

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

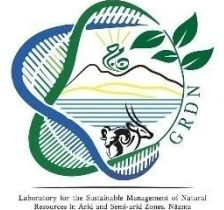
Centre Universitaire- Salhi Ahmed - Nâama

Institut des Sciences et de Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Laboratoire de recherche :

Gestion durable des ressources naturelles dans les zones arides et semi-aride



MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER Académique

En Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté Par:

BELFAR Zoubida

DOUIS Wafaa

Thème

Evaluation des activités biologiques du fruit Palmier doum

(*Chamaerops humilis*) de la région de Tlemcen.

Soutenu le : 03/07/2022

Devant les jury :

Président : M^r AMROUCHE Abdel-ilah

Professeur dans centre universitaire Nâama

Examineur: M^r GHERIB Mohammed

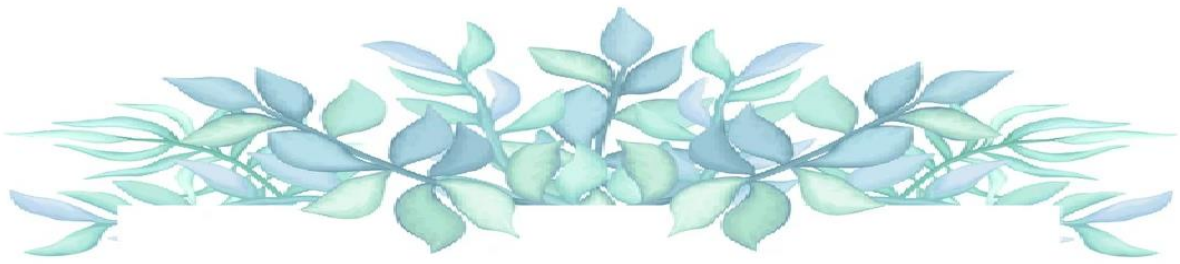
Professeur dans centre universitaire Nâama

Encadreur: M^{me} DEROUCHE Salima

MCA dans le centre universitaire Nâama

Année Universitaire:

2021- 2022



Remerciements

Avant tout, nous remercions ALLAH, le tout puissant de nous avoir donnée la force, le courage et la patience d'accomplir ce travail.

*Nos vifs remerciements à Madame **Derouiche salima**, pour nous donner l'opportunité de réaliser ce projet, de l'avoir mené bien, et pour l'encouragement, la confiance, la patience, et la gentillesse toute la durée de ce travail.*

*Nos remerciements à madame **Assaoui nadia** pour son aide et son patience.*

*Nos remerciements aux Les membres de notre jury, Monsieur **Amrouche abdelillah** (président), et monsieur **Gherib mohammed** (examineur), pour avoir accepté de lire et de juger notre travail.*

Nos remerciements pour tous les techniciens de laboratoire, pour nous aidons continuel au cours de la réalisation pratique de ce travail.

Nos remerciements à tous les enseignants pour avoir enrichi nos connaissance tout la durée de notre parcours universitaire.

Un merci spécial pour tous les personnes ont aidons de prés ou de loin pour la réalisation de ce projet de fin d'étude.





Dédicace

C'est avec l'aide et la grâce du Dieu qu'on a achevé ce modeste travail, que je dédie :

A Mon cher père LAID, l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et ma source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation

A ma chère maman ZANA, la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, la lumière à mes yeux ma vie et mon bonheur, Ta prière et ta bénédiction m'ont été un grand secours pour mener à bien mes études.

Que Dieu vous procure une bonne santé et une longue vie. Je vous aime.

À mes chères sœurs Halima et Nour el Imane, aucun mot ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous deux.

À mes chers frères Hamza et Walid, ma source de courage.

À tout ma famille DOUIS et DJEMIL.

À ma belle binôme ZOUBIDA, et à tous mes amies surtout : CHAHIRA, RACHA, ASMAA, HANANE et HADJER et IBRO qui m'ont toujours donné le sourire dans les moments difficiles.

À toute mes collègues et la promotion de Master 2

Microbiologie Appliquée 2021.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin

Pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

Wafaa



Dédicace

C'est avec l'aide et la grâce du Dieu qu'on a achevé ce modeste travail, que je dédie :

*A **Mon cher père TAHAR**, l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et ma source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis ,ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation*

*A **ma chère maman AICHA**, la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, la lumière à mes yeux ma vie et mon bonheur, Ta prière et ta bénédiction m'ont été un grand secours pour mener à bien mes études.*

Que Dieu vous procure une bonne santé et une longue vie. Je vous aime.

*Á mes chères sœurs **KARIMA** et **ZINEB**, aucun mot ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous deux.*

*Á mes chers frères **SAMIR**, **ZAKARIA**, et **AHMED** ma source de courage.*

*Á mon chère **Siradj eddine***

*Á ma belle binôme **Wafaa**, et à tous mes amies surtout : **Imane**, **IKRAM**, et **Ahlem** qui m'ont toujours donné le sourire dans les moments difficiles.*

*Á mes collègues de travail **Hadjer** et **Hanane** et la promotion de Master 2*

Microbiologie Appliquée 2021.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin

Pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

ZôuBîDa

Résumé :

Chamaerops humilis est une plante médicinale, espèce thermophile, d'origine méditerranéenne occidentale, d'Afrique du Nord-Ouest ; cette espèce est utilisée en médecine traditionnelle dans l'ouest algérien

L'objectif de notre étude était d'évaluer les activités biologiques de l'extrait du fruit *Chamaerops humilis* récolté de la région de Tlemcen. L'extraction se fait par la méthode du sous-reflux avec le solvant (méthanol/eau). L'activité antioxydante a été évaluée par le test de piégeage des radicaux libres DPPH, et la réduction du fer (FRAP), l'évaluation d'activité antibactérienne et antifongique a été réalisée par diffusion en milieu gélosé, et par micro-dilution en milieu liquide contre 4 souches bactériennes Gram (+) et Gram (-).

Les résultats obtenus montre un teneur plus élevée en tanins et polyphéols (46,32µgEC/mgE, 24,63 mgEAG/gE respectivement), et un teneur plus faible des flavonoïdes (1,12µgEC/mgE). Une activité antioxydante intéressante a été notée pour la fraction ACeOh et la fraction BuOH (9,83 et 30,91 µg/ml) respectivement au DPPH et au FRAP. L'extrait méthanolique présente une activité antibactérienne contre *Bacillus cereus* (12mm), et un effet bactéricide. Nos résultats indiquent que les extraits de *C. humilis* peuvent fournir une nouvelle source alternative d'agents pour des applications médicales industrielles, et agroalimentaire.

Mots clés: chamaerops humilis, activités antioxydantes, activités antibactérienne, activités antifongique, DPPH, FRAP, CMI, CMB

Abstract

Chamaerops humilis is a medicinal plant, thermophilic species, of western Mediterranean origin, from North-West Africa; this species is used in traditional medicine in western Algeria

The objective of our study was to evaluate the biological activities of the *Chamaerops humilis* fruit extract harvested in the Tlemcen region. The extraction is done by the sub-reflux method with the solvent (methanol/water). The antioxidant activity was evaluated by the DPPH free radical scavenging test, and the reduction of iron (FRAP), and the evaluation of the antibacterial and antifungal activity was carried out by diffusion in agar medium, and by micro-dilution. In liquid medium against 4 Gram (+) and Gram (-) bacterial strains. And the effect of the extract was determined by MIC and CMB.

The results obtained show a higher content of tannins and polyphenols (46.32 µgEC/mgE, 24.63 mgEAG/gE respectively), and a lower content of flavonoids (1.12 µgEC/mgE). Moderate antioxidant activity was noted for the ACeOh fraction and the BuOH fraction (9.83 and 30.91 µg/ml) at DPPH and FRAP respectively. The methanolic extract exhibits antibacterial activity against *Bacillus cereus* (12mm), and a bactericidal effect. Our results indicate that *C. humilis* extracts may provide a novel alternative source of agents for medical, industrial, and food and beverage applications.

Key word: *chamaerops humilis*, antioxidant activities, antibacterial activities, antifungal activities, DPPH, FRAP, CMI, CMB

ملخص

النخلة القزم (*chamaerops humilis*) أو ما يعرف بنخلة الدوم هو نبات طبي ، من الأنواع المحبة للحرارة ، من أصل غرب البحر الأبيض المتوسط ، من شمال غرب إفريقيا ، ويستخدم هذا النوع في الطب التقليدي في غرب الجزائر كان الهدف من هذا العمل تقييم الأنشطة البيولوجية لمستخلص فاكهة نخلة الدوم المحصودة من منطقة تلمسان والذي تم استخراجه عن طريق الغلي باستخدام المذيب (ميثانول / ماء) قدر النشاط المضاد للأكسدة عن طريق اختبار DPPH ، والقنطرة الارجاعية للحديد (FRAP) ، كما قيم النشاط المضاد للبكتيريا عن طريق الانتشار في وسط أجار ، وعن طريق التخفيف الدقيق في وسط سائل ضد 4 سلالات بكتيرية (موجبة و سالبة الجرام). وحدد اثر المستخلص بواسطة التركيز الأدنى للتثبيط و القاتل للجراثيم (CMI et CMB).

أظهرت النتائج المتحصل عليها نسبة عالية من التانينات والبوليفينول (46.32 ميكروغرام / ملغم ، 24.63 ملغ / غم على التوالي) ، ومحتوى أقل من الفلافونويد (1.12 ميكروغرام / ملغم إي). لوحظ نشاط معتدل لمضاد الأكسدة لجزء ACEOH وجزء (9.83 BuOH و 30.91 ميكروغرام / مل) في DPPH و FRAP على التوالي. يُظهر المستخلص الميثانولي نشاطاً مضاداً للجراثيم ضد *Bacillus cereus* (12 مم) ، وتأثير مبيد للجراثيم. تشير نتائجنا إلى أن مستخلصات *C. humilis* قد توفر مصدراً بديلاً جديداً للعوامل للتطبيقات الطبية والصناعية والأغذية والمشروبات.

الكلمات المفتاحية: نخلة الدوم (*chamaerops humilis*)، نشاط مضاد الاكسدة، نشاط مضاد للبكتيريا، نشاط مضاد للفطريات، DPPH, FRAP

Liste des figures:

N°	Titre	page
01	Principaux éléments constitutifs d'un palmier	05
02	La répartition de <i>chamaerops humilis</i> dans le monde, en Algérie et wilaya de Tlemcen	06
03	Vue d'ensemble de <i>C.humilis</i>	07
04	Les principaux éléments du fruit <i>chamaerops humilis</i>	07
05	Principales classes des composés phénoliques	13
06	Hydroxylation d'acide benzoïque	14
07	Hydroxylation d'acide cinnamique	15
08	Structure du resvératrol	15
09	Structure chimique de base flavonoïde	17
10	Structure chimique de quelque classe des flavonoïdes	17
11	Schéma présenté la structure d'un radicale libre	21
12	Les différents facteurs du stress oxydants	22
13	Régulation de la production d'espèces réactives de l'oxygène par les systèmes de défenses antioxydantes	23
14	Représentation schématique de l'inhibition de la cyclooxygénase et de la 5-lipooxygénase par le palmier nain.	25
15	Schéma présenté le fruit sec et broyé	28
16	Schéma présenté les différents étapes d'extraction	29
17	Schéma présenté les étapes des polyphénols totaux	30
18	Schéma présenté les étapes des flavonoïdes totaux	31
19	Schéma présenté les étapes des tanins condensés	32
20	Mécanisme réactionnel du test DPPH entre l'espèce radicalaire et un antioxydante (AH).	33
21	Schéma présenté le protocole de DPPH	34

22	Mécanisme réactionnel intervenant lors du test FRAP	35
23	Schéma présenté le protocole de FRAP	35
24	Schéma présente la détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI	38
25	Les pourcentages de rendement des différents extraits de fruit <i>chamaerops humilis</i>	40
26	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux	41
27	Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes	42
28	Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins condensés	42
29	Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations d'acide ascorbique et différents fractions de fruit <i>chamaerops humilis</i>	44
30	Les valeurs d'IC ₅₀ de différents extraits du fruit <i>chamaerops humilis</i>	44
31	Pouvoir réducteur des différents extraits du fruit de <i>C. humilis</i> et de l'acide ascorbique	46
32	Les valeurs d'EC ₅₀ de différents extraits du fruit <i>chamaerops humilis</i>	46
33	Résultats des testes antibactérienne de <i>chamaerops humilis</i> vis-à-vis des bactéries testées	48
34	Résultats de l'activité antifongique sur <i>candida albicans</i>	50

Liste des Tableaux

N°	Titre	page
01	Les noms vernaculaires de chamaerops humilis	08
02	La composition phytochimique de différentes parties de <i>Chamaerops humilis</i>	09
03	La Composition physicochimique et minérale de fruit chamaerops humilis.L	10
04	Les différentes maladies traitées par chamaerops humilis dans la région de Tlemcen	11
05	Les principales espèces radicalaires et non radicalaires de ROS et RNS	21
06	Les éléments essentiels de type enzymatique et non enzymatique	24
07	Les Principales antioxydantes et sources alimentaires associées	24
08	L'activité antibactérienne de chamaerops humilis d'extrait et d'huile essentiel contre différents souche bactériennes.	25
09	Les souches bactériennes avec leur ATCC	36
10	Norme utilisée pour la lecture des résultats des tests d'antibiogramme sur des extraits de plante	37
11	Les valeurs des composés phénoliques de fruit <i>chamaerops humilis</i>	42
12	les résultats de la zone d'inhibition d'extrait, Gentamycine et de DMSO, et la CMI	47

Liste des abréviations

AlCl₃	Chlorure de fer
ATCC	American Type Culture Collection
BHIB	Brain heart infusion borth
CMI	Concentration minimale inhibitrice.
DMSO	Diméthylsulfoxyde
DPPH	2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyle
EAG	Équivalent Acide Gallique
EC/mg	Equivalant Catéchine/ mg d'extrait
FAE	Fraction acétate d'éthyle
FeCl₃	Chlorure de fer
FRAP	Ferric reducing antioxidant power
FVT	Flavonoïdes totaux
PPT	Polyphénols Totaux
RNS	Reactive Nitrogen Species
ROS	Reactive Oxygen Species
TCs	Tanins condensées

Sommaire

Résumé en français	V
Résumé en anglais	VI
Résumé en arabe	VII
Liste des figures	VIII
Liste de tableau	IX
Liste des abréviations	X
Introduction	02

Chapitre I:

La famille des *Palmacées* et l'espèce *Chamaerops humilis* L

1. Présentation de la famille des <i>Palmacées</i>	05
2. L'espèce <i>Chamaerops humilis</i>	05
2.1. Répartition géographique	05
2.2. Description botanique	06
2.3. Systématique	08
2.4. Origine du nom	08
2.5. Variété de l'espèce	09
2.6. Composition chimique	09
2.7. Rôle écologique	10
2.8. Usage du <i>C.humilis</i>	10
2.8.1. Usage médicinal	10
2.8.1. Autre usage	11

Chapitre II :

Les composées phénoliques

1. Généralités sur les composés phénoliques	13
2. Classification des polyphénols	14
1. 1. Les acides phénoliques	14
1. 2. Les stilbénes	15
1.3. Les lignanes	15
1.4. Les coumarines	16
1.5. Les xanthones	16
2. Les flavonoïdes	16
2.1. Classification des flavonoïdes	17
2.1. 1. Les flavones	17

2. 1.2. Les flavonols	18
2.1. 3. Les flavanones	18
2.1. 4. Les anthocyanes	18
2.1. 5. Les isoflavonoïdes	18
3. Les tanins	18
4. L'importance des composés phénoliques	19
4. 1. Chez les végétaux	19
4.2. Chez l'être humain	19

Chapitre III:

les activités biologiques de *chamaerops humilis*

1. L'activité antioxydante	21
1.1. Les radicaux libres	21
1.2. Le stress oxydant	22
1.3. Les antioxydantes	23
1.3.1. L'agent antioxydant	23
1.3.2. Les différents types des antioxydantes	23
2. Activité antimicrobienne	25
3. Activité anti-inflammatoire	25
4. Activité anticancéreuse	25

Deuxième partie : Partie expérimentale

Chapitre IV :

Matériels et Méthodes

1. But d'étude	27
2. Matériel végétal	27
3. Extraction et fractionnement des composés phénoliques	28
3.1. Préparations d'extraits brut méthanolique	28
3.2. Préparation des extraits fractionnés par l'acétate d'éthyle et le n-butanol	28
4. Dosage des polyphénols totaux	30
5. Dosage des flavonoïdes	31
6. Dosage des tanins condensés	31
7. Activité Antioxydante	32
7.1. Test de piégeage du radical DPPH	32
7.2. Pouvoir réducteur du fer (FRAP)	34
8. Evaluation de l'activité antimicrobienne	36
8.1. Technique de diffusion en milieu gélosé	36

8.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)	37
8.2. Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB)	38

Chapitre V:

Résultats et discussions

1. Rendement de l'extraction	40
2. Dosage des composées phénoliques	41
6. Résultats de l'activité antioxydante	43
7. Résultats du test DPPH	43
8. Résultats du test FRAP	45
9. Résultats de l'activité antibactérienne	47
10. Technique de diffusion en milieu gélosé	47
11. Technique de dilution en milieu liquide (CMI)	47
12. Technique de dilution en milieu liquide (CMB)	48
Conclusion	52
Références bibliographiques	53

Annexe.



Introduction générale

L'Algérie avec son climat varié, et caractérisé par la richesse de leur flore phylogénétique, et la diversité des plantes aromatiques et médicinales, environ 4000 espèces (**Dobignard et Chatelain, 2010**).

Les plantes médicinales sont utilisées dans la médecine comme un médicament pour traité plusieurs maladies humaines en raison de leurs propriétés thérapeutiques, grâce à leur production des molécules organiques au cours de leur vie appelées les métabolites secondaires, ces métabolites ont des intérêts en pharmacologie, agriculture et en industrie chimique (**Cannes do Nascimento et Fett-Neto, 2010**).

De nos jours l'intégration des techniques modernes permettant d'évaluer la sécurité, la qualité, l'efficacité, ainsi que le rôle des médicaments élaborées à partir de ces métabolites dans les soins de la santé humaine et animale, en effet de leur variété phytochimique (**douédrago et al., 2019; douédrago et al., 2021**).

Parmi les métabolites secondaires on peut citer: les alcaloïdes, les terpénoïdes, et les composées phénoliques. Ces derniers ont une large gamme des propriétés biologiques tels que: l'activité antioxydante, antimicrobienne, anti-inflammatoire, anticancéreuse et antidiabétique.

Le stress oxydatif est reconnue comme étant principale cause d'apparition de nombreuses pathologies chroniques liées au vieillissement, maladies cardiovasculaires, cancer, le diabète (**Haleng et al., 2007**). Pour cela la recherche des agents protégeant contre ce processus physiopathologique fait l'intérêt.

Les maladies infectieuses posent un grand problème de santé publique et elles sont la cause d'augmentation des taux de la mortalité. Plusieurs études montrent que le développement de la résistance des souches bactériennes et fongiques (**Rahmatallah et al., 2017; Zaghib et al., 2020**). L'augmentation de la résistance microbienne aux antibiotiques déclenche des nouvelles infections. L'OMS en 2017 publie une liste des bactéries qui nécessitent en urgent d'avoir des nouveaux antibiotiques. De cette raison les chercheurs scientifiques se tournent à d'autres produits pour trouver des alternatives thérapeutiques ayant des activités antimicrobiennes. Le règne végétal est un grand réservoir des biomolécules et l'étude comment se défendent contres les microorganismes peut résoudre ces résistances.

L'objectif de notre travail est d'évaluer l'activité antioxydante, antimicrobienne d'extrait du fruit *chamaerops humilis*, une plante largement utilisé en médecine traditionnelle dans la région de Tlemcen, ainsi que la détermination des dosages en composés phénoliques pour déterminer leur potentiel de traité ces pathologies.

Ce travail est divisé en 02 grandes parties: la première partie est consacrée pour l'étude bibliographique, généralités sur l'espèce *chamaerops humilis*, généralités sur les composés phénoliques et les activités biologiques de *C. humilis*

La deuxième partie est consacrée à l'extraction et aux dosages des composés phénoliques (Polyphénols totaux, Flavonoïdes totaux, et les Tanins condensés). Le pouvoir antioxydant d'extrait est mesuré via plusieurs tests complémentaires (DPPH, FRAP), après cela, l'activité antibactérienne et antifongique d'extrait a été testée sur 04 souches bactériennes et 02 souches de levure.



*Les palmacées et
Chamaerops humilis*

I . 1. Présentation de la famille des palmacées :

Les palmiers, palmacées ou Arecaceae sont des plantes qui appartiennent au groupe des monocotylédones. Ils ne sont pas des arbres, mais sont des herbes géantes, reconnaissables par leur tige non ramifiée et généralement arborescents. Ils poussent dans les zones tropicales, subtropicales, et tempérées chaudes. Leur distribution écologique est limitée par la température (Maaoui, 2014). Les palmiers en générale sont constitués d'un stipe (tronc) dont l'extrémité est constituée d'un bourgeon apical, des feuilles disposées en forme de couronne, des inflorescences, des fleurs, des fruits (baie ou drupe) et des graines. (KAHNE, 1997).

La famille des palmiers comprend 200 genres pour 2500 espèce. Parmi les principales espèces on peut citer : *Trachycarpus fortunei*, *Cocos nucifera*, *Areca catechu*, *Phoenix dactylifera*, *Elaeis guineensis* et *Chamaerops humilis*. (Philippe, 2014).

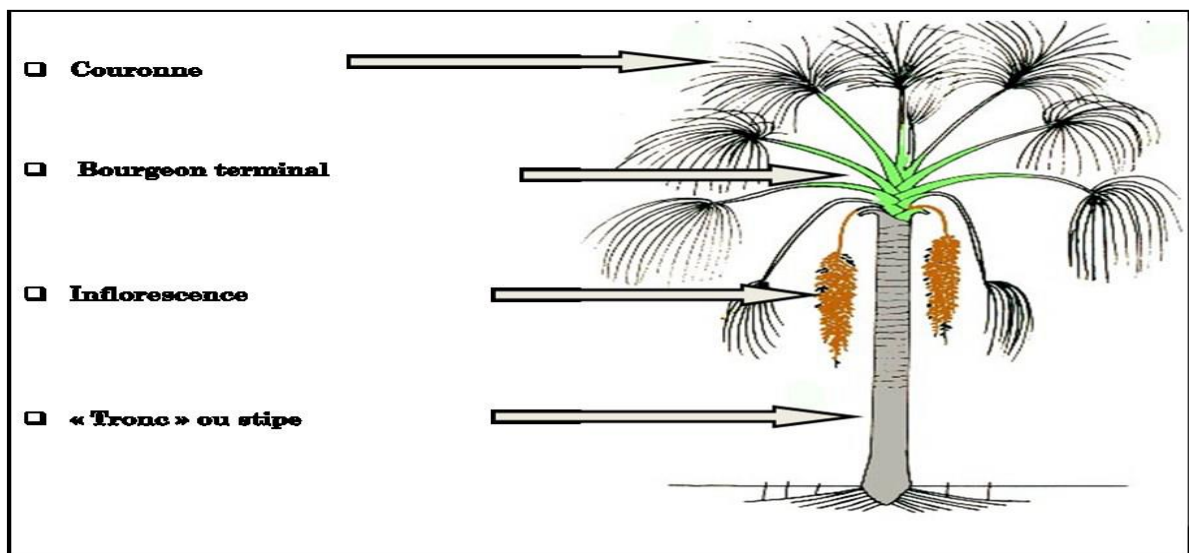


Figure 1: Principaux éléments constitutifs d'un palmier (Kahne, 1997).

I .2. L'espèce *Chamaerops humilis* :

Chamaerops humilis est un palmier monocotylédone appartient à la famille des palmacées (Arecaceae) et constitue une espèce phare dans les circonstances méditerranéennes. Il respect l'espèce unique du genre *chamaerops*, (García-Castaño *et al.*, 2014)

I .2. 1. La répartition géographique :

Chamaerops humilis est une espèce caractéristique des zones tempérées et thermophiles et peut survivre à des niveaux pluie au-dessus de 700 mm (Freitag, 1971). Selon (Merlo *et al.*, 1993), le palmier nain peut se développer sur tous les sols, mais il préfère les sols calcaires. Il

se trouve particulièrement dans la région méditerranéenne occidentale : l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, et Tunisie), et l'Europe du Sud (Espagne, la France, et Italie). Sur le plan écologique, *Chamaerops humilis* est un indicateur biologique majeur de l'étage de végétation thermo-méditerranéen. (Maire, 1957)

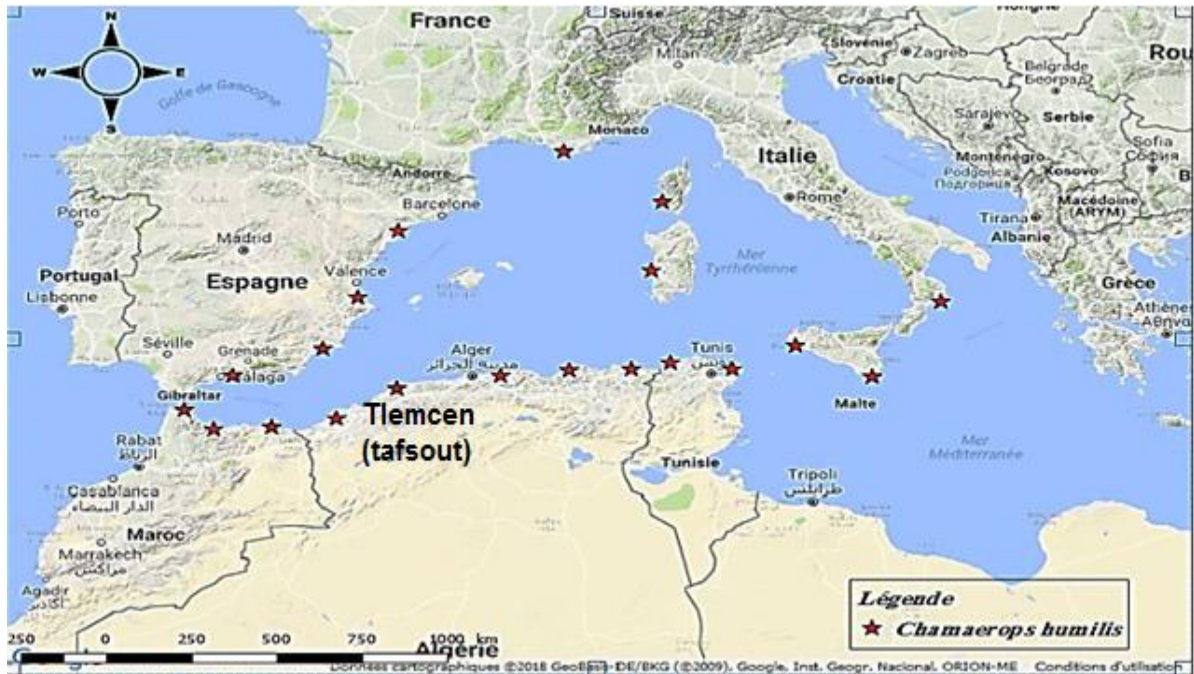


Figure 2: la répartition de *chamaerops humilis* dans le monde, en Algérie et wilaya de Tlemcen (García-Castaño *et al.*, 2014, modifié)

I .2. 2. La description botanique :

L'Appareil végétatif est un palmier dioïque, caractérisé par son tronc (stipe) court, ne dépasse pas 02 m de la hauteur, et pouvant atteindre 09 m à 12 m dans les zones protégés (Maire, 1957; Hasnaoui, 2008 ; Maaoui, 2014).

Les feuilles sont des palmées en forme d'éventail de 90cm de diamètre et elle se dispose en rosette terminale. Elle se caractérise par la couleur verte à la surface supérieure et d'une couleur blanche à la surface inférieure. L'inflorescence est un spadice, comprenant de nombreuses petites fleurs jaunâtres mâles et femelles (Jácome-Flores *et al.*, 2016).

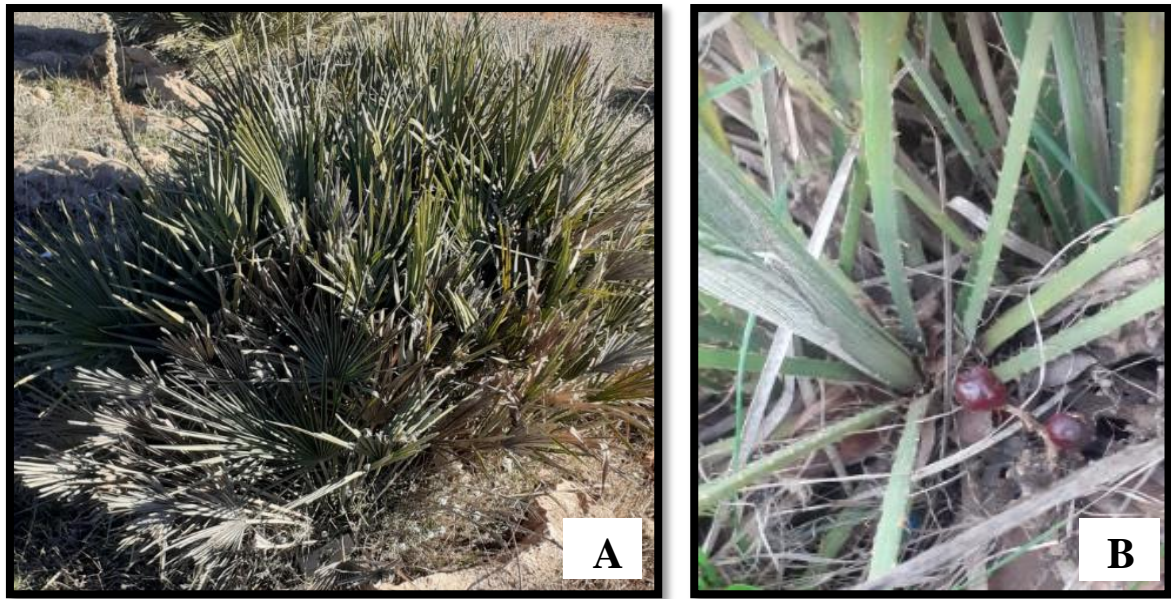


Figure 3: (A): Vue d'ensemble de *C. humilis*. (B) : fruits (baies) et feuilles de *C. humilis*
(photographies personnelles : 08/10/2021)

Les fruits sont des drupes oblongues de 02 à 05 cm, de couleur rougeâtre à maturité, leur pulpe est légèrement sucrée et très fibreuses. Les fruits sont attachés aux inflorescences jusqu'à 30cm de longue. La floraison de doum est au printemps (de mars à mai), et la maturation des fruits est à la fin de l'été jusqu'au début d'automne, avec une semi multiplication de la touffe, (Maaoui, 2014).

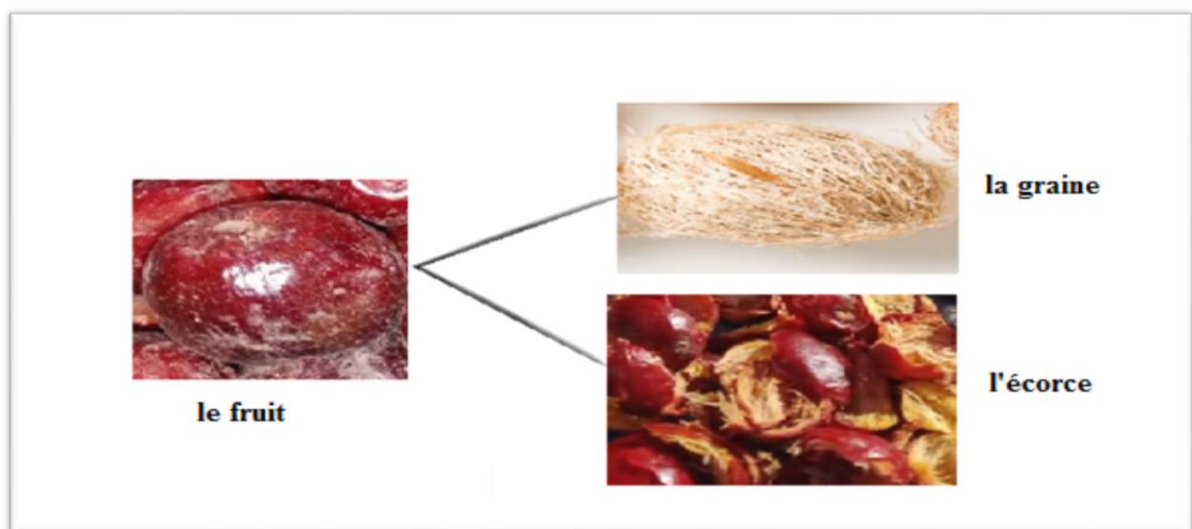


Figure 4 : Les principaux éléments du fruit *Chamaerops humilis*.

I .2.3. Systématique :

Chamaerops humilis est la seule espèce du genre *Chamaerops* appartient à la famille de Coryphoideae, et la tribu Coryphea (Dransfield et al., 2008)

Phylum:	Spermatophyte.
Sous-phylum:	Angiosperme.
Classe:	Monocotylédone.
Ordre:	Spadiciflores.
Famille:	Arecaceae.
Sous-famille:	Coryphoideae.
Tribu:	Coryphea.
Genre:	<i>Chamaerops</i> .
Espèce:	<i>Chamaerops humilis</i> .

I .2.4. Origine du nom :

Tableau 1: les noms vernaculaires du *Chamaerops humilis* (Madjati, 2014 ; Acherrat, 2016).

Les noms vernaculaires :	
Arabe	El Doum النخل المروحي المتوسطي
Berber	Agoummire, Tiznirt
Français	Palmier méditerranée, palmier nain, chamaerops nain, doum.
Espagnole	Palma chikita, palmera enana, palmetira, palmito.
Italien	Cefaglino, palma nana, palmetto, palma di Goethe
English	European fan-palm
États-Unis	saw palmetto, serenoa
Catalan	Margallo.
Berber	Agoummire, Tiznirt

I .2.5. Variétés de l'espèce :

Les recherches bibliographiques sur le nombre d'espèce du *chamaerops* a distingué une seule espèce : *humilis*. Cependant, le nombre de variété est variable. (MAIRE, 1957) On distingue les variétés suivantes :

- Variété *Typica* caractérisée par des feuilles vertes et luisantes
- Variété *inermis* caractérisée par des pétioles inermes (sans aiguilles).
- Variété *argenta* André caractérisée par les feuilles glauques, argentées mâtes, couvertes de poils squamiformes persistants. C'est la variété actuelle de notre région d'étude.
- Variété *mitis*.

I .2.6. Composition chimique :

L'étude ethnobotanique de *chamaerops humilis* montre que les différentes parties de la plante ont des plusieurs composés phytochimiques (Hasnaoui et al., 2011) (Tableau 3).

L'étude de la composition chimique et la teneur en minéraux de différentes parties de *Chamaerops humilis* montre que son fruit est riche en protéines, une moyenne concentration de fibre brute, faible concentration de lipide et les minéraux où les minéraux les plus élevés que les autres dans le fruit sont Potassium, Nickel, et Bohrium, et les minéraux les plus faible sont Thallium, Sodium, et Chromium (Bouhafsoune et al., 2020) Tableau 2 : la composition phytochimique de différentes parties de *Chamaerops humilis* (Hasnaoui et al., 2011).

Les composés phénoliques	Spadice	Feuille	Chou de palmier
Flavonoïdes	+	+	+
Les tanins	+	+	+
Saponosides	+	+	+
Stéroïdes	+	+	+
Hétéroside flavonoïde	+	+	+
Glycosidique flavonoïde	+	+	+
Stérols et terpènes	+	+	+
Alcaloïdes	-	-	-

(+) : Présence (-) : Absence

Tableau 3: la Composition physiochimique et ménérale de fruit *chamaerops humilis*.L (Bouhafsoune et al., 2020).

	Fruit		
Composition chimique	Protéine % 30,27± 1,60	Fibre brute % 18 ± 1	Lipide % 1,13 ± 0,23
Teneur en minéraux	Potassium 1092,549 ± 2,25	Nickel 526 ± 0,68	Barium 463 ± 0,88
	Thallium 0,64 ± 0,2	Chromium 1,158 ± 0,5	Sodium 1,681 ± 0,69

I .2.7. Le rôle écologique :

L'espèce *Chamaerops humilis* est utilisée pour la désertification et l'érosion, outre le fait qu'elle se régénère après les incendies, en émettant de nouveaux drageons. (**Tella botanica, 2011**).

I .2.8. Usage de *Chamaerops humilis*:

Usage médicinale :

Plusieurs travaux montrent que la plante a une efficacité dans le domaine phytothérapie, elle est utilisée en médecine traditionnelle pour traité les maladies du tube digestif (**Khoudali, 2014**).

Une concoction aqueuse à partir des feuilles de *chamaerops humilis* est utilisé pour traité le diabète en médecine traditionnelle marocaine, ainsi que l'extrait aqueuse des feuilles diminue le taux de triglycéride et cholestérol totale (**Gaamoussi et al., 2010**).

Chamaerops humilis est une plante médicinale utilisée dans des différents domaines thérapeutiques, l'enquête ethnobotanique réalisé par (**Madjati et al., 2019**) montre les différentes maladies traité par différents partie de *Chamaerops humilis* (**Tableau 5**):

Tableau 4: les différentes maladies traité par *chamaerops humilis* dans la région de Tlemcen (Medjati et al., 2019).

Partie utilisé	Maladies traité
Fruit	Grippe
	Toux
	Gencive
	L'asthme
	Atteintes gastro-intestinale
	Atteintes du tube digestif (antiseptique).
Feuille	Hépatite
	Diabète
	Atteintes gastro-intestinale
Racine	Anémie
	Hépatite
	Diabète
	Rhumatisme
	Les vers intestinaux
	Nettoyage de l'utérus après accouchement
Cœur de stipe	Hypertension
	Diabète
	Maladies cardio-vasculaire
	Atteintes gastro intestinale

Autre usage:

Il est utilisée pour le transport des fruits d'olive, et de raisin (fabrication des paniers de sparterie), il est utilisé pour la fabrication des cordes à partir de fibre de pacotille des feuilles; aussi le cœur du palmier est consommé comme aliment (Hasnaoui et al., 2012).



Les composés

Phénoliques

II .1. Généralités sur les composés phénoliques :

Les composés phénoliques ou appelés aussi les polyphénols sont des métabolites secondaires synthétisés par les végétaux pour se battre contre les agressions de l'environnement (Buchanan et al., 2000). Le terme « polyphénols » est généralement utilisé dans le langage quotidien aussi dans les articles scientifiques faisant référence à l'ensemble des composés phénoliques des végétaux. En fait, il convient de le réserver uniquement aux molécules à fonctions phénoliques multiples, et donc d'exclure les monophénols, encore abondants et importants chez les plantes. (Macheix et al., 2005). Les polyphénols aussi sont l'une des principales classes de métabolisme secondaire synthétisées par les végétaux. Ils participent à la protection des plantes contre les agresseurs environnementaux : tels que les rayons UV et les insectes (Gee et al., 2001). Ils comprennent un large ensemble de produits chimiques, plus de 8000 structures ont été déterminées, (Dacosta, 2004), allant de molécules simples telles que les acides phénoliques à des substances hautement polymères telles que les tanins (Dai et al., 2010). Figure 5

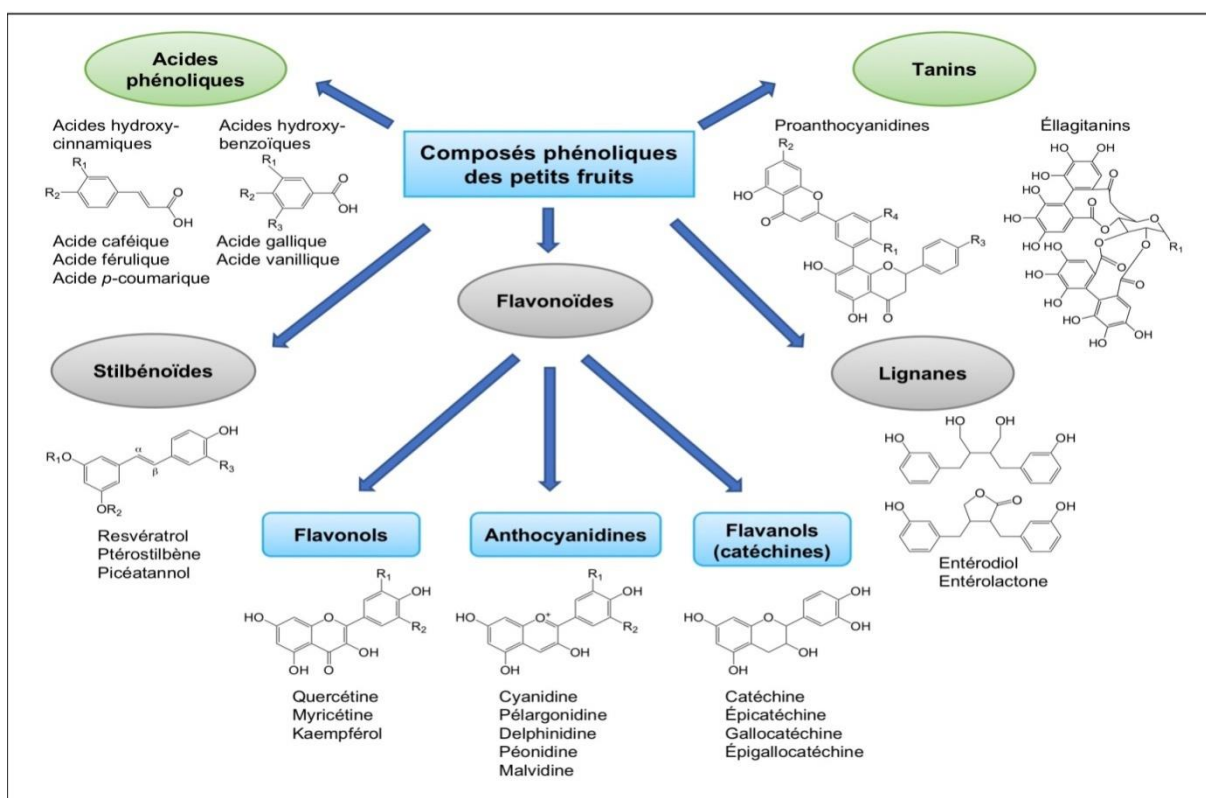


Figure 5: Principales classes des composés phénoliques (Fettah, 2019).

II .2. Classification des polyphénols :

Les polyphénols sont classés selon la structure, les noyaux aromatiques et les éléments structuraux qui lient ces noyaux. (Clifford, 2001; D'archivio et al., 2007), Les polyphénols peuvent se regrouper généralement en trois grands groupes :

II .2.1. Les acides phénoliques :

Il existe deux grandes classes d'acides phénoliques ; les dérivés d'acide benzoïque et les dérivés de l'acide cinnamique. Les plantes comestibles sont très pauvres en acide hydroxybenzoïque et ces dérivés. En revanche, l'acide hydroxycinnamique est très présent dans l'alimentation humaine (Macheix et al., 2005). Les acides phénoliques sont rares dans la nature. Ces composés appartiennent à deux catégories : la première catégorie contient des acides phénoliques dérivés de l'acide benzoïque, qui sont mono- et/ou polyhydroxylés pour former respectivement les acides phénolique et polyphénolique, l'acide gallique et l'acide protocatéchique La deuxième catégorie contient des acides phénoliques dérivés d'acide cinnamique. Semblable à l'acide cinnamique, l'hydroxylation donne des acides p-coumarique et caféïque (Haslam, 1994) (Figure 6 et 7).

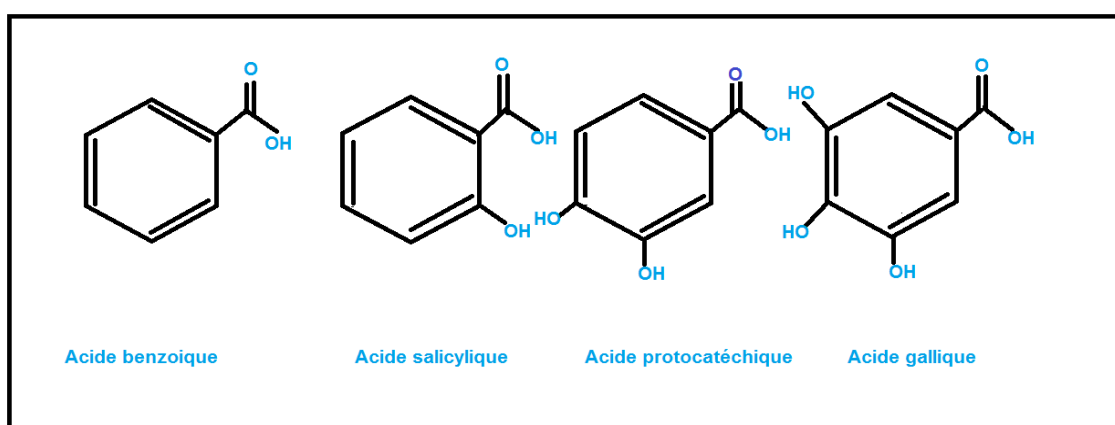


Figure 6: Hydroxylation d'acide benzoïque

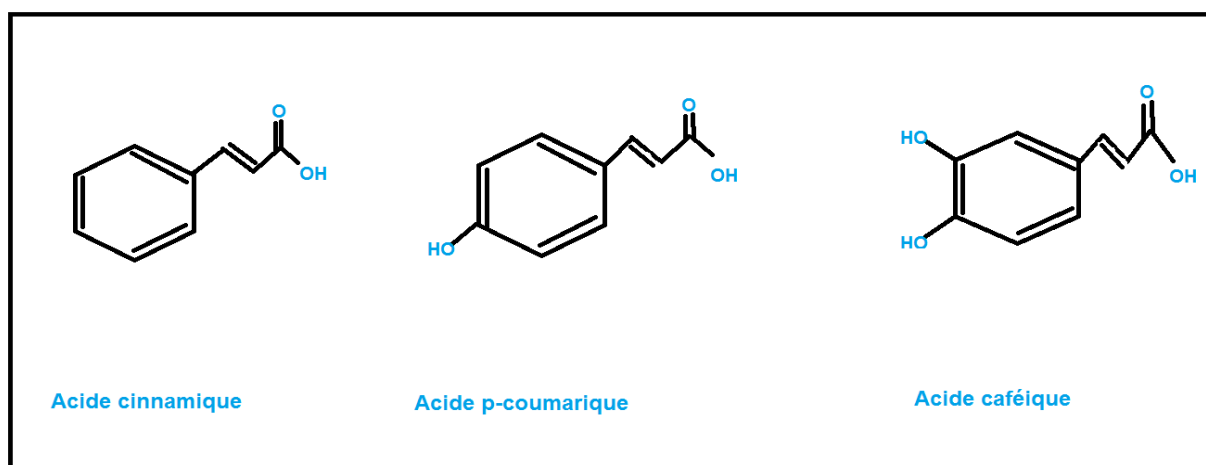


Figure 7 : Hydroxylation d'acide cinnamique

II .2.2. Les stilbènes :

Les stilbènes sont présents en très petites quantités dans l'alimentation humaine. Le plus connu d'entre eux est le resvératrol, qui est un composé anticancéreux présent dans certaines plantes Médicinal, exemple du trans-resvératrol. (Macheix et al., 2005) (Figure 08)

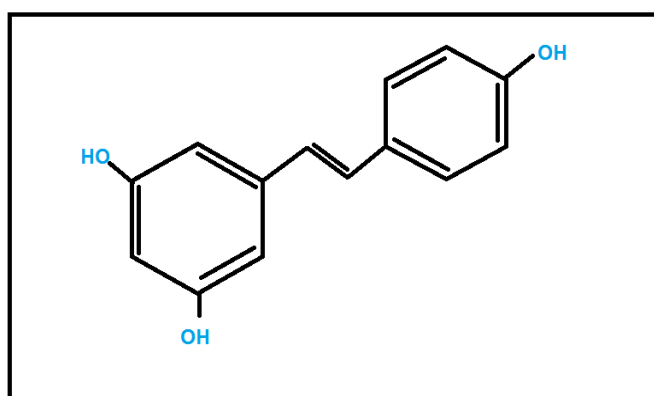


Figure 8: Structure du resvératrol

II .2.3. Les lignanes :

Les lignanes sont un groupe des phytonutriments largement distribués dans le règne végétal (Imran et al., 2015). Ce sont des composés dimères, formés par le couplage de deux fragments (C6-C3) monomères dérivées de la voie des phénylpropanoïdes (Gilani et Anderson, 2002). Les lignanes phénoliques, se trouvent surtout dans la plupart des plantes riches en fibres, comme les graines de citrouille, les céréales, les fruits et les légumes (Imran et al., 2015).

II .2.4. Les coumarines :

Les coumarines sont des composés aromatiques naturels ; elles sont largement distribuées dans le règne végétal et inhibent et empêchent la croissance et la sporulation des champignons et autres microorganismes phytopathogènes (**Edardes, 2008**) La structure primaire des coumarines est dérivée de l'acide orthohydrocinnamon (**Collin et Crouzet, 2011**).

VI .2.5. Les xanthones :

Le terme xanthone est dérivé du grec (xanthos) signifiant jaune (**Khan et Ather, 2006**). Les xanthones sont des métabolites secondaires présents dans certaines plantes supérieures, champignons et lichens. La structure chimique de la xanthone consiste en un système cyclique conjugué composé des carbones 1 à 4 (cycle aromatique A) et des carbones 5 à 8 (cycle aromatique B) (**Kuete, 2013**). La diversité structurelle et les propriétés chimiques des xanthones peuvent jouer un rôle important dans la prévention, notamment les activités anti-inflammatoires, antioxydantes et anticancéreuses (**Gongbo et al., 2013**).

II .2.6. Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont des produits largement distribués dans le règne végétal et sont couramment consommés toujours sous forme de fruits, légumes et boissons telles que le vin et le thé. Ils sont des pigments quasiment universels des végétaux. Presque toujours hydrosolubles, ils sont, entre autres et pour certains, responsables de la coloration des fleurs dont le pouvoir attracteur conditionne la pollinisation entomophile. Leur capacité à moduler l'activité de certaines enzymes et à modifier le comportement de plusieurs systèmes cellulaires suggère qu'elles pourraient exercer diverses activités biologiques, notamment antioxydante, protectrice vasculaire, anti-hépatotoxique, antiallergique, anti-inflammatoire et significativement anti-inflammatoire. -ulcère Même propriétés anti tumorales (**Ghedira et al., 2005**) (figure 9).

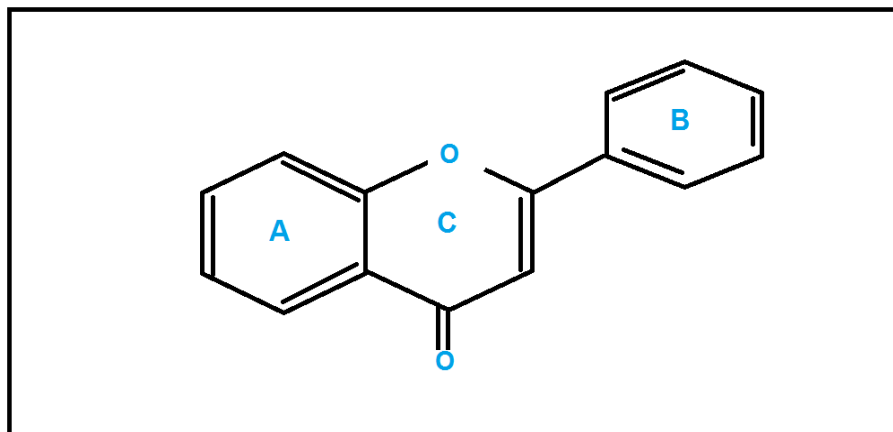


Figure 9: structure chimique de base flavonoïde (Ghnimi, 2015)

II .2.6.1 Classification des flavonoïdes :

La famille des flavonoïdes peut se diviser en six classes qui diffèrent par leurs structures chimiques : flavanols, flavones, flavanols, flavanones, isoflavones et anthocyanidines (Medic Sanic et al., 2004). (Figure 10)

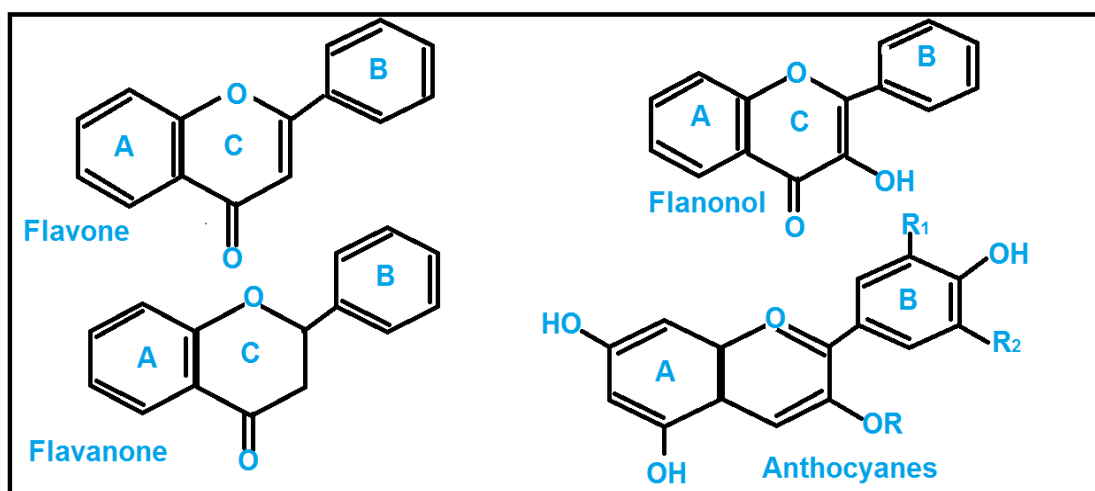


Figure 10 : Structure chimique de quelques classes de flavonoïdes (Ghnimi, 2015).

II .2.6.1.1 Les flavones :

Les flavones sont caractérisés par une structure C6-C3-C6 avec une liaison C2-C3 qui est insaturée et une fonction cétone tels que l'apigénine et la vitexine (Ghnimi, 2015).

II. 2.6.1.2 Les flavonols :

Ce sont des flavones il appartient au flavonoïde mais ils sont caractéristique par la présence d'un groupement hydroxyle (OH) en position 3 de l'hétérocycle central C tels que le kaempférol, la quercetine et la rutine (**Ghnimi, 2015**).

II 2.6.1.3 Les flavanones :

Ce sont aussi des flavones dont l'hétérocycle central C est saturé tels que l'hespertime et la fustine (**Ghnimi, 2015**).

II. 2.6.1.4 Les anthocyanes :

Les anthocyanes contenant une charge sur l'oxygène de l'hétérocycle central C, on peut les classé comme des flavonoïdes, ce sont les composés responsables des couleurs (rouge, violet et bleu) qui se trouve dans la nature (**Buchanan et al., 2000**). L'anthocyanine la plus connue est la pélargonine, qui fait apparaître certaines plantes en rouge ou en orange. La deuxième est l'anthocyanine, qui produit du rouge ou du rose, et enfin la delphinidine, qui produit du violet (**Heller et Forkmann, 1993**)

II. 2.6.1.5 Les isoflavonoïdes :

La différence entre les isoflavones et les flavonoïdes réside dans la position C3 sur l'hétérocycle pyrane central C du cycle aromatique B .Ce sont des composés à 15 atomes de carbones comme les flavonoïdes. Ils viennent d'une structure 1,2- diphénylpropane (**Schwarz et al., 2007**). Ces composés sont classés d'après le degré d'oxydation, et de l'existence ou non d'hétérocycles supplémentaires. Ainsi, on trouve les isoflavones, les isoflavanones, les isoflavanols, les isoflavanes, les rétinoides, les ptérocarpanes, et les 3-arylcoumarines (**Iwashina, 2000**)

II 2.7. Les tanins :

Les tannins ou tannins sont des composés polyphénoliques utilisés dans le tannage peau. Les tanins ont une variété d'activités biologiques. Des études montrent, De nombreux tanins ont des propriétés antioxydantes. Ces composés montrent Puissante capacité à piéger les radicaux libres et à inactiver les ions peroxydes (**Bruneton, 1999**). Il ya généralement deux grandes types des tanins : les tanins hydrolysés et les tanins condensés.

II. 3 L'importance des composés phénoliques :

Chez les végétaux :

Les composés phénoliques sont les pigments responsables de la teinte automnale des feuilles et des couleurs, des fleurs et des fruits (jaune, orange, rouge) (**Edeas, 2007**). Ils jouent un rôle important dans l'interaction des plantes avec leur environnement, notamment contre le rayonnement UV, le stress oxydatif, les attaques microbiennes (**Moheb et al., 2011**). Ils sont également impliqués dans de nombreux processus physiologiques tels que la croissance cellulaire, la rhizogenèse, la germination des graines ou la maturation des fruits (**Biozot et Charpentier, 2006**)

Chez l'homme :

Manger des aliments riches en polyphénols peut réduire le développement de nombreuses maladies, telles que le cancer, l'ischémie cardiaque, l'athérosclérose et l'hypertension artérielle. Ceci peut s'expliquer par le fait que ces composés sont capables de modifier de nombreux facteurs impliqués dans le développement de ces maladies (**Martin et Andriansitohaina, 2002**).



Les activités biologiques **de *chamaerops humilis***

III.1. Activité antioxydante :

III. 1 .1. Les radicaux libres :

Les radicaux libres sont des produits chimiques (molécules ou atomes), avec un électron non apparié sur la couche externe. Ils sont très réactifs du fait de leur capacité de capter un électron à partir d'une molécule stable pour assurer leur stabilité électrochimique (Marcia et Mario, 2006). (Figure 11)

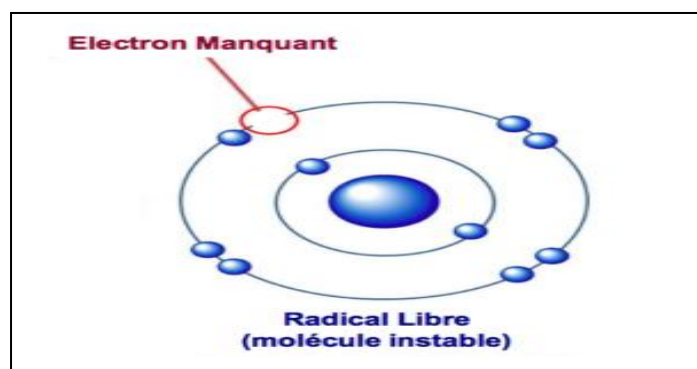


Figure 11: Schéma présenté la structure d'un radical libre (Norbert, 2019).

Généralement les radicaux libres peuvent être dérivé de l'oxygène moléculaire (Reactive Oxygen Species: ROS), ou espèce réactive azoté (Reactive Nitrogen Species : RNS) qui sont soit radicalaires ou non radicalaires. (Tableau 6) (Bellik, 2020).

Tableau 5: les principales espèces radicalaire et non radicalaire de ROS et RNS. (Bellik, 2020).

ROS		RNS	
Radicalaire	Non radicalaire	Radicalaire	Non radicalaire
Anion superoxyde O_2°	Peroxyde d'hydrogène H_2O_2	Dioxyde d'azote NOO°	Acide nitreux HNO_2
Radical hydroxyle OH°	Acide hypochlorique $HOCL$	Radical oxyde nitrique NO°	Peroxyneutre $ONOO^\circ$
Radical peroxyde ROO°	Oxygène singulier 1O_2		Chlorure nitrique NO_2CL

III .1. 2 .le stress oxydant :

L'oxygène est nécessaire à l'organisme pour produire l'énergie sous forme d'ATP (d'adénosine triphosphate), par l'intermédiaire de la chaîne mitochondriale de transport d'électron, qui entraîne la formation des espèces réactives de l'oxygène appelées « les radicaux libres », si le dernier s'augmente et ne se contrôle pas par le système de défense il va déclencher « un stress oxydant ». (Boughellout et Amara, 2015).

Le stress oxydant est impliqué dans nombreuses maladies (prolifération tumorale, œdème pulmonaire.....), et aussi l'un des facteurs initiales potentialisant l'apparition des maladies multifactorielles (les maladies cardiovasculaires, le diabète, les maladies neurodégénératives, les rhumatismes....). Les principales causes du stress oxydatif sont soit d'origine alimentaire c'est-à-dire carence en vitamines et oligo-éléments, soit d'origine accidentelle (inflammation, stress...) ou d'origine génétique. (Figure 12) (Favier, 2003 ; Grandjean, 2005).

Donc le stress oxydant est défini par un déséquilibre entre pro-oxydants et antioxydantes (système de défense), en faveur des premiers, qui entraîne une augmentation de ROS dans notre organisme d'une façon anormale. (HalenG et al., 2007)

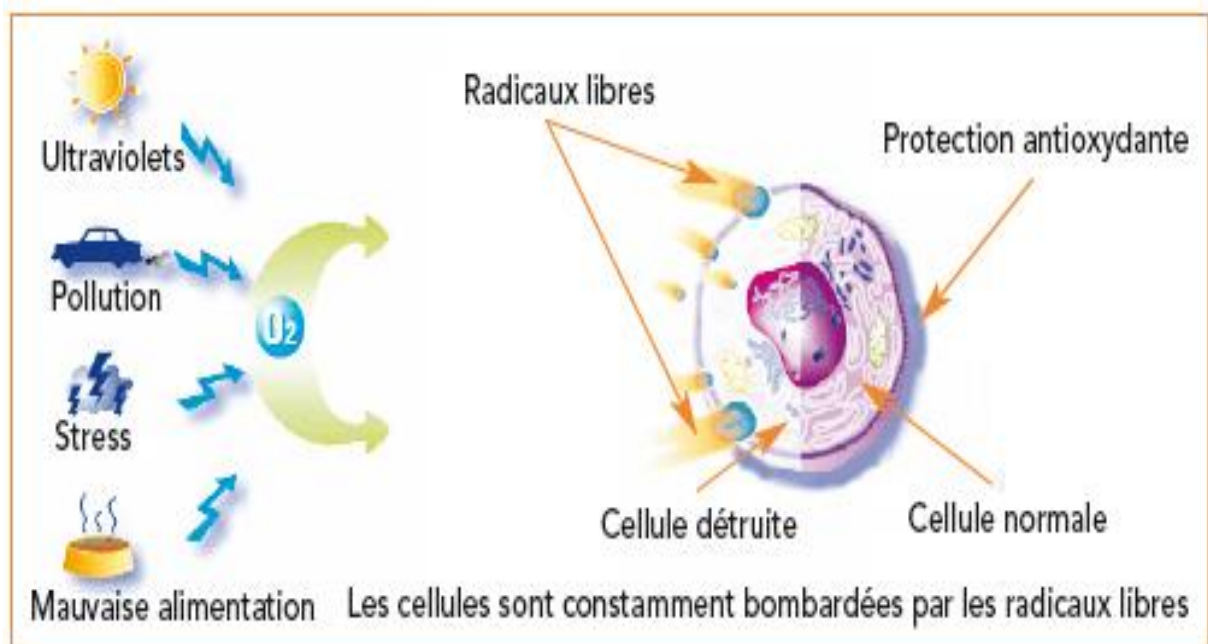


Figure 12: les différents facteurs du stress oxydants (Grandjean, 2005).

III. 1.3. Les antioxydantes :

III. 1.3. 1. L'agent antioxydant :

Les antioxydants ont des molécules présentes naturellement dans les aliments, ont un rôle de capter les radicaux libres qui endommagent les cellules et responsables au vieillissement (Haberfeld, 2021). Aussi ils sont des substances capables de diminuer l'oxydation des acides gras insaturés alors diminuer leur rancissement (Defrainge et Pinemail, 2008). Ils sont classés selon leur localisation cellulaire, leur mode d'action et leur origine (Figure 13) (Delattre et al., 2005).

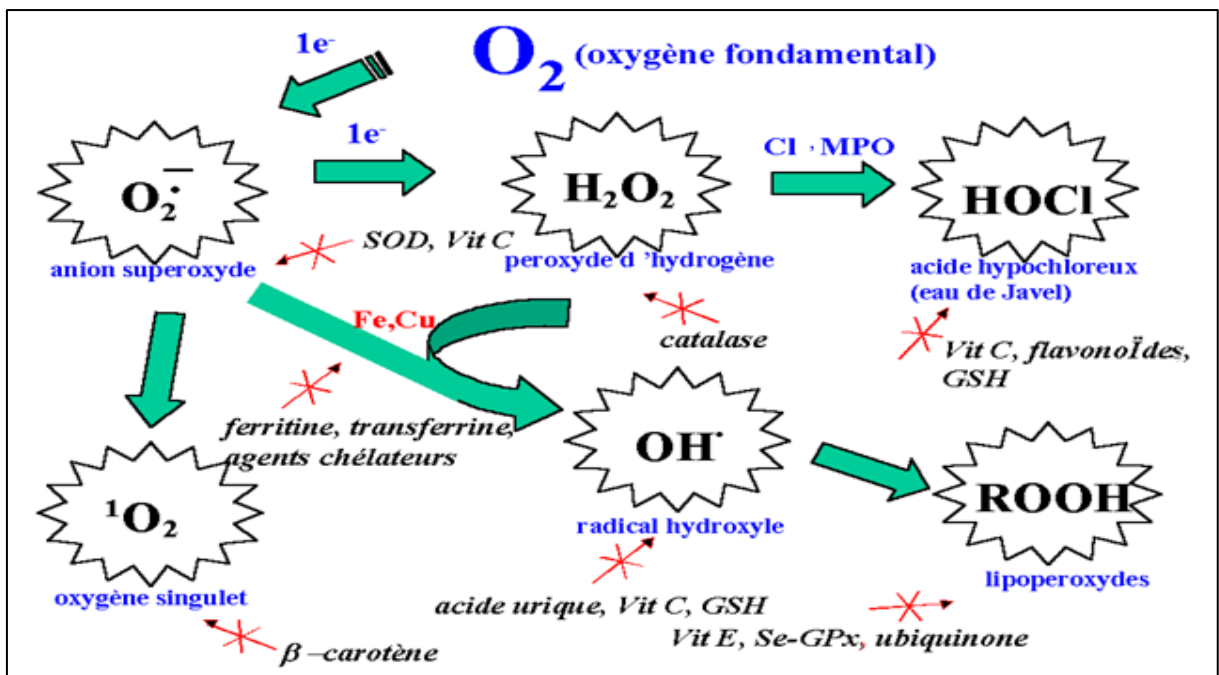


Figure 13: Régulation de la production d'espèces réactives de l'oxygène par les systèmes de défenses antioxydantes (Pincemail et al., 1999, 2002).

III. 1.3. 2. Les différents types des antioxydants :

On distingue 02 sources d'antioxydants : source endogène (enzymatique) représenté par les enzymes fabriqués par l'organisme, et source exogène (non enzymatique) se trouve dans les polyphénols, l'alimentation riche en vitamine C, E et ubiquinone **Tableau 7 et 8** (Haleng et al., 2007).

Tableau 6 : les éléments essentiels de type enzymatique et non enzymatique. (Haleng et al., 2007)

Eléments enzymatique	Elément non enzymatique
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Super oxyde dismutase (SOD) ✓ Catalase ✓ glutathion peroxydase (GPx) et Réductase (GR) ✓ Le glutathion S- transférase (GST) ✓ Les thioredoxine (TP x) et la thiorédoxine réductase ✓ hème oxygénase 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Le glutathione ✓ Cytochrome C ✓ Les protéines de stress thermique ✓ Les protéines thiols ✓ L'acide urique ✓ Les caroténoïdes

Tableau 7: les Principaux antioxydantes et sources alimentaires associées (Coechlin, 2006)

Antioxydantes	Source alimentaire
Vitamin C	Agrume, melon, brocoli, fraise, kiwi, chou, poivron
Vitamin E	Huile de tournesol, de soja, de maïs, beurre, œufs, noix
Le Selenium	Poisson, œufs, viandes, céréales, volaille
Le β-carotene	Légumes et fruits orangés, et vert foncés
Les Flavonoïdes	Fruits, légumes, thé vert
Les tannins	Lentilles, thé, raisins, vin
Métabolisme de la cystéine et glutathion	Caséine, Lactalbumine (petit-lait), produits laitiers, Brocoli, chou, oeufs, poissons, viandes
Zinc	Viande, pain complet, légumes verts, huîtres, produits laitiers

III .2. Activité antimicrobienne :

De nombreuses études montrent que l'extrait et les huiles essentielles de différentes parties de *Chamaerops humilis* ont des activités antibactériennes et antifongiques. (Belhoues, 2018, Hasnaoui, 2014 ; Ourabia, 2020). Tableau 9.

Tableau 8: l'activité antibactérienne de *Chamaerops humilis* d'extrait et d'huile essentiel contre différents souche bactériennes.

		<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>S. typhi</i>	<i>E.Coli</i>	<i>Lesteria monocytogene</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Candida albican</i>
Extrait	Fruit	+	+	+	+	+	+	
	Feuille	+	+					
Huile essentielle		+		+	+			+

III .3. Activité anti-inflammatoire :

L'inflammation est la réponse des tissus vivants à une agression par des agents pro-inflammatoires d'origine bactérienne, virale, ou autre (stress oxydant....) (ZERBATO, 2010). L'effet anti-inflammatoire de l'extrait de palmier nain repose sur l'inhibition de deux enzymes impliqués dans la voie métabolique de l'acide arachidonique (la cyclooxygénase et de la 5-lipoxygénase) (A.Vogel, 1998) Figure 14

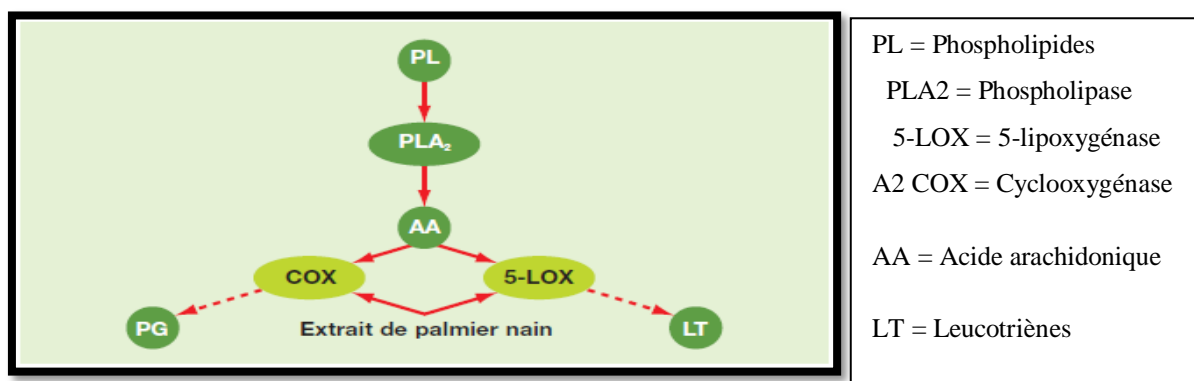


Figure 14: représentation schématique de l'inhibition de la cyclooxygénase et de la 5-lipoxygénase par le palmier nain.

III. 4. Activité Anticancéreuse :

On dit le palmier nain a des effets anticancéreux. Il est souvent utilisé pour traiter l'hypertrophie de la prostate, et améliorer la fonction urinaire. (Infosanté, 2021).



Materiels et Méthodes

IV .1. But d'étude :

Notre travail a été réalisé au sein du : Laboratoire de gestion durable des ressources naturelles en zones arides et semi-arides, centre universitaire Salhi-Ahmed, Naâma. L'objectif de notre travail est l'évaluation de la teneur en polyphénols totaux, flavonoïdes et les tanins extraits à partir de fruit de *chamaerops humilis*, et d'évaluer les activités biologiques (antioxydantes, Antibactériennes et antifongiques) des extraits du fruit de *Chamaerops humilis*.

IV .2. Matériel végétal:

Le fruit de palmier nain a été récolté en septembre 2021, dans la région de la plage Tafout qui se trouve à moins de deux kilomètres à l'est du centre-ville de Honaine, wilaya de Tlemcen. Cette partie de la plante a été choisie essentiellement sur la base de leur fréquence d'emploi en médecine traditionnelle obtenue au cours de l'enquête ethnobotanique (Medjati, 2014).

Coordonnées géographiques 35° 10' 35" N, 1° 39' 18" O



L'identification de la plante a été faite au laboratoire d'Écologie et Gestion des Écosystèmes Naturels de l'université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen.

Le fruit a été séché pendant 3 semaines au laboratoire à l'abri de la lumière et de l'humidité avant leur utilisation, puis mise en poudre. Ensuite elles ont été bien conservées jusqu'à leur utilisation à des fins pratiques.



Figure 15: Photo du fruit sec et broyé.

IV .3.Extraction et fractionnement des composés phénoliques :

IV .3.1. Préparations d'extraits brut méthanolique:

L'extraction était réalisée par décoction selon la technique d'écrite par (EL-HACI et al., 2016), avec quelques modifications. 3g de poudre de fruit a été mise en contact avec méthanol (70%) (V/V), et portée sous-reflux pendant 2h. L'extrait méthanolique a été filtré puis évaporé sous pression réduite à sec (180 rpm, 70°C) avec un évaporateur rotatif de type Heidolph.

Les résidus ont été pesés et additionnée soit par 3ml de méthanol pour les dosages des polyphénols totaux, les flavonoïdes, les tanins condensées, et l'activité antioxydante, soit par 3ml de DMSO pour les activités antibactériennes et antifongiques.

Les extraits obtenue ont été conservées à +4°C jusqu'à leur utilisations.

IV .3.2. Préparation des extraits fractionnés par l'acétate d'éthyle et le n-butanol :

L'extrait brut méthanolique (MeOH) a subi une deuxième extraction de type liquide-liquide en utilisant des solvants à polarité croissante : l'acétate d'éthyle (ACeOH) et le n-butanol (BuOH).

Les étapes ont été résumées dans la **Figure 17**.

Calcule des rendements :

Le rendement de chaque extrait a été calculé selon la formule suivant:

$$R\% = (X/Y) \times 100$$

R : rendement de l'extraction (%)

X : poids de l'extrait sec pesé (g)

Y : poids de la poudre de plante initiale(g).

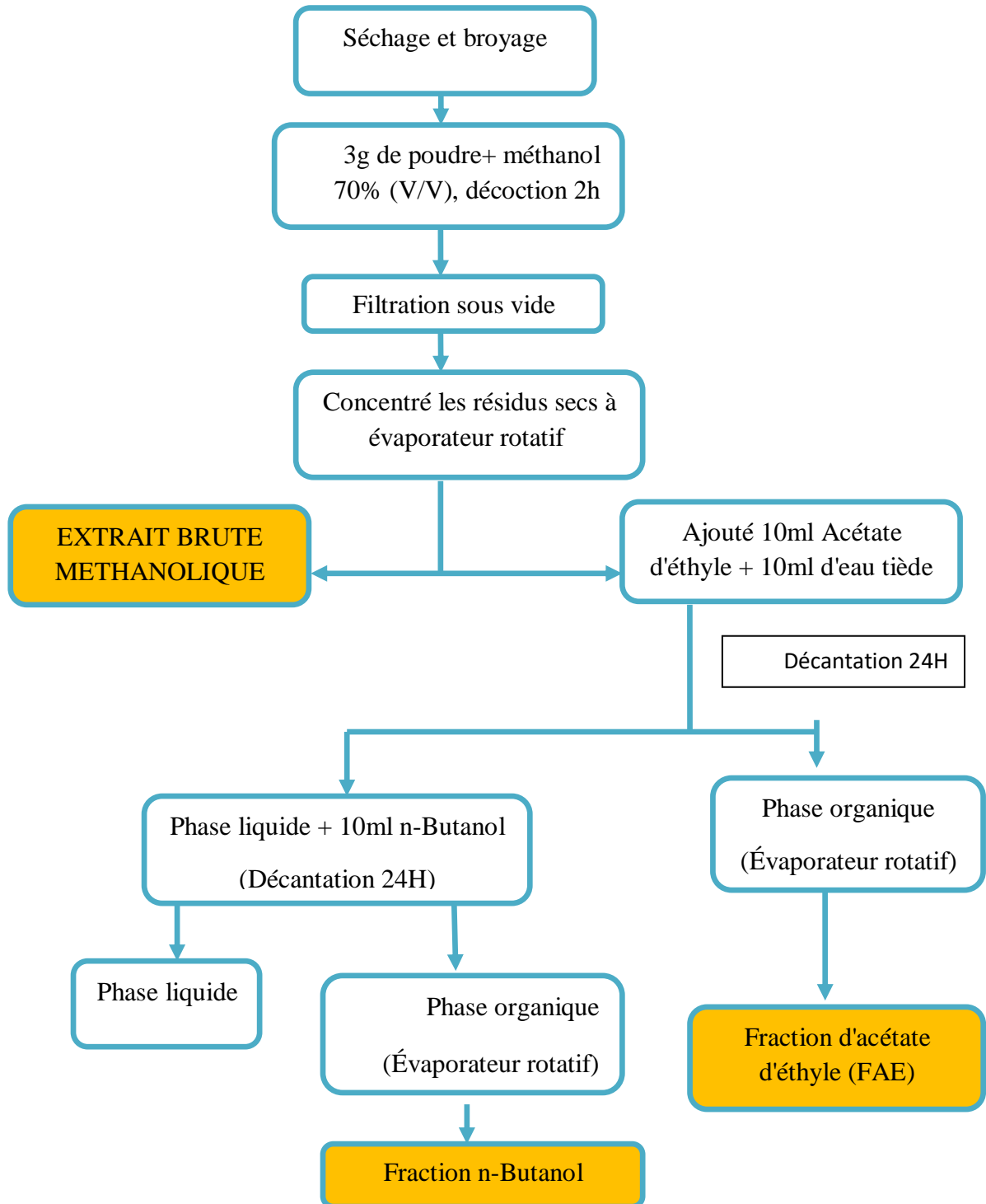


Figure 16: les différentes étapes d'extraction

IV .4. Dosage des polyphénols totaux :

IV .4.1.Principe

La détermination des polyphénols totaux est effectuée par la méthode de Folin-Ciocalteu, qui est écrite par (Khoudali et al., 2014) avec quelque modification. Ce dernier est composé d'un mélange jaune d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PM_{12}O_{40}$) qui se réduit lors de l'oxydation des polyphénols, En oxyde bleu de tungstène et de molybdène. La coloration obtenue s'absorbe au maximum à 765 nm et est proportionnelle à la teneur en polyphénols de l'extrait végétale.

IV .4.2.Mode opératoire :

100 μ l d'extrait méthanolique (à partir d'une dilution 1/50) a été ajouté à 2000 μ l de carbonate de sodium à 2% (Na_2CO_3). Après 5 min, 100 μ l de Folin-Ciocalteu 10% (V/V) a été ajouté, puis laissé à incuber pendant 30min à l'obscurité et une température ambiante. Le test a été effectué 03 fois afin d'assurer la fiabilité des résultats. . La lecture a été effectuée contre un blanc (2000 μ l Na_2CO_3 + 100 μ l méthanol + 100 μ l Folin) à l'aide d'un spectrophotomètre à 750 nm. L'acide gallique est utilisé comme standard pour tracer la courbe d'étalonnage.

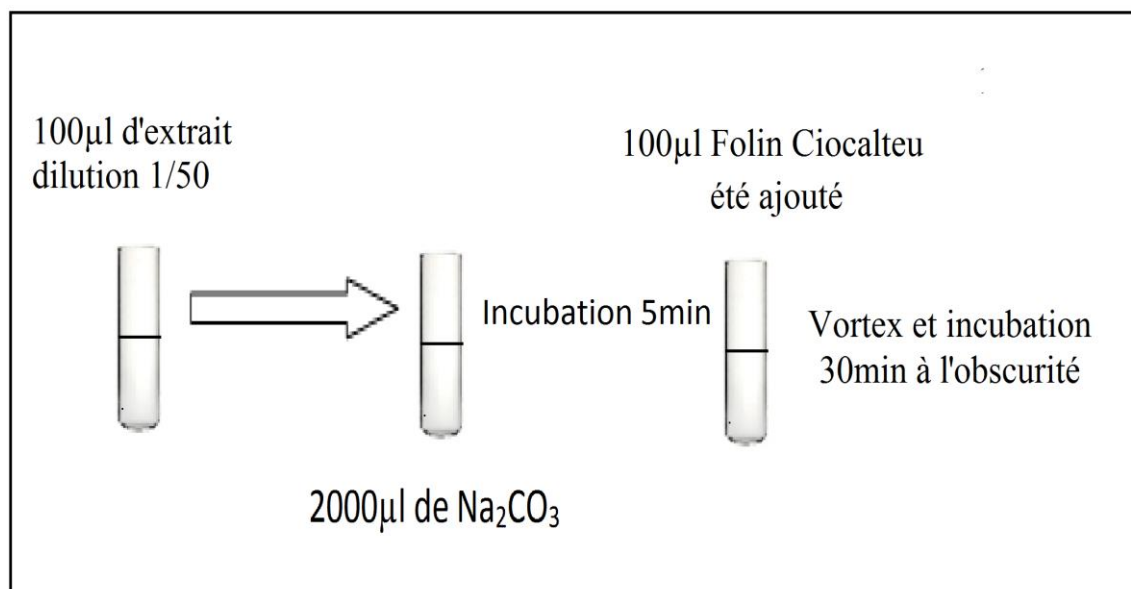


Figure 17: Schéma présenté les étapes de dosage des polyphénols totaux.

IV .5. Dosage des flavonoïdes :

IV .5.1.Principe:

Les flavonoïdes totaux de l'extrait de fruit de *Chamaerops humilis* sont déterminés par la méthode écrite par (ALI-RACHEDI et al., 2018). Le principe repose sur la formation d'un complexe très stable, entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présents sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes.

IV .5.2.Mode opératoire:

150µl de nitrite de sodium 5% (NaNO_2) a été ajouté au solution de 1500µl de méthanol (MeOH) et 500 µl de l'extrait méthanolique (à partir de dilution 1/50) et laissé à incuber 5 min. Après 5 min de réaction, on rajoute 150µl de chlorure d'aluminium 10% (AlCl_3) et après 6 min d'incubation on ajoute 500µl de hydroxyde de sodium 1M (NaOH). L'absorbance a été mesuré au spectrophotomètre à 510 nm. Le blanc est préparé en remplaçant la quantité de l'extrait par le méthanol (1500µl méthanol + 150µl NaNO_3 + 150µl AlCl_3 + 500µl NaOH). La catéchine est utilisée pour tracer la courbe d'étalonnage.

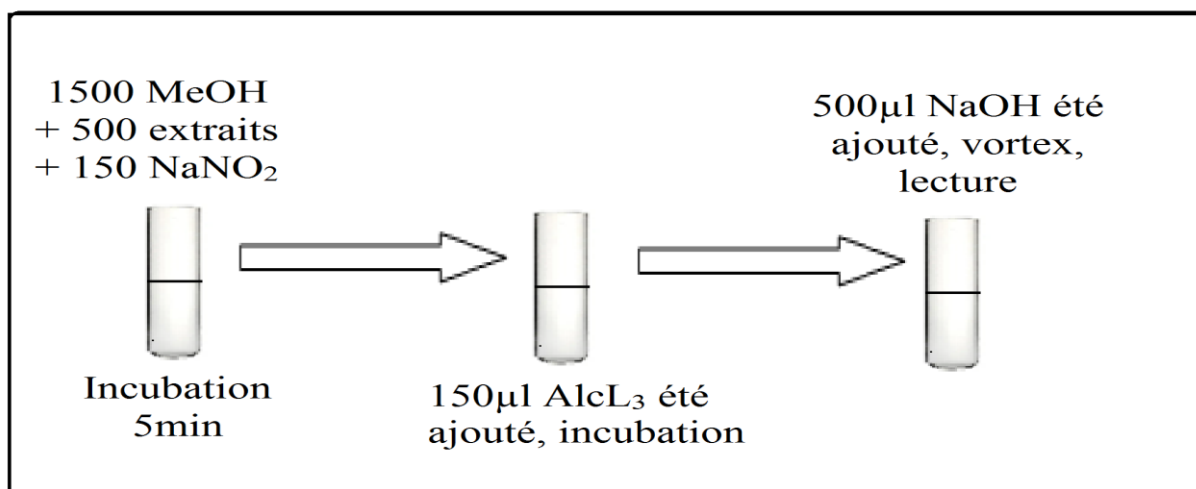


Figure 18: schéma présenté les étapes de dosage des flavonoïdes.

IV .6. Dosage des tanins condensés (TC):

IV .6.1.Principe:

La teneur en tanins condensés de notre extrait a été déterminé par la méthode de vanilline avec HCL décrite par Goncalves et al en 2018 avec des quelques modifications. Cette méthode est basée sur la réaction de vanilline avec le groupement flavonoïde terminal des Tannins condensées et la formation de complexes rouges (ALI-RACHEDI et al, 2018).

IV .6.2. Mode opératoire:

1500µl de vanilline 4% et 50µl d'extrait méthanolique (à partir de dilution 1/50) ont été versé dans le tube à essai. Après vortex. 750µl d'acide chlorhydrique 97% (HCL) a été ajouté, puis l'incubation pendant 20min à l'obscurité. Le blanc est constitué de 1500µl vanilline + 50µl méthanol + 750µl HcL. Le test a été effectués 03 fois afin d'assurer la fiabilité des résultats .L'absorbance à été mesuré au spectrophotomètre à 550nm. La catéchine est utilisée pour tracer la courbe d'étalonnage.

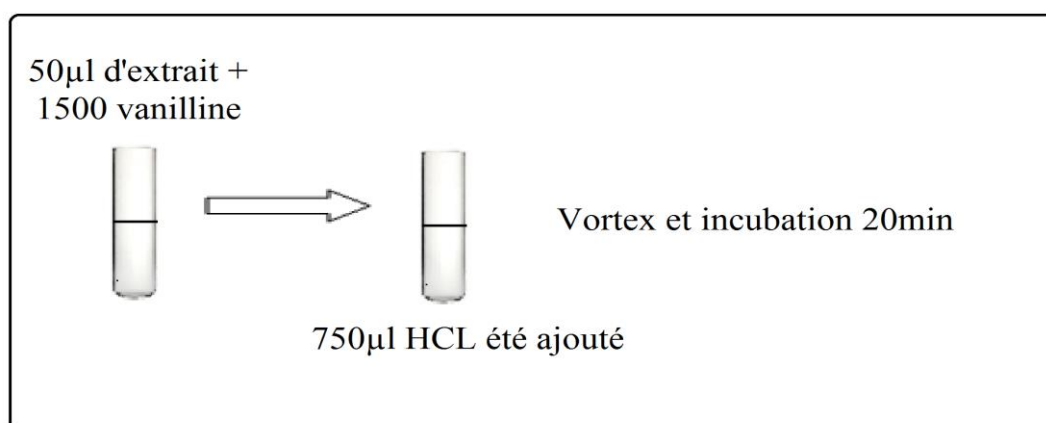


Figure 19: Schéma présenté les étapes de dosage des tanins.

IV .7. Activité Antioxydante :

Ont utilisées l'acide ascorbique comme contrôle positif, pour tracer la courbe d'étalonnage.

On préparer les solutions mère à partir de différents extrait: extrait brute, fraction d'acétate d'éthyle, et fraction de n-butanol (40µl d'extrait + 1960 MeOH).

Les dilutions préparées pour le test DPPH sont: 1/5, 1/10, 1/16, 1/20, 1/25.

Les dilutions préparer pour le test FRAP sont: l'extrait méthanolique (1/10, 1/20, 1/40,1/50, 1/100, 1/200). La fraction AceOH et BuOH : (1/5, 1/10, 1/20, 1/40, 1/50, 1/100).

IV .7.1.TEST DE PIEGEAGE DU RADICAL DPPH:**IV .7.1.1.Principe:**

La détermination de l'activité antiradicalaire par le test de DPPH a été réalisée par la méthode décrite par (Dieng et al., 2017), avec quelque modification. Ce test mesure la capacité d'un antioxydante à réduire le radical chimique DPPH° (2,2-diphényl-1-

picrylhydrazyl) par transfert d'un hydrogène. Le DPPH a une couleur violette, devient jaune quand il est réduit.

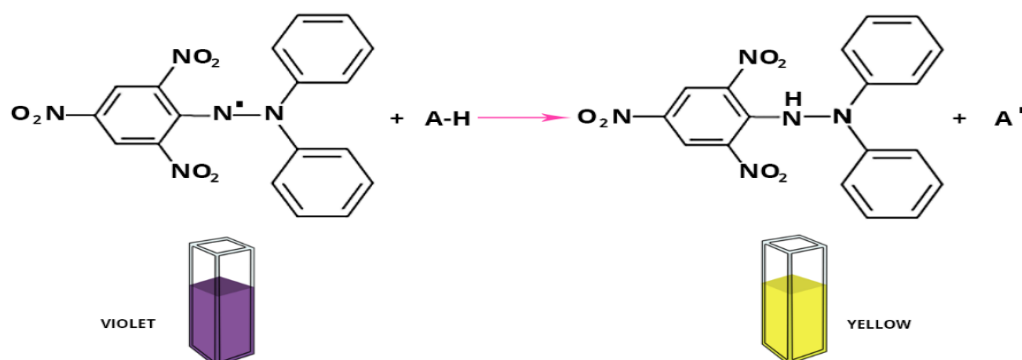


Figure 20: Mécanisme réactionnel du test DPPH entre l'espèce radicalaire DPPH• et un antioxydante (AH) (**Chimactive**)

IV .7.1.2. Mode opératoire:

1950 µl de DPPH a été ajouté à 50 µl d'extrait à différents dilution, vortex. Les tubes ont été incubés pendant 30min à l'obscurité. Les testes ont été effectuée 03 fois afin d'assurer la fiabilité des résultats. L'absorbance a été mesuré au spectrophotomètre à 515nm.

L'activité antioxydante de notre extrait testé est exprimé en pourcentage d'inhibition (I%) selon la formule suivante :

$$PI\% = 100 \times [(Abs_{DPPH} - Abs_{extrait}) / Abs_{DPPH}]$$

PI (%) : pourcentage d'inhibition du radical DPPH•

Abs DPPH : absorbance du témoin (ne contenant aucun antioxydante) après 30 minutes

Abs extrait : absorbance des extraits mesurés après 30 minutes.

La concentration de l'échantillon nécessaire pour réduire 50% de radicale libre (IC₅₀) a été déterminée à partir de la courbe de régression logarithmique du pourcentage d'inhibition du DPPH• en fonction de la concentration de l'extrait.

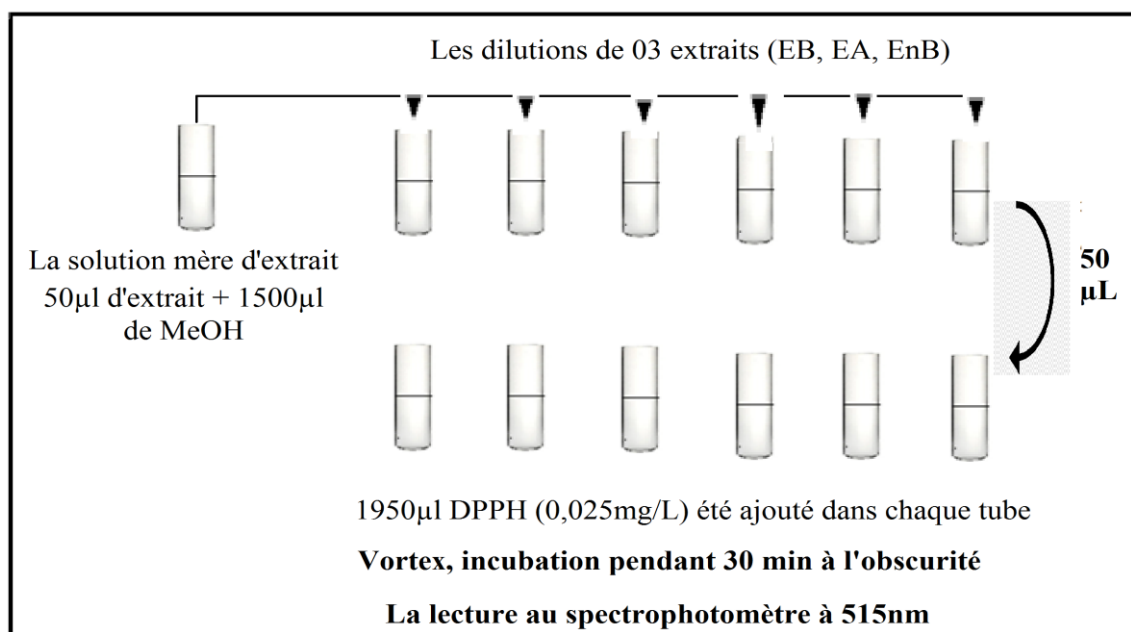


Figure 21: Schéma présenté le protocole de DPPH.

IV .7.2.POUVOIR REDUCTEUR DU FER (FRAP):

IV .7.2.1.Principe:

La détermination de l'activité antioxydante de notre extrait testé est réalisée par la méthode de (Dieng et al, 2017), avec quelque modification. Ce test est basé sur la capacité des extraits ou des fractions testés à réduire le fer ferrique (Fe^{+3}) présent dans le complexe $K_3Fe(CN)_6$ en fer ferreux (Fe^{+2}), avec un virage de couleur (jaune vers bleu).

IV .7.2.2. Mode opératoire:

250µl de solution tampon, et 250 µl de $K_3Fe(CN)_6$ à 1% ont été ajouté à 100µl d'extrait. Les tubes à essai ont été incubé 20min à 50°C. 250 TCA 10% a été ajouté aux tubes.

500µl de solution de chaque tube a été prélevé et verser dans des autres tubes, 500µl de l'eau distillée et 100µl de $FeCl_3$ à 01% ont été ajouté, vortex. Les testes ont été effectué 03 fois afin d'assurer la fiabilité des résultats. L'absorbance a été mesuré au spectrophotomètre à 700nm.

La concentration de l'échantillon nécessaire pour réduire 50% du Fe^{+3} (EC_{50}) a été déterminée à partir de la courbe de régression linéaire de l'absorbance du milieu réactionnel en fonction de la concentration de l'extrait.

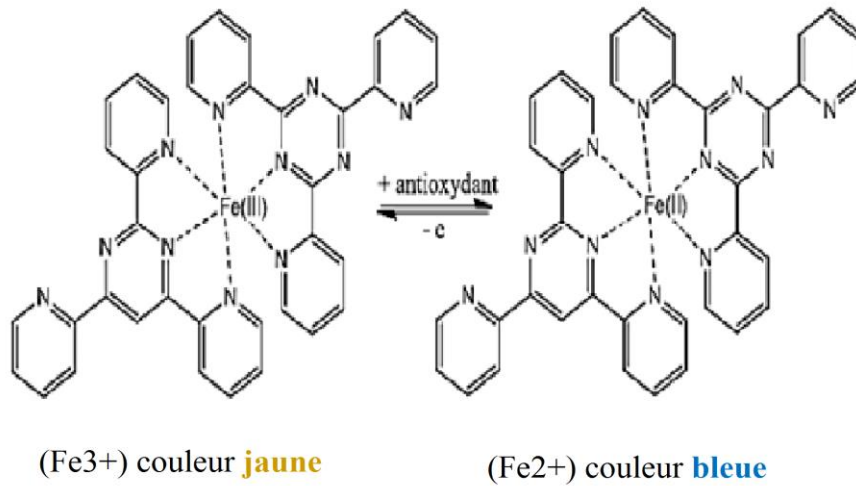


Figure 22: Mécanisme réactionnel intervenant lors du test FRAP (Belhoues, 2018)

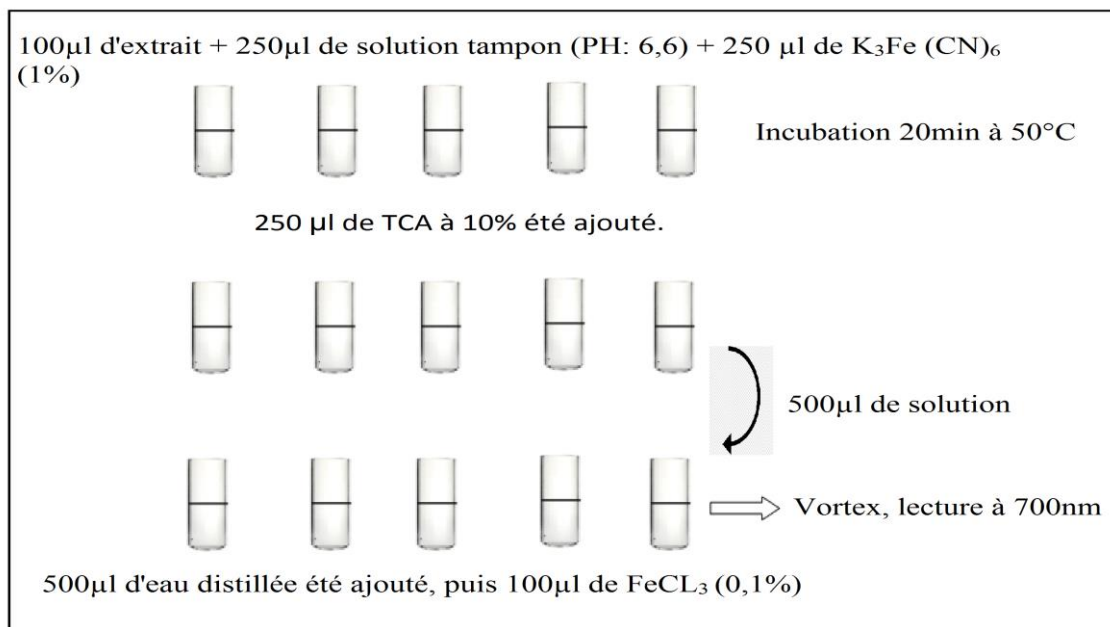


Figure 23: Schéma présenté le protocole du FRAP

IV .8. Evaluation l'activité antimicrobienne:

Les souches microbiennes utilisées :

On a utilisé quatre souches bactériennes de références deux bactéries à Gram positif et deux bactéries à Gram négatif. Deux levures de type *Candida* ont été aussi utilisées voir tableau ci-dessous (**tableau 10**). La source des souches est à partire de madame Aissaoui nadia docteur en centre universitaire de Naama.

Tableau 09: Les différentes souches bactériennes avec leur ATCC

	Les Souches utilisés	ATCC
Gram (+)	<i>Bacillus subtilis</i>	10876
	<i>Staphylococcus aureus</i>	25923
Gram (-)	<i>Escherichia coli</i>	25912
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27853
Levures	<i>Candida albicans</i>	10231
	<i>Candida albicans</i>	26790

IV .8.1. Evaluation de la sensibilité des souches microbiennes à l'extrait brut méthanolique:

L'évaluation de l'activité antibactérienne et antifongique a été réalisée par la méthode de diffusion en gélose dite aussi méthode des disques selon la méthode de (**Ganfon et al., 2019**) avec quelque modification.

Préparation de l'inoculum : 3 à 4 colonies issues d'une culture microbiennes jeunes et pures ont été mise dans de l'eau physiologie stérile, par suite, la densité optique doit être comprise entre 0,08-0,1 lu à 625 nm correspondant à une charge bactérienne de 10^7 - 10^8 UFC/ml

Avec un écouvillon, la suspension microbienne a étéensemencée sur la surface de la gélose Muller-Hinton. Enfin, les disques contenant 50 µl d'extrait brut ont été délicatement déposés à la surface de la gélose, les boites ont été incubées à 37°C à l'étuve pendant 24 h

La gentamicine à été utilisées comme contrôle positif, tandis que le DMSO été utilisé comme contrôle négatif.

Pour l'activité antifongique les mêmes étapes que l'activité antibactérienne ont été réalisées sauf le milieu de culture on utilise Saboraud et la charge levurienne 10^6 UFC/ml la densité optique entre 0,12-0,15 lu à 590 nm les boites ont été incubée à 25°C pendant 48 h.

Les boites de pétrie ont été laissé 10min avant l'incubation pour le contacte des disques avec les souches bactériennes.

Tableau 10 : Norme utilisée pour la lecture des résultats des tests d'antibiogramme sur des extraits de plante. (OMS, 2002).

Détermination du halo d'inhibition (Δ)	Degré de sensibilité du germe
$\Delta < 7$ mm	Insensible
$7 \text{ mm} \leq \Delta < 8$ mm	sensible
$8 \text{ mm} \leq \Delta < 9$ mm	Assez sensible
$\Delta \geq 9$ mm	Très sensible

IV .8.2. Détermination du pouvoir antibactérien

IV .8.2.1. Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) :

Pour déterminer la CMI on a utilisé les microplaques de 96 puits. La suspension bactérienne avait une concentration finale de 10^5 UFC/ml.

Dans un premier temps, dans chaque ligne de la microplaque a reçu 100 μ l du BHIB dans sauf le témoin positive où le volume finale était de 200 μ l.

Ensuite, 100 μ L d'extrait dans a été déposé dans le premier puit, le contenu a été bien mélangé avec la micropipette puis 100 μ L ont été prélevés et déposés dans le 2ème puits, et ainsi de suite jusqu'au 10 ème puits afin d'obtenir une dilution de 1/2.

Enfin, 100 μ l de suspension bactérienne ont été rajouté dans tous les puits sauf au niveau puits témoin négatif. Les microplaques ont été incubées à 37°C pendant 24h. **Figure 25**

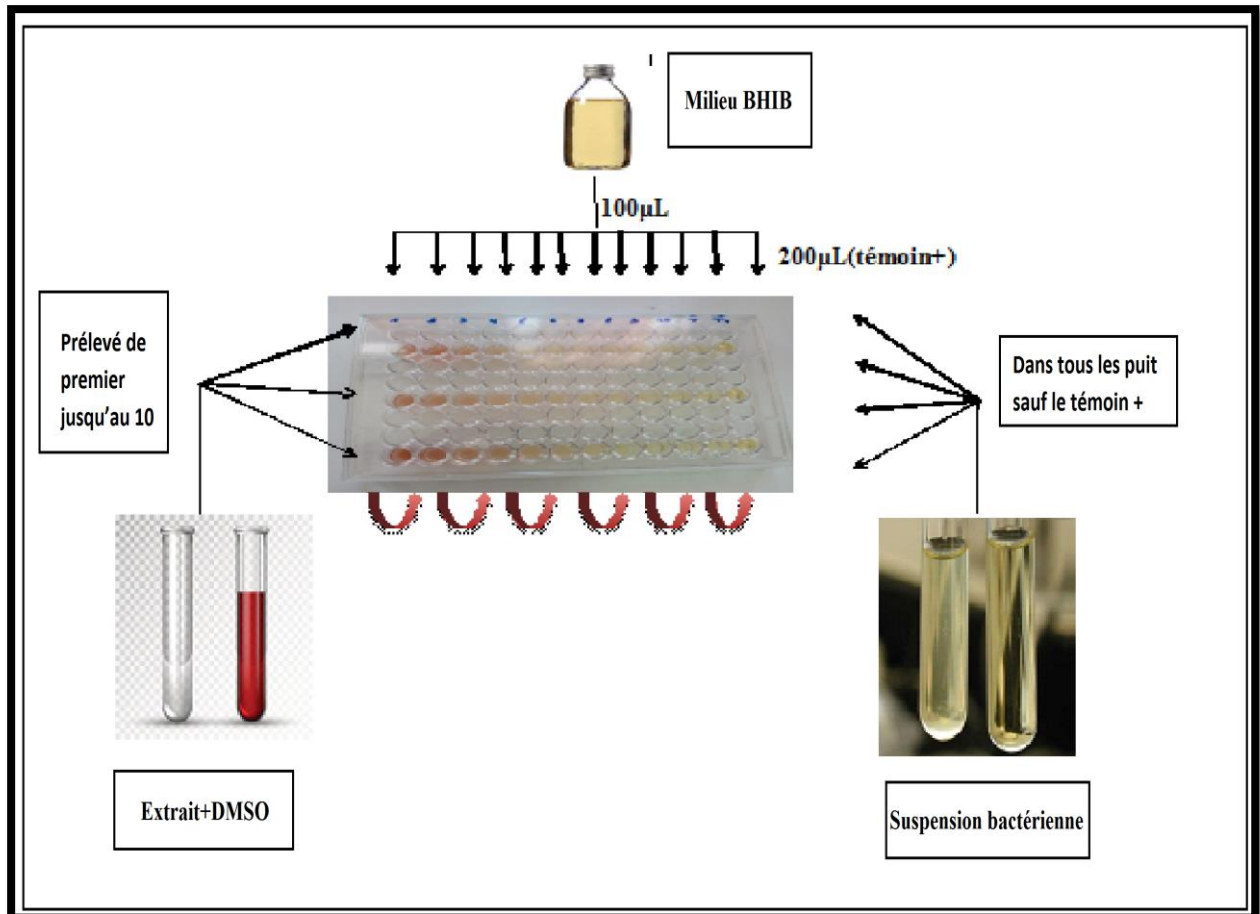


Figure 24: Schéma présente la détermination de la concentration minimal inhibitrice CMI

IV .8.3. Détermination de la Concentration Minimale Bactéricide (CMB) :

La Concentration Minimale Bactéricide (CMB) a été déterminée par ensemencement des contenus des puits qui ne montrent aucune croissance à l'œil nu après la détermination de la CMI sur milieu gélosé Mueller Hinton et incubés à 37 °C pendant 18 à 24 heures. La plus faible concentration de l'extrait qui n'a laissé survivre aucune bactérie, a correspondu à la CMB.



Résultats et discussion

V .1. Le rendement d'extraction:

Les solvants les plus utilisés pour l'extraction des polyphénols sont des solvants mixtes avec l'eau : méthanol/ l'eau, acétone/ l'eau, éthanol/ l'eau. La présence d'eau augmentera la perméabilité des tissus végétaux, et donc les composés cellulaires deviendront plus solubles lors l'extraction (**Rezair, 2012**).

Les rendements d'extraction obtenus par la méthode sous-reflux de fruit sont représentés dans la **figure 25** en utilisant comme solvant méthanol 70% (v/v) suivi d'un fractionnement par des solvants à polarité croissante.

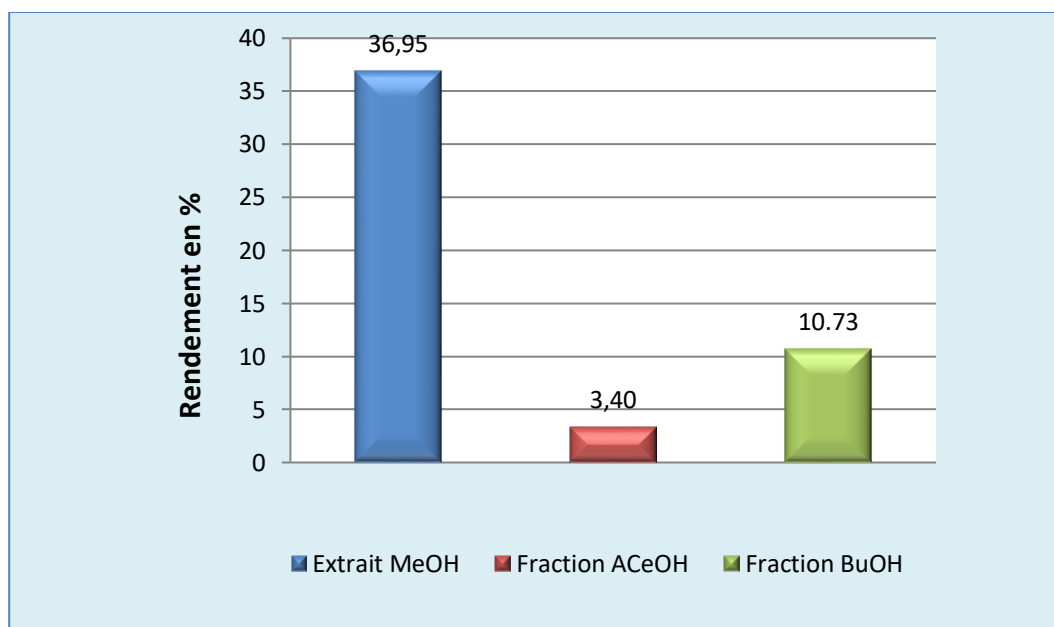


Figure 25: les pourcentages du rendement des différents extraits de fruit *Chamaerops humilis*.

Nos résultats obtenus montrent que pour 3g de fruit de *Chamaerops humilis* les rendements en pourcentage des différents extraits varient de 3,40 à 36,95%, sachant que le rendement le plus élevé est marqué dans l'extrait brut méthanolique, et le rendement le plus faible a été enregistré dans la fraction acétate d'éthyle. Cette différence pourrait être attribuée à la sélectivité de l'extraction. Les pourcentages des rendements montrent que les composés extractibles

diminuent avec la polarité décroissante du solvant dans l'ordre : E MeOH > F BuOH > F AceOH.

Les rendements d'extraction d'un végétale se diffère selon les caractéristique et la polarité du solvant utilisé (Abe et al., 2010), le méthanol reste le meilleur solvant d'extraction en raison de son polarité élevée.

Le butanol et le méthanol sont des solvants polaires connus pour extraire une large gamme de molécules dont les sucres, et les composés glycosylés, alors que l'acétate d'éthyle un solvant de polarité intermédiaire et faible qui extrait préférentiellement des composés hydrophobes tels que des aglycones et des molécules à longues chaînes carbonées (Michel et al., 2012).

Les pourcentages de rendement d'extrait trouvés dans notre étude sont plus élevés à celle des rendements de (Belhoues et al., 2017) (fraction BuOH: 8,75 et la fraction acétate: 1,12). Par ailleurs, les rendements faibles obtenus dans notre étude peuvent être attribués au manque de la phase de délipidation (dégraissage) normalement effectué en amont de l'extraction. L'étape de délipidation entrainerait une perte de molécules à caractère amphiphile et/ou lipophile comme la chlorophylle, les cires et les acides gras.

V .2. Dosage des composés phénolique :

Les teneurs des phénols totaux, des tanins et des flavonoïdes sont calculés en utilisant les équations de régression linéaire de chaque courbe d'étalonnage exprimées successivement en µg équivalent d'acide gallique et µg équivalent de catéchine par mg de la matière sèche (Figure 26, 27, 28).

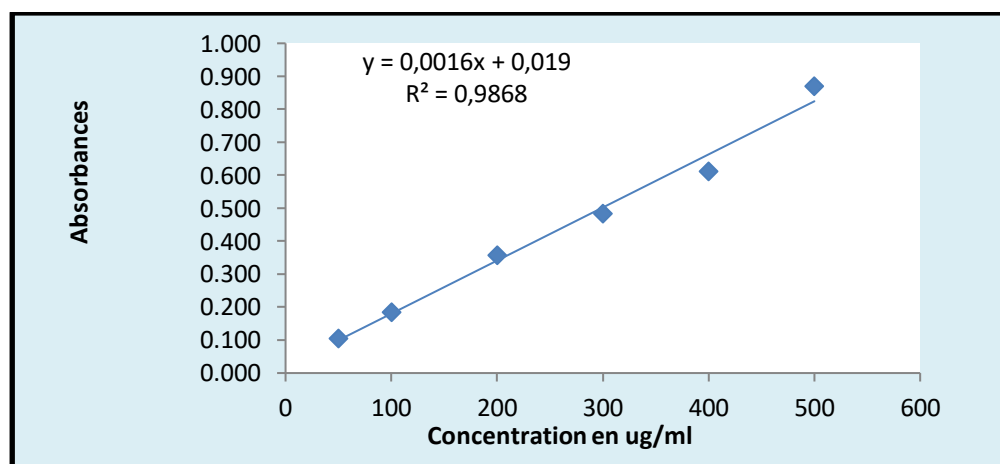


Figure 26: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux

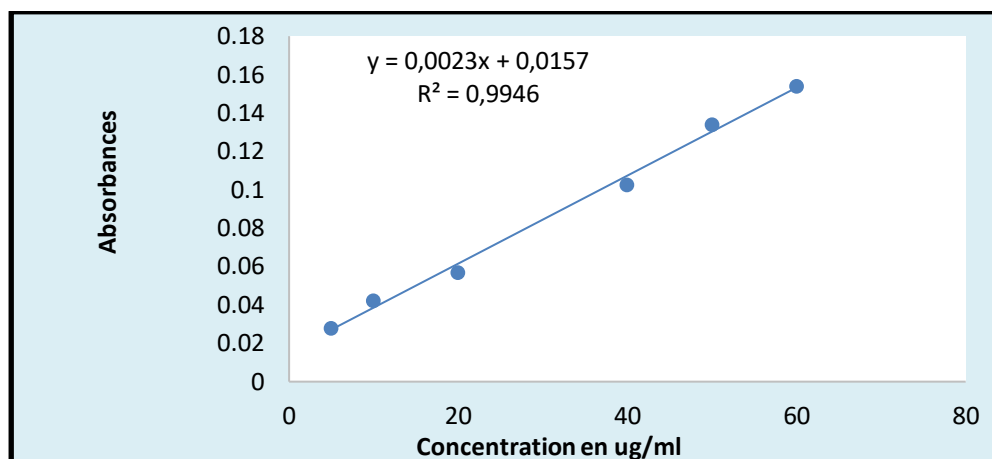


Figure 27: Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes

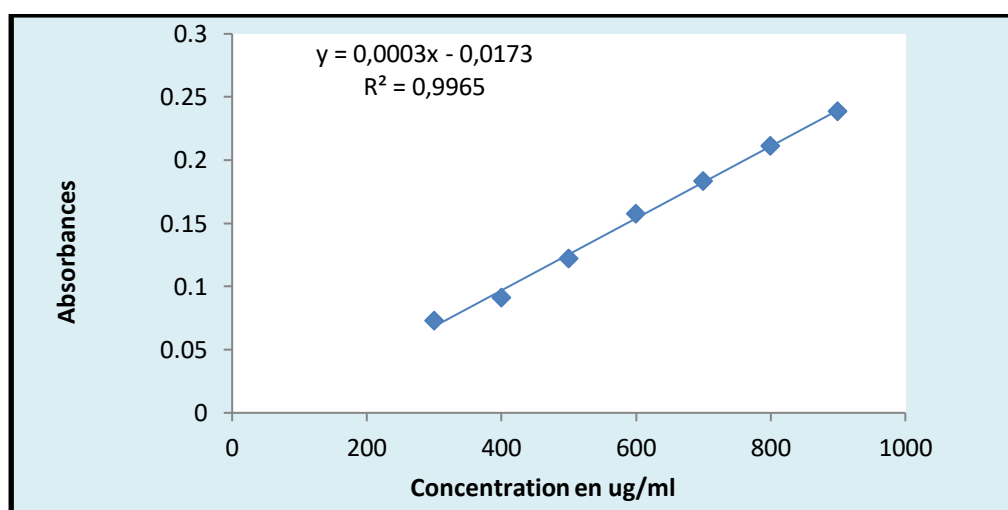


Figure 28: Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins condensés

Les dosages spectrophotométrique de notre extrait brut méthanolique ont montrés une quantité modérée des composés phénoliques. Nous constatons que l'extrait méthanolique est riche en tanins condensés suivi des polyphénols totaux, alors qu'il est pauvre en flavonoïdes. Les résultats sont enregistrés dans le **tableau 12**.

Tableau 11: les valeurs des composés phénoliques de fruit *Chamaerops humilis*.

Extrait brut méthanolique			
	Les polyphénols T	Les flavonoïdes T	Les tanins C
Fruit	24,63 ± 6,1	1,12 ± 0,01	46,32 ± 1,33
<i>chamaerops</i>	µg EAG/ mg ES	µg EC/mg ES	µg EC/mg ES
<i>humilis</i>			

Les teneurs en composés phénolique obtenues par l'extrait méthanolique de fruit *chamaerops humilis* par les auteurs suivants: (Elacadi et al., 2021) extraction par (la sonication) récolté à Maroc sont de l'ordre PPT: $32,7 \pm 0,1$ mgGAE/gM, FVT: $11,1 \pm 0,45$, TCs: $53,08 \pm 0,8$. Alors que Les teneurs obtenues par (Eddahaoui et al; 2022) extraction par (la macération) sont de l'ordre PPT: $281,64 \pm 0,23$ mgGAE/gM, FVT: $74,08 \pm 0,71$ mgEQ/gE, TCs: $333,83 \pm 0,96$ mgEC/gE

Les teneurs obtenue de PPT et FVT des différents fractions par (Belhoues et al., 2017) pour 100g du poudre de fruit récolté à nord-est de l'Algérie (Annaba) sont de l'ordre PPT varie entre 5,76 à 37,86 μ g GEA/mgF, et les FVT varie entre 1,19 à 4,85 μ gQE/mgF.

Selon ces résultats obtenus on observe que l'extrait méthanolique de fruit *chamaerops humilis* est riche en tanins condensées par rapport aux polyphénols et aux flavonoïdes ce qui est en accord avec nos résultats.

Il n'est pas facile d'établir des comparaisons avec les données des autres auteurs, en raison notamment de la différence dans la façon d'extraire des composés phénoliques et aussi la différence dans l'unité de mesure.

V .3. L'activité antioxydante :

L'activité antioxydante *in vitro* de nos extraits a été évaluée par deux méthodes : le test de DPPH et le test de FRAP.

L'utilisation des plusieurs test à des différents mécanismes est nécessaire pour tester l'activité antioxydante et pour des résultats plus fiables. Le DPPH et FRAP sont deux méthodes majeurs pour évaluer l'activité antioxydante qui sont basés l'un par transfert un atome d'hydrogène (le test DPPH), et l'autre par transfert un électron (le test FRAP) (seeram et al, 2008).

V .3.1. Résultats du test DPPH:

Les différents extraits de fruit *Chamaerops humilis* ont testé pour leur effet antioxydante contre le radical DPPH. La détermination du pourcentage d'inhibition (% I) du DPPH a été faite selon l'équation mentionnée dans matériels et méthodes. La **figure 29** présente les courbes de l'évolution de % I en fonction de variations des concentrations d'extrait accompagnées avec celle de l'acide ascorbique.

L'IC₅₀ se définit par une concentration médiane d'inhibition du radical. Elle a été déterminée à partir des équations de régressions logarithmiques de courbe tracée. Les résultats des IC₅₀ sont représentés dans la **Figure 30**.

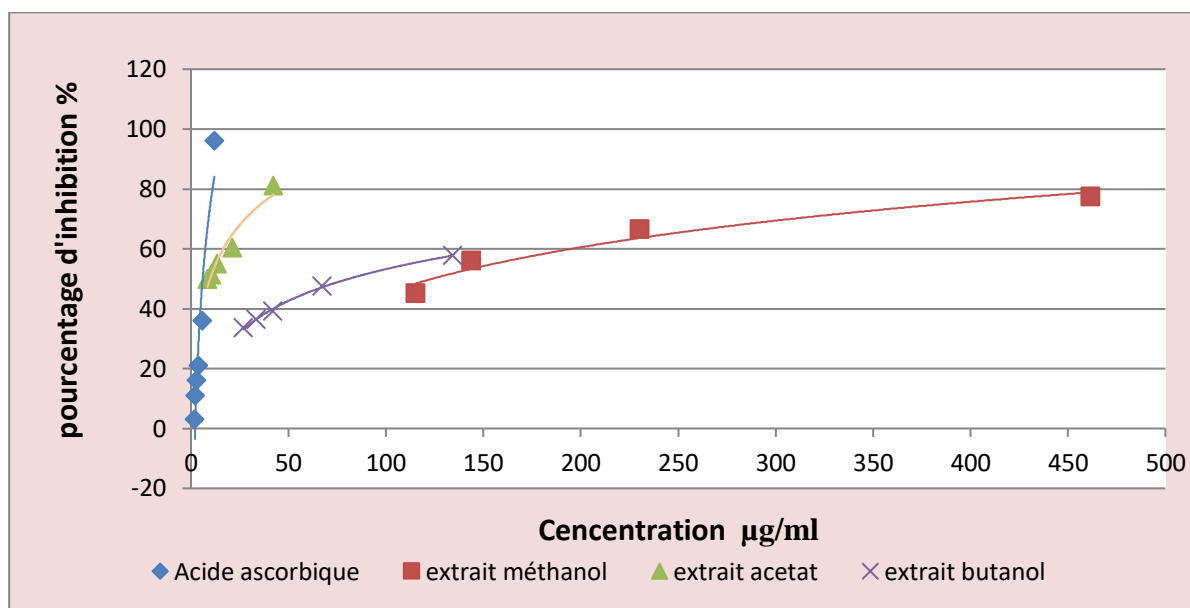


Figure 29: Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations d'acide ascorbique et différents fractions de fruit *Chamaerops humilis*.

D'après les résultats, l'extrait acétate d'éthyle de fruit *Chamaerops humilis* a montré la meilleure activité antiradicalaire avec une IC_{50} d'environ (9,83 $\mu\text{g}/\text{mL}$). Cependant, la concentration de l'acide ascorbique nécessaire pour réduire 50% du radical DPPH était supérieure à celle de l'extrait (5,97 $\mu\text{g}/\text{mL}$). Ces résultats obtenus peuvent être expliqués par la richesse de l'extrait d'acétate d'éthyle en composés phénoliques.

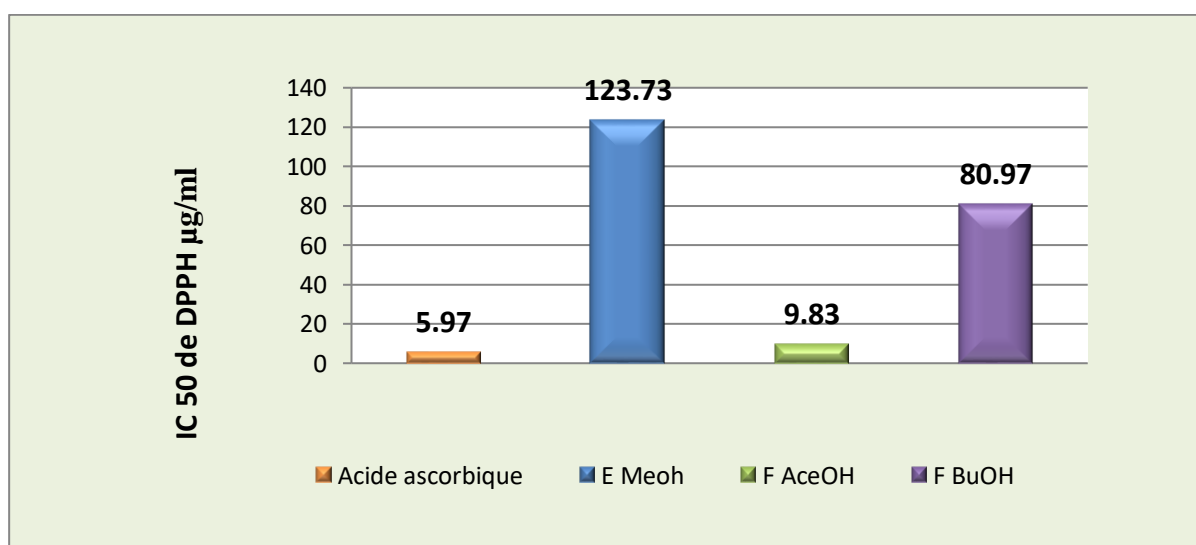


Figure 30: les valeurs d' IC_{50} des extraits du fruit *Chamaerops humilis*.

En comparant nos résultats avec ceux de la littérature, on peut conclure que le fruit de *C. humilis* possède un pouvoir antioxydant très important. Les résultats obtenus par l'étude de (Belhoues, 2018), sur les différentes fractions du fruit *Chamaerops humilis* obtenu par la macération, montre une activité antioxydante intéressante dans la fraction acétate d'éthyle d'une valeur d'IC₅₀ = 75,85 µg/ml et I% = 68,90 pour 100 µg/ml.

Par contre, les résultats obtenus par l'étude (d'Eddahaoui et al., 2022) sur l'extrait méthanolique obtenu par la macération ont montrés une activité antioxydante très intéressante par rapport à nos résultats avec une valeur d'IC₅₀ égale à : 0,99 ±0,01 µg/ml.

Selon les résultats on conclut que plusieurs facteurs ont influence sur l'activité antioxydante notamment : les solvants et leur concentration utilisé, la méthode d'extraction, la sensibilité des antioxydantes (composés phénoliques) à la température d'essai et les concentrations d'extrait (Hamia et al., 2014 ; Bourgou et al., 2016).

V .3.2. Résultats du test FRAP:

Dans ce test, la couleur jaune de la solution se change en couleur vert ou bleu selon le pouvoir réducteur de chaque composé. Quand l'antioxydant est présent le Fe³⁺ est convertit en fer ferreux Fe²⁺.

Le pouvoir réducteur a été déterminé par l'évolution de l'absorbance en fonction de variation de concentration d'extrait. Les courbes de pouvoir réducteur et d'acide ascorbique sont représentées dans la **figure 31**. Les résultats d'EC₅₀ des extraits ont comparés avec le témoin positif (acide ascorbique). Les résultats sont représentés dans la **figure 32**.

Les valeurs d'EC₅₀ de nos différents extraits étaient variées entre 30,91 et 133 µg/ml. Notre étude montre que le fruit de *Chamaerops humilis* à un effet réducteur. Nous constatons que la fraction butanolique est le plus active avec une valeur d'EC₅₀ (30,91 µg/ml), suivi de la fraction acétate d'éthyle (47,48µg/ml), tandis que l'extrait méthanolique est la plus faible pour réduire le complexe Fe³⁺. Ces valeurs restent supérieures à l'acide ascorbique (4,44 µg/ml), ce qui signifie un pouvoir réducteur intermédiaire.

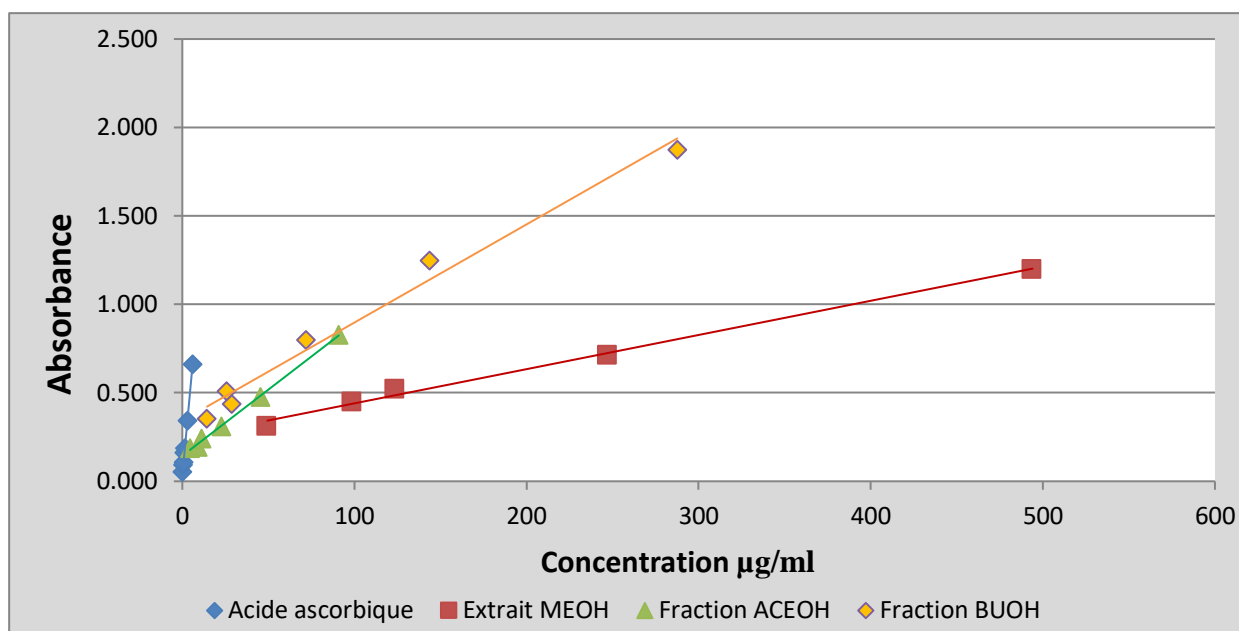


Figure 31: Pouvoir réducteur des différents extraits du fruit de *C. humilis* et de l'acide ascorbique

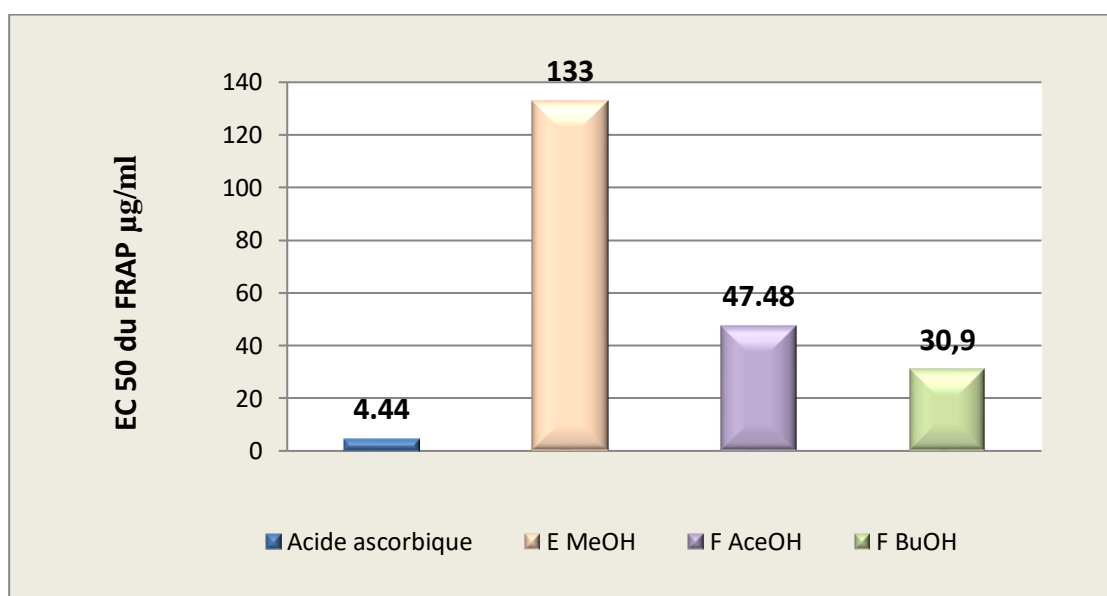


Figure 32: Les valeurs d'EC₅₀ de différents extraits du fruit *chamaerops humilis*

En comparant nos résultats avec l'étude de (Belhoues et al., 2017), ils enregistrent le fruit ne possède aucune activité réductrice, alors que notre fruit possède une activité réductrice modérée.

Si on veut comparer entre les différents partie du fruit (graine, pulpe, écorce), l'étude de (Gonçalves et al., 2018), ils sont marqué que la graine à une forte activité antioxydante, et des teneurs élevées en polyphénols.

V .4. Résultats de l'activité antimicrobienne:

V .4.1. Technique de diffusion en milieu gélosé

Les résultats du test de la sensibilité microbienne vis-à-vis d'extrait de *Chamaerops humilis* sont regroupés dans le tableau ci-dessous. (**Tableau 12**) Les résultats obtenus (diamètre d'inhibition (mm) indiquent les moyennes de deux mesures.

V .4.2. Technique de dilution en milieu liquide (CMI) et CMB:

La concentration minimale inhibitrice et la concentration minimale bactéricide sont présentées dans le **tableau 12**. Les résultats s'expriment en g/ml.

Tableau 12: les résultats de la zone d'inhibition d'extrait, Gentamycine et de DMSO, et la CMI

Les souches utilisées		Zone d'inhibition extrait	CMI g/ml	CMB g/ml	CMB / CMI	DMSO	Gentamycine
Gramme (-)	<i>E.coli</i>	06mm	/	/	/	06 mm	15mm
	<i>P.aeruginosa</i>	06mm					17mm
Gramme (+)	<i>B.cereus</i>	12mm	0,006	0,0014	0,23	06mm	15mm
	<i>S. aureus</i>	06 mm					15mm
levure	<i>C. albicans</i>	06 mm	/	/	/	06mm	
	<i>C. albicans</i>						

L'extrait méthanolique de *chamaerops humilis* présente un effet antibactérien intéressant vis-à-vis à une seule souche *Bacillus cereus* ATCC10876 avec un diamètre d'inhibition de 12 mm. Alors que les autres souches ne présentent aucune zone d'inhibition. (**Figure 33**)

Selon les normes de L'OMS 2002 pour la lecture des résultats d'antibiogramme la souche *Bacillus cereus* est très sensible au l'extrait méthanolique de *chamaerops humilis*.

La sensibilité de la souche *Bacillus cereus* peut expliquer par la prédominance de l'acide tannique dans l'extrait méthanolique, car il peut agir comme un sidérophore pour chélater le fer du milieu et le rendre indisponible pour les micro-organismes surtout qu'ils se développent dans des conditions aérobies ont besoin de fer pour une variété de fonctions (**Chung et al., 1998**).

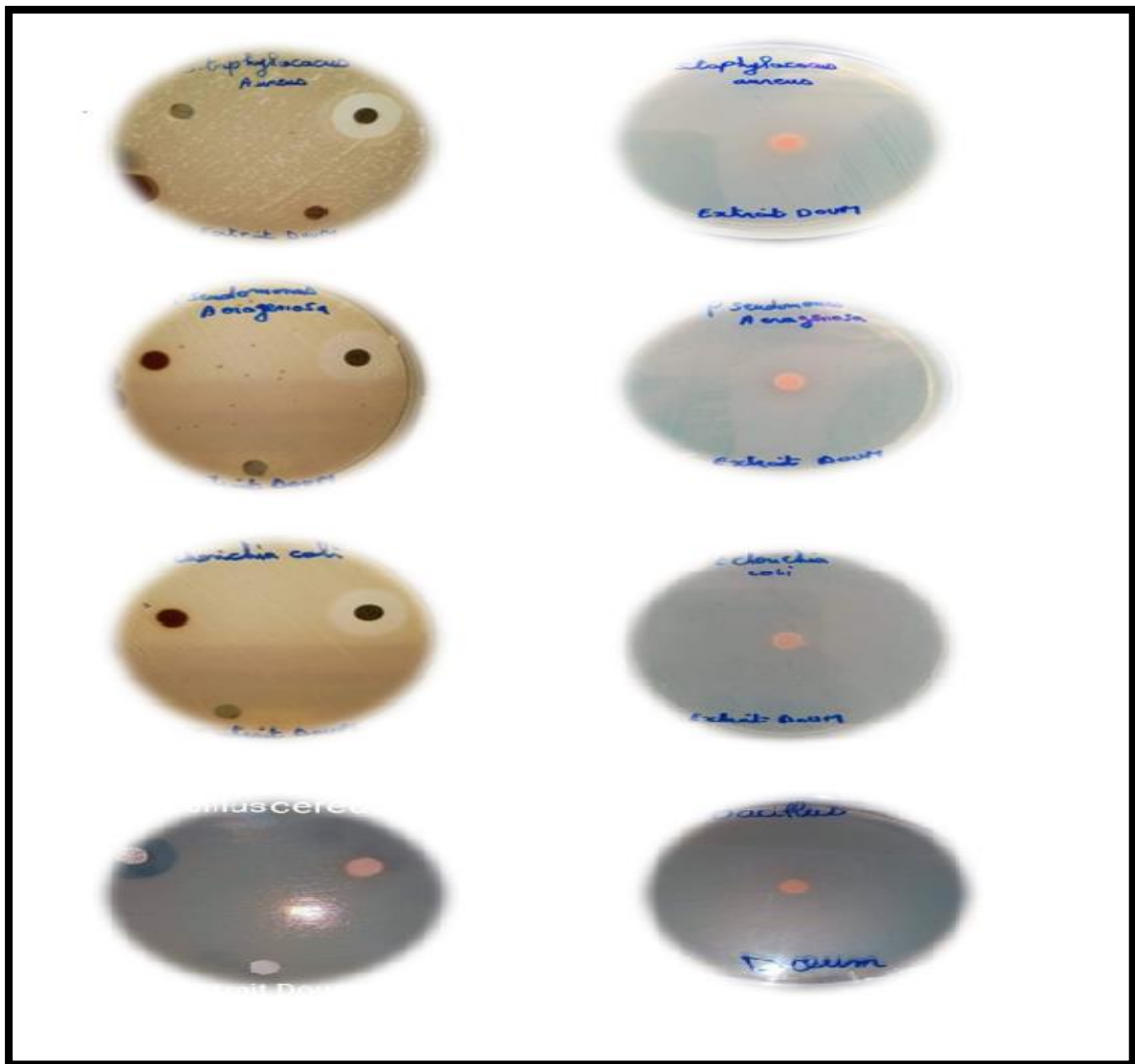


Figure 33 : résultats des tests antibactériens de *chamaerops humilis* vis-à-vis des bactéries testées.

La résistance de *E. coli* et *P. aeruginosa* peut traduire que les bactéries à gramme (-) sont caractérisées par une paroi cellulaire de peptidoglycane beaucoup plus fine mais elle est recouverte d'une membrane externe dans laquelle peuvent s'insérer des liposaccharides et des lipoprotéines (Michel, 2011).

Le rapport CMB/CMI a permis de préciser la modalité d'action de la substance (Fauchere, 2002). Selon (Kamanzi, 2002), l'extrait est bactéricide quand si le rapport CMB/CMI est inférieur ou égal à 4. Il est dit bactériostatique quand si le rapport CMB/CMI est plus élevé que 4. Lorsque ce rapport est égal à 32, la souche est dite tolérante.

Le rapport de notre extrait est égale à 0,23, il est inférieur à 4 donc l'extrait méthanolique du fruit *chamaerops humilis* est bactéricide.

Les travaux de (Belhaoues et al., 2017) prouvent ces suppositions où la FDCM et la Faq ont manifesté des activités antibactériennes appréciables à modérées, vis-à-vis de *K. pneumonia*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* et *Selmonella typhimirium*, prouvent une activité intéressant dans la fraction acétate d'éthyle. Ca peut traduire l'influence des solvants utilisé, sachant que le méthanol et l'eau sont polaires.

Il n'y a pas beaucoup des études à été réaliser sur l'activité antibactérienne du fruit *chamaerops humilis* avec lequel nous comparerons notre étude ,par contre il y a autre étude montré que les activités biologiques des extraits des plantes sont liées à leurs composés phénoliques et d'après la littérature et certaines recherches actuelles, il existe une relation étroite entre les composés flavonoïques et les activités antibactériennes (Djahra et al., 2015), et nos résultats obtenus de l'activité antioxydante montre que le teneur de flavonoïde est très faible ca explique l'absence de l'activité antibactérienne

la zone géographique de la plante, la partie étudié de la plante et la méthode d'extraction influence sur l'activité antibactérienne d'une espèce végétale (Özkan et al., 2009)

L'extrait méthanolique de *C. humilis* n'a aucune effet sur les deux souches de levure, *candida albicans* ATCC 10231, et ATCC 26790. **Figure 34.**

Les résultats de l'activité antifongique ont révélé l'inefficacité d'extraits de *chamaerops humilis* contre les 2 souches testées (*candida albicans*).

Nous somme les seules qui testent l'effet de l'extrait méthanolique du fruit *chamaerops humilis* sur les levures (*candida albicans*), donc il est difficile de comparer nos résultats.

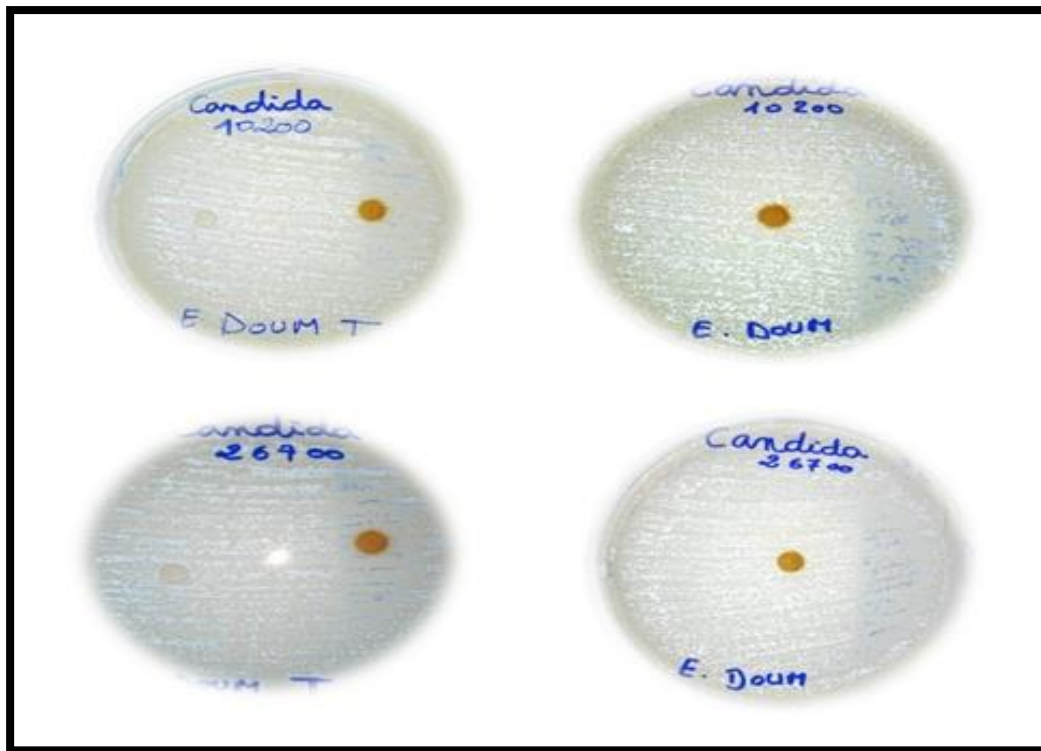


Figure 34 : résultats de l'activité antifongique sur *Candida albicans*



Conclusion

ET

Perspective

Notre travail de recherche est centré sur l'évaluation de l'activité biologique de fruit de palmier doum (*chamaerops humilis*) récolté de la région de Tlemcen qui est une plante médicinale largement utilisée en médecine traditionnelle en Algérie.

A la lumière des résultats obtenus dans ce mémoire nous avons conclu que: Le processus d'extraction de la substance végétale par sous-reflux a permis d'obtenir un rendement d'extrait méthanolique de (36,95 %), c'est le plus élevé par rapport aux autres extraits. L'extrait méthanolique de *chamaerops humilis*, riches en polyphénols totaux et beaucoup plus des tanins. D'après le test de DPPH et de FRAP, nos résultats obtenus montrent que la baie de *chamaerops humilis* a une activité antioxydante intéressante dans la fraction acétate d'éthyle.

Ce travail est complété par l'étude de l'activité antibactérienne et antifongique de l'extrait méthanolique de *chamaerops humilis* qui montre que ce dernier exerce une activité antibactérienne intéressante contre *Bacillus cereus* avec un pouvoir inhibiteur (une zone d'inhibition égale à 12 mm), Par contre ne montre aucune activité antibactérienne contre les trois autres souches testées (*S.aureus*, *E. coli*, *P.aeruginosa*) la même chose pour l'activité antifongique qui ne représente aucune activité sur *candida albicans*.

Enfin, il serait souhaitable d'étudier les meilleures manières d'introduire les extraits de *chamaerops humilis* dans le domaine pharmaceutique. Il est donc intéressant de réaliser des études approfondies sur cette plante par exemple étudier de la toxicité de cette plante ou investir d'autres activités biologiques telles que les activités anticancéreuse et anti-inflammatoire, développer des études pour l'efficacité de ce extrait dans le domaine agroalimentaire afin d'établir son utilité comme agents antioxydants ou antimicrobiens naturels dans la sécurité alimentaire.



Références

Bibliographiques

A

A.Vogel ProstaMed. Le palmir nain. Disponible sur <<https://www.avogel.ca/downloads/Studies/Monographie-Sabalasan.pdf>>.

ABDALLAH, R., Frikha, D., & SASSI, S. M. E. S. (2019). Evaluation in vitro de l'activité antibactérienne et antifongique de quatre espèces algales marines. Journal de l'Information Médicale de Sfax, 38

Acherrat khalid, 2016. Activité antibactérienne des extraits flavonoidique de chamaerops humilis L. Diplôme de mastère en microbiologie appliquée, université d'Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, 39p.

ALAGBE SOFIDÉ NORBERT, 2019. Qu'est ce qui crée les radicaux libres? Et comment les maîtrises? Disponible sur < <https://aloesanteviesuper.over-blog.com/2019/09/qu-est-ce-qui-cree-les-radicaux-libres-et-comment-les-maitriser.htm>>.

Alain Favier, 2003. Le stress oxydant. L'actualité chimique, 108- 115.

ALI-RACHEDI, F., MERAGHNI, S., TOUAIBIA, N., et SABRINA M. (2018). Analyse quantitative des composés phénoliques d'une endémique algérienne *Scabiosa Atropurpurea sub.* Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 87, articles, 2018, p. 13 -21.

B

BELHAOUES Saber, 2018, Etude pyhutochimique et activités biologique des extraits de feuilles et de fruits de chamaerops humilis L. thèse de doctorat en biologie, université BADJI MOKHTAR, Annaba, 143p

Belhaoues, S., Amri, S., Bensouilah, M., & Seridi, R. (2017). Antioxydant, antibacterial activities and phenolic content of organic frac-tions obtained from Chamaerops humilis L. leaf and fruit. *Int. J. Biosci, 11*, 284-297.

Bellik Y, 2020. Chapitre 1: les radicaux libres: ROS et RNS; définition, formation, sorces des radicauc libres. Cours de biochimie et pathologie radicalaire.

Boizot, N., & Charpentier, J. P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Cahier des Techniques de l'INRA, 79-82.

Boughellout manel, Amara Takoua, 2015. Les effets protecteurs des plantes médicinales contre le stress oxydant. Mémoire de master, 102p.

Bouhafsoune Aicha, Boukeloua Ahmed, Yener Ismail, Diare Mohamed lamine, Diarra Tiguirangué, Errouane Kheira, Mezmar Riad, Temel Hamdi, Kaid-harache Meriem,2020 Chemical composition and contents of leaflets, rachis, and fruits of chamaerops humilis. Volume 20 Issue 1: 142-149.

BOURGOUS, SERAIRI BEJI. R, MEDINI. F , KSOURI; R, 2016. Effet du solvant et de la méthode d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les potentialités antioxydantes d'Euphorbia helioscopia, Journal of new sciences, 28(12), 1649-1655.

Bruneton, J. (1999). Pharmacognosie, plantes médicinales. Édition Tec and Doc, Lavoisier, Paris, 575.

Buchanan, B., Gruissem, W., & Jones, R. (2000). Biochemistry and Molecular Biology of Plants, American Society of Plant Physiologists. Courier Companies. Inc. Waldorf, MD.

e

Cannes do Nascimento, N., Fett-Neto, A.G., 2010. Plant secondary metabolism and challenges in modifying its operation: an overview. In: Fett-Neto, A.G. (Ed.), Plant Secondary Metabolism.

Chimactive. Détermination de l'activité d'un anioxydant par le dosage DPPH. Disponible sur: <<http://chimactiv.agroparistech.fr/en/aliments/antioxydant-dpph/principe>>.

Christelle Koechlin-Ramonatxo, 2006. Oxygène, stress oxydant et suppléments antioxydants ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires, *Nutrition clinique et métabolisme* 20, 165–177.

Chung, K.-T., Lu, Z. & Chou, M. W. (1998). Mechanism of Growth inhibition of tannic acid and related compounds on the growth of intestinal bacteria. *Food and Chemical Toxicology* 36, 1053–60

Clifford M.N. (1999). Appendix 1. A nomenclature for phenols with special reference to tea Washington, DC, CRC Press, Boca Raton Florida. 41 (5): 393-397.

Collin, S., & Crouzet, J. (2011). Polyphénols et procédés: transformation des polyphénols au travers des procédés appliqués à l'agro-alimentaire. Lavoisier.

D

D'Archivio M., Filesi C., Di Benedetto R., Gargiulo R., Giovannini C. et Masella R. (2007). Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Annali-dell'Istituto-Superiore di Sanità*. 43(4): 348-361.

Dacosta Y, 2004. Les phytonutriments bioactifs. Ed Yves Dacosta. Paris, 317 p.

Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15(10), 7313-7352.

Danalatos, N. G., Archontoulis, S. V., & Mitsios, I. (2007). Potential growth and biomass productivity of *Miscanthus × giganteus* as affected by plant density and N-fertilization in central Greece. *Biomass and Bioenergy*, 31(2-3), 145-152.

Defraigne.J.O, Pinmail. J, 2008. Stress oxydant et antioxydante :mythes et réalités. *Rev Med Liège*; 63 : 10-19.

Delattre, J.; Beaudeau, J.-L.; Bonnefort-Rousselot, D. (2005). Radicaux libres et stress oxydant. Aspect biologique et pathologie . Lavoisier édition TEC &DOC édition médicales international paris , 335-376.

Djahra, A. B., Bordjiba, O., & Benkherara, S. (2015). Activité antibactérienne des flavonoïdes d'une plante médicinale spontanée *Marrubium vulgare* L. de la région d'El Tarf (Nord-Est Algérien). *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 24, 29-37.

Dobignard A. et Chatelain C, 2010. Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord (4 vol.), Genève, C.J.B.G.

Dominique Grandjean, 2005. Prévention nutritionnelle du stress oxydatif cellulaire. Antioxydantes: mode d'actualité biologique. P: 61.

Dransfield, J., Uhl, N. W., Asmussen, C. B., Baker, W. J., Harley, M. M. & Lewis, C. E. 2008. Genera palmarum: the evolution and classification of palms. Royal Botanic Gardens, Kew: Kew Publishing.

ε

Edardes, J. P. (2008). Coumarin Anticoagulant Research Progress. Nova Publishers.

Edeas, M. (2007). Les polyphénols et les polyphénols de thé. *Phytothérapie*, 5(5), 264-270.

EL-HACI, I. A., et ATTIK BEKKARA, F. (2016). Estimation du pouvoir antioxydant des différents extraits organiques d'*ecballium elaterium* (L.). *Substances Naturelles et Innovations Thérapeutiques*.

Emuri Abe, Stanilas Grassin Delye, Jean Claude Alvarez, 2010. Extraction liquide-liquide : théorie, applications, difficultés, *Ann Toxicol Anal*; 22(2): 51-59

ζ

Fauchere IL, Avril JL. 2002. Bactériologie générale et médicale. Editions Ellipses. Paris1, p 368. <http://www.sudoc.fr/069011605>.

F.Z. Eddahaoui, M.boudalia, H. Harhar, N. Chahboun, M. Tabyaoui, A. Guenbour, A.Z. Arrouk, A. Bellaouchou, 2022. Effect of the extraction technique on the bioactive compounds and the antioxidant capacity of the *Chamaerops humilis* L. fruit (pulp and seeds), 2022, elsiver, volum 40.

Fettah, A. (2019). Étude phytochimique et évaluation de l'activité biologique (antioxydante-antibactérienne) des extraits de la plante *Teucrium polium* L. sous espèce Thymoïdes de la région Beni Souik, Biskra (Doctoral dissertation, université mohammed khieder biskra.

Freitag H., 1971. Die naturiiche végétation des Sudotspanisenen Trockengebietet.



Gaamoussi F., Israili H. And Lyoussi B. 2010. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of an aqueous extract of *Chamaerops humilis* leaves. *Pak. J. Pharm. Sci.*, Vol.23, No.2, pp.212-219.

García-Castaño JL, Terrab A, Ortiz MÁ, Stuessy TF, Talavera S. (2014). Patterns of phylogeography and vicariance of *Chamaerops humilis* L. (Palmae). *Turk J Botany*; 38(6):1132-1146. doi:10.3906/bot-1404-38

Gee, J. M., & Johnson, I. T. (2001). Polyphenolic compounds: interactions with the gut and implications for human health. *Current medicinal chemistry*, 8(11), 1245-1255.

Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 3(4), 162-169.

Ghnimi, W. (2015). Étude phytochimique des extraits de deux Euphorbiaceae: *Ricinus communis* et *Jatropha curcas*. Évaluation de leur propriété anti-oxydante et de leur action inhibitrice sur l'activité de l'acétylcholinestérase (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).

Gilani, G. S., & Anderson, J. J. (Eds.). (2002). Phytoestrogens and health. The American Oil Chemists Society.

Gouvernement du Canada, 2011. Fiche technique Santé-Sécurité : Agents Pathogènes – *Candida albicans*.

#

Habib GANFON, Jean-Parphunus HOUVOHESSOU, Assogba Gabin ASSANHOU, Honoré Sourou BANKOLE et Joachim GBENOU, 2019. Activité antibactérienne de l'extrait éthanolique et des fractions Anogeissus leiocarpa (DC) Guill. Et per (Combretaceae), *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(2): 643-651.

Hafssa El Cadi, Hajar El Bouzidi, Ginane Selama, Btissam Ramdan, Yassine Oulad El Majdoub, Filippo Alibrando, Katia Arena, Miguel Palma Lovillo, Jamal Brigui, Luigi Mondello, Francesco Cacciola, and Tania M. G. Salerno, 2021. Elucidation of Antioxidant Compounds in Moroccan *Chamaerops humilis* L. Fruits by GC-MS and HPLC-MS Techniques, *Molecules*, 26, 2710m p 2-13.s

Haleng. J, Pinmail. J, Defraigne. J.O, Charlier. C, Chapelle. J.P, 2007. Le stress oxydant. *Rev Med Liege*; 62: 10: 628-638.

HAMIA C, GUERGAB A., RENNANE N. EIH., BIRACHE M., HADDAD M., SAIDI M. et YOUSFI M. 2014. Influence des solvants sur le contenu en composés phénoliques et l'activité antioxydante des extraits du *Rhanterium adpressium*, *Annales des Sciences et Technologie* p 33-39.

Haslam, E., & Cai, Y. (1994). Plant polyphenols (vegetable tannins): gallic acid metabolism. *Natural product reports*, 11, 41-66 741-752.

Hasnaoui O., 2008. Contribution à l'étude de *Chamaerops* dans la région de Tlemcen: Aspects Ecologiques et Cartographie, Thèse Doctorat, Université d'Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie.

HASNAOUI Okkacha, ADLI Djallal Eddine Houari, HALLA Nouredine, KAHLOULA Khaled, 2014. Evaluation de l'activité antifongique des huiles essentielles de *Chamaerops humilis* L. sur des souches isolées des silos de stockage, *PhytoChem & BioSub Journal* Vol. 8(4).

HASSNAOUI.O, BOUAZZA.M, BENALI O and THINON.M, 2011. Ethno botanic study of chamaerops humilis L.Var. Argenta Andre (Arecaceae) in wastern Algeria, agriculturale journal 6 (1), 1-6.

Heller, W., & Forkmann, G. (1993). Chapter 11, Biosynthesis in Flavonoids, advances in research since 1986, ed. JB Harborne.

7

Imran, M., Ahmad, N., Anjum, F. M., Khan, M. K., Mushtaq, Z., Nadeem, M., & Hussain, S. (2015). Potential protective properties of flax lignan secoisolariciresinol diglucoside. Nutrition Journal, 14(1), 1-7.

Infosanté 24, 2021. Qu'est-ce que le palmier nain ? Santé de la prostate et autres utilisations. Disponible sur < <https://infosante24.com/quest-ce-que-le-palmier-nain-sante-de-la-prostate-et-autres-utilisations/>.>

Ingrid haberfeld, 2021. Le journal des femme, disponible sur: <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-nutrition/2691681-antioxydants-definition-bienfaits-aliments-role-complement-alimentaire>.

Iwashina, T. (2000). The structure and distribution of the flavonoids in plants. Journal of Plant Research, 113(3), 287.

8

K. D. Rakholiya, M. J. Kaneria, and S. V. Chanda, “In vitro assessment of novel antimicrobial from methanol extracts of matured seed karnel and leaf of Mangifera indica L. (Kesar Mango) for inhibition of Pseudomonas spp. and their synergistic potential,” American Journal of Drug Discovery and Development, vol. 5, pp. 13–23, 2015.

Kahn, F. (1997). *"Les palmiers de l'Eldorado"*. ORSTOM éditions, Paris, 251p.

Kamanzi AK. 2002. Plantes médicinales de Côte d'ivoire : Investigations phytochimiques guidées par des essais biologiques. Thèse de doctorat, Université de Cocody, Abidjan, p 176.

Khan, M. T. H., & Ather, A. (2006). Lead molecules from natural products: discovery and new trends. Elsevier.

Khoudali said, Zertoubi Mustafa, Azzi Muhammed, 2014. Étude de l'activité antioxydante et de l'action anti corrosion de l'extrait méthanolique des feuilles du palmier nain (*Chamaerops humilis* L.) du Maroc, *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (3),p 887-898.

Kuete, V. (Ed.). (2013). Medicinal plant research in Africa: pharmacology and chemistry. Newnes.

Li, G., Thomas, S., & Johnson, J. J. (2013). Polyphenols from the mangosteen (*Garcinia mangostana*) fruit for breast and prostate cancer. *Frontiers in pharmacology*, 4, 80.



MAAOUI Moufida, 2014, plantes ornementales des Zibanes. Atlas: CRSTRA, 332p.

Macheix, J. J., Fleuriet, A., & Jay-Allemand, C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. PPUR presses polytechniques.

Madjati najat, 2014, contribution à l'étude biologique et phytoécologique du *chamaerops humilis*.L dans la partie occidentale de l'Algerie. Thèse doctorat en écologie et environnement, université de Tlemcen, 168p.

MAHMOUDI Souhila, KHALI Mustapha et MAHMOUDI Nacéra, 2013. Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.), *Nature & Technologie*, P 35 à 40

Maire R., 1957. Flore de l'Afrique du Nord. vol4. Le chevalier édit., paris, p196-197.

Marcia Avello y Mario Suwalsky, 2006. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Atenea N° 494– II Sem. 2006: 161-172.

Martin, S., & Andriantsitohaina, R. (2002, December). Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. In Annales de Cardiologie et d'Angéiologie (Vol. 51, No. 6, pp. 304-315). Elsevier Masson.

Medic Sanic, M., Jasprica, I., Smolic Bubalo, A., & Mornar, A., (2004) Optimization of chromatographic conditions in thin layer chromatography of flavonoides and phenolic acids, Croatica Chemica Acta, p: 361-366 .

Mélina ZERBATO, 2010. Intérêt du dosage par microméthode de la Protéine C Réactive au cabinet de pédiatrie. Thèse en pharmacie. Université de LORRAIN, 73p.

Merlo M., Alemán E., Cabello J. & Penas J., 1993. On the mediterranean Fan palm (*Chamaerops humilis*). Principes, 37(3). pp.151-158 Middleton, E.M., & Teramura, A.H., (1993). The role of flavonol glycosides and carotenoids in protecting soybean from ultraviolet-B damage. Plant physiologie, 103(3).

Michel T.2011. Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification : application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophae rhamnoides*). Alimentation et Nutrition. Thèse de Doctorat. Université d'Orléans.

Michel T, Destandau E, Le Floch G, Lucchesi ME, Elfakir C.(2012). Antimicrobial, antioxidant and phytochemical investigations of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) leaf, stem, root and seed. Food Chem;131(3):754-760. doi:10.1016/j.foodchem.2011.09.029

Middleton, E.M., & Teramura, A.H., (1993). The role of flavonol glycosides and carotenoids in protecting soybean from ultraviolet-B damage. Plant physiologie, 103(3)

Miguel E. Jácome-Flores, Miguel Delibés, horsten Wiegand, José M. Fedriani, 2016. Schémas spatiaux d'un palmier méditerranéen endémiquerecoloniser les anciens. Écologie et évolution; 6: 8556–8568

Moreira, M. R., Ponce, A. G., Del Valle, C. E., & Roura, S. I. (2005). Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. *LWT-Food Science and Technology*, 38(5), 565-570.

N

Nadjat Medjati, Okkacha Hasnaoui, Brahim Babali & Noria Hachemi, 2019. Ethnobotanical investigation of *Chamaerops humilis* in the area of Beni Snous (Western Algeria). *Mediterranean botany* 40(2): 177- 184.

O

OMS. 2002. L'utilisation des antimicrobiens en dehors de la médecine humaine et les résistances qui en résultent chez l'homme. Aide-Mémoire N°268 Genève.

Ouédraogo B, Yoda J, Kini BF, Koala M, Yaro A, Bonzi-Coulibaly Y. 2019. Phytochemical screening and in vitro antioxidant study of six plants used for the treatment of hypertension in traditional medicine. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 8(4): 1665-1678. DOI: 10.20959/wjpps20194-13559

OURABIA Imane, 2020, Etude phytochimique et détermination des activités biologiques de cognassier commun, *Calendula arvensis*, *Calendula officinalis* et *Chamaerops humilis*, thèse de doctorat en chimie, université d'Oran, 110p.

Özkan O., Aydın H., Bağcıgil AF., (2009). *Salvia verticillata* et *Phlomis pungens* in vitro évaluation de l'efficacité antibactérienne. *Journal de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Kafkas*, 15 (4).P: 587-590.

P

Pape Issakha DIEYE, Seni NDIAYE, Fode DIONE, Abdoulaye DIOP, Assane DIENG, Amadou DIOP, Bara NDIAYE, Yerim Mbagnick DIOP, Serigne Omar SARR, 2021. Étude corrélée de l'activité antibactérienne et antifongique des extraits de *Jatropha chevalieri* et de *Cordyalla pinnata*, et de leurs profils chromatographiques, *Journal of Applied Biosciences* 158: 16396 – 16410.

PHILIP Martin, 2014, les familles des plantes à fleurs d'Europe. Belgique, Press universitaire Namur. 256p.

Pincemail J ; Meurisse M ; Limet R ;Defraigne JO.(1999) . Méthodes d'évaluation du stress oxydatif chez l'homme : importance en matière de prévention . cancerologie . Medi Sphere 95.

Pincemail J., Bonjean K., Cayeux K., Defraigne J.O.(2002) . Mécanismes physiologiques de la défense antioxydante Physiological action of antioxidant defences. Nutrition clinique et métabolisme, **16**, 233–239.

Rahal, J. J (2006). Novel antibiotic combinations against infections with almost completely resistant *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter* species. Clinical infectious diseases, 43(Supplement 2), S95-S99.

Rezaire A.(2012). Activité anti-oxydante et caractérisation phénolique du fruit de palmier amazonien *Oenocarpus bataua* (patawa). Thèse de doctorat. Université des Antilles et de la Guyane ;p215

S

Saber Belhoues, Sandra Amri, Mourad Bensouilah, Ratiba Seridi, 2017. Antioxydant, Antibacterial activities and phenolic content of organic fraction obtained from *chamaerops humilis* L. leaf and fruit. International journal of biosciences, Vol. 11, No. 1, P. 284- 297.

Salfo OUEDRAOGO, Jules YODA, Tata Kadiatou TRAORE, Mathieu NITIEMA, Bavouma C. SOMBIE, Hermine Zime DIAWARA, Josias B.G. YAMEOGO, Abdoulaye DJANDE, Lazare BELEMNABA, Félix B. KINI, Sylvin OUEDRAOGO et Rasmané SEMDE, 2021. Production de matières premières et fabrication des médicaments à base de plantes médicinales. Int. J. Biol. Chem. Sci. 15(2): 750-772

Sandra Gonçalves · Joana Medronho · Elsa Moreira · Clara Grosso · Paula B. Andrade · Patrícia Valentão Anabela Romano, 2018. Bioactive properties of *Chamaerops humilis* L.: antioxidant and enzyme inhibiting activities of extracts from leaves, seeds, pulp and peel, 3 Biotech 8:88, p 01-08.

Sava, C., Sirbu, R., & Dumitrescu, C. (2006). Analyse qualitative et quantitative des anthocyanes dans des produits naturels. Scientific Study & Research, 7, 785-798.

Seeram, N. P., M. Aviram, Y. Zhang, S. M. Henning, L. Feng, M. Dreher et D. Heber (2008). "Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States." Journal of Agricultural and Food Chemistry 56(4): 1415-1422.

Serigne Ibra Mbacke DIENG, Alioune Dior FALL, Kady DIATTA-BADJI, Abdou SARR, Madieye SENE, Moussa SENE, Amadou MBAYE, William DIATTA et


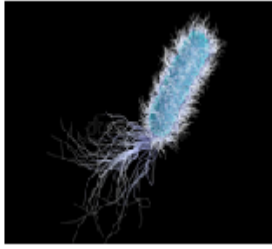



Emmanuel BASSENE, 2017.Evaluation de l'activité antioxydante des extraits hydro-ethanologiques des feuilles et écorces de *Piliostigma thonningii* Schumach. Int. J. Biol. Chem. Sci. 11(2): p 768-776.

7

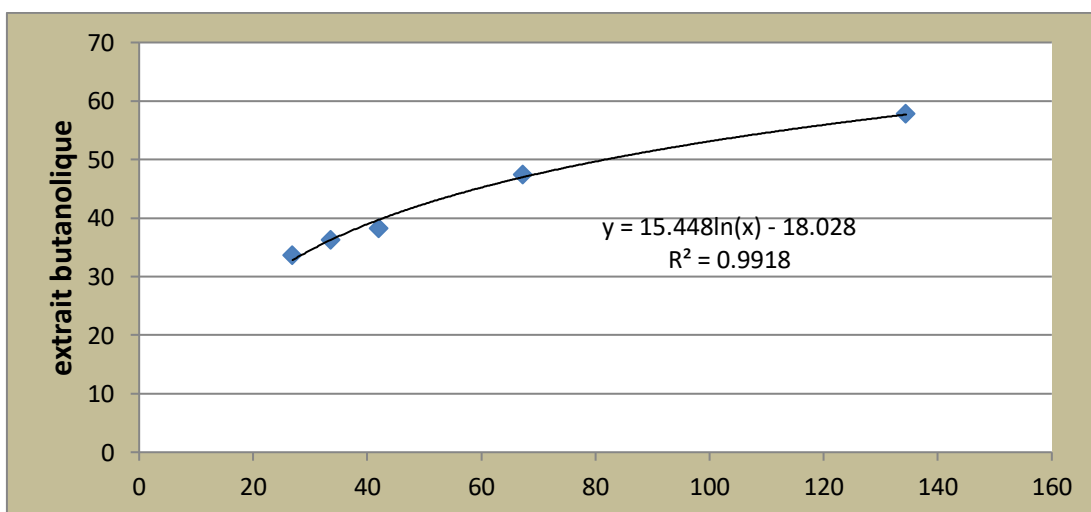
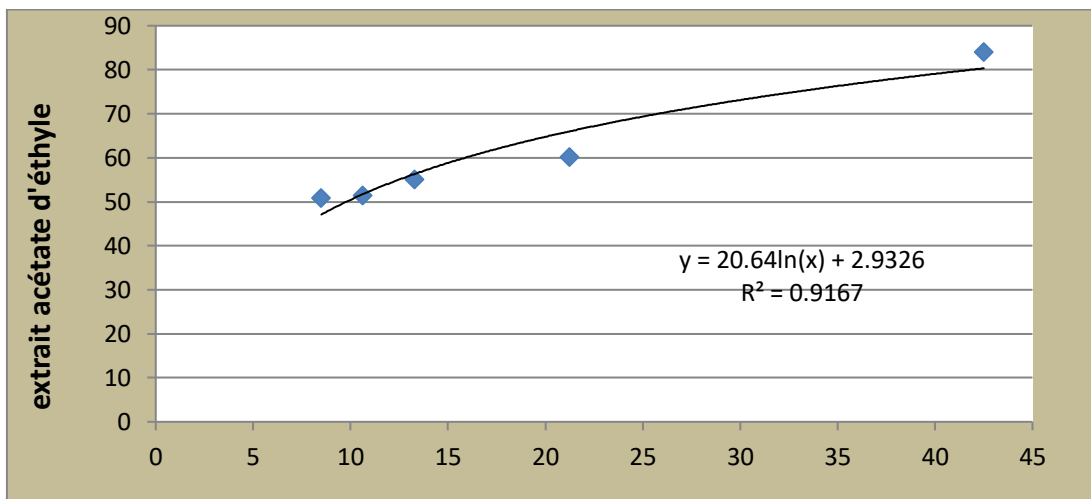
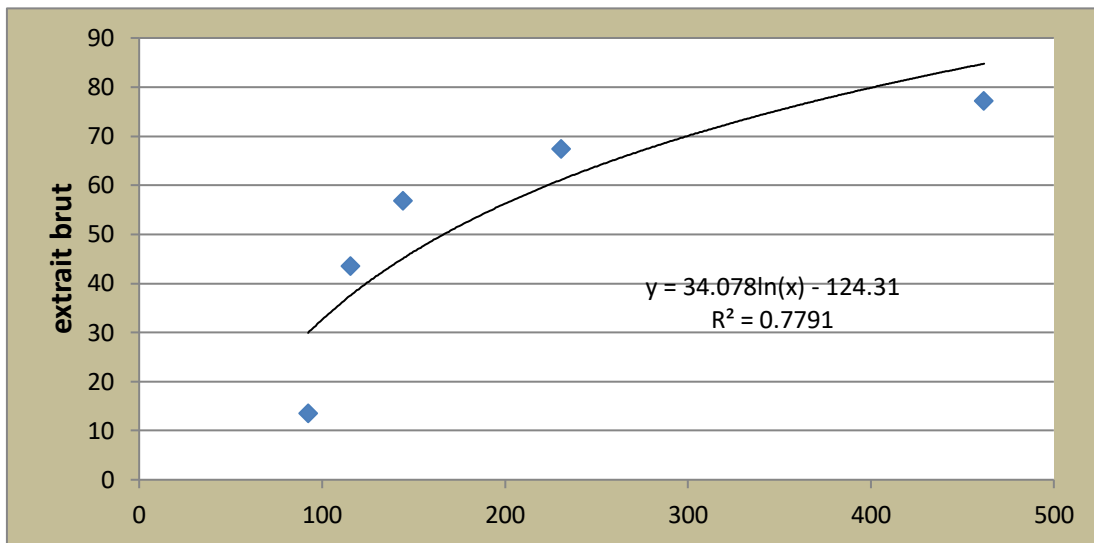
Tiwari U, Jadon M, Nigam D. 2014.Evaluation of antioxidant and antibacterial activities of methanolic leaf extract of *Callistemon viminalis*. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Business Management 2, 01-12.

Tiwari, B. K., Brunton, N. P., & Brennan, C. S. (2013). Plant food phytochemicals. Handbook of Plant Food Phytochemicals: Sources, Stability and Extraction, 1-4.

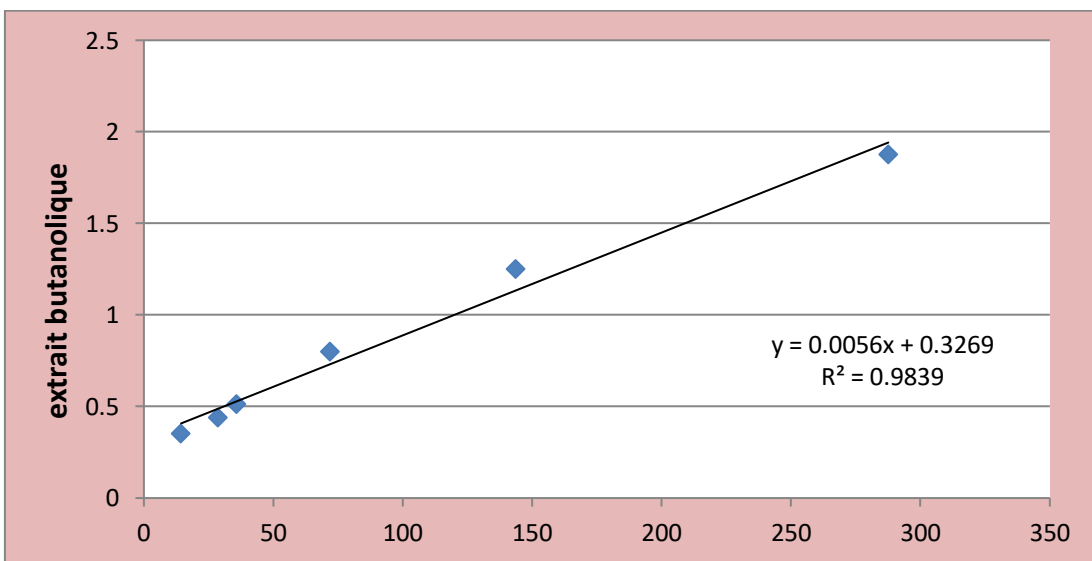
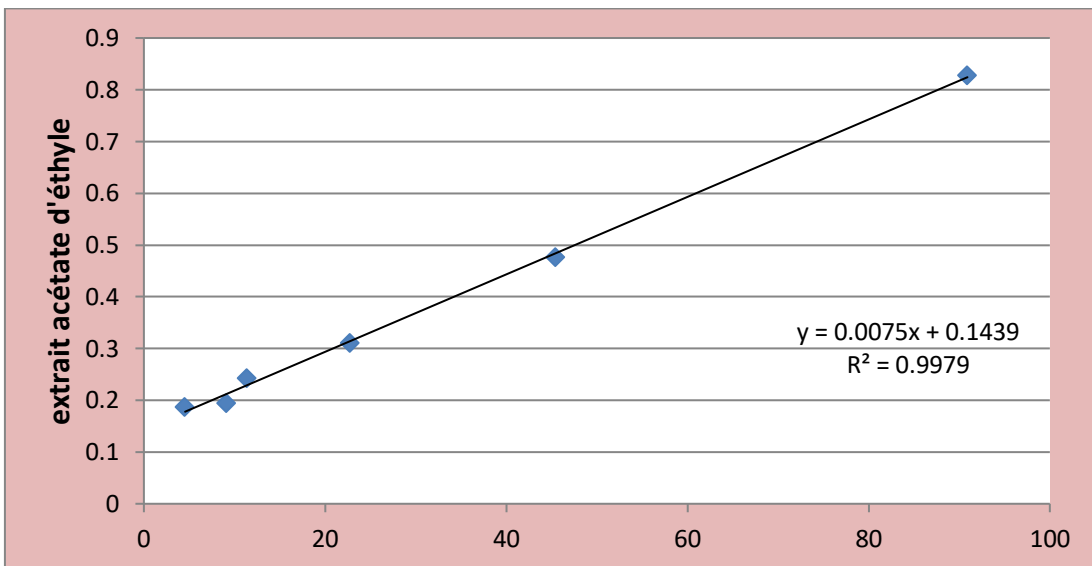
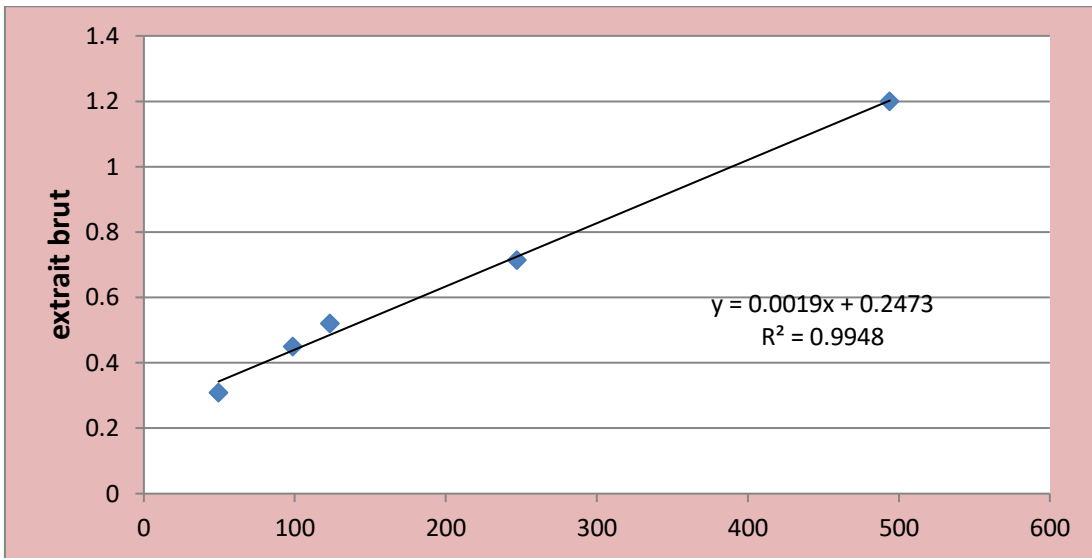
Annexe 1

Les souches	Les propriétés	La forme
<i>Escherichia coli</i>	Est une espèce appartenant à la famille des entérobactériaceae, du genre <i>Escherichia</i> , leur habitat est le tube digestif de l'homme et les animaux. Caractérisé par une forme bacille, mobile, à une coloration de gramme négative, aéro-anaérobie facultatif, dépourvue de l'oxydase et catalase.	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ce sont des bacilles à coloration de gramme négatif, mobile, et espèce ubiquitaire. Ont des exigences nutritives peu importantes, il fait partie de la flore transitoire de l'homme.	
<i>Bacillus cereus</i>	Elle se caractérise par une forme régulière, à coloration de gramme positive, aérobie, mobile par ondulation. Il se trouve dans l'environnement (terre, végétaux, aliments.....), et caractérisé par catalase positive et oxydase, variable	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Appelée staphylocoque doré, est un coque à coloration de gramme positive, aéro-anaérobie facultatif, immobile, se caractérise par une catalase et coagulase positive.	
<i>Candida albican</i>	est un champignon microscopique diploïde, présente au niveau de tube digestif, sur la peau, des voies génitales, appartient à la famille de candidaceae.	

Annexe 2



Les courbes DPPH des différents extraits



Les courbes FRAP des différents extraits.