
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
CENTRE UNIVERSITAIRE BELHADJ BOUCHAIB D'AIN-TEMOUCHENT



Institut des Sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire

Pour l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Biologiques

Option: Biochimie

Présenté par:

M^{elle}. ZEDDAM Souhila

M^{elle}. ZEROUALI Chaimaa

INITIATION A LA CARACTERISATION PHYSICOCHIMIQUE
ET A LA RECHERCHE DE PROPRIETES ANTIOXYDANTES DES
GOMMES DE PLANTES

Encadrant:

M. Sofiane Mourad BENYAMINA

Soutenu le 08 /09/ 2020

Devant le jury composé de:

Président : Dr. Mohamed AMARA (MCA)	C.U.B.B.A.T
Examinatrice : Dr. Meriem ZERRIOUH (MCB)	C.U.B.B.A.T
Encadrant : Dr. Sofiane Mourad BENYAMINA (MCB)	C.U.B.B.A.T

Remerciements

En préambule, on remercie Dieu le plus puissant, le miséricordieux, de nous avoir donné la santé, le courage et la persistance pour pouvoir finaliser ce travail dans les meilleures conditions.

Nous remercions notre encadrant, monsieur Sofiane Mourad BENYAMINA pour le rôle crucial qu'il a joué en supervisant ce projet, principalement pour le savoir qu'il nous a transmis et pour le temps qu'il nous a consacré. Nous les remercions également pour les conseils, le soutien et les directives qui furent d'une importance capitale à notre compréhension et ainsi à l'aboutissement de ce projet.

Nos remerciements s'étendent également à Mr. Mohamed AMARA 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 souhaiterions remercier l'ensemble de nos professeurs du Centre Universitaire Belhadj Bouchaib Ain Temouchent qui ont eu la politesse et la gentillesse de répondre à nos questions pendant nos études.

Un remerciement va à tous nos amis, pour leur soutien constant et pour l'atmosphère chaleureuse et rassurante qu'ils ont su créer autour de nous.

Enfin nous remercions nos deux familles, pour leur soutien moral et financier que nous considérons être une indispensable contribution à l'achèvement ce projet.

Avec toute notre reconnaissance

ZEDDAM Souhila

ZEROUALI Chaïmaa

Sommaire

Remerciements

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

Introduction générale 1

Synthèse bibliographique

1.	Les différentes propriétés recherchées dans les secteurs industriels.....	2
1.1.	Les propriétés physico-chimiques.....	2
1.2.	Les propriétés pharmaceutiques et biochimiques.....	2
1.3.	Les propriétés anti-microbiennes.....	2
2.	Les propriétés trouvées chez les différents organismes vivants.....	3
2.1.	Les propriétés trouvées chez les animaux.....	3
2.2.	Les propriétés trouvées chez les microorganismes.....	3
2.3.	Les propriétés trouvées chez les végétaux.....	3
3.	Les exsudats et les gommés.....	5
3.1.	L'origine et le rôle des exsudats et des gommés chez les végétaux.....	5
3.2.	Les différents types d'exsudats des plantes.....	6
3.2.1.	Les latex.....	6
3.2.2.	Les exsudats résineux.....	7
3.2.3.	Les exsudats résineux obtenus sous forme de mélange.....	7
3.2.4.	Les gommés.....	7
4.	La gomme arabique.....	8
4.1.	Les propriétés de la gomme arabique.....	9
4.1.1.	Les propriétés microbiologiques.....	9
4.1.2.	Les propriétés physico-chimiques.....	10

4.1.3.	Les propriétés biochimiques.....	10
4.1.4.	Les propriétés pharmaceutiques	11
4.1.4.1.	Les propriétés antioxydantes de la gomme arabique	12

Matériels et méthodes

1.	Collecte des échantillons de gommes.....	15
2.	Analyse des caractéristiques physico-chimiques des gommes	15
2.1.	Détermination de la teneur en humidité des gommes	15
2.2.	Détermination du pH des différentes gommes	15
2.3.	Détermination des propriétés gélifiantes des gommes	16
2.4.	Détermination de la teneur en glucides des gommes	16
3.	Recherche d'activité antioxydante chez les gommes	16
3.1.	Recherche d'activité catalasique chez les gommes	16
3.2.	Recherche d'activité anti-radicalaire chez les gommes par le test de DPPH.....	17

Résultats et discussion

1.	Récolte des échantillons de gommes.....	18
2.	Analyse des caractéristiques physico-chimiques des gommes	18
2.1.	Détermination de la teneur en humidité des gommes	18
2.2.	Détermination du pH des différentes gommes	18
2.3.	Détermination des propriétés gélifiantes des gommes	19
2.4.	Détermination de la teneur en glucides des gommes	20
3.	Recherche d'activité antioxydante chez les gommes	23
3.1.	Recherche d'activité catalasique chez les gommes	23
3.2.	Recherche d'activité anti-radicalaire chez les gommes par le test de DPPH.....	25
4.	Discussion générale.....	32

Conclusion générale et perspective

Références bibliographique

Résumé

LISTE DES ABREVIATIONS

%	pourcentage	JECFA	joint Expert Committee for Food Additive
°C	degré Celsius	m	masse après séchage
µg	microgramme	mg	milli gramme
C	concentration	min	minute
CAT	catalase	mL	milli litre
DO	densité optique	mM	milli molaire
DPPH	2,2'-diphényl-1-picryle hydrazyle	nm	nanomètre
ERA	espèces réactives de l'azote	O₂	molécule d'oxygène
ERO	espèces réactives de l'oxygène	O₂•	l'anion superoxyde
g	gramme	OH•	radical hydroxyl
GA	gomme arabique	p.e	Prise d'essai
H	humidité sur l'échantillon	p/p	poids/ poids
h	heur	pH	Potentiel d'Hydrogène
H₂O	molécule d'eau	SOD	superoxyde dismutase
H₂O₂	peroxyde d'hydrogène	UV	ultraviolets
IC₅₀	concentration inhibitrice médiane		

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1 :** Exemple d'utilisation de la gomme dans différents produits et industries..... 4
- Tableau 2 :** Tableau récapitulatif des caractéristiques des différentes gommes testées..... 22
- Tableau 3 :** Tableau récapitulatif des résultats des tests de caractérisation des gommes... 35

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Illustration des différents rôles que peuvent avoir des exsudats chez un arbre ...	6
Figure 2 : Gomme arabique formée sur une branche blessée d' <i>Acacia senegal</i>	8
Figure 3 : photos d'arbres d' <i>Acacia</i>	9
Figure 4 : Les pHs des gommes testées.....	19
Figure 5 : Les propriétés gélifiantes des gommes testées.....	20
Figure 6 : Courbe d'étalon de glucose.....	21
Figure 7 : Courbe étalon du H ₂ O ₂	23
Figure 8 : Influence du temps sur la dégradation de l'H ₂ O ₂ par les différentes gommes.	24
Figure 9 : Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH.....	26
Figure 10 : Courbe étalon du DPPH.....	26
Figure 11 : Courbe d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration des gommes. .	27
Figure 12 : Inhibition du DPPH par les 4 gommes testé et l'acide ascorbique à différentes concentration.	28
Figure 13 : Inhibition du DPPH par l'acide ascorbique à différentes concentrations.	29
Figure 14 : Inhibition du DPPH par les gommes à de différentes concentrations.	31

***I**ntroduction générale*

L'homme a toujours recherché, dans diverses sources naturelles (animales, végétales, microbiennes), des propriétés essentielles pour sa santé et pour son alimentation afin de les exploiter dans divers secteurs comme le secteur pharmaceutique, alimentaire et cosmétique (Elmanan *et al.*, 2008; Musa *et al.*, 2018; Patel et Goyal, 2015). Parmi ces sources naturelles et en raison de leurs propriétés intéressantes (physicochimiques, biochimiques, microbiologiques...,etc), les plantes et leurs dérivés, tels que les huiles essentiels, les extraits et les exsudats, restent les sources les plus recherchées par l'homme pour être utilisées et exploitées dans les différents secteurs (Elmanan *et al.*, 2008; Ghedira, 2008).

Parmi les dérivés des plantes, les gommages comme par exemple, les gommages arabiques, un hétéropolysaccharide complexe (Phillips et Williams, 2001) produit, suite à une blessure au niveau des tiges et des branches des arbres d'*Acacia* (Musa *et al.*, 2018), sont exploitées par l'homme, dans divers secteurs en raison des propriétés importantes qu'elles possèdent telles que, des propriétés comestibles, émulsifiantes, stabilisantes (Jani *et al.*, 2009; Wickens, 1996), anti-oxydantes (Ahmed *et al.*, 2016; Ayaz *et al.*, 2017; Trommer et Neubert, 2005), anti-inflammatoire (Al-Majed *et al.*, 2002; Ali *et al.*, 2009), antimicrobiennes (Appanah et Turnbull, 1998; Clark *et al.*, 1993), ..., etc.

Pour cela l'objectif de notre étude est de caractériser différentes gommages provenant de différents arbres et de différentes régions, la gomme d'*Acacia* (gomme arabique) achetée à Oran (GA1), la gomme de l'arbre d'amandier récoltée à Ain Témouchent (GA2), la gomme de l'arbre d'abricotiers récoltés à Tizi-Ouzou (GA3) et la gomme de l'arbre du cerisier récoltée à Tlemcen (GA4). Cette caractérisation sera effectuée par des tests physico-chimique (détermination du pH, de la teneur en eau et en glucides, des propriétés gélifiantes) et par la recherche d'activité antioxydante (activité catalasique et activité de piégeage du DPPH).

Les tests effectués dans cette étude sur les 4 gommages montrent que ces dernières ont un pH acide à neutre, une propriété gélifiante légère à extrême et une teneur en glucide et en eau qui varie, respectivement, entre 1,46% et 45,22%, et 0,29% et 0,81%.

Ces gommages possèdent aussi une activité de piégeage du DPPH élevée, par contre, leurs activités catalasiques sont faibles.

S*ynthèse bibliographique*

1. Les différentes propriétés recherchées dans les secteurs industriels

Depuis plusieurs décennies, un intérêt et une demande croissant de propriétés particulières et spécifiques à des applications pharmaceutiques, alimentaires, cosmétiques,...etc, sont recherchées par les laboratoires et les entreprises des secteurs d'industriels. Parmi ces propriétés on peut citer :

1.1. Les propriétés physico-chimiques

Ces propriétés physico-chimiques telles que la teneur en eau, la teneur en cendres, la viscosité, la teneur en azote, la teneur en tanin, la teneur en minéraux, le pH, la solubilité, la capacité à se gélifier,..., etc, sont recherchées dans du matériel et des substances biologiques. Afin d'être utilisés, par exemple, dans les industries du cosmétique (les shampoings, crème anti-solaire...), de la peinture (l'encre...), du textile (traction des fils...) (Elmanan *et al.*, 2008),... ,etc.

1.2. Les propriétés pharmaceutiques et biochimiques

Ces propriétés pharmaceutiques et biochimiques telles que les propriétés anti-inflammatoires, anti-oxydantes, enzymatiques, métaboliques, la teneur en oses, en acides aminés, en protéines,...,etc, sont recherchées dans du matériel et des substances biologiques afin d'être utilisés, par exemple, dans les industries pharmaceutiques (production de médicament, des sirops...), cosmétiques (production de crèmes à effet antioxydant, crèmes antirides...), alimentaires (les glace, bonbons...) (Musa *et al.*, 2018),...etc.

1.3. Les propriétés anti-microbiennes

Ces propriétés anti-microbiennes telles que les molécules anti-bactériennes et anti-fongiques sont recherchées dans du matériel et des substances biologiques afin d'être utilisés, par exemple, dans l'industrie pharmaceutique (production de médicaments, des solutions désinfectante...) (Fong *et al.*, 2011), cosmétique (crème, produits des maquillages,...) (Kerdudo, 2014)... ,etc.

Ces propriétés recherchées et utilisées par les différents secteurs industriels, peuvent être trouvées chez les différents organismes vivants.

2. Les propriétés trouvées chez les différents organismes vivants

2.1. Les propriétés trouvées chez les animaux

Certaines de ces propriétés importantes peuvent être trouvées chez les animaux (Etim *et al.*, 2016).

Par exemple, les mucines animales peuvent contenir plusieurs propriétés importantes, telles que les propriétés protectrices, bioactives, dynamisante, hydratantes,..., etc (Petrou et Crouzier, 2018). Il a été montré aussi que la mucine d'escargot (obtenue à partir du mucus des escargots) contient des agents aux propriétés cicatrisantes et antimicrobiennes, leur permettant d'être utilisée dans l'industrie cosmétique comme masque pour la peau (Etim *et al.*, 2016).

Il a été montré aussi que le miel d'abeille est une substance naturelle possédant plusieurs propriétés telles que des propriétés antimicrobiennes, antiinflammatoires, antioxydantes, cicatrisantes,..., etc (Ediriweera et Premarathna, 2012).

Ce qui permet, aux animaux ou leurs dérivés, d'être utilisés dans plusieurs secteurs industriels tels que le secteur alimentaire, pharmaceutique, du textile (Adikwu et Alozie, 2007) ...etc.

2.2. Les propriétés trouvées chez les microorganismes

Des propriétés intéressantes ont été trouvées chez les microorganismes, telles que des propriétés probiotiques, qui leur permet d'être utilisés dans le domaine alimentaire (Saarela *et al.*, 2000).

D'autres propriétés ont été trouvées chez les microorganismes, telles que les propriétés antioxydantes et les propriétés antimicrobiennes (compétition entre microorganismes) (Oulebsir-Mohandkaci *et al.*, 2019), des propriétés catalytiques (Léonard, 2013), ...etc.

Ce qui permet, aux microorganismes ou leurs dérivés, d'être utilisés dans plusieurs secteurs industriels tels que le secteur du cosmétique, de l'alimentaire, de l'agriculture (Adjanooun *et al.*, 2017)....etc.

2.3. Les propriétés trouvées chez les végétaux

Des propriétés intéressantes ont été trouvées chez les végétaux et dans leurs substances, par exemple, il a été montré que l'huile d'olive possède, entre autres, des propriétés anti-oxydantes, antihypertensives (cette propriété réduit l'hypertension), des propriétés renforcement du système immunitaire..., etc, (Ghedira, 2008). Aussi, d'autres végétaux, tels que le thym ou le

basilic, possèdent des propriétés aromatiques ce qui leur permet d'être utilisés dans des plats cuisinés, des sirops, ...etc, (Ouraini *et al.*, 2005).

Ce qui permet, aux végétaux ou leurs dérivés, d'être utilisés dans plusieurs secteurs industriels tels que l'industrie pharmaceutique, du papier, du cosmétique, de l'alimentaire...etc. (Elmanan *et al.*, 2008; Ghedira, 2008).

Certains type d'arbres comme les *Acacia* secrètent des substances appelées les exsudats qui possèdent des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes, antiinflammatoires ... etc (Santiago-Blay et Lambert, 2007). Ces exsudats sont utilisés dans différents secteurs tel que le secteur alimentaire ou pharmaceutique (Santiago-Blay et Lambert, 2007).

L'utilisation de gomme arabique remonte à 5000 ans (Nasir *et al.*, 2012), cette gomme est utilisée dans divers secteurs d'industrie tels que les secteurs des industries alimentaires, pharmaceutiques, du cosmétique, du textile...(Daniele *et al.*, 2011).

Le Tableau 1, regroupe des exemples des propriétés recherchées et des exemples de productions pour quelques secteurs d'industrie utilisant les gommages arabiques.

Tableau 1 : Exemple d'utilisation de la gomme dans différents produits et industries.

Industrie	Exemple de propriétés recherchées	Exemples de produit
Alimentaire	comestible, soluble dans l'eau, absence d'arrière-goût, émulsifiante, stabilisante, épaississante, liantes,...(Jani <i>et al.</i> , 2009).	Les confiseries, gelées, bonbons, boissons, chewing-gum... (Jani <i>et al.</i> , 2009).
Pharmaceutique	Enrobage des pilules et des pastilles (Patel et Goyal, 2015).	Médicaments pour traitement des maladies rénales chroniques (Nasir <i>et al.</i> , 2012).
Cosmétiques	Adhésive, onctueuse (Wickens, 1996).	Préparation de poudres et des masques faciaux, formulation de crèmes et lotions (Patel et Goyal, 2015).
Textile	amélioration de la résistance du textile (Elmanan <i>et al.</i> , 2008).	Fils avec capacité à résister à la traction (Elmanan <i>et al.</i> , 2008).

3. Les exsudats et les gommés

Les organismes vivants peuvent synthétiser ou produire différentes substances sous différentes formes tels que les exsudats et les gommés. Ces derniers jouent des rôles importants, par exemple les gommés d'origine animale comme celles du cochenille asiatique (*Kerria lacca*), permet de former une couche de protection des œufs et les jeunes cochenilles pendant leur développement (Hautefeuille, 1925), les gommés d'origine microbiennes comme celles de *Xanthomonas campestris*, servent de barrière entre la paroi cellulaire et l'environnement externe (Engasser, 2000). Les gommés microbiennes peuvent être aussi obtenues, via des souches microbiennes, par une synthèse en conditions contrôlées dans des fermenteurs (Glicksman, 1969).

Les gommés de xanthane et le dextran produites respectivement par les bactéries de *Xanthomonas* et *Leuconostoc*, sont des prébiotiques utilisés comme additifs alimentaires et peuvent stabiliser la structure alimentaire et améliorer le goût du produit (Simon, 2001).

Les gommés d'origine végétale, extraites par exemple à partir des arbres et d'arbustes, sont les plus étudiées et les plus recherchées pour leurs différentes propriétés (pharmaceutiques, cosmétiques, alimentaires...etc.)

3.1. L'origine et le rôle des exsudats et des gommés chez les végétaux

Le phénomène d'exsudation est très fréquent dans le monde végétal (Figure 1) (Santiago-Blay et Lambert, 2007). C'est un phénomène de défense de l'arbre contre un stress qui pourrait être d'ordre climatique ou plus couramment dû à des activités anthropiques ou à des blessures occasionnées par des animaux (Joseleau et Ullmann, 1990).

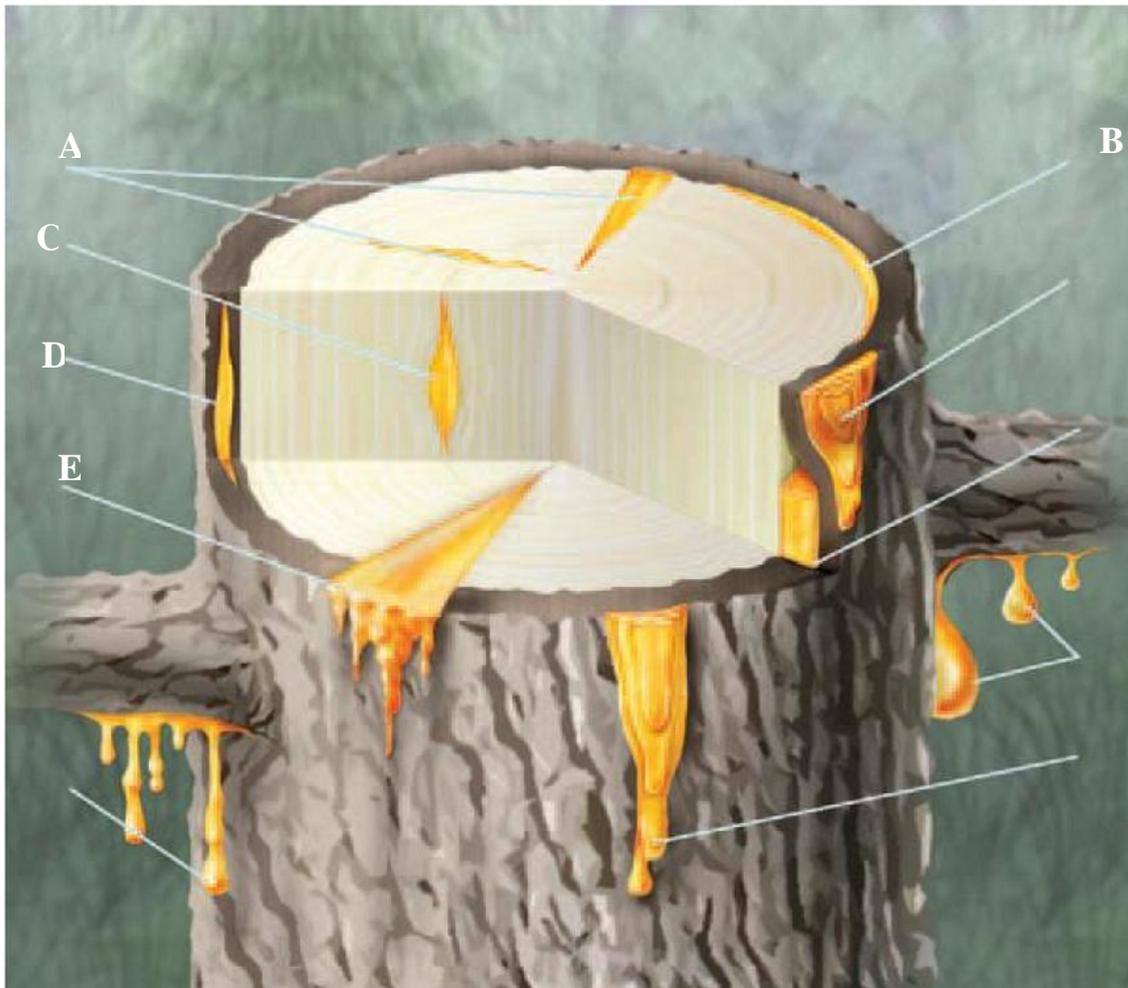


Figure 1 : Illustration des différents rôles que peuvent avoir des exsudats chez un arbre (Santiago-Blay et Lambert, 2007)

La résine exsudée par les arbres sert à combler d'éventuelles fissures dans le bois (A), ou entre l'arbre et l'écorce (B). Elle crée des poches à l'intérieur du tronc (C) ou de l'écorce (D). La résine sert aussi de pansement pour le bois (E).

3.2. Les différents types d'exsudats des plantes

Les exsudats des plantes sont des substances complexes qui peuvent être classées en 4 groupes selon leur aspect et leur origine (Ndinga, 2015) : les latex, les exsudats résineux, les exsudats résineux obtenus sous forme de mélange (gommes-résines) et les gommes

3.2.1. Les latex

Les latex sont des exsudats à aspect laiteux, sécrétés par des cellules spécialisées appelées cellules laticifères qui sont des cellules hautement spécialisées et entièrement dédiées au métabolisme de la biosynthèse du caoutchouc (Dusotoit-Coucaud, 2009). Les latex ont la

spécificité de se solidifier au contact de l'air (De Wildeman, 1944). Plus de 20.000 espèces de plus de 40 familles des angiospermes exsudent le latex (Lewinsohn *et al.*, 1991).

3.2.2. Les exsudats résineux

Il existe de nombreuses plantes, dans les régions à climats chauds ou tempérés, qui produisent des substances résineuses (Cordemoy, 1911). Les exsudats résineux secrétés peuvent être classés en deux sous-groupes : les exsudats résineux terpéniques (leur aspect physique dépend de la forte ou la faible proportion de terpènes volatils) et phénoliques (caractérisés par la présence de molécules ayant un noyau benzénique qui porte le plus souvent un groupe hydroxyle libre ou engagé dans une fonction ester, éther ou hétéroside) (Hovaneissian *et al.*, 2006; Ndinga, 2015).

3.2.3. Les exsudats résineux obtenus sous forme de mélange

Les exsudats résineux obtenus sous forme de mélange (gommes-résines) sont constituées par des mélanges naturels, en proportions variables, de gomme et de résine comme l'Encens ou l'Oliban (Adriaens, 1939; Aksamija, 2012). Les plantes productrices de ce type d'exsudats appartiennent aux genres *Boswellia* (*Boswellia carterii*), *Opopanax* (*Opopanax chironium*), *Commiphora* (*Commiphora myrrha* son nom commun est Myrrhe), *Ferula* (*Ferula gummosa*). (Adriaens, 1939; Ndinga, 2015).

3.2.4. Les gommes

Les gommes sont des molécules complexes (substances hétérogènes et ramifiées), secrétées suite à un traumatisme du tronc des arbres et arbustes appartenant surtout aux familles *Anacardiaceae*, *Combretaceae*, *Leguminosae*, *Rosaceae*, *Rutaceae*, et *Sterculiaceae*. (Ndinga, 2015)

Les gommes peuvent être classées selon leur aspect au toucher, en deux types : les gommes dures (non extraite sous la pression des doigts) et les gommes friables (s'effritent et tombent sous la pression des doigts) (Poda *et al.*, 2009).

Les principales plantes productrices des gommes appartiennent aux genres *Acacia* (*Acacia senegal*, *Acacia laeta*, *Acacia dudgeoni* et *Acacia seyal*), *Combretum* (*Combretum aculeatum*, *Combretum nigricans*, *Combretum molle*), *Sterculia* (*Sterculia setigera*), *Anogeissus* (*Anogeissus latifolia*), *Sterculiaceae* (*Sterculia*), *Astragalus* (*Astragalus alopecuroides*). (Poda *et al.*, 2009).

Parmi ces exsudats les gommés arabiques sont considérées comme les plus importantes en raison leurs propriétés physicochimiques, pharmaceutiques, biochimiques...etc. (Musa *et al.*, 2018), qui leur donnent de ce fait une importance pour être utilisées dans les secteurs alimentaires, cosmétiques, pharmaceutiques....etc.

4. La gomme arabique

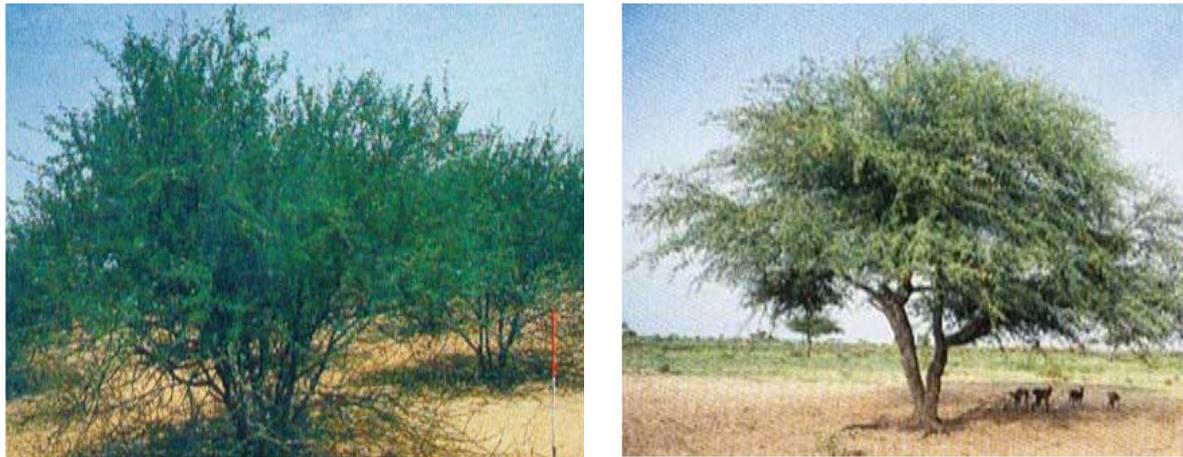
La gomme arabique est un hétéropolysaccharide complexe et ramifié, neutre ou légèrement acide (Patel et Goyal, 2015), sécrétée au niveau des tiges et des branches des *Acacias* (Phillips et Williams, 2001), famille des *Leguminosae* (Patel et Goyal, 2015) (Figure 2).



Figure 2 : Gomme arabique formée sur une branche blessée d'*Acacia senegal* (Musa *et al.*, 2018)

Il existe plus de 1000 espèces du genre *Acacia*, seules *Acacia senegal* et d'*Acacia seyal* (Figure3) sont récupérées à des fins commerciales (Abuarra *et al.*, 2014), en raison de la faible quantité en tanins (le tanin est cancérigène) (Wickens, 1996). La gomme d'*Acacia senegal* est considéré comme la meilleur des gommés en termes de qualité (Egadu *et al.*, 2007), tandis que l'*Acacia seyal* produit une gomme de moins bonne qualité (Ibrahim *et al.*, 2013).

Les gommés *Acacia senegal* sont dures, et celles de *Acacia seyal* sont friable (Poda *et al.*, 2009).



(A)

(B)

Figure 3 : photos d'arbres d'*Acacia*

(A) l'arbre d'*Acacia Senegal* ; (B) l'arbre de l'*Acacia seyal* (Poda *et al.*, 2009)

La région sur laquelle se trouve les arbres producteurs des gommés arabiques s'étend de l'ouest de l'Afrique jusqu'à la péninsule indienne. La majeure partie de la gomme arabique est récoltée dans les terres arides du Soudan (Patel et Goyal, 2015). Cette gomme peut être récoltée aussi au Tchad, Mali, Nigéria, Sénégal, Éthiopie, Oman... (Patel et Goyal, 2015).

4.1. Les propriétés de la gomme arabique

La gomme arabique est l'une des plus anciennes gommés industrialisées. Anciennement, en Afrique, la gomme arabique était utilisée en industrie pour ses propriétés adhésives (Zipkin *et al.*, 2014). En Égypte ancienne, cette gomme a été utilisée dans les processus de momification et dans l'écriture hiéroglyphique (Atgié, 2018).

Selon Slavin (2013), la gomme arabique peut, aussi, avoir plusieurs bienfaits dans le domaine de la santé humaine comme par exemple, elle est riche en fibre, renforce la barrière intestinale, renferme de la microflore bénéfiques, soulage les inflammations, renforce le système immunitaire, aide à maintenir la santé bucco-dentaire,.....

Parmi les propriétés qui font des gommés arabiques un excellent exsudat recherché pour être appliqué dans divers secteurs on peut citer:

4.1.1. Les propriétés microbiologiques

Plusieurs plantes contiennent des composés phyto-chimiques, reconnus pour leur activités antimicrobiennes (Bouyoucef *et al.*, 2018), tels ceux qui constituent les huiles essentielles (Kunicka- Styczyńska *et al.*, 2009).

Les exsudats résineux récupérées à partir du genre *Copaifera* possèdent, entre autres, des propriétés antiseptiques (Basile *et al.*, 1988; Veiga Junior et Pinto, 2002) et antimicrobiennes (Appanah et Turnbull, 1998).

D'autres exsudats tels que la gomme arabique peut aussi avoir des propriétés antimicrobiennes. En effet, il a été montré que ces gommes peuvent contenir certaines enzymes qui présentent des propriétés antimicrobiennes contre certains microorganismes telles que les peroxydases, les oxydases et les pectinases (Clark *et al.*, 1993).

L'activité antibactérienne de la gomme arabique a été testée sur la bactérie *Bacillus subtilis* (Montenegro *et al.*, 2012). Il a été montré que le taux de croissance de *Bacillus subtilis*, dans le lait, a diminué de 40% après ajout de la gomme arabique montrant son effet bactériostatique sur *Bacillus subtilis* (Montenegro *et al.*, 2012).

En plus de ces propriétés antimicrobiennes, la gomme arabique peut avoir, aussi, des propriétés favorisant le développement des microorganismes bénéfiques pour l'homme, par exemple, il a été montré que la gomme arabique est capable d'augmenter de manière sélective la proportion de bactéries lactiques et de bactéries bifidus au niveau la flore intestinale (Ross *et al.*, 1983).

4.1.2. Les propriétés physico-chimiques

Les propriétés physico-chimiques de la gomme arabique peuvent varier, entre autres, en fonction de l'origine et l'âge des arbres, du temps d'exsudation, du climat et de la saison des récoltes (Al Assaf *et al.*, 2005).

La gomme arabique a une solubilité élevée dans l'eau et une viscosité relativement faible par rapport aux autres gommes. Cette viscosité peut être modifiée et augmentée par l'ajout d'acides ou de bases aux solutions de gomme arabique (Musa *et al.*, 2018). La gomme arabique peut se dissoudre dans l'eau à une concentration de 50% p / v, formant une solution fluide aux propriétés acides (pH ~ 4,5) (Hassan, 2000).

4.1.3. Les propriétés biochimiques

Les gommes arabiques sont caractérisées par une forte proportion (~ 97%) de glucides (D-galactose et L-arabinose), et une faible proportion de protéines (<3%) (Islam *et al.*, 1997). L'analyse de la composition en acides aminés de deux gommes arabiques *d'Acacia senegal* et *d'Acacia seyal* a montré que les plus abondants de ces acides aminés (plus de 55% du total des acides aminés) sont l'hydroxyproline, la sérine, la leucine et la proline (Menziez *et al.*, 1996).

L'analyse de la teneur en protéines a montré que les gommages d'*Acacia senegal* contenaient plus de protéines (2,7%) que les gommages d'*Acacia seyal* (1,0%) (Musa *et al.*, 2018). Ces résultats sont en corrélation avec ceux d'Islam *et al.* (1997) qui ont montré que les gommages d'*Acacia senegal* contenaient environ le double de la quantité des protéines des gommages d'*Acacia seyal*, respectivement 1,8% et 0,9% (Islam *et al.*, 1997).

4.1.4. Les propriétés pharmaceutiques

En raison de ses propriétés pharmaceutiques, la gomme arabique peut être utilisée dans le traitement de nombreuses maladies telles que

Les maladies rénales, il a été montré que la fonction rénale est protégée par la gomme arabique qui réduit significativement les taux de créatinine et de l'azote uréique dans le sang, chez les patients diabétiques atteints de néphropathie (une complication qui survient au niveau des reins qui touche 50% des personnes diabétiques) (Nasir *et al.*, 2016).

Les maladies gastro-intestinales il a été montré que la gomme arabique augmente l'absorption du sodium et de l'eau chez des modèles animaux atteint de maladies diarrhéiques (Wapnir *et al.*, 1997).

La gomme arabique peut aussi jouer un rôle protecteur, comme par exemple :

La protection contre hypercholestérolémie (élévation dans le taux de cholestérol total sérique): la gomme arabique peut former des complexes avec les lipides plasmatiques ce qui conduit à une limitation des problèmes de cholestérolémie et des risques cardiovasculaires (Mee et Gee, 1997).

La protection contre les effets secondaires des médicaments : la gomme arabique peut exercer un rôle protecteur contre les effets secondaires de certains médicaments telles que la cardio-toxicité causée par la doxorubicine (un médicament anticancéreux) (Abd- Allah *et al.*, 2002).

Les maladies hépatiques chroniques : les patients atteints de la maladies hépatiques chroniques ont une fonction de produire des macrophages hépatiques qui peuvent causer des complications (Ali *et al.*, 2008). Des études ont montré que la gomme arabique grâce à sa capacité de bloquer complètement la fonction des macrophages (Fujiwara *et al.*, 1995; Mochida *et al.*, 1990), donc on peut être prise en compte dans le traitement des maladies hépatiques chroniques (Ali *et al.*, 2008). De plus, Xuan *et al.* (2010), ont montré que la gomme arabique peut avoir un effet particulièrement fort sur la formation de certains régulateurs essentiels à la réponse immunitaire.

Le diabète : la gomme arabique a la capacité réduire l'absorption du glucose, elle diminue de manière significative la glycémie à jeun et l'hémoglobine glycosylée (hémoglobine fixé à un glucose lorsque le taux de sucre dans le sang est élevé) (Nasir *et al.*, 2010).

Les maladies dentaires : la gomme arabique a un effet d'inhibition de la prolifération bactérienne de la plaque dentaire et une inhibition de la formation des acides cariogènes, elle permet aussi une reminéralisation des lésions carieuses initiales de l'émail (Bonnot et Pillon, 2013).

La gomme arabique est capable d'être utilisée comme vecteur de médicaments du fait que c'est une substance physiologiquement inoffensive (Trommer et Neubert, 2005).

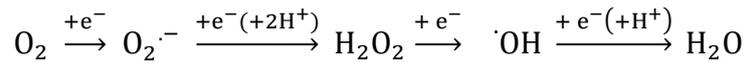
La gomme arabique possède aussi des propriétés anti-oxydantes (Trommer et Neubert, 2005). Ces propriétés anti-oxydantes des gommes arabiques peuvent être dues en partie grâce à sa composition en acides aminés. En effet, cette gomme contient plusieurs des acides aminées, tels que la lysine, la tyrosine et l'histidine, qui sont considérés comme des résidus antioxydants (Park *et al.*, 2005). Des études ont montré qu'un apport quotidien de 25 à 30 g de la gomme arabique pendant 21 à 30 jours réduit le cholestérol total de 6% et 10,4%, respectivement (Sharma, 1985).

4.1.4.1. Les propriétés antioxydantes de la gomme arabique

Le stress oxydatif est un phénomène qui se produit suite à un déséquilibre entre le niveau de production des espèces réactives de l'oxygène ou de l'azote (ERO et ERA) et la capacité des cellules à les neutraliser par leur systèmes de protection (la défense antioxydante) (Moniczewski *et al.*, 2015; Persson *et al.*, 2014). Ce stress oxydatif peut causer des dommages oxydatifs au niveau des macromolécules biologiques importantes telles que les acides nucléiques, des lipides et les protéines cellulaires (Pisoschi et Pop, 2015; Smaga *et al.*, 2015). Donc, pour éviter ce stress oxydatif les cellules doivent être dotées d'un système de défense efficace, les antioxydants (B Cardin, 2008; Kardeh *et al.*, 2014).

Les espèces réactives de l'oxygène ou ERO sont produites naturellement par le métabolisme cellulaire, ces espèces sont des sous-produits toxiques du métabolisme normal de l'oxygène (Migdal et Serres, 2011).

Les ERO sont produites lors de la réaction de réduction de la molécule d'oxygène (O₂) en molécule d'eau (H₂O) pendant la respiration. En effet, l'oxygène moléculaire est réduit, progressivement, en acceptant les électrons un à un (voir réaction), conduisant à la formation d'une série d'espèces intermédiaires, les ERO (Pisoschi et Pop, 2015).



Une première réduction de l'Oxygène (O₂) conduit à la formation de l'anion superoxyde (O₂•⁻), ensuite l'O₂•⁻ va subir une dismutation sous l'action du superoxyde dismutase (SOD) pour former le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂). L'enzyme catalase (CAT) va détoxifier l'H₂O₂ et va le transformer en le radical hydroxyl (OH•) qui sera réduit par la suite en une molécule d'eau (H₂O) (Klaassen et Amdur, 2013).

Ces ERO sont générées lors des processus aérobie comme par exemple lors de la respiration mais aussi lors d'une pratique physique intense ou suite à une exposition à certaines substances chimiques (toxines, polluants) ou à radiations (UV..) (Poljsak et Milisav, 2013).

Pour éviter un stress oxydatif les cellules des organismes vivant doivent neutraliser les ERO en utilisant les antioxydants (système de défense) (Moniczewski et al., 2015). Un antioxydant est une molécule qui permet de prévenir la synthèse des ERO en inhibant l'initiation des chaînes réactionnelles ou en les désactivant directement (Desmier, 2016; Halliwell et Gutteridge, 1990).

Les antioxydants peuvent être soit enzymatiques telles que les Superoxydes dismutases, Catalase, Glutathions peroxydases, Thiorédoxines) (Moniczewski *et al.*, 2015), ou non enzymatiques telles que l'alpha-tocophérol (vitamine E), l'acide ascorbique (vitamine C), les caroténoïdes (carotènes et xanthophylles), les flavonoïdes (Oroian et Escriche, 2015) et le glutathion (Mukwevho *et al.*, 2014)

Les plantes *Desmodium gangeticum*, *Disthemonanthus benthamianus*, *Ageratum conyzoides...etc* ou leurs dérivés tels que les exsudats et les huiles essentielles constituent des sources très importantes d'antioxydants naturels (Bedi *et al.*, 2004; Bidie *et al.*, 2011; Defraigne et Pincemail, 2008), utilisés aussi bien dans l'industrie agroalimentaire qu'en médecine traditionnelle (Defraigne et Pincemail, 2008).

Plusieurs études ont montré les capacités antioxydants de la gomme arabique (Montenegro *et al.*, 2012). Par exemple, Trommer et Neubert (2005), ont montré des effets antioxydants et réducteurs, dose-dépendante, de la peroxydation lipidique de la peau par la gomme arabique.

Des études ont montré que la gomme arabique s'est révélée efficace, dans des modèles animaux, pour atténuer les toxicités des charges oxydantes dans le rein causées par le traitement au cisplatine (traitement anticancéreux) (Ali et Al Moundhri, 2006). En effet, des études ont montré que le traitement au cisplatine entraînait des réactions d'oxydation accélérées dans les tissus rénaux (Çetin et al., 2006).

Des études ont montré l'efficacité de la gomme arabique, chez l'homme et les animaux, dans la prévention contre le stress oxydatif, en augmentant l'expression et la quantité des enzymes antioxydantes et en diminuant les molécules oxydantes dans les différents organes (Ahmed *et al.*, 2016; Ayaz *et al.*, 2017). Par exemple, des expériences réalisées sur les rats, ont montré que l'administration des solutions de gomme arabique, augmentait la concentration de la superoxyde dismutase, de la catalase et du glutathion dans le foie (Babiker *et al.*, 2017).

Vu les propriétés intéressantes de la gomme arabique dans différents secteurs, l'objectif de notre travail est de rechercher certaines propriétés (physico-chimique, et antioxydantes) à intérêt pharmaceutique.

***M**atériels et méthodes*

Ce travail a été réalisé au niveau du Laboratoire de Biochimie du Centre Universitaire Belhadj Bouchaib- Ain Temouchent (CUBBAT) durant le second semestre du Master 2 de l'année universitaire 2019/2020.

1. Collecte des échantillons de gomm

Les échantillons des gomm caractérisées pour leurs propriétés biochimiques dans cette étude ont été collectés de la ville d'Ain Témouchent, de Tizi Ouzou, de Tlemcen, et d'Oran et sont, respectivement, récoltés des arbres d'amandiers, d'abricotier, de cerisier, et d'*Acacia*.

2. Analyse des caractéristiques physico-chimiques des gomm

Les propriétés physico-chimiques analysées incluent la détermination de la teneur en humidité, du pH, des propriétés gélifiantes, de la teneur en glucides des différentes gomm.

Les activités antioxydantes (catalasique et activité anti-radicalaire par le test de DPPH) des différentes gomm, ont été recherchées.

Chaque test a été répété 3 fois et les valeurs mentionnées dans la partie résultat et discussion correspondent à la moyenne des 3 répétitions.

2.1. Détermination de la teneur en humidité des gomm

Ce test permet de déterminer la quantité en eau des différentes gomm. 2 g de chaque gomme sont déposés dans un dessiccateur et séchés au four à 105°C. Après 5h au four les gomm sont récupérées, refroidies puis pesées.

La teneur en humidité a été exprimée en pourcentage de la perte de poids par rapport au poids d'origine (Yebeyen *et al.*, 2009).

Le pourcentage de l'humidité est calculé selon l'équation suivante :

$$\%H = \frac{(p.e - m)}{p.e} * 100$$

Où :

H = % d'humidité sur l'échantillon

p.e = Prise d'essai

m = masse après séchage

2.2. Détermination du pH des différentes gomm

Des solutions de 25% de chaque gomme sont préparées et le pH de ces solutions est déterminé par utilisation des bandelettes de pH (Yebeyen *et al.*, 2009).

2.3. Détermination des propriétés gélifiantes des gommés

Des solutions de 25% de chaque gomme sont préparées et leurs propriétés gélifiantes sont déterminées qualitativement selon l'échelle : pas gélifiantes, légèrement gélifiantes, modérément gélifiantes et lourdement gélifiante comme décrit par (Chikamai et Banks, 1993; Yebeyen *et al.*, 2009).

2.4. Détermination de la teneur en glucides des gommés

Pour la détermination de la teneur en glucides des gommés, la méthode colorimétrique développée par Dubois *et al.* (1956) a été utilisée.

Dans un tube à essai, 2 mL d'une solution des gommés à 0.1% est mélangée avec 1 mL d'une solution aqueuse à 5% de phénol. Ensuite, 5 mL d'acide sulfurique concentré sont ajoutés, rapidement, au mélange (Albalasmeh *et al.*, 2013; Dubois *et al.*, 1956).

Les tubes à essai sont laissés au repos pendant 10 min, ensuite vortexés pendant 30 secondes et placés au bain-marie pendant 20 min à 30°C. L'absorption est mesurée au spectrophotomètre à 490 nm (Albalasmeh *et al.*, 2013; Dubois *et al.*, 1956).

Le glucose est utilisé comme référence afin de déterminer la teneur en glucides des gommés. Pour cela, une gamme étalon est préparée (40 à 200 µg/mL) à partir d'une solution mère 200 µg/mL de glucose pour établir la courbe étalon $D_o=f([\text{glucides}])$.

3. Recherche d'activité antioxydante chez les gommés

3.1. Recherche d'activité catalasique chez les gommés

L'activité catalasique des gommés a été déterminée par un suivi de la dégradation de l' H_2O_2 en fonction du temps à 240 nm.

Le mélange réactionnel contient dans 2,0 mL 50 mM de tampon phosphate à pH 7, 10,5 mM d' H_2O_2 et 0,5 mL de la solution de la gomme à 0,1%. La diminution de l'absorbance du mélange réactionnel à 240 nm est significative de la dégradation de l' H_2O_2 (Satav *et al.*, 2000).

Afin d'établir la courbe étalon $D_o=f([\text{H}_2\text{O}_2])$ et déterminer la quantité d' H_2O_2 dégradé par la catalase des gommés, on prépare une gamme de solution étalon (1,76 mM à 30 mM) à partir d'une solution mère d' H_2O_2 à une concentration de 30mM.

3.2. Recherche d'activité anti-radicalaire chez les gommés par le test de DPPH

Cette méthode, qui utilise le 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) comme substrat, a été développée par Blois en 1958 dans le but de déterminer l'activité antioxydante (Kedare et Singh, 2011).

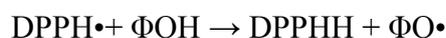
Pour ce test, les différentes concentrations des gommés (0,025, 0,05 et 0,1%), de l'acide ascorbique (100 à 1000 µg/mL) ainsi que la solution DPPH (6×10^{-7} M) sont préparées dans du méthanol (Blois, 1958; Kulisic *et al.*, 2004).

2 mL de la solution des gommés à différentes concentrations sont mélangées au 2 mL de la solution du DPPH. Après, 0 et 30 minutes d'incubation, les DO sont mesurées à 517 nm contre un blanc incubé dans les mêmes conditions et qui contient juste du méthanol et de la gomme (Blois, 1958; Kulisic *et al.*, 2004).

L'activité de dégradation du DPPH a été comparée en utilisant comme référence l'acide ascorbique (un antioxydant). Pour cela, la même réaction est réalisée mais les gommés sont remplacées par de l'acide ascorbique à différentes concentrations (100 à 1000 µg/mL).

La diminution de la DO est synonyme d'une dégradation du DPPH ce qui signifie la présence d'une activité antioxydante (Blois, 1958; Kulisic *et al.*, 2004).

La réaction de dégradation de DPPH est selon Popovici *et al.* (2010):



Le pourcentage de dégradation de DPPH est calculé selon la formule de Yen et Duh (1994) :

$$\%inhibition = \frac{Absorbance_{(blanc)} - Absorbance_{(échantillon)}}{Absorbance_{(blanc)}} \times 100$$

Résultats et discussion

1. Récolte des échantillons de gommages

Les gommages (GA1, GA2, GA3 et GA4) utilisées dans ce travail ont été récoltées des villes d'Ain Témouchent, de Tizi-Ouzou, de Tlemcen et d'Oran.

GA 1 : La gomme arabique de l'arbre d'*Acacia* achetée à Oran.

GA 2 : La gomme de l'arbre d'amandier (*Prunus amygdalus*) récoltée à Ain-témouchent.

GA 3 : La gomme de l'arbre d'abricotier (*Prunus armeniaca*) récoltée à Tizi-Ouzou.

GA 4 : La gomme de l'arbre du cerisier (*Prunus cerasus*) récoltée à Tlemcen.

2. Analyse des caractéristiques physico-chimiques des gommages

2.1. Détermination de la teneur en humidité des gommages

Les résultats de ce test ont révélés la teneur en eau, des différentes gommages. La GA 4 est celle qui a la teneur en eau la plus élevée (0,81%) suivi de la GA3 (0,57%) et de la GA2 (0,53%), et en enfin la GA 1 a la teneur en eau la plus faible (0,29%).

Ces teneurs en eau sont inférieurs aux résultats obtenus par différents travaux. En effet, des travaux ont montré que les gommages arabiques peuvent avoir des teneurs en eau de 15% (Idris *et al.*, 1998; Karamalla *et al.*, 1998; Mhinzi et Mrosso, 1998), de 13,4 %, (Yusuf, 2011) et de 9,2 à 9,5% (Elamin et Hassan, 2019).

Il a été rapporté que la différence de la teneur en eau des gommages, peut être due aux différences dans les processus de manipulation, au cours des différentes expériences, tels que le séchage ou le stockage des gommages (Elamin et Hassan, 2019).

D'après les spécifications international de quelque organisation tels que JECFA (joint Expert Committee for Food Additive) le teneur en humidité de la gomme arabique est <15 (Yebeyen *et al.*, 2009). Si la teneur d'humidité des gommages est supérieure à 15%, il y a un risque que les gommages pourrissent pendant le stockage et deviennent inutilisables (Iipumbu, 2008). D'après les résultats qu'on a obtenus nos gommages sont bonnes pour être utilisée et stockée.

2.2. Détermination du pH des différentes gommages

Ce test a été effectué en utilisant des bandelettes de pH. Les résultats montrent que les solutions des gommages utilisées dans cette étude, présentent des pH acides à neutre. Effet, la solution de la gomme GA1 présente un pH de 4, les solutions des gommages GA2 et GA4 présentent un pH entre 6 et 7, la solution de la gomme GA3 présente un pH de 6 (Figure 4).

Cette différence des pH a été aussi observée chez différentes gommes arabiques. En effet, des travaux ont montré que les gommes arabiques ont un pH acide de 4 (Chikamai, 1998; Karamalla *et al.*, 1998; Mhinzi, 2003), c'est le pH mesuré pour la solution de la gomme GA1.

Par contre, les pHs mesurés pour les solutions des gommes GA2, GA3 et GA4 sont moins acides ou proche du neutre (entre 6 et 7), comme ce qui a été montré dans l'étude de Yaumi *et al.* (2016), des gommes avec des pH qui peuvent monter à 6,41.

L'acidité des gommes est due à leur composition chimique et entre autres à leur teneur en polysaccharides acides, l'acidité de ces polysaccharides est due aux acides uroniques présents dans leurs structures (Abu Baker *et al.*, 2007; Ahmed *et al.*, 2009).

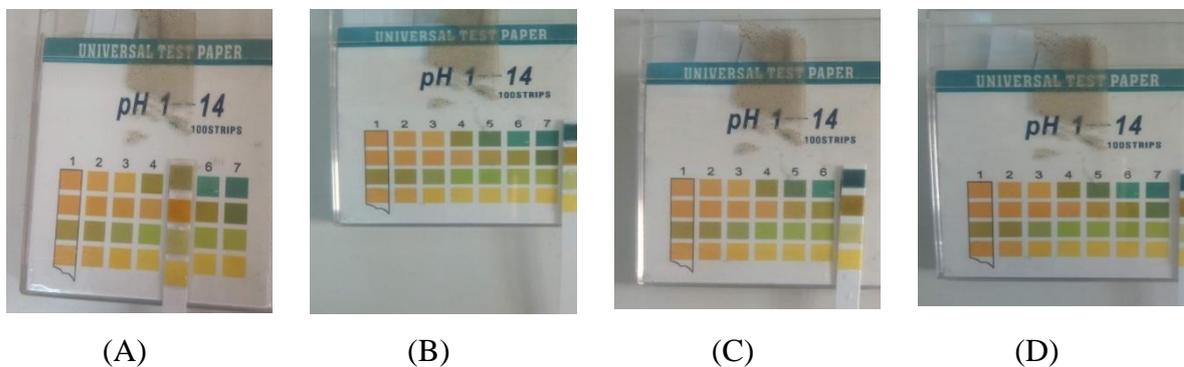


Figure 4 : Les pHs des gommes testées. (A) :GA1 ; (B) :GA2 ; (C) :GA3 ; (D) :GA4.

2.3. Détermination des propriétés gélifiantes des gommes

Les résultats de ce test ont révélés que les solutions des gommes testées sont légèrement à modérément gélifiante pour la solution de la gomme GA1, fortement gélifiante pour la solution de la gomme GA3, et extrêmement gélifiante pour les solutions des gommes GA2 et GA4 (Figure 5).

Des travaux ont montré que des gommes arabiques ont une propriété gélifiante modérée, (Chikamai, 1998; Idris *et al.*, 1998; Karamalla *et al.*, 1998; Mhinzi et Mrosso, 1998), ce qui a été trouvé pour la gomme GA1. D'autres études ont montré que des gommes arabiques de présentent une propriété gélifiante forte (Chikamai et Banks, 1993), ce qui a été trouvé pour la gomme GA3.

Par contre, pour les autres gommes (GA2 et GA4), les résultats montrent qu'elles sont extrêmement gélifiantes, cette propriété gélifiante extrême peut être due aux pH de ces 2 gommes qui ont un pH entre 6 et 7.

En effet, le gel peut être influencé par des propriétés physico-chimiques telles que les modifications du pH de la solution de la gomme. Glicksman (1982) a signalé que lorsqu'un gel

est neutre il y'a une forte corrélation des chaînes polymériques (ces chaînes permettent la solidification de gel) et lorsque la préparation est trop acide ($\text{pH} < 3.5$) le gel ne se solidifiera pas de fait que les chaînes polymériques du gel seront dégradées. Ce que nos résultats montrent, plus le pH est acide et moins la gomme a des propriétés gélifiantes. En effet, la GA1 a un pH de 4 avec une propriété gélifiante légère à modéré, la GA3 à un pH de 6 est une propriété gélifiante forte, et les GA2 et GA4 ont un pH entre 6 et 7 et une propriété gélifiante extrême.

Le gel peut être aussi influencé par la région de la récolte de la gomme (Saidou, 2012). Nos résultats montrent que la gomme GA1 récolté d'Oran a une propriété gélifiante légère à modéré, par contre la gomme GA3 récolté de Tizi-ouzou a une propriété gélifiante forte, et les gomme GA2, GA4 récoltées d'Ain Témouchent et de Tlemcen, respectivement, ont des propriétés gélifiantes extrêmes.

Les propriétés gélifiantes des gommes peuvent différer, entre autres, en fonction de la région de la récolte et de l'espèce de l'arbre qui les produise (Saidou, 2012).

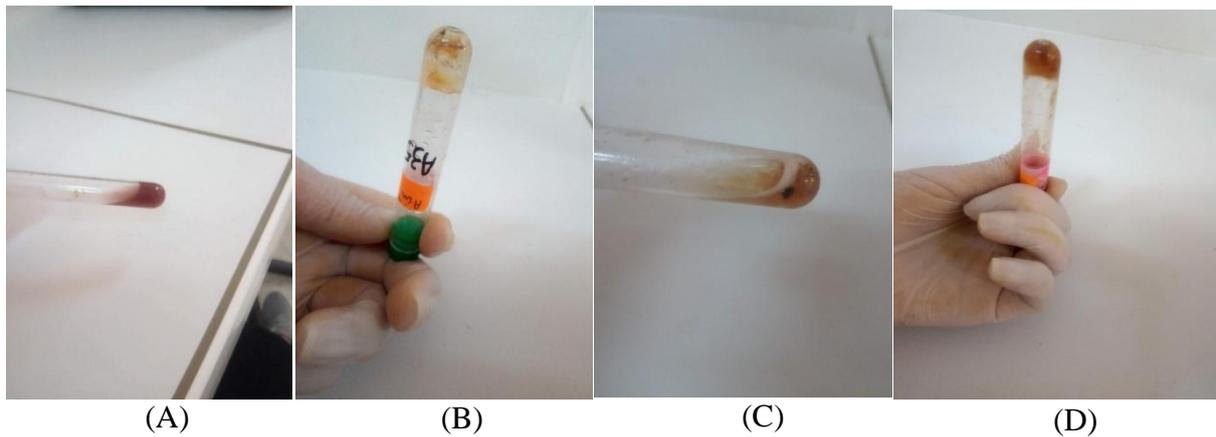


Figure 5 : Les propriétés gélifiantes des gommes testées. (A) :GA1 ; (B) :GA2 ; (C) :GA3 ; (D) :GA4.

2.4. Détermination de la teneur en glucides des gommes

Pour déterminer la teneur en glucides des différentes gommes arabiques, une courbe étalon a été réalisée en utilisant le glucose comme standard (Le Parc *et al.*, 2014)(Figure 6).

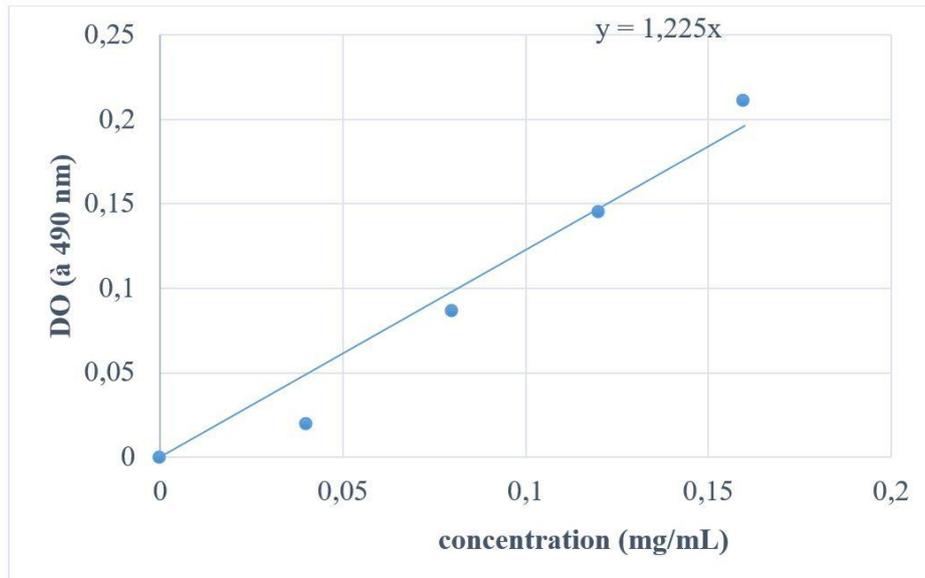


Figure 6 : Courbe d'étalon de glucose

Les résultats de ce test ont révélés la teneur en glucides, des différentes gommés. La GA 1 est celle qui a la teneur en glucides la plus élevée (45,224 % (p/p)) suivi de la GA2 (22,775 % (p/p)) et de la GA4 (4,408 % (p/p)) et en enfin la GA3 a la teneur en glucides la plus faible (1,469 % (p/p)).

Des travaux ont montré que les gommés arabiques ont un teneur en glucide égale à 46,8% (Dubois *et al.*, 1956), un résultat proche de ce qui a été trouvé pour la gomme GA1. Par contre, les gommés GA2, GA3 et GA4, ont une teneur en glucides plus faibles que ce qui a été trouvé par (Dubois *et al.*, 1956).

D'autres travaux ont trouvé des teneurs en glucides encore supérieures à ce qu'on a trouvé par exemple, des teneurs en glucide de 78,9 % (Akiyama *et al.*, 1984) et de 94% (Lopez-Torrez *et al.*, 2015).

La différence de la teneur en glucides des gommés peut être due à l'espèce de l'arbre et à son âge. Elle est due aussi au climat et à la saison de la récolte (Al Assaf *et al.*, 2005; Siddig *et al.*, 2005). Des études ont montré, aussi, que les différences de la teneur en glucides peuvent être dues à la différence, de ces gommés, dans la teneur en protéines et en minéraux (Lopez-Torrez *et al.*, 2015).

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des différentes gommages testées

	H % (teneur en eau)	pH	Caractéristique gélifiantes	Teneur en glucides (p/p %)
GA1	0,29	4	légère à modéré	45,22
GA2	0,53	6 - 7	Extrême	22,77
GA3	0,57	6	Fort	1,46
GA4	0,81	6 - 7	Extrême	4,40

3. Recherche d'activité antioxydante chez les gommages

3.1. Recherche d'activité catalasique chez les gommages

Pour déterminer la quantité de l' H_2O_2 dégradée, une courbe étalon a été réalisée en utilisant différentes concentrations d' H_2O_2 (Figure 7).

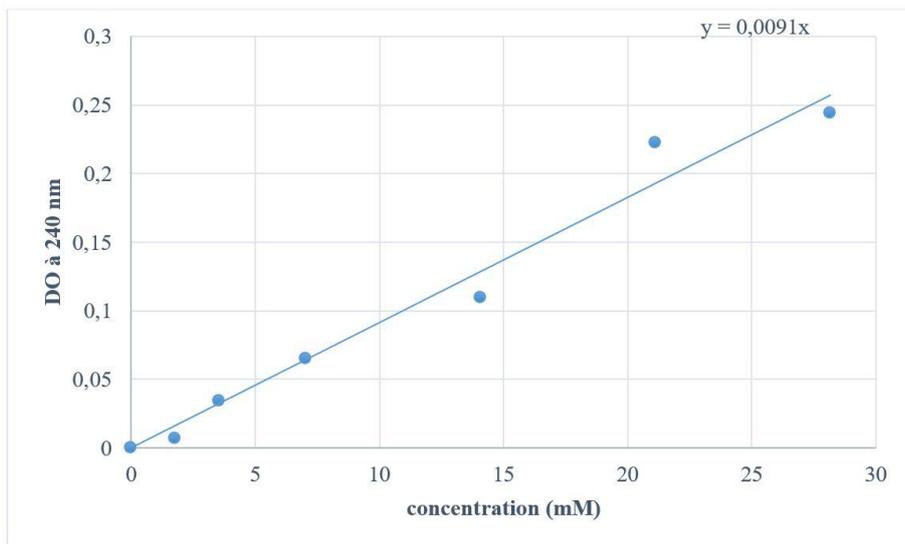
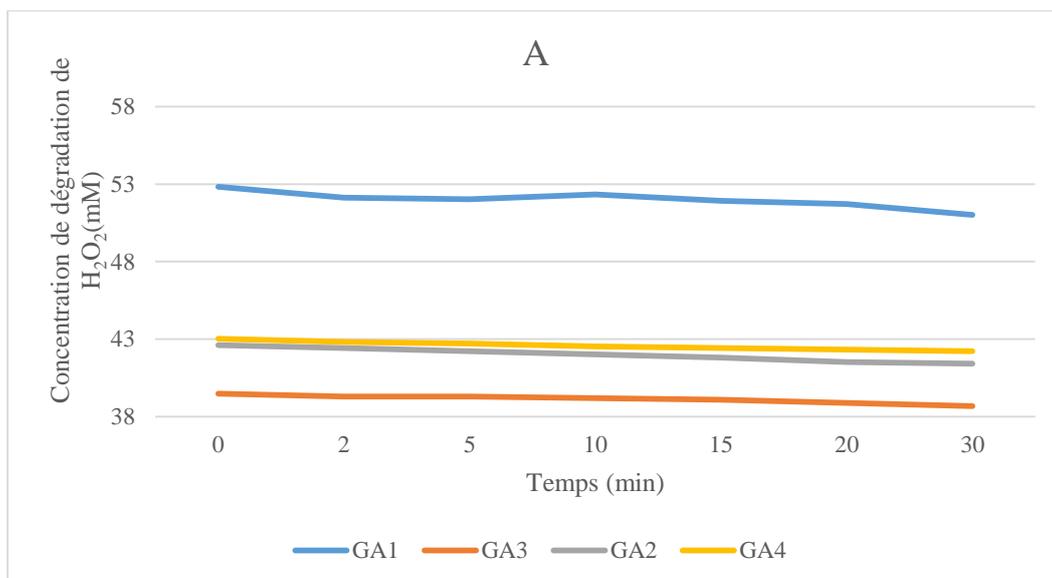


Figure 7 : Courbe étalon du H_2O_2 .

Dans cette expérience, la recherche d'activité catalasique a été réalisée par un suivi de la dégradation de l' H_2O_2 par les solutions des gommages à 0,1% (Figure 8).



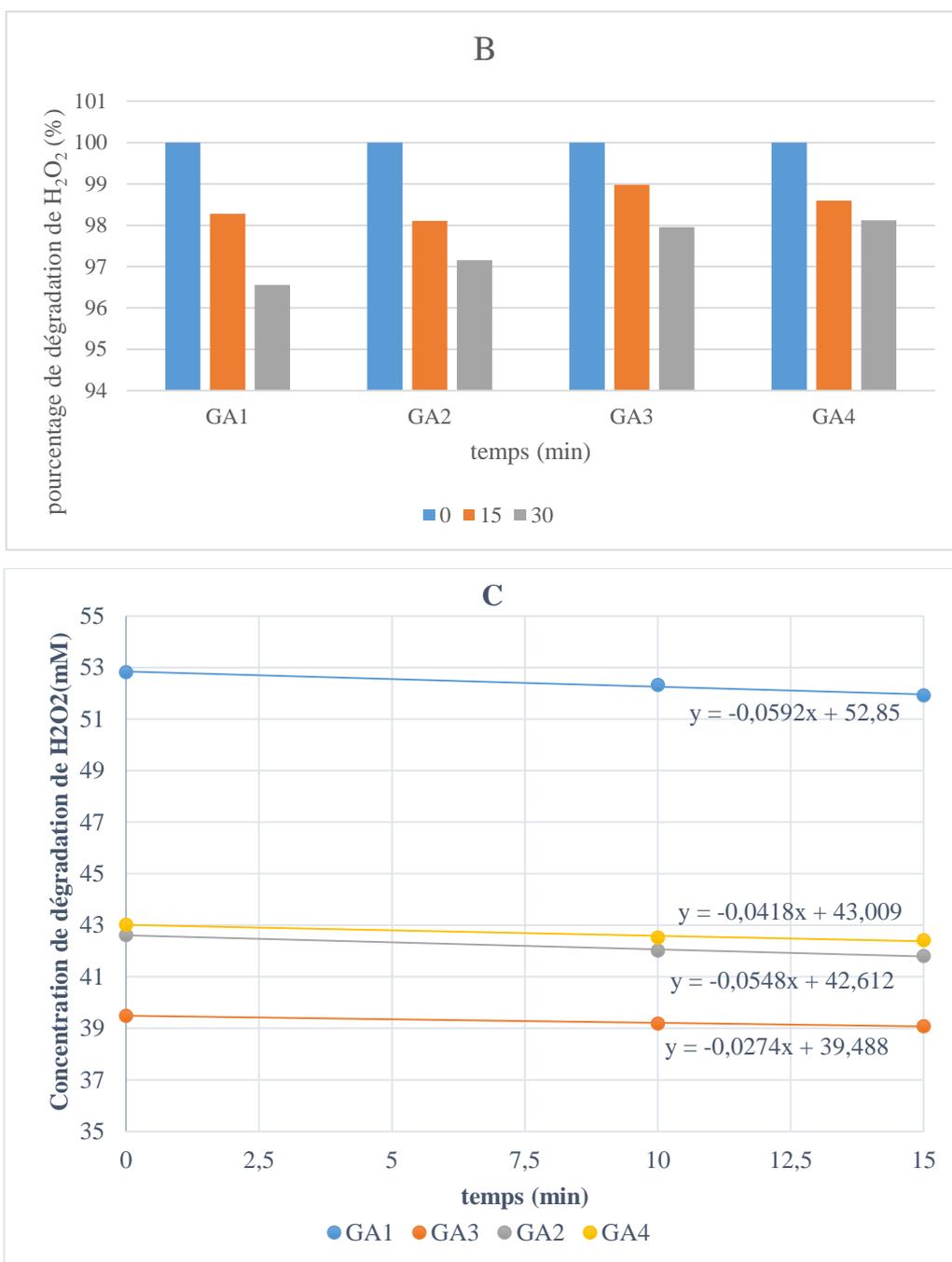


Figure 8 : Influence du temps sur la dégradation de l'H₂O₂ par les différentes gommes.

- A) : Cinétique de dégradation de l'H₂O₂ par les différentes gommes,
- B) : Pourcentage de dégradation de l'H₂O₂ par les différentes gommes
- C) : Vitesse de dégradation de l'H₂O₂ par les différentes gommes

Les résultats obtenus montrent que les 4 solutions de gommes ont une faible voir une activité de dégradation de l'H₂O₂ (Figure 8 A et B). L'activité catalasique peut être, aussi, affectée par les conditions de stockage des échantillons, il a été montré par exemple, que la température et

la durée de stockage des échantillons de plantes affectait leur activité catalasique (Dinçler et Aydemir, 2001).

Les concentrations de H₂O₂ dégradées, entre 0 et 15 minutes, par les solutions des gommages GA1, GA2, GA3 et GA4 sont, respectivement, de 0,909 mM, 0,808 mM, 0,404 mM, et 0,606 mM. Ensuite ces concentrations, augmentent après 30 min, à 1,818 mM, 1,212 mM, 0,808 mM et 0,808 mM, respectivement, pour les gommages GA1, GA2, GA3, et GA4 (Figure 8 A).

La gomme GA1 possède la plus forte capacité à dégrader l'H₂O₂, suivie de la GA2. Les gommages GA3 et GA4, les plus faibles par rapport aux GA1 et GA2, possèdent des capacités identiques à dégrader l'H₂O₂.

Les vitesses initiales de dégradation de H₂O₂, par les solutions des gommages GA1, GA2, GA3 et GA4 sont, respectivement, de 0,0592 mM/min, 0,0548 mM/min, 0,0274 mM/min et 0,0418 mM/min (Figure 8 C).

La gomme GA1 possède la vitesse initiale de dégradation de l'H₂O₂, la plus élevée, suivie respectivement de la GA2, la GA4 et enfin la GA3.

L'activité antioxydante de la gomme arabique a été étudiée et il a été montré qu'en raison de la présence de divers composés antioxydants, la gomme arabique peut agir en piégeant les métabolites réactifs de l'oxygène (Ali *et al.*, 2013; Ali *et al.*, 2009).

Il a été montré aussi par plusieurs études que la gomme arabique permet aussi d'augmenter l'activité antioxydante (comme par exemple, l'activité catalasique) en augmentant la synthèse des molécules antioxydantes (Ahmed *et al.*, 2015; Babiker *et al.*, 2017).

En revanche, Ali (2004) a rapporté que l'administration de la gomme arabique à des concentrations de 2,5%, 5% et 10% dans de l'eau pendant 8 jours consécutifs à des rats n'a pas modifié de manière significative les concentrations des antioxydants tels que le glutathion, l'acide ascorbique, la superoxyde dismutase...

3.2. Recherche d'activité anti-radicalaire chez les gommages par le test de DPPH

Le DPPH a été largement utilisé comme un radical libre pour étudier la capacité des extraits des plantes à agir comme piègeurs de radicaux libres (Brand-Williams *et al.*, 1995). En général, les antioxydants réagissent avec le DPPH (2,2'-diphényl-1-picryle hydrazyle), qui est un radical de couleur violette foncée et avec une absorption caractéristique à 517 nm, et le convertir en 2,2'-diphényl-1-picryle hydrazine, cette propriété est due à la capacité de l'antioxydant à donner les atomes d'hydrogène au 2,2'-diphényl-1-picryle hydrazyle (DPPH) pour le transformer en 2,2'-diphényl-1-picryle hydrazine (DPPH-H) (Adjaj, 2018; Hajlaoui *et al.*, 2010; Sánchez-

Moreno, 2002; Sethiya *et al.*, 2014). Ce test a été réalisé pour détecter les propriétés antioxydants des 4 gommés.

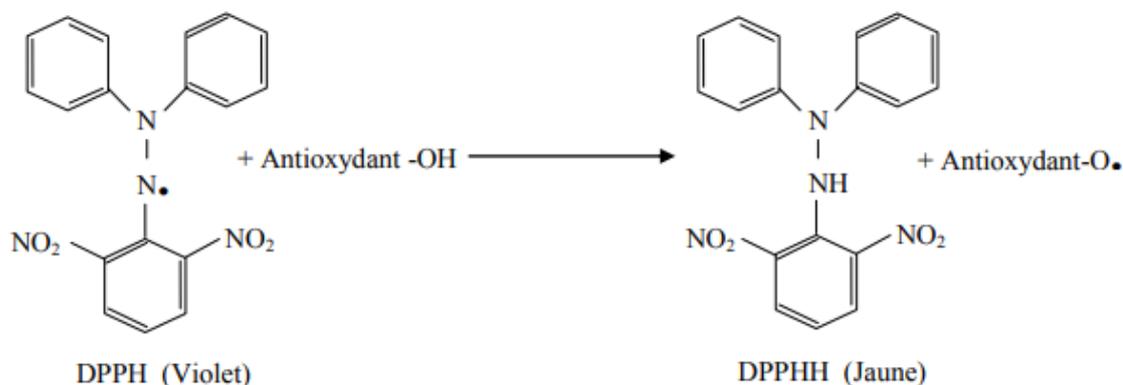


Figure 9 : Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH (Talbi *et al.*, 2015; Zerargui, 2018)

Cette méthode permet de suivre spectrophotométriquement l'inhibition de radical DPPH (2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl) à 517 nm, après incubation de 2mL du DPPH avec 2mL des solutions de gommés à différentes concentrations.

La Figure 10 ci-dessous représente la courbe étalon de DPPH qui sera utilisée pour calculer la quantité du DPPH dégradée.

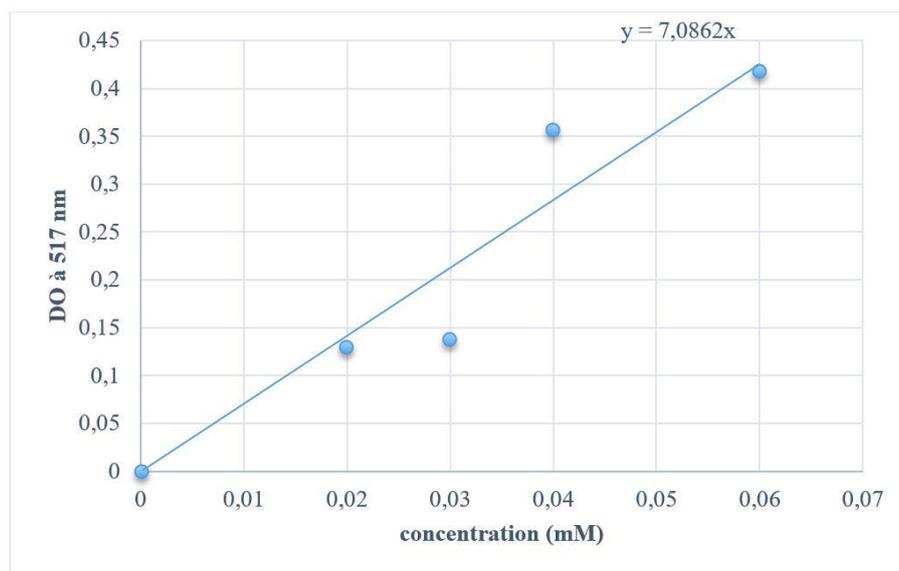


Figure 10 : Courbe étalon du DPPH.

D'après les résultats obtenu, on remarque que il y'a une diminution dans les concentrations du DPPH en présence des solutions des 4 gommes (Figure 11), ce qui signifie qu'il y a dégradation du DPPH et présence d'activité anti radicalaire chez les gommes.

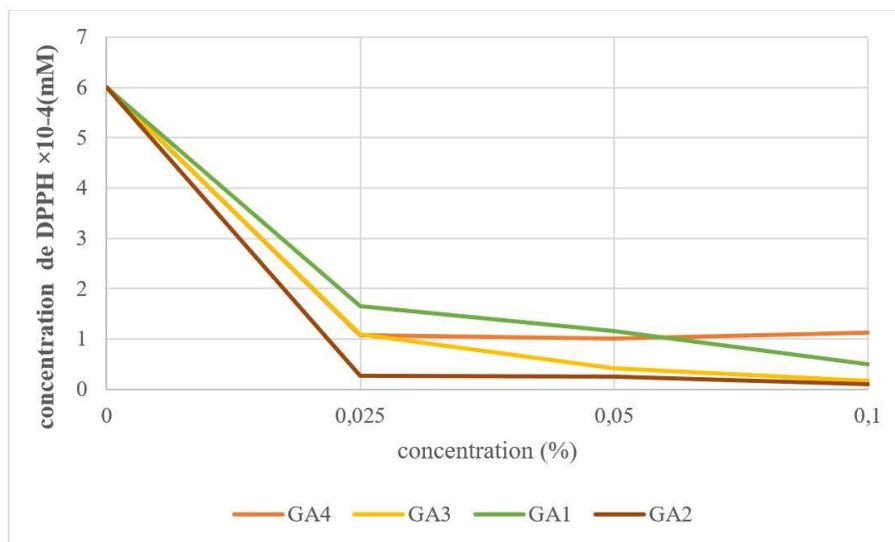


Figure 11 : Courbe d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration des gommes.

Les résultats de ce test montrent aussi que le pourcentage d'inhibition du DPPH augmente en fonction de l'augmentation de la concentration des gommes, sauf pour la gomme GA4 où le pourcentage d'inhibition n'est pas influencé par la concentration de cette gomme (Figure 11).

Les résultats obtenus montrent que l'augmentation de la concentration des gommes augmentait en même temps l'inhibition du DPPH (Figure 12). Les pourcentages d'inhibition du DPPH augmentaient en fonction de la concentration de la gomme, respectivement, pour les concentration de 0,025%, 0,05% et 0,1% de 92,82% à 93,90% à 97,16% pour la GA1, de 95,88% à 96,05% à 97,82% pour la gomme GA2, de 95,34% à 96,82% à 98,59% pour la gomme GA3, et de 95,12% à 95,38% à 94,93% pour la gomme GA4.

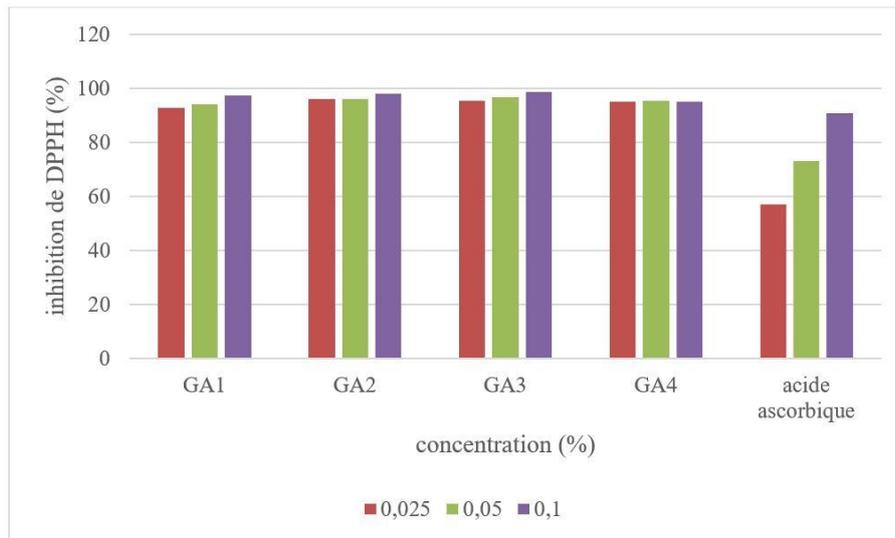


Figure 12 : Inhibition du DPPH par les 4 gommés testés et l'acide ascorbique à différentes concentrations.

Les résultats exprimés en pourcentage de l'activité anti-radicalaire, révèlent que tous les gommés testés ainsi que l'acide ascorbique pris comme référence sont des antiradicalaires.

Pour la concentration des gommés la plus faible qu'on a testée (0,025%), la gomme GA2 a présenté l'activité anti-radicalaire la plus élevée (95,88% d'inhibition du DPPH), suivie, respectivement, de la GA3 (95,34% d'inhibition du DPPH), de la GA4 (95,12% d'inhibition du DPPH) et enfin de la GA1 (92,82% d'inhibition du DPPH).

Pour la concentration des gommés la plus élevée qu'on a testée (0,1%), la gomme GA3 a présenté l'activité anti-radicalaire la plus élevée (98,59% d'inhibition du DPPH), suivie de la GA2 (97,82% d'inhibition du DPPH), suivie de la GA1 (97,16% d'inhibition du DPPH) et enfin de la GA4 (94,93% d'inhibition du DPPH).

On constate aussi de ces résultats que les 4 gommés, testés aux différentes concentrations 0,025%, 0,05% et 0,1%, présentent des activités anti-radicalaires plus élevées que celles de l'acide ascorbique à ces mêmes concentrations 0,025%, 0,05% et 0,1%.

En effet, pour la concentration 0,025%, inhibition du DPPH est entre 92,82% et 95,88% pour les 4 gommés contre 57,04% pour l'acide ascorbique, pour la concentration 0,05%, l'inhibition du DPPH est entre 93,90% et 96,82% pour les 4 gommés contre 73,08% pour l'acide ascorbique et pour la concentration 0,1%, inhibition du DPPH est entre 94,93% et 98,59% pour les 4 gommés contre 90,90% pour l'acide ascorbique (Figure 12).

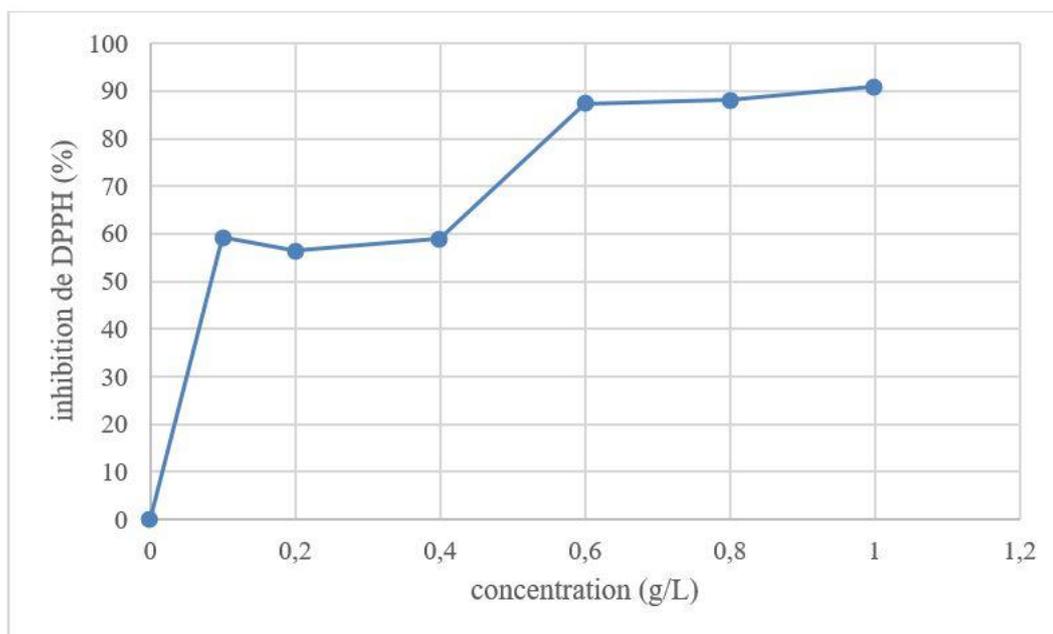
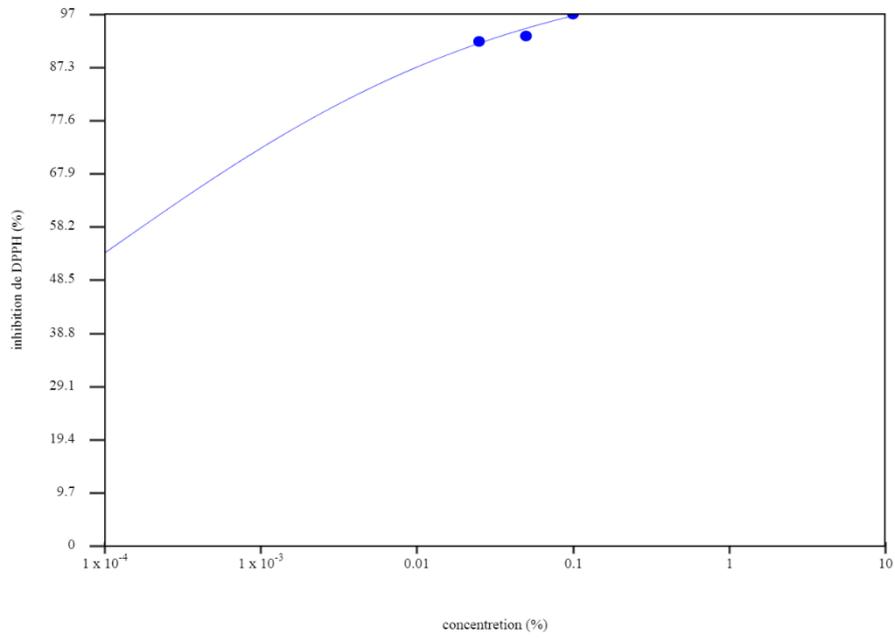


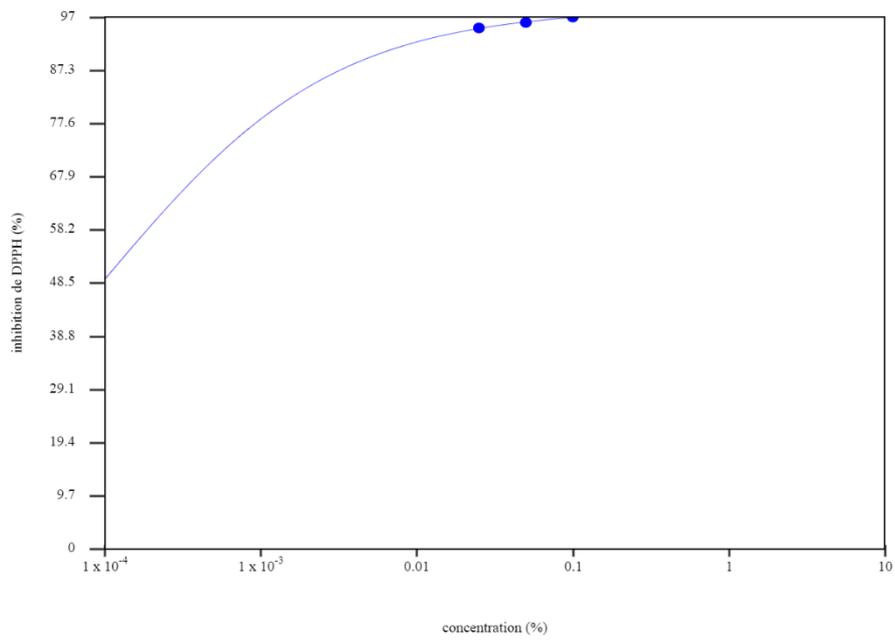
Figure 13 : Inhibition du DPPH par l'acide ascorbique à différentes concentrations.

À des fins comparatives, nous avons évalué un autre paramètre le IC₅₀ (concentration inhibitrice médiane) qui exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50% (plus la valeur d'IC₅₀ est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande) (Djeddi *et al.*, 2015). Les valeurs de l'IC₅₀ ont été déterminées graphiquement par la régression linéaire à l'aide de logiciels de ATT Bioquest (ATT Bioquest, 2019). L'antioxydant standard utilisé dans cette étude (l'acide ascorbique) a montré une activité anti radicalaire avec une IC₅₀ de l'ordre de 0,094 mg/mL (Figure 13). Cette valeur est proche de la valeur de IC₅₀ de l'acide ascorbique trouvé par Talbi *et al.* (2015) et qui est égale à 0,13 mg/mL. La concentration la plus faible des gommes qui a été testée, c'est-à-dire de 0,025% est trop élevée du fait qu'elle a inhibé directement plus de 90% du DPPH. Des concentrations plus faibles de ces gommes doivent être testées pour permettre de suivre la cinétique d'inhibition du DPPH. De ce fait, on peut calculer que approximativement et mathématiquement le IC₅₀ qui de 0,006mg/mL pour GA1, de 0,001mg/mL pour GA2 et de 0,001mg/mL pour GA3 (Figure 14). Le IC₅₀ de la GA4 ne peut être calculé, du fait que les pourcentages d'inhibition arrivent à leur maximum à la plus petite des concentration de gomme testé et reste stable pour les autres concentrations.

A



B



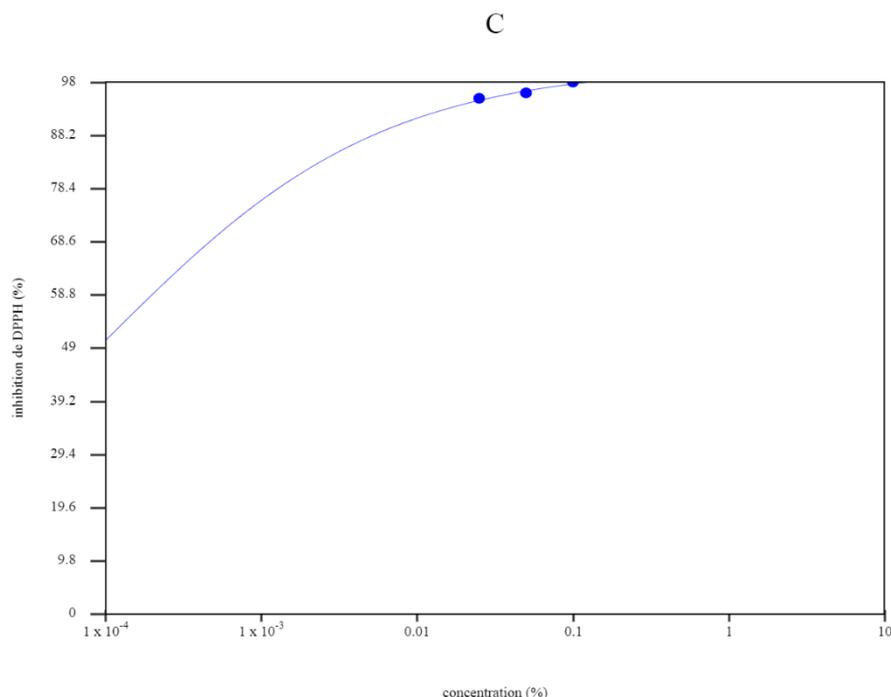


Figure 14 : Inhibition du DPPH par les gommages à de différentes concentrations.

- (A): Courbe de l'inhibition de la gomme GA1
- (B): Courbe de l'inhibition de la gomme GA2
- (C): Courbe de l'inhibition de la gomme GA3

La valeur d'IC50 la plus faible indique l'effet scavenger le plus fort. Selon les valeurs calculées de IC50 des gommages (entre 0,001mg/mL et 0.006mg/mL) (Figure 14) et le IC50 de l'acide ascorbique (IC50 = 0,094 mg/mL), celui des gommages est plus faible que celui de l'acide ascorbique, ce qui indique que l'effet scavenger sur le radical DPPH des gommages (GA1, GA2, GA3) est plus efficace et plus fort que celui de l'acide ascorbique. Ces valeurs mathématiques sont en corrélation avec les résultats expérimentaux de comparaison des pourcentages d'inhibition du DPPH par les gommages et par l'acide ascorbique aux concentrations de 0,025%, 0,05% et 0,1% (Figure 12) et qui a montré que les gommages ont un fort potentiel d'inhibition du DPPH que l'acide ascorbique.

Cette propriété anti-radical des gommages peut être liée au fait que ces dernières sont considérées comme des polysaccharides, et il a été montré que des polysaccharides naturels peuvent être des antioxydants en raison de leur capacité de donneur d'hydrogène (Delattre *et al.*, 2015; Hu *et al.*, 2016).

4. Discussion générale

Les gommés des arbres et en particulier les gommés arabiques sont recherchées par plusieurs scientifiques pour être utilisées dans divers secteurs industriel et ceci en raison des propriétés, entre autres, physicochimiques, pharmaceutiques, biochimiques, qu'elle possèdent (Musa *et al.*, 2018). L'objectif de notre travail était de rechercher certaines propriétés (physico-chimiques, et antioxydantes) chez des gommés de plantes.

Pour cette étude 4 gommés ont été utilisées, la gomme d'*Acacia* (arabique) achetée à Oran (GA1), la gomme de l'arbre d'amandier récoltée à Ain-témouchent (GA2), la gomme de l'arbre d'abricotier récoltée à Tizi-Ouzou (GA3) et la gomme de l'arbre du cerisier récoltée à Tlemcen (GA4).

Les résultats du test de la teneur en humidité des différentes gommés ont révélés que cette teneur varie entre 0,29% (la gomme GA 1) et 0,81% (la gomme GA 4) (Tableau 7). Ces teneurs sont inférieures avec ce qui a été trouvé dans certains travaux, qui ont montré des teneurs en eau qui varient entre 9,2% et 15% (Elamin et Hassan, 2019; Idris *et al.*, 1998; Karamalla *et al.*, 1998; Mhinzi et Mrosso, 1998; Yusuf, 2011). La différence dans la teneur en eau est influencé par les conditions de séchage ou de stockage des gommés (Elamin et Hassan, 2019). D'après les spécifications internationales (JECFA) la teneur en humidité des gommés doit être inférieure à 15%, et si la teneur en humidité est supérieur à 15% il y'a risque que les gommés pourrissent et deviennent inutilisable (Iipumbu, 2008). Ce qui signifie que nos gommés sont bonnes pour être utilisé et stockée.

Les résultats de test de la détermination de pH montrent que ce pH est différent entre les gommés et se situe entre pH 4 (la gomme GA1) et pH 7 (les gommés GA2 et la GA4) (tableau 7). Des travaux ont montré que les pH des gommés est de 4 (Chikamai, 1998; Karamalla *et al.*, 1998; Mhinzi, 2003), et d'autres études ont montré que les gommés avait un pH 6,41 (Yaumi *et al.*, 2016). Ces variations de pH peuvent être attribuées à la source ou à la région de provenance de la gomme (Nguyen, 2014). Le pH des gommés peut être, aussi, influencé par leur teneur en polysaccharides acides, l'acidité de ces polysaccharides est due aux acides uroniques présents dans leurs structures (Abu Baker *et al.*, 2007; Ahmed *et al.*, 2009).

Les résultats de test de la détermination des propriétés gélifiantes ont révélés que les solutions des gommés testées sont légèrement gélifiante (la gomme GA 1) à extrêmement gélifiante (la gomme GA2 et GA4) (Tableau7). La propriétés gélifiante peuvent être influencées

par la région de la récolte de la gomme, ou de l'espèce de l'arbre qui les produise (Saidou, 2012), elles peuvent être, aussi, dues aux différences des propriétés physico-chimiques des gommes telles que les différence de pH de la solution de la gomme, il a montré que lorsque la préparation est trop acide le gel ne se solidifiera pas de fait que les chaînes polymériques du gel seront dégradées (Glicksman, 1982). Ce que nos résultats montrent, plus le pH est acide et moins la gomme a des propriétés gélifiantes (tableau7).

Les résultats de test de la teneur en glucides des différentes gommes varient entre 1,469 % (p/p) (la gomme GA3) et 45,224 % (p/p) (la gomme GA 1) (Tableau 7). Des travaux ont montré que les gommes ont un teneur en glucide égale à 46,8% (Dubois *et al.*, 1956), proche de ce qui a été trouvé pour la gomme GA1. Il a été remarqué que la différence de la teneur en glucides des gommes peut être influencée par la teneur en protéines et en minéraux des gommes (Lopez-Torrez *et al.*, 2015), mais aussi par l'espèce de l'arbre et son âge, par le climat et la saison de la récolte (Al Assaf *et al.*, 2005; Siddig *et al.*, 2005).

Les résultats obtenus du test de la recherche d'activité catalasique montrent que les 4 solutions de gommes ont une faible activité de dégradation de l'H₂O₂. L'activité catalasique peut être, affectée par les conditions de stockage des échantillons (Dinçler et Aydemir, 2001). La gomme GA1 possède la plus forte capacité (1,818 mM) et la plus grande vitesse (0,0592 mM/min) de dégradation de l'H₂O₂, par contre la gomme GA3 possède la plus faible capacité (0,808 mM) et la plus lente vitesse (0,0274 mM/min) de dégradation de l'H₂O₂ (Tableau 7). Il a été montré, qu'en raison de la présence de divers composés antioxydants, la gomme arabique peut agir en piégeant les métabolites réactifs de l'oxygène (Ali *et al.*, 2013; Ali *et al.*, 2009).

Les résultats obtenus de test de la recherche d'activité anti-radicalaire montrent que les pourcentages d'inhibition du DPPH augmentaient en fonction de la concentration de la gomme. Pour la concentration des gommes la plus faible qu'on a testée (0,025%), la gomme GA2 a présenté l'activité anti-radicalaire la plus élevée (95,88%). Pour la concentration des gommes la plus élevée qu'on a testée (0,1%), la gomme GA3 a présenté l'activité anti-radicalaire la plus élevée (98,59%) (Tableau 7). Les pourcentages d'inhibition du DPPH des 4 gommes, testées aux différentes concentrations sont plus élevés que le pourcentage d'inhibition du DPPH de l'acide ascorbique (Figure 12), donc les activités anti-radicalaires des 4 gommes sont plus fortes que celles de l'acide ascorbique. Le calcul approximatif de l'IC₅₀ a confirmé les résultats obtenus sur la capacité anti-radicalaire des gommes comparés à celles de l'acide ascorbique. Ce

calcul a montré que l'IC50 des gommés (entre 0,001 mg/mL et 0,006 mg/mL) est plus faible que celui de l'acide ascorbique (0,094mg/mL), ce qui indique que l'effet scavenger sur le radical DPPH des gommés est plus fort que celui de l'acide ascorbique.

Les propriétés antioxydantes des gommés peut être attribuées aux polysaccharides qu'elles contiennent, en effet, il a été montré que des polysaccharides naturels, et en raison de leur capacité de donneur d'hydrogène, peuvent être des antioxydants (Delattre *et al.*, 2015; Hu *et al.*, 2016).

D'après l'ensemble des résultats obtenus des tests effectués, on remarque que les 4 gommés ont des propriétés physico-chimiques différentes (teneur en eau et en glucide, pH et propriétés gélifiantes) (Tableau 7). Cette différence des résultats est en accord avec ce qui a été montré par d'autres études, sur l'influence de la source de la gomme et la région de provenance de la gomme, sur les propriétés des gommés (Al Assaf *et al.*, 2005; Nguyen, 2014; Saidou, 2012; Siddig *et al.*, 2005). Pour l'activité antioxydante des 4 gommés, une différence dans l'activité de dégradation de l'H₂O₂ a été observée entre les gommés, par contre, l'activité de piégeage du DPPH se ressemble entre les gommés.

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des résultats des tests de caractérisation des gommés.

	Teneur en eau %	pH	Caractéristique gélifiantes	Teneur en glucides (p/p %)	Concentration de dégradation de H ₂ O ₂ (mM)		Vitesse de dégradation de H ₂ O ₂ (mM/min)	Inhibition de DPPH		
					0-15min	0-30min		Les concentrations des gommés	Les pourcentages (%)	IC50 (mg/mL)
GA1	0,29	4	légère à modéré	45,22	0,909	1,818	0,0592	0,025	92,82	0,006
								0,05	93,90	
								0,1	97,16	
GA2	0,53	6 - 7	Extrême	22,77	0,808	1,212	0,0548	0,025	95,88	0,001
								0,05	96,05	
								0,1	97,82	
GA3	0,57	6	Fort	1,46	0,404	0,808	0,0274	0,025	95,34	0,001
								0,05	96,82	
								0,1	98,59	
GA4	0,81	6 - 7	Extrême	4,40	0,606	0,808	0,0418	0,025	95,12	/
								0,05	95,38	
								0,1	94,93	

Conclusion générale et
perspective

Conclusion générale et perspective

Des propriétés physico-chimiques et biochimiques de 4 gommés récupérées à partir l'arbre d'*Acacia* achetée à Oran (GA1), de l'arbre d'amandier récoltée à Ain-témouchent (GA2), de l'arbre d'abricotier récolté à Tizi-Ouzou (GA3), la gomme de l'arbre du cerisier récoltée à Tlemcen (GA4) ont été recherchées, afin de caractériser ces gommés.

Les résultats de cette caractérisation ont montré que les gommés avaient, respectivement, des teneurs en eau et en glucides de 0,29% et 45,22% pour GA1, 0,53% et 22,77% pour la GA2, 0,57% et 1,46% pour la GA3, et 0,81% et 4,40% pour la GA4.

Les résultats des tests du pH et propriétés gélifiantes pour les solutions des gommés, montrent que la GA1 a un pH 4 avec une propriété gélifiante légère à modérée, la GA2 et la GA4 ont un pH 6-7 avec une propriété gélifiante extrême, et enfin la GA3 a un pH 6 avec une propriété gélifiante forte.

Les résultats de la recherche de l'activité catalasique montrent que les quantités d' H_2O_2 dégradées en 30 min par les solutions des gommés à 0,1% de GA1, GA2, GA3 et GA4 sont respectivement, de 1,818 mM, 1,212 mM, 0,808 mM et 0,808 mM, et les vitesses initiales de dégradation de l' H_2O_2 , par les solutions de ces mêmes gommés sont, respectivement, de 0,0592 mM/min, 0,0548 mM/min, 0,0274 mM/min et 0,0418 mM/min. La différence entre certaines gommés dans les capacités de dégradation de l' H_2O_2 , la gomme récoltée de l'arbre d'*Acacia* (GA1) possède la plus forte capacité et la plus grande vitesse de dégradation de l' H_2O_2 comparé aux autres gommés.

Concernant le test de l'activité anti-radicalaire, Les résultats obtenus montrent que les pourcentages d'inhibition du DPPH est proportionnel aux concentrations des gommés. Les pourcentages de l'inhibition de DPPH par les gommés aux concentrations de 0,025%, 0,05%, et 0,1 % sont, respectivement, de 92,82%, 93,90%, et 97,16% pour la GA1, de 95,88%, 96,05% et 97,82% pour la GA2, de 95,34%, 96,82% et 98,59% pour la GA3, de 95,12%, 95,38% et 94,93% pour la GA4 et de est de 57,04%, 73,08% et 90,90% pour l'acide ascorbique. Pour IC50 des gommés est entre 0,006mg/mL et 0,001mg/mL et celui de l'acide ascorbique est de 0,094 mg/mL. Ce qui montre que l'activité anti-radicalaire des gommés est plus efficace et forte que l'activité de l'acide ascorbique. L'activité anti-radicalaire presque similaire pour toutes les gommés testées.

Conclusion générale et perspective

Ces résultats obtenus montrent qu'il y a une différence dans les propriétés physico-chimiques, et dans l'activité catalasique chez les 4 gommes, par contre l'activité de piégeage du DPPH est presque similaire chez ces gommes.

Pour mieux caractériser ces gommes, d'autres études doivent être effectuées pour déterminer par exemple leur teneur en protéines et en lipide, leur composition en acides aminés et en acides gras, détermination de leur viscosité. Ensuite, les propriétés antioxydantes seront caractérisées, chez les gommes, par recherche de la présence de certaines molécules connues pour leur potentiel antioxydant, comme par exemple les enzymes antioxydantes, et par détermination de la teneur des gommes en ces molécules antioxydantes.

Aussi, afin de caractériser ces gommes, les propriétés antiinflammatoires, ainsi que d'autres propriétés, telles que des propriétés microbiologiques et enzymatiques, seront caractérisées.

Une fois ceci est réalisé, des protocoles seront adaptés pour utiliser ces gommes dans divers secteurs industriels.

***R**éférences bibliographique*

- Abd-Allah, A. R., Al-Majed, A. A., Mostafa, A. M., Al-Shabanah, O. A., Din, A. G. E., et Nagi, M. N. (2002).** Protective effect of arabic gum against cardiotoxicity induced by doxorubicin in mice: a possible mechanism of protection. *Journal of biochemical and molecular toxicology*, 16(5), 254-259.
- Abu Baker, A., Tahir, A., et Sabah Elkheir, M. (2007).** Effect of tree and nodule age on some physicochemical properties of gum from *Acacia senegal* (L.) Willd Sudan. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(6), 866-870.
- Abuarra, A., Hashim, R., Bauk, S., Kandaiya, S., et Tousi, E. T. (2014).** Fabrication and characterization of gum Arabic bonded *Rhizophora* spp. particleboards. *Materials & Design*, 60, 108-115.
- Adikwu, M., et Alozie, B. (2007).** Application of snail mucin dispersed in detarium gum gel in wound healing. *Sci Res Essay*, 2, 195-198.
- Adjaj, M. (2018).** *Activité antioxydante et anti-inflammatoire de la plante médicinale Paronychia argentea L.*
- Adjanohoun, A., Baba-moussa, L. S., Dagbenonbakin, G., Saidou, A., et Toukourou, F. (2017).** Utilisation des microorganismes du sol pour accroître la productivité agricole.
- Adriaens, E. L. (1939).** *Contribution à l'étude chimique de quelques gommés du Congo belge, par L. Adriaens: G. Van Campenhout.*
- Ahmed, A. A., Fedail, J. S., Musa, H. H., Kamboh, A. A., Sifaldin, A. Z., et Musa, T. H. (2015).** Gum Arabic extracts protect against hepatic oxidative stress in alloxan induced diabetes in rats. *Pathophysiology*, 22(4), 189-194.
- Ahmed, A. A., Fedail, J. S., Musa, H. H., Musa, T. H., et Sifaldin, A. Z. (2016).** Gum Arabic supplementation improved antioxidant status and alters expression of oxidative stress gene in ovary of mice fed high fat diet. *Middle East Fertility Society Journal*, 21(2), 101-108.
- Ahmed, S. E., Mohamed, B. E., et Karamalla, K. A. (2009).** Analytical studies on the gum exudates from *Anogeissus leiocarpus*. *Pakistan journal of Nutrition*, 8(6), 782-786.
- Akiyama, Y., Eda, S., et Katō, K. (1984).** Gum Arabic is a kind of arabinogalactan–protein. *Agricultural and Biological Chemistry*, 48(1), 235-237.
- Aksamija, A. (2012).** *Etude chimique des matériaux résineux: oliban, dammar et mastic: application à des prélèvements artistiques et archéologiques.* Université d'Avignon.
- Al-Majed, A. A., Mostafa, A. M., Al-Rikabi, A. C., et Al-Shabanah, O. A. (2002).** Protective effects of oral arabic gum administration on gentamicin-induced nephrotoxicity in rats. *Pharmacological research*, 46(5), 445-451.

- Al Assaf, S., Phillips, G. O., et Williams, P. A. (2005).** Studies on acacia exudate gums. Part I: the molecular weight of Acacia senegal gum exudate. *Food Hydrocolloids*, 19(4), 647-660.
- Albalasmeh, A. A., Berhe, A. A., et Ghezzehei, T. A. (2013).** A new method for rapid determination of carbohydrate and total carbon concentrations using UV spectrophotometry. *Carbohydrate polymers*, 97(2), 253-261.
- Ali, A. A., Ali, K. E., Fadlalla, A. E., et Khalid, K. E. (2008).** The effects of gum arabic oral treatment on the metabolic profile of chronic renal failure patients under regular haemodialysis in Central Sudan. *Natural product research*, 22(1), 12-21.
- Ali, B. (2004).** Does gum Arabic have an antioxidant action in rat kidney? *Renal failure*, 26(1), 1-3.
- Ali, B. H., Al-Husseni, I., Beegam, S., Al-Shukaili, A., Nemmar, A., Schierling, S., . . . Schupp, N. (2013).** Effect of gum Arabic on oxidative stress and inflammation in adenine-induced chronic renal failure in rats. *PloS one*, 8(2).
- Ali, B. H., et Al Moundhri, M. S. (2006).** Agents ameliorating or augmenting the nephrotoxicity of cisplatin and other platinum compounds: a review of some recent research. *Food and chemical Toxicology*, 44(8), 1173-1183.
- Ali, B. H., Ziada, A., et Blunden, G. (2009).** Biological effects of gum arabic: a review of some recent research. *Food and chemical Toxicology*, 47(1), 1-8.
- Appanah, S., et Turnbull, J. M. (1998).** *A review of dipterocarps: taxonomy, ecology, and silviculture*: Cifor.
- Atgié, M. (2018).** *Composition and structure of gum Arabic in solution and at oil-water interfaces*.
- ATT Bioquest. (2019).** Quest Graph™ IC50 Calculator, Retrieved July 25, 2020, from <https://www.aatbio.com/tools/ic50-calculator>
- Ayaz, N. O., Ramadan, K. S., Farid, H. E., et Alnahdi, H. S. (2017).** Protective role and antioxidant activity of arabic gum against trichloroacetate-induced toxicity in liver of male rats. *Indian Journal of Animal Research*, 51(2), 303-309.
- B Cardin, G. (2008).** Rôle des espèces réactives de l'oxygène dans l'induction de mécanismes d'adaptation au cadmium dans les cellules CACO-2.
- Babiker, M., Abbas, T., et Mohammed, M. (2017).** Effect of gum arabic on liver function and antioxidant enzymes of sprague-dawley rats. *IOSRJPBS*, 12(2), 29-33.
- Basile, A. C., SertiÉ, J. A. A., Freitas, P., et Zanini, A. C. (1988).** Anti-inflammatory activity of oleoresin from Brazilian Copaifera. *Journal of Ethnopharmacology*, 22(1), 101-109.

- Bedi, G., Tonzibo, Z., Chopard, C., Mahy, J., et N Guessan, T. (2004).** Etude des effets anti douleurs des huiles essentielles de *Chromolaena Odorata* et de *Mikania Cordata*, par action sur la lipoxygénase L-1 de soja. *Physical and Chemical News*, 15, 124-127.
- Bidie, A. P., N'Guessan, B. B., Yapo, A. F., N'Guessan, J. D., et Djaman, A. J. (2011).** Activités antioxydantes de dix plantes médicinales de la pharmacopée ivoirienne. *Sciences & Nature*, 8(1-2), 1-12.
- Blois, M. S. (1958).** Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- Bonnot, J., et Pillon, F. (2013).** Une bonne hygiène bucco-dentaire pour prévenir les caries. *Actualités pharmaceutiques*, 52(524), 39-44.
- Bouyoucef, C., Felkaoui, C., et Bettache, A. (2018).** Activité antibactérienne de quelques extraits d'origine végétale vis-à-vis de *S. aureus* et de quelques Entérobactéries.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., et Berset, C. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Chikamai, B. (1998).** *Production, markets and quality control of gum arabic in Africa: Findings and recommendations from an FAO project.* Paper presented at the Regional Conference for Africa on Conservation, Management and Utilisation of Plant Gums, Resins and Essential Oils, Nairobi (Kenya), 6-10 Oct 1997.
- Chikamai, B., et Banks, W. (1993).** Gum arabic from *Acacia senegal* (L) Willd. in Kenya. *Food Hydrocolloids*, 7(6), 521-534.
- Clark, D., Gazi, M., Cox, S., Eley, B., et Tinsley, G. (1993).** The effects of *Acacia arabica* gum on the in vitro growth and protease activities of periodontopathic bacteria. *Journal of clinical periodontology*, 20(4), 238-243.
- Cordemoy, H. J. d. (1911).** plantes à gommés et à résines.
- Daniele, C., El Asmar, T., et Riccioli, F. (2011).** Analyse des potentialités de la commercialisation de la gomme arabe (Acacia senegal) sur les marchés Italiens et Européens. *Journal of Agriculture and Environment for International Development (JAEID)*, 105(1), 3-24.
- De Wildeman, É. (1944).** *Les Latex des euphorbiacées. 1. Considérations générales*, par É. de Wildeman: G. van Campenhout.
- Defraigne, J.-O., et Pincemail, J. (2008).** Stress oxydant et antioxydants: mythes et réalités. *Revue médicale de Liège*, 63, 10-19.
- Delattre, C., Pierre, G., Gardarin, C., Traïkia, M., Elboutachfati, R., Isogai, A., et Michaud, P. (2015).** Antioxidant activities of a polyglucuronic acid sodium salt

- obtained from TEMPO-mediated oxidation of xanthan. *Carbohydrate polymers*, 116, 34-41.
- Desmier, T. (2016).** *Les antioxydants de nos jours : définition et application* Université de Limoges.
- Dinçler, A., et Aydemir, T. (2001).** Purification and characterization of catalase from chard (Beta vulgaris var. cicla). *Journal of enzyme inhibition*, 16(2), 165-175.
- Djeddi, S., Yannakopoulou, E., Papadopoulos, K., et Skaltsa, H. (2015).** Activités anti-radicalaires de l'huile essentielle et des extraits bruts de Thymus numidicus Poiret., Algérie. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 11(2), 58-65.
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. t., et Smith, F. (1956).** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, 28(3), 350-356.
- Dusotoit-Coucaud, A. (2009).** *Caractérisations physiologique et moléculaire des transporteurs de sucres et de polyols des cellules laticifères chez " Hevea brasiliensis", en relation avec la production de latex.*
- Ediriweera, E., et Premarathna, N. (2012).** Medicinal and cosmetic uses of Bee's Honey—A review. *Ayu*, 33(2), 178.
- Egadu, S. P., Mucunguzi, P., et Obua, J. (2007).** Uses of tree species producing gum arabic in Karamoja, Uganda. *African journal of ecology*, 45, 17-21.
- Elamin, E., et Hassan, M. (2019).** Influences of Short Term Storability on Gum Arabic Properties. *Acta Scientific Agriculture*, 3, 86-90.
- Elmanan, M., Al-Assaf, S., Phillips, G. O., et Williams, P. A. (2008).** Studies on Acacia exudate gums: Part VI. Interfacial rheology of Acacia senegal and Acacia seyal. *Food Hydrocolloids*, 22(4), 682-689.
- Engasser, M. (2000).** *Quantification des contraintes nutritionnelles et métaboliques associées à la production de gomme xanthane.* INSA Toulouse.
- Etim, L. B., Aleruchi, C., et Obande, G. A. (2016).** Antibacterial properties of snail mucus on bacteria isolated from patients with wound infection. *Microbiology Research Journal International*, 1-9.
- Fong, D., Gaulin, C., Lê, M.-L., et Shum, M. (2011).** Efficacité des agents antimicrobiens de substitution pour la désinfection des surfaces dures.
- Fujiwara, K., Mochida, S., Nagoshi, S., Iijima, O., Matsuzaki, Y., Takeda, S., et Aburada, M. (1995).** Regulation of hepatic macrophage function by oral administration of xiao-

- chai-hu-tang (sho-saiko-to, TJ-9) in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 46(2), 107-114.
- Ghedira, K. (2008).** L'olivier. *Phytothérapie*, 6(2), 83-89.
- Glicksman, M. (1969).** Gum technology in the food industry.
- Glicksman, M. (1982).** Functional properties of hydrocolloids [Food thickeners and gels].
- Hajlaoui, H., Mighri, H., Noumi, E., Snoussi, M., Trabelsi, N., Ksouri, R., et Bakhrouf, A. (2010).** Chemical composition and biological activities of Tunisian Cuminum cyminum L. essential oil: A high effectiveness against *Vibrio* spp. strains. *Food and chemical Toxicology*, 48(8-9), 2186-2192.
- Halliwell, B., et Gutteridge, J. M. (1990).** The antioxidants of human extracellular fluids. *Archives of biochemistry and biophysics*, 280(1), 1-8.
- Hassan, E. (2000).** *Characterization and Fractionation of Acacia Seyal Gum*. Ph. D. Thesis, University of Khartoum, Sudan.
- Hautefeuille, L. (1925).** Travaux anglo-indiens sur la Gomme-laque. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 5(47), 509-514.
- Hovaneissian, M., Archier, P., Mathe, C., et Vieillescazes, C. (2006).** Contribution de la chimie analytique à l'étude des exsudats végétaux styrax, storax et benjoin. *Comptes Rendus Chimie*, 9(9), 1192-1202.
- Hu, S., Yin, J., Nie, S., Wang, J., Phillips, G. O., Xie, M., et Cui, S. W. (2016).** In vitro evaluation of the antioxidant activities of carbohydrates. *Bioactive carbohydrates and dietary fibre*, 7(2), 19-27.
- Ibrahim, O. B., Osman, M. E., et Hassan, E. A. (2013).** Characterization and simple fractionation of Acacia Senegal. *Journal of Chemica Acta*, 2(1), 11-17.
- Idris, O., Williams, P., et Phillips, G. (1998).** Characterisation of gum from Acacia senegal trees of different age and location using multidetection gel permeation chromatography. *Food Hydrocolloids*, 12(4), 379-388.
- Iipumbu, L. (2008).** Compositional analysis of locally cultivated carob. *Ceratonia siliqua*, 2-42.
- Islam, A., Phillips, G., Sljivo, A., Snowden, M., et Williams, P. (1997).** A review of recent developments on the regulatory, structural and functional aspects of gum arabic. *Food Hydrocolloids*, 11(4), 493-505.
- Jani, G. K., Shah, D. P., Prajapati, V. D., et Jain, V. C. (2009).** Gums and mucilages: versatile excipients for pharmaceutical formulations. *Asian J Pharm Sci*, 4(5), 309-323.

- Joseleau, J.-P., et Ullmann, G. (1990).** Biochemical evidence for the site of formation of gum arabic in *Acacia senegal*. *Phytochemistry*, 29(11), 3401-3405.
- Karamalla, K., Siddig, N., et Osman, M. (1998).** Analytical data for *Acacia senegal* var. *senegal* gum samples collected between 1993 and 1995 from Sudan. *Food Hydrocolloids*, 12(4), 373-378.
- Kardeh, S., Ashkani-Esfahani, S., et Alizadeh, A. M. (2014).** Paradoxical action of reactive oxygen species in creation and therapy of cancer. *European journal of pharmacology*, 735, 150-168.
- Kedare, S. B., et Singh, R. (2011).** Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of food science and technology*, 48(4), 412-422.
- Kerdudo, A. (2014).** *Optimisation de la conservation des cosmétiques: impact de la formulation, recherche de nouveaux conservateurs naturels, encapsulation.*
- Klaassen, C. D., et Amdur, M. O. (2013).** *Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons* (Vol. 1236): McGraw-Hill New York.
- Kulisic, T., Radonic, A., Katalinic, V., et Milos, M. (2004).** Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. *Food chemistry*, 85(4), 633-640.
- Kunicka-Styczyńska, A., Sikora, M., et Kalemba, D. (2009).** Antimicrobial activity of lavender, tea tree and lemon oils in cosmetic preservative systems. *Journal of applied microbiology*, 107(6), 1903-1911.
- Le Parc, A., Lee, H., Chen, K., et Barile, D. (2014).** Rapid quantification of functional carbohydrates in food products. *Food and Nutrition Sciences*, 2014.
- Léonard, L. (2013).** *Évaluation du potentiel bioprotecteur de bactéries lactiques confinées dans une matrice polymérique.* Dijon.
- Lewinsohn, E., Gijzen, M., et Croteau, R. (1991).** Defense mechanisms of conifers: differences in constitutive and wound-induced monoterpene biosynthesis among species. *Plant physiology*, 96(1), 44-49.
- Lopez-Torrez, L., Nigen, M., Williams, P., Doco, T., et Sanchez, C. (2015).** *Acacia senegal* vs. *Acacia seyal* gums—Part 1: Composition and structure of hyperbranched plant exudates. *Food Hydrocolloids*, 51, 41-53.
- Mee, K. A., et Gee, D. L. (1997).** Apple fiber and gum arabic lowers total and low-density lipoprotein cholesterol levels in men with mild hypercholesterolemia. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 97(4), 422.
- Menzies, A., Osman, M., Malik, A., et Baldwin, T. (1996).** A comparison of the physicochemical and immunological properties of the plant gum exudates of *Acacia*

- senegal (gum arabic) and *Acacia seyal* (gum tahla). *Food Additives & Contaminants*, 13(8), 991-999.
- Mhinzi, G., et Mrosso, H. (1998).** *Chemotaxonomic aspects of gum exudates from some acacia species*. Paper presented at the Regional Conference for Africa on Conservation, Management and Utilisation of Plant Gums, Resins and Essential Oils, Nairobi (Kenya), 6-10 Oct 1997.
- Mhinzi, G. S. (2003).** Intra-species variation of the properties of gum exudates from *Acacia senegal* var. *senegal* and *Acacia seyal* var. *fistula* from Tanzania. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 17(1).
- Migdal, C., et Serres, M. (2011).** Espèces réactives de l'oxygène et stress oxydant. *médecine/sciences*, 27(4), 405-412.
- Mochida, S., Ogata, I., Hirata, K., Ohta, Y., Yamada, S., et Fujiwara, K. (1990).** Provocation of massive hepatic necrosis by endotoxin after partial hepatectomy in rats. *Gastroenterology*, 99(3), 771-777.
- Moniczewski, A., Gawlik, M., Smaga, I., Niedzielska, E., Krzek, J., Przegaliński, E., . . . Filip, M. (2015).** Oxidative stress as an etiological factor and a potential treatment target of psychiatric disorders. Part 1. Chemical aspects and biological sources of oxidative stress in the brain. *Pharmacological Reports*, 67(3), 560-568.
- Montenegro, M. A., Boiero, M. L., Valle, L., et Borsarelli, C. D. (2012).** Gum Arabic: more than an edible emulsifier. *Products and applications of biopolymers*, 51, 953-978.
- Mukwevho, E., Ferreira, Z., et Ayeleso, A. (2014).** Potential role of sulfur-containing antioxidant systems in highly oxidative environments. *Molecules*, 19(12), 19376-19389.
- Musa, H. H., Ahmed, A. A., et Musa, T. H. (2018).** Chemistry, biological, and pharmacological properties of gum Arabic. *Bioactive Molecules in Food; Springer: Berlin, Germany*, 1-18.
- Nasir, O., Artunc, F., Wang, K., Rexhepaj, R., Föller, M., Ebrahim, A., . . . Walter, M. (2010).** Downregulation of mouse intestinal Na⁺-coupled glucose transporter SGLT1 by Gum Arabic (*Acacia senegal*). *Cellular Physiology and Biochemistry*, 25(2-3), 203-210.
- Nasir, O., Babiker, S., et Salim, A.-M. M. (2016).** Protective effect of gum Arabic supplementation for type 2 diabetes mellitus and its complications. *Int. J. of Multidisciplinary and Current research*, 4.

- Nasir, O., Umbach, A. T., Rexhepaj, R., Ackermann, T. F., Bhandaru, M., Ebrahim, A., . . . Siraskar, B. (2012).** Effects of gum arabic (*Acacia senegal*) on renal function in diabetic mice. *Kidney and Blood Pressure Research*, 35(5), 365-372.
- Ndinga, A. M. E. (2015).** *Inventaire et analyse chimique des exsudats des plantes d'utilisation courante au Congo-Brazzaville.*
- Nguyen, D. Q. (2014).** *Étude comparative expérimentale des opérations d'atomisation et d'autovaporisation: application à la gomme arabique et au soja.*
- Oroian, M., et Escriche, I. (2015).** Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. *Food Research International*, 74, 10-36.
- Oulebsir-Mohandkaci, H., Tihar-Benzina, F., Belkacem, C. A., et Belgrade, A. (2019).** Recherche de molécules bioactives d'intérêt à partir d'une collection de souches bactériennes rhizosphériques et étude de leur effet antifongique. *Algerian Journal of Environmental Science and Technology.*
- Ouraïni, D., Agoumi, A., Ismaïli-Alaoui, M., Alaoui, K., Cherrah, Y., Amrani, M., et Belabbas, M.-A. (2005).** Étude de l'activité des huiles essentielles de plantes aromatiques à propriétés antifongiques sur les différentes étapes du développement des dermatophytes. *Phytothérapie*, 3(4), 147-157.
- Park, E. Y., Murakami, H., et Matsumura, Y. (2005).** Effects of the addition of amino acids and peptides on lipid oxidation in a powdery model system. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(21), 8334-8341.
- Patel, S., et Goyal, A. (2015).** Applications of natural polymer gum arabic: a review. *International Journal of Food Properties*, 18(5), 986-998.
- Persson, T., Popescu, B. O., et Cedazo-Minguez, A. (2014).** Oxidative stress in Alzheimer's disease: why did antioxidant therapy fail? *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2014.
- Petrou, G., et Crouzier, T. (2018).** Mucins as multifunctional building blocks of biomaterials. *Biomaterials science*, 6(9), 2282-2297.
- Phillips, G., et Williams, P. (2001).** Tree exudate gums: natural and versatile food additives and ingredients. *Food Ingredients and Analysis International*, 26.
- Pisoschi, A. M., et Pop, A. (2015).** The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *European journal of medicinal chemistry*, 97, 55-74.
- Poda, D., Zida, M., Zoubga, S., et Béréoudougou, H. (2009).** Manuel pratique de production durable des gommages au Burkina Faso.

- Poljsak, B., et Milisav, I. (2013).** Aging, oxidative stress and antioxidants. *Oxidative Stress and Chronic Degenerative Diseases-A Role for Antioxidants*, 331-353.
- Popovici, C., Saykova, I., et Tylkowski, B. (2010).** Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH.
- Ross, A. M., Eastwood, M. A., Brydon, W. G., Anderson, J., et Anderson, D. (1983).** A study of the effects of dietary gum arabic in humans. *The American journal of clinical nutrition*, 37(3), 368-375.
- Saarela, M., Mogensen, G., Fonden, R., Mättö, J., et Mattila-Sandholm, T. (2000).** Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *Journal of biotechnology*, 84(3), 197-215.
- Saidou, C. (2012).** *Propriétés physico-chimiques et fonctionnelles des gommés hydrocolloïdes des écorces de Triumfetta cordifolia et Bridelia thermifolia*. Grenoble.
- Sánchez-Moreno, C. (2002).** Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food science and technology international*, 8(3), 121-137.
- Santiago-Blay, J., et Lambert, J. (2007).** Aux sources de l'ambre. *Pour la science*(356), 70.
- Satav, J., Dave, K. R., et Katyare, S. (2000).** Influence of insulin status on extra-mitochondrial oxygen metabolism in the rat. *Hormone and Metabolic Research*, 32(02), 57-61.
- Sethiya, N. K., Trivedi, A., et Mishra, S. (2014).** The total antioxidant content and radical scavenging investigation on 17 phytochemical from dietary plant sources used globally as functional food. *Biomedicine & Preventive Nutrition*, 4(3), 439-444.
- Sharma, R. (1985).** Hypocholesterolemic effect of gum acacia in men. *Nutrition Research*, 5(12), 1321-1326.
- Siddig, N., Osman, M., Al-Assaf, S., Phillips, G., et Williams, P. (2005).** Studies on acacia exudate gums, part IV. Distribution of molecular components in Acacia seyal in relation to Acacia senegal. *Food Hydrocolloids*, 19(4), 679-686.
- Simon, J.-L. (2001).** Gomme xanthane: agent viscosant et stabilisant. *Techniques de l'ingénieur. Agroalimentaire*, 3(F4300), F4300. 4301-F4300. 4308.
- Slavin, J. (2013).** Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients*, 5(4), 1417-1435.
- Smaga, I., Niedzielska, E., Gawlik, M., Moniczewski, A., Krzek, J., Przegaliński, E., . . . Filip, M. (2015).** Oxidative stress as an etiological factor and a potential treatment target

- of psychiatric disorders. Part 2. Depression, anxiety, schizophrenia and autism. *Pharmacological Reports*, 67(3), 569-580.
- Talbi, H., Boumaza, A., El-Mostafa, K., Talbi, J., et Hilali, A. (2015).** Evaluation de l'activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraits méthanolique et aqueux de la *Nigella sativa* L. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(4), 1111-1117.
- Trommer, H., et Neubert, R. H. (2005).** The examination of polysaccharides as potential antioxidative compounds for topical administration using a lipid model system. *International Journal of Pharmaceutics*, 298(1), 153-163.
- Veiga Junior, V. F., et Pinto, A. C. (2002).** O gênero *copaifera* L. *Química nova*, 25(2), 273-286.
- Wapnir, R. A., Wingertzahn, M. A., Moyse, J., et Teichberg, S. (1997).** Gum arabic promotes rat jejunal sodium and water absorption from oral rehydration solutions in two models of diarrhea. *Gastroenterology*, 112(6), 1979-1985.
- Wickens, G. (1996).** *Role des acacias dans l'economie rurale des regions seches d'Afrique et du ProcheOrient* (Vol. 27): Food & Agriculture Org.
- Xuan, N. T., Shumilina, E., Nasir, O., Bobbala, D., Götz, F., et Lang, F. (2010).** Stimulation of mouse dendritic cells by Gum Arabic. *Cellular Physiology and Biochemistry*, 25(6), 641-648.
- Yaumi, A. L., Murtala, A. M., Muhd, H. D., et Saleh, F. M. (2016).** Determination of physicochemical properties of Gum Arabic as a suitable binder in emulsion house paint. *International Journal of Environment*, 5(1), 67-78.
- Yebeyen, D., Lemenih, M., et Feleke, S. (2009).** Characteristics and quality of gum arabic from naturally grown *Acacia senegal* (Linne) Willd. trees in the Central Rift Valley of Ethiopia. *Food Hydrocolloids*, 23(1), 175-180.
- Yen, G. C., et Duh, P. D. (1994).** Scavenging effect of methanolic extracts of peanut hulls on free-radical and active-oxygen species. *Journal of agricultural and food chemistry*, 42(3), 629-632.
- Yusuf, A. (2011).** Studies on some physicochemical properties of the plant gum exudates of *Acacia senegal* (dakwara), *Acacia sieberiana* (farar kaya) and *Acacia nilotica* (bagaruwa). *Journal of Research in National Development*, 9(2), 10-17.
- Zerargui, F. (2018).** *Activité antioxydante des extraits de racines Tamus communis L. et caractérisation des substances bioactives.*

Zipkin, A. M., Wagner, M., McGrath, K., Brooks, A. S., et Lucas, P. W. (2014). An experimental study of hafting adhesives and the implications for compound tool technology. *PloS one*, 9(11).

Résumé

Les gommés des plantes sont des substances naturelles complexes secrétées, suites à une blessure, au niveau des troncs et branches des arbres. Ces gommés, en raison de leurs propriétés intéressantes, sont utilisées dans de nombreuses applications industrielles.

Dans le but de caractériser ces gommés, des propriétés physicochimiques (détermination du pH, de la teneur en eau et en glucides, des propriétés gélifiantes) et antioxydante (activité catalasique, et activité de piégeage du radical DPPH) de la gomme d'*Acacia* (gomme arabique) achetée à Oran (GA1), la gomme de l'arbre d'amandier récoltée à Ain Témouchent (GA2), la gomme de l'arbre d'abricotier récoltée à Tizi-Ouzou (GA3) et la gomme de l'arbre du cerisier récoltée à Tlemcen (GA4), ont été étudiées.

Les résultats obtenus montrent que les gommés testées ont des pH qui varient entre 4 et 7, une propriété gélifiante légère à extrême, une teneur en eau qui varie entre 0,29% et 0,81%, et une teneur en glucide qui varie entre 1,46% et 45,22%. Les gommés testées sont dotées d'une faible activité catalasique par contre elles possèdent une forte activité de piégeage du DPPH, plus élevée que celle de l'acide ascorbique. Les résultats obtenus montrent une ressemblance dans l'activité de piégeage du DPPH, par contre les propriétés physicochimiques testées et l'activité catalasique des 4 gommés, sont différentes.

Mots-clés : gommés des plantes, gomme arabique, activité antioxydante, activité de piégeage du DPPH, propriétés physicochimique

Abstract

Plant gums are complex natural substances secreted, following an injury, in the trunks and branches of trees. These gums, because of their advantageous properties, are used in many industrial applications.

In order to characterize these gums, the physicochemical properties (determination of pH, water and carbohydrate content, gelling properties) and antioxidant (catalase activity, and DPPH radical scavenging activity) of *Acacia* gum (gum arabic) purchased in Oran (GA1), gum from the almond tree harvested in Ain Témouchent (GA2), gum from the apricot tree harvested in Tizi-Ouzou (GA3) and gum from the cherry tree harvested at Tlemcen (GA4), were studied.

The results obtained show that the gums tested have pH values which vary between 4 and 7, a light to extreme gelling property, a water content which varies between 0.29% and 0.81%, and a carbohydrate content which varies between 1.46% and 45.22%. The gums tested have a low catalase activity, on the other hand they have a strong DPPH scavenging activity, which is higher than the ascorbic acid. The results obtained show a resemblance in the trapping activity of DPPH, on the other hand the physicochemical properties tested and the catalase activity of the 4 gums are different.

Keywords : plant gums, arabic gum, antioxidant activity, DPPH scavenging activity, physicochemical properties.

ملخص

صمغ النبات هو مواد طبيعية معقدة يتم إفرازها، بعد الإصابة، في جذوع الأشجار وفروعها. يستخدم هذا الصمغ، بسبب خصائصها المفيدة، في العديد من التطبيقات الصناعية.

من أجل توصيف هذا الصمغ، تمت دراسة المواد الفيزيائية الكيميائية (تحديد درجة الحموضة والمياه ومحتوى الكربوهيدرات وخصائص التبلور) ومضادات الأكسدة (نشاط الكاتالاز ونشاط الكسح الجذري لـ DPPH) لصمغ أكاسيا (الصمغ العربي) تم شراؤه في وهران (GA1)، لصمغ من شجرة اللوز المقطوفة في عين تموشنت (GA2)، لصمغ من شجرة المشمش المقطوعة في تيزي وزو (GA3) ولصمغ من شجرة الكرز المقطوعة في تلمسان (GA4)

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الصمغ الذي تم اختياره له قيم حمضية تتراوح بين 4 و7، وخاصية التبلور من خفيف إلى شديد، ومحتوى الماء الذي يتراوح بين 0.29% و0.81%، ومحتوى الكربوهيدرات الذي يختلف بين 1.46% و45.22%. يحتوي الصمغ الذي تم اختياره على نشاط كاتالاز منخفض، من ناحية أخرى لديهم نشاط كسح DPPH قوي، وهو أعلى من حمض الأسكوربيك. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها تشابهاً في نشاط الاصطياد لـ DPPH، من ناحية أخرى، تختلف الخصائص الفيزيائية الكيميائية المختبرة ونشاط الكاتالاز في الصمغ الأربع.

الكلمات المفتاحية: صمغ النبات، الصمغ العربي، نشاط مضاد للأكسدة، نشاط الكسح DPPH، الخصائص الفيزيائية الكيميائية.