

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République algérienne démocratique et populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب  
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib  
Faculté des Sciences et de Technologie  
Département Sciences de la Nature et de la Vie



Projet de Fin d'Etudes  
Pour l'obtention du diplôme de Master en : Biochimie  
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences Biologiques  
Spécialité : Biochimie  
Thème

**Recherche d'activités biologiques dans les baies de *Serenoa repens*  
(Saw Palmetto)**

**Présenté Par :**

- 1) Melle. BOUDIEB Asmaa
- 2) Melle. BOUHASSOUN Fatima Zohra
- 3) Mme. BOUROUIS Maroua

**Devant le jury composé de :**

Dr. Farid BENNABI (MCA) UAT.B.B (Ain Temouchent) Président  
Dr. Meriem ZERRIOUH (MCB) UAT.B.B (Ain Temouchent) Examinatrice  
Dr. Sofiane Mourad BENYAMINA (MCB) UAT.B.B (Ain Temouchent) Encadrant

*Année Universitaire 2020/2021*

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République algérienne démocratique et populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب  
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib  
Faculté des Sciences et de Technologie  
Département Sciences de la Nature et de la Vie



Projet de Fin d'Etudes  
Pour l'obtention du diplôme de Master en : Biochimie  
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences Biologiques  
Spécialité : Biochimie  
Thème

**Recherche d'activités biologiques dans les baies de *Serenoa repens*  
(Saw Palmetto)**

**Présenté Par :**

- 1) Melle. BOUDIEB Asmaa
- 2) Melle. BOUHASSOUN Fatima Zohra
- 3) Mme. BOUROUIS Maroua

**Devant le jury composé de :**

Dr. Farid BENNABI (MCA) UAT.B.B (Ain Temouchent) Président  
Dr. Meriem ZERRIOUH (MCB) UAT.B.B (Ain Temouchent) Examinatrice  
Dr. Sofiane Mourad BENYAMINA (MCB) UAT.B.B (Ain Temouchent) Encadrant

*Année Universitaire 2020/2021*

## *Remerciements*

Tout d'abord, on remercie le bon Dieu le plus puissant, le miséricordieux, de nous avoir donné la santé, le courage et la force pour pouvoir finaliser ce travail dans les meilleures conditions.

Nous remercions notre encadrant, Mr. Sofiane Mourad BENYAMINA pour son rôle en supervisant ce projet, principalement pour sa patience avec nous malgré tout, pour le savoir et les conseils qu'il nous a transmis, pour son encouragement lorsqu'on voulait abandonner et surtout pour le temps qu'il nous a consacré, sans lui on n'aura jamais fait cet excellent travail.

Nous remercions également Mr. Farid BENNABI qui nous a fait l'honneur de présider le jury, ainsi qu'à Mlle. Meriem ZERRIOUH qui a accepté d'examiner notre texte, pour leur lecture attentive du mémoire et pour les remarques qu'elle nous adressera afin d'améliorer notre travail.

Nous souhaiterons remercier l'ensemble de nos professeurs de l'Université Belhadj Bouchaib Ain Témouchent qui ont eu la politesse et la gentillesse de répondre à nos questions pendant nos études.

*BOUDIEB Asmaa*

*BOUHASSOUN Fatima.Z*

*BOUROUIS Maroua*

## ***Dédicace***

*Avant tout je me remercie pour cet excellent travail que j'ai fait, je me remercie d'avoir cru en moi et d'être aussi forte tout au long de cette période.*

*J'ai l'honneur à dédier cet excellent travail à mes **chers parents**, je ne peux jamais imaginer une vie sans eux, surtout ma maman pour toutes les sacrifices et le soutien moral et financier pendant tout mon cursus scolaire et que sans elle je ne pourrais jamais arriver à cette étape, que dieu les gardes et les protèges.*

*À ma grande sœur AMINA et ma source de vie KHADIDJA, pour qui je souhaite une vie pleine de joie, de réussite et beaucoup de bonheur, ainsi que mon petit frère YOUNES.*

*À BADIAA, pour tout l'aide qu'elle m'a donné pour finaliser ce travail.*

*À mes chères binômes FATIMA et MAROUA, pour leur patience avec moi durant cette période, je leur souhaite le bonheur et la réussite.*

*À mes très chères copines FOUZIA et surtout FERDAOUS, pour tous les agréables moments qu'on a passé ensemble.*

*À Madouri Mohamed, je vous remercie pour votre soutien et encouragement durant toute cette période de réalisation de ce travail, je vous souhaite une vie pleine de succès, de réussite et de bonheur.*

*À mes amis préférés : MOHAMED (Bogo) pour être un proche frère et ami tout au long de cette période, ainsi que KHALED MAHFOUD.*

*ASMAA*

## *Dédicace*

*D'abord, avant de dédier ce magnifique travail, je remercie Dieu, pour m'avoir aidé à atteindre ce stade d'étude et j'ai l'honneur de dédier cet excellent travail à mes chers parents, merci pour votre patience, votre soutien sans fin, pendant toutes mes années d'études.*

*À mes adorables soeurs CHAIMAA et AMINA et RABIHA, d'être source de vie et de joie dans ma vie, ainsi qu'à Fatima Didani, et mes cousines préférées, BOUCHRA, FATIHA, ASMAA, IKRAM, ANFAL, je vous remercie et je vous souhaite que de la joie.*

*À ma très chère copine BOUDIEB ASMAA, je te remercie d'être restée avec moi durant toutes les étapes de nos études pour tous les jours doux et amères que nous avons passés ensemble, et d'avoir été ma sœur et amie, et patronne, je te souhaite une vie pleine de succès.*

*À mes chères amies FERDOUSE, FOUZIA, MAROUA, MAMIA pour leurs encouragements constants et leur soutien moral*

*À mes amis préférés : YACINE et MOHAMED (bogo) et CHERGUI ABDALLAH, pour avoir été des frères et amis proches tout au long de cette période ainsi que KHALED et HABIB.*

*et avant de finir, je remercie moi même d'avoir cru en moi, je veux me remercier d'avoir fait partie de ce travail acharné, et de ne jamais abandonner.*

*Enfin, mes dédicaces vont à toute la famille BOUHASSOUN et BELABBES, ainsi que mes très chères tantes YAMINA et MAMI.*

*FATIMA*

## *Dédicace*

*Je dédie cet excellent travail à :*

*Mes parents, qui m'ont encouragés à aller de l'avant et qui nous ont donné tout leur amour pour prendre mes études, que dieu les protège.*

*Mon frère et mes sœurs pour leur dévouement, leur compréhension et leur grande tendresse, qui en plus de m'avoir encouragé tout le long de mes études, m'ont consacré beaucoup de temps et disponibilité, et qui par leur soutien, leurs conseils et leur amour, m'ont permis d'arriver jusqu'à ici car ils ont toujours cru en moi.*

*Merci d'avoir toujours soutenu et merci pour tous les bons moments passé ensemble, et ce n'est pas fini.*

*À toutes ma famille*

*À tous mes amis surtout FERDAOUS et FOUZIA*

*À tous ceux qui m'ont aidé*

*MAROUA*

# Sommaire

<b>Remerciements .....</b>	<b>3</b>
<b>Dédicace.....</b>	<b>4</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS .....</b>	<b>9</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>10</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>10</b>
<b>Introduction générale.....</b>	<b>11</b>
<b>1 Synthèse bibliographique .....</b>	<b>2</b>
1.1 Les propriétés antioxydantes .....	3
1.2 Les propriétés anti-inflammatoires .....	7
1.3 Les propriétés antimicrobiennes .....	9
<b>2 Matériels et méthodes .....</b>	<b>16</b>
2.1 Collecte des graines de saw palmetto .....	17
2.2 Préparation de la solution des baies de saw palmetto.....	17
2.3 Détermination du pH de la solution des baies de saw palmetto .....	17
2.4 Recherche d'activité antioxydante chez les baies de saw palmetto.....	17
2.4.1 Recherche d'activité catalasique chez les baies de saw palmetto .....	17
2.4.2 Recherche d'activité anti-radicalaire chez les baies de saw palmetto par le test de DPPH.....	18
2.5 Recherche d'activité anti-inflammatoire chez les baies de saw palmetto .....	19
2.5.1 Recherche d'activité inhibitrice de dégradation de l'albumine.....	19
2.6 Recherche d'activité antibactérienne chez les baies de saw palmetto.....	20
2.6.1 Préparation de la solution de McFarland 0,5 et des suspensions bactériennes ..	20
2.6.2 Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) des souches de références par la solution des baies de saw palmetto.....	21
<b>3 Résultats et discussion .....</b>	<b>22</b>
3.1 Collecte des graines de saw palmetto .....	23
3.2 Détermination du pH de la solution des baies de saw palmetto .....	23
3.3 Recherche d'activité antioxydante chez les baies de saw palmetto.....	24
3.3.1 Recherche d'activité catalasique chez les baies de saw palmetto .....	24

3.3.2	Recherche d'activité anti-radicalaire chez les baies de saw palmetto par le test du DPPH .....	25
3.4	Recherche d'activité anti-inflammatoire chez les baies de saw palmetto .....	30
3.5	Recherche d'activité antibactérienne chez les baies de saw palmetto .....	36
<b>Conclusion et perspectives .....</b>		<b>40</b>
<b>Références bibliographique .....</b>		<b>42</b>
<b>Résumé .....</b>		<b>56</b>



## *LISTE DES ABREVIATIONS*

**ADN** Acide désoxyribonucléique

**AMP** peptide antimicrobien

**ARN** Acide ribonucléique

**ATTC** American type culture collection

**BaCl<sub>2</sub>** chlorure de baryum

**BMH** bouillon Müeller Hinton

**CMI** concentration minimale inhibitrice

**COX** cyclooxygénase

**DO** densité optique

**DPPH** 2,2'-diphényl-1-picryle hydrazyle

**ERA** espèces réactives de l'azote

**ERO** espèces réactives de l'oxygène

**ERS** espèces réactives de soufre

**g** gramme mg milli gramme

**HBP** hyperplasie bénigne de la prostate

**H<sub>2</sub>O** molécule d'eau

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** peroxyde d'hydrogène

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** acide sulfurique

**IC<sub>50</sub>** concentration inhibitrice médiane

**L** litre

**M** mole

**mg** milli gramme

**mL** milli litre

**mm** milli mètre

**mM** milli molaire

**µL** microlitre

**min** minute

**nm** nanomètre

**OH•** radical hydroxyl

**OMS** organisation mondiale de la santé

**O<sub>2</sub>** molécule d'oxygène

**O<sub>2</sub><sup>-</sup>** l'anion superoxyde

**PG** prostaglandine

**pH** potentiel d'Hydrogène

**SOD** superoxyde dismutase

**SRAS-CoV** syndrome respiratoire aigu sévère-coronavirus

**UFC** unité formant colonie

**UV** ultraviolets

**VIH** virus d'immunodéficience humaine

**%** pourcentage

**°C** degré Celsius

## ***LISTE DES FIGURES***

<b>Figure 1 :</b> Formation des espèces réactives et oxydation des molécules .....	4
<b>Figure 2 :</b> Les cibles des phytoconstituants dans l'inflammation.....	8
<b>Figure 3:</b> La plante de <i>Serenoa repens</i> et ses fruits. ....	14
<b>Figure 4:</b> Les graines (A) et la poudre des baies (B) de saw palmetto.....	23
<b>Figure 5:</b> Le pH de la solution des baies de saw palmetto. ....	23
<b>Figure 6:</b> Courbe d'étalon d' H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	24
<b>Figure 7:</b> Capacité de dégradation de l'H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> par la solution des baies de saw palmetto. ....	24
<b>Figure 8:</b> Courbe d'étalon du DPPH. ....	25
<b>Figure 9:</b> Cinétique de dégradation du DPPH.....	26
<b>Figure 10:</b> Pourcentage de dégradation du DPPH par la solution des baies de saw palmetto à différentes concentrations. ....	26
<b>Figure 11:</b> Pourcentage du DPPH dégradé par les baies de saw palmetto a différentes concentrations.....	27
<b>Figure 12:</b> DPPH dégradé par l'acide ascorbique à différentes concentrations.....	27
<b>Figure 13:</b> Dégradation du DPPH par la solution des baies de saw palmetto et l'acide ascorbique à différentes concentrations. ....	29
<b>Figure 14:</b> Courbe d'étalon de l'albumine humaine. ....	31
<b>Figure 15 :</b> Pourcentage de l'inhibition de la dénaturation de l'albumine humaine par le traitement thermique en présence de différentes concentrations des baies de saw palmetto... ..	32
<b>Figure 16:</b> Pourcentage de l'inhibition de la dénaturation de l'albumine humaine par le traitement thermique en présence de différentes concentrations l'acide acétylsalicylique. ....	33
<b>Figure 17 :</b> Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'albumine humaine par le traitement thermique en présence de l'acide acétylsalicylique et la solution des baies de saw palmetto a différentes concentrations.....	33
<b>Figure 18:</b> Inhibition de la dénaturation de l'albumine humaine.....	35
<b>Figure 19 :</b> Comparaison visuelle entre la turbidité du McFarland 0,5 et des 3 souches de référence. ....	37
<b>Figure 20:</b> Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) de la solution des baies de saw palmetto, sur les 3 souches de référence. ....	37

## ***LISTE DES TABLEAUX***

<b>Tableau 1 :</b> Tableau récapitulatif des résultats des activités biologiques des baies de saw palmetto.	39
---	----

# ***I**ntroduction générale*

Les propriétés biologiques importantes, pour l'être humain, telles que les propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes peuvent être trouvées chez les différents organismes vivants (les microorganismes, les animaux et les plantes) (Ebrahim et *al.*, 2011; Hermes-Lima, 2005; Stintzi et *al.*, 1993). Ces propriétés sont nécessaires et sont utilisées dans différentes industries comme par exemple les industries alimentaires (Gurung et *al.*, 2013), les industries pharmaceutiques et les industries cosmétiques (Cowan, 1999; Radulović et *al.*, 2013).

Plusieurs études ont montré que les plantes ou leurs dérivés sont riches en propriétés biologiques importantes telles que les propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antibactériennes (Han et *al.*, 2007 ; Prusinowska et Smigielski, 2014). Ces propriétés sont utilisées depuis longtemps dans le traitement de différentes maladies (Šantić et *al.*, 2017). Par exemple, depuis les années 1990, la plante *Serenoa repens* (saw palmetto) est utilisé comme plante médicinale et elle fait partie des 10 plantes les plus vendues au monde (Booker et *al.*, 2013). *Serenoa repens* est utilisée pour le traitement de l'hyperplasie bénigne de la prostate (HBP) (Elliot Fagelman et Franklin, 2001). Par contre cette plante n'a pas été trop étudiée auparavant (Ibrahim et *al.*, 2017), pour cela l'objectif de notre travail est de rechercher des propriétés biologiques dans les baies de *Serenoa repens*, par recherche des propriétés antioxydantes (activité catalasique et activité de piégeage du DPPH), anti-inflammatoires (inhibition de la dénaturation de l'albumine) et antimicrobiennes (concentration minimale inhibitrice) des baies de *Serenoa repens*.

Les résultats obtenus de cette étude montrent que les baies de *Serenoa repens* possèdent une activité catalasique et une activité de piégeage du DPPH, une activité inhibitrice de la dénaturation de l'albumine et une activité antibactérienne.

# *Synthèse bibliographique*

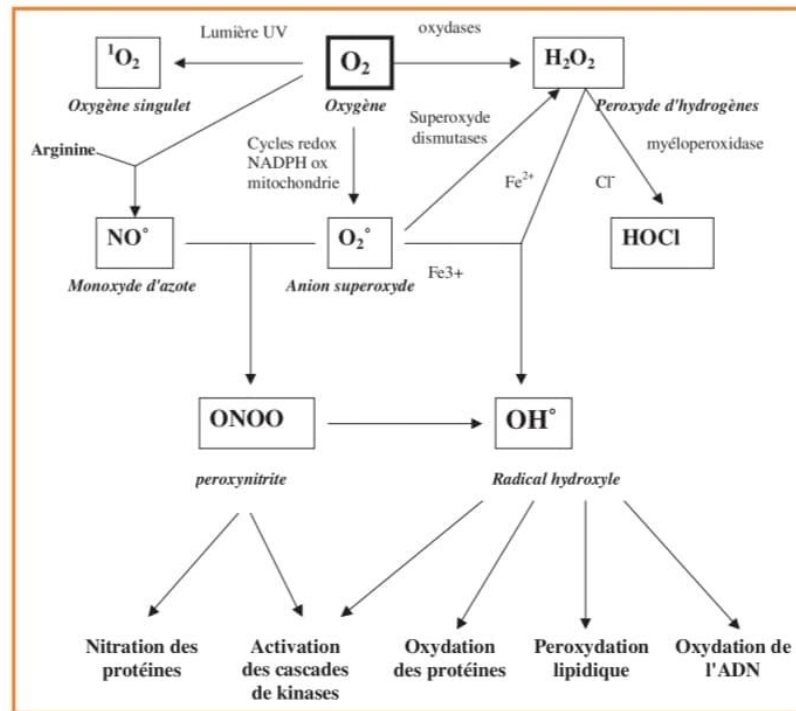
L'homme a toujours recherché pour ses besoins fondamentaux, des propriétés biologiques, pharmaceutiques, physico-chimiques,....,etc., lui permettant, entre autres, de se nourrir, de se soigner et de se maintenir au propre (Mazumdar, 1977; Schaber, 1982; Wong, 1976).

Il a eu besoin de propriétés enzymatiques (les amylases, lipases, protéases...) pour la production des aliments, des boissons et des produits de nettoyage (Gurung et *al.*, 2013), des propriétés médicinales ou pharmaceutiques (antioxydantes, anticancéreuses, antivirales, antidiabétiques...) à des fins thérapeutiques (Reddy, 2019), des propriétés antimicrobiennes pour les industries cosmétiques et les industries pharmaceutiques (Cowan, 1999 ; Radulović et *al.*, 2013) et des propriétés physico-chimiques pour la fabrication des produits d'hygiène (Eldridge, 1997).

Parmi toutes ces propriétés recherchées, les propriétés médicinales et pharmaceutiques font parties des propriétés les plus importantes, du fait qu'elles permettent de traiter ou de prévenir plusieurs maladies, parmi les propriétés à importance médicale ou pharmaceutique on peut citer :

### **1.1 Les propriétés antioxydantes**

L'oxydation est une réaction chimique qui produit des radicaux libres (Pawar et *al.*, 2016) qui sont des molécules ou des atomes portant un ou plusieurs électrons non appariés (Poyton et *al.*, 2009), instables et hautement réactifs (Finkel et Holbrook, 2000) et qui peuvent conduire à l'oxydation des molécules biologiques importantes telles que les protéines, l'ADN et les lipides (Ames et *al.*, 1993) comme montré dans la figure suivante :

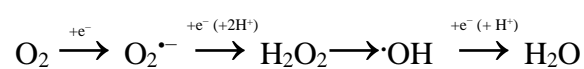


**Figure 1** : Formation des espèces réactives et oxydation des molécules (selon Favrier, 2003).

L'équilibre redox est essentiel au maintien d'un microenvironnement cellulaire sain (Salehi et al., 2018), on parle d'équilibre entre la production (les oxydants) et l'élimination (les antioxydants) des EROs et ERAs (homéostasie redox) (Kamata et Hirata, 1999; Lugin et al., 2014).

Cependant, un déséquilibre redox résultant d'une surproduction des espèces réactives de l'oxygène (EROs) et des espèces réactives de l'azote (ERAs) (Wendland et al., 2001) ou une diminution de production, par l'organisme, des antioxydants conduit à un état non homéostatique appelé stress oxydatif (Appel et Hirt, 2004; Chandel et Reczek, 2015; Finkel, 2011; Forman, 2016; McCord, 2000; Olsen, 2013; Valko et al., 2007).

La réduction de l'oxygène moléculaire ( $O_2$ ) en molécule d'eau ( $H_2O$ ) se fait d'une façon séquentielle, par transfert séquentielle d'électrons ce qui conduit à la formation des EROs (Laloi et al., 2007) comme montré la réaction suivante:



Une première réduction de l'oxygène moléculaire ( $O_2$ ), par l'addition d'un seul électron, conduit à la formation de l'anion superoxyde ( $O_2^{\bullet-}$ ) (Droge, 2002; Frei *et al.*, 1998; Thomas *et al.*, 1998). À son tour, l'anion superoxyde sera réduit, ce qui conduit à la formation d'une autre ERO, le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) par dismutation de l'anion superoxyde (Berwal et Ramet, 2018; Rejeb *et al.*, 2015; Yordi *et al.*, 2012). Le peroxyde d'hydrogène est ensuite converti en radical hydroxyle ( $\bullet OH$ ) par un transfert d'électron (Demidchik, 2015; Droge, 2002). Ensuite, le radical hydroxyle sera réduit à son tour en une molécule d'eau ( $H_2O$ ) (Bienert *et al.*, 2006; Portakal *et al.*, 2000).

Ces espèces réactives peuvent être produites par tous les organismes vivants (Decros *et al.*, 2019) lors de différents processus comme celui de la respiration aérobie, la photosynthèse et le métabolisme des composés xénobiotiques (Aluri *et al.*, 2014; Frick *et al.*, 2015; Phaniendra *et al.*, 2015; Valko *et al.*, 2007). De plus, les espèces réactives sont générés à partir des stimuli exogènes tels que les UV (Meyskens *et al.*, 2001).

Les espèces réactives peuvent être aussi produites suite à une réponse à des signaux extracellulaires, comme des signaux biochimiques (par exemple une stimulation par un facteur de croissance), des signaux physiques (par exemple, un étirement mécanique) (Heo et Lee, 2011) ou des signaux environnementaux (Bhattacharya *et al.*, 2015; Medvedev *et al.*, 2016; Ren *et al.*, 2016) tels que le gaz d'échappement des voiture ou la fumée de cigarette (Beauchamp et Fridovich, 1970). La présence des métaux (fer, cuivre, cadmium) peut conduire à la formation des radicaux libres (Valko *et al.*, 2005).

Chez les microorganismes, les EROs sont aussi produites, par exemple, chez les bactéries comme *Escherichia coli*, la génération des espèces réactives proviennent principalement de l'autoxydation des composants de sa chaîne respiratoire (Fridovich et ImLay, 1991) et chez les microorganismes eucaryotes, comme *Saccharomyces cerevisiae*, la respiration mitochondriale est considérée comme la principale source de ERO (Muller *et al.*, 2007).

Chez les végétaux, les chloroplastes et les mitochondries sont les deux principaux sites de génération d'espèces réactives de l'oxygène (EROs) (Del Río *et al.*, 2006). Chez les animaux et l'homme, les mitochondries constituent la source principale productrices de ces espèces réactives (Maxwel *et al.*, 1999 ; Vidal *et al.*, 2007).

Chez la cellule animale, les EROs peuvent être produites lors d'une variété de réactions intracellulaires par exemple lors de la respiration aérobie et dans la chaîne de transport



d'électrons oxydante dans les mitochondries (Chiharu et *al.*, 2011; ImLay et *al.*, 1988; Storz, 2007). Elles peuvent être aussi produites lors de processus inflammatoires, principalement dans les hépatocytes et les macrophages (Jakubczyk et *al.*, 2020).

Chez l'homme par exemple, la présence de ces espèces réactives peuvent causer des dommages oxydatifs (Jones, 2006) et cellulaires ce qui peut conduire à l'apparition de nombreuses maladies, comme le cancer (Halliwell, 2007), les maladies neurodégénératives (Gülçin et *al.*, 2007), les maladies cardiovasculaires (Jialal et Singh, 2006) et le vieillissement (Hyun et *al.*, 2006). Ces espèces réactives peuvent être responsables du maintien et de la progression de l'inflammation chronique (Gupta-Elera et *al.*, 2012; Kullisaar et *al.*, 2012; Lugrin, 2014).

Pour éviter les dommages oxydatifs dans les cellules, les antioxydants peuvent empêcher l'oxydation des molécules susceptibles d'être oxydées (Ames et *al.*, 1993 ; Halliwell, 2007), en diminuant la concentration des radicaux libres (Favier, 2003) et en éliminant les EROs et leurs dérivés (les ERAs et les ERSs (espèces réactives du soufre)) (Mut-Salud et *al.*, 2016).

Les différents organismes vivants sont dotés d'un système de défense antioxydant efficace (Hermes-Lima, 2005).

Les antioxydants peuvent être endogènes (enzymatique et non-enzymatique) tels que la glutathion peroxydase, la catalase, la superoxyde dismutase et le glutathion, ou exogènes tels que les vitamines E et C, les caroténoïdes et les acides phénoliques... (Ahmad et *al.*, 2014; Pawar et *al.*, 2016; Pisoschi et *al.*, 2016; Rahman, 2007; Rajendran et *al.*, 2014; Valko et *al.*, 2007). Les molécules antioxydantes peuvent être enzymatiques (catalase, superoxyde dismutase...) ou non enzymatiques (glutathion, acide ascorbique...). Les antioxydants enzymatiques ont tendance à être très spécifiques vis-à-vis des espèces réactives, tandis que les antioxydants non enzymatiques ne possèdent pas de substrats spécifiques (Haida, et Hakiman, 2019) et sont représentés par des molécules caractérisées par la capacité à inactiver rapidement les radicaux et les oxydants (Mirończuk-Chodakowska et *al.*, 2018).

Chez les végétaux par exemple, les activités antioxydantes sont présentes naturellement dans les fruits et légumes, et ils sont aussi abondants dans les plantes médicinales (Deng et *al.*, 2012; Guo et *al.*, 2012; Wu et *al.*, 2012) telles que *Adelia ricinella* (Berenguerat et *al.*, 2018), *Rosmarinus officinalis* (Boix et *al.*, 2010), *Commiphora africana*, *Loeseneriella. Africana*

(Compaore et al 2016), *Mentha haplocalyx*, *Caesalpinia sappan* (Li et al., 2013) et *Serenoa repens* (Habib, 2009).

Ces activités antioxydantes sont trouvées dans des composés phytochimiques des plantes, tels que les polyphénols, les caroténoïdes (Zhang et al., 2013), l'acide ascorbique (vitamine C), l' $\alpha$ -tocophérol (vitamine E) (Baiano et Del Nobile, 2015; Manach et al., 2004) et l'acide rétinoïque (vitamine A) (Czernichow et al., 2009).

Les activités antioxydantes sont aussi trouvées dans les dérivées des plantes, comme par exemples celles trouvées dans l'huile essentielle des espèces d'*Origanum majorana* et *Origanum vulgare* (Brewer, 2011; Jiang et Xiong, 2016; Pateiro et al., 2018), l'huile essentielle d'*Ajuga bracteosa* (Mothana et al., 2012), l'extrait d'*Artemisia capillaris* (Seo et al., 2003) et l'extrait de baies de *Serenoa repens* (Abeer et al., 2017).

## **1.2 Les propriétés anti-inflammatoires**

L'inflammation est une réponse défensive (Calixto et al., 2003) et immunologique (Lugrin et al., 2014) complexe des tissus vasculaires (Ferrero-Miliani et al., 2007). Cette réaction est provoquée, par la présence d'un agent inflammatoire et déclenchée par une infection microbienne, un stress tissulaire, certaines blessures (Ahmed, 2011; Kotas et al., 2015), des cellules endommagées, des composés toxiques ou de l'irradiation (Medzhitov, 2010).

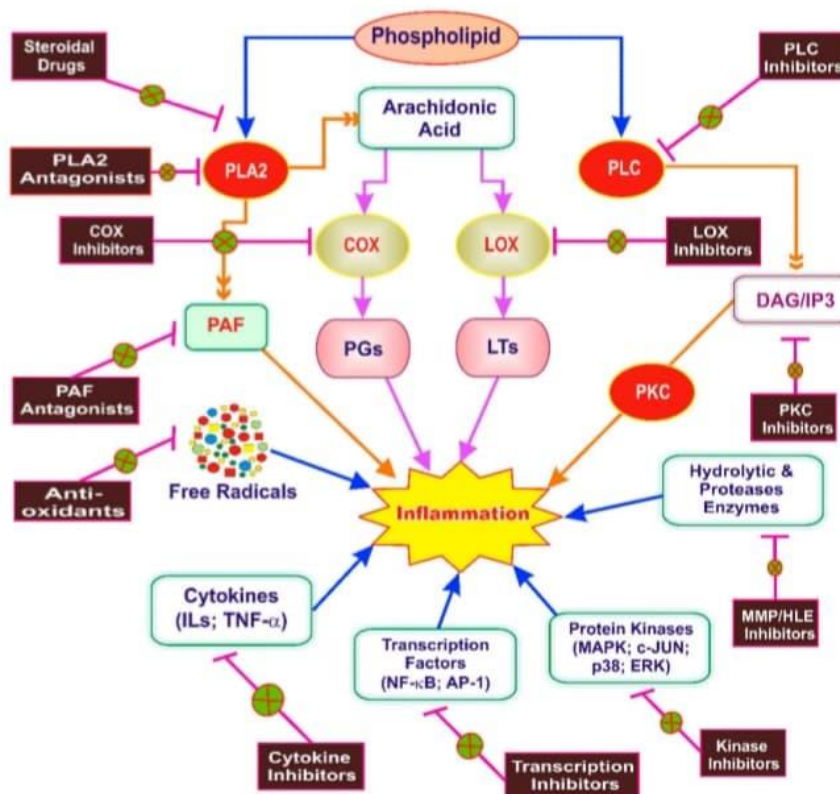
En présence de l'agent inflammatoire, les membranes cellulaires induisent la libération d'acide arachidonique et des médiateurs inflammatoires tels que les prostaglandines (PGs) (Dassoler et al., 2004; Falcão et al., 2005). Ces PGs sont biosynthétisées par l'action des cyclooxygénases (COX) sur l'acide arachidonique (Ibrahim et al., 2015). La plupart des inflammations sont caractérisées par la sécrétion de PGs, qui en association avec d'autres médiateurs inflammatoires tels que les cytokines, l'histamine et les leucotriènes vont augmenter la perméabilité vasculaire, ce qui facilite la migration des leucocytes vers le site d'inflammation (Dassoler et al., 2004; Falcão et al., 2005) (Figure 2).

L'activité principale des anti-inflammatoires est de bloquer la synthèse des molécules responsables du déclenchement de la réaction inflammatoire, par exemple, par blocage de la libération de l'acide arachidonique (Stables et al., 2011), en agissant sur les enzymes responsables de sa libération, notamment, la phospholipase A2 (Kim et al., 2004), ou par

blocage de la conversion de l'acide arachidonique en PG (Daba et Ezeronye, 2003), en agissant sur les enzymes responsables de cette conversion c'est-à-dire les COX (Kim et al., 2004).

Plusieurs études ont montré la présence des activités anti-inflammatoires au niveau des plantes ou de leurs dérivés. Plusieurs plantes médicinales, comme *Commiphora africana*, *Loeseneriella africana* (Jansen et al., 2010; Nacoulma-Ouedraogo, 1996), *Cymbopogon citratus* (Katsukawa et al., 2010), *Cordia verbenacea* (Dutra et al., 2016) et *Serenoa repens* (MC Nicholas et al., 2011) sont utilisées dans le traitement des maladies inflammatoires.

Les activités anti-inflammatoires sont aussi trouvées dans des métabolites de plantes tels que les flavonoïdes (Aravindaram et Yang, 2010; Compaore et al., 2011; Lamien-Meda et al., 2008; Victor et al., 2018), les terpénoïdes (Heras et al., 2009; Victor et al., 2018), les polyphénoliques, les proanthocyanidines, les alcaloïdes, et les composés stéroïdes (Victor et al., 2018).



**Figure 2** : Les cibles des phytoconstituants dans l'inflammation (Kalpesh et al., 2019).

### **1.3 Les propriétés antimicrobiennes**

Les infections microbiennes, causées par les différents types de microorganismes, sont considérées comme une menace majeure pour la santé humaine (Iwu et *al.*, 1999) et l'une des principales cause de décès dans le monde (Bandow et *al.*, 2003). Ces infections peuvent provoquer diverses maladies, chez les différents organismes vivants, l'homme, les animaux et les végétaux (Loper et Martin, 1999; Mayer et Neilson, 2010).

Il existe les infections bactériennes comme par exemple les infections nosocomiales et la pneumonie potentiellement mortelles, causée par *Staphylococcus aureus* (Garoy et *al.*, 2019) ou la tuberculose, hautement contagieuse causée par la bactérie *Mycobacterium tuberculosis* (Doron et Gorbach, 2008). Il existe aussi des maladies causées par des infections fongiques telles que la candidose causée par les espèces de *Candida* (Xiao et *al.*, 2019) et la mucormycose, une infection fongique opportuniste aiguë causée par un champignon saprophyte de l'espèces *Mucorales* (Bhansali et *al.*, 2004; Eucker et *al.*, 2001). Les virus aussi peuvent causer des infections et qui affecte sévèrement l'état de santé de l'être humain, comme c'est le cas du virus de l'immunodéficience humaine (VIH) (Burchard et Dean, 1996; Gonzalez et *al.*, 1996) et le syndrome respiratoire aigu sévère-coronavirus (SRAS-CoV) (ZumLa et *al.*, 2014).

Les maladies infectieuses peuvent apparaître (infections émergentes) ou réapparaître (infections ré-émergentes), conduisant à des épidémies imprévisibles (Morens et *al.*, 2004). Les maladies infectieuses émergentes, sont celles qui ne sont pas apparues chez l'homme auparavant (Anderson et May, 1992), telles que le syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) (Drosten, 2003; Ventura et *al.*, 2016), tandis que les infections ré-émergentes sont celles qui existaient dans le passé et qui ont réapparues comme le paludisme causé par le *Plasmodium falciparum* (Kovats et *al.*, 2003; Miller et Wellems, 2003).

Pour lutter contre ces infections microbiennes, des substances antimicrobiennes produites par des entreprises pharmaceutiques, telles que les antibiotiques, sont utilisées. Mais, la plupart des antibiotiques utilisés ont des limites considérables en termes de spectre antimicrobien, d'effets secondaires (Cos et *al.*, 2006) et leur surutilisation conduit au développement d'une résistance des microorganismes vis-à-vis de ces antibiotiques (Roca et *al.*, 2015).

Les antibiotiques peuvent avoir soit un effet biostatique c'est-à-dire inhibent la croissance sans tuer les cellules microbiennes, soit biocides c'est-à-dire entraînent la destruction des cellules microbiennes (Miles et Wilson, 1964).

La résistance aux antimicrobiens, menace la capacité de traiter avec succès les maladies infectieuses à travers le monde (Collignon et McEwen, 2018). Cette résistance peut toucher les bactéries, les champignons, les virus et les protozoaires (Chassagne et *al.*, 2021), et les souches microbiennes multirésistantes sont en constante augmentation en raison de l'utilisation non-contrôlée d'antimicrobiens à large spectre (Burchard et Dean, 1996; Gonzalez et *al.*, 1996), ce qui entraînent une baisse de leur efficacité (Fadli et *al.*, 2016) et conduit à l'apparition de nouvelles infections (Cos et *al.*, 2006).

Comme mentionné plus haut, les maladies infectieuses représentent une cause importante de morbidité et de mortalité dans le monde et l'émergence inévitable et continue de la résistance des microorganismes aux antimicrobiens, ce qui a encouragé les sociétés pharmaceutiques à la recherche de nouvelles substances antimicrobiennes afin de remplacer et/ou de compléter les antibiotiques conventionnels (Kajimura et Sakagami, 2002; Nascimento et *al.*, 2000; Yeaman et Yount, 2004).

Tous les organismes vivants, les microorganismes, les plantes et les mammifères, ont développé des mécanismes pour se défendre activement contre les attaques d'agents pathogènes (Ebrahim et *al.*, 2011; Stintzi et *al.*, 1993), en produisant des molécules antimicrobiennes naturelles qui tuent ou inhibent directement la croissance de micro-organismes étrangers (bactéries, champignons, virus et protozoaires) (Boparai et Sharma, 2020).

Par exemple, les peptides antimicrobiens (AMPs) sont des peptides de bas poids moléculaire (Bardan et *al.*, 2004) et qui sont omniprésents (Egorov et *al.*, 2005), produits par une grande variété d'organismes (Zanetti, 2004) comme les mammifères, les insectes et les plantes (Brogden, 2005). Ces peptides antimicrobiens, comme les défensines et la cathélicidine (Ganz, 2003; Hattenbach et *al.*, 1998; Huang et *al.*, 2003), ont une puissante activité antimicrobienne contre les bactéries, les champignons, les parasites, et certains virus (Hancock et Lehrer, 1998).

L'un des principaux mécanismes des agents antimicrobiens dans la destruction des microorganismes pathogènes est attribué à la perturbation de la membrane cellulaire

microbienne (Shai, 2002; Van 't Hof et *al.*, 2001), comme par exemple, l'inhibition de la synthèse des peptidoglycanes chez les bactéries (Kumar et *al.*, 2018; Le et *al.*, 2017). Les agents antimicrobiens peuvent aussi agir sur les microorganismes, en inhibant la synthèse de l'ADN (Andriole, 2005), de l'ARN (Walsh, 2003) et des protéines (Pankey et Sabath, 2004) ou en favorisent la génération des radicaux hydroxyles nocifs, ce qui entraîne la mort cellulaire (Kohanski et *al.*, 2007; Kohanski et *al.*, 2008).

L'Organisation Mondiale de la Santé a estimé que 80% des habitants du monde dépendent principalement des médicaments traditionnels (Chanda et *al.*, 2015). Plusieurs études scientifiques faites sur les propriétés biochimiques des plantes médicinales, afin de permettre le traitement de diverses maladies, ont approuvées l'efficacité et l'innocuité de ces plantes (Tyagi, 2015).

Depuis toujours, les plantes sont considérées comme une bonne source d'agents anti-infectieux (Diallo et *al.*, 1999) et leurs extraits ont un grand potentiel en tant que composés antimicrobiens contre les différents microorganismes (Nascimento et *al.*, 2000), tels que les extraits de *Thymus vulgaris*, *Clinopodium taxifolium* (Ahmad et *al.*, 2014), *Pitadeniastum africana*, l'extrait de *Cissus aralioides* (Assob et *al.*, 2011) et l'extrait de *Serenoa repens* (Barakat et *al.*, 2020). De plus, l'huile essentielle des feuilles de laurier *Laurus nobilis* présente plusieurs propriétés antimicrobiennes (Fidan et *al.*, 2019; Jemâa et *al.*, 2012; Kivçak et Mert, 2002).

Les plantes sont dotées d'une panoplie de mécanismes de défense efficaces contre les microorganismes, comme les métabolites secondaires (Chassagne et *al.*, 2020) tels que le tanin (Saxena et *al.*, 1994), les alcaloïdes (Cabral et *al.*, 2013) et les composés phénoliques (Jansen et *al.*, 1987), qui sont généralement les plus efficaces (Holley et Patel, 2005) comme par exemple, l'eugénol (Thomson, 1978), le catéchol, le pyrogallol (Geissman, 1963), les flavonoïdes, les terpénoïdes et les lignanes (Ghildiyal et *al.*, 2020).

De plus, les plantes peuvent produire aussi des enzymes qui présentent des effets antimicrobiens, telles que les chitinases (Knorr, 1986), les chitosanases (Nanjo et *al.*, 1991) et laminarinases (Mauch et *al.*, 1988a, 1988b).

Afin d'extraire des produits naturels nécessaires à ses différents besoins, l'homme utilise les organismes vivants et/ou leurs dérivés (Fabricant et Farnsworth, 2001; Shi et *al.*,

2010). Par exemple, les microorganismes ont été utilisés dans divers secteurs industriels, par exemple dans les industries alimentaires, pharmaceutiques, des détergents, du papier et du textile (Pandey et *al.*, 2000; Newman et *al.*, 2003; Ngo et *al.*, 2013). Ils ont été aussi utilisés dans différents procédés industriels, comme par exemple leur utilisation dans la fermentation alimentaire (fromage et yaourt) (Agustinah, 2019; Reddy, 1976; Soccol et *al.*, 2005).

Il a utilisé aussi les animaux et leurs dérivés comme source de nourriture, d'habillement (Larsen, 2003) de locomotion (Tripathy, 2015).

Comme c'est le cas des microorganismes et des animaux, les végétaux et leurs dérivés ont été aussi utilisés, par exemple comme sources de nutrition ou comme sources thérapeutiques (Šantić et *al.*, 2017), elles ont été, aussi, utilisées dans la construction et la défense (les arcs de chasse) (Tripathy, 2015).

De plus, leurs dérivés présentent aussi des propriétés importantes, par exemple, les composés phytochimiques des différentes plantes sont utilisés dans une large gamme d'industries, telles que les industries pharmaceutiques, cosmétiques, alimentaires et agrochimiques (Doty et Pryde, 1981; Fowler 1982; Goldstein 1981; Leung, 1980; Rowe, 1980; Tyler et *al.*, 1981; Uphof 1968).

Il existe différents types de plantes, certaines sont utilisées comme plantes fourragères et plantes alimentaires (*Clitoria ternatea*) (Barro et Ribeiro, 1983; Hall, 1985 ; Reid et Sinclair, 1980), d'autres comme plantes médicinales (*Paeonia emodi*) (Aumeeruddy, 1998).

Les plantes médicinales sont considérées comme l'une des ressources les plus riches en composés pouvant être utilisés en industrie traditionnelle (Hammer et *al.*, 1999) dans le développement et la synthèse de médicaments (Shanidar et Solecki, 1975; Rasool Hassan, 2012). Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), les plantes médicinales seraient la meilleure source pour obtenir une variété de médicaments (Arunkumar et Muthuselvam, 2009), le nombre de plantes utilisées à des fins thérapeutiques serait d'environ 20 000 (Oguzkan et Ozaslan, 2018). De plus, la plupart des plantes médicinales sont présentes naturellement dans un grand nombre de pays (Akerle, 1984). Pour se soigner, les médicaments traditionnels sont considérés comme source essentielle pour 80% de la population mondiale (Batiha et *al.*, 2020; Deans et Dorman, 2000). Elles ont toujours été utilisées dans les pays en développement comme principale source de traitement médical (Sivaraj et *al.*, 2014) et leur culture est économiquement

avantageuse pour les industries médicales et pharmaceutiques (Banerjee et Roychoudhury, 2017).

Parmi les végétaux et/ou leurs dérivés utilisés pour leurs propriétés médicinales on peut citer: *Syringa vulgaris* (Elzbieta et Miastkowska, 2018), *Coffea bengalensis*, *Nicotiana sylvestris* (Apone et al., 2010 ; Tito et al., 2011), *Ginkgo biloba* (Smith et al., 2007; Werneke et al., 2006), *Artemisia nilagirica*, *Hypericum perforatum*, *Vaccinium microcarpum* (Parsaeimehr, 2017), *Artemisia argyi* (Sun, 1981, Sun 1982), *Helichrysum odoratissimum.*, *Heteropyxis natalensis*, *Lippia javanica* (Frum et Viljoen, 2006), *Melaleuca alternifolia* (Carson et Hammer, 2006).

Les plantes médicinales possèdent de nombreuses activités biologiques, telles que des activités antimicrobiennes, antioxydantes (Prusinowska et Smigielski, 2014), anti-inflammatoires et anticarcinogènes (Han et al., 2007). Ces propriétés médicinales des plantes peuvent se trouver dans les écorces, les feuilles, les fleurs, les racines, les fruits et les graines des plantes (Criagg et David, 2001) et sont principalement dues à la présence de métabolites secondaires (Palevitch, 1991; Uniyal et al., 2000) ou des phytoconstituants tels que les glycosides, les saponines, les flavonoïdes, les stéroïdes, les tanins, (Batiha et al., 2019a, 2019b; Beshbishy et al., 2019), les alcaloïdes, les terpénoïdes et les phénylpropanoïdes (Sanchita et Sharma, 2018).

Parmi les plantes médicinales les plus importante on peut citer: *Hippophae rhamnoides* (Michel et al., 2011), *Ipomoea pescaprae* (Pongprayoon et al.,1991), *Genista quadriflora* (Boubekri et al., 2014), *Cassia alata*, *Polyscias fulva* (Sagnia et al., 2014), *Dichaetanthera africana* (Kognou et al., 2017), *Ficus benghalensis* (Kumari et al., 2016), *Artemisia absinthium* (Zengin et al., 2017), *Euphorbia ligularia* (Tarak et al., 2011), *Terminalia chebula* (Sudha et al., 2011) et *Serenoa repens* (Agbabiaka et al., 2009).

Cette dernière espèce, *Serenoa repens*, fait partie des plantes les plus importantes en raison de son utilisation sur le plan écologique (nidification, couverture protectrice, source de nourriture pour la faune,..) et sur le plan médicale, vu sa richesses en propriétés médicinales (George et al., 1999), comme par exemple l'extrait de baies de *Serenoa repens* qui est un agent phytothérapeutique le plus populaire, qui est utilisé dans le traitement de l'hyperplasie bénigne de la prostate et dans les symptômes des voies urinaires inférieures (Fagelman et Franklin, 2001), cet extrait est utilisé par plus de 2,5 millions de patients (Barry et McNaughton-Collins, 2005; Bent et al., 2006).

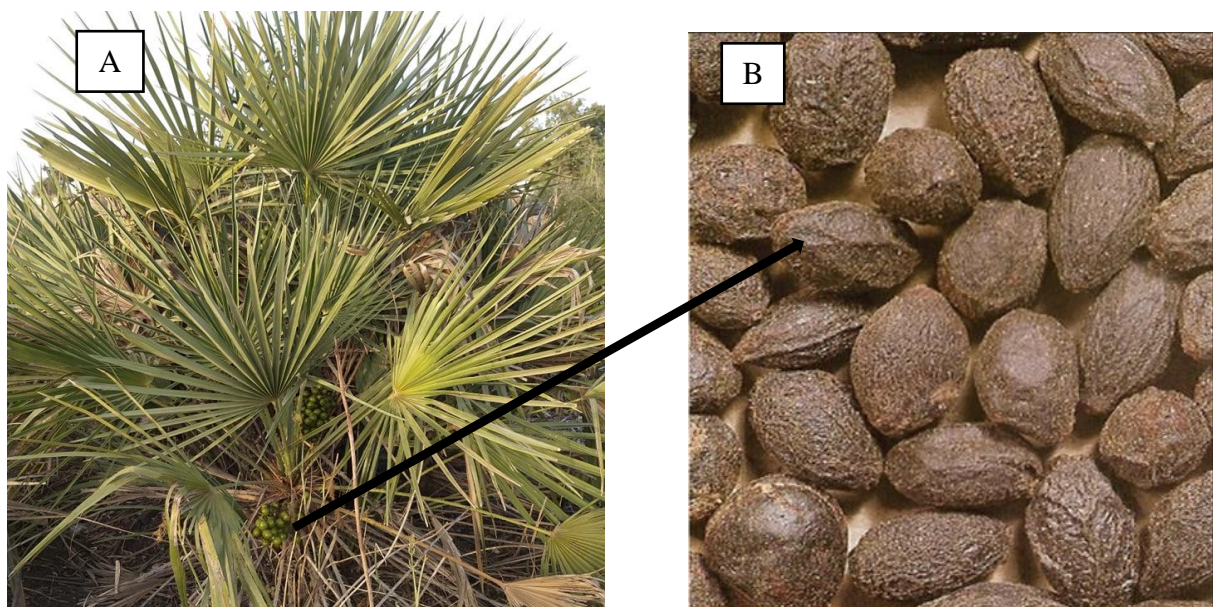


Le *Serenoa repens* (appelé aussi palmier nain ou saw palmetto) (Olennikov et *al.*, 2013) est un palmier à arbustif horizontal ou vertical, simple ou ramifié (Small, 1933), fait partie de la famille des palmiers *Arecaceae* (Duke et Knox, 2008), originaire de la région subtropicale du sud-est des États-Unis (Gordon et Shaughnessy, 2003).

Ce petit palmier peut avoir une taille de 1 à 3 mètres de hauteur (Abrahamson, 1995) et peut, aussi, atteindre 6 mètres de hauteur (Petrides, 1988), possède une tige rampante, ramifiée (Gafner et Stefan, 2019), des feuilles d'une forme palmoïde et en éventail, coriaces, vertes ou blanches-vertes, plus ou moins épineuses (Kowalski et Strzelecka, 2000) (Figure 3A).

Chaque feuille a le potentiel de produire des bourgeons dans son axe, et 40% des bourgeons deviennent des fleurs (Fisher et Tomlinson, 1973). Ces fleurs sont suivies de fruits mûrs (Wink, 2008).

Ces fruits ou baies ont une taille de 16-25 mm de longueur et 12-19 mm de largeur, ils ont une couleur qui passe du vert, au jaune, à l'orange (Hihnon, 1968) et qui devient violet foncé à noire (Figure 3B). Ils poussent en grappes et mûrissent entre le mois d'octobre à décembre (Alyaev et *al.*, 2007; Breza et *al.*, 2005; Pais, 2010; Sinescu et *al.*, 2011).



**Figure 3:** La plante de *Serenoa repens* et ses fruits.

(A) *Serenoa repens* avec ces fruits

(B) les baies de *Serenoa repens* (Murugusundram, 2009)

Plusieurs études ont montré les propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, antimicrobiennes (Barakat et *al.*, 2020) et anti-œdémateux (Breu et *al.*, 1992; Tarayre et *al.*, 1983) du *Serenoa repens*. De plus, en raison de ses effets antiandrogéniques (permettent d'empêcher les effets des androgènes (Bethesda, 2012) et inhibe la prolifération cellulaire induite par la prolactine et les facteurs de croissance (Paubert-Braquet et *al.*, 1998; Vacher et *al.*, 1995). Le saw palmetto a été utilisée dans le traitement alternatif de l'hyperplasie bénigne de la prostate (HBP) (Bach et Ebeling, 1996; Wilt et *al.*, 1998) et des symptômes des voies urinaires inférieures, comme par exemple l'hyperplasie bénigne de la prostate (HBP) (Singh et *al.*, 2007; Suzuki et *al.*, 2009).

Les bienfaits thérapeutiques du saw palmetto est liés à ses fruits (les graines), riches en huiles naturelles (Bent et *al.*, 2006; Fitzpatrick et Gerber, 2004; Hizli et Uygur, 2007; Wilt et *al.*, 1998; Wilt et *al.*, 2000). Les baies de *S. repens* contiendraient des phytostérols et des acides gras comme phytoconstituants bioactifs abondants (Chua et *al.*, 2014; Schantz, 2008).

Ces fruits sont utilisés comme un aliment de base dans le régime alimentaire des habitants de la Floride aux États-Unis (Bennett et Hicklin, 1998). Les baies du saw palmetto ont été traditionnellement utilisées, par les Amérindiens, pour soigner les troubles génito-urinaires, soulager les irritations des muqueuses (Koch, 2001; Ku et Lowe, 1996). Elles sont utilisées aussi comme remède à usages multiples, notamment comme sédatif, diurétique, somnifère, expectorant et antitussif et aide à la lactation (Bethesda, 2012).

Vu l'importance biologique, pharmaceutique et médicale des fruits de cette plante, l'objectif de notre travail est de rechercher des activités antioxydantes, anti-inflammatoires et antibactériennes au niveau des baies du *Serenoa repens*.

# ***M***atériel et méthodes

Ce travail a été réalisé au niveau du Laboratoire de Biochimie de l'Université Belhadj Bouchaib-Ain Témouchent (UBBAT), durant le second semestre du Master 2 de l'année universitaire 2020/2021. Ce travail a pour but de rechercher les activités biologiques chez les baies de *Serenoa repens* (saw palmetto).

## **2.1 Collecte des graines de saw palmetto**

Les graines de saw palmetto caractérisées pour leurs propriétés biologiques ont été achetées à partir du commerce de la ville d'Ain Témouchent. Ces graines ont été séchées à l'air libre pendant quelques jours, ensuite les baies ont été récupérées et broyées et tamisées ce qui a permis l'obtention d'une fine poudre.

## **2.2 Préparation de la solution des baies de saw palmetto**

Afin de rechercher les activités biologiques, 2g de la poudre de baies de saw palmetto, sont dissoutes dans 10 mL de tampon phosphate à pH 7 et 50 mM, pour avoir une concentration finale de 200 mg/mL.

La solution obtenue est laissée 3h à 4h à température ambiante, ensuite centrifugée à 6000 trs/min pendant 5 min. Après centrifugation, le surnageant a été récupéré pour être utilisée dans la recherche des différentes activités biologiques.

## **2.3 Détermination du pH de la solution des baies de saw palmetto**

Le pH de solution de la solution des baies de saw palmetto à 200 mg/mL a été déterminé par utilisation des bandelettes de pH.

## **2.4 Recherche d'activité antioxydante chez les baies de saw palmetto**

### **2.4.1 Recherche d'activité catalasique chez les baies de saw palmetto**

Afin de rechercher la présence d'activité catalasique chez les baies de saw palmetto, une cinétique de suivi de la disparition de l' $H_2O_2$  en fonction du temps et en présence de la solution des baies de saw palmetto, a été effectuée par dosage au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 240 nm (Carrillo et *al.*, 1991).

Une solution de 2 mL d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0,5 mM) a été préparée dans un tampon phosphate à pH 7 (50 mM) à laquelle 0,5 mL de la solution des baies de saw palmetto à 50 mg/mL ont été ajoutés.

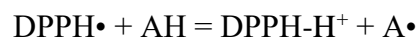
La quantité d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dans la réaction a été déterminée à 240 nm contre un blanc incubé dans les mêmes conditions mais sans l'ajout de l'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Afin de tracer une courbe étalon DO = f (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) et déterminer la quantité d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dégradée par les catalases du saw palmetto, une gamme de solution étalon (5, 10, 15, 20, 25 et 30 mM) a été préparée à partir d'une solution mère d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à 30 mM.

#### **2.4.2 Recherche d'activité anti-radicalaire chez les baies de saw palmetto par le test de DPPH**

Le dosage du piégeage des radicaux libres du 2,2-diphénylpicrylhydrazyl (DPPH) développée par Blois en 1958 est une méthode simple et rapide qui permet d'évaluer par spectrophotométrie (à 517 nm), des activités antioxydantes dans des échantillons biologiques (Blois, 1958; Huang et *al.*, 2005). C'est l'une des méthodes les plus connues, les plus fréquemment utilisées et les plus précises (Molyneux, 2004), en raison de sa stabilité et de son potentiel redox suffisamment élevé pour oxyder les antioxydants naturels les plus courants (Blois, 1958).

La réaction de réduction du DPPH se fait en mélangeant la solution du DPPH avec une molécule qui peut lui donner un atome d'hydrogène (Kedare et Singh, 2011), comme le montre la réaction suivante:



AH: molécule donneuse de l'atome d'hydrogène (H<sup>+</sup>).

Cette méthode de piégeage du DPPH a été utilisée pour rechercher des activités antioxydantes dans les solutions des baies de saw palmetto à différentes concentrations (10,25, 50, 100 et 150 mg/mL). Une solution de DPPH à 6 x 10<sup>-4</sup> M comme substrat a été préparée dans de l'éthanol pur.

Le mélange réactionnel contient 1 mL de la solution du DPPH à 6 x 10<sup>-4</sup> M et 1 mL de la solution des baies de saw palmetto à différentes concentrations. La lecture de l'absorbance du mélange réactionnel est effectuée à 517 nm après 0 et 30 min d'incubation.

Cette réaction est caractérisée par un changement simultané de la couleur du DPPH du violet au jaune pâle (Molyneux, 2004).

L'activité de piégeage des radicaux libres de chaque solution a été calculée en pourcentage de DPPH inhibé selon l'équation suivante :

Pourcentage de l'inhibition du DPPH=  $(DO_{(0 \text{ min})} - DO_{(30 \text{ min})} / DO_{(0 \text{ min})}) \times 100$  (Wang et al., 2015)

L'acide ascorbique à différentes concentrations (0,0125, 0,025 et 0,1 mg/mL) a été utilisé comme un antioxydant standard (Bendimerad et Bougandoura, 2013), afin de comparer son activité de piégeage du DPPH avec celle de la solution des baies de saw palmetto.

Afin de préparer une courbe étalon,  $DO = f(\text{DPPH})$ , une gamme de solution étalon de DPPH (0,0125, 0,025, 0,05 et 0,1 mM) a été préparée à partir d'une solution mère de DPPH à  $6 \times 10^{-4}$  M.

## **2.5 Recherche d'activité anti-inflammatoire chez les baies de saw palmetto**

### **2.5.1 Recherche d'activité inhibitrice de dégradation de l'albumine**

Pour cette étude, le test de l'inhibition de la dénaturation de l'albumine a été choisi afin d'évaluer les propriétés anti-inflammatoires *In-vitro* de la solution des baies de saw palmetto. En effet, il a été démontré que l'activité anti-inflammatoire peut être évaluée par l'action d'inhibition de la dénaturation de l'albumine (Kedi et al., 2018).

Le principe de cette technique est basé sur la capacité de l'extrait à empêcher la dénaturation thermique de l'albumine d'œuf (Chandra et al., 2012). L'albumine d'œuf a été préparée au laboratoire, en mélangeant un blanc d'œuf avec 200 mL d'eau distillée puis déposée au bain marie à 70°C, par agitation douce jusqu'à ce que la solution prend un aspect laiteux. Pour ce test, l'albumine humaine a été aussi testée.

Le mélange réactionnel est composé de 0,2 mL d'albumine d'œuf pure préparée au laboratoire ou de l'albumine humaine à 40 mg/mL, 2,8 mL de tampon phosphate à 0,1 M et pH 6,4, et 2 mL (Chandra et al., 2012; Dey et al., 2011) des solutions des baies de saw palmetto à différentes concentrations allant de 0,125 à 10 mg/mL.

Ensuite, les mélanges sont incubés à 37 ° C pendant 15 min (sans traitement), puis traités à 70 ° C pendant 5 min.

Après refroidissement, les DO des réactions, après traitement à 70 ° C pendant 0 et 5 min, sont mesurées à 660 nm contre un blanc (Chandra et *al.*, 2012; Dey et *al.*, 2011).

Dans cette expérience, la recherche d'activité anti-inflammatoire a été réalisée en suivant la capacité de la solution des baies de saw palmetto à inhiber la dénaturation de l'albumine de l'œuf et l'albumine humaine induite par la chaleur. L'acide acétylsalicylique à différentes concentrations (0,125, 0,25, et 0,5 mg/mL) a été utilisé comme un anti-inflammatoire standard (Chandra et *al.*, 2012; Dey et *al.*, 2011), afin de comparer son activité anti-inflammatoire avec celle de la solution des baies de saw palmetto.

L'activité anti-inflammatoire a été calculée en pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines selon l'équation suivante :

Pourcentage d'inhibition de la dénaturation thermique de l'albumine =  $(DO_{(avec\ extrait)} - DO_{(sans\ extrait)}) / DO_{(sans\ extrait)} \times 100$  (Kumari et *al.*, 2015).

## **2.6 Recherche d'activité antibactérienne chez les baies de saw palmetto**

Pour ce test de recherche d'activité antibactérienne, trois souches de références *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27855), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25928) et *Escherichia coli* (ATCC 25922), ont été utilisées. Ces souches de références ont étéensemencées sur Gélose Nutritive (GN) dont la composition est comme suit :

23g de la poudre de ce milieu sont dissoutes dans 1L d'eau distillée puis autoclavée.

### **2.6.1 Préparation de la solution de McFarland 0,5 et des suspensions bactériennes**

La solution McFarland 0,5 qui correspond à une densité entre 1 et 2 x 10<sup>8</sup> UFC/mL (Hudzicki, 2009) est utilisée comme référence pour la comparaison avec des suspensions bactériennes en milieu liquide. Cette solution de McFarland 0,5 a été préparée par ajout de 0,5 mL de BaCl<sub>2</sub> à 0,048 M, à 99,5 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 0,18 M, pour avoir une turbidité de 0,5 McFarland (Andrews, 2006).

Ensuite, à partir des cultures sur Gélose Nutritive de 3 souches de références, des suspensions bactériennes correspondant à McFarland 0,5 ont été préparé dans 10 mL d'eau physiologique.

### **2.6.2 Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) des souches de références par la solution des baies de saw palmetto**

Pour la détermination de la CMI, une microplaque de 96 puits a été utilisée, chacun des puits a été rempli comme suit :

100 µL de bouillon Müeller Hinton (additionné du Bleu de Bromothymol à concentration finale de 80 mg/L) (BMH) sont déposés dans chaque puits de la microplaque.

Ensuite, 100 µL de la solution testée pour son activité antimicrobienne à 200 mg/mL sont ajoutés dans les puits des colonnes 2 et 3. Puis, la solution des baies de saw palmetto et le BMH dans les puits de ces deux colonnes sont mélangés doucement en réalisant des va-et-vient avec une micropipette (Baudelaire et *al.*, 2020).

Récupérer 100 µL des puits de la colonne 3, les ajoutés à la colonne 4. Mélanger par des va-et-vient avec une micropipette. Répéter la procédure jusqu'à la colonne 12. Eliminer 100 µL de la colonne 12.

Additionner 100 µL de l'inoculum bactérien dans tous les puits de toutes les colonnes à l'exception des puits de la colonne 1 et 2. Incuber la microplaque à 37°C pendant 18 à 24 heures.

Les puits de la colonne 1 contiennent le BMH additionné de bleu de bromothymol et l'inoculum bactérien et ne contiennent pas les solutions des baies de saw palmetto. Ces puits serviront de contrôle positif.

Les puits de la colonne 2 contiennent le BMH additionné de bleu de bromothymol et les solutions de saw palmetto et ne contiennent pas l'inoculum bactérien. Ces puits serviront de contrôle négatif.

Les puits des autres colonnes contiennent le BMH additionné de bleu de bromothymol, l'inoculum bactérien et les solutions des baies de saw palmetto diluée successivement avec un facteur ½.

La lecture se fait à l'œil nu en se basant sur un virage de couleur du bleu de bromothymol lorsqu'il y a une croissance bactérienne.



# ***R**ésultats et discussion*

### 3.1 Collecte des graines de saw palmetto

Les graines de saw palmetto (Figure 4A) ont été utilisées comme matériel biologique, pour la recherche d'activités antioxydante, anti-inflammatoire et antibactérienne. Les baies de ces graines ont été récupérées et broyées, et leur poudre a été utilisée (Figure 4B).



**Figure 4:** Les graines (A) et la poudre des baies (B) de saw palmetto.

### 3.2 Détermination du pH de la solution des baies de saw palmetto

Pour réaliser ce test, des bandelettes de pH ont été utilisées. Le résultat (Figure 5) a montré que la solution des baies saw palmetto a un pH de 6.



**Figure 5:** Le pH de la solution des baies de saw palmetto.

### 3.3 Recherche d'activité antioxydante chez les baies de saw palmetto

#### 3.3.1 Recherche d'activité catalasique chez les baies de saw palmetto

Afin de déterminer la quantité de l'  $\text{H}_2\text{O}_2$  dégradée, une courbe d'étalon d'  $\text{H}_2\text{O}_2$  a été préparée (Figure 6).

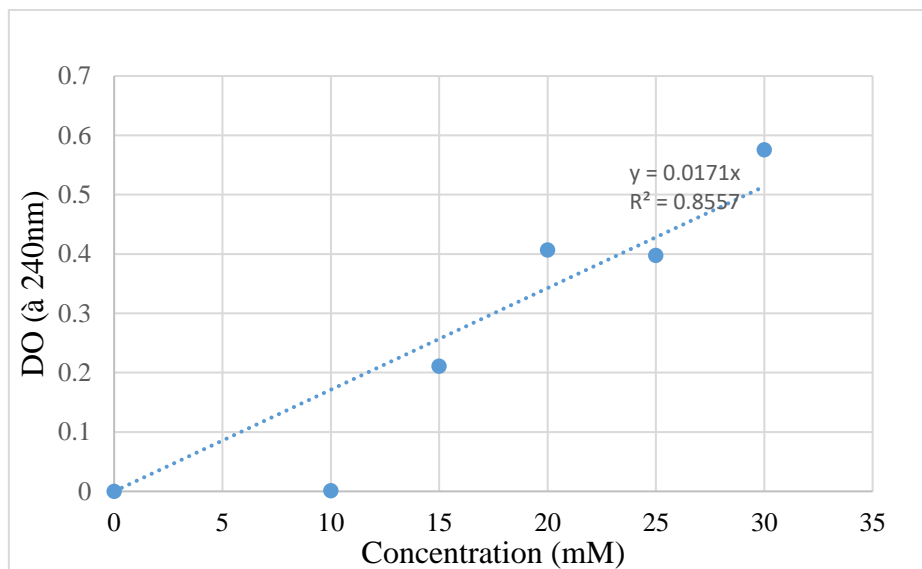


Figure 6: Courbe d'étalon d'  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

Dans cette expérience, la recherche d'activité catalasique a été réalisée par un suivi de la disparition de l'  $\text{H}_2\text{O}_2$ , par la solution des baies de saw palmetto à une concentration de 50 mg/mL, en fonction du temps (Figure 7).

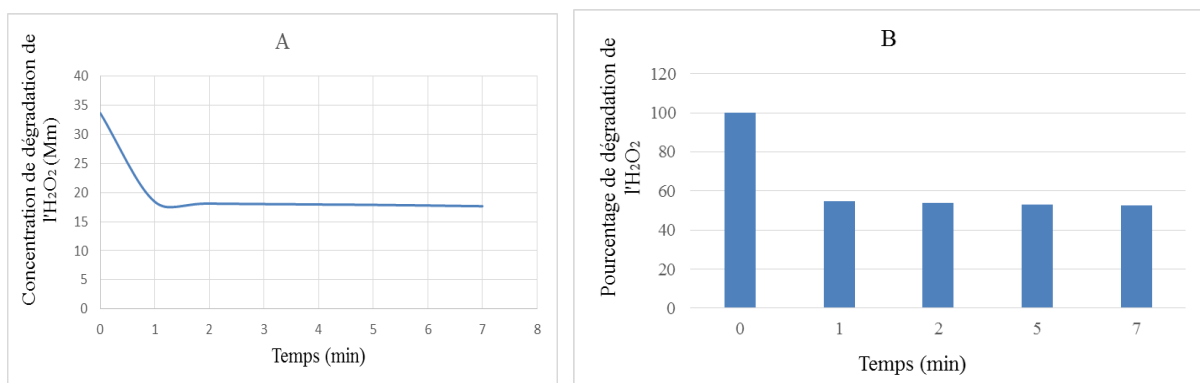


Figure 7: Capacité de dégradation de l'  $\text{H}_2\text{O}_2$  par la solution des baies de saw palmetto.

(A) Cinétique de la dégradation de l'  $\text{H}_2\text{O}_2$

(B) Pourcentage de dégradation de l'  $\text{H}_2\text{O}_2$

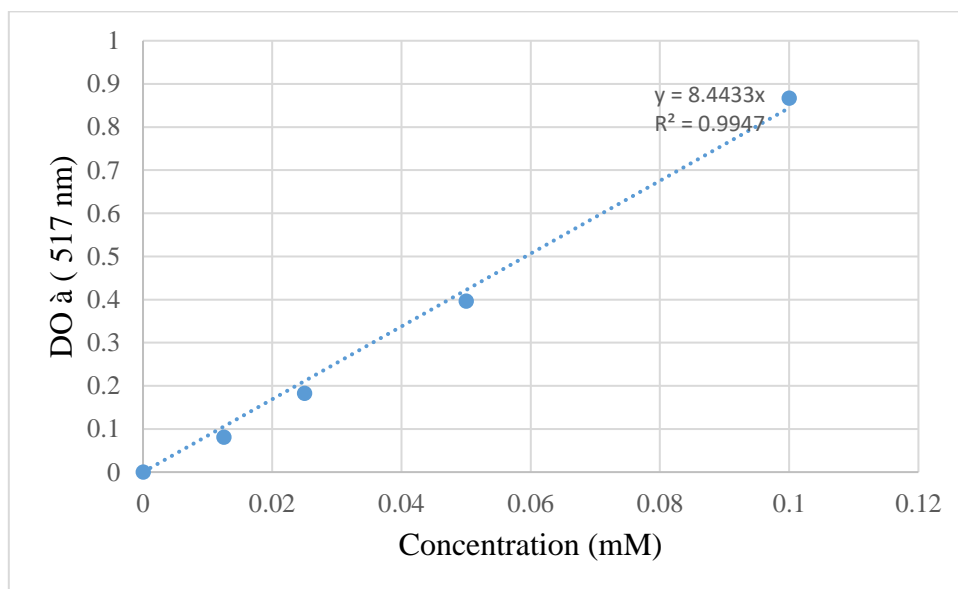
Les résultats obtenus montrent que la solution des baies de saw palmetto présente une activité antioxydante de dégradation de l'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Figure 7A et 7B). Nos résultats sont en concordance avec les études qui ont montré que les baies de saw palmetto présentent une activité antioxydante efficace (Ibrahim *et al.*, 2017).

La solution des baies de saw palmetto à 50 mg/mL, a permis de dégrader, entre 0 et 1 min, 15,26 mM d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Figure 7A), ce qui correspond à un pourcentage de 45,31% d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dégradé (Figure 7B). Les capacités de dégradation d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, de la solution des baies de saw palmetto, restent presque fixes à partir de 2 min d'incubation, et arrive à son maximum de dégradation (47,56%) après 7 min d'incubation (Figure 7).

### 3.3.2 Recherche d'activité anti-radicalaire chez les baies de saw palmetto par le test du DPPH

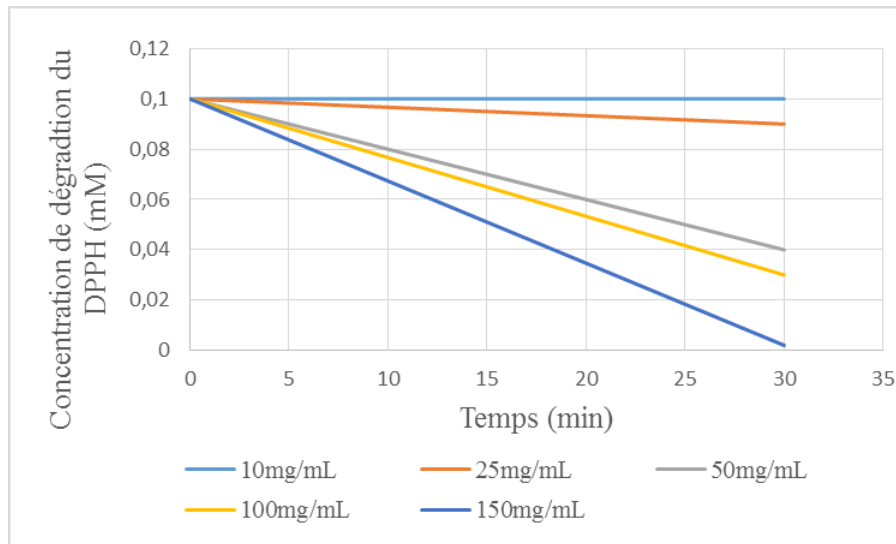
Dans notre étude, le DPPH est utilisé pour détecter l'activité antioxydante dans la solution des baies de saw palmetto, par suivi, au spectrophotomètre à 517 nm, la dégradation du DPPH par cette solution à différentes concentrations.

La courbe d'étalon (Figure 8) a été utilisée pour déterminer la quantité du DPPH dégradée.



**Figure 8:** Courbe d'étalon du DPPH.

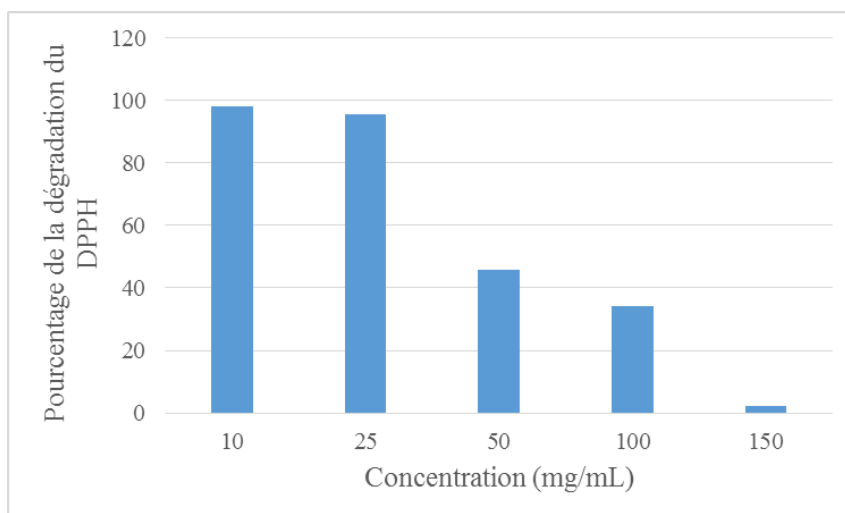
Les résultats de ce test de dégradation du DPPH ont montré que la solution des baies de saw palmetto (Figure 9) ainsi que l'antioxydant de référence, l'acide ascorbique (Figure 12) présentent une activité anti-radicalaire.



**Figure 9:** Cinétique de dégradation du DPPH.

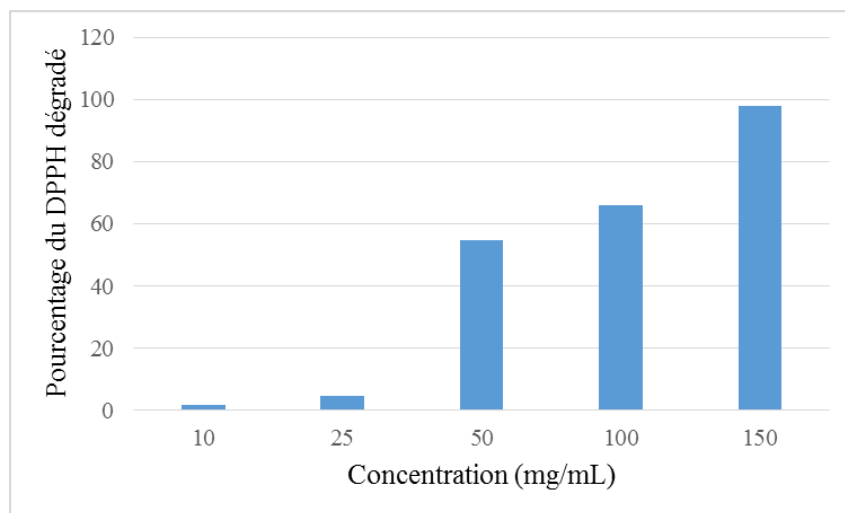
Les résultats obtenus montrent que, le temps d'incubation n'influence pas trop les capacités de dégradation du DPPH par la solution des baies de saw palmetto lorsqu'elles sont aux concentrations de 10 et 25 mg/mL. Par contre, on remarque que pour les trois autres concentrations testées (50, 100 et 150 mg/mL), le temps d'incubation influence sur les capacités de disparition du DPPH (Figure 9).

Les pourcentages du DPPH dégradé selon les concentrations de la solution des baies de saw palmetto 10, 25, 50, 100 et 150 mg/mL sont, respectivement, 98,09%, 95,39%, 45,78%, 34,15% et 2,08% (Figure10).



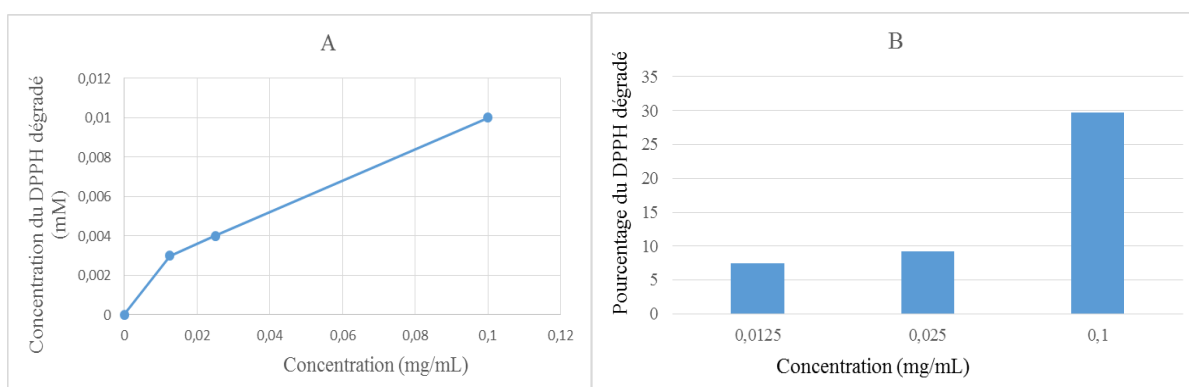
**Figure 10:** Pourcentage de dégradation du DPPH par la solution des baies de saw palmetto à différentes concentrations.

Les résultats de ce test montrent qu'il y a une relation de corrélation entre la concentration des baies saw palmetto et le DPPH dégradé, plus la concentration de la solution des baies de saw palmetto augmente, plus la quantité du DPPH dégradé augmente (Figure 11). La quantité du DPPH dégradée par les différentes concentrations de la solution des baies de saw palmetto 10, 25, 50, 100 et 150 mg/mL sont, respectivement, de 0,002, 0,004, 0,04, 0,05 et 0,1 mM, ce qui correspondent à des pourcentages respectives de 1,9%, 4,61%, 54,78%, 65,85% et 97,92% (Figure 11).



**Figure 11:** Pourcentage du DPPH dégradé par les baies de saw palmetto à différentes concentrations.

Ces résultats montrent que l'acide ascorbique à différentes concentrations 0,0125, 0,025 et 0,1 mg/mL ont permis de dégrader, respectivement, 0,003, 0,004 et 0,01mM du DPPH (Figure 12A), ce qui correspondent, respectivement, à des pourcentages de 7,92%, 9,20% et 29,66% (Figure 12B).



**Figure 12:** DPPH dégradé par l'acide ascorbique à différentes concentrations.

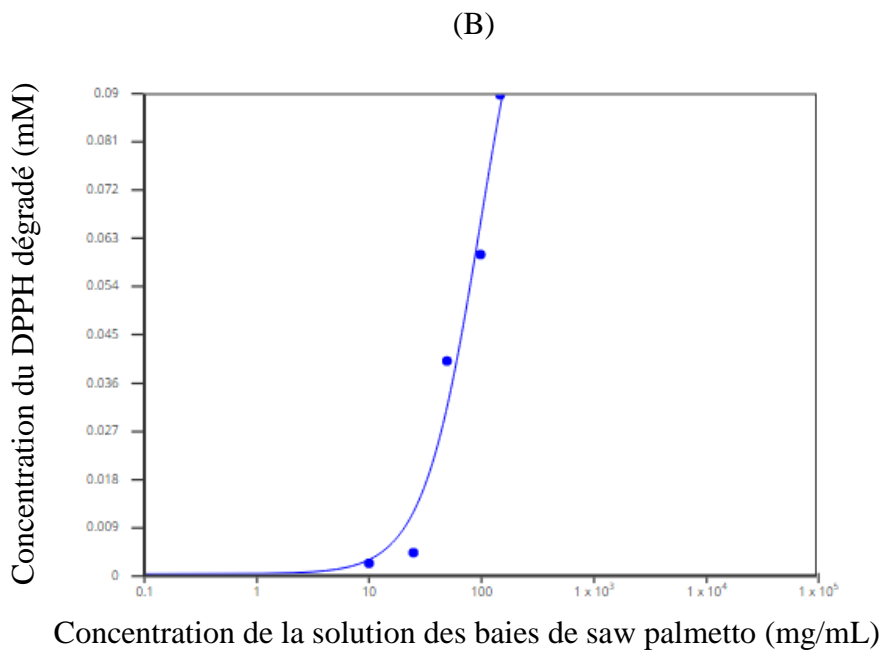
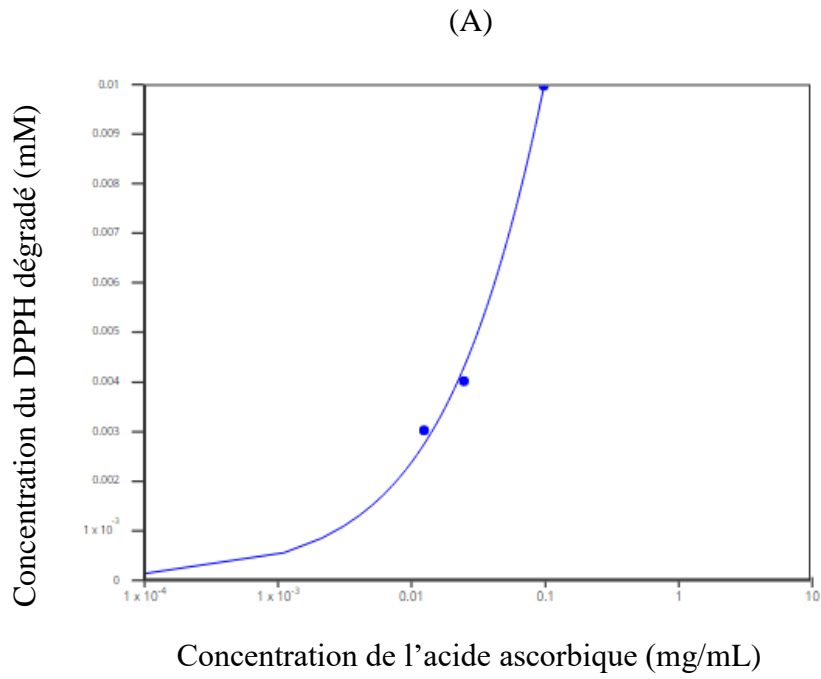
(A) concentration du DPPH dégradé

(B) pourcentage du DPPH dégradé

L'IC<sub>50</sub> (concentration inhibitrice médiane) est un paramètre largement utilisé pour mesurer l'activité antioxydante des échantillons (Rivero-Cruz et *al.*, 2020).

L'IC<sub>50</sub> est calculé comme étant la concentration d'antioxydants nécessaire pour diminuer la concentration initiale du DPPH de 50 % (Moreno et *al.*, 1998). Plus la valeur IC<sub>50</sub> est faible, plus l'activité antioxydante est élevée (Rivero-Cruz et *al.*, 2020).

L'acide ascorbique utilisé comme antioxydant standard dans cette étude a montré une activité anti-radicalaire avec un IC<sub>50</sub> de 0,74 mg/mL (Figure 13A), tandis que la solution des baies de saw palmetto a montré une activité anti-radicalaire avec un IC<sub>50</sub> 99,65 mg/mL (Figure 13B), ce qui signifie que la solution des baies de saw palmetto possède une activité anti-radicalaire plus faible que celle de l'acide ascorbique. L'IC<sub>50</sub> de l'acide ascorbique est 134,66 fois inférieur à celui de la solution des baies de saw palmetto, ce qui signifie que l'acide ascorbique possède une activité anti-radicalaire supérieur à la solution des baies de saw palmetto.



**Figure 13:** Dégradation du DPPH par la solution des baies de saw palmetto et l'acide ascorbique à différentes concentrations.

(A) Dégradation du DPPH par l'acide ascorbique.

(B) Dégradation du DPPH par la solution des baies de saw palmetto.



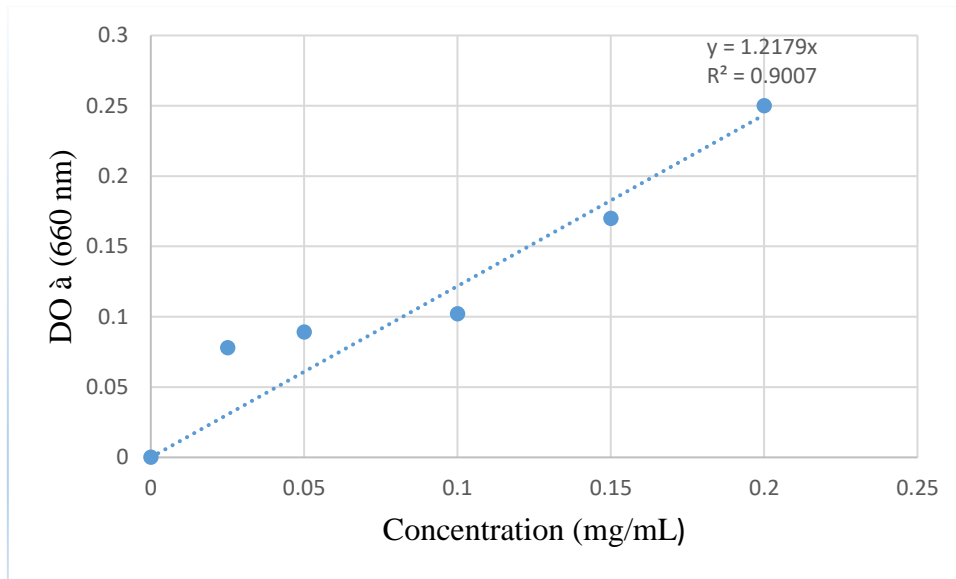
Afin de déterminer si notre échantillon possède une bonne, moyenne ou faible activité antioxydante, les résultats obtenus ont été comparés avec les résultats d'autres travaux.

Cette comparaison a montré que certaines des activités antioxydantes sont supérieures à celle de notre échantillon et d'autres sont inférieures à celle de notre échantillon. Par exemple, des travaux sur les activités antioxydantes des composés phénoliques isolés du miel de *Melipona beecheii* possèdent un IC<sub>50</sub> de 3,77 mg/mL (Ruiz-Ruiz et al., 2017), inférieur à l'IC<sub>50</sub> de notre échantillon. De plus, ces travaux ont montré que le rapport entre l'IC<sub>50</sub> de ces composés phénoliques et l'IC<sub>50</sub> de l'acide ascorbique est de 75,4, inférieur au rapport de l'IC<sub>50</sub> de notre échantillon et celui de l'acide ascorbique. Ce résultat suggère que ces composés phénoliques possèdent une activité antioxydante supérieure à celle de la solution des baies de saw palmetto, mais on ne peut pas conclure sur cette suggestion du fait que ces composés phénoliques ont été obtenues par extraction méthanolique, alors que notre échantillon a été obtenu par une simple macération avec du tampon phosphate.

D'autres travaux sur les activités antioxydantes, ont montré que les huiles essentielles du *Mentha spicata* et du *Citrus limonum* posséderaient, respectivement, un IC<sub>50</sub> de 201,34 mg/mL et 1000 mg/mL (Ismaili et al., 2017). Ces IC<sub>50</sub> supérieures à l'IC<sub>50</sub> de notre échantillon (99,65 mg/mL), montrent que notre échantillon a une activité antioxydante supérieure à celle des deux huiles essentielles du *Mentha spicata* et du *Citrus limonum*.

### **3.4 Recherche d'activité anti-inflammatoire chez les baies de saw palmetto**

Afin de déterminer la quantité de l'albumine humaine dégradée, une courbe d'étalon de l'albumine humaine a été préparée (Figure 14).



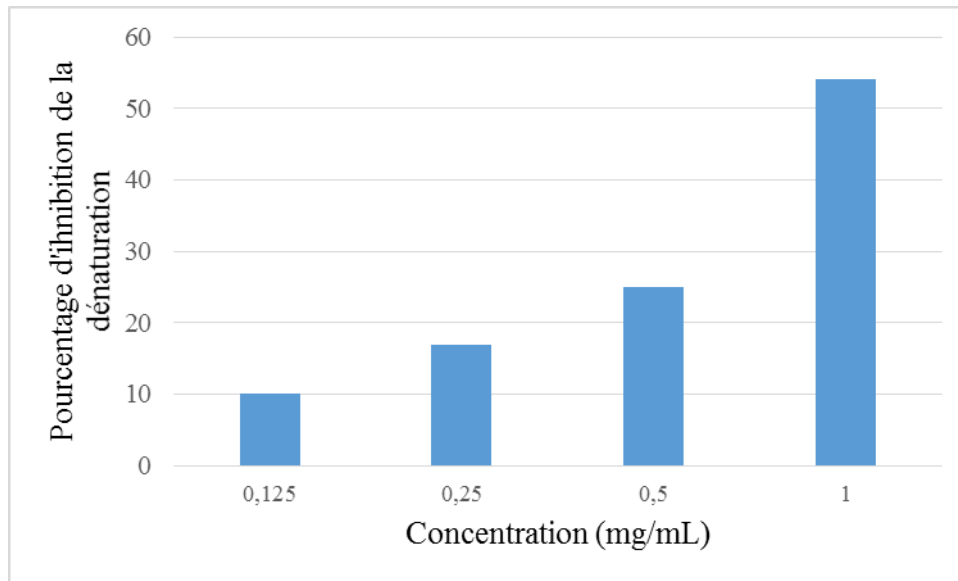
**Figure 14:** Courbe d'étalon de l'albumine humaine.

Les résultats du test de l'activité de l'inhibition de la dénaturation de l'albumine montrent que les différentes concentrations de solution des baies saw palmetto ont un effet inhibiteur sur la dénaturation de l'albumine de l'œuf et de l'albumine humaine.

Les résultats montrent que 17,1% de l'albumine de l'œuf a été dégradée suite à un traitement thermique à 70°C pendant 5 min. Par contre, en présence des différentes concentrations de la solution des baies de saw palmetto (0,5, 1, 10 mg/mL), l'albumine de l'œuf a été protégée à 100% de la dénaturation par le traitement thermique, ce qui signifie que notre échantillon contient une activité anti-inflammatoire.

Afin de confirmer ces capacités de protection contre la dénaturation par le traitement thermique, l'albumine humaine pure a été testée. Les résultats obtenus montrent que la concentration de l'albumine humaine était de 0,1 mg/mL avant le traitement thermique et elle a diminuée jusqu'à 0,04 mg/mL après un traitement à 70°C pendant 5 min, ce qui correspond à une dénaturation de 60% de l'albumine humaine par le traitement thermique, ceci signifie que le traitement thermique dénature l'albumine humaine. Par contre, on remarque que la dénaturation de cette protéine, diminue en présence de la solution des baies de saw palmetto. En effet, plus la concentration de la solution des baies de saw palmetto augmente et plus l'inhibition de la dénaturation de l'albumine humaine augmente (Figure 15), conduisant à une diminution de la dénaturation de l'albumine humaine de 10%, 17%, 25%, 54% en fonction, respectivement, des concentrations de 0,125, 0,25, 0,5 et 1 mg/mL de la solution des baies de saw palmetto (Figure 15).

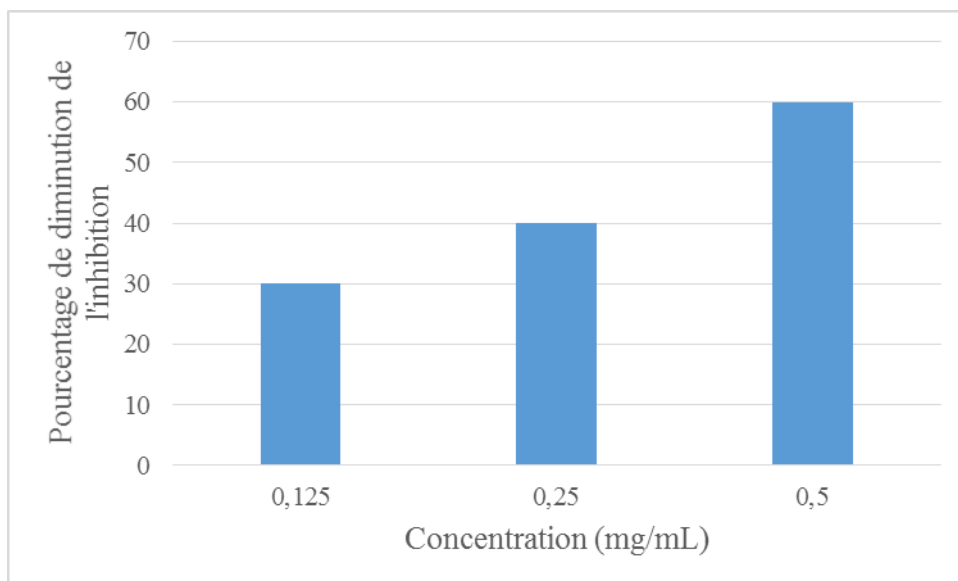
Ces résultats ont montré que la solution des baies de saw palmetto contient une activité anti-inflammatoire du fait qu'elle a protégé l'albumine humaine de la dénaturation par le traitement thermique. En effet, les travaux de Ruiz-Ruiz et *al* en 2017 et Kedi et *al* en 2018 ont montré que la présence d'une activité anti-inflammatoire dans un échantillon protégerait l'albumine contre la dénaturation par un traitement thermique.



**Figure 15 :** Pourcentage de l'inhibition de la dénaturation de l'albumine humaine par le traitement thermique en présence de différentes concentrations des baies de saw palmetto.

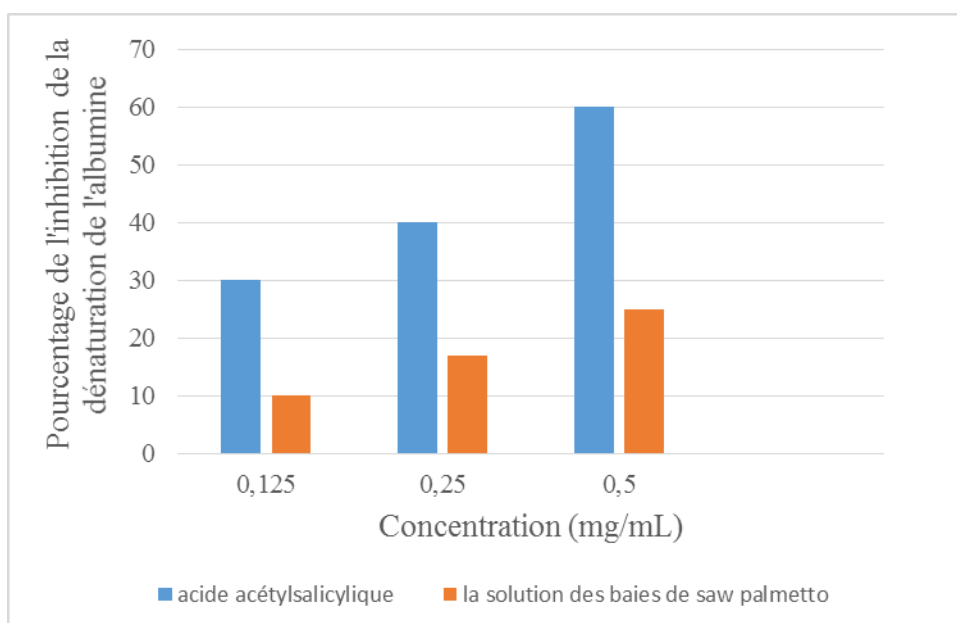
L'acide acétylsalicylique, utilisé comme anti-inflammatoire standard à différentes concentrations a montré des capacités d'inhibition de la dénaturation de l'albumine humaine par le traitement thermique.

Afin de confirmer la protection de l'albumine humaine contre la dénaturation par le traitement thermique, l'acide acétylsalicylique a été utilisé comme référence (Chandra et *al.*, 2012; Dey et *al.*, 2011). Les résultats montrent que, plus la concentration de l'acide acétylsalicylique augmente et plus l'inhibition de la dénaturation de l'albumine humaine augmente, conduisant à une diminution de la dénaturation de l'albumine humaine de 30%, 40% et 60% en fonction, respectivement, des concentrations de 0,125, 0,25 et 0,5 mg/mL de l'acide acétylsalicylique (Figure 16).



**Figure 16:** Pourcentage de l'inhibition de la dénaturation de l'albumine humaine par le traitement thermique en présence de différentes concentrations l'acide acétylsalicylique.

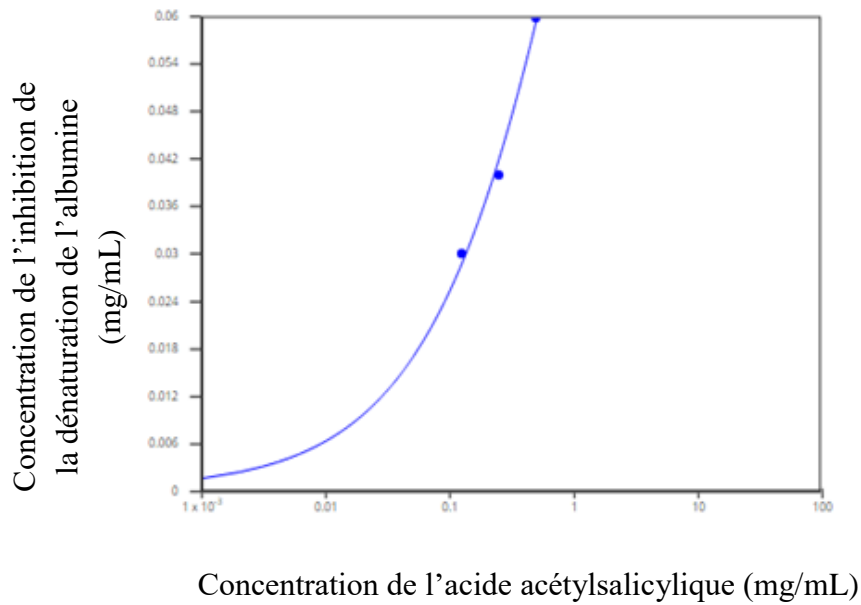
Nos résultats montrent que l'activité inhibitrice de la dénaturation de l'albumine humaine contre le traitement thermique, par l'acide acétylsalicylique (anti-inflammatoire de référence) est plus forte que celle de la solution des baies de saw palmetto (Figure17).



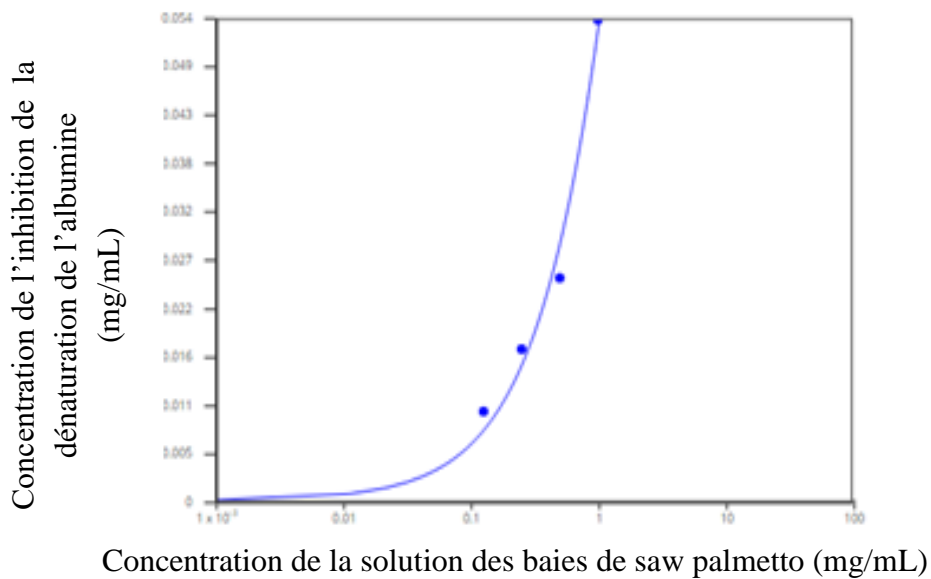
**Figure 17 :** Pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'albumine humaine par le traitement thermique en présence de l'acide acétylsalicylique et la solution des baies de saw palmetto a différentes concentrations.

L'acide acétylsalicylique utilisé comme un anti-inflammatoire de référence dans cette étude a montré une activité anti-inflammatoire avec un  $IC_{50}$  de 2,39 mg/mL (Figure 18A), tandis que la solution des baies de saw palmetto a montré une activité anti-inflammatoire avec un  $IC_{50}$  6,85 mg/mL (Figure 18B). L' $IC_{50}$  de l'acide acétylsalicylique est 2,8 fois inférieur à celui de la solution des baies de saw palmetto, ce qui signifie que l'acide acétylsalicylique possède une activité anti-inflammatoire supérieure à celle de la solution des baies de saw palmetto.

(A)



(B)



**Figure 18:** Inhibition de la dénaturation de l'albumine humaine.

(A) Inhibition de la dénaturation de l'albumine humaine par l'acide acétylsalicylique.

(B) Inhibition de la dénaturation de l'albumine humaine par la solution des baies de saw palmetto.

Comme c'est le cas pour l'activité antioxydante, afin de déterminer si notre échantillon possède une bonne, moyenne ou faible activité anti-inflammatoire, les résultats obtenus ont été comparés avec les résultats d'autres travaux.

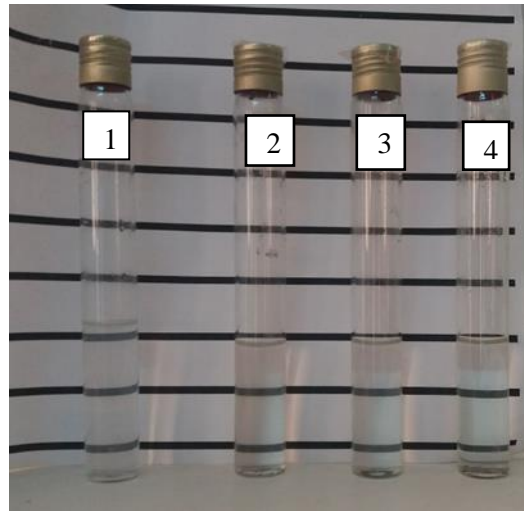
Cette comparaison a montré que certaines des activités anti-inflammatoires sont supérieures à celle de notre échantillon et d'autres sont inférieures à celle de notre échantillon.

Par exemple, des travaux sur les activités anti-inflammatoires des composés phénoliques isolés du miel de *Melipona beecheii* possèdent un IC<sub>50</sub> de 2,9 mg/mL (Ruiz-Ruiz et al., 2017), inférieur à l'IC<sub>50</sub> de notre échantillon (6,85 mg/mL). Ce résultat signifie que ces composés phénoliques possèdent une activité anti-inflammatoire supérieure à celle de la solution des baies de saw palmetto, mais comme c'est le cas de l'activité antioxydante, on ne peut pas conclure sur cette suggestion du fait que ces composés phénoliques ont été obtenus par extraction méthanolique, alors que notre échantillon a été obtenu par une simple macération avec du tampon phosphate.

D'autres travaux sur les activités anti-inflammatoires d'un extrait aqueux de racine de *Syzygium caryophyllatum* ont montré que l'IC<sub>50</sub> de cet extrait aqueux est de 6229 mg/mL (Heendeniya et al., 2018), supérieur à l'IC<sub>50</sub> de notre échantillon. Ce résultat signifie que notre échantillon, la solution des baies de saw palmetto, possède une activité anti-inflammatoire supérieure à celle de l'extrait aqueux de racine de *Syzygium caryophyllatum*.

### **3.5 Recherche d'activité antibactérienne chez les baies de saw palmetto**

Afin de rechercher des activités antibactériennes dans la solution des baies de saw palmetto, les suspensions bactériennes des souches de références utilisées ont été ajustées avec de l'eau physiologique stérile de sorte à avoir une turbidité égale à celle de la solution de McFarland 0,5 (Figure 19).

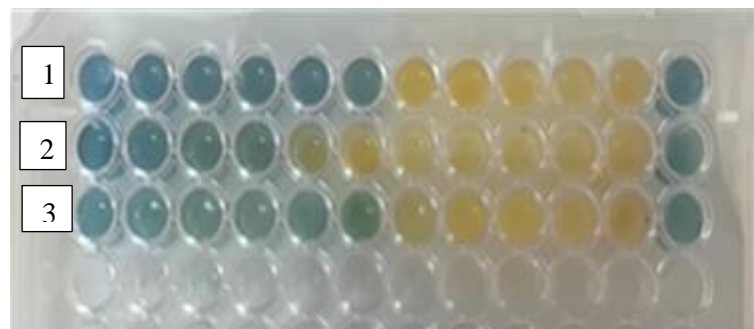


**Figure 19 :** Comparaison visuelle entre la turbidité du McFarland 0,5 et des 3 souches de référence.

(1) McFarland (2) *S.aureus* (3) *P.aeruginosa* (4) *E.coli*

Les résultats du test de recherche de l'activité antibactérienne sur microplaque ont montré que notre solution des baies de saw palmetto possède une activité antibactérienne sur les trois souches de références testées: *P.aeruginosa* (ATCC 27855), *S. aureus* (ATCC 25928), et *E.coli* (ATCC 25922) (Figure 20).

Le résultat montre que la concentration minimale inhibitrice (CMI) de la solution des baies de saw palmetto est de 2,46 mg/mL pour *P.aeruginosa* et *E.coli*, et de 22,22 mg/mL pour *S.aureus*.



**Figure 20:** Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) de la solution des baies de saw palmetto, sur les 3 souches de référence.

(1) *P.aeruginosa* (2) *S.aureus* (3) *E.coli*



Pour voir si notre échantillon biologique possède une bonne, moyenne ou faible activité antibactérienne, les résultats obtenus ont été comparé avec ceux des échantillons de l'extrait aqueux et éthanolique des feuilles de *Moringa oleifera*. Cette comparaison a montré que notre échantillon possède une activité antibactérienne supérieure à celle des feuilles de *M.oleifera*. En effet, les résultats ont montré que les CMI des extraits aqueux sont de 60 mg/mL pour *S. aureus*, 80 mg/mL pour *P. aeruginosa* et 80 mg/mL pour *E. coli*. Tandis que celles de l'extrait éthanolique des feuilles sont de 60 mg/mL pour *S. aureus*, 80 mg/mL pour *E. coli* et 100 mg/mL pour *P. aeruginosa* (Issa et Muazu, 2021). En comparant ces résultats de CMI avec celle de notre échantillon qui sont 2,46 mg/mL pour *P.aeruginosa* et *E.coli*, et de 22,22 mg/mL pour *S.aureus*. Les CMI de notre échantillon sont inférieures à celle des extraits aqueux et éthanoliques des feuilles de *M.oleifera*, ce qui signifie que notre échantillon a une activité antibactérienne supérieure à celle des feuilles de *M.oleifera*.

D'après les résultats obtenus de notre étude, on constate que les baies de saw palmetto ont à la fois une activité antioxydante, activité anti-inflammatoire et activité antibactérienne.

La présence de ces propriétés au niveau du matériel biologique végétale pourrait être expliquée par le fait que ces propriétés sont nécessaires à la survie de cette plante. En effet, les propriétés antioxydantes permettent de minimiser les effets toxiques causés par les espèces réactives de l'oxygène (EROs) (Kusvuran, 2019). Ces EROs sont produites par exemple lorsque la plante se trouve dans des conditions extrêmes comme la sécheresse (qui provoque une accumulation excessive d'espèces réactives de l'oxygène (EROs), ce qui peut conduire à des dommages à l'ADN et/ou l'interaction avec d'autres composants essentiels des cellules végétales (Kusvuran, 2021).

Aussi les plantes peuvent posséder des activités anti-inflammatoires grâce aux métabolites secondaires qu'elle contient tels que les flavonoïdes qui ont un puissant effet anti-inflammatoire (Ilavarasan et al., 2005; Kumar et al., 2013; Mascolo et al., 1987) et qui sont présents dans les baies de saw palmetto, (Chua et al., 2014; Schantz, 2008).

De plus, il a été montré que les baies de saw palmetto possèdent une activité antimicrobienne contre différents microorganismes (bactéries et champignons) (Barakat et al., 2020). Elles peuvent se défendre activement contre les attaques d'agents pathogènes (Ebrahim et al., 2011; Stintzi et al., 1993), en produisant des molécules antimicrobiennes naturelles qui tuent ou inhibent la croissance des microorganismes (Boparai et Sharma, 2020).

Le tableau suivant récapitule les différents résultats obtenus par l'étude et la recherche de propriétés biologiques au niveau des baies de saw palmetto.

**Tableau 1 :** Tableau récapitulatif des résultats des activités biologiques des baies de saw palmetto.

<b>Activité antioxydante</b>		<b>Activité anti-inflammatoire</b>	<b>Activité antimicrobienne</b>
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dégradé (mM)</b>	<b>DPPH dégradé IC<sub>50</sub> (mg/mL)</b>	<b>Inhibition de la dénaturation de l'albumine humaine IC<sub>50</sub> (mg/mL)</b>	<b>Activité antibactérienne CMI (mg/mL)</b>
15,26	99,65	6,85	<i>P. aeruginosa</i> (2,46)  <i>S.aureus</i> (22,22)  <i>E.coli</i> (2,46)

# ***C**onclusion et perspectives*

Des propriétés biologiques, antioxydantes, anti-inflammatoires et antibactériennes des graines de saw palmetto achetée du commerce d'Ain Témouchent ont été recherchées.

Afin de rechercher des propriétés biologiques au niveau baies de saw palmetto, antioxydantes (catalasiques et anti-radicalaires), anti-inflammatoires (inhibition de la dénaturation de l'albumine) et antibactériennes (détermination de la CMI) ont été recherché.

Les résultats obtenus montrent la présence de propriétés antioxydantes avec une activité de dégradation de 15,26 mM d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en 1 min et une activité anti-radicalaire (dégradation du DPPH) avec un IC<sub>50</sub> de 99,65 mg/mL.

Cette solution possède aussi une propriété anti-inflammatoire qui a permis d'inhibé la dénaturation de l'albumine avec un IC<sub>50</sub> de 6,85 mg/mL.

Concernant la propriété antibactériennes, les résultats ont montré que la solution des baies de saw palmetto possède une capacité inhibitrice sur trois souches de références *P.aeruginosa* (ATCC 27855), *S.aureus* (ATCC 25928) et *E.coli* (ATCC 25922) avec, respectivement, des CMI de 2,46, 22,22 et 2,46 mg/mL.

La solution des baies de saw palmetto possède des propriétés biologiques importantes, cette étude peut être complétée par :

Recherche de ces propriétés biologiques dans des extrait méthanoliques par exemple, afin de mieux les caractériser.

Identification ses molécules conférant les propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antibactériennes, afin de les purifier.

Recherche d'autres propriétés comme par exemple, les propriétés antifongiques, anticancéreuses, antivirales, anti-âge, anti-diabétique....

# ***Références bibliographique***

**AAT Bioquest, Inc. (2021, June 25).** Quest Graph™ IC50 Calculator.". Retrieved from <https://www.aatbio.com/tools/ic50-calculator>

**Agustinah, W., Warjoto, R. E., & Canti, M. (2019).** Yogurt making as a tool to understand the food fermentation process for nonscience participants. *Journal of microbiology & biology education*, 20(1).

**Al-Snafi, A. E. (2020).** Oils and fats contents of medicinal plants, as natural ingredients for many therapeutic purposes-A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, 10(7), 1-41.

**Andrade, L. N., & De Sousa, D. P. (2013).** A review on anti-inflammatory activity of monoterpenes. *Molecules*, 18(1), 1227-1254.

**Andrews, J. M. (2006).** BSAC standardized disc susceptibility testing method (version 5). *Journal of antimicrobial chemotherapy*, 58(3), 511-529.

**Arulselvan, P., Fard, M. T., Tan, W. S., Gothai, S., Fakurazi, S., Norhaizan, M. E., & Kumar, S. S. (2016).** Role of antioxidants and natural products in inflammation. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2016.

**Asselin, A. (1993).** Quelques enzymes végétales à potentiel antimicrobien. *Phytoprotection*, 74(1), 3-18.

**Assob, J. C., Kanga, H. L., Nsagha, D. S., Njunda, A. L., Nde, P. F., Asongalem, E. A., ... & Penlap, V. B. (2011).** Antimicrobial and toxicological activities of five medicinal plant species from Cameroon Traditional Medicine. *BMC complementary and alternative medicine*, 11(1), 1-11.

**Atashi, F., Modarressi, A., & Pepper, M. S. (2015).** The role of reactive oxygen species in mesenchymal stem cell adipogenic and osteogenic differentiation: a review. *Stem cells and development*, 24(10), 1150-1163.

**Ayer, A., Gourlay, C. W., & Dawes, I. W. (2014).** Cellular redox homeostasis, reactive oxygen species and replicative ageing in *Saccharomyces cerevisiae*. *FEMS yeast research*, 14(1), 60-72.

**Balandrin, M. F., & Klocke, J. A. (1988).** Medicinal, aromatic, and industrial materials from plants. In *Medicinal and Aromatic Plants I* (pp. 3-36). Springer, Berlin, Heidelberg.

- Balmus, I. M., Ciobica, A., Trifan, A., & Stanciu, C. (2016).** The implications of oxidative stress and antioxidant therapies in inflammatory bowel disease: clinical aspects and animal models. *Saudi journal of gastroenterology: official journal of the Saudi Gastroenterology Association*, 22(1), 3.
- Banerjee, A., & Roychoudhury, A. (2017).** Effect of salinity stress on growth and physiology of medicinal plants. In *Medicinal Plants and Environmental Challenges* (pp. 177-188). Springer, Cham.
- Barakat, A. Z., Bassuiny, R. I., Abdel-Aty, A. M., & Mohamed, S. A. (2020).** Diabetic complications and oxidative stress: The role of phenolic-rich extracts of saw palmetto and date palm seeds. *Journal of Food Biochemistry*, 44(11), e13416.
- Béguel, J. P., Huvet, A., Quillien, V., Lambert, C., & Fabioux, C. (2013).** Study of the antioxidant capacity in gills of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in link with its reproductive investment. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 157(1), 63-71.
- Bennett, B. C., & Hicklin, J. R. (1998).** Uses of saw palmetto (*Serenoa repens*, Arecaceae) in Florida. *Economic Botany*, 52(4), 381-393.
- Bernatová, S., Samek, O., Pilát, Z., Šerý, M., Ježek, J., Jákl, P., ... & Růžička, F. (2013).** Following the mechanisms of bacteriostatic versus bactericidal action using Raman spectroscopy. *Molecules*, 18(11), 13188-13199.
- Bienert, G. P., Schjoerring, J. K., & Jahn, T. P. (2006).** Membrane transport of hydrogen peroxide. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, 1758(8), 994-1003.
- Boparai, J. K., & Sharma, P. K. (2020).** Mini review on antimicrobial peptides, sources, mechanism and recent applications. *Protein and peptide letters*, 27(1), 4-16.
- Bougandoura, N., & Bendimerad, N. (2013).** Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. *Nature & Technology*, (9), 14.
- Bruminhent, J., Carrera, P., Li, Z., Amankona, R., & Roberts, I. M. (2011).** Acute pancreatitis with saw palmetto use: a case report. *Journal of medical case reports*, 5(1), 1-5.

**Busetto, G. M., Giovannone, R., Ferro, M., Tricarico, S., Del Giudice, F., Matei, D. V., ... & De Berardinis, E. (2014).** Chronic bacterial prostatitis: efficacy of short-lasting antibiotic therapy with prulifloxacin (Unidrox®) in association with saw palmetto extract, lactobacillus sporogens and arbutin (Lactorepens®). *BMC urology*, *14*(1), 1-9.

**Carrington, M. E., Mullahey, J. J., Krewer, G., Boland, B., & Affolter, J. (2000).** Saw palmetto (*Serenoa repens*): an emerging forest resource in the southeastern United States. *Southern Journal of Applied Forestry*, *24*(3), 129-134.

**Çelik, I., Saatçi, E., & Eyüboğlu, A. F. (2020).** Emerging and reemerging respiratory viral infections up to Covid-19. *Turkish journal of medical sciences*, *50*(SI-1), 557-562.

**Chanda, S., Parekh, J., Vaghasiya, Y., Dave, R., Baravalia, Y., & Nair, R. (2015).** Medicinal plants-from traditional use to toxicity assessment: a review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, *6*(7), 2652.

**Chassagne, F., Samarakoon, T., Porras, G., Lyles, J. T., Dettweiler, M., Marquez, L., ... & Quave, C. L. (2021).** A systematic review of plants with antibacterial activities: a taxonomic and phylogenetic perspective. *Frontiers in pharmacology*, *11*, 2069.

**Checa, J., & Aran, J. M. (2020).** Reactive Oxygen Species: Drivers of Physiological and Pathological Processes. *Journal of Inflammation Research*, *13*, 1057.

**Chen, L., Deng, H., Cui, H., Fang, J., Zuo, Z., Deng, J., ... & Zhao, L. (2018).** Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. *Oncotarget*, *9*(6), 7204.

**Compaoré, M., Meda, R. N. T., Bakasso, S., Vlase, L., & Kiendrebeogo, M. (2016).** Antioxidative, anti-inflammatory potentials and phytochemical profile of *Commiphora africana* (A. Rich.) Engl.(Burseraceae) and *Loeseneriella africana* (Willd.)(Celastraceae) stem leaves extracts. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, *6*(8), 665-670.

**Cowan, M. M. (1999).** Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, *12*(4), 564-582.

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



- Dmitrieva, V. A., Tyutereva, E. V., & Voitsekhovskaja, O. V. (2020).** Singlet oxygen in plants: Generation, detection, and signaling roles. *International journal of molecular sciences*, 21(9), 3237.
- D'Orazio, J., Jarrett, S., Amaro-Ortiz, A., & Scott, T. (2013).** UV radiation and the skin. *International journal of molecular sciences*, 14(6), 12222-12248.
- Doron, S., & Gorbach, S. L. (2008).** Bacterial infections: overview. *International Encyclopedia of Public Health*, 273.
- Duke, E. R., & Knox, G. W. (2008).** Palms for north Florida. *series of the Environmental Horticulture Department, UF/IFAS Extension.-2008.-ENH1094*, 1-11.
- El-Saber Batiha, G., Magdy Beshbishy, A., G Wasef, L., Elewa, Y. H., A Al-Sagan, A., El-Hack, A., ... & Prasad Devkota, H. (2020).** Chemical constituents and pharmacological activities of garlic (*Allium sativum* L.): A review. *Nutrients*, 12(3), 872.
- Eucker, J., Sezer, O., Graf, B., & Possinger, K. (2001).** Mucormycoses. *Mycoses*, 44(7-8), 253-260.
- Evron, E., Juhasz, M., Babadjouni, A., & Mesinkovska, N. A. (2020).** Natural Hair Supplement: Friend or Foe? Saw Palmetto, a Systematic Review in Alopecia. *Skin Appendage Disorders*, 6(6), 329-337.
- Fabricant, D. S., & Farnsworth, N. R. (2001).** The value of plants used in traditional medicine for drug discovery. *Environmental health perspectives*, 109(suppl 1), 69-75.
- Fagelman, E., & Lowe, F. C. (2001).** Saw palmetto berry as a treatment for BPH. *Reviews in urology*, 3(3), 134.
- Fan, S., Wu, K., Zhao, M., Zhu, E., Ma, S., Chen, Y., ... & Chen, J. (2020).** The role of autophagy and autophagy receptor NDP52 in microbial infections. *International journal of molecular sciences*, 21(6), 2008.
- Farnsworth, N. R., Akerele, O., Bingel, A. S., Soejarto, D. D., & Guo, Z. (1985).** Medicinal plants in therapy. *Bulletin of the world health organization*, 63(6), 965.
- Favier, A. (2003).** Le stress oxydant. *L'actualité chimique*, 108(10), 863-832.

- Favier, A. (2003).** Le stress oxydant: Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Actualité chimique*, (11/12), 108-117.
- Flieger, J., & Flieger, M. (2020).** The [DPPH•/DPPH-H]-HPLC-DAD Method on Tracking the Antioxidant Activity of Pure Antioxidants and Goutweed (*Aegopodium podagraria* L.) Hydroalcoholic Extracts. *Molecules*, 25(24), 6005.
- Foster, S.** Saw Palmetto in Commerce.
- Gafner, S.** Saw Palmetto Extract Laboratory Guidance Document.
- Garcia, E. J., Oldoni, T. L. C., Alencar, S. M. D., Reis, A., Loguercio, A. D., & Grande, R. H. M. (2012).** Antioxidant activity by DPPH assay of potential solutions to be applied on bleached teeth. *Brazilian dental journal*, 23(1), 22-27.
- Garza-Lombó, C., Posadas, Y., Quintanar, L., Gonsebatt, M. E., & Franco, R. (2018).** Neurotoxicity linked to dysfunctional metal ion homeostasis and xenobiotic metal exposure: redox signaling and oxidative stress. *Antioxidants & redox signaling*, 28(18), 1669-1703.
- Geavlete, P., Multescu, R., & Geavlete, B. (2011).** *Serenoa repens* extract in the treatment of benign prostatic hyperplasia. *Therapeutic advances in urology*, 3(4), 193-198.
- Ghildiyal, R., Prakash, V., Chaudhary, V. K., Gupta, V., & Gabrani, R. (2020).** Phytochemicals as antiviral agents: recent updates. In *Plant-derived bioactives* (pp. 279-295). Springer, Singapore.
- Gilani, S. A., Qureshi, R. A., & Gilani, S. J. (2006).** Indigenous uses of some important ethnomedicinal herbs of Ayubia National Park, Abbottabad, Pakistan. *Ethnobotanical Leaflets*, 2006(1), 32.
- Giriwono, P. E., Iskandriati, D., Tan, C. P., & Andarwulan, N. (2019).** Sargassum seaweed as a source of anti-inflammatory substances and the potential insight of the tropical species: a review. *Marine drugs*, 17(10), 590.
- Gomes, C., Silva, A. C., Marques, A. C., Sousa Lobo, J., & Amaral, M. H. (2020).** Biotechnology Applied to Cosmetics and Aesthetic Medicines. *Cosmetics*, 7(2), 33.

**Gordon, Y. J., Romanowski, E. G., & McDermott, A. M. (2005).** A review of antimicrobial peptides and their therapeutic potential as anti-infective drugs. *Current eye research*, 30(7), 505-515.

**Goswami, H. K., & Ram, H. K. (2017).** Ancient food habits dictate that food can be medicine but medicine cannot be “food”!! *Medicines*, 4(4), 82.

**Greenwell, M., & Rahman, P. K. S. M. (2015).** Medicinal plants: their use in anticancer treatment. *International journal of pharmaceutical sciences and research*, 6(10), 4103.

**Gurung, N., Ray, S., Bose, S., & Rai, V. (2013).** A broader view: microbial enzymes and their relevance in industries, medicine, and beyond. *BioMed research international*, 2013.

**Haida, Z., & Hakimian, M. (2019).** A comprehensive review on the determination of enzymatic assay and nonenzymatic antioxidant activities. *Food science & nutrition*, 7(5), 1555-1563.

**Hammer, K. A., Carson, C. F., & Riley, T. V. (2012).** Effects of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) essential oil and the major monoterpene component terpinen-4-ol on the development of single-and multistep antibiotic resistance and antimicrobial susceptibility. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 56(2), 909-915.

**Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M., Zulfiqar, F., Raza, A., Mohsin, S. M., Mahmud, J. A., ... & Fotopoulos, V. (2020).** Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress: revisiting the crucial role of a universal defense regulator. *Antioxidants*, 9(8), 681.

**Heendeniya, S., Ratnasooriya, W. D., & Pathirana, R. N. (2018).** In vitro investigation of anti-inflammatory activity and evaluation of phytochemical profile of *Syzygium caryophyllatum*.

**Hintz, T., Matthews, K. K., & Di, R. (2015).** The use of plant antimicrobial compounds for food preservation. *BioMed research international*, 2015.

**Holze, C., Michaudel, C., Mackowiak, C., Haas, D. A., Benda, C., Hubel, P., ... & Pichlmair, A. (2018).** Oxceptosis, a ROS-induced caspase-independent apoptosis-like cell-death pathway. *Nature immunology*, 19(2), 130-140.

**Hudzicki, J. (2009).** Kirby-Bauer disk diffusion susceptibility test protocol.

**Ibrahim, A. Y., El-Newary, S. A., & El-Raey, M. A. (2017).** Evaluation of the antioxidant, anti-inflammatory, and antitumor properties of Sabal grown in Egypt. *Egyptian Pharmaceutical Journal*, 16(3), 168.

**III Colado-Velázquez, J., Mailloux-Salinas, P., Medina-Contreras, J. M. L., Cruz-Robles, D., & Bravo, G. (2015).** Effect of *Serenoa repens* on oxidative stress, inflammatory and growth factors in obese wistar rats with benign prostatic hyperplasia. *Phytotherapy Research*, 29(10), 1525-1531.

**Ismaili, R., Houbairi, S., Sanâa, L., Khadija, M., & Abdeslam, L. (2017).** Etude de l'activité antioxydante des huiles essentielles de plantes aromatiques et médicinales marocaines. *European Scientific Journal*, 13, 323-334.

**Issa, S. B., & Muazu, M. (2021).** Phytochemical Analysis and Antibacterial Activity of Moringa oleifera Leaves Extracts against Staphylococcus aureus, Escherichia coli and Pseudomonas aeruginosa. *Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*, 34-43.

**Jaiswal, Y., Weber, D., Yerke, A., Xue, Y., Lehman, D., Williams, T., ... & Williams, L. (2019).** A substitute variety for agronomically and medicinally important *Serenoa repens* (saw palmetto). *Scientific reports*, 9(1), 1-12.

**Jakubczyk, K., Dec, K., Kałduńska, J., Kawczuga, D., Kochman, J., & Janda, K. (2020).** Reactive oxygen species-sources, functions, oxidative damage. *Polski merkuriusz lekarski: organ Polskiego Towarzystwa Lekarskiego*, 48(284), 124-127.

**Kakou, B. A., Benie, A., N'Guessan, A. H., Fernique, K. K., Guessennd, N. K., & Bekro, Y. A. (2020).** Phytochemical analysis, antibacterial activity of hydromethanol extracts from stems of *Ximenia americana*, Côte d'Ivoire species on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(9), 3429-3440.

**Kalwat, J. I. (2019).** The Use of *Serenoa repens* (Saw Palmetto) in Hair Care Products. *Biomed J Sci Tech Res*, 13(1), 9725-9728.

**Kasote, D. M., Katyare, S. S., Hegde, M. V., & Bae, H. (2015).** Significance of antioxidant potential of plants and its relevance to therapeutic applications. *International journal of biological sciences*, 11(8), 982.

- Kedare, S. B., & Singh, R. P. (2011).** Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of food science and technology*, 48(4), 412-422.
- Kedi, P. B. E., Meva, F. E. A., Kotsedi, L., Nguemfo, E. L., Zanguen, C. B., Ntumba, A. A., ... & Maaza, M. (2018).** Eco-friendly synthesis, characterization, in vitro and in vivo anti-inflammatory activity of silver nanoparticle-mediated *Selaginella myosurus* aqueous extract. *International journal of nanomedicine*, 13, 8537.
- Kerdudo, A., Gonot, V., Ellong, E. N., Rochefort, K., Boyer, L., Michel, T., & Fernandez, X. (2014).** New antibacterial compounds from plant biodiversity. *Planta Medica*, 80(16), P1L162.
- Kobayashi, C. I., & Suda, T. (2012).** Regulation of reactive oxygen species in stem cells and cancer stem cells. *Journal of cellular physiology*, 227(2), 421-430.
- Kohanski, M. A., Dwyer, D. J., & Collins, J. J. (2010).** How antibiotics kill bacteria: from targets to networks. *Nature Reviews Microbiology*, 8(6), 423-435.
- Kumar, A., & Mali, R. R. (2010).** Evaluation of prepared shampoo formulations and to compare formulated shampoo with marketed shampoos. *Evaluation*, 3(1), 025.
- Kumari, C. S., Yasmin, N., Hussain, M. R., & Babuselvam, M. (2015).** In vitro anti-inflammatory and anti-arthritic property of *Rhizopora mucronata* leaves. *Intern J Pharma Scie Res*, 6, 482-485.
- Kurutas, E. B. (2015).** The importance of antioxidants which play the role in cellular response against oxidative/nitrosative stress: current state. *Nutrition journal*, 15(1), 1-22.
- Kusvuran, S. (2021).** Microalgae (*Chlorella vulgaris* Beijerinck) alleviates drought stress of broccoli plants by improving nutrient uptake, secondary metabolites, and antioxidative defense system. *Horticultural Plant Journal*, 7(3), 221-231.
- Kwon, Y. (2019).** Use of saw palmetto (*Serenoa repens*) extract for benign prostatic hyperplasia. *Food science and biotechnology*, 28(6), 1599-1606.
- Larsen, C. S. (2003).** Animal source foods and human health during evolution. *The Journal of nutrition*, 133(11), 3893S-3897S.

- Letelier, M. E., Aracena-Parks, P., & Peredo-Silva, L. (2010).** A protocol for evaluating the safety of herbal preparations in a rat model: the case of a supercritical fluid extract of Saw Palmetto. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 9(1), 69-79.
- Li, S., Tan, H. Y., Wang, N., Zhang, Z. J., Lao, L., Wong, C. W., & Feng, Y. (2015).** The role of oxidative stress and antioxidants in liver diseases. *International journal of molecular sciences*, 16(11), 26087-26124.
- LiverTox, N. (2012).** Clinical and Research Information on Drug-Induced Liver Injury. *Bethesda (MD): National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases*.
- Manço, A., Barras, C., & Crutzen, D. (2019).** Besoins humains et accompagnement psychosocial.
- Manessis, G., Kalogianni, A. I., Lazou, T., Moschovas, M., Bossis, I., & Gelasakis, A. I. (2020).** Plant-Derived Natural Antioxidants in Meat and Meat Products. *Antioxidants*, 9(12), 1215.
- Manjunatha, B. S., Das, N., Sutariya, R. V., & Ahmed, T. (2012).** Mucormycosis of the hard palate masquerading as carcinoma. *Clinics and practice*, 2(1), 66-68.
- Maury, G. L., Rodríguez, D. M., Hendrix, S., Arranz, J. C. E., Boix, Y. F., Pacheco, A. O., ... & Cuypers, A. (2020).** Antioxidants in plants: A valorization potential emphasizing the need for the conservation of plant biodiversity in Cuba. *Antioxidants*, 9(11).
- Mensah, M. L., KomLaga, G., Forkuo, A. D., Firempong, C., Anning, A. K., & Dickson, R. A. (2019).** Toxicity and safety implications of herbal medicines used in Africa. *Herbal medicine*, 63, 1992-0849.
- Messner, K. R., & ImLay, J. A. (1999).** The identification of primary sites of superoxide and hydrogen peroxide formation in the aerobic respiratory chain and sulfite reductase complex of *Escherichia coli*. *Journal of Biological Chemistry*, 274(15), 10119-10128.
- Mirończuk-Chodakowska, I., Witkowska, A. M., & Zujko, M. E. (2018).** Endogenous non-enzymatic antioxidants in the human body. *Advances in medical sciences*, 63(1), 68-78.
- Momtahan, N., Crosby, C. O., & Zoldan, J. (2019).** The role of reactive oxygen species in in vitro cardiac maturation. *Trends in molecular medicine*, 25(6), 482-493.

**Morens, D. M., Folkers, G. K., & Fauci, A. S. (2004).** The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases. *Nature*, 430(6996), 242-249.

**Mothana, R. A., Alsaid, M. S., Hasoon, S. S., Al-Mosaiyb, N. M., Al-Rehaily, A. J., & Al-Yahya, M. A. (2012).** Antimicrobial and antioxidant activities and gas chromatography mass spectrometry (GC/MS) analysis of the essential oils of *Ajuga bracteosa* Wall. ex Benth. and *Lavandula dentata* L. growing wild in Yemen. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(15), 3066-3071.

**Murugusundram, S. (2009).** *Serenoa repens*: does it have any role in the management of androgenetic alopecia?. *Journal of cutaneous and aesthetic surgery*, 2(1), 31.

**Nafis, A., Kasrati, A., Jamali, C. A., Custódio, L., Vitalini, S., Iriti, M., & Hassani, L. (2020).** A Comparative Study of the in Vitro Antimicrobial and Synergistic Effect of Essential Oils from *Laurus nobilis* L. and *Prunus armeniaca* L. from Morocco with Antimicrobial Drugs: New Approach for Health Promoting Products. *Antibiotics*, 9(4), 140.

**Nascimento, G. G., Locatelli, J., Freitas, P. C., & Silva, G. L. (2000).** Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria. *Brazilian journal of microbiology*, 31(4), 247-256.

**Ocampo, P. S., Lázár, V., Papp, B., Arnoldini, M., Zur Wiesch, P. A., Busa-Fekete, R., ... & Bonhoeffer, S. (2014).** Antagonism between bacteriostatic and bactericidal antibiotics is prevalent. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 58(8), 4573-4582.

**Oguis, G. K., Gilding, E. K., Jackson, M. A., & Craik, D. J. (2019).** Butterfly pea (*Clitoria ternatea*), a cyclotide-bearing plant with applications in agriculture and medicine. *Frontiers in plant science*, 10, 645.

**Oguntibeju, O. O. (2018).** Medicinal plants with anti-inflammatory activities from selected countries and regions of Africa. *Journal of inflammation research*, 11, 307.

**Ozaslan, M., & Oguzkan, S. B. (2018).** Use of Plant Extracts in Alternative Medicine. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, 21(1), 1-7.

**Pandey, A. K., & Kumar, S. (2013).** Perspective on plant products as antimicrobial agents: A review. *Pharmacologia*, 4(7), 469-480.

- Pankey, G. A., & Sabath, L. D. (2004).** Clinical relevance of bacteriostatic versus bactericidal mechanisms of action in the treatment of Gram-positive bacterial infections. *Clinical infectious diseases*, 38(6), 864-870.
- Parent, C., Capelli, N., & Dat, J. (2008).** Reactive oxygen species, stress and cell death in plants. *Comptes rendus biologies*, 331(4), 255-261.
- Parsaeimehr, A., Martinez-Chapa, S. O., & Parra-Saldívar, R. (2017).** Medicinal plants versus skin disorders: a survey from ancient to modern herbalism. In *The Microbiology of Skin, Soft Tissue, Bone and Joint Infections* (pp. 205-221). Academic Press.
- Patil, K. R., Mahajan, U. B., Unger, B. S., Goyal, S. N., Belemkar, S., Surana, S. J., ... & Patil, C. R. (2019).** Animal models of inflammation for screening of anti-inflammatory drugs: Implications for the discovery and development of phytopharmaceuticals. *International journal of molecular sciences*, 20(18), 4367.
- Paulis, G. (2018).** Inflammatory mechanisms and oxidative stress in prostatitis: the possible role of antioxidant therapy. *Research and reports in urology*, 10, 75.
- Pisoschi, A. M., Pop, A., Cimpeanu, C., & Predoi, G. (2016).** Antioxidant capacity determination in plants and plant-derived products: a review. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2016.
- Prusinowska, R., & Śmigielski, K. B. (2014).** Composition, biological properties and therapeutic effects of lavender (*Lavandula angustifolia* L). A review. *Herba polonica*, 60(2), 56-66.
- Pushpanathan, M., Gunasekaran, P., & Rajendhran, J. (2013).** Antimicrobial peptides: versatile biological properties. *International journal of peptides*, 2013.
- Rao, S. S., & Najam, R. (2016).** Coconut water of different maturity stages ameliorates inflammatory processes in model of inflammation. *Journal of intercultural ethnopharmacology*, 5(3), 244.
- Rasool Hassan, B. A. (2012).** Medicinal plants (importance and uses). *Pharmaceut Anal Acta*, 3(10), 2153-2435.



**Raveendran, S., Parameswaran, B., Beevi Ummalyma, S., Abraham, A., Kuruvilla Mathew, A., Madhavan, A., ... & Pandey, A. (2018).** Applications of microbial enzymes in food industry. *Food technology and biotechnology*, 56(1), 16-30.

**Reddy, C. A., Henderson, H. E., & Erdman, M. D. (1976).** Bacterial fermentation of cheese whey for production of a ruminant feed supplement rich in curde protein. *Applied and Environmental Microbiology*, 32(6), 769-776.

**Rhen, M. (2019).** Salmonella and reactive oxygen species: A love-hate relationship. *Journal of innate immunity*, 11(3), 216-226.

**Ribeiro, V. P., Arruda, C., Abd El-Salam, M., & Bastos, J. K. (2018).** Brazilian medicinal plants with corroborated anti-inflammatory activities: A review. *Pharmaceutical biology*, 56(1), 253-268.

**Rivero-Cruz, J. F., Granados-Pineda, J., Pedraza-Chaverri, J., Pérez-Rojas, J. M., Kumar-Passari, A., Diaz-Ruiz, G., & Rivero-Cruz, B. E. (2020).** Phytochemical constituents, antioxidant, cytotoxic, and antimicrobial activities of the ethanolic extract of Mexican brown propolis. *Antioxidants*, 9(1), 70.

**Roberto, D., Micucci, P., Sebastian, T., Graciela, F., & Anesini, C. (2010).** Antioxidant activity of limonene on normal murine lymphocytes: relation to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> modulation and cell proliferation. *Basic & clinical pharmacology & toxicology*, 106(1), 38-44.

**Ruiz-Ruiz, J. C., Matus-Basto, A. J., Acereto-Escoffié, P., & Segura-Campos, M. R. (2017).** Antioxidant and anti-inflammatory activities of phenolic compounds isolated from *Melipona beecheii* honey. *Food and Agricultural Immunology*, 28(6), 1424-1437.

**Saki, K., Hassanzad-Azar, H., Naghdi, N., & Bahmani, M. (2016).** Ginkgo biloba; an effective medicinal plant on neurological disorders. *J Prev Epidemiol*, 1, e03.

**Sakkas, H., & Papadopoulou, C. (2017).** Antimicrobial activity of basil, oregano, and thyme essential oils. *Journal of microbiology and biotechnology*, 27(3), 429-438.

**Salehi, B., Ata, A., V Anil Kumar, N., Sharopov, F., Ramírez-Alarcón, K., Ruiz-Ortega, A., ... & Sharifi-Rad, J. (2019).** Antidiabetic potential of medicinal plants and their active components. *Biomolecules*, 9(10), 551.

**Salehi, B., Martorell, M., Arbiser, J. L., Sureda, A., Martins, N., Maurya, P. K., ... & Sharifi-Rad, J. (2018).** Antioxidants: positive or negative actors?. *Biomolecules*, 8(4), 124.

**Sami, L. W.** Understanding Emerging and Re-emerging Infectious Diseases.

**Šantić, Ž., Pravdić, N., Bevanda, M., & Galić, K. (2017).** The historical use of medicinal plants in traditional and scientific medicine. *Psychiatria Danubina*, 29(Suppl 4), S787-S792.

**Schippmann, U. W. E., Leaman, D., & Cunningham, A. B. (2006).** A comparison of cultivation and wild collection of medicinal and aromatic plants under sustainability aspects. *Frontis*, 75-95.

**Silva, N. C. C., & Fernandes Júnior, A. J. J. O. V. A. (2010).** Biological properties of medicinal plants: a review of their antimicrobial activity. *Journal of venomous Animals and Toxins including tropical diseases*, 16(3), 402-413.

**Singh, Y. N., Devkota, A. K., Sneed, D. C., Singh, K. K., & Halaweish, F. (2007).** Hepatotoxicity potential of saw palmetto (*Serenoa repens*) in rats. *Phytomedicine*, 14(2-3), 204-208.

**Storz, P. (2005).** Reactive oxygen species in tumor progression. *Front Biosci*, 10(1-3), 1881-1896.

**Storz, P. (2007).** Mitochondrial ROS–radical detoxification, mediated by protein kinase D. *Trends in cell biology*, 17(1), 13-18.

**Suzuki, M., Ito, Y., Fujino, T., Abe, M., Umegaki, K., Onoue, S., ... & Yamada, S. (2009).** Pharmacological effects of saw palmetto extract in the lower urinary tract. *Acta Pharmacologica Sinica*, 30(3), 271-281.

**Szabo, M., Idrîoiu, C., Chambre, D., & Lupea, A. (2007).** Improved DPPH determination for antioxidant activity spectrophotometric assay. *Chemical Papers*, 61(3), 214-216.

**Tam, J. P., Wang, S., Wong, K. H., & Tan, W. L. (2015).** Antimicrobial peptides from plants. *Pharmaceuticals*, 8(4), 711-757.

**Trachootham, D., Lu, W., Ogasawara, M. A., Valle, N. R. D., & Huang, P. (2008).** Redox regulation of cell survival. *Antioxidants & redox signaling*, 10(8), 1343-1374.

- Tripathy, S. (2015).** Importance of plants and animals in medicine. *J. Exp. Zool. India*, 18(2), 531-543.
- Wang, K., Wang, Y., Lin, S., Liu, X., Yang, S., & Jones, G. S. (2015).** Analysis of DPPH inhibition and structure change of corn peptides treated by pulsed electric field technology. *Journal of food science and technology*, 52(7), 4342-4350.
- Wu, F., Zhao, S., Yu, B., Chen, Y. M., Wang, W., Song, Z. G., ... & Zhang, Y. Z. (2020).** A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. *Nature*, 579(7798), 265-269.
- Xu, D. P., Li, Y., Meng, X., Zhou, T., Zhou, Y., Zheng, J., ... & Li, H. B. (2017).** Natural antioxidants in foods and medicinal plants: Extraction, assessment and resources. *International journal of molecular sciences*, 18(1), 96.
- Yadav, R. N. S., & Agarwala, M. (2011).** Phytochemical analysis of some medicinal plants. *Journal of phytology*, 3(12).
- Yili, A., Maksimov, V., Ma, Q. L., Gao, Y. H., Veshkurova, O., Salikhov, S., & Aisa, H. A. (2014).** Antimicrobial peptides from the plants. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2, 627-641.
- Yogini, J., Weber, D., Aaron, Y., Yanling, X., Lehman, D., Williams, T., ... & Williams, L. (2019).** A substitute variety for agronomically and medicinally important *Serenoa repens* (saw palmetto). *Scientific Reports (Nature Publisher Group)*, 9(1).
- Yuan, H., Ma, Q., Ye, L., & Piao, G. (2016).** The traditional medicine and modern medicine from natural products. *Molecules*, 21(5), 559.
- Zeiger, E., & Tice, R. (1997).** Saw palmetto (*Serenoa repens*) and one of its constituent sterols-sitosterol. *Review of toxicological literature*.
- Zhang, Y. J., Gan, R. Y., Li, S., Zhou, Y., Li, A. N., Xu, D. P., & Li, H. B. (2015).** Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases. *Molecules*, 20(12), 21138-21156.

## Résumé

Le *Serenoa repens* (saw palmetto) est un palmier de la famille des *Arecaceae*, originaire de la région subtropicale du sud-est des États-Unis. Les fruits (les baies) de ce palmier contiennent des propriétés intéressantes utilisées dans différentes industries et elles sont aussi très efficaces et très utilisées dans le traitement de l'hyperplasie bénigne de la prostate (HBP). Dans le but de rechercher ces propriétés intéressantes dans les baies de saw palmetto achetées du commerce d'Ain Témouchent, les propriétés antioxydantes (activité catalasique et activité de piégeage le DPPH), anti-inflammatoires (inhibition de la dénaturation de l'albumine) et antibactériennes (concentration minimale inhibitrice) ont été étudiées.

Les résultats obtenus ont montré que les baies de *Serenoa repens* possèdent une activité catalasique qui a permis de dégradé 15,26 mM d' $H_2O_2$  en 1 min et une activité de piégeage du DPPH avec un  $IC_{50}$  de 99,65 Aussi ces baies contiennent une activité inhibitrice de la dénaturation de l'albumine par le traitement thermique avec un  $IC_{50}$  de 6,85 et une activité antibactérienne contre, *P.aeruginosa*, *S.aureus* et *E.coli* avec, respectivement, des CMI de 2,46, 22,22 et 2,46 mg/mL.

**Mots-clés :** *Serenoa repens*, saw palmetto, activité antioxydante, activité anti-inflammatoire, activité antibactérienne.

## Abstract

*Serenoa repens* (saw palmetto) is a palm in the *Arecaceae* family, native to the subtropical region of the southeastern United States. The fruits (berries) of this palm contain interesting properties which are used in different industries and they are also very effective and widely used in the treatment of benign prostatic hyperplasia (BPH). In order to find these interesting properties in saw palmetto berries purchased from Ain Témouchent, the antioxidant (catalase activity and DPPH scavenging activity), anti-inflammatory (inhibition of albumin denaturation) and antibacterials (minimum inhibitory concentration) have been studied.

The results obtained showed that the berries of *Serenoa repens* possess a catalase activity which made it possible to degrade 15,26 mM of  $H_2O_2$  in 1 min and a trapping activity of DPPH with an  $IC_{50}$  of 99,65 Also these berries contain an activity inhibitor of the denaturation of albumin by heat treatment with an  $IC_{50}$  of 6,85 and antibacterial activity against, *P.aeruginosa*, *S. aureus* and *E.coli* with MICs of, 2,46, 22, 22 and 2,46mg/mL, respectively.

**Keywords:** *Serenoa repens*, saw palmetto, antioxidant activity, anti-inflammatory activity, antibacterial activity.

## ملخص

*Serenoa repens* (بلميط منشاري) هو نخلة من عائلة *Arecaceae*، موطنها المنطقة شبه الاستوائية في جنوب شرق الولايات المتحدة. تحتوي ثمار (التوت) من هذا النخيل على خصائص مثيرة للاهتمام تستخدم في صناعات مختلفة وهي أيضًا فعالة جدًا وتستخدم على نطاق واسع في علاج تضخم البروستاتا الحميد (BPH). من أجل العثور على هذه الخصائص المثيرة للاهتمام في توت بلميط منشاري المشتراة من عين تيموشنت، تمت دراسة مضادات الأكسدة (نشاط الكاتالاز ونشاط الكسح DPPH) ومضادات الالتهاب (تنشيط تمسخ الألبومين) ومضادات الجراثيم (الحد الأدنى من التركيز المثبط).

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن التوت في *Serenoa repens* يمتلك نشاط الكاتالاز الذي جعل من الممكن تحلل 15,26 ملي مولار من  $H_2O_2$  في دقيقة واحدة ونشاط محاصرة لـ DPPH مع  $IC_{50}$  من 99,65 كما تحتوي هذه التوت على مثبط نشاط لتمسخ الألبومين بـ  $IC_{50}$  من 6,85، والنشاط المضاد للبكتيريا ضد، *P.aeruginosa*، *S. aureus*، و *E.coli* عن طريق المعالجة الحرارية، مع التركيز المثبط الأدنى، 2,46، 22، 22 و 2,46 مجم / مل على التوالي.

**الكلمات المفتاحية :** *Serenoa repens*، بلميط منشاري، نشاط مضاد للأكسدة، نشاط مضاد للالتهابات، نشاط مضاد للجراثيم.