النشاط المضاد للأكسدة عن طريق اختبار DPPH وكذلك تحديد جرعة الجزيئات التي تمنحها هذه الخاصية والنشاط المضاد لتشكيل الحصى للمستخلص المائي لأوراق هذا النبات. في هذا السياق، يتم حصاد الأجزاء الهوائية من هذا النبات من غرداية، والتي تم استخلاصها بواسطة مغلي تحت الماء الراجع. تبع ذلك فحص كيميائي نباتي أو فيتو كيميائي، ومعايرة جرعة البوليفينول والفلافونويد، وتحديد الأنشطة المضادة للأكسدة ومضادات تشكل الحصى أو كسالات الكالسيوم باختبار قياس التعكر. أعطت عملية الاستخلاص إنتاج المستخلص المائي بمرادوية قدرت بحوالي 22٪ من المادة الجافة وأظهرت الاختبارات الكيميائية النباتية وجود العديد من العائلات الكيميائية مثل التانينات، والصابونوزيدات، والصمغ، والفلافونويد، والكينون، والمركبات المختزلة والأنتوسيانين. محتوى البوليفينول والفلافونويد في ExAq هو  $0.088 \pm 0.52$  ميكروغرام معادلة لحمض الغاليك/ 1 مغ من المستخلص و  $0.0833 \pm 15.02$  ميكروغرام معادلة للكيرستين/ 1مغ من المستخلص على التوالي. يُظهر تقييم نشاط مضادات الأكسدة أن المستخلص المائي يحتوي على نسبة تركيز IC50 تبلغ حوالي 24.65٪. من ناحية أخرى، أظهر تقييم القدرة المضادة لتشكيل الحصى الفعالية الكبيرة للمستخلص المائي للنبتة في تثبيط تبلور أكسالات الكالسيوم بنسبة 73.956٪ لتركيز المستخلص 0.5 مجم / مل. ولقد تم تأكيد هذه الفعالية بواسطة طريقة الفحص المجهرية.

**الكلمات المفتاحية:** *Capparis spinosa* L.، نشاط مضاد للأكسدة، نشاط مضاد للتحصي، بوليفينول، فلافونويد، أكسالات الكالسيوم.

## Résumé

La plante *Capparis spinosa* L. (Famille de Capparidaceae) connue sous le nom *Câprier* en Algérie, il est largement utilisé dans la phytothérapie traditionnelle saharienne et elle possède plusieurs activités biologiques comme l'activité diurétique. L'objectif du présent travail est de déterminer l'activité antioxydante par test DPPH ainsi que le dosage des molécules qui leurs confèrent ces propriétés et l'activité antilithiasique d'extrait aqueux des feuilles de cette plante. Dans ce contexte, les parties aériennes de cette plante est récoltées à partir de Ghardaia, qu'ils ont été extraits par décoction sous reflux. Il s'en est suivi par le screening phytochimique, le dosage des polyphénols, des flavonoïdes et la détermination des activités antioxydantes et antilithiasiques par le test de turbidimétrie. L'extraction a donné un rendement en ExAq d'ordre 22 % matière sèche et les tests phytochimiques ont montré la présence de plusieurs familles chimiques comme les tanins, saponosides, les mucilages, les flavonoïdes, les quinones, les composés réducteurs et anthocyanes. La teneur de l'ExAq en polyphénols et flavonoïde est de  $0.52 \pm 0.088 \mu\text{g EqAG/mg Ex}$  et  $15.02 \pm 0.0833 \mu\text{g EqC/mg d'extrait}$  respectivement. L'évaluation de l'activité antioxydants montre que l'extrait aqueux possède une IC50 d'ordre 24.65%. Par contre l'évaluation du pouvoir antilithiasique a révélé la grande efficacité d'ExAq de *C. spinosa* dans l'inhibition de cristallisation l'oxalate de calcium qui est de l'ordre 73.956% pour une concentration d'extrait de 0.5 mg/ml. Cette efficacité a été confirmée par la méthode microscopie.

**Mots clés :** *Capparis spinosa* L., activité antioxydant, activité antilithiasique, polyphénol, flavonoïde. Oxalate de calcium.

## Abstract

*Capparis spinosa* L. (Family Capparidaceae) known as *Câprier* in Algeria, it is widely used in traditional Sahara phytotherapy and it has several biological activities such as diuretic activity. The objective of the present work is to determine the antioxidant activity by DPPH test as well as the dosage of the molecules which confer these properties and the antilithiasic activity of aqueous extract of the leaves of this plant. In this context, the aerial parts of this plant is harvested from Ghardaïa, that they were extracted by decoction under reflux. This was followed by phytochemical screening, determination of polyphenols, flavonoids and determination of antioxidant and antilithiasic activities by the turbidimetry test. The extraction of Aqueous Extract (AqEx) gave a yield about 22% of dry matter and the phytochemical tests showed the presence of several chemical families such as tannins, saponosides, mucilage's, flavonoids, Quinone's, reducing compounds and anthocyanins. The polyphenol and flavonoid content of AqEx is  $0.52 \pm 0.088 \mu\text{g EqGA/mg extract}$  and  $15.02 \pm 0.0833 \mu\text{g EqC/mg extract}$  respectively. The evaluation of the antioxidant activity shows that the aqueous extract has an IC<sub>50</sub> of about 24.65%. On the other hand, the evaluation of the antilithiasis power revealed the high efficiency of ExAq of *C. spinosa* in the inhibition of calcium oxalate crystallization which is of the order of 73.956% for an extract concentration of 0.5 mg/ml. This efficiency was confirmed by the microscopy method.

**Key words:** *Capparis spinosa* L., antioxidant activity, antilithiasis activity, polyphenol, flavonoid. Calcium oxalate.



**TABLE DE MATIERE**

Remerciements	
Dédicace	
الملخص - résumé - Abstract	I
Table de matière	IV
Liste des figures	VII
Liste des tableaux	IX
Liste des abréviations	X

**INTRODUCTION GENERALE**

Introduction générale	1
-----------------------	---

**PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE****CHAPITRE I : Les plantes médicinales et métabolites secondaires**

<b>I-1. Généralité sur les plants médicinales</b>	<b>3</b>
<b>I-1.1. Définition</b>	<b>3</b>
<b>I-1.2. Les avantages des plantes médicinales</b>	<b>3</b>
<b>I-1.3. Les inconvénients des plantes médicinales</b>	<b>3</b>
<b>I-1.4. Utilisation des plantes à travers l'époque</b>	<b>3</b>
<b>I-1.4.1. En Afrique</b>	<b>3</b>
<b>I-1.4.2. En Algérie</b>	<b>4</b>
<b>I- 2. La phytothérapie</b>	<b>4</b>
<b>I- 3. Les métabolites secondaires</b>	<b>4</b>
<b>I- 3.1. Définition</b>	<b>4</b>
<b>I-3.2. Classification des métabolites secondaires</b>	<b>4</b>
<b>I-3.2.1. Classification selon la nature chimique</b>	<b>4</b>
<b>I-3.2.2. Classification selon le type de synthèse</b>	<b>5</b>
<b>I-4. Les classes des métabolites secondaires</b>	<b>5</b>
<b>I-4.1. Les composés phénoliques</b>	<b>5</b>
<b>I-4.2. Les flavonoïdes</b>	<b>6</b>
<b>I-4.3. Les anthocyanosides</b>	<b>7</b>
<b>I-4.4. Les tanins</b>	<b>8</b>
<b>I-4.5. Les phénols simples et les acides phénoliques</b>	<b>8</b>
<b>I-4.6. Les coumarines</b>	<b>9</b>
<b>I-4.7. Les quinones</b>	<b>9</b>
<b>I-4.8. Les composés azotés</b>	<b>10</b>
<b>I-4.9. Les alcaloïdes</b>	<b>10</b>
<b>I-4.10. Les composés terpéniques</b>	<b>11</b>
<b>I-4.11. Les saponines</b>	<b>11</b>
<b>I-5. Les huiles essentielles</b>	<b>12</b>
<b>I-6. Présentation de la plante étudiée <i>Capparis Spinosa L</i></b>	<b>12</b>
<b>I-6.1. Présentation de la plante</b>	<b>12</b>
<b>I-6.2. Nomenclature de la plante</b>	<b>13</b>
<b>I-6.3. Classification de la plante</b>	<b>13</b>

<b>I-6.4.</b> Origine et répartition géographique de la plante	14
<b>I-6.5.</b> Description botanique	14
<b>I-6.6.</b> Composition biochimique	15
<b>I-6.7.</b> Effets et usages thérapeutique de la plante	16

## **CHAPITRE II : Les antioxydants**

Introduction	17
<b>II- 1.</b> Les antioxydants	17
<b>II-1.1.</b> Généralité	17
<b>II- 1-2.</b> Définition d'un antioxydant	18
<b>II-1.3.</b> Différents types d'antioxydants	18
<b>II-1.3.1.</b> Les antioxydants endogènes	18
<b>II-1.3.2.</b> Les antioxydants exogènes	19
<b>II-1.4.</b> Rôle des antioxydants	20
<b>II-1.5.</b> Action antioxydants des polyphénols	21
<b>II-1.6.</b> Action antioxydants des flavonoïdes	22
<b>II-1.6.1.</b> Activité scavenger	22
<b>II-1.7.</b> Action antioxydants des tanins	23
<b>II-1.8.</b> Action antioxydants des coumarines	23
<b>II.1.9.</b> Action antioxydants des phénols	23
<b>II-2.</b> Méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante	23
<b>II-2.1.</b> Les méthodes qualitatives	23
<b>II-2.2.</b> Les méthodes quantitatives	23

## **CHAPITRE III : La lithiase urinaire**

<b>III-1.</b> Généralité	25
<b>III-2.</b> Définition de lithiase urinaire	25
<b>III-3.</b> Historique de la lithiase urinaire	26
<b>III-4.</b> Epidémiologie	26
<b>III-5.</b> Etiologie de lithiase	27
<b>III-6.</b> Type de lithiase urinaire	28
<b>III-6.1.</b> Les calculs minéraux	28
<b>III-6.2.</b> Les calculs organiques	28
<b>III-6.3.</b> La lithiase médicamenteuse	28
<b>III-7.</b> Evolution	29
<b>III-8.</b> La lithogenèse	29
<b>III-8.1.</b> Les étapes de la lithogenèse	30
<b>III-8.2.</b> Les promoteurs et les inhibiteurs de la cristallerie	32
<b>III-8.2.1.</b> Les promoteurs	32
<b>III-8.2.2.</b> Les inhibiteurs	33
<b>III -9.</b> Traitement de lithiase	34

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

### **CHAPITRE I : Matériel et méthode**

<b>I-</b> Matériel	36
<b>I-1.</b> Matériel végétal	36
<b>I-1.1.</b> Récolte	36

<b>I-2.</b> Taux d'humidité	39
<b>I-3.</b> Préparation d'extrait aqueux	39
<b>I-4.</b> Calcul du rendement d'extrait brut	41
<b>I-5.</b> Screening phytochimique	41
<b>I-6.</b> Dosage des polyphénols totaux	43
<b>I-7.</b> Dosage des flavonoïdes totaux	44
<b>I-8.</b> Evaluation de l'activité anti-oxydante (pouvoir anti-radicalaire DPPH)	45
<b>I-9.</b> Evaluation de l'activité antilithiasique	47
<b>I-9.1.</b> Cristallisation de l'oxalate de calcium	47
<b>I-9.2.</b> La turbidimétrie	47
<b>I-9.3.</b> Etude de la cristallisation oxalocalcique par méthode turbidimétrique avec et sans inhibiteurs	48
<b>I-9.4.</b> Suivi microscopique de la cristallisation de l'oxalate de calcium	49
<b>I-10.</b> Présentation et évaluation Statistique des résultats	51

## **CHAPITRE II : Résultats et discussion**

<b>II- 1.</b> Taux d'humidité	51
<b>II- 2.</b> Caractéristique et rendement d'extraction	51
<b>II- 3.</b> Résultats de screening phytochimique	52
<b>II- 4.</b> Dosages des polyphénols et flavonoïdes	56
<b>II- 4.1.</b> Dosages des polyphénols totaux	56
<b>II- 4.2.</b> Dosages des flavonoïdes totaux	57
<b>II- 5.</b> Evaluation de l'activité anti-oxydante (pouvoir anti-radicalaire DPPH)	59
<b>II- 6.</b> Pouvoir anti-lithiasique	61
<b>II- 6.1.</b> Suivie cinétique de la cristallisation oxalo-calcique par turbidimétrie	62
<b>II-6.1.1.</b> Test en absence d'inhibiteurs	62
<b>II-6.1.2.</b> Test avec inhibiteurs (Acide citrique)	63
<b>II-6.1.3.</b> Test avec inhibiteurs (Extrait aqueux)	63
<b>II-6.2.</b> Suivi de la cristallisation de l'oxalate de calcium di-hydraté par microscopie	66
<b>II-6.2.1.</b> Cristallisation en absence d'inhibiteurs	66
<b>II-6.2.2.</b> Cristallisation en présence d'extrait	66

## **CONCLUSION GENERALE**

Conclusion générale	70
---------------------	----

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

Références bibliographiques	71
-----------------------------	----

## **ANNEXE**

Annexe	76
--------	----

# Liste des figures

<b>Figure 1</b>	Structure de base des composés phénoliques : phénol ou hydroxybenzène	5
<b>Figure 2</b>	Structure de base d'un flavonoïde	7
<b>Figure 3</b>	Structure chimique des principaux anthocyanidines	8
<b>Figure 4</b>	Exemples de quelques phénols simples et acides phénoliques	9
<b>Figure 5</b>	Structure des dérivés de coumarines	9
<b>Figure 6</b>	Représentation des différents types de quinones (R=groupe d'atomes quelconque)	10
<b>Figure 7</b>	Structure générale d'une base de Schiff	10
<b>Figure 8</b>	Structure de l'unité isoprène	11
<b>Figure 9</b>	Structure de squalène	11
<b>Figure 10</b>	Structures chimiques de composants sélectionnés d'huiles essentielles	12
<b>Figure 11</b>	La plante <i>Capparis spinosa L</i>	13
<b>Figure 12</b>	Distribution naturelle du Câprier en Afro-Eurasie	14
<b>Figure 13</b>	Aspects morphologiques de <i>Capparis spinosa</i>	15
<b>Figure 14</b>	Origine et équilibre oxydants/antioxydants	18
<b>Figure 15</b>	Illustration d'un mécanisme d'action des polyphénols : la donation d'hydrogène. Le radical formé devient moins dangereux	21
<b>Figure 16</b>	La complexation métallique par les flavonoïdes	22
<b>Figure 17</b>	Schéma des voies urinaires avec des calculs	26
<b>Figure 18</b>	Composition des calculs en fonction de l'âge, sur une série de 1354 calculs provenant des services d'urologie de l'Ouest Algérien	27
<b>Figure 19</b>	Les types des calculs urinaires selon la composition chimique	29
<b>Figure 20</b>	Les étapes de la lithogenèse	30
<b>Figure 21</b>	Principales causes de sursaturation urinaire	31
<b>Figure 22</b>	Les cristaux urinaires	31
<b>Figure 23</b>	Promoteurs, substances cristallisables et espèces cristallines	34
<b>Figure 24</b>	Photo de la plante <i>Capparis spinosa</i> au milieu de récolte (Hamada Oued Azouil)	36
<b>Figure 25</b>	La zone géographique de récolte de la plante étudiée « Oued Azouil » région Bounoura -Ghardaia- (Sahara septentrionale ou Nord de Sahara d'Algérie).	37
<b>Figure 26</b>	Nettoyage et séchage des feuilles de la plante <i>Capparis Spinosa L</i>	37
<b>Figure 27</b>	Photo de conservation de la poudre de <i>Capparis Spinosa L</i>	38
<b>Figure 28</b>	Extraction par décoction sous un montage à reflux	40
<b>Figure 29</b>	Filtration sous vide	40
<b>Figure 30</b>	Le protocole expérimental d'obtention de l'extrait aqueux de la plante <i>Capparis spinosa L</i>	41
<b>Figure 31</b>	Photo de réduction de radical DPPH (de couleur violette au diphenyl picrylhydrazine de couleur jaune) en présence acide gallique à différentes concentrations.	45
<b>Figure 32</b>	Equation du radical DPPH transformé en DPPH/H	45
<b>Figure 33</b>	Photo de Spectrophotomètre UV utilisé pour la lecture de l'absorbance	46
<b>Figure 34</b>	Allure générale de la courbe turbidimétrique de la cristallisation oxalocalcique	47

<b>Figure 35</b>	Photo de model expérimental d'étude de la cristallisation oxalocalcique	48
<b>Figure 36</b>	Photo de la solution de test turbidimétrique	49
<b>Figure 37</b>	Model expérimental de suivi de la cristallisation d'oxalate de calcium par microscope optique (Objectif X40)	50
<b>Figure 38</b>	Le taux d'humidité et la matière sèche de la plante <i>Capparis Spinosa L</i>	51
<b>Figure 39</b>	Photo d'extrait après filtration	51
<b>Figure 40</b>	La courbe d'étalonnage d'acide gallique (Moyenne $\pm$ SD)	57
<b>Figure 41</b>	La courbe d'étalonnage de catéchine (Moyenne $\pm$ SD)	58
<b>Figure 42</b>	Dosage des polyphénols et flavonoïdes dans l'extrait aqueux <i>Capparis Spinosa L</i>	59
<b>Figure 43</b>	Pourcentage d'inhibition en fonction des différentes concentrations d'acide ascorbique	60
<b>Figure 44</b>	Pourcentage d'inhibition en fonction des différentes concentrations d'extraits aqueux de la plante	60
<b>Figure 45</b>	Valeur IC50 d'acide ascorbique en face d'IC50 d'extrait aqueuse <i>Capparis Spinosa L</i>	61
<b>Figure 46</b>	Allure de turbidimétrie en absence d'inhibiteur	62
<b>Figure 47</b>	Cinétique de l'effet de l'acide citrique sur la cristallisation oxalo-calcique	63
<b>Figure 48</b>	Allure de turbidimétrie en absence d'inhibiteur et en présence d'extrait aqueux de <i>Capparis Spinosa L</i> . à différents concentrations	64
<b>Figure 49</b>	Pourcentage d'inhibition d'extrait de <i>Capparis Spinosa L</i> . à la différente concentration en face de l'acide citrique	65

# Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b>	Principales classes des composés phénoliques	6
<b>Tableau 2</b>	Les systèmes de défense antioxydant	20
<b>Tableau 3</b>	Les Matériels et produits utilisé	38
<b>Tableau 4</b>	Les caractéristiques organoleptiques des extraits	52
<b>Tableau 5</b>	Les résultats de screening phytochimique des extraits de la plante <i>Capparis Spinosa L</i>	52
<b>Tableau 6</b>	La cristallisation oxalo-calcique sans inhibiteur	62
<b>Tableau 7</b>	Paramètres turbidimétrique de la cristallisation oxalo-calcique en présence d'inhibiteur (Acide citrique, Extrait aqueux Cs)	65
<b>Tableau 8</b>	Evolution du taux d'agrégation et du pourcentage d'inhibition <i>Capparis spinosa L</i>	67
<b>Tableau 9</b>	Photo de la cristallisation d'oxalate de calcium en absence et en présence de l'inhibiteur sous microscope optique (X 40) <i>Capparis Spinosa L</i>	68

# Liste des abréviations

<b>EOA</b>	Espèces Oxygénées Activées
<b>ROS</b>	Reactive Oxygen Species
<b>SOD</b>	Superoxyde Dismutase
<b>GPX</b>	Glutathion Peroxydase
<b>CAT</b>	Catalase
<b>ADN</b>	Acide Désoxyribonucléique
<b>NADPH</b>	Nicotinamide Adénine Di nucléotide Phosphate
<b>DPPH</b>	1-1diphenyl-2-picrylhydrazyle
<b>RL</b>	Radial Libre
<b>ERO</b>	Espèce Réactive Oxygène
<b>ERN</b>	Espèce Réactive de l'Azote
<b>CCM</b>	Chromatographie Couche Mince
<b>TEAC</b>	Capacité antioxydante équivalente de Trolox
<b>FRAP</b>	Capacités réductrices ferriques d'antioxydants
<b>TRAP</b>	Paramètre du Piégeage du Radical Totale
<b>TOSC</b>	Capacité du piégeage des oxy-radicaux totaux
<b>DMPD</b>	N, N- dimethyl-p-phenylenediamine
<b>PCL</b>	Photochimiluminescence
<b>PM</b>	Poids moléculaires
<b>PAM</b>	Phospho ammoniaco magnésien
<b>IC50</b>	Concentration à 50 % d'inhibition
<b>Ac</b>	Acide citrique
<b>Cs</b>	Capparis spinosa
<b>ExAq</b>	Extrait Aqueux
<b>SI</b>	Sans d'inhibiteur
<b>C+A</b>	Cristaux + Agrégats
<b>TA</b>	Taux d'Agrégation
<b>PI%</b>	Pourcentage d'inhibition

# INTRODUCTION GÉNÉRALE



## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Depuis l'Antiquité, les plantes médicinales sont reconnues comme l'un des agents thérapeutiques les plus efficaces pour le traitement des maladies humaines (**Sen et al., 2010 ; Nabavi et al., 2016**). De nombreuses plantes médicinales possèdent de multiples effets bénéfiques pour la santé (**Hu et al., 2013 ; Erdem et al., 2015**). En outre, il est bien connu que les drogues de synthèse peuvent provoquer une vaste gamme d'effets indésirables graves (**Gurney et al., 2014**). Par conséquent, les recherches récentes se sont concentrées sur le rôle bénéfique des plantes médicinales dans la détermination de stratégies thérapeutiques efficaces et sûres pour le traitement des maladies humaines (**Nabavi et al., 2016**).

Les scientifiques ont récemment découvert l'importance des métabolites secondaires qui assurent un certain nombre de fonctions de protection dans l'organisme humain. Ils peuvent renforcer le système immunitaire, protéger le corps contre les radicaux libres, tuer les germes pathogènes et bien plus encore garder le l'organisme en forme, parmi ces métabolites secondaires, les polyphénols, les flavonoïdes et les tanins qui sont des antioxydants (**Anulika et al., 2016**).

Les antioxydants sont des substances qui inhibent ou ralentissent l'oxydation d'un substrat (**Wainsten, 2009**). Ils sont présents sous de nombreuses formes et peuvent intervenir en prévention de la formation des radicaux libres, aussi bien que pour participer à leur élimination (antioxydants primaires et secondaires). Il existe deux classes d'antioxydants : les endogènes et les exogènes. Les antioxydants endogènes sont principalement les enzymes : superoxyde dismutase, catalase et glutathion peroxydase dont les mécanismes sont développés plus haut. La deuxième partie permet d'appréhender les antioxydants exogènes qui sont, par définition, apportés de l'extérieur par exemple par l'alimentation ou dans les extraits des plantes médicinales (**Amandine, 2016**).

Parmi les maladies que l'homme a cherché de les traités par la medecine alternative a base des plantes médicinales : la lithiase urinaire qui est reconnue depuis les temps les plus reculés et s'avère indissociable de l'histoire de l'humanité. Elle touche, selon les pays, de 4 à 20% de la population avec un taux de récidence qui avoisine les 50%. Plusieurs facteurs sont par la précipitation solide de solutés à une concentration excessive dans les urines (calcium, phosphate, oxalates, acide urique...). Cependant, il existe quatre principaux types de lithiases, classées selon leur composition : les lithiases oxalocalciques (le plus réponsus), d'acide urique, de cystine et les lithiases de phosphates responsables de la formation des calculs urinaires notamment les conditions sanitaires, les habitudes alimentaires et le niveau de vie de la population (**Oussama et al., 2000**).

Dans le but de la prévention, la réduction ou l'arrêt des récives calculeuses. L'homme a développé des vertus thérapeutiques à base des plantes. Parmi ces plantes, les plantes diurétiques comme le *Capparis spinosa* L., est une plante de la famille des Capparidaceae communément appelée le câprier le *Kabbar* en Algérie.

La présente étude a porté sur but de réaliser une analyse qualitative de certains métabolites secondaires et d'évaluer *in vitro* l'activité antioxydante et antilithiasique de l'extrait aqueux, préparés par décoction à partir des feuilles de *Capparis spinosa* L. Pour cela on s'est fixé les travaux suivants:

- Screening phytochimique et l'analyse qualitative du contenu en polyphénols, en flavonoïdes.
- Evaluation de l'effet anti-oxydante de l'extrait aqueux en utilisant la méthode anti-radicalaire DPPH.
- Evaluation de l'activité anti-lithiasique des extraits aqueux par la méthode de turbidimétrie et le suivi microscopique de la cristallisation d'oxalate de calcium.

Dans le but de la réalisation de ces objectifs. Notre travail de recherche est subdivisé en deux parties :

1) **Une partie bibliographique**, qui contient trois chapitres :

- ❖ **Chapitre I** : Généralités sur les plantes médicinales et les métabolites secondaires ;
- ❖ **Chapitre II** : Les antioxydants et l'activité antioxydante ;
- ❖ **Chapitre III** : la lithiase urinaire.

2) **Une partie expérimentale** qui inclus le matériel et méthodes suivi par les résultats et discussions. Enfin, on termine avec conclusion générale.

**PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

**CHAPITRE I**

**LES PLANTES MÉDICINALES ET LES  
METABOLITES SECONDAIRES**

**I- 1. Généralité sur les plants médicinales :****I- 1. 1. Définition :**

Dans le code de la Santé publique, il n'existe pas de définition légale d'une plante médicinale au sens juridique, mais en France « une plante » est dite médicinale lorsqu'elle est inscrite à la pharmacopée et que son usage est exclusivement médicinal. C'est-à-dire qu'elles sont présentées pour leurs propriétés préventives ou curatives à l'égard des maladies humaines ou animales (**Zerari, 2016**).

On appelle une plante médicinale toute plante qui a des propriétés thérapeutiques. Actuellement, et grâce aux progrès scientifiques, la thérapeutique a beaucoup évolué et en utilisant la plante comme matière première pour les médicaments, ces plantes ne peuvent pas être toxiques. (**Rouissat, 2017**)

**I- 1. 2. Les avantages des plantes médicinales :**

Généralement, les plantes médicinales d'usage courant ne provoquent que très peu, voire aucun effet indésirable : c'est là l'un de leurs principaux avantages. De plus, l'action synergique des divers constituants commence à être mieux comprise et acceptée scientifiquement, contrairement à certaines croyances populaires, plusieurs plantes ont des effets pratiquement immédiats sur le métabolisme. Par contre, les médicaments de synthèse ont souvent une action plus directe et plus spectaculaire puisqu'ils sont formulés pour être immédiatement assimilés par l'organisme. Il est également plus facile de s'assurer de leur composition exacte, de leurs conditions de conservation (**Ziani & Yahia Bey, 2016**).

**I- 1. 3. Les inconvénients des plantes médicinales :**

Certaines plantes sont inoffensives, mais d'autre, comme de nombreuses espèces (digitale, belladone, colchique, etc.), sont toxique et ne sont utilisées sous des formes bien contrôlées, exclusivement commercialisées en pharmacie. L'emploi inconsidéré de plantes cueillies dans la nature peut aboutir à des intoxications graves et mortelles (**Ziani & Yahia Bey, 2016**).

**I- 1. 4. Utilisation des plantes à travers l'époque :****I- 1.4.1. En Afrique :**

On considère à l'heure actuelle que près de 75% de la population africaine n'a recours qu'aux plantes qui l'entourent pour se soigner et n'a pas accès aux médicaments dits « modernes » Cette pharmacopée traditionnelle découverte par les premiers explorateurs de l'Afrique a déjà été introduite dans de nombreux médicaments en Europe. D'autre part elle a donné lieu à des grandes découvertes comme la réserpine du *Rauwolfia vomitoria*, produit de départ des neuro-sédatifs. Depuis trente ans de nombreux travaux ont essayé de vérifier l'action des médicaments traditionnels, et leur toxicité.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, Plus de 80% des populations africaines ont recours à la médecine et à la pharmacopée traditionnelle pour faire face aux problèmes de santé (**Bouziati & Sidi Ali, 2018**).

#### **I- 1.4.2. En Algérie :**

L'usage de plantes médicinales est une tradition de mille ans. Les premiers écrits sur les plantes médicinales ont été faits aux IX<sup>ème</sup> siècles par Ishà-Ben-Amran et Abdallah-Ben-Lounès, mais la plus grande production de livres a été réalisée au XVII<sup>ème</sup> et au XVIII<sup>ème</sup> siècle. Même pendant le colonialisme français de 1830 à 1962. Les botanistes ont réussi à cataloguer un grand nombre d'espèces médicinales. En 1942, Fourment et Roque ont publiés un livre de 200 espèces végétales d'intérêt médicinales, la plupart d'entre elles sont du Nord d'Algérie et seulement 6 espèces sont localisées au Sahara.

En effet, l'Algérie constitue aujourd'hui un importateur net de plantes aromatique et médicinales, elle importe presque la totalité de ses besoins en plantes aromatique, médicinales et huiles essentielles. Aussi, la matière brute de ces plantes est vendue à des prix dérisoires, par contre que le produit fini est importé à des prix exorbitants (**Bakhtaoui, 2017**).

#### **I- 2. La phytothérapie :**

La phytothérapie peut donc se définir comme étant une discipline allopathique destinée à prévenir et à traiter certains troubles fonctionnels et/ou certains états pathologiques au moyen de plantes, de parties de plantes ou de préparations à base de plantes. Il est important de ne pas confondre cette discipline avec la phytopharmacie qui, quant à elle, désigne l'ensemble des substances utilisées pour traiter les plantes, à savoir les pesticides, fongicides, herbicides, ou encore insecticides (**Barkat & al, 2017**).

#### **I- 3. Les métabolites secondaires :**

##### **I- 3.1. Définition :**

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes, ils sont divisés principalement en trois grandes familles : Les polyphénols, les terpènes, les alcaloïdes (**Boudjouref, 2011**).

##### **I- 3.2. Classification des métabolites secondaires :**

Les métabolites secondaires sont des substances qui ont des structures chimiques souvent complexe, on recense plusieurs milliers de métabolites (au moins 30000 structures caractérisées) et sont classées selon leur appartenance chimique (**Belhadj, 2019**). On distingue :

##### **I- 3.2.1 Classification selon la nature chimique :**

- 1. Les composés phénoliques :** Les tanins ; Les flavonoïdes ; Les anthocyanidines ; Les acides phénoliques ; Les coumarines ; Les quinones ; Les lignines et Les stilbènes.

2. **Les composés terpéniques** : Les saponosides et Les huiles essentielles.

3. **Les composés azotés** : Les alcaloïdes.

I- **3.2.2. Classification selon le type de synthèse :**

Il existe deux grandes classes des métabolites : (**Bousbia, 2021**)

❖ **Métabolites primaires :**

Les métabolites primaires sont des molécules organiques qui se trouvent dans toutes les cellules de l'organisme d'une plante pour y assurer sa survie. Ils sont classés en trois grandes catégories :

- Les glucides, source d'énergie, paroi cellulaire ;
- Les lipides, source d'énergie, membranes cellulaires ;
- Les acides aminés, source primaire de construction des protéines.

❖ **Métabolites secondaires :**

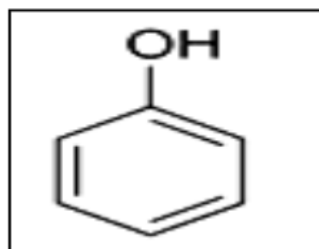
Ces produits, à structure chimique souvent complexe sont très dispersés et très différents selon les espèces. Ces composés sont présents à faible concentration chez les plantes (1 mg.g/matière sèche) (**Hammouda-Bousbia, 2021**).

I- **4. Les classes des métabolites secondaires :**

I- **4. 1. Les composés phénoliques**

Les polyphénols forment un vaste ensemble des substances difficiles à définir simplement. L'élément structurale fondamentale qui les caractérise est la présence de moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle, libre ou engagé dans une autre fonction, éther, ester, hétéroside (**Koudou, 2009**).

Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogenèse, la germination des graines ou la maturation des fruits. Les plus représentés sont les anthocyanes, les flavonoïdes et les tannins (**Boizot & Charpentier, 2006**)



**Figure 1:** Structure de base des composés phénoliques: phénol ou hydroxybenzène (**Meddour, 2020**)

Tableau 1 : Principales classes des composés phénoliques (Belhadj, 2019)

Nombre d'atome de carbone	Squelette de base	Classe	Exemples	Plantes
6	C6	Phénols simples	Cathécol, hydroquinone	Busserole
7	C6-C1	Acides phénols benzoïques	Ac. gallique, Ac.salysalique, vanilline	Artichaut Saule
8	C6-C2	Acétophénones	3-acétyl6méthoxybenzaldehyde	Saule
9	C6-C3	Acides phénols cinnamiques	Ac. coumarique, Ac.caféique	Romarin Marronnier d'inde
10	C6-C4	Naphtoquinones	Shikonine	Drosera spp.
13	C6-C1-C6	Xanthones	Bellidifoline, mangocétine	Racine de gentiane, Centaurée
14	C6-C2-C6	Stilbènes	Hydrangénol, Pinosylvine	Raisin, pin
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes Isoflavonoïdes	Quercétine Roténoïde	Ginkgo Thym Camomille
18	(C6-C3) <sub>2</sub>	Lignanes	Matairésinol	Chardon
30	(C6-C3C6) <sub>2</sub>	Bi flavonoides	Amentoflavone Hinokiflavone	Carcinia Hypericum
N	(C6-C3C6) <sub>n</sub>	Tanins condensés (proanthocyanidols)	Aesculitanins	Marronnier d'inde, vigne

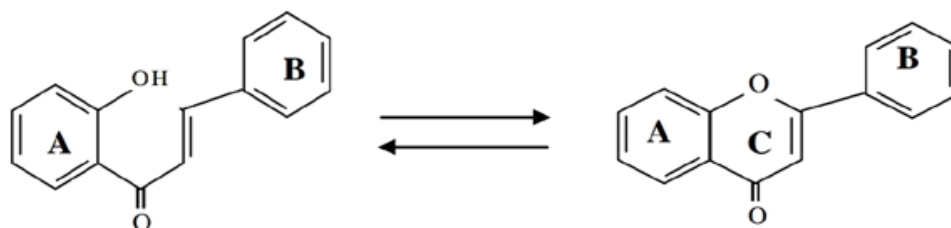
#### I- 4. 2. Les flavonoïdes :

L'appellation « flavonoïdes » rassemble une très large gamme de composés polyphénoliques formés par un squelette de base à 15 atomes de carbones. Ces composés représentent le groupe de composés phénoliques le plus diversifié : plus de 4000 flavonoïdes ont déjà été identifiés.

Le terme « flavonoïde » est dû à leur couleur jaune (= *flavus* en latin) qu'ils engendrent. D'ailleurs, leurs fonctions principales chez les végétaux semblent être attribuées à leur coloration ; au-delà de la chlorophylle, des caroténoïdes et des bétalaines. Les flavonoïdes sont présents dans

différentes parties des végétaux supérieurs selon le type de l'espèce : racines, tiges, feuilles, fleurs, pollen, fruits, graines, bois...etc. Aussi, ils varient quantitativement et qualitativement selon le stade de développement du végétal. Certains sont plus spécifiques de certains tissus. Exemple : les chalcones se trouvent plus fréquemment dans les pétales de fleurs.

Les flavonoïdes ont un squelette de base formé par deux cycles en C6 (A et B) reliés entre eux par une chaîne en C3 qui peut évoluer en un hétérocycle (cycle C) (**Figure 2**). Ils donnent des couleurs allant du jaune clair au jaune or. Selon les détails structuraux les flavonoïdes se divisent en 6 groupes : flavones, flavonols, flavonones, isoflavones, chalcones, aurones. Ces composés existent sous forme libre dite aglycone ou sous forme d'hétérosides, c'est-à-dire liée à des oses et autres substances (**Akroum, 2011**).



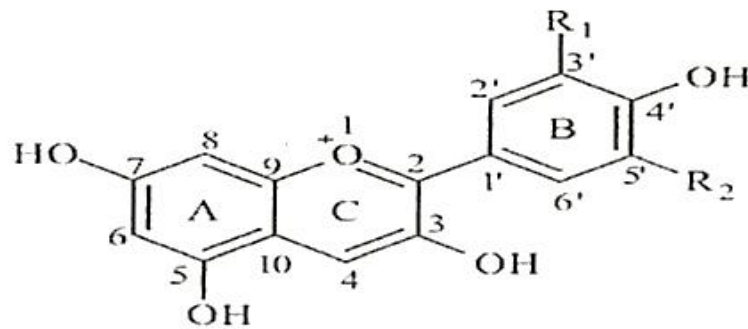
**Figure 2** : Structure de base d'un flavonoïde (**Akroum, 2011**)

#### I- 4. 3. Les anthocyanosides :

Le terme anthocyane du grec « *anthos* » (signifiant fleur) et « *kyanos* » (bleu) est utilisé pour désigner la substance responsable de la coloration du bleuet. Ce terme s'applique à un groupe de pigments qui donnent la coloration rouge, rose, mauve, pourpre, bleue et violette de la plupart des fleurs et des fruits. Ces pigments existent sous deux formes : soit la forme hétéroside (anthocyanosides ou « *anthocyanins* » en anglais), soit sous la forme génine correspondante (anthocyanidols ou « *anthocyanidins* » en anglais) (**Maillefert, 2010**).

Les anthocyanosides sont les pigments les plus importants des plantes visibles par l'œil humain. Ils appartiennent à une large classe de composés phénoliques que l'on appelle les flavonoïdes. Ce sont des glycosides des dérivés polyhydroxy et polyméthoxy du 2-phénylbenzopyrylium, plus communément appelés cation flavylum. Dix-sept anthocyanosides et leurs aglycones naturellement présents dans les plantes sont connus (**Maillefert, 2010**).





Name	R1	R2
Delphinidin	OH	OH
Petunidin	OCH <sub>3</sub>	H
Cyanidin	OH	H
Pelargonidin	H	H
Peonidin	OCH <sub>3</sub>	H
Malvidin	OCH <sub>3</sub>	OCH

Figure 3 : Structure chimique des principaux anthocyanidines (Maillefert, 2010).

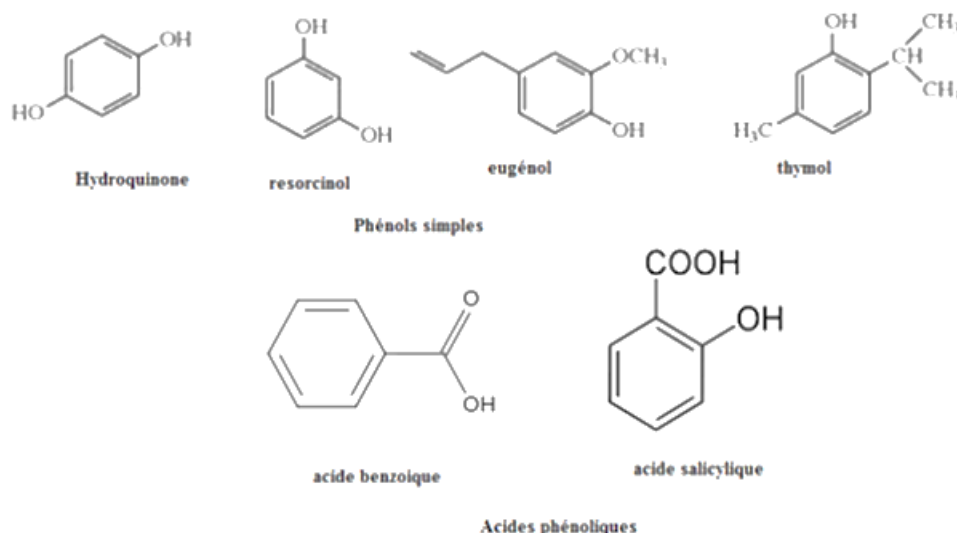
#### I- 4. 4. Les tanins :

Les tanins sont des composés phénoliques solubles dans l'eau, de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Dalton. (Peronny, 2005). Ces substances ont en effet la propriété de se combiner aux protéines, ce qui explique leur pouvoir tannant. Très répandus dans le règne végétal ils peuvent exister dans divers organes, mais on note une accumulation plus particulièrement dans les tissus âgés ou d'origine pathologique. Ils sont localisés dans les vacuoles, quelque fois combinés aux protéines et aux alcaloïdes (Abbassi L., 2019). Ils se divisent selon leur structure en deux groupes principaux :

- 1) **Les tannins hydrolysables** : sont des esters d'acide gallique qui se lient aux molécules de glucose. Plus précisément, un glucose se lie à plusieurs molécules d'acide gallique Ce sont des polyesters de glucides et d'acides phénols, ils sont facilement hydrolysables par les acides et les enzymes (tannase) en ose (généralement le glucose) et en acides phénols.
- 2) **Les tannins condensés** : Ce sont des proanthocyanidines. C'est-à-dire, des composés polyphénoliques hétérogènes : dimères, oligomères ou polymères de flavanes, flavan-3-ols, 5-flavanols, 5-deoxy-3-flavanols et flavan-3,4 -diols (Abbassi, 2019).

#### I- 4. 5. Les phénols simples et les acides phénoliques :

Certains des plus simples composés phyto chimiques bioactifs sont constitués d'un seul anneau phénolique (Figure 4). Structurellement, les composés phénoliques comportent un noyau aromatique portant un ou plusieurs groupes hydroxyles substitués et vont de la molécule phénolique simple à des composés hautement polymérisés (ELKOLLI, 2017).



**Figure 4 :** Exemples de quelques phénols simples et acides phénoliques. (Ayéna *et al.*, 2014)

**I- 4. 6. Les coumarines :**

Les coumarines sont des composés phénoliques constitués d'un benzène et des noyaux à pyrènes. Elles sont substituées en C-7 par un hydroxyle. Elles se trouvent dans la nature soit à l'état libre ou bien combiné avec des sucres (Amari, 2015).

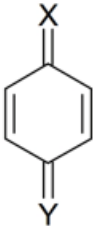
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Umbelliférol	H	OH	H
Aescultol	OH	OH	H
Scopolétole	OCH <sub>3</sub>	OH	H
Fraxétole	OCH <sub>3</sub>	OH	OH
Daphnétole	H	OH	OH

**Figure 5 :** Structure des dérivés de coumarines. (Chaouche, 2014)

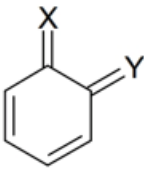
**I- 4-7. Les quinones :**

Les quinones sont des molécules organiques d'une grande importance dans la chimie et la biologie une description exhaustive de ces molécules nécessitant une grande quantité d'ouvrages scientifiques, nous contenterons de décrire leurs différentes composantes et leurs principales caractéristiques physico-chimiques. Après une brève présentation des principales voies d'accès aux p-quinones ; Ex : l'Anthraquinone (Barbry, 2001).

X	Y	Nom
O	O	Quinone
O	CR <sub>2</sub>	Quinométhane
CR <sub>2</sub>	CR <sub>2</sub>	Quinodiméthane
O	NR	Quinone imine
NR	NR	Quinone diimine



para-

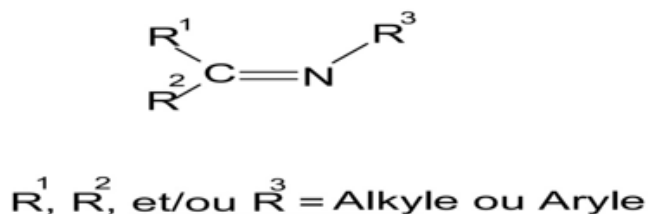


ortho-

**Figure 6 :** Représentation des différents types de quinones (R=groupe d'atomes quelconque (Barbry, 2001)

#### I- 4-8. Les composés azotés :

Les composés azotés sont largement répandus dans la nature et essentiels pour la vie. Ils jouent un rôle vital dans le métabolisme de toutes les cellules vivantes. Les composés azotés notamment les imines sont des structures importantes dans le domaine médical et pharmaceutique. Les imines appelées communément bases de Schiff nommées d'après Schiff se forment lorsque toute amine primaire réagit avec un aldéhyde ou une cétone sous certaines conditions. Structurellement, une base de Schiff (également connue sous le nom d'azométhine) (Benallal, 2011).



**Figure 7 :** Structure générale d'une base de Schiff (Benallal, 2011)

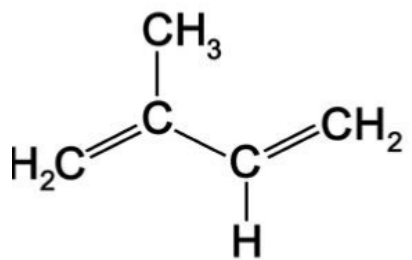
#### I- 4-9. Les alcaloïdes :

Les alcaloïdes sont des substances organiques naturelles rappelant les alcalis par leurs propriétés. Alcalis tire son origine de l'arabe *al kaly* et du grec *eidōs* signifiant respectivement soude et aspect. Ce sont des substances azotées d'origine le plus souvent végétale. Il n'en existe que de rares représentants dans le règne animal. Ils existent le plus souvent sous forme de sels (citrate, sulfate, nitrate, tartrate, ...) ou combinés avec les tanins chez les végétaux. Ce sont des composés présents principalement chez les Angiospermes Dicotylédones. Ils sont localisés dans les tissus périphériques tels que les écorces de tige et de racine, les téguments des graines... par exemple (Chenni, 2010).

## I- 4-10. Les composés terpéniques :

Les terpènes ont été nommés par Friedrich Kekulé Von Stradonitz en référence à la térébenthine qui contient des hydrocarbures (térébenthine se dit en allemand « *Terpentin* »). Seulement, ceux-ci ont été qualifiés à l'origine de « terpène », terme qui est devenu une notion spécifiée plus tard plus précisément.

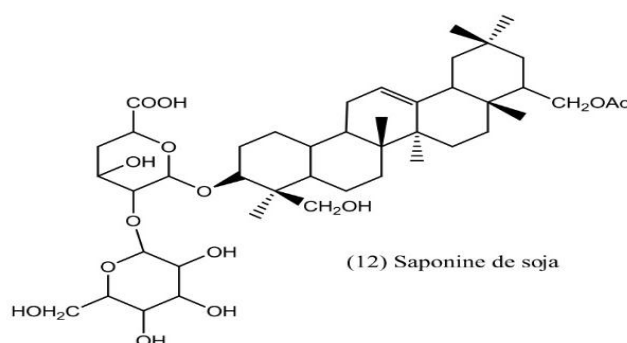
Les terpènes sont des hydrocarbures naturels, de structure cyclique ou non (acyclique, monocyclique, bicyclique ou tricyclique) (**Figure 8**). Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'unités isoprénique (2-méthyl-1,3-butadiène) à cinq atomes de carbone ( $C_5H_8$ ) (**ELKOLLI, 2017**)



**Figure 8** : Structure de l'unité isoprène (**ELKOLLI, 2017**)

## I- 4-11. Les saponines :

Les saponosides sont des métabolites secondaires hétérosidiques, elles se composent d'une partie lipophile, la génine (ou aglycone) et une partie hydrophobe osidique, (Figure 9). Les saponosides sont appelés aussi " les saponines", ce sont des glucosides contenus dans de nombreuses plantes médicinales et quelques organismes marins, notamment l'igname sauvage (*Dioscorea villosa*) contient des saponines stéroïdes. (**Rouissat, 2017**)



**Figure 9** : Structure de squalène (La saponine de soja). (**Francois, 2010**)

### I- 5. Les huiles essentielles :

Les huiles essentielles, essences ou huiles volatiles, sont un extrait pur et naturel provenant de plantes aromatiques. Elles sont le produit de la distillation d'une plante ou d'une partie de plante. Il s'agit de substances odorantes, volatiles, rétinoides, de consistance huileuse mais sans corps gras, plus ou moins fluides, très concentrées, souvent colorées, offrant une forte concentration en principes actifs (Souilah, 2018).

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels très complexes qui peut contenir environ 20 à 60 composants à des concentrations très différentes. Ils se caractérisent par deux ou trois grands composants à des concentrations assez élevées (20 à 70 %) par rapport aux autres composants présents à l'état de traces (Bouzabata, 2015)

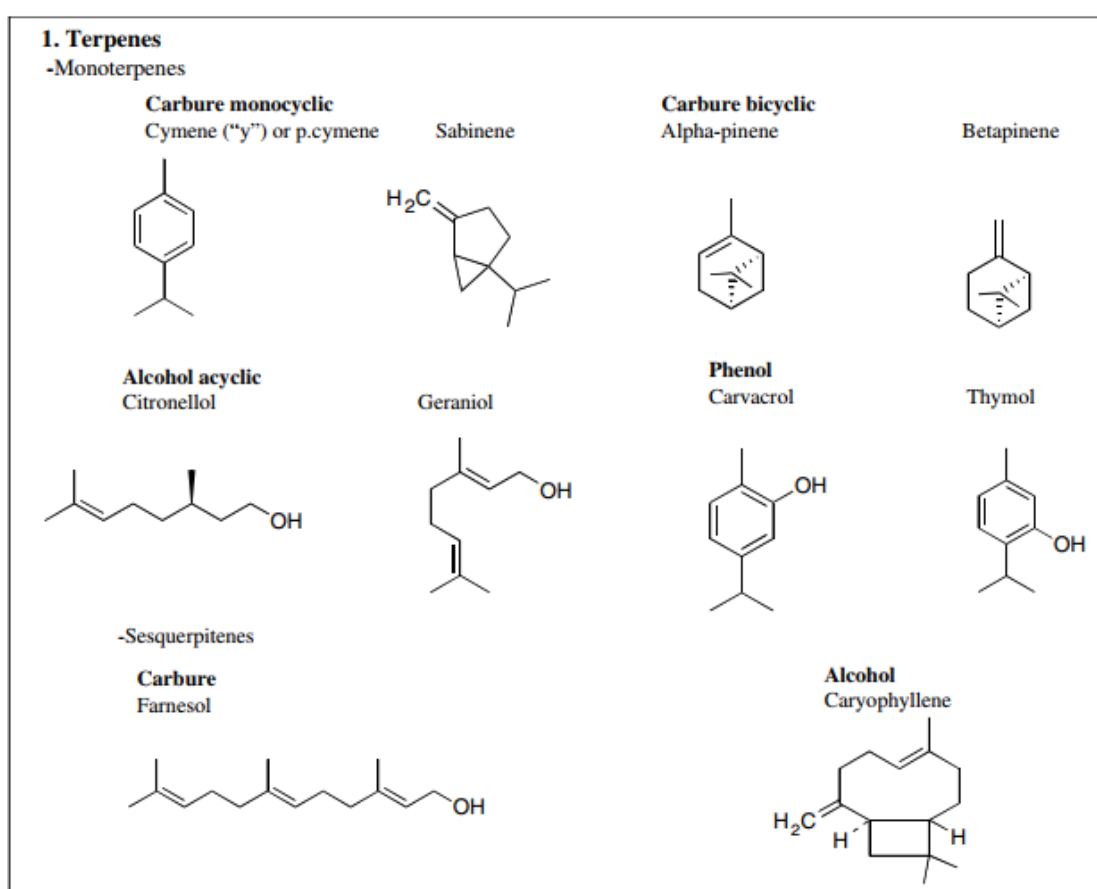


Figure 10 : Structures chimiques de composants sélectionnés d'huiles essentielles. (Bakkali F. et al., 2007)

### I- 6. Présentation de la plante étudiée *Capparis spinosa* L. :

#### I- 6-1. Présentation de la plante :

*Capparis spinosa* L., est une plante de la famille des *Capparidaceae* communément appelée le câprier le **Kabbar** en Algérie. C'est un petit arbuste épineux, prosterné, largement répandu dans le bassin méditerranéen, et dans les milieux secs le long du littoral d'Europe, d'Afrique du nord sur le

partout du bassin méditerranéen jusqu'au sud de l'Asie et dans Australie. Le câprier est cultivé pour ses boutons floraux appelés câpres au goût puissant. Il contient plus de 350 espèces utilisées pour différentes fins (alimentation, médecine, ornementation, cosmétique). Les bourgeons floraux, appelés également câpres, constituent la partie de la plante la plus recherchée pour la consommation humaine. (AD & ZEKRI, 2019)



Figure 11 : La plante *Capparis spinosa* L. (<http://atlas-sahara.org/>)

#### I- 6-2. Nomenclature de la plante :

**Nom scientifique :** *Capparis spinosa* L.

**Noms locaux:** Kebbar et Thaylalouth

**Anglais:** Caper bush, Caperbush, Caper, Caperberry;

**Arabe:** Kabbar, Assef;

**Berbère:** Thaylulut, Thailoulout, Amserlih, Ouailoulou;

**Français :** Câprier, Caprier commun, Câpres, Fabagelle, Tapanas ;

**Italien:** Cappero, Capperone (fruit) (Al-Snafi, 2015).

#### I- 6-3. Classification de la plante :

La classification de la plante est comme suivant : (AD & ZEKRI, 2019)

**Règne :** Planta

**Sous-règne :** Tracheobionta

**Division :** Magnoliophyta

**Embranchement :** Spermaphytes

**Sous embranchement :** Angiospermes

**Classe :** Magnoliopsida



**Sous classe :** Dilleniidae

**Ordre :** Capparales

**Ordre :** Capparaceae

**Espèce :** *Capparis spinosa*

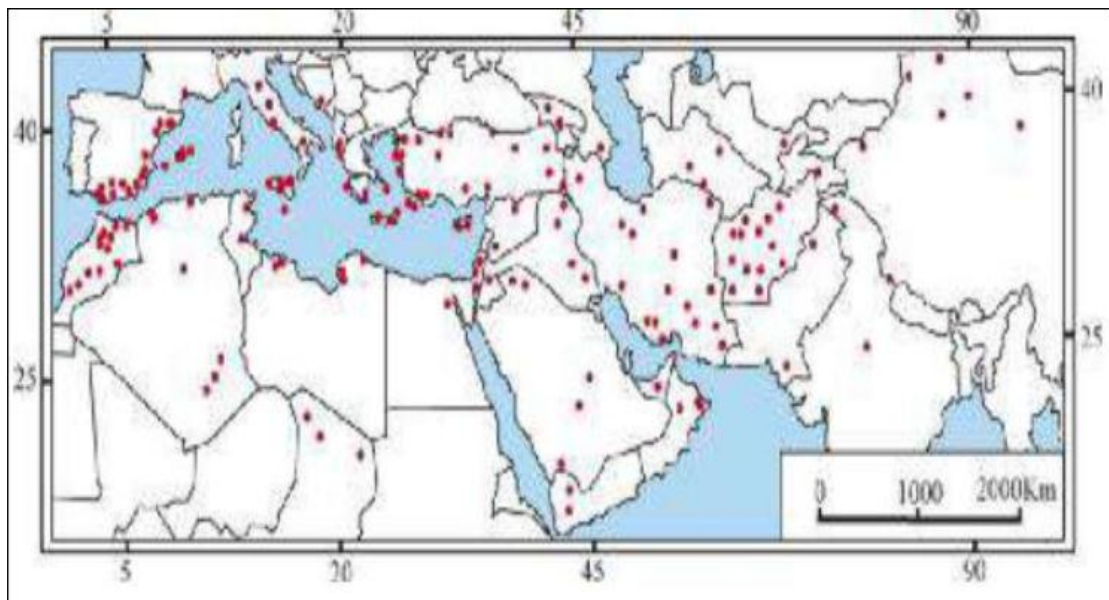
**I- 6-4. Origine et répartition géographique de la plante :**

▪ **Origine :**

La plante est originaire de la région méditerranéenne, les câpriers y sont encore spontanés dans les zones rocheuses. (BOUZIANE & ROUBAH, 2019)

▪ **Répartition géographique :**

Le câprier est une plante vivace arbustive très répandue dans les pays du bassin méditerranéen, et dans les milieux secs le long du littoral d'Europe, d'Afrique du nord sur le partout du bassin méditerranéen jusqu'au sud de l'Asie et dans Australie (GUEHMAME & AKSA, 2020)



**Figure 12 : Distribution naturelle du Câprier en Afro-Eurasie (AD & ZEKRI, 2019).**

**I- 6-5. Description botanique :**

*Capparis spinosa* est un arbrisseau dressant avec des tiges flexueuses et épineuses portant des feuilles alternes, pétiolées, ovales-arrondies, lisses, vertes, et souvent un peu rougeâtre, avec des épines à la base. Les fleurs sont axillaires, solitaires, composées de quatre grands sépales verts et de quatre pétales blancs veinés de rose et de nombreuses étamines très longues et d'un très long pistil qui sort de la fleur. Le fruit est ovoïde oblong, peut atteindre 3 cm de long. Les graines sont noires, lisses, réniformes de 2 à 3 mm de longueur. Les racines sont charnues très développées et profondes. (GUEHMAME & AKSA, 2020)

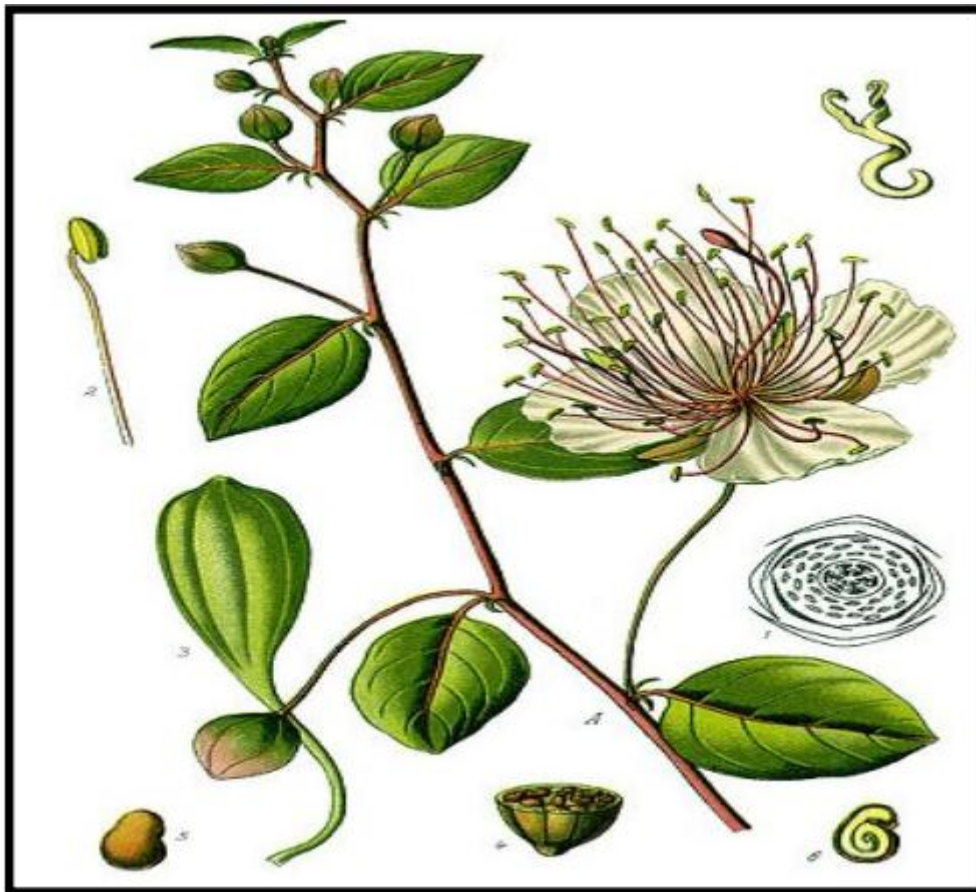


Figure 13 : Aspects morphologiques de *Capparis spinosa*. (GUEHMAME & AKSA, 2020)

#### I- 6-6. Composition biochimique :

Plusieurs composants chimiques bioactives ont été identifiés à partir de différentes parties du *C. spinosa* ; il contient :

- **Les flavonoïdes** : différents flavonoïdes ont été identifiés comme la rutine, la quercétine et le kaempférol et leurs dérivés.
- **Les alcaloïdes** : comme les spermidines, alcaloïdes isolés à partir des racines.
- **Les terpénoïdes** : des tocophérols ( $\alpha$ -tocopherol,  $\gamma$ -tocopherol et  $\delta$ -tocopherol), de la vitamine C, et des caroténoïdes (lutein et  $\beta$ -carotène), et **des acides gras** essentiellement les acides oléique, linoléique et linoléique
- **Les glucides** (glucose, arabinose, mannose et galactose, ...).
- **Les protéines**
- **Les glucosinolates** : le câprier est parmi les espèces riche en glucosinolates et les isothiocyanates.
- **Les éléments minéraux** : essentiellement le K, Mg, Ca, Na, Zn, Cu, Fe, P (MEDDOUL, 2020).



**I- 6-7. Effets et usages thérapeutique de la plante :**

On a plein des effets biologiques assurés par la plante *Capparis spinosa L* : Les feuilles de *Capparis spinosa L* ont été utilisées contre l'arthrite au lieu de l'écorce de racine. (**BOUZIANE & ROUIBAH, 2019**). Le p-méthoxy benzoïque isolé de la fraction méthanolique, d'extrait aqueux de *Capparis spinosa*, a montré une activité hépato-protectrice (**Gadgoli & Mishra, 1999**) et une activité antifongique vis-à-vis des dermatophytes (**Ali-Shtayeh & Abu Ghdeib, 1999**). En outre ils ont montré un effet hypoglycémiant à 20 mg/kg de l'extrait aqueux. Cette activité pharmacologique est indépendante de la sécrétion d'insuline (**BOUZIANE & ROUIBAH, 2019**). Une autre étude a montré que l'extrait aqueux de *Capparis spinosa* à 20 mg/kg présente une activité puissante sur la diminution des triglycérides et le cholestérol plasmatiques chez les rats diabétiques et normaux (**Eddouks et al., 2005**).

**PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

**CHAPITRE II**

**LES ANTIOXYDANTS ET L'ACTIVITÉ ANTI-  
OXYDANTE**

## Chapitre II : Les antioxydants et l'activité antioxydante

### Introduction

Les radicaux libres, espèces oxygénées activées (EOA), stress oxydant et antioxydants sont devenus des termes familiers tant dans le monde médical que dans le grand public. Au début des années 2000, ces notions n'étaient généralement évoquées que dans les congrès scientifiques. Mais ces dernières années, l'industrie pharmaceutique, les laboratoires d'analyses médicales et la presse grand public ont massivement diffusé des informations relatives aux antioxydants, sans parfois l'esprit critique nécessaire. Actuellement, dans ce sujet médiatisé à outrance, un écart manifeste existe entre les messages délivrés par les scientifiques spécialistes du domaine et la sensibilité ou la perception qu'en ont les médecins spécialistes ou généralistes. Face aux liens évoqués entre les radicaux libres et l'apparition de certaines pathologies, certains réagissent négativement et affirment que rien n'est prouvé dans ce domaine - alors que, pour la seule année 2003, plus de 45000 publications ont été consacrées aux antioxydants ; d'autres s'enthousiasment (souvent avec excès) sur les vertus bénéfiques des antioxydants. Dans les deux cas de figure, il apparaît clairement que l'information en provenance des milieux scientifiques n'est pas toujours correctement transmise et comprise (**Defraigne & Pincemail, 2008**).

### II- 1. Les antioxydants :

#### II- 1- 1. Généralité :

Les antioxydants sont des protecteurs chimiques qui contiennent du phénol monohydroxylé / polyhydroxy, ils vont s'opposer aux phénomènes de stress oxydant en réagissant avec les radicaux libres impliqués dans ces processus. Les électrons des radicaux libres sont stabilisés et donc, l'oxydation est ralentie. Toutefois, cette condition n'est pas suffisante, il faut en outre que l'antioxydant soit régénéré in vivo de manière à jouer plusieurs fois son rôle. Les cellules contiennent de nombreux systèmes antioxydants. La prévention des excès des ROS et la réparation des dommages cellulaires sont essentielles pour la vie de la cellule.

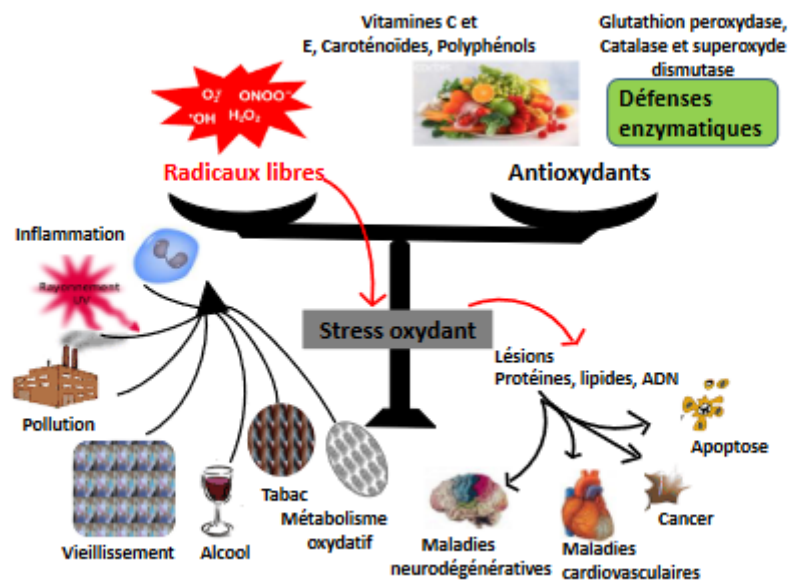
Les antioxydants sont donc des agents qui réagissent facilement avec les substances oxydantes pour les inactiver et les éliminer, ou diminuer leur production. Ils sont en fonction des apports alimentaires (vitamines, sels minéraux, flavonoïdes, ...) qui fournissent des antioxydants exogènes et de la production par l'organisme d'antioxydants endogène (enzymes, protéines, bilirubine, acide urique, ...). (**BENZIDANE, 2014**)

Les antioxydants sont divisés en 3 catégories, tel que décrit par :

- **Les antioxydants primaires** impliqués dans la prévention la formation des oxydants ;

- Les antioxydants secondaires ou scavengers des ROS ;
- Les antioxydants tertiaires qui réparent les molécules oxydées.

Selon leur solubilité, les antioxydants sont subdivisés en deux groupes : **hydrophobes ou hydrophiles**. Les hydrophobes sont représentés par les vitamines A et E, les flavonoïdes, l'ubiquinol, la bilirubine, la mélatonine, qui agissent essentiellement sur la protection dans les milieux lipidiques. (BENZIDANE, 2014)



**Figure 14:** Origine et équilibre oxydants/antioxydants. (BENZIDANE, 2014)

## II- 1- 2. Définition d'un antioxydant :

Comme leur nom l'indique, les antioxydants protègent l'organisme de l'oxydation. Ce sont des substances qui sont capables de supprimer, retarder ou empêcher les processus d'oxydation au stade de l'initiation ou de la propagation. Les antioxydants sont aussi définis comme des substances présentes dans les aliments et qui agissent sur les fonctions physiologiques de l'homme en diminuant de façon significative les effets néfastes des espèces réactives de l'oxygène, des espèces oxygénées azotées, ou des deux. (AMARI, 2015)

## II- 1- 3. Différents types d'antioxydants :

On divise les antioxydants en deux grandes classes : **les antioxydants endogènes** (enzymatiques) et **les antioxydants exogènes** (non enzymatiques), selon qu'ils soient produits ou non par l'organisme. (HOUAIRI, 2019)

### II- 1- 3. 1. Les antioxydants endogènes :

Les antioxydants endogènes sont soit enzymatiques soit non enzymatiques (ferritine, céruloplasmine, albumine, oligoéléments, etc.). Les principales enzymes antioxydantes sont : le superoxyde dismutase (SOD), la glutathion peroxydase (GPx) et la catalase (CAT). A côté de ces

dernières, il existe d'autres enzymes (hème oxygénase 1, thiorédoxines, etc) ayant également des propriétés antioxydantes. La classe d'antioxydants non enzymatiques regroupe des composés endogènes de faible poids moléculaire (glutathion). **(HOUAIRI, 2019)**

### **II- 1- 3. 2. Les antioxydants exogènes :**

- **Vitamine C (l'acide ascorbique) :** L'acide ascorbique est un piègeur très efficace de l'ensemble des ROS. En réagissant directement avec l'anion superoxyde et l'oxygène singulet, la vit C réduit ainsi la peroxydation lipidique et les dommages aux protéines et à l'ADN. Il permet de régénérer le vit E et les caroténoïdes permettant ainsi une meilleure efficacité de la peroxydase ascorbate. Il intervient dans de nombreuses réactions enzymatiques fer dépendantes en tant que transmetteur d'électrons.
- **La vitamine E :** La vitamine E, largement répandue dans le règne végétal, est l'antioxydant majeur des milieux lipidiques et du sang. Elle agit directement contre les radicaux libres en piégeant l'oxygène singulet et le radical hydroxyle pour former le radical tocophéryle, mais peut aussi inhiber la peroxydation lipidique en stoppant la propagation.
- **Les oligo-éléments :** Les oligoéléments font partie des antioxydants mais ne possèdent pas d'activité antioxydante proprement dite. Ils sont toutefois considérés comme tels puisqu'ils jouent le rôle de cofacteurs métalliques des enzymes antioxydantes.
- **Les Polyphénols :** Les polyphénols sont apportés par une alimentation d'origine végétale et présentent une grande diversité structurale avec plusieurs milliers de composés naturels identifiés réparties en plusieurs familles et classes différentes. Sur le plan structural, les composés phénoliques comportent un ou plusieurs cycles benzéniques, portant un ou plusieurs substituant hydroxyles, et vont de simples molécules phénoliques à des composés hautement polymérisés. On peut citer les acides phénoliques, les esters phénoliques principalement représentés par les acides chlorogéniques ou hydroxycinnamates, les alcools phénoliques, les secoiridoïdes, les stilbénoides, les diterpènes et les flavonoïdes. Deux groupes importants des polyphénols sont les flavonoïdes et les acides phénoliques. Les acides phénoliques sont répartis en 2 classes, celles des acides hydroxybenzoïques et hydroxycinnamiques. **(BENKHALED, 2018)**

Tableau 2 : Les systèmes de défense antioxydant. (HOUAIRI, 2019)

Système enzymatique	
Superoxyde dismutase (SOD)	- Catalyse la dismutation de deux $O_2^-$ et deux $H^+$ en $H_2O_2$ . Suivant la réaction : $2H^+ + 2O_2^- \longrightarrow SOD \ H_2O_2 + O_2$ - Comporte trois isoformes ( <b>SOD1</b> , <b>SOD2</b> , <b>SOD3</b> ) dont l'activité est dépendante de la localisation et les apports nutritionnels en cuivre et a un moindre degré en zinc.
Catalase	- Transforme le $H_2O_2$ en simple molécule d'eau. Comme suite : $2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$ - Il est lié au NADPH dans les peroxysomes qui la protège et améliore son activité et détruit le $H_2O_2$ .
Glutathion Peroxydase	- Elle se trouve essentiellement dans le cytosol et les mitochondries, est fonctionné en présence de glutathion réduit. <b><math>ROOH + 2GSH \rightarrow ROH + GSSH + H_2O</math></b>
Système non enzymatique	
Vitamine C	- C'est un piègeur de $O_2^-$ , $H_2O_2$ , $OH\cdot$ , et $1O_2$ , protège les biomembranes et les lipoprotéines, régénère la vitamine E.
Vitamine E	- protège les cellules contre les dommages associés aux <b>RL</b> (inhibe la peroxydation lipidique).
$\beta$ -carotène	- C'est un précurseur de la vitamine A, neutralise l' $1O_2$ et le radical peroxyde.
Glutathion	- C'est un tripeptide composé de cystéine, glutamine et glycine et joue un rôle dans la protection des lipides, des protéines et l'ADN contre l'oxydation.
Oligoéléments	- <b>Zn, Cu, Mg, Sn</b> et Fe jouent le rôle des cofacteurs pour maintenir l'activité catalytique des enzymes antioxydants.
Polyphénols	- Les composés phénoliques sont capables d'agir comme des antioxydants qui peuvent neutraliser les RL en donnant un électron ou un atome d'hydrogène. ils peuvent réagir avec ERO et ERN. Le pouvoir antioxydant des composés phénoliques est également attribué à leur capacité de chélater les métaux ioniques et inhiber les enzymes impliquées dans la production de RL.

#### II- 1-4. Rôle des antioxydants :

On répertorie les antioxydants selon leur origine, les antioxydants endogènes de type enzymatique sont plutôt impliqués dans la neutralisation des ERO alors que les antioxydants non

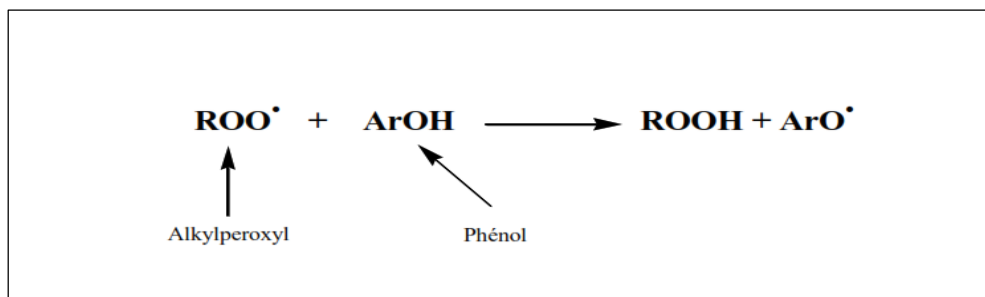
enzymatiques et ceux d'origine exogène sont des donneurs de proton ou d'électron. Les antioxydants peuvent également être différenciés selon leur mécanisme d'intervention, mais surtout selon le niveau auquel ils interviennent dans le processus d'oxydation. Ainsi, une première « ligne de défense » est assurée par les antioxydants dits « préventifs » chargés de contrôler la formation des ERO en les réduisant. Les antioxydants peuvent également intervenir en tant que « scavenger » (capteurs) des espèces réactives formées avant qu'elles n'attaquent les molécules biologiquement essentielles. Cette deuxième ligne de défense peut être assurée par différentes enzymes, comme la glutathion peroxydase (GPx), la catalase (CAT) ou le superoxyde dismutase (SOD) ou encore par des composés de type phénolique. Une autre ligne de défense, en réponse aux attaques radicalaires, est également assurée par des enzymes. Leur action consiste à réparer des dommages causés sur les molécules cibles ou à éliminer les produits toxiques générés par les attaques radicalaires ou enfin à assurer une restitution des fonctions altérées. Il apparaît également de façon de plus en plus évidente, que les antioxydants peuvent agir directement en tant que messagers cellulaires permettant une régulation des niveaux des ERO ou des enzymes nécessaires à la lutte contre les agressions d'oxydation.

Donc leur rôle est triple :

- Ils empêchent la formation de radicaux libres.
- Ils les éliminent quand ils sont en excès.
- Ils réparent les cellules endommagées. **(Boussadi & Bououden, 2020)**

#### II- 1-5. Action antioxydants des polyphénols :

Les composés phénoliques sont capables d'agir comme des antioxydants qui peuvent neutraliser les radicaux libres en donnant un électron ou un atome d'hydrogène. L'interaction des groupes hydroxyle de composés phénoliques avec les électrons du noyau benzénique donne aux molécules des propriétés particulières, le plus notamment la capacité à générer des radicaux libres, où le radical est stabilisé par la délocalisation.



**Figure 15** : Illustration d'un mécanisme d'action des polyphénols : la donation d'hydrogène. Le radical formé devient moins dangereux. **(Laouar & al, 2021)**

Le pouvoir antioxydant des composés phénoliques est également attribué à leur capacité à chélater les métaux ioniques impliqués dans la production de radicaux libres. Cependant, les composés phénoliques peuvent agir comme des prooxydants (Tsao, 2010 & Pereira et al., 2009).

Les polyphénols peuvent agir selon divers mécanismes : Inhibition enzymatique ;

- ❖ Chélation des ions métalliques ;
- ❖ Piégeage des radicaux libres.

## II- 1-6. Action antioxydants des flavonoïdes :

Plusieurs modes d'action de l'activité antioxydante des flavonoïdes ont été décrits :

### II- 1-6.1. Activité scavenger :

Trois mécanismes proposés par lesquels les antioxydants phénoliques peuvent jouer leurs activités scavenger :

- ✓ Le premier mécanisme inclut le transfert direct d'atome d'hydrogène à partir de l'antioxydant.
- ✓ Le deuxième mécanisme concerne le transfert d'un seul électron à partir de l'antioxydant au radical conduisant indirectement à l'abstraction d'atome d'hydrogène.
- ✓ Le troisième mécanisme a été conditionné séquentiellement par le transfert d'électron –perte de proton

Ces trois mécanismes peuvent avoir lieu en parallèle mais avec des vitesses différentes. (Mohajri & Asemani, 2009)

#### ➤ Chélation des métaux de transition

Le pouvoir antioxydant des composés phénoliques peut s'exercer par la complexation des métaux de transition (exemple : le cuivre et le fer). En effet, ces derniers accélèrent la formation des ROS. Pour les flavonoïdes, les deux points d'attache des ions de transition sont le groupe O-diphénolique dans la position 3', 4' di hydroxy du cycle B (Figure 16a), et entre la fonction 4 cétone et l'hydroxyle 3 (Figure 16b) ou la fonction cétone et l'hydroxyle 5 du cycle A (Figure 16c)

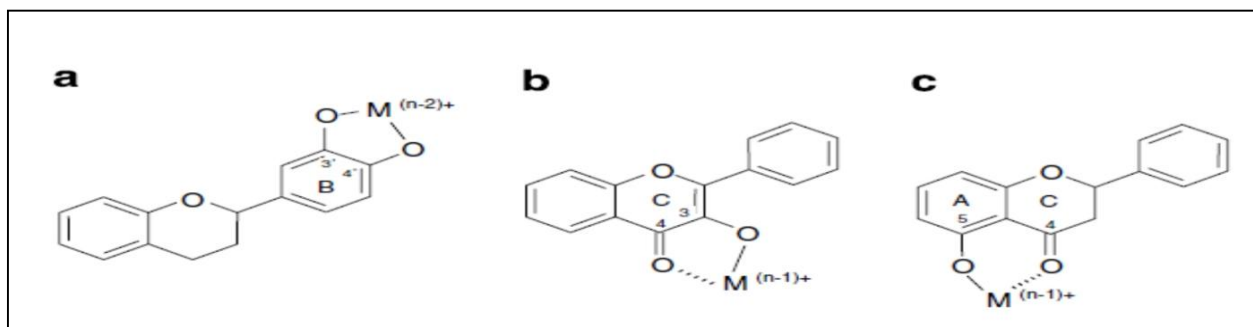


Figure 16 : La complexation métallique par les flavonoïdes (Haoulia, 2015)



➤ **L'activité inhibitrice d'enzymes**

Les flavonoïdes sont connus par leur pouvoir d'inhibition d'enzyme dont, en particulier, les oxydoréductases qui font intervenir au cours de leur cycle catalytique des espèces radicalaires (lipoxygénase, cyclo-oxygénase, monooxygénase, xanthine oxydase, phospholipase A2, protéine kinase).

Les relations structure-activités anti-oxydantes des flavonoïdes et des composés phénoliques ont montré que l'activité anti-oxydante était déterminée par la position et le degré d'hydroxylation.

**II- 1-7. Action antioxydants des tanins :**

Ces tanins sont des donneurs de protons aux radicaux libres lipidiques produits au cours de la peroxydation.

**II- 1-8. Action antioxydants des coumarines :**

Ils sont capables de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et de capter les radicaux hydroxyles, superoxydes et peroxydes.

**II- 1-9. Action antioxydants des phénols :**

Les acides phénoliques, comme l'acide rosmarinique, sont fortement antioxydants et anti-inflammatoires et peuvent avoir des propriétés antivirales (**Diallo, 2005**).

**II- 2. Méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante :**

Les méthodes d'évaluation du caractère antioxydant sont nombreuses, elles peuvent être classées en deux groupes : **Les méthodes qualitatives** et **les méthodes quantitatives**.

**II- 2-1. Les méthodes qualitatives :**

Ils sont relativement peu nombreux, utilisées pour repérer l'activité antioxydante de composés, et qui font intervenir en général, la coloration ou la décoloration d'un réactif spécifique en présence d'agents antioxydants. La chromatographie surcouche mince (CCM), est l'une des méthodes les plus utilisées pour la détection d'agents antioxydants elle donne naissance à des réactions colorées en présence de tels composés. Une autre méthode qui est moins pratique par rapport à l'autre, c'est la méthode à phase inversée de la chromatographie (CCM) qui consiste à la détection visuelle pour l'évaluation de l'activité de balayage de radical libre des fractions antioxydante en employant le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH) (**Li et al, 1999 & Maamri., 2008**).

**II- 2-2. Les méthodes quantitatives :**

Ils sont celles qui interviennent dans la mesure de l'habilité du piégeage des radicaux libres. Elles comportent le balayage du peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), de l'acide hypochloreux (HOCl), de

l'hydroxyle ( $\bullet\text{OH}$ ), des anions superoxyde ( $\text{O}_2\bullet$ ), du peroxyde ( $\text{ROO}\bullet$ ) et de l'oxyde nitrique ( $\text{NO}\bullet$ ) (Sanchez-Moreno, 2002).

Parmi ces méthodes, nous citons :

- La méthode de Blanchiment du  $\beta$ -carotène ;
- La méthode d'ABTS (2,2-azinobis (3-éthyle-benzothiazoline-6-sulphonate) ou TEAC (Capacité antioxydante équivalente de Trolox) ;
- La méthode FRAP (Capacités réductrices ferriques d'antioxydants) ;
- La méthode du radical DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ;
- La méthode TRAP (Paramètre du piégeage du radical totale) ;
- La méthode TOSC (Capacité du piégeage des oxy-radicaux totaux) ;
- La méthode de DMPD (Balayage du radical cation N, N- dimethyl-p-phenylenediamine) ;
- La méthode photochimiluminescence (PCL) ;
- La méthode d'hémolyse (Aribi & Hasasni, 2018).

**PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

**CHAPITRE III**

**LA LITHIASE URINAIRE**

**CHAPITRE III : LA LITHIASSE URINAIRE****III- 1. Généralité :**

La lithiase urinaire désigne une affection caractérisée par la formation et/ou la présence de calcul(s) dans un tissu, un organe ou sur un dispositif médical ; constituant ainsi un obstacle parfois douloureux sur les voies urinaires, justifiant un geste chirurgical d'urgence permettant de rétablir leur perméabilité. La présence de calcul se manifeste le plus souvent par des coliques néphrétiques associées ou non à d'autres symptômes moins caractéristiques (**BOUHADOUN & BOUMRAR, 2018**).

D'un point de vue médical, au moins trois familles de calcifications pathologiques existent. Une première se réfère aux calculs, qui se définissent comme des concrétions solides formées dans une cavité ou un canal excréteur (calculs rénaux, biliaires, salivaires, vésicaux...). Une deuxième s'associe aux calcifications tissulaires ou ectopiques localisées en dehors des canaux excréteurs (qui peuvent être liées parfois à des pathologies sévères comme les cancers du sein, de la thyroïde, des testicules ou encore de la prostate). Enfin, dans certains cas, des calcifications, au départ physiologiques comme l'os ou la dent, deviennent en partie des calcifications pathologiques suite à une maladie. La lithiase rénale peut être caractérisée soit par des calculs formés dans les voies excrétrices soit par des concrétions initiées à partir de calcifications tissulaires (**Hannache, 2014**).

**III- 2. Définition de lithiase urinaire :**

La Lithiase : du grec ; *Lithos* = Pierre ; C'est la formation de calculs dans un appareil glandulaire ou dans un réservoir.

La lithiase urinaire est définie comme le résultat d'une précipitation anormale des constituants normaux de l'urine à l'intérieur du tractus urinaire (**Keïta, 2006**).

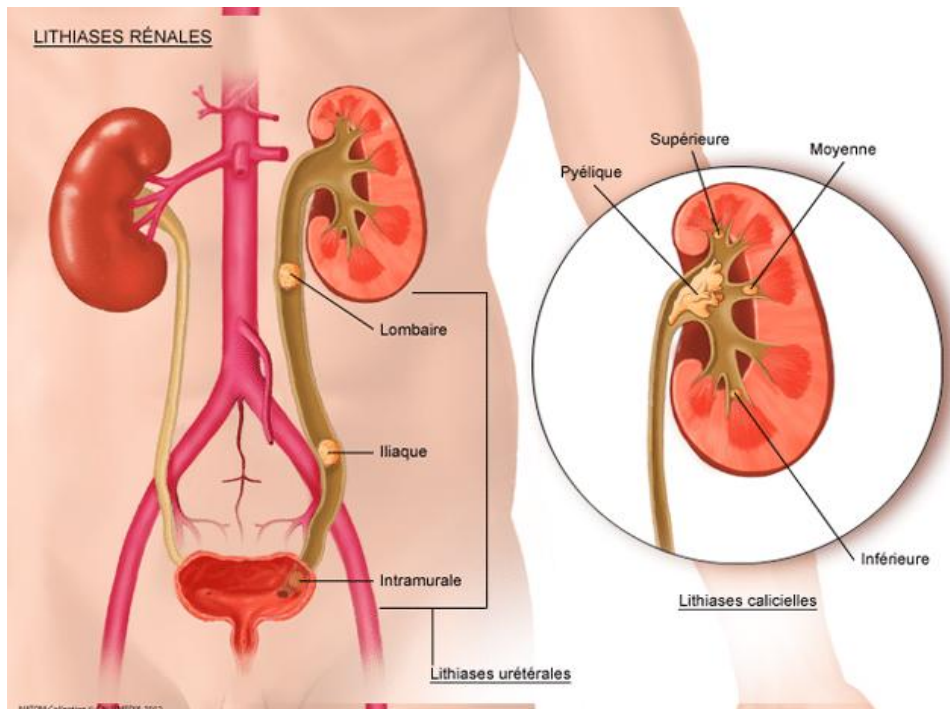


Figure 17 : Schéma des voies urinaires avec des calculs (<https://urologie-archette.fr/>)

### III- 3. Historique de la lithiase urinaire :

L'historique a commencé il y a environ 5000 ans lorsque ELLIOT SMITH découvre une lithiase dans la vessie d'un garçon en Egypte. Beck 1500 ans avant J. C. rapporte deux autres cas de lithiases retrouvées dans le tumulus indiens. A l'antiquité, l'association d'urine putride et malodorante à la lithiase rénale a été connue depuis Hippocrate qui en fait une des quatre maladies du rein.

Au 10ème siècle le 1er progrès intellectuel vient des médecins arabes qui reconnaissent la possibilité d'extraire les lithiases rénales (Keïta, 2006).

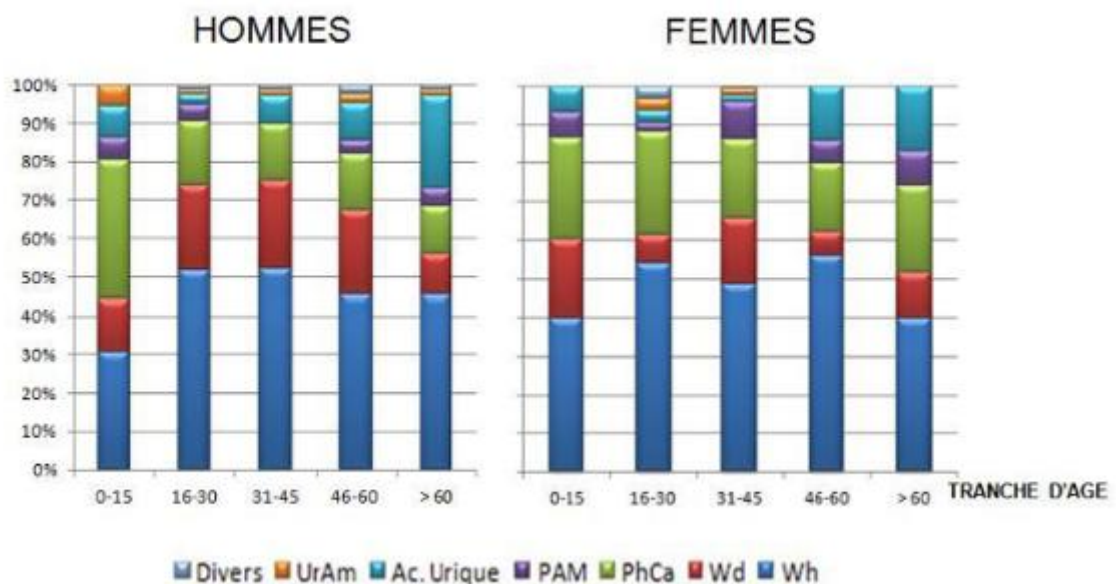
### III- 4. Epidémiologie :

Les lithiases représentent l'une des familles de calcifications pathologiques la plus fréquente et la plus importante. Aujourd'hui, 10 à 20% de la population dans les pays industrialisés souffre de cette pathologie. (BOUHADOUN & BOUMRAR, 2018). La prévalence annuelle de la lithiase urinaire a presque triplé en quarante ans (Etats-Unis, Europe occidentale) (Hannache, 2014). Cette prévalence élevée peut s'expliquer par un lien étroit qui lie la lithiase aux comportements alimentaires, eux-mêmes impliqués dans le développement d'autres pathologies comme l'obésité, le diabète de type II ou encore l'ostéoporose (BOUHADOUN & BOUMRAR, 2018).

La lithiase reflète le statut socioéconomique du pays. Ainsi, au milieu du XXe siècle, comme au siècle précédent, la lithiase des populations de faible niveau socioéconomique est fréquente et

affecte généralement les enfants avec une très forte prédominance masculine. Les calculs ont surtout une localisation vésicale. (Hannache, 2014).

En Algérie, une étude sur une série 1354 calculs urinaires de l'adulte provenant de quatre grandes villes de l'ouest algérien a montré que la fréquence de la lithiase vésicale est élevée puisqu'elle représente 45,5% des calculs d'origine masculine traités urologiquement et que la composition cristalline montre que l'oxalate de calcium monohydraté (whewellite) est majoritaire dans 48,1% des calculs et dans 40,6% au niveau des noyaux. Au total, la carbapatite et la whewellite étaient les principaux composants impliqués dans la lithogénèse des calculs de la région Ouest algérien. (HANNACHE, 2014).



**Figure 18** : Composition des calculs en fonction de l'âge, sur une série de 1354 calculs provenant des services d'urologie de l'Ouest Algérien (HANNACHE, 2014)

### III- 5. Etiologie de lithiase :

Dans la littérature, l'étiologie précise des lithiases urinaires reste de nos jours inconnus. Plusieurs étiologies sont susceptibles d'engendrer les mécanismes physiopathologiques de la précipitation calculeuse dans les voies urinaires. Une bonne thérapeutique dépend d'une recherche minutieuse de l'étiologie (Keïta, 2006).

### III- 6. Type de lithiase urinaire :

#### III- 6- 1. Les calculs minéraux :

##### III- 6- 1. 1. Oxalate de calcium :

- ✓ Le plus fréquent, 70- 80% des calculs urinaires. Soit dihydrate (calculs souvent jaunes avec de petits spicules) ou monohydrate (calculs souvent noirs et lisses, très durs).
- ✓ Souvent de petite taille, rarement coralliformes.
- ✓ Toujours radio opaque.

III- 6- 1. 2. Les phosphates de calcium : sont jaunes ou bruns généralement durs, de taille variable, ils peuvent être coralliformes. En radiographie, ils ont disposé en couches concentriques, lamellaires, radios opaques.

III- 6- 1. 3. Les phosphates ammoniaco-magnésiens : sont jaunes, friables, souvent coralliformes. Ces calculs se développent en milieu alcalin infecté par des germes uréasiques (*Proteus*, *Klebsiella*) et sont radio-opaques. Ils touchent la femme dans 80% des cas.

#### III- 6- 2. Les calculs organiques :

##### III- 6- 2.1. L'acide urique :

- ✓ Les calculs d'acide urique sont arrondis, lisses, vert foncé ou rouge brun, très durs et souvent multiples, de taille variable.
- ✓ A la radiographie, ils sont transparents, quand ils sont purs ; lorsqu'ils sont mélangés avec de faibles quantités d'oxalate de calcium (ce qui est fréquent) ils deviennent très faiblement radio-opaques.

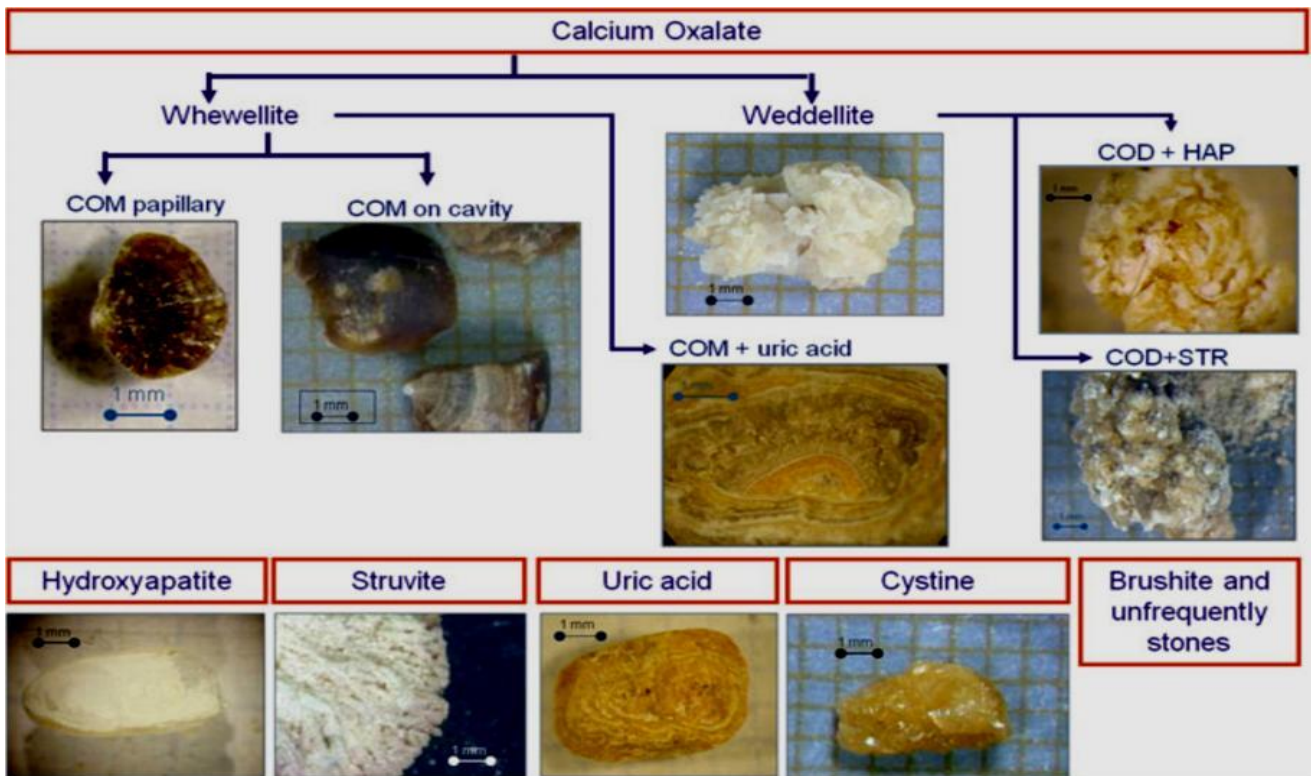
##### III- 6- 2.2. La cystine :

- ✓ Les calculs de cystine, très rares, sont presque toujours purs, ils sont lisses, jaune clair d'apparence cireuse. Ils sont multiples ou coralliformes bilatéraux et faiblement radioopaques, d'aspect homogène.

##### III- 6- 3. La lithiase médicamenteuse:

- ✓ En rapport avec la précipitation de produits ingérés qui cristallisent eux-mêmes. En effet, toute substance médicamenteuse peu soluble en milieu aqueux, est susceptible de cristalliser (indinavir, sulfamides, glafenine, triamterène, allopurinol...) (Keïta, 2006).





**Figure 19** : Les types des calculs urinaires selon la composition chimique. (Giannossi & Summa, 2013)

### III- 7. Evolution :

Toute lithiase ; quelle qu'en soit la nature, a une évolution favorable. C'est surtout le cas de petit volume, unilatérale non obstructive et non infectée. Les petites lithiases calicielle, pyélique ou unilatérales peuvent s'éliminer spontanément au prix de colique néphrétique. Cependant, dans l'ensemble la lithiase traitée est très souvent une maladie à récurrence et un malade qui a eu une colique néphrétique en refait en général d'autres dans sa vie. Certaines lithiases sont par contre source de complication (Ouattara, 2015).

### III- 8. La lithogénèse :

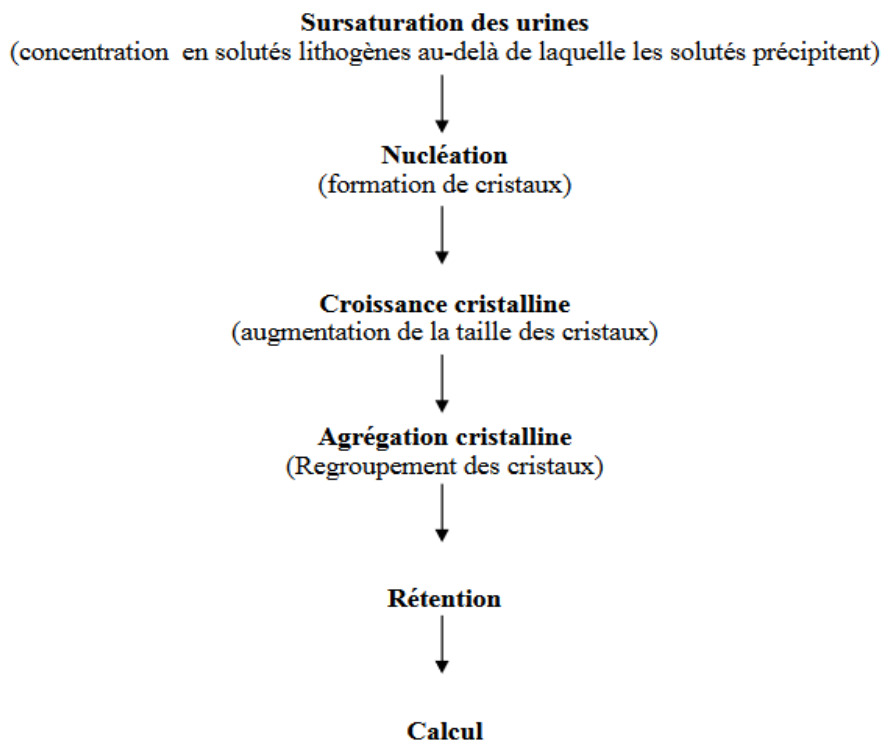
La lithogénèse est l'ensemble des processus qui aboutissent à la formation d'un calcul dans l'appareil urinaire. Elle consiste en la rétention et la croissance secondaire des cristaux et agrégats cristallins au niveau de l'appareil urinaire, suite à une adhérence à l'épithélium, à un piégeage dans une matrice protéique, à une stase locale dans des zones du tractus urinaire présentant des anomalies anatomiques (tels que diverticules caliciels, ectasies canaliculaires précalicielles, sténose de jonction serrée, etc.).



Toutefois, la présence de cristaux dans les urines ne constitue pas en soi un phénomène pathologique, les cristaux pouvant s'observer aussi dans les urines de personnes normales (Abassene, 2019).

### III- 8.1. Les étapes de la lithogénèse :

Le processus de la lithogénèse peut être décomposé en plusieurs étapes qui se succèdent ou s'entremêlent au cours de la formation d'un calcul (Bendahmane, 2019). Elles sont décrites ci-dessous :



**Figure 20** : Les étapes de la lithogénèse (Bendahmane, 2019)

#### III- 8.1.1. Sursaturation :

La sursaturation urinaire est un des principaux facteurs de la lithogénèse, elle traduit un excès de concentration d'une substance dissoute dans l'urine par rapport aux capacités solvants de celle-ci. Dans la majorité des cas, elle génère une phase insoluble faite des cristaux et en assure la croissance ultérieure. Dans des conditions physicochimiques définies (température, pression, pH...), une substance cristalline soluble dans un solvant donné, eau ou urine se dissout jusqu'à atteindre une certaine concentration, au-delà de laquelle il y'a dépôt de cristaux (Bendahmane, 2019).

Les causes de la sursaturation urinaire sont très diverses, on peut citer parmi ces causes, les IU, les médicaments lithogènes, les excès alimentaires, etc.(Abassene, 2019)

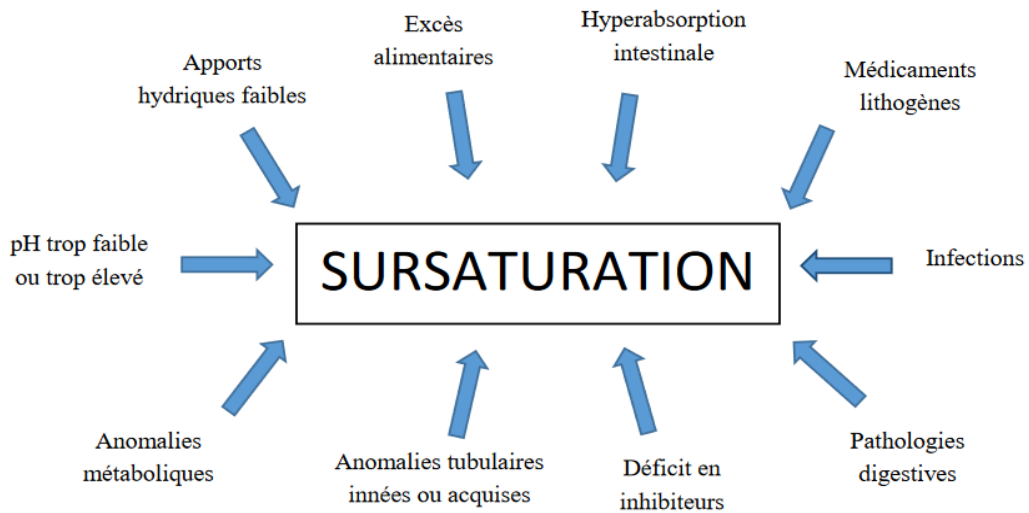


Figure 21 : Principales causes de sursaturation urinaire (Abassene, 2019)

III- 8.1.2. Nucléation :

La nucléation cristalline ou la germination est le premier stade de particules solides conduisant à la formation de calculs. Lorsque le niveau de sursaturation est suffisant, les molécules dissoutes se rassemblent en quelques secondes pour constituer des germes cristallins par nucléation homogène ou hétérogène.

III- 8.1.3. La croissance des cristaux :

Les germes cristallins initiaux (<10 nm) vont augmenter de taille, pour former des cristaux entre 1 et 100µm. Un germe, retenu dans l'espace pelvien ou caliciel, peut augmenter de taille par croissance des cristaux et par l'ajout d'autres cristaux, par agrégation ou agglomération.

Oxalate de calcium dihydraté (weddelite)	Oxalate de calcium monohydraté (whewellite)	Acide urique	Phosphate de calcium (carapatite)	Phosphates ammoniacaux magnésien ou phosphates triples (struvite)
pH acide	pH acide	pH acide	pH alcalin	pH alcalin

Figure 22 : Les cristaux urinaire (<https://microbiologiemedicale.fr/>)

**III- 8.1.4. Agrégation cristalline :**

Cette étape lente, semble être un phénomène essentiel à la formation du calcul, du fait qu'elle conduit au regroupement des cristaux en particules plus volumineuses soit par un mécanisme d'attraction électrostatique soit par le biais de liaisons visqueuses avec les macromolécules fortement chargées.

**III- 8.1.5. La rétention cristalline :**

La stagnation de l'urine, même peu saturée, dans une cavité rénale (diverticule caliciel, vessie en cas d'obstacle) empêche les cristaux de s'évacuer, entraînant la formation de plusieurs calculs sur le même site, surtout en cas d'anomalies métaboliques.

**III- 8.1.6. Croissance du calcul :**

Le support matriciel, le corps étranger ou l'agrégat accroché à la muqueuse forment le nucléus du calcul qui grossit peu à peu, par capture de nouveaux cristaux sur la structure initialement formée. Les premiers temps de la lithogénèse (cristallisation et rétention) sont courts, n'excédant pas la durée du transit de l'urine dans le rein (environ une minute), alors que la croissance, qui dépend de l'environnement physico-chimique, est plus ou moins lente. Un calcul de 10 mm de diamètre se forme sur une période allant de quelques mois jusqu'à 15 à 20 ans selon le degré ou la pérennité de l'activité cristallogène de l'urine (Abassene, 2019 & Bendahmane, 2019).

**III- 8-2. Les promoteurs et les inhibiteurs de la cristallurie :**

La formation de calculs résulte d'un déséquilibre entre des facteurs promoteurs et des facteurs inhibiteurs de la lithogénèse.

**III- 8-2.1. Les promoteurs :**

Les ions qui participent à la formation des espèces insolubles sont appelés promoteurs de la cristallisation. Au nombre d'une dizaine, ils s'associent très souvent par deux ou par trois pour former une substance cristallisable qui, elle-même, peut se présenter sous plusieurs espèces cristallines. Ces dernières se forment dans des environnements biologiques différents dont elles témoignent, d'où l'intérêt de les prendre en considération pour identifier les facteurs étiologiques d'une maladie lithiasique.

Dans le cas de l'oxalate de calcium, la whewellite (oxalate de calcium monohydraté) est avant tout oxalate-dépendante, donc le marqueur d'états hyperoxaluriques, alors que la weddellite (oxalate de calcium dihydraté) est plutôt calcium-dépendante et observée préférentiellement dans des contextes

hypercalciuriques. En ce qui concerne les phosphates calciques, des distinctions méritent d'être faites selon la nature de l'espèce cristalline identifiée. Ainsi, la brushite est, comme la weddellite, une forme cristalline calcium-dépendante, contrairement à la whitlockite que l'on rencontre plutôt dans des contextes infectieux (Sabah, 2014).

### III- 8-2.2. Les inhibiteurs :

Pour s'opposer aux effets des promoteurs, différentes substances de l'urine, également ionisées, sont capables de former des espèces chimiques solubles qui vont réduire le risque de cristallisation ou vont se fixer à la surface des germes cristallins pour les empêcher de grossir ou de s'agréger.

Un inhibiteur est, donc, défini comme une substance susceptible d'empêcher, de ralentir ou de réduire l'une ou l'autre phase de la cristallisation d'une espèce minérale donnée. Partant de cette définition, de nombreuses molécules présentes dans les urines peuvent prétendre au titre d'inhibiteur de cristallisation. Elles ont un poids moléculaires (PM) très variable, allant de 1 à 100.000 Da, et même d'avantage. Pour certains auteurs, cette définition est beaucoup plus restrictive actuellement, puisque sont exclues toutes les substances qui contribuent à réduire la sursaturation.

Les inhibiteurs appartiennent à des familles diverses. On distingue des ions mono-atomiques, généralement di ou trivalents ( $Mg^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ) des ions poly-atomiques et de petites molécules acides (citrate, isocitrate, pyrophosphate, acide aspartique, etc....), enfin des macromolécules de poids moléculaire compris entre 10.000 et 100.000 Da qui sont considérées comme les responsables principales de l'activité inhibitrice urinaire. Les effets des inhibiteurs sont assez difficiles à préciser (MESSAOUDI, 2014).

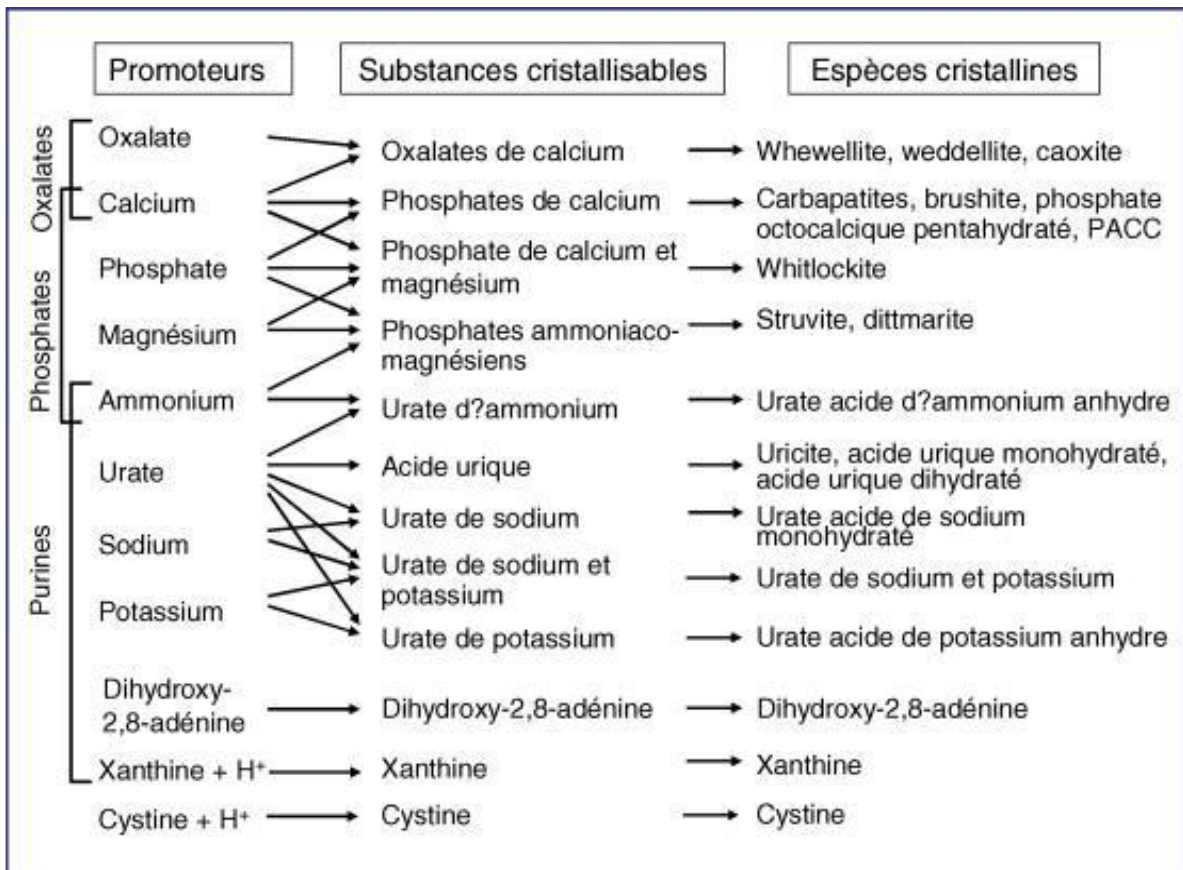


Figure 23 : Promoteurs, substances cristallisables et espèces cristallines (MESSAOUDI, 2014)

### III- 9. Traitement de lithiase :

La lithiase urinaire peut se traite par différentes manières selon la nature chimique, soit par :

#### → Mesures diététiques particulières

Elles sont à adapter en fonction de l'étiologie des calculs :

- Calculs uriques : alcalinisation des urines (par exemple par l'eau de Vichy). Objectif : pH neutre 6,5 et 7, régime pauvre en fructose et en purines ;
- Calculs phospho – ammoniaco - magnésien (PAM) : suppression des boissons alcalines, acidifications des urines (par acide phosphorique);
- Calculs de cystine : alcalinisation des urines (le pH urinaire doit être > 7,5), boisson abondantes (diurèse > 3 L/j).

#### → Traitements médicamenteux

Ils sont réservés à des cas très particuliers :

- Antibiothérapie adaptée en cas de calcul PAM ;
- Diurétique thiazidique en cas d'hypercalciurie persistante ;
- Allopurinol en cas d'hyperuricémie.

→ *Surveillance*

Elle est essentielle. Une surveillance semestrielle est recommandée la première année puis annuelle, avec un bilan urinaire (SAFAA, 2015).

**Traitement chirurgical :**

-La chirurgie ouverte (lombotomie, incision iliaque, l'uretérolithotomie) ;

-La lithotritie extracorporelle : méthode non invasive qui repose sur l'effet physique d'une onde de choc sur les calculs afin de les fragmenter et faciliter leur élimination dans les jours suivants (BOUHADOUN & BOUMRAR, 2018).

**PARTIE EXPERIMENTALE**  
**CHAPITRE I**  
**MATÉRIEL ET MÉTHODE**

## Chapitre I : Matériel et méthode

### Introduction et objectifs d'étude :

Notre étude expérimentale est réalisée au niveau de laboratoire pédagogique PFE au sein de département SNV dont l'objectif est d'identifier qualitativement la présence de certains métabolites secondaires par screening phytochimique et d'étudier l'activité antioxydant et anti-lithiasique de l'extrait aqueux de la plante *Capparis spinosa L.* (feuilles) dont la partie la plus utilisée de cet plante en medecine traditionnelle dans la plante est les fleurs.

### I- Matériel

#### I- 1 Matériel végétal

*Capparis spinosa L* est une plante de la famille des Capparidaceae communément appelée le câprier le Kabbar en Algérie.



**Figure 24 :** Photo de la plante *Capparis spinosa* au milieu de récolte (Hamada Oued Azouil)

#### I- 1.1 Récolte :

Le matériel végétal utilisé dans le présent travail, comporte les écorces des feuilles de *Capparis spinosa L.*

❖ **La zone de récollé :** la récolte de la plante *Capparis Spinosa L.* s'effectue sur les récifs de montagne de l'un des affluent d'Oued M'Zab « *Oued Azouil* » région Bounoura -Ghardaia -(Sahara septentrionale ou Nord de Sahara d'Algérie) au moi Mars-Avril 2022.

❖ **Les coordonnées géographiques de la zone de récollé :** Latitude : 32.4862, Longitude : 3.70771  
32° 29' 10" Nord, 3° 42' 28" Est.



L'altitude à la surface de la mer : 484 m.



**Figure 25 :** La zone géographique de récolte de la plante étudiée « *Oued Azouil* » région Bounoura - Ghardaia- (Sahara septentrionale ou Nord Sahara d'Algérie).

### I- 1.2. Séchage :

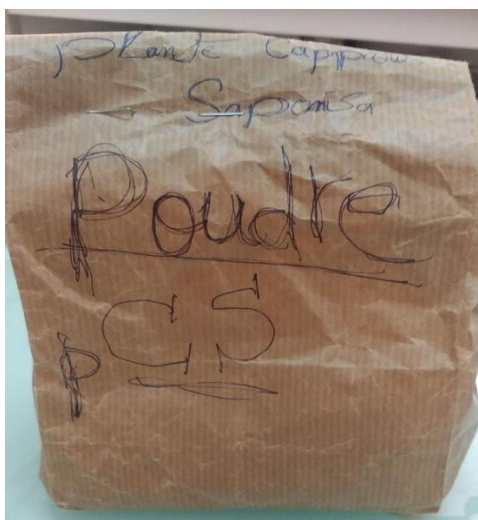
Les parties feuilles fraîchement récoltées, elles ont été nettoyées et séchées à l'air libre et à l'abri de la lumière et de l'humidité dans un endroit sec avec une circulation naturelle de l'air, afin de déshydrater les feuilles à abaisser sa teneur en eau, et de préserver au maximum l'intégrité des molécules.



**Figure 26 :** Photo de nettoyage et séchage des feuilles de la plante *Capparis Spinosa L.*

### I- 1.3. Conservation :

Les feuilles de la plante *Capparis Spinosa L.* sont conservées à l'abri de la lumière, air et au sec dans des sacs en papier bien fermé.



**Figure 27** : Photo de conservation de la poudre de *Capparis Spinosa L.*

Cette technique est nécessaire pour les plantes qui subissent à des transformations chimiques sous l'influence des ultraviolets. Les plantes riches en produits volatiles et qui s'oxydent rapidement sont conservées dans un milieu étanche (ADOUANE, 2016)

#### I- 1.4. Broyage :

Le matériel végétal récolté est ensuite broyé à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre fine et homogène permettant d'améliorer le rendement d'extractions. Cette poudre est conservée dans des flacons fermés et étiquetés, en vue de procéder aux différentes manipulations.

#### I- 1.2 Appareillage et réactifs :

Les réactifs, produits et appareillage sont utilisés dans notre travail sont affichée dans le tableau 3.

**Tableau 3** : Le Matériel et produits utilisé

Matériel et verreries	Appareillage	Produits et solvants
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ballon de 1000 ml</li> <li>- Barreau magnétique</li> <li>- Erlenmeyer et béchers</li> <li>- Boîtes pétries</li> <li>- Papier filtre Wattman (3 mm)</li> <li>- Tubes en verre + support</li> <li>- Tubes à essai + support</li> <li>- Cuve chromatographique</li> <li>- Plaque CCM</li> <li>- Pipette Pasteur</li> <li>- cellule de Malassez</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etuve ventilée 60/104 °C</li> <li>- Dessiccateur</li> <li>- Bain-marie thermostaté.</li> <li>- Agitateur magnétique à plaque chauffante (150 tpm)</li> <li>- Spectrophotomètre UV-Vis</li> <li>- Broyeur électrique</li> <li>- Vortex</li> <li>- Centrifugeuse à 3000 tr/min</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eau distillée</li> <li>- Hydroxyde de sodium (NaOH diluée)</li> <li>- HCl diluée</li> <li>- Liqueur de Fehling</li> <li>- Réactif de Mayer</li> <li>- Acide sulfurique concentré</li> <li>- Réactif de Folin</li> <li>- Carbonate de sodium (10%)</li> <li>- Standard : Acide gallique, catéchine et acide ascorbique</li> <li>- AlCl<sub>3</sub> (2%)</li> <li>- Méthanol</li> <li>- DPPH (50 µM)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Microscope optique couplée à une appareil photo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tampon phosphate (0,2 M; pH 6)</li> <li>- Chlorure ferrique (1%)</li> <li>- Eau physiologique NaCl (0.15 M)</li> <li>- Chlorure de calcium (CaCl<sub>2</sub>)</li> <li>- Oxalate de sodium (Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)</li> <li>- Chlorure de potassium KCl (0,2 M)</li> </ul>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### I- 2. Taux d'humidité (teneur en eau) :

La détermination de la teneur en eau a été réalisée selon la méthode proposée par **Benkhaled (2018)** avec quelques modifications. Juste à l'arrivée des échantillons au laboratoire, la dessiccation est réalisée par évaporation à l'étuve à 105 °C de 1 g de matière végétale jusqu'à ce que le poids devienne pratiquement constant. La teneur en eau est définie comme étant la perte de poids subi lors de la dessiccation.

La détermination de teneur en eau se fait par le calcul de la différence de poids avant et après la dessiccation selon la formule suivante :

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = [(M1 - M2) / M1] \times 100$$

**M1** : masse en g de l'échantillon avant séchage.

**M2** : masse en g de l'échantillon après séchage.

### I- 3. Préparation d'extrait aqueux :

Dans un ballon monocol, surmonté d'un réfrigérant, on introduit 50 g des feuilles de la plante (poudre) avec 500 ml d'eau distillée. Le mélange a été porté sous chauffage à reflux pendant 2 h.



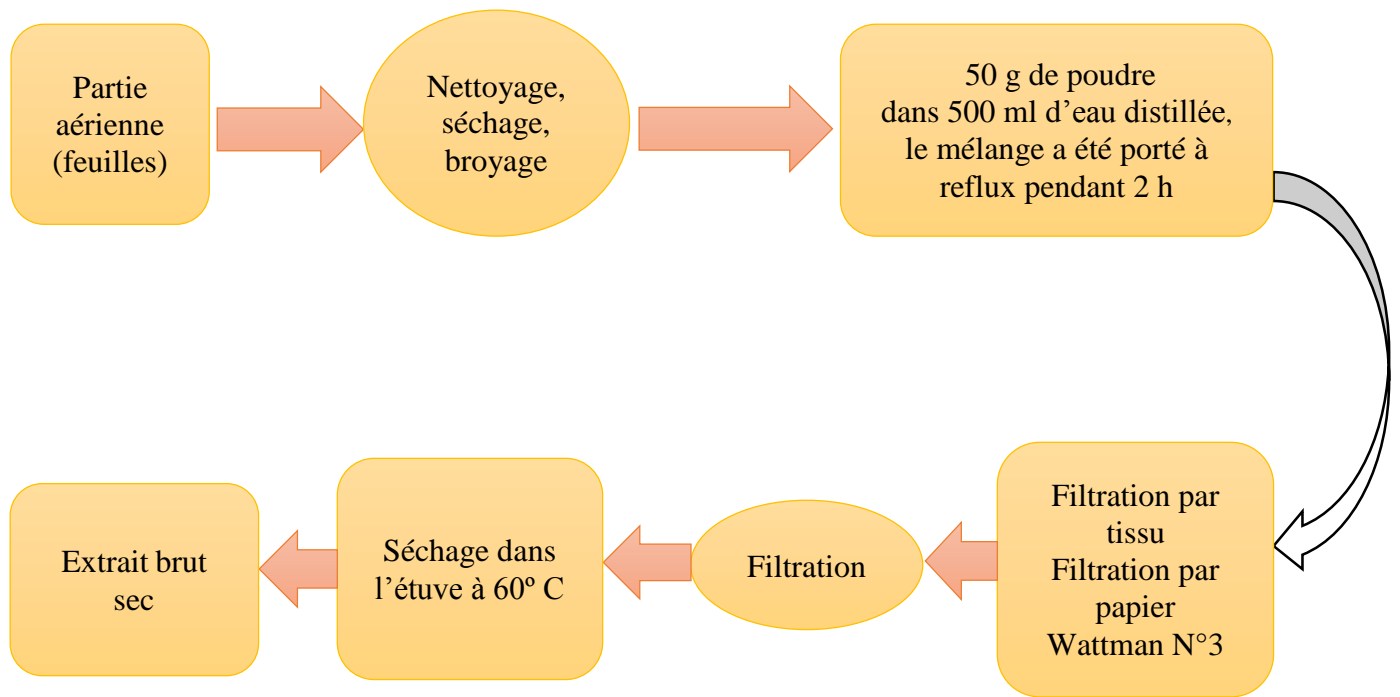


**Figure 28 :** Extraction par décoction sous un montage à reflux

Après extraction, le mélange est ensuite filtré puis pressé pour extraire les substances actives dissoutes dans l'eau. Le filtrat obtenu a été versé dans des boîtes Pétri et mis à l'étuve à 40 °C pendant 72 h pour un parfait séchage en poudre. Cette poudre est conservée dans des boîtes en verre bien fermée (Melle Belhadj, 2020).



**Figure 29 :** filtration sous vide.



**Figure 30 :** Le protocole expérimental d'obtention de l'extrait aqueux de la plante *Capparis Spinosa* L.

#### I- 4. Calcul du rendement d'extrait brut :

Le rendement de chaque extrait a été déterminé selon la formule suivante :

$$\mathbf{R\ (\%) = (M / M_0) \times 100}$$

**R :** Rendement exprimé en %.

**M :** Masse en gramme de l'extrait sec récupéré.

**M<sub>0</sub> :** Masse en gramme du matériel végétal sec. (Boubendir et al., 2021)

#### I- 5. Screening phytochimique :

L'examen phytochimique est nécessaire pour identifier les grandes familles des métabolites secondaires existants dans les feuilles de la plante étudiée, basé sur des réactions de coloration et/ou de précipitation (Tlili et al., 2020).

##### I- 5.1 Test des Alcaloïdes :

Prenez 2 ml d'extrait de la plante dans un tube à essai et ajoutez une petite quantité de réactif de Mayer, cela donne une précipitation de couleur crème (Rajeshwar & Lalitha, 2013).

##### I- 5.2 Test des tanins :

La présence des tanins a été mise en évidence par la réaction au chlorure de fer (III) dans la décoction par l'addition de quelques gouttes de chlorure ferrique (FeCl<sub>3</sub>) 1%. La réaction au FeCl<sub>3</sub> provoque l'apparition de précipité ou de coloration verdâtre ou bleu-noirâtre.

**I- 5.2.1 Mise en évidence des tanins catéchiques :**

Cinq millilitres d'extrait ont été ajoutés à 5 ml d'HCl concentré. L'ensemble a été porté à ébullition pendant 15 min puis filtré sur papier filtre. En présence des tanins catéchiques, il se forme un précipité rouge soluble dans l'alcool iso-amylique.

**I- 5.2.2 Mise en évidence des tanins galliques :**

Trente millilitres d'extrait ont été ajoutés à 15 ml de réactif de Stiasny (10 ml de formol 40% et 5 ml d'HCl concentré), le mélange a été maintenu au bain-marie à 90° C pendant 15 min d'environ. Après filtration, le filtrat a été saturé par 5 g d'acétate de sodium pulvérisée. Ensuite, 1 ml par goutte à goutte d'une solution de FeCl<sub>3</sub> 1% a été ajouté. La présence des tanins galliques a été montrée par l'obtention d'un précipité (Ouda, 2015).

**I- 5.3 Test des mucilages :**

Après avoir introduit 1 ml de décocté (10%) dans un tube à essai, 5 ml d'éthanol absolu ont été ajoutés, suivi d'une agitation. Le mélange a été reposé pendant une dizaine de minutes et la présence de mucilage dans la drogue a été indiquée par l'obtention de précipité floconneux (Ouda, 2015).

**I- 5.4 Test des Flavonoïdes :**

Le test consiste à ajouter à 1 ml d'extrait à une solution de NaOH et laisser agir 3 minutes. L'apparition d'une coloration jaune intense implique la présence des flavonoïdes. L'ajout de quelques gouttes d'une solution acide diluée permet la persistance de la coloration (Madi & Belkhiri, 2018)

**I- 5.5 Test phénolique :**

Prendre 2 ml d'extrait de plante dans un tube à essai et ajouter une petite quantité de solution de FeCl<sub>3</sub> qui donne une couleur noir bleuté (Rajeshwar & Lalitha, 2013).

**I- 5.6 Test des Saponines :**

La détection des saponines est réalisée en ajoutant un peu d'eau à 1 ml de l'extrait aqueux. Par la suite, cette solution est fortement agitée. Après 15 min de repos. La détection des saponines se traduit par la persistance d'une mousse d'au moins 1 cm après les 15 minutes (Madi & Belkhiri, 2018).

**I- 5.7 Test des Coumarines :**

Dans un tube à essai, 5 ml d'extrait est ajouté à 0,5 ml de NH<sub>4</sub>OH à 25%. La présence des coumarines est révélée par l'observation de la fluorescence sous une lampe UV à 366 nm. Une fluorescence intense dans le tube dont l'ammoniaque a été ajouté indique la présence des coumarines (Madi & Belkhiri, 2018).

**I- 5.8 Test des quinones :**

La présence des quinones libres a été confirmée par l'ajout de quelques gouttes de NaOH 1/10, lorsque la phase aqueuse a viré au jaune, rouge ou violet (Yeo et al., 2011).

**I- 5.9 Test des terpénoïdes (Test de Salkowski) :**

Cinq ml de chaque extrait ont été mélangés dans 2 ml de chloroforme, et du H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré (3 ml) a été soigneusement ajoutée pour former une couche. Une coloration brun rougeâtre de l'interface s'est formée pour montrer des résultats positifs pour la présence des terpénoïdes (**Edeoga et al., 2005**).

**I- 5.10 Test des composés réducteurs :**

Leur détection consiste à introduire 2 ml de l'extrait aqueux dans un tube à essai, puis 2 ml de la liqueur de Fehling sont ajoutés. Ensuite, l'ensemble est porté au bain-marie bouillant durant 8 min. L'obtention d'un précipité rouge brique indique la présence des composés réducteurs (**EL-Haoud et al., 2018**).

**I- 6. Dosage des polyphénols totaux :****I- 6.1. Principe :**

Le test Folin-Ciocalteu est la méthode la plus largement utilisée pour l'évaluation de la teneur en composés phénoliques totaux dans des extraits d'une plante. Le réactif Folin-Ciocalteu consiste en un mélange oxydant d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique qui est une fois réduit, donne un chromophore bleu constitué d'un complexe phosphotungstique phos-phomolybdène, où l'absorption maximale des chromophores dépend de la concentration des composés phénoliques. L'utilisation de la longueur d'onde de 760 nm, qui semblait être la mieux adaptée pour produire une absorption maximale du complexe phosphotungstique phosphomolybdène (**Rahmani et al., 2020**).

**I- 6.2 Mode opératoire :**

Le contenu phénolique total a été déterminé par le Folin-Méthode Ciocalteu (**Li et al., 2007**). Après dilution appropriée, 200 µL de l'échantillon a été ajouté à 1 ml de réactif Folin-Ciocalteu (1/10). Après 4 min d'incubation, 800 µL de carbonate de sodium saturé solution (10 %) a été ajoutée. L'absorbance à 760 nm a été mesuré après incubation à température ambiante (25°C) pendant 2 h. L'acide gallique (0-200 µg/ml) a été utilisé comme standard pour la courbe d'étalonnage.

**I- 6.3 Expression des résultats (calcul)**

La quantification des polyphénols a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage réalisée par un étalon "l'acide gallique" à différentes concentrations (0 - 200 µg/ml) dans les mêmes conditions que les extraits. Les résultats ont été exprimés en microgrammes d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait (µg EAG/mg).

$$\text{TCP} = C * V / m$$

**C** : Concentration de l'extrait (mg EAG/g).

**V** : Volume de solvant utilisé pour l'extraction (ml).

**m** : Masse en grammes de la prise d'essai (g).

## I- 7. Dosage des flavonoïdes totaux :

### I- 7.1. Principe :

La méthode au chlorure d'aluminium a été largement utilisée pour l'estimation de la teneur totale en flavonoïdes. Cette méthode est basée sur la capacité des flavonoïdes à former un complexe stable avec des ions  $Al^{3+}$  dans une solution. La couleur du complexe dépend du rapport des ions  $Al^{3+}$  sur les molécules de flavonoïdes et du motif des groupements hydroxyles (OH) de ces dernières. Pour cette raison, les lectures spectrophotométriques utilisées dans cette méthode peuvent varier de 367 à 510 nm dans différentes procédures expérimentales (**Rahmani et al., 2020**).

### I- 7.2 Mode opératoire :

La méthode (**Ribarova et al., 2005**) a été utilisée pour le dosage des flavonoïdes totaux. Une aliquote (250  $\mu$ l) d'extraits ou de solution standard de catéchine (0-200  $\mu$ g/ml) a été ajoutée à un volume de 1250 d'eau distillée, puis on ajoute 75  $\mu$ l de  $NaNO_2$  à 5 %. Au bout de 6 minutes d'incubation à l'obscurité, un volume de 150  $\mu$ l d' $AlCl_3$  à 10 % a été ajouté. A la 6ème minute de deuxième incubation, 500  $\mu$ l de NaOH (1 M) ont été ajoutés et le volume total a été complété à 2,5 ml d'eau distillée. La solution a été bien mélangée et l'absorbance a été mesurée au spectrophotomètre UV-Vis par rapport au blanc de réactif préparé à 510 nm. La catéchine (0–200  $\mu$ g/ml) a été utilisée comme standard pour la courbe d'étalonnage.

### I- 7.3 Expression des résultats (calcul)

La quantification des flavonoïdes a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage réalisée par un étalon "la catéchine" à différentes concentrations (0-200  $\mu$ g/ml) dans les mêmes conditions que les extraits. Les résultats ont été exprimés en microgramme d'équivalent de catéchine par milligramme de matière sèche du plante ( $\mu$ g EQ/mg).

$$TF = C * V / m$$

**C** : Concentration de l'extrait (mg EQ/g)

**V** : Volume de solvant utilisé pour l'extraction (ml)

**m** : Masse en grammes de la prise d'essai(g).

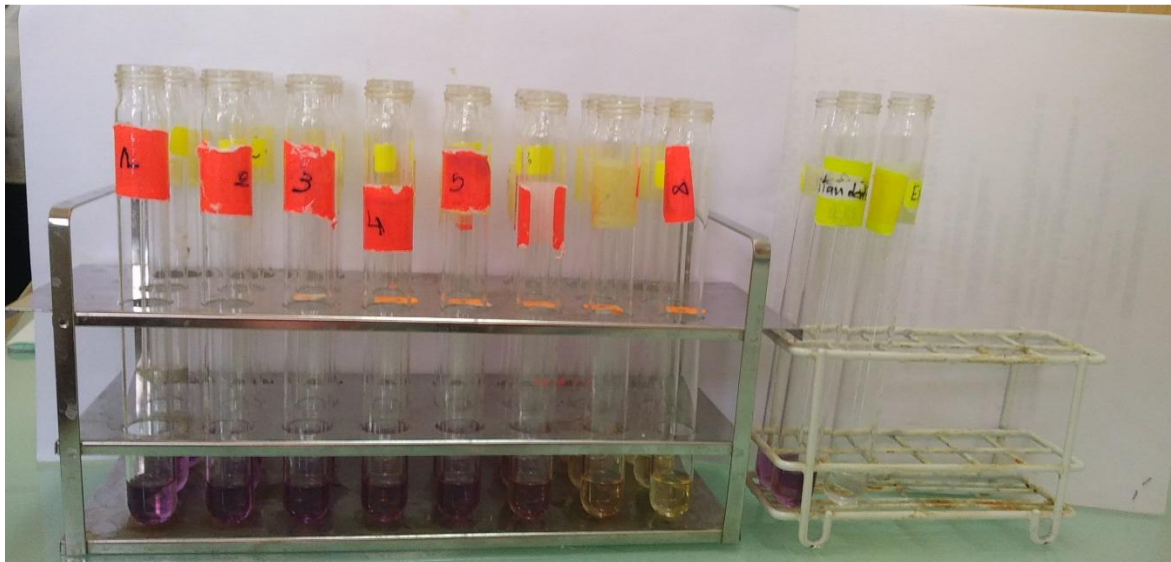


### I- 8 Evaluation de l'activité anti-oxydante (pouvoir anti-radicalaire DPPH) :

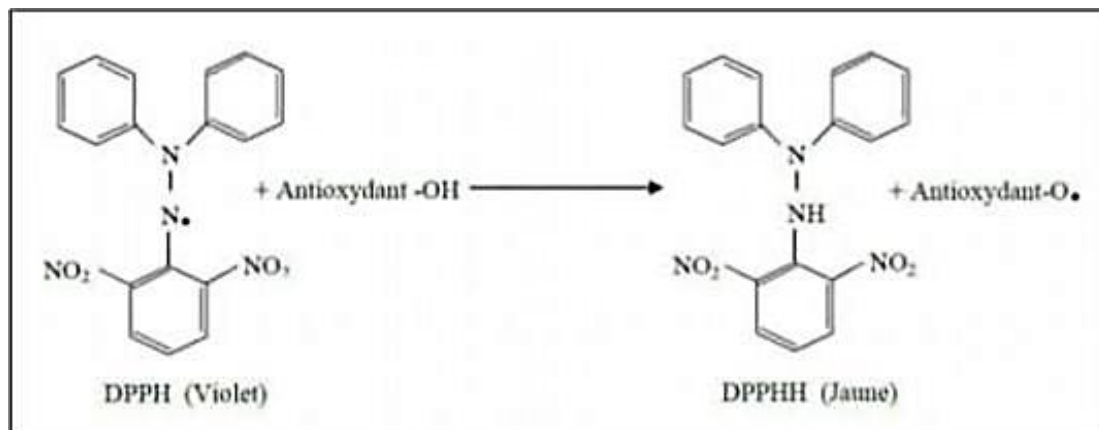
L'activité antioxydante est une activité de piégeage des radicaux libres qui est mesurée en utilisant le DPPH comme un radical libre. Ce dernier est relativement instable et absorbe dans le visible à la longueur d'onde de 515 à 520 nm.

#### I- 8.1. Principe :

Le test DPPH est basé sur la mesure de l'aptitude d'un antioxydant à exercer un effet Scavenger sur le radical libre DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl). Le radical DPPH est réduit en hydrazine lorsqu'il réagit avec un donneur d'hydrogène. La réduction du DPPH s'accompagne par le passage de la solution d'une couleur violette à une couleur jaune. L'absorbance est mesurée par spectrophotomètre à 517 nm. Une faible absorbance indique une meilleure activité antiradicalaire (Tigrine, 2016).



**Figure 31 :** Photo de réduction de radical DPPH (de couleur violette au diphényl picryl-hydeazine de couleur jaune) en présence d'acide gallique à différentes concentrations.



**Figure 32 :** Equation du radical DPPH transformé en DPPH/H (Talbi H., 2015).

### I- 8.2 Mode opératoire :

La méthode de dosage de l'activité antioxydante se fait selon la méthode de **Li et al., 2008**.

On prépare une solution DPPH de 2,4 mg dans 100 ml de méthanol à 90%. On prépare la solution mère de l'extrait dans le méthanol et par la réalisation des dilutions successives, différentes concentrations sont préparés (2, 1, 0.5, 2.5, 1.25, 0.062 mg/ml). On prend 50 µl de l'extrait de chaque concentration puis on ajoute 1950 µl de la solution de DPPH et chaque échantillon avec son blanc spécifique, dans le blanc spécifique, dans le blanc on remplace le DPPH par le méthanol. En plus le standard contient 50 µl de méthanol + 1950 µl de DPPH Après agitation au vortex, les tubes sont incubés dans l'obscurité à température ambiante pendant 30 min.

La mesure de l'absorbance a été effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Vis à 517 nm. Dans les mêmes conditions et le même mode opératoire, on remplace l'extrait par l'acide ascorbique qui est considéré comme standard.



**Figure 33** : Photo de Spectrophotomètre UV utilisé pour la lecture de l'absorbance.

### I- 8.3 Expression des résultats :

Le % PI (pourcentage d'inhibition) est calculé suivant la formule ci-dessous :

$$\text{PI}\% = \frac{\text{AbsC} - \text{AbsE}}{\text{AbsC}} \times 100$$

Où : **Abs E** : absorbance de l'échantillon.

**Abs C** : absorbance du contrôle.

On utilise comme standard pour le pourcentage d'inhibition l'acide ascorbique (Vitamine C). La variation du pourcentage d'inhibition nous permet de réaliser une courbe d'étalonnage avec laquelle on détermine les concentrations qui correspondent à 50 % d'inhibition (IC50). La valeur d'IC50 la plus faible correspond à l'efficacité puissante antioxydante de notre extrait.

### I- 9. Evaluation de l'activité antilithiasique :

Dans notre travail, on s'intéresse à évaluer le pouvoir inhibiteur de l'extrait aqueux de partie aérienne de *C. spinosa* sur la cristallisation oxalocalcique *in vitro*, on reposant sur le principe de turbidimétrie, suivi par une étude microscopique.

#### I- 9.1. Cristallisation de l'oxalate de calcium

L'oxalate de calcium ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) est un cristal ionique insoluble dans l'eau. Il est le principal composant des calculs urinaires. La cristallisation ou la formation des calculs d'oxalate de calcium se fait par précipitation selon l'équation suivante :



#### I- 9.2. La turbidimétrie :

La turbidimétrie est une méthode optique qui mesure l'absorbance de la solution, et assure le suivi de la cinétique de cristallisation d'une façon continue (Abdelmalek, 2001).

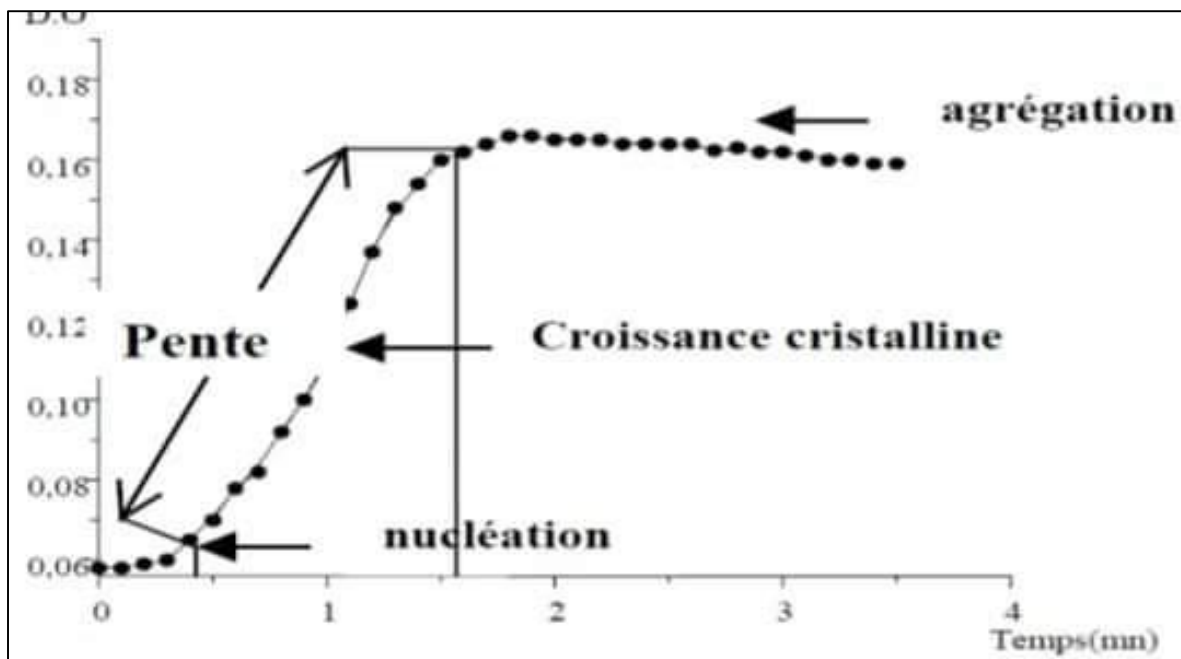
##### ❖ L'allure générale de la courbe turbidimétrique sans inhibiteur :

La courbe peut être divisée en trois parties (figure 31).

**La première partie** : correspond à l'étape de nucléation (germination).

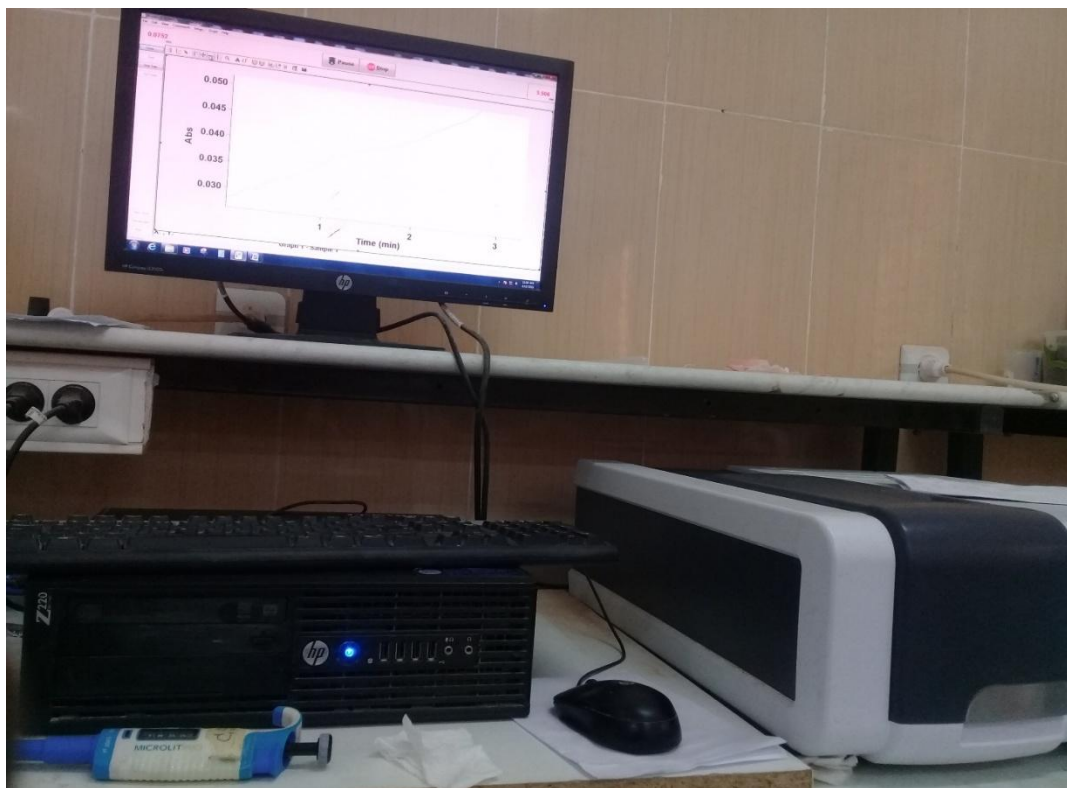
**La 2<sup>ème</sup> partie** : correspond à l'étape de croissance cristalline (caractérisée par la pente turbidimétrique)

**La 3<sup>ème</sup> partie** : correspond à l'étape d'agrégation cristalline.



**Figure 34** : Allure générale de la courbe turbidimétrique de la cristallisation oxalocalcique (Abdelmalek, 2001).

La cristallisation oxalocalcique a été étudiée dans un model turbidimétrique à l'aide d'un spectrophotomètre Cary 60 UV-vis (**figure 32**).



**Figure 35** : Photo de model expérimental d'étude turbidimétrique de la cristallisation oxalocalcique

### I- 9.3. Etude de la cristallisation oxalocalcique par méthode turbidimétrique avec et sans inhibiteurs :

La cristallisation oxalocalcique a été induit au mélange de deux solutions ; une solution de  $\text{CaCl}_2$  (20 mM), et de l'oxalate de sodium  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (2 mM). Les dilutions ont été préparées avec une solution de Na Cl (0.15 M).

#### I- 9.3.1 Test en absence d'inhibiteurs (sans extrait) :

Un volume de 1 ml de  $\text{CaCl}_2$  est placé dans un cuve, placé dans un spectrophotomètre et tarer au zéro, aussi tôt 1 ml de  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  est versé rapidement sur la solution de  $\text{CaCl}_2$ . La mesure de l'absorbance est déclenche immédiatement chaque 6s pendant 10 min à 620 nm (**Abdelmalek, 2001**).

#### I- 9.3.2 Test avec inhibiteurs :

L'évolution de la cristallisation oxalocalcique en présence de l'extrait aqueux de *Capparis Spinosa L* est la même que celle utilisée en absence d'inhibiteur. On ajoute 1 ml de la solution inhibitrice d'extrait aqueux à différentes concentrations (0.5 mg, 0.2 mg, 0.1 mg, 0.05 mg/1ml) à 1 ml de  $\text{CaCl}_2$  (20 mM). Tarer le spectrophotomètre au zéro et un volume de 1 ml de  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (2 mM) est versé rapidement. La mesure de l'absorbance est déclenche immédiatement chaque 6s pendant 10 min

à 620 nm (Abdelmalek, 2001). La manipulation se fait contre un inhibiteur de référence est l'acide citrique avec les concentrations (0.5 mg/ml et 1 mg/ml).



**Figure 36 :** Photo de la solution de test turbidimétrique.

#### I- 9.3.3. Le pourcentage d'inhibition (PI):

Les pourcentages d'inhibition sont déterminés à partir des pentes turbidimétriques en présence et en absence d'inhibiteur par la formule suivante :

$$PI \% = [1 - (P_{AI} / P_{SI})] \times 100$$

$P_{SI}$  : pente turbidimétrique en absence d'inhibiteur.

$P_{AI}$  : pente turbidimétrique en présence d'inhibiteur.

#### I- 9.4. Suivi microscopique de la cristallisation de l'oxalate de calcium :

Le développement et l'agrégation des cristaux de l'oxalate de calcium sont effectués par la préparation de l'urine synthétique à partir des solutions aqueuses de, KCl (0.2 M), CaCl<sub>2</sub> (0.1 M) et d'oxalate de sodium (0.1 M). La procédure de préparation d'urine synthétique est comme suite :

Dans un erlenmeyer de 100 ml sont introduits : 75 ml de solution de KCl, 15 ml de tampon phosphate (pH=6.0) et 1.5 ml de solution aqueux de CaCl<sub>2</sub>. La solution est portée sous agitation magnétique (150 tpm), ensuite 5 ml de l'eau distillée sont ajouté pour l'étude sans inhibiteur. Un volume 1.5 ml de solution d'oxalate de sodium est introduit. Le volume de solution est ajusté à 100 ml avec la solution de KCl.

##### I- 9.4.1. La cristallisation en absence d'inhibiteur :

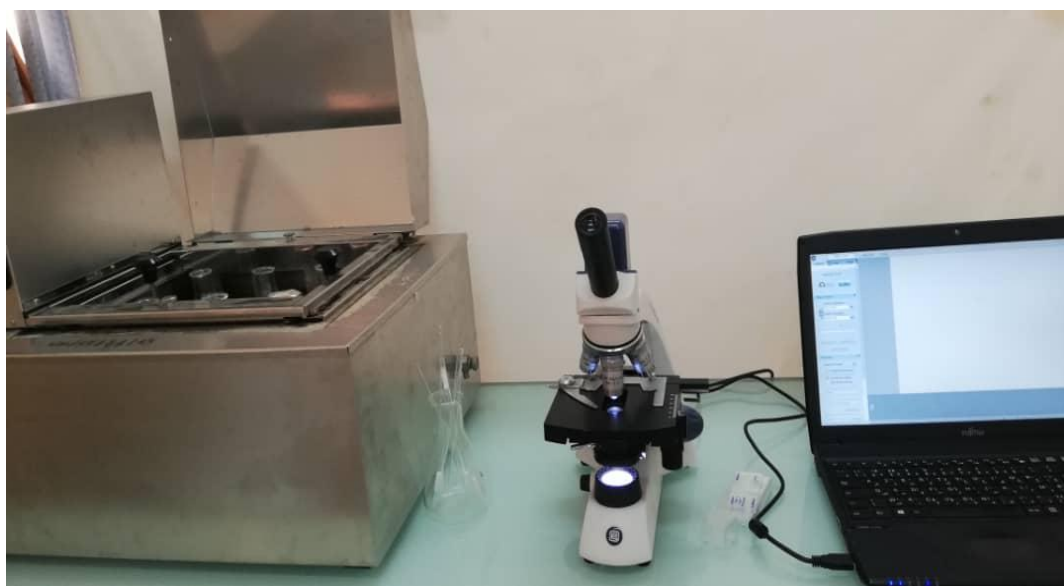
L'urine synthétique est maintenue sous agitation magnétique (150 tpm) à 37°C. Après l'agitation, on pose une goutte de la suspension entre cellule de Malassez et lamelle à l'aide d'une



pipette pasteur et grâce au microscope optique (l'objectif X40) on détermine le nombre des cristaux et d'agrégats d'oxalate de calcium di-hydraté. La cinétique est suivie 10 min pendant 55 minutes.

#### I- 9.4.2. La cristallisation en présence d'inhibiteur (extrait) :

Nous allons observer le développement des cristaux d'oxalate de calcium dans la solution aqueuse en présence de l'extrait aqueux *C. spinosa* avec ces concentrations (0.5 mg /ml, 0.2 mg/ml, 0.1 mg/ml, 0.05 mg/ml). Le volume d'eau distillée (5 ml) est remplacé par 05 ml de l'extrait aqueux à différentes concentrations. De la même façon précédente on suit la cinétique de cristallisation pendant 55 minutes (AOUINA & BOUNOUGA, 2019)



**Figure 37** : Photo de model expérimental de suivi de la cristallisation d'oxalate de calcium par microscope optique (Objectif X40)

#### I- 9.4.3 Le taux d'agrégation :

Le taux d'agrégats représente le pourcentage d'agrégats par rapport au nombre total de cristaux et qui est déterminée par la formule suivante :

$$\text{TA (\%)} = (\text{Nombre d'agrégats} \times 100) / (\text{Nombre de cristaux isolés} + \text{Nombre d'agrégats A}).$$

#### I- 10. Présentation et évaluation Statistique des résultats :

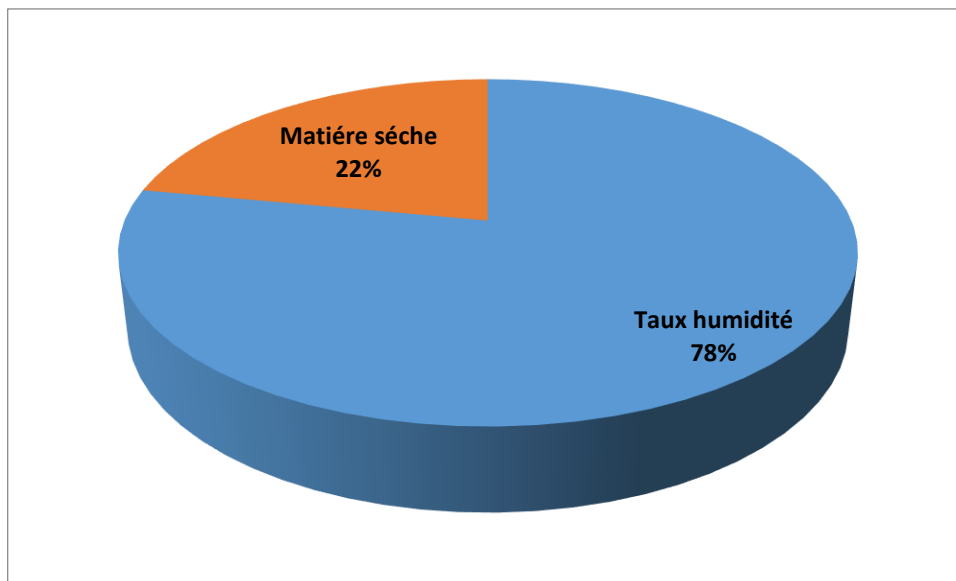
Les courbes et les histogrammes sont traces par le Microsoft Excel 2007. Les résultats des tests sont exprimés en moyenne  $\pm$  écart-type (n= 3). Les valeurs d'IC50 (Concentration inhibitrice à 50%) sont calculées par la méthode de régression linéaire à partir de la courbe (% inhibition = f (Concentration)).

**PARTIE EXPERIMENTALE**  
**CHAPITRE II**  
**RESULTATS ET DISCUSSION**

## II- RESULTATS ET DISCUSSION

### II- 1. Taux d'humidité :

Le séchage juste après la récolte permet de mesurer la teneur en eau de la partie aérienne de *Capparis Spinosa L.* Le taux d'humidité estimé est de 78% cette valeur est relativement élevée par rapport à la région de récolte qui est caractérisée par un climat aride dans lequel. Cela montre la tolérance de *Capparis Spinosa L.* à la sécheresse grâce à une combinaison de mécanismes biochimiques, moléculaires et structurels adaptatifs. (HADJI & TARFAYA, 2019).



**Figure 38 :** Le taux d'humidité et la matière sèche de la plante *Capparis Spinosa L.*

### II- 2. Caractéristique et rendement d'extraction :

Après filtration, on fait la caractérisation de cet extrait selon l'aspect et la couleur (Tableau 4)





**Figure 39** : Photo d'extrait après filtration.

L'extraction aqueuse des feuilles *Capparis Spinosa L.* par décoction nous donne un rendement de 22%. Cette méthode permet l'extraction des substances solubles dans l'eau (composés polaires) en quantité importante tel que : saponosides, composés réducteurs et composés polaires faible flavonoïdes, polyphénols. Ce procédé d'extraction est utilisé également d'extraire le maximum des composés et de prévenir leur dénaturation ou modification.

**Tableau 4** : Les caractéristiques organoleptiques des extraits

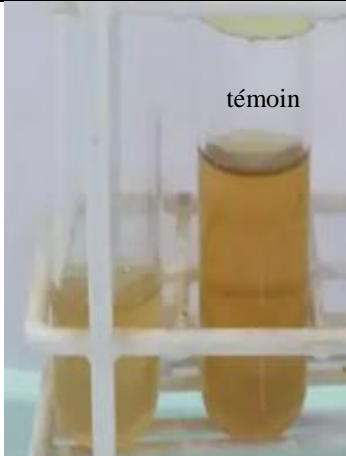
Extrait	Aspect + Couleur	Rendement
EqA D	Liquid + Marron	22%

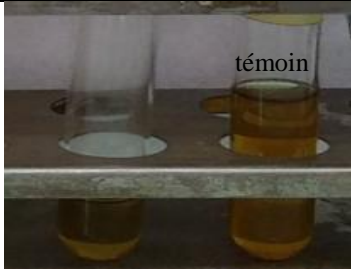
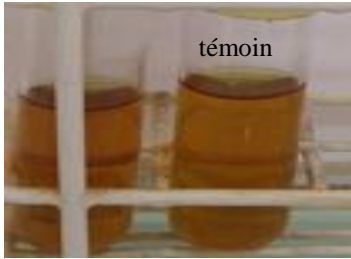

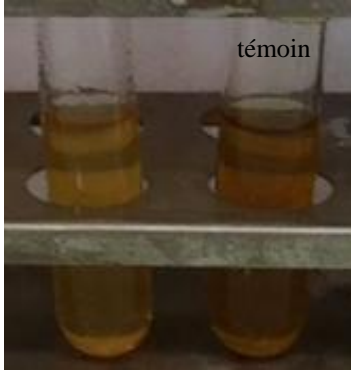
La valeur du rendement dépend de plusieurs facteurs tels que : structure et pH du sol, salinité du milieu de récolte, température, air, altitude...etc. Comme elle peut être liée aux conditions expérimentales (technique d'extraction, température d'extraction, ....).

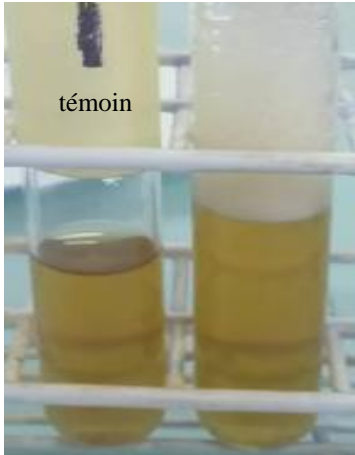
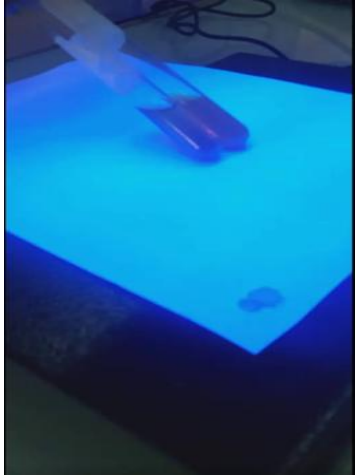

### II- 3. Résultats de screening phytochimique :




Les résultats expérimentaux des tests phytochimiques réalisés sur le matériel végétal broyé de la partie aérienne (feuilles) de *Capparis Spinosa L.* mentionnés dans le tableau 5

**Tableau 5** : Les résultats de screening phytochimique des extraits de la plante *Capparis Spinosa L.*

Métabolite secondaire	Test (Méthode)	Résultats observés	Test positif	Présence ou absence
Alcaloïdes	Teste de Mayer		Apparition d'un précipité brune	-

<b>Tanins</b>	<b>Tanins galliques</b>		Apparition d'un précipité bleu-noirâtre	+
	<b>Tanins catéchiqes</b>		Apparition d'une coloration verdâtre	-
<b>Mucilage</b>			L'apparition d'un précipité floconneux	+++
<b>Flavonoïde</b>			Coloration jaune	+++

<p><b>Saponosides</b></p>	<p><b>Test de mousse</b></p>		<p>Une hauteur de mousse persistante supérieure à 1cm</p>	<p>+</p>
<p><b>Coumarines</b></p>	<p><b>Test de fluorescence</b></p>		<p>L'émission de fluorescence</p>	<p>-</p>
<p><b>Quinone libre</b></p>			<p>L'apparition d'une couleur rouge orangé</p>	<p>+++</p>

<p><b>Stérols et triterpènes</b></p>	<p><b>Test d'interphase</b></p>		<p>Une coloration rouge brunâtre et l'apparition d'une interphase</p>	<p>++</p>
<p><b>Composés réducteurs</b></p>	<p><b>Test de Fehling</b></p>		<p>Formation rouge brique</p>	<p>+++</p>
<p><b>Anthocyanes</b></p>			<p>L'apparition d'une coloration bleu violacé</p>	<p>+++</p>

**Lecture des résultats de screening phytochimique (analyse qualitatif) :**

- : Test négatif

± : Trace

+ : Test faiblement positif

++ : Test positif

+++ : Test fortement positif

Les tests de la composition chimique réalisés sur la poudre des feuilles de la *Capparis Spinosa L.* nous ont permis en premier d'identifier les principaux groupes chimiques présents dans cette plante à travers les réactions de caractérisation qui révèlent la présence plus ou moins importante de certains métabolites secondaires.

D'après le tableau 5, l'analyse phytochimique a montré que dans l'extrait aqueux de cette plante :

-les alcaloïdes et les tanins catéchiques sont totalement absents.

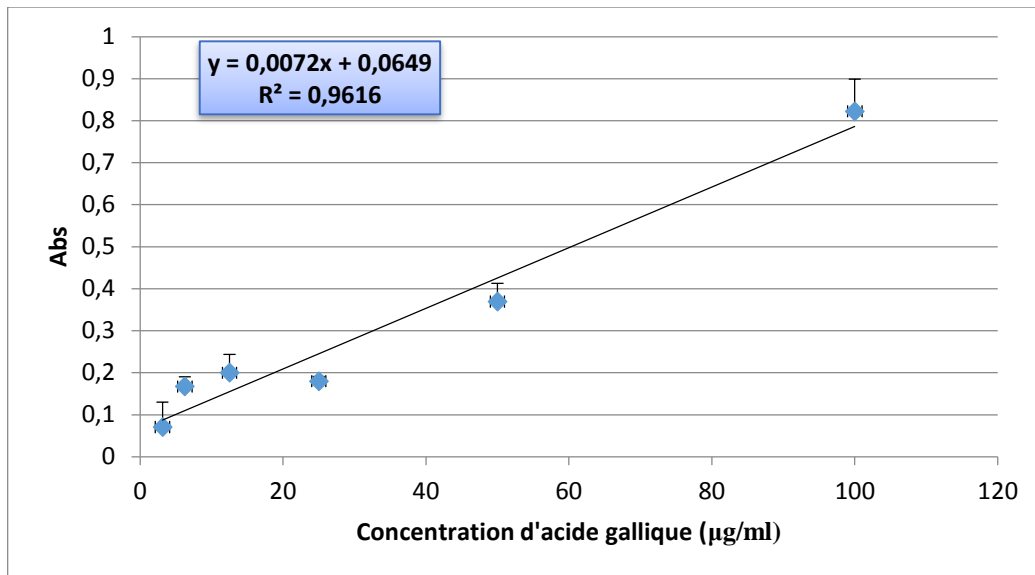
- les tanins galliques, saponosides et les stérols sont présents en faible quantité.

-Les mucilages, les flavonoïdes, les quinones, les composés réducteurs et anthocyanes se trouvent en forte quantité.

Nos résultats sont moins coordonnés avec les résultats d'AD & ZEKRI, (2019) qui montre que l'extrait aqueux par macération révèle la présence de ces métabolites secondaires : alcaloïdes, flavonoïdes, tanins et les terpénoïdes, mais les saponines, les composés réducteurs sont absente.

**II- 4. Dosages des polyphénols et flavonoïdes****II- 4.1. Dosages des polyphénols totaux**

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué par la méthode spectrophotométrie en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Les résultats obtenus sont exprimés en  $\mu\text{g}$  équivalent d'acide gallique par mg de la matière végétale sèche ( $\mu\text{g}$  EQAG/mg Ex). Ils sont basés sur la formule de la régression linéaire de ( $y = 0.0072 x + 0.0649$ ) avec un coefficient de corrélation ( $R^2 = 0.9616$ ), de la courbe  $\text{Abs} = f([\text{Acide gallique}])$ . (Figure 40).



**Figure 40:** La courbe d'étalonnage d'acide gallique (Moyenne  $\pm$  SD)

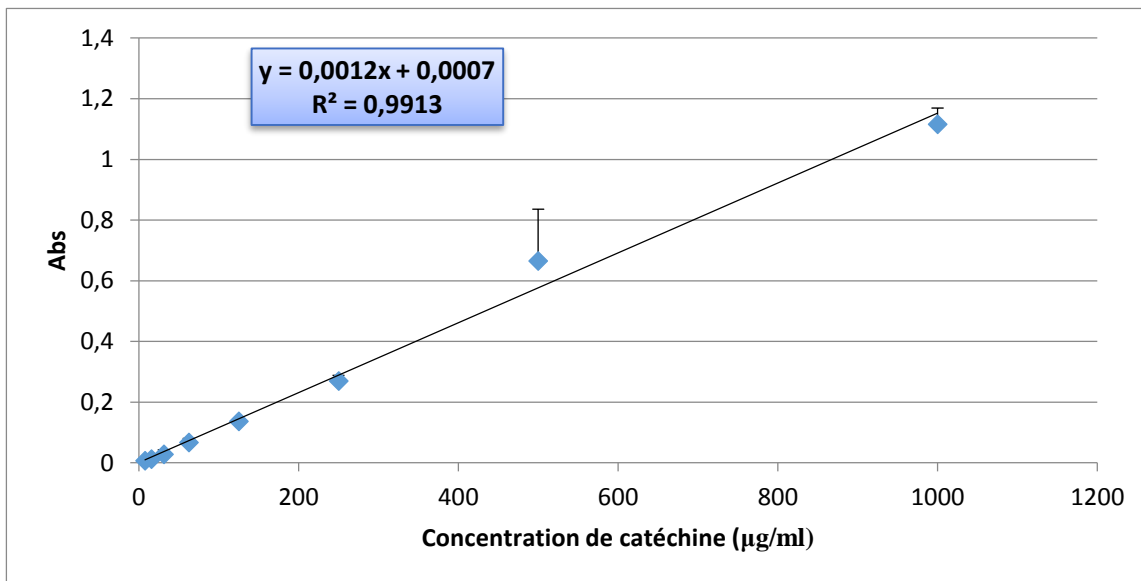
Les résultats révèlent que la teneur en polyphénols de l'extrait aqueux de la feuille de *Capparis Spinosa L.* est de  $0.52 \pm 0.088$  µg EQAG/mg d'extrait (figure 42).

(KERNOUF, 2019), les résultats du dosage des polyphénols de l'extrait aqueux préparé à partir des feuilles de *Capparis Spinosa L.* été de  $99.02 \pm 5.45$  µg EAG/mg, une valeur est supérieur à notre résultats. Paradoxalement notre résultat est inférieur à ceux de (BENZIDANE, 2014) a trouvé une valeur de  $0.05698 \pm 14.24$  µg EAG/g.

Les teneurs en polyphénols se diffèrent d'un auteur à l'autre, cela s'explique par l'influence de la phytochimie d'une plante selon ces facteurs différents : le type, la concentration du solvant, la période et la région de récolte, ainsi que la complexité de ces composés, méthode d'extraction et l'incertitude dans la méthode de dosage de ces composés phénoliques.

## II- 4.2. Dosages des flavonoïdes totaux

Le dosage des flavonoïdes a été effectué par la méthode spectrophotométrie au chlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ). Les résultats obtenus sont exprimés en µg équivalent de catéchine par mg de la matière sèche de la plante (µg EQAG/mg Ex). Ils sont basé sur la formule de la régression linéaire de ( $y = 0.0012x + 0.0007$ ) avec un coefficient de corrélation ( $R^2 = 0.9913$ ) de la courbe Abs = f ([catéchine]) (Figure 41)

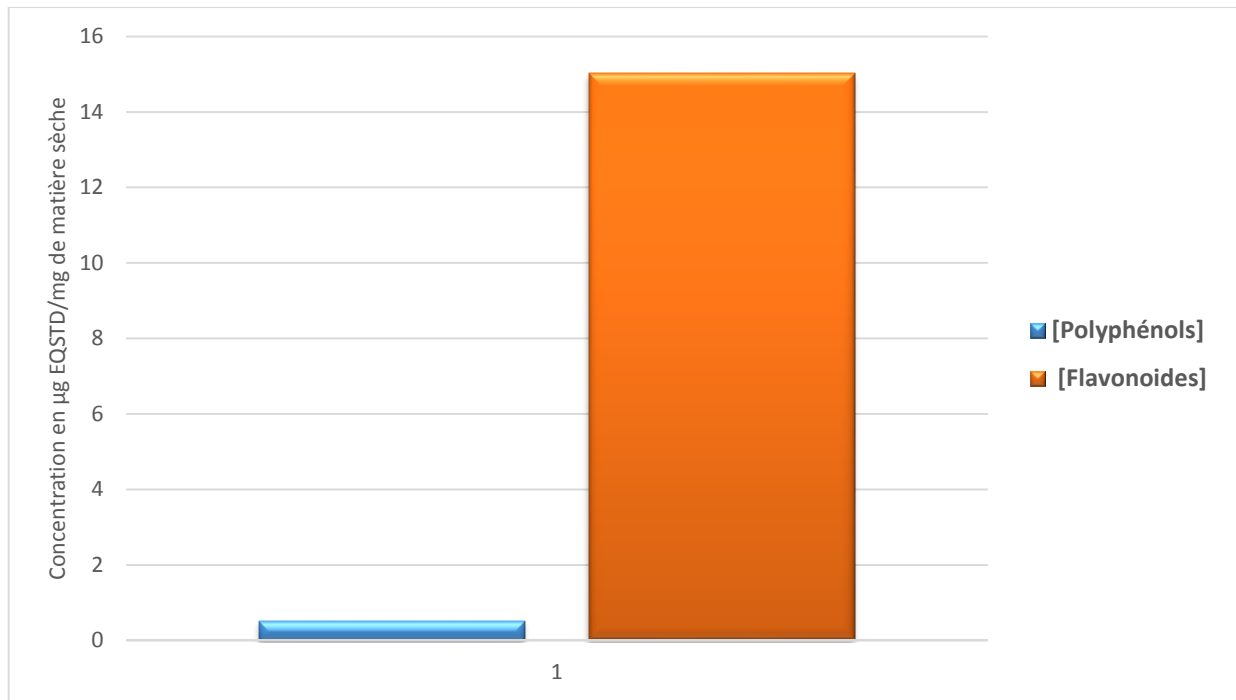


**Figure 41:** La courbe d'étalonnage de catéchine (Moyenne  $\pm$ SD)

Les résultats révèlent que l'extrait aqueux de la feuille de *Capparis Spinosa L.* contient une teneur de  $15,02 \pm 0,0833$  µg EQ/ mg en flavonoïde. (Figure 42)

Par rapport à d'autres études, nos résultats sont comparables à ceux de (KERNOUF, 2019) qui a trouvé  $0,01725 \pm 0,56$  g EQ/g, par contre rapportée par (BENZIDANE, 2014) est de  $0,00669 \pm 0,24$  µg EQ/g une valeur très faible à notre résultat. Cette différence s'explique par une différence dans la norme utilisée pour la dose des flavonoïdes.

D'après les dosages des métabolites à effet antioxydants, on conclure que la teneur en flavonoïdes dans l'extrait aqueux des feuilles de *Capparis Spinosa L.* est supérieur à celle des polyphénols.



**Figure 42:** la teneur en polyphénols et flavonoïdes dans l'extrait aqueux des feuilles de *Capparis spinosa L.*

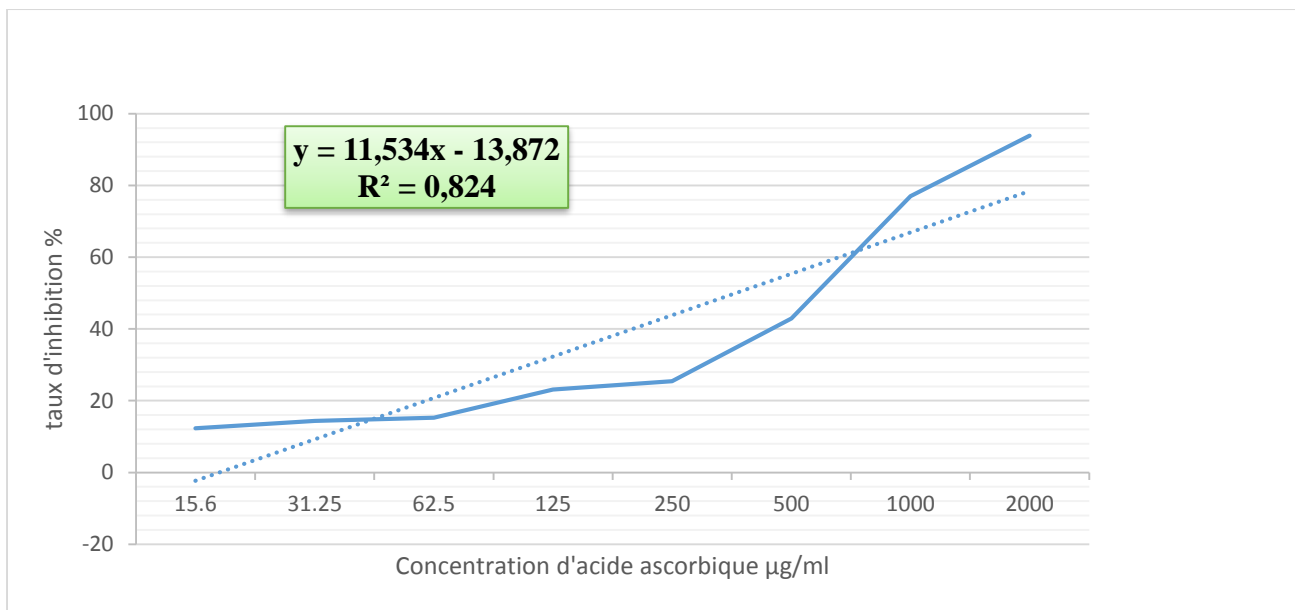
## II- 5. Evaluation de l'activité anti-oxydante (pouvoir anti-radicalaire DPPH) :

Le radical DPPH est souvent utilisé comme un indicateur pour tester la capacité de l'extrait à donner un atome d'hydrogène ou un électron et donc de sa capacité anti-radicalaire ou antioxydant.

Parallèlement à l'extrait, l'acide ascorbique ont été utilisés comme antioxydant témoin positif.

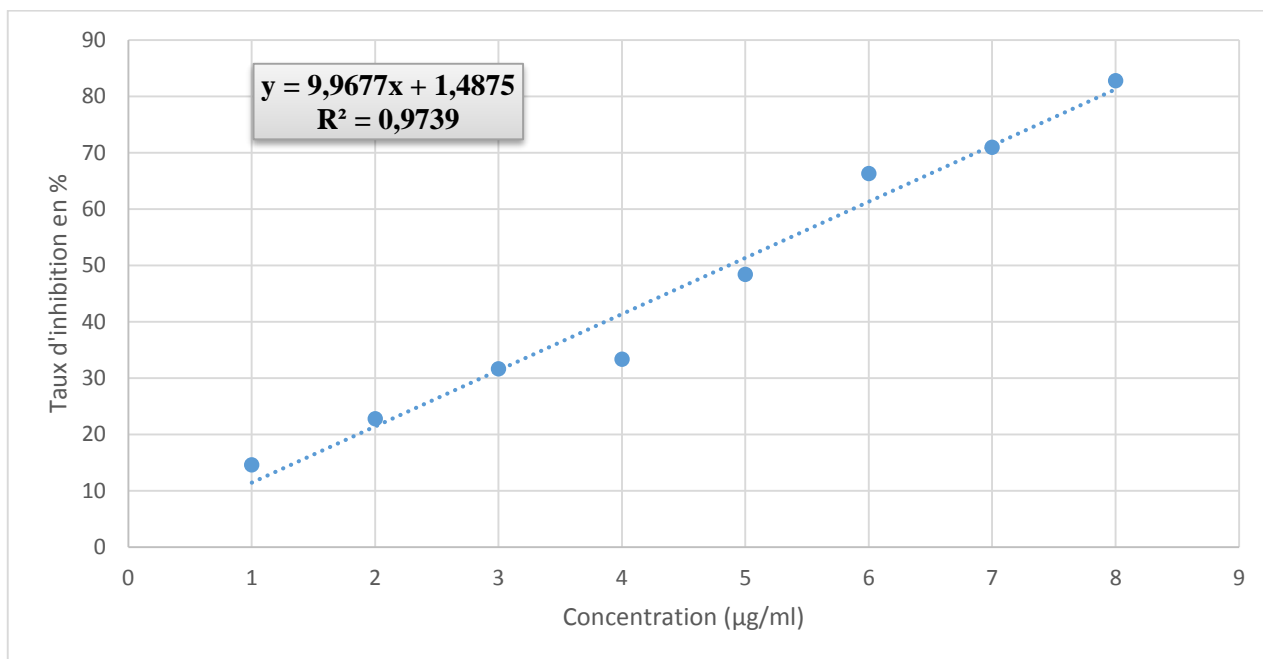
Afin d'évaluer l'activité antioxydant de nos extrait préparé nous avons tracé une courbe d'étalonnage réalisée par le témoin d'acide ascorbique (figure 43) (connue par son pouvoir antioxydant) afin de les comparer avec ce dernier.





**Figure 43 :** Le taux d'inhibition en fonction des différentes concentrations d'acide ascorbique.

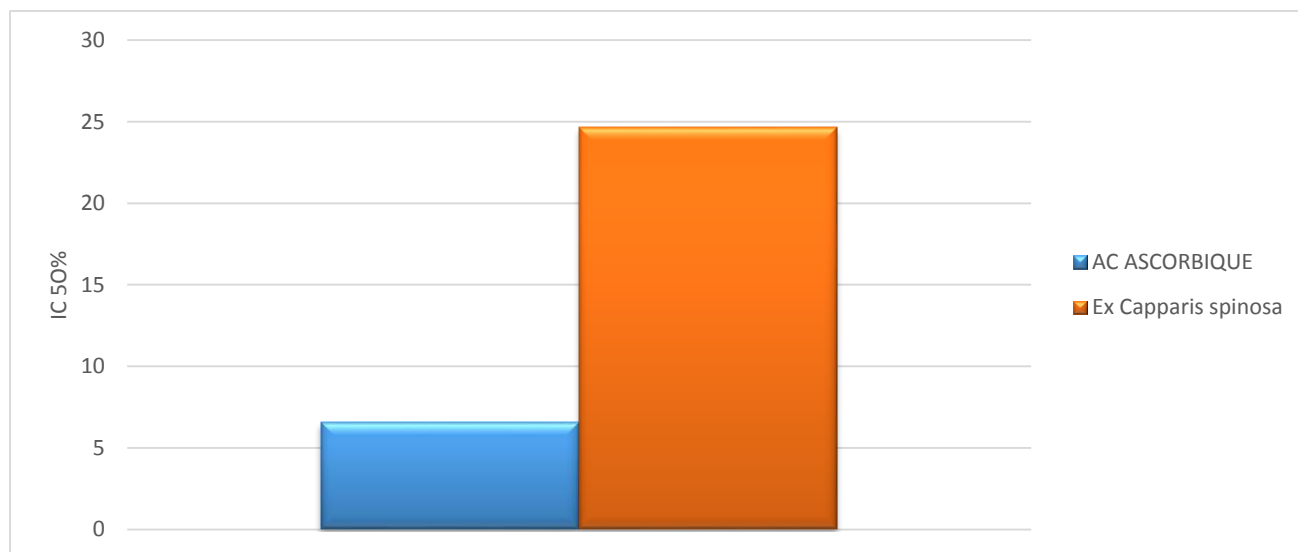
Les différentes concentrations de l'extrait aqueux (50 ; 25 ; 12.5 ; 6.25 ; 3.125 ; 1.56 ; 0.78 ; 0.39 µg/ml) ont montré des activités antioxydant dose-dépendants avec 82.76 % ; 70.95% ; 66.29% ; 48.38% ; 33.36% ; 31.63% ; 22.77 % ; 14.56% d'inhibition.



**Figure 44 :** Pourcentage d'inhibition en fonction des différentes concentrations d'extraits aqueux de la plante

A partir des courbes des pourcentages d'inhibition obtenus en fonction des concentrations utilisées, nous avons déterminé les valeurs d'IC50.

Les valeurs IC<sub>50</sub> des extraits pour l'activité piégeant les radicaux libres par la méthode de DPPH sont présentées dans la figure suivante :



**Figure 45 :** Valeur IC<sub>50</sub> d'acide ascorbique en face d'IC<sub>50</sub> d'extrait aqueuse *Capparis Spinosa L.*

Nos résultats montrent que l'extrait aqueux a une activité antioxydant inférieure à celle de l'acide ascorbique qui se caractérise par un IC<sub>50</sub> égale à 6.56%.

L'évaluation de l'activité antioxydant par le paramètre IC<sub>50</sub> est inversement proportionnelle à l'action anti-radicalaire (anti DPPH), un IC<sub>50</sub> faible correspond à une activité antioxydant élevée et vice-versa.

Notre extrait a montré une activité antioxydant relativement faible par rapport à l'antioxydant de référence (acide ascorbique) où l'IC<sub>50</sub> d'extrait égale à 24.65%.

Les feuilles de *Capparis Spinosa L.* avaient montré une corrélation considérable entre les polyphénols totaux et les flavonoïdes et leur capacité antioxydant.

D'après, (**Lemkhmici & al, 2013**) les résultats de l'activité antioxydant de l'extrait aqueux préparé à partir des feuilles de *Capparis Spinosa L.* IC<sub>50</sub> égale à 0.00036 µg/ml. Ce taux est très bas comparé avec notre résultat.

## II- 6. Pouvoir anti-lithiasique :

Plusieurs études expérimentales *in vitro* ont démontré l'effet des plantes médicinales sur la lithiase urinaire. La plante *Capparis Spinosa L* est citée dans plusieurs études en Algérie et Tunisie mais aucune étude visant à confirmer ses propriétés anti lithiasiques. Pour cela on a testé l'effet de son extrait aqueux sur la cristallisation oxalo-calcique.

## II- 6.1. Suivre cinétique de la cristallisation oxalo-calcique par turbidimétrie :

Le suivi de cinétique de la cristallisation oxalo-calcique permet d'évaluer l'activité inhibitrice de l'extrait aqueux de *Capparis Spinosa L.* Plusieurs tests ont été réalisés afin de déterminer les paramètres caractérisant l'évaluation de la cristallisation à savoir : la pente turbidimétrique et le coefficient de régression linéaire (R<sup>2</sup>)

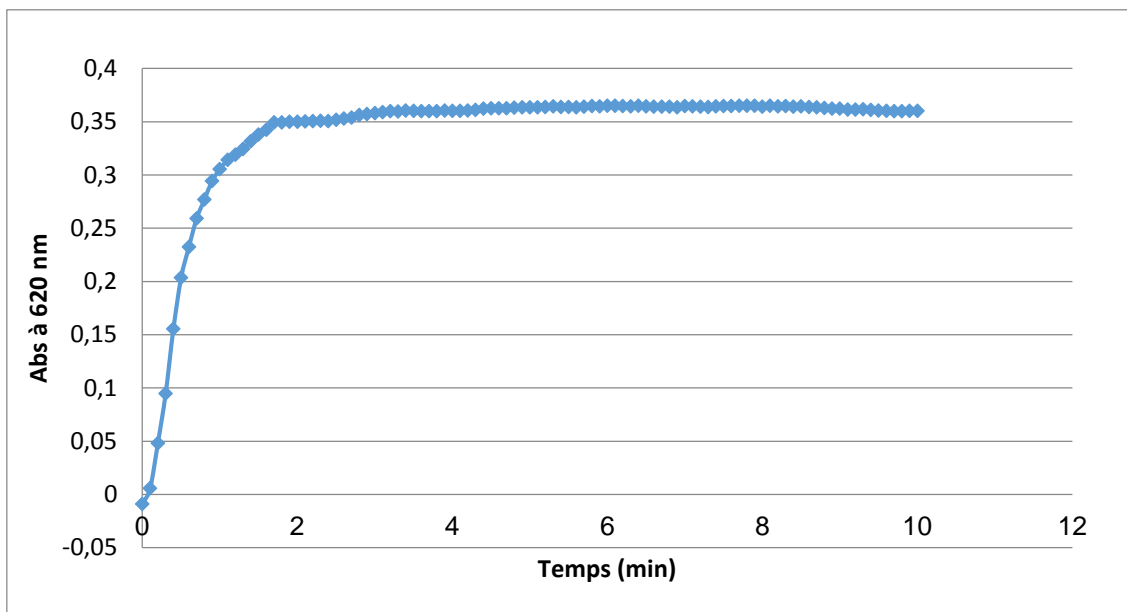
### II- 6.1.1. Test en absence d'inhibiteurs

Dans l'étude de cristallisation actuelle, on a choisi le modèle turbidimétrique qui a une sensibilité et une fiabilité assez importante. Pour suivre la cinétique de la cristallisation et calculer le pourcentage d'inhibition de l'extrait aqueux des feuilles *Capparis Spinosa L.* Les valeurs de la pente et la régression linéaire (R<sup>2</sup>) de la courbe de la cristallisation sans inhibiteur sont rassemblés dans le tableau suivant:

**Tableau 6 :** la cristallisation oxalo-calcique sans inhibiteur.

Concentration (mmol/l)	Pente	R <sup>2</sup>
CaCl <sub>2</sub> (20 mM) Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (2 mM)	0.3217127	0.9611

La (figure 46) représente la variation de l'absorbance en fonction de temps pour l'essai sans inhibiteurs.



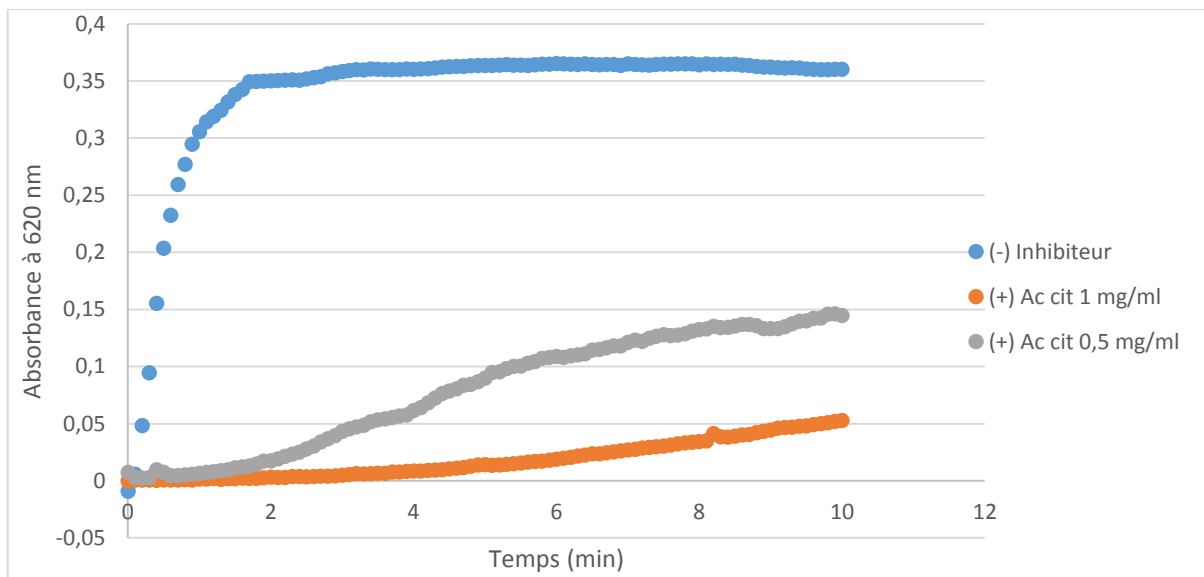
**Figure 46 :** Allure de turbidimétrie en absence d'inhibiteur.

La courbe peut être divisée en trois parties :

La première partie correspond à la phase de nucléation, n'apparaît pas, puisque cette étape est caractérisée par un temps de latence durant lequel l'absorbance est pratiquement nulle. D'autre part les facteurs physiques telle que le pH, la température et l'agitation sont incontrôlés et qui peuvent influencés cette phase, la deuxième partie correspond à la croissance cristalline, caractérisée par un paramètre cinétique qui est la pente turbidimétrie, la troisième partie représente l'agrégation cristalline.

### II- 6.1.2. Test avec inhibiteurs (Acide citrique)

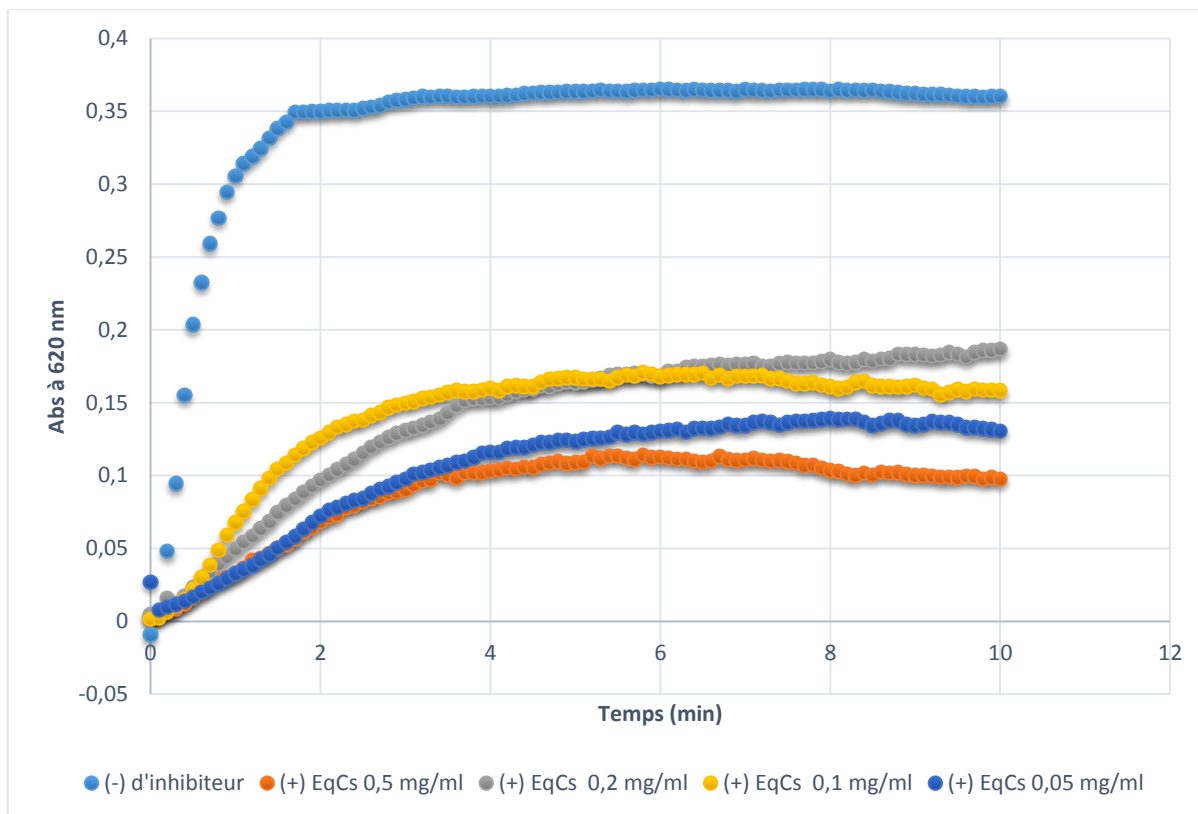
La cristallisation oxalo-calcique en présence de l'acide citrique a été testée avec des concentrations de 0.5 et 1 mg/ml. L'évolution de la cristallisation pour les différentes concentrations de l'acide citrique est donnée par la figure 47.



**Figure 47 :** Cinétique de l'effet de l'acide citrique sur la cristallisation oxalo-calcique.

### II- 6.1.3. Test avec inhibiteurs (Extrait aqueux)

L'essai permet de mettre en évidence l'effet de l'extrait aqueux de *Capparis Spinosa L.* à différentes concentration (0.5, 0.2, 0.1 et 0.05 mg/ml) sur la cristallisation oxalo-calcique par rapport au inhibiteur de référence l'acide citrique 1 mg/ml. Les résultats obtenus sont présentés dans la (figure 48).



**Figure 48 :** Allure de turbidimétrie en absence d'inhibiteur et en présence d'extrait aqueux de *Capparis Spinosa L.* à différents concentrations

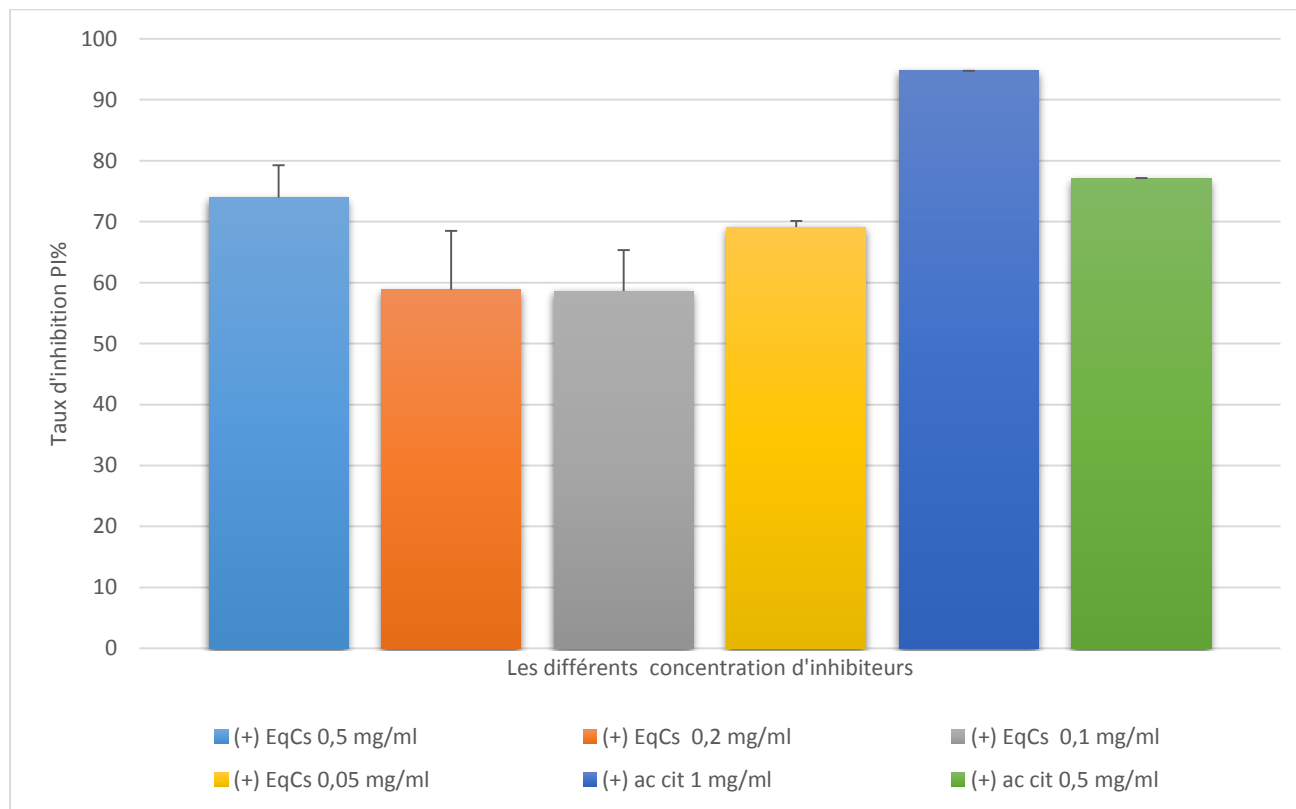
Les courbes de la figure montrent que la variation de l'absorbance décroît progressivement avec l'augmentation de la concentration de l'extrait. Ainsi, on remarque que les valeurs des pentes décroît avec l'augmentation de la concentration de l'inhibiteur, ces valeurs atteignent une valeur minimale de 0,006545 pour une concentration de 0.5 mg/ml (tableau 7). D'autres parts on observe que les valeurs du pourcentage d'inhibition croient avec l'augmentation de la concentration de l'inhibiteur, ces valeurs atteignent une valeur maximale de 73,956% pour une concentration de 0.5 mg/ml. L'analyse des différents graphes avec inhibiteur nous permet de dire que l'extrait à différentes concentrations montre un pouvoir inhibiteur dose-dépendante.

Comparativement, notre résultat montre que l'extrait de *Capparis Spinosa L* présente un pourcentage d'inhibition maximale de 73,956 % à la concentration 0.5 mg/ml et que l'acide citrique présente un pourcentage d'inhibition de 77,126 à la même concentration. Ceci permet de conclure que notre extrait a une forte activité inhibitrice sur la cristallisation d'oxalate de calcium (effet anti-lithiasique) (figure 49).

**Tableau 7:** Paramètres turbidimétrique de la cristallisation oxalo-calcique en présence d'inhibiteur (Acide citrique, Extrait aqueux Cs)

Inhibiteur	Concentration (mg/ml)	Pente	R <sup>2</sup>	Inhibition %
Ac citrique	1	0,005689	0,9296	94,764 ± 0,0140
Ac citrique	0,5	0,01536	0,9669	77,126 ± 0,0448
ExAq Cs	0,5	0,006545	0,9937	73,956 ± 0,0212
ExAq Cs	0,2	0,04103	0,9944	58,82 ± 0,0395
ExAq Cs	0,1	0,05105	0,9517	58,59 ± 0,0286
ExAq Cs	0,05	0,031458	0,9706	69,131 ± 0,0308

Les résultats des pourcentages d'inhibitions sont présentés dans la figure 49.



**Figure 49:** Pourcentage d'inhibition d'extrait de *Capparis Spinosa L.* à la différente concentration en face de l'acide citrique.

Les résultats statistiques montrent un différence de l'extrait aqueux aux concentrations (0.5, 0.2, 0.1 et 0.05 mg/ml) par rapport à l'acide citrique 1 et 0.5 mg/ml. Les activités inhibitrices de la cristallisation sont respectivement 73.95%, 58.82%, 58.59% et 69.13%.

En analysant ces résultats, on déduit que l'activité anti-lithiasique est dépendante de la concentration de l'extrait, plus la concentration est élevée plus le pourcentage d'inhibition augmente. Ce dernier est inversement proportionnel à la pente de la courbe turbidimétrique.

## **II- 6.2. Suivi de la cristallisation de l'oxalate de calcium di-hydraté par microscopie**

Afin de valider les résultats obtenus par le modèle de turbidimétrie, et de déterminer à quelles étapes de la cristallisation (nucléation, croissance et agrégation) nous avons appliqué une méthode simple de suivi de la cinétique de cristallisation et des groupements oxalate de calcium par microscopie. Optique en l'absence et en présence de l'extrait aqueux. Le taux d'inhibition est calculé à partir du nombre moyen de cristaux et d'agrégats.

### **II- 6.2.1. Cristallisation en absence d'inhibiteurs**

En l'absence d'inhibiteur et selon les résultats obtenus, on note que le taux d'agrégation est plus élevé à 45min (Tableau8). Parallèlement aux images obtenues, une augmentation du nombre de cristaux d'oxalate de calcium et du nombre des agrégats apparaissent. (Tableau9).

### **II- 6.2.2 Cristallisation en présence d'extrait**

L'étude microscopique de la cristallisation oxalo-calcique en présence de l'extrait aqueux de *Capparis Spinosa L.*, à différents concentrations (0.5, 0.2, 0.1, 0.05 mg/ml) montre une diminution remarquable de pourcentage d'inhibition, on observe une fluctuation du taux d'agrégation.

**Tableau 8 :** Evolution du taux d'agrégation et du pourcentage d'inhibition *Capparis Spinosa L.*










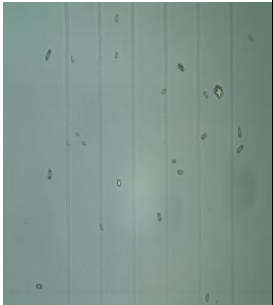







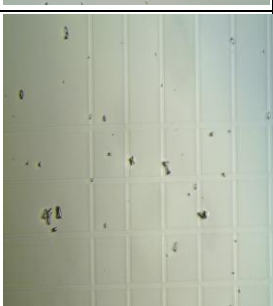


		10 min	20 min	30 min	45 min	55 min
SI	C + A	2400	4800	7800	10500	12300
	TA	20,83	18,75	24,36	25,71	17,88
0,05 µg/ml	C + A	12300	10500	7800	4800	2400
	TA	23,57	27,62	6,41	4,17	8,33
	PI %	72,89	61,53	57,31	53,37	51,61
0,1 µg/ml	C + A	166	117	222	41	159
	TA	6,63	7,69	3,15	21,95	7,55
	PI %	48,15	42,79	37,41	32,41	30,17
0,2 µg/ml	C + A	103	66	53	39	33
	TA	17,47	18,18	16,98	17,94	12,12
	PI %	56,01	29,39	19,41	10,10	5,94
0,5 µg/ml	C + A	57	58	59	39	48
	TA	47,36	43,10	237,29	28,20	185,42
	PI %	72,89	53,08	50,52	48,13	47,06

De la 10<sup>ème</sup> minute, l'extrait à des concentrations 0,5 mg/ml et 0.1 mg/ml exerce un effet inhibiteur qui est maximal à 72.89 % et 48.15 % respectivement cet effet diminue au cours du temps jusqu'à atteindre 47.06 % et 30.17% respectivement à la 55<sup>ème</sup> minutes. (Tableau 8).

De même manière l'extrait à des concentrations 0.2 mg/ml et 0.05 mg/ml exerce un effet inhibiteur maximal à la 10<sup>ème</sup> minute, avec des pourcentages d'inhibition de 56.01% et 72.89% respectivement. De même, on observe une diminution de la taille et de nombre des cristaux et les agrégats au cours du temps pour les deux concentrations (Tableau 8).



**Tableau 9** : Photo de la cristallisation d'oxalate de calcium en absence et en présence de l'inhibiteur sous microscope optique (X 40) (*Capparis Spinosa L.*

	Temps (min)			
	10	20	30	45
Sans I				
0,05 mg/ml				
0,1 mg/ml				
0,2 mg/ml				
0,5 mg/ml				

Ces résultats peuvent être interprétés par la présence de substances inhibitrices qui peuvent bloquer la croissance de certaines faces cristallines, et engendrer la modification de la forme du cristal. Certains extraits agissent comme préventeur de la germination des cristaux, d'autres agissent sur l'agrégation. (DIFALLAH & DJELLAL, 2019)

# CONCLUSION GÉNÉRALE

**CONCLUSION GENERALE :**

Les plantes médicinales anti-lithiasique peuvent offrir des avantages pour une meilleure prise en charge de lithiase rénale et ouvrent des perspectives thérapeutiques. Notre étude consiste à déterminer l'effet de l'extrait aqueux de la partie de feuille *Capparis Spinosa L.* sur la phytochimique, l'activité antioxydant et cristallisation oxalo-calcique.

Le screening phytochimique d'extrait aqueux des feuilles du câprier a révélé sa richesse en flavonoïdes, en Quinone et en composé réducteur. De plus, le dosage spectrophotométrique de l'extrait aqueux de cette plante montre que la teneur en flavonoïdes  $15.02 \pm 0.0833 \mu\text{gEQC/mg}$  est supérieure à celle de polyphénols  $0.52 \pm 0.088 \mu\text{g EQAG/mg}$ .

L'évaluation de l'activité antioxydant de l'extrait aqueux des feuilles de câprier, par le test DPPH révèle que cet extrait possède un pouvoir antioxydant élevé avec un taux d'inhibition d'ordre 24.65 % et l'IC50 est d'ordre de 6.56 % par rapport à l'acide ascorbique. Ces résultats montrent bien que la plante médicinale *Capparis Spinosa L.* est très riche en composés phénoliques qui présentent une satisfaisante activité antioxydant.

Pour l'activité antilithiasique de l'extrait aqueux de la plante étudié, les résultats montrent un effet remarquable de l'extrait sur l'inhibition de la cristallisation d'oxalate de calcium par la méthode turbidimétrie qui nous a permis de suivre la cinétique de cristallisation oxalocalcique et de déterminer le pouvoir d'inhibition par un taux d'ordre 73.95% correspond à une concentration de 0.5 mg/ml.

Cette plante pourrait sans doute faire partie des plantes médicinales à exploiter. En outre, certaines vertus médicinales révélées par les tradipraticiens sont probablement dues à leurs propriétés antioxydants.

Les résultats de notre étude trouvés sont à l'état primaire vers la recherche d'un traitement efficace contre la formation des cristaux d'oxalate de calcium. Nous conseillons à ceux qui viennent de travailler sur les mêmes sujets en changeant les méthodes d'extraction et le solvant d'extraction comme le méthanol et n-butanol.

# RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

## Références bibliographiques

### -A-

- Abassene, F. (2019).** Étude épidémiologique de la lithiase urinaire [Thesis, nemiche said]. <http://e-biblio.univ-mosta.dz/handle/123456789/13300>.
- Abbassi Latifa, T. H. (2019).** Contribution à l'étude phytochimique de feuilles de *Pergularia tomentosa* L. dans la région d'El-Oued. EL-OUED: Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED.
- Abdelmalek, F., Harrache, D., Addoum, S., Semmoud, A., (2001).** Étude par turbidimétrie de la cristallisation oxalo-calcique en présence de quelques inhibiteurs. *Phys. Chem. News*, 4 96-107.
- ADOUANE, S. (2016).** Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région méridional des Aurés. Biskra: Université Mohamed Khider.
- AD, N., & ZEKRI, O. (2019).** Caractérisation phytochimique et étude de quelques activités biologiques de deux plantes, *Capparis spinosa* et *Camellia sinensis*.
- Akroum, S. (2011).** Etude Analytique et Biologique des Flavonoïdes Naturels.
- Ali-Shtayeh, M. S., & Abu Ghdeib, S. I. (1999).** Antifungal activity of plant extracts against dermatophytes. *Mycoses*, 42(11-12), 665-672.
- Al-Snafi, A. (2015).** Chemical constituents and pharmacological importance of *Agropyron repens* – A review. *Research Journal of Pharmacology and Toxicology*, 1, 37-41.
- AMARI, N. O. (2015).** Etude Phytochimique, Potentiel Antioxydant et Activité antifongique de *Thymelaea hirsuta* (Cas des dermatophytes). UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS – MOSTAGANEM.
- AOUINA, A., & BOUNOUIGA. (2019).** Evaluation in vitro de l'activité anti-lithiasique de l'extrait aqueux de la partie aérienne de *Retama retam*. M'SILA: UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF – M'SILA.
- Ayéna, A. C., Tchibozo, M. A. D., Adoukonou-Sagbadja, H., Karou, S., Anani, K., & De Souza, C. (2014).** Activités antimicrobiennes des extraits de trios plantes médicinales utilisées dans le traitement Traditionnel des toxi-infections alimentaires au Sud du Bénin. *Journal de la recherche scientifique de L'Université de Lomé*, 16(3), 23-31.

### -B-

- Barbry, S. (2001).** Etude de la photoréactivité de la méthoxy-p-quinone et. THESE DE DOCTORAT, L'universite de bordeaux I.
- Barkat, E., & al. (2017).** Etude phytochimique de deux plantes endémique (ouest algérien) *Centaurea nigra* -*Lepidium sativum*. Mémoire de fin d'études(Master en biologie), Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
- BAKHTAOUI, H. (2017).** L'étude phytothérapie des plantes médicinales dans la région Relizane. Mémoire de licence, Université d'ABOU-BEKR BEL KAID Tlemcen.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2007).** Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475.
- Belhadj, S. (2019).** Contribution à l'étude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des extraits de la plante médicinale *Sonchus oleraceus* L. (El-tifaf). MEMOIRE Diplôme de MASTER, UNIVERSITE ABOU BAKER BELKID DE TLEMCEN.
- Benallal, K. (2011).** Synthèse et activité biologique in vitro de 3,3 (alcaneduly)-bis(2-(hydroxyphenyl),4-oxothiazolidines et de leurs precureseurs les bisimines. Université d'Oran.

**Bendahmane, L. (2019).** Etude des ions libérés (calcium, oxalate, phosphate) par des calculs urinaires en présence des substances naturelles [Thesis, Driouch Aouatef].

**BENKHALED, A. (2018).** Activités anti-inflammatoire, anti-oxydante et antimicrobienne de l'extrait aqueux de *Limoniastrum guyonianum*. THÈSE DOCTORAT EN SCIENCES, Université Ferhat Abbas Sétif 1.

**BENZIDANE, N. (2014).** Effets antioxydant, vasoactif, bronchorelaxant et cytotoxique des extraits de *Capparis spinosa*. Thèse Doctorat en Sciences, Université Ferhat Abbas Sétif 1.

**Boizot, N., & Charpentier, J.-P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier.

**Boubendir, F., Titi, S., & Boutabet, K. (encadreur). (2021).** Etude de l'activité biologique des métabolites secondaires d'une plante médicinale : *Olea europaea* L. [Thesis, Université Jijel].

**Boudjouref, M. (2011).** Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. Mémoire Pour l'obtention du diplôme de Magister, Université Ferhat Abbas, Sétif.

**Boussadi, R., & Bououden, I. (2020).** Étude bibliographique des méthodes de synthèse et de l'activité biologique de la quinoléine et ses dérivés ; stress oxydant et activité antioxydante [PhD Thesis]. University of Jijel.

**BOUSBIA(2021).** Biologie des produit végétaux et bio-industrie. Université Constantine

**Bouzabata, A. (2015).** CONTRIBUTION A L'ÉTUDE D'UNE PLANTE MÉDICINALE ET AROMATIQUE *Myrtus communis* L (Doctoral dissertation, Faculté de Médecine, Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie.).

**BOUZIANI, O., & SIDI ALI, B. (2018).** Étude de la phytothérapie traditionnelle dans la région de Zaouiet Kounta et Reggane. Mémoire de Master, Université Ahmed Draïa Adrar.

**BOUZIANE, K., & ROUIBAH, L. (2019).** Etude des propriétés antioxydantes, antidiabétiques et antiinflammatoires in vitro des extraits de la plante médicinale *Capparis spinosa* L (Capparidaceae). Université des Frères Mentouri Constantine 1.

**BOUHADOUN, A., & BOUMRAR, N. (2018).** Identification des différents types de calculs urinaires par spectrophotométrie infra-rouge dans le cadre de l'exploration de la lithiase urinaire.

-C-

**Chaouche Tarik, M. (2014).** Contribution à l'étude des activités antioxydantes et antimicrobiennes des extraits de quelques plantes médicinales. Tlemcen .: université Abou Bakr Belkaïd.

**CHENNI, M. (2010).** Contribution à l'étude chimique et biologique de la racine d'une plante médicinale : *Bryonia dioica* Jacq (Doctoral dissertation, Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella).

-D-

**Defraigne, J. O., & Pincemail, J. (2008).** STRESS OXYDANT ET ANTIOXYDANTS : Rev Med Liège, 10.

**Diallo A., (2005)** Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Syzygium guineense* willd. (MYRTACEAE). Thèse de Doctorat. Mali.

**DIFALLAH, S., & DJELLAL, A. (2019).** Etude in vitro de l'activité anti-lithiasique de l'extrait aqueux de la partie aérienne d'*Atriplex Halimus*. Memoire de Master Académique, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA.

-E-

**Eddouks, M., Lemhadri, A., & Michel, J.-B. (2005).** Hypolipidemic activity of aqueous extract of *Capparis spinosa* L. in normal and diabetic rats. Journal of Ethnopharmacology, 98(3), 345-350.



**Edeoga, H. O., Okwu, D. E., & Mbaebie, B. O. (2005).** Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants. *African journal of biotechnology*, 4(7), 685-688.

**EL-Haoud, H., Boufellous, M., Berrani, A., HindTazougart, & Bengueddour, R. (2018).** SCREENING PHYTOCHIMIQUE D'UNE PLANTE MEDICINALE : *Mentha Spicata*

**ELKOLLI, M. (2017).** Structure et activités des naturels principes et application. Université Ferhat Abbas de sétif.

**-F-**

**Francois, N. (2010).** Identification de polyphénols évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. Université de lorraine.

**-G-**

**Gadgoli, C., & Mishra, S. H. (1999).** Antihepatotoxic activity of p-methoxy benzoic acid from *Capparis spinosa*. *Journal of Ethnopharmacology*, 66(2), 187-192.

**Giannossi, M. L., & Summa, V. (2013).** An observation on the composition of urinary calculi: environmental influence. In *Medical geochemistry* (pp. n 67-90). Springer, Dordrecht.

**GUEHME F, AKSA S. (2020).** Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne des écorces de racines du *Capparis spinosa* L.

**-H-**

**HADJI, O., & TARFAYA, F. (2019).** *Evaluation du pouvoir antioxydant, et antilithiasique.* Mémoire de Master, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF- M'SILA.

**HAMMOUDA-BOUSBIA, D. (2021).** Biologie des produits et végétaux bio-industrie. Université Constantine1.

**Hannache, B. (2014).** La lithiase urinaire : Épidémiologie, rôle des éléments traces et des plantes médicinales [PhD Thesis]. Paris 11.

**HOUAIRI, S. (2019).** Evaluation de l'Activité anti-radicalaire de *Pinus halepensis* Mill. Mémoire de Master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.

**-K-**

**KERNOUF, N. (2019).** *Effet des extraits de Capparis spinosa sur la production des.* Thèse Doctorat En Science, Université Ferhat Abbas Sétif

**Keïta, O. (2006).** ETUDE DE LA LITHIASE URINAIRE INFECTEE AU SERVICE D'UROLOGIE DU CENTRE HOSPITALIER . UNIVERSITAIRE DU POINT G.

**Koudou, P. J. (2009).** Etude phytochimique, activités antimicrobiennes et antioxydantes de quelques plantes aromatiques et médicinales africaines.

**-L-**

**Laouar, I., & al. (2021).** *L'impact du Stress Oxydatif sur la maladie.* Mémoire de master, Université des Frères Mentouri Constantine1.

**Lemkhamci, A., & al. (2013).** *comparison between polyphenol and antioxidant activities of different parts of Capparis Spinosa L.* article, university ferhat abbas setif1

**Li C.Y., Jackson R.M., (2002)** Reactive species mechanisms of cellular hypoxia oxygenation *Physiol.-Cell Physiol.*; 282: C227–C241 p.

**Li, H.-B., Jiang, Y., Wong, C.-C., Cheng, K.-W., & Chen, F. (2007).** Evaluation of two methods for the extraction of antioxidants from medicinal plants. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 388(2), 483-488.

**-M-**

**Maamri S. (2008)** Etude de *Pistacia atlantica* de deux régions de sud algérien : Dosage des lipides,

Dosage des polyphénols, essais antileishmaniens. Mémoire en vue de l'obtention de diplôme de Magister en biochimie et microbiologie appliqués. ; 26 p

**Madi, A., & Belkhir, A. (2018).** Caractérisation phytochimique et évaluation des activités biologiques de *Cleome arabica*. [PhD Thesis]. **Maillefert, O. (2010).** VacciniummyrtillusL. Uneplante médicinaleà. France.

**Meddour, A. (2020).** Etude des activités biologiques des extraits méthanoliques des fruits et des écorces de racines de *Capparis spinosa* L. [PhD Thesis]. Université de Batna 2.

**Melle Belhadj, S. (2020).** Contribution à l'étude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des extraits de la plante médicinale *Sonchus oleraceus* L. (El-tifaf). UNIVERSITE ABOU BAKER BELKID DE TLEMCEM.

**MESSAOUDI, S. (2014).** Etude de l'effet inhibiteur des substances chimiques (magnésium et citrate) et naturelle (origan et Gingembre sur la cristallisation oxalo-phosphocalcique in vitro) (Doctoral dissertation, Université de Mostaganem-Abdelhamid Ibn Badis).

**Mohajeri, A., & Asemani, S. S. (2009).** Theoretical investigation on antioxidant activity of vitamins and phenolic acids for designing a novel antioxidant. Journal of Molecular Structure, 930(1-3), 15-20.

**-O-**

**Ouattara, A. (2015).** Lithiase urinaire en chirurgie pédiatrique du CHU Gabriel Touré. **Pereira, D. M., Valentão, P., Pereira, J. A. & Andrade, B. P. (2009).** Phenolics: From chemistry to biology. Molecules 14, 2202-2211.

**-P-**

**Peronny, S. (2005).** La perception gustative et la consommation des tannins chez le maki (*Lemur catta*). France: Muséum national d'histoire naturelle.

**-R-**

**Rahmani, Z., Douadi, A., & Rahmani, Z. (2020).** Contribution à l'étude phytochimique, Electrochimique et biologique des extraits de *Cupressus sempervirens* (L).

**Rajeshwar, Y., & Lalitha, R. (2013).** Preliminary phytochemical screening and in vitro anthelmintic effects of *Acmella paniculata* plant extracts. Biolife, 1(3), 106-112.

**Ribarova, F., Atanassova, M., Marinova, D., Ribarova, F., & Atanassova, M. (2005).** Total phenolics and flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. JU Chem. Metal, 40, 255-260.

**-S-**

**SOUILAH, N. (2018).** Etude de la composition chimique et des propriétés thérapeutiques traditionnelles et modernes des huiles essentielles et des composés phénoliques de quelques espèces du Nord-est algérien. Université des Frères Mentouri Constantine .

**-T-**

**Talbi H., Boumaza A., El-mostafa K., Talbi J., and Hilali A. (2015)** Evaluation of antioxidant activity and physico-chemical composition of methanolic and aqueous extracts of *Nigella sativa* L. Mater. Environ. Sci6. ; 1111-1117 p.

**Tigrine, N. (2016).** Activité antioxydante des extraits d'écorce et de pulpe de *Citrus limon* et *Citrus sinensis*. Mémoire de magister, Pharmacologie Moléculaire, Faculté des Science de la Nature et de la Vie, Université Abderrahmane Mira - Bejaïa, Algérie. p 25-26.

**TLILI, M. L., HAMMOUDI, R., DEHAK, K., & Mahfoud, H.-M. (2020).** ETUDE DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE ET ANTIMICROBIENNEDES EXTRAITS DE FEUILLES DE *Pergularia tomentosa* issue D'EL OUED (ALGERIE). Revue des bio ressources, 10(2), 11-11.

**Tsao, R. (2010).** Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. Nutrients 2, 1231-1246.

**-Y-**

**Yeo, D., Dinica, R., Yapi, H., Furdui, B., Praisler, M., Djaman, J., & Jean David, N. (2011).** [Evaluation of the Anti-inflammatory Activity and Phytochemical Screening of *Annona senegalensis* Leaves.]. *Therapie*, 66, 73-80.

**-Z-**

**Zerari, M. (2016).** Etude Ethnobotanique de quelques plantes Médicinales utilisées dans le nord d'Algérie. <http://e-biblio.univ-mosta.dz/handle/123456789/3106>

**Ziani, N., & Yahia Bey, W. (2016).** L'effet de séchage de quelques plantes médicinales de la famille des lamiacées sur l'activité antibactérienne. <http://e-biblio.univ-mosta.dz/handle/123456789/2926>

**Sites d'internet :**

1 : <http://atlas-sahara.org/>

2 : <https://urologie-archette.fr/>

3 : <https://microbiologiemedicale.fr/>

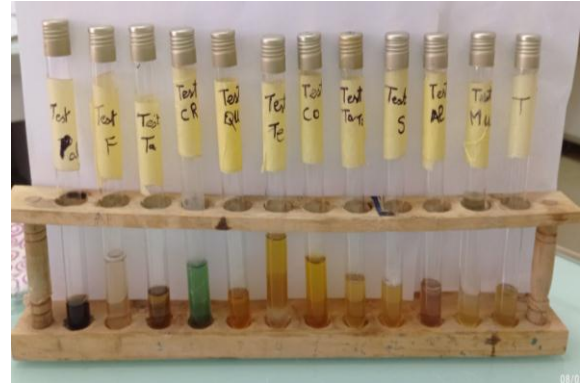
**ANNEXE**

## Annexe :

## Annexe 1 : Photo de quelques manipulations réalisés au niveau de laboratoire



1 : Séchage d'extrait aqueux sous l'étuve à 60 °C



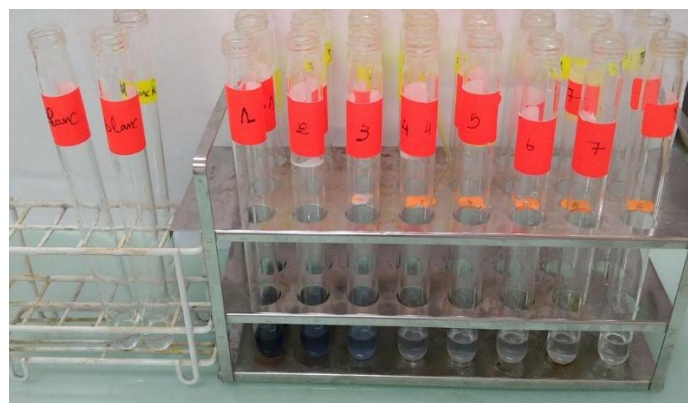
2 : Les résultats de screening phytochimique



3 : Réactions d'étalonnage des flavonoïdes par le standard acide gallique.

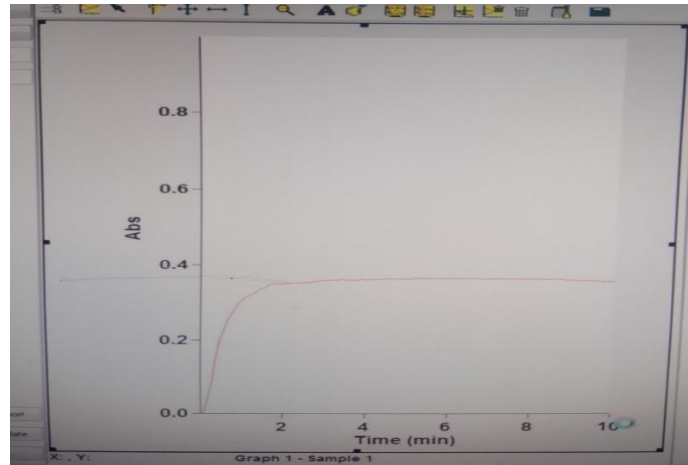


4 : Réactions d'étalonnage des polyphénols par le standard catéchine .



5 : Réactions de l'activité antioxydante d'acide ascorbique.

**Annexe 2 :** L'allure turbidimétrique sans inhibiteur sous spectrophotomètre UV-Vis.



## Résumé

*Capparis spinosa* L. (Famille de Capparidaceae) connue sous le nom *Câprier* en Algérie, il est largement utilisé dans la phytothérapie traditionnelle saharienne et elle possède plusieurs activités biologiques comme l'activité diurétique. L'objectif du présent travail est de déterminer l'activité antioxydante par test DPPH ainsi que le dosage des molécules qui leurs confèrent ces propriétés et l'activité antilithiasique d'extrait aqueux des feuilles de cette plante. Dans ce contexte, les parties aériennes de cette plante est récoltées à partir de Ghardaia, qu'ils ont été extraits par décoction sous reflux. Il s'en est suivi par le screening phytochimique, le dosage des polyphénols, des flavonoïdes et la détermination des activités antioxydantes et antilithiasiques par le test de turbidimétrie. L'extraction a donné un rendement en ExAq d'ordre 22 % ms et les tests phytochimiques ont montré la présence de plusieurs familles chimiques comme les tanins, saponosides, les mucilages, les flavonoïdes, les quinones, les composés réducteurs et anthocyanes. La teneur de l'ExAq en polyphénols et flavonoïde est de  $0.52 \pm 0.088 \mu\text{g EqAG/mg Ex}$  et  $15.02 \pm 0.0833 \mu\text{g EqC/mg d'extrait}$  respectivement. L'évaluation de l'activité antioxydants montre que l'extrait aqueux possède une IC50 d'ordre 24.65%. Par contre l'évaluation du pouvoir antilithiasique a révélé la grande efficacité d'ExAq de *C. spinosa* dans l'inhibition de cristallisation l'oxalate de calcium qui est de l'ordre 73.956% pour une concentration d'extrait de 0.5 mg/ml. Cette efficacité a été confirmée par la méthode microscopie.

**Mots clés :** *Capparis spinosa* L., activité antioxydant, activité antilithiasique, polyphénol, flavonoïde. Oxalate de calcium.

## Abstract

*Capparis spinosa* L. (Family Capparidaceae) known as *Câprier* in Algeria, it is widely used in traditional Sahara phytotherapy and it has several biological activities such as diuretic activity. The objective of the present work is to determine the antioxidant activity by DPPH test as well as the dosage of the molecules, which confer these properties, and the antilithiasic activity of aqueous extract of the leaves of this plant. In this context, the aerial parts of this plant is harvested from Ghardaia, that they were extracted by decoction under reflux. Phytochemical screening, determination of polyphenols, flavonoids and determination of antioxidant and antilithiasic activities followed this by the turbidimetry test. The extraction gave a yield of ExAq of about 22% dm and the phytochemical tests showed the presence of several chemical families such as tannins, saponosides, mucilage's, flavonoids, Quinone's, reducing compounds and anthocyanins. The polyphenol and flavonoid content of ExAq is  $0.52 \pm 0.088 \mu\text{g EqAG/mg Ex}$  and  $15.02 \pm 0.0833 \mu\text{g EqC/mg extract}$  respectively. The evaluation of the antioxidant activity shows that the aqueous extract has an IC50 of about 24.65%. On the other hand, the evaluation of the antilithiasis power revealed the high efficiency of ExAq of *C. spinosa* in the inhibition of calcium oxalate crystallization which is of the order of 73.956% for an extract concentration of 0.5 mg/ml. This efficiency was confirmed by the microscopy method.

**Key words:** *Capparis spinosa* L., antioxidant activity, antilithiasis activity, polyphenol, flavonoid. Calcium oxalate.

## المخلص

*Capparis spinosa* L. (عائلة Capparidaceae) المعروفة في الجزائر باسم الكبار ، وهي تستخدم على نطاق واسع في الطب العشبي الصحراوي التقليدي ولها العديد من الأنشطة البيولوجية مثل النشاط المدر للبول. فالهدف من هذا العمل هو تحديد النشاط المضاد للأكسدة عن طريق اختبار DPPH وكذلك تحديد جرعة الجزيئات التي تمنحها هذه الخاصية والنشاط المضاد لتشكل الحصى للمستخلص المائي لأوراق هذا النبات. في هذا السياق، يتم حصاد الأجزاء الهوائية من هذا النبات من غرداية، والتي تم استخلاصها بواسطة مغلي تحت الماء الراجع. تبع ذلك فحص كيميائي نباتي أو فيتو كيميائي، ومعايرة جرعة البوليفينول والفلافونويد، وتحديد الأنشطة المضادة للأكسدة ومضادات تشكّل الحصى أو كسالات الكالسيوم باختبار قياس التعكر. أعطت عملية الاستخلاص إنتاج المستخلص المائي بمرادوية قدرت بحوالي 22٪ من المادة الجافة وأظهرت الاختبارات الكيميائية النباتية وجود العديد من العائلات الكيميائية مثل التانينات، والصابونوزيدات، والصمغ، والفلافونويد، والكينون، والمركبات المختزلة والأنثوسيانين. محتوى البوليفينول والفلافونويد في ExAq هو  $0.088 \pm 0.52$  ميكروغرام معادلة لحمض الغاليك/ 1 مغ من المستخلص و  $15.02 \pm 0.0833$  ميكروغرام معادلة للكيرستين/ 1مغ من المستخلص على التوالي. يُظهر تقييم نشاط مضادات الأكسدة أن المستخلص المائي يحتوي على نسبة تركيز IC50 تبلغ حوالي 24.65٪. من ناحية أخرى، أظهر تقييم القدرة المضادة لتشكّل الحصى الفعالية الكبيرة للمستخلص المائي للنباتة في تثبيط تبلور أكسالات الكالسيوم بنسبة 73.956٪ لتركيز المستخلص 0.5 مجم / مل. ولقد تم تأكيد هذه الفعالية بواسطة طريقة الفحص المجهرية.

**الكلمات المفتاحية:** *Capparis spinosa* L.، نشاط مضاد للأكسدة، نشاط مضاد للتحصي، بوليفينول، فلافونويد، أكسالات الكالسيوم.