

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى جيجل

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département: Microbiologie Appliquée et
Sciences Alimentaires



كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم: الميكروبيولوجيا التطبيقية

وعلوم التغذية

Mémoire de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Option : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

Evaluation de la qualité du fruit de *Syzygium cumini*

Membres de jury

Présidente : Dr. BOUCHEFRA A

Examineur : Dr. LAIB E

Encadrant : Pr. IDOUI T

Présenté par :

M^{elle}: BOUDJEDJOU Bouchra

M^{me} : KHITER Chafia

M^{elle} : SELAMNA Lamia

Année Universitaire : 2020-2021

Numéro d'ordre :

Remerciements

Nous remercions ALLAH tout puissant, qui a permis de mener à bien ce travail.

*Nous tenons à exprimer toutes nos reconnaissances à monsieur **IDOUI Tayeb**, notre prompteur, pour nous avoir fait l'honneur d'accepter l'encadrement de ce travail, pour l'accueil qu'il nous a accordé, sa gentillesse, son encouragement, son soutien tout au long de la préparation de ce travail. Qu'il trouve ici nos sincères impressions de gratitude et de respect.*

*Nous tenons à remercier également **Dr. LAIBE** et **Dr. BOUCHEFRA A** pour l'honneur qu'elles nous font en acceptant de juger et d'évaluer notre travail.*

*Nous adressons nos plus vifs remerciements à **Dr. KHANNOUF Tarek**, pour leurs précieux aides et conseils.*

*Tous nos remerciements vont à nos ingénieurs du laboratoire de contrôle de qualité : **Assma, Badera, Moukhtar** ; pour leur entière disponibilité, coopération ainsi pour l'ambiance et les bonnes conditions qu'ils nous ont assuré à nous et tous les autres binômes.*

LAMIA, BOUCHRA, CHAFIA

Dédicace

En premier lieu je remercie Allah puissant de m'avoir donné la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail.

A mon très cher PAPA

Allah yarhmou que j'aime beaucoup qui a toujours cru en moi et mis

A ma chère maman

Ta présence, Ton amour, ton affection, ta patience, l'umière de mes yeux et tes prières ont été pour moi la source de la force et de la réussite.

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'Age adulte que Dieu la grande pour moi. Qu'Allah t'accorde bonne santé et longue vie et bonheur

A mes chères frères : en particulier mon frère Sabre

A mes chères sœurs : Warda, Aicha et Somia

Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

A mes nouveaux : Nourhane, Lina, Tashime ; Lokman et Mosaabe. je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite.

A mes chères copines

Lamia, Tbtisame, Samira et Sajia

A tous ma famille

.....*Bouchra*

Dédicace

Je dédie ce mode de travail à :

Mes très chers parents que je remercie infiniment pour leur encouragement et leur soutien ; merci d'être là à mes côtés, que dieu vous garde.

Mes très chères sœurs

Mes très chers frères

A tout mes amis

Et ma grande famille

A tout la promotion de contrôle de qualité

A tous ceux qui m'ont aidée de loin au de près

Merci à tous

.....*Chafia*

Dédicace

C'est avec l'aide et la grâce du Dieu que j'ai achevé ce modeste travail que je dédie :

A ma très chère mère

Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

A mon très cher père

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A mes frères et sœurs

*Sofian, Mohamed, Abed Alhak, Bilale, Abou Boubeker, Olyas,
Fateh, Hasna, Fousra et Doaa*

Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite

A mes chères ami(e)s

A tous les membres de ma famille, petits et grands

.....Lamia

Table des matières

Liste des abréviations**Liste des figures****Liste des photos****Liste des tableaux****Introduction..... 01****Synthèse bibliographique****Chapitre I : Données sur le fruit de *Syzygium cumini***

I.1. Historique et origine 03

I.2. Taxonomie.....03

I.3. Description botanique..... 04

I.4. Répartition géographique... 05

I.5. Culture 05

I.5.1. Climat et Sol..... 05

I.5.2. Fructification et récolte..... 06

I.5.2. Conservation poste-récolte 06

I.6. Toxicité.....06

I.7. Importance Économique et Nutritionnelle..... 07

Chapitre II : Composition et activité biologique de *Syzygium cumini*

II.1. Composition biochimique..... 08

II.1.1. Teneur en sels minéraux 08

II.1.2. Teneur en vitamines et en fibres08

II.2. Composition photochimiques 09

II.2.1. Composés phénoliques.....11

II.2.1.1. Dérivés de l'acide Shikimique..... 11

a. Acides phénoliques 11

b. Tanins.....12

II.2.1.2. Dérivés de l'acide Shikimique et de l'acétate13

a. Flavonoïdes 13

b. Anthocyanes..... 13

II.2.2.Huiles essentielles de *Syzygium cumini* 14

II.2.3. Composés lipidiques 14

II.3. Activités biologiques du fruit de *Syzygium cumini*..... 14

II.3.1. Activité anti-inflammatoire 15

II.3.2	Activité Antioxydant.....	15
II.3.3	Activité antidiabétique.....	16
II.3.4.	Activité antibactériens.....	16
II.3.5.	Autres activités biologique.....	17
II.1.	Matériel.....	19
II.1.1.	Fruit de <i>Syzygium cumini</i>	19
II.1.2.	Produits chimiques et réactifs.....	19
II.1.3.	Appareillage.....	20
II.2.	Méthodes.....	20
II.2.1.	Contrôle des paramètres morphométriques du fruit.....	20
II.2.2.	Contrôle des paramètres physicochimiques.....	21
II.2.2.1.	Détermination de pH.....	21
II.2.2.2.	Détermination de la teneur en eau.....	21
II.2.2.3.	Détermination de l'acidité titrable.....	21
II.2.2.4.	Détermination du solide soluble.....	22
II.2.2.5.	Détermination de la conductivité électrique.....	22
II.2.2.6.	Détermination du taux de cendres.....	22
II.2.2.7.	Dosage de la vitamine C (titrage directe de la vitamine C).....	23
II.2.2.8.	Détermination de la teneur en pectines.....	23
II.2.2.9.	Détermination de la teneur en fibres brutes.....	24
II.2.2.10.	Détermination de la teneur en sucres totaux.....	24
II.2.2.11.	Détermination de la teneur en protéines (méthode de Kjeldahl).....	25
II.2.2.12.	Dosage de quelques composés bioactifs.....	26
a.	Préparation des extraits bruts méthanoliques.....	26
b.	Dosage des phénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu.....	27
c.	Dosage des flavonoïdes.....	27
d.	Dosage des tannins condensés.....	27
II.2.3.	Activités antioxydants du fruit <i>S.cumuni</i>	27
II.2.3.1.	Capacité antioxydant totale (TAC).....	27
II.2.3.2.	Piégeage du peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂ Scavenging activity).....	28
II.2.3.3.	Réduction de Fer: FRAP (Ferric reducing antioxidant power).....	28
II.2.3.4.	Piégeage du radical libre DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazil).....	28
II.2.4.	Recherche de la nature des substances à activité antioxydant par HPLC.....	29
II.2.5.	Evaluation de l'activité Anti-inflammatoire <i>in-vitro</i>	29

II.2.6. Analyse statistique des résultats.....	30
III. Résultats et discussion	
III.1. Paramètres morpho métriques du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	31
III.2. Qualité physico-chimique du fruit	33
III.2.1. pH.....	33
III.2.2. Teneur en eau et en matière sèche	33
III.2.3. Teneur en matière organique	35
III.2.4. Teneur en cendre.....	35
III.2.5. Acidité titrable	36
III.2.6. Conductivité électrique	37
III.2.7. Degré Brix	38
III.2.8. Teneur en vitamine C.....	39
III.2.9. Teneur en protéine brutes	39
III.2.10. Teneur en fibre.....	40
III.2.11. Teneur en pectine.....	41
III.2.12. Teneur en sucre totaux.....	42
III.3. Rendement et teneurs en composés bioactifs	43
III.3.1. Rendements des extraits bruts	43
III.3.2. Teneur en polyphénols totaux et flavonoïdes	43
III.3.3. Proanthocyanes ou tannins condensés (TC)	45
III.4. Pouvoir antioxydant des extraits méthanoliques	46
III.4.1. Capacité antioxydant totale (CAT).....	46
III.4.2. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.....	46
III.4.3. Réduction du fer : FRAP (Ferric reducing antioxydant power)	49
III.4.4. Piégeage du peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂ Scavenging Activity).....	50
III.5. Analyse qualitative des composés antioxydants par HPLC	51
III.6. Activité anti-inflammatoire in vitro	52
Conclusion	54
Références	56
Annexes	

- Anti-VIH:** Virus de l'Immunodéficience Humaine
- AOAC:** Association of Official Analytical Chemists
- AT :** Acidité titrable
- CAT :** Capacité antioxydante totale
- DL₅₀ :** Dose létale
- DPPH :** 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil
- E2 (PE2):** Prostaglandins
- EAG :** Equivalents d'acide gallique
- EC :** Equivalents de Catéchine
- EC50 :** La concentration des antioxydants correspondant à 50 % d'inhibition
- EQ :** Equivalents de Quercétine
- FAO :** Food Agricultural Organisation
- FRAP:** Ferric Reducing Antioxidant Power
- H₂O₂:** Eau Oxygénée
- H%:** Humidité
- H5N1:** Grippe humaine; virus de grippe aviaire qui cause une maladie contagieuse chez la volaille
- HHDP:** Hexahydroxydiphényol
- HDL:** Lipoprotéine de haute densité: High density lipoprotein
- HPLC :** High performance liquid chromatography
- LDL:** les lipoprotéine de basse densité: low density lipoprotein
- MO :** Matière organique
- MS :** Matière sèche
- NT :** Azote total
- OH:** Groupe hydroxyle
- pH :** Potentiel d'hydrogène
- R (%) :** Rendement exprimé en %
- SPSS :** Statistical Package for the Social Sciences
- S.cumini :** Syzygium cumini
- TCA :** Acide trichloracétique
- TPC :** Teneur phénoliques total

Figure 01 : Aspect de l'arbre de <i>Syzygium cumini</i>	03
Figure 02 : Feuille de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.....	04
Figure 03 : Fleur de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.....	04
Figure 04 : Graine de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.....	05
Figure 05 : Fruit de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.....	05
Figure 06 : Aire de répartition mondiale de <i>Syzygium cumini</i>	05
Figure 07 : Structures des acides-phénols.....	11
Figure 08 : Structures d'acide phénolique.....	12
Figure 09 : Structure des tannins.....	12
Figure 10 : Structures des anthocyanines.....	13
Figure 11 : Rapports : Longueur/Largueur, Pulpe/Poids entier, Graine/Poids entier, Pulpe/Graine du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	32
Figure 12 : pH du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	33
Figure 13 : Taux d'humidité et de matière sèche du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	34
Figure 14 : Teneur en matière organique du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	35
Figure 15 : Teneur en cendre du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	35
Figure 16 : Acidité titrable du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	36
Figure 17 : Conductivité électrique du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	37
Figure 18 : Valeurs moyennes du degré Brix des deux échantillons.....	38
Figure 19 : Teneur en acide ascorbique du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	39
Figure 20 : Teneur en azote totale et en protéines du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	40
Figure 21 : Teneur en fibre du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	41
Figure 22 : Teneur en pectines du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	42
Figure 23 : Teneur en sucres totaux du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	43
Figure 24 : Teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes des extrait brute méthanolique du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	44
Figure 25 : Teneur en tannins condensés des fruits de <i>Syzygium cumini</i>	46
Figure 26 : Capacité antioxydant totale des extraits du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	47
Figure 27 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH par l'extrait méthanolique de fruit en fonction des concentrations.....	48
Figure 28 : Pouvoir réducteur des extraits des fruits de <i>Syzygium cumini</i>	49
Figure 29 : Pourcentages d'inhibition du peroxyde d'hydrogène des extraits de fruits et de l'acide ascorbique aux différentes concentrations.....	50
Figure 30 : Chromatogramme de l'extrait méthanolique des fruits de l'année 2019.....	51

Figure 31 : Chromatogramme de l'extrait méthanolique des fruits de l'année 2020.....**51**

Figure 32 : Activité anti-inflammatoire des deux extraits de fruit de *Syzygiumcumini*.....**52**

Photo 01 : Échantillon de 2019.....	19
Photo 02 : Échantillon de 2020.....	19

Tableaux 01 : Contenu minéral du fruit de <i>Syzygium cumini</i>	08
Tableaux 02 : Teneur en vitamines et en fibres des fruits de <i>Syzygium cumini</i>	08
Tableaux 03 : Composés photochimiques identifiés dans différents parties de l'arbre de <i>S.cumin</i>	09
Tableaux 04 : Composés lipidiques dans les feuilles et les graines de <i>S.cumin</i>	14
Tableaux 05 : Activités biologique de <i>S.cumini</i>	17
Tableaux 06 : Paramètres morphologiques des fruits de <i>Syzygium cumini</i>	31
Tableaux 07 : Le pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH par l'extrait méthanolique de fruit en fonction des différentes concentrations et les valeurs des concentrations efficaces IC50.....	48

Introduction

Les fruits sont les réservoirs de tous les nutriments dynamiques, ils fournissent de l'énergie, des vitamines, des minéraux et des composés phytochimiques. Leur consommation régulière améliore les fonctions physiologiques et réduit le risque de diverses maladies (**Panghal et al., 2018**).

Syzygium cumini communément appelé "Jamun" est un arbre, ayant des fruits à l'arome typiquement sucré qui sont bien connus pour leurs propriétés nutritionnelles et thérapeutiques. Il appartient à la famille des Myrtacées, originaire des régions tropicales et subtropicales (**Singh et al., 2014**), et il pousse largement dans différentes conditions climatiques (**Venu Gopal et al., 2017**).

Syzygium cumini joue un rôle important dans le soin de santé primaire pendant de nombreux siècles jusqu'à ce jour. Les effets bénéfiques pour la santé sont principalement attribués à divers phytoconstituants tels que les anthocyanes, l'alcaloïde, l'acide gallique, l'acide ellagique, de la chlorophylle, flavonoïde, tannin, phénols, des traces d'huile essentielle et de la quercétine (**Singh et al., 2016**). L'arbre a une grande importance économique puisque la plupart des parties comme l'écorce, les feuilles, les graines et les fruits sont utilisées à des fins diverses (**Chaudhary et Mukhopadhyay, 2012**).

Les extraits de *Syzygium cumini* contiennent de nombreuses propriétés pharmacologiques telles que antibactériennes, anti-inflammatoires, antiallergiques, antivirales, anti-diarrhéiques, antifongiques, hépatoprotecteurs et cardioprotecteurs (**Rodrigues et al., 2018**).

En Algérie, cet arbre et ses fruits sont très mal connus. De nos jours, ce sujet est exploré au niveau de notre département à partir d'une recherche bibliographique sur le *S.cumini*. C'est dans ce contexte que nous nous sommes proposés de faire une étude, en analysant la composition nutritionnelle de ce fruit (matière sèche, solide soluble, acidité totale, pH, teneur en sucre totaux, pectines et fibres...), en évaluant sa teneur en composés bioactifs (acide ascorbique, polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins condensés), en déterminant ses activités antioxydantes et anti-inflammatoires et ce afin d'encourager son implantation à travers le territoire national et faire profiter la société scientifique de ses vertus.

Cette présente étude est articulée autour de deux grandes parties, une bibliographique qui comporte deux chapitres :

Dans le premier chapitre, nous rappelons l'histoire et l'origine de *S.cumini*, sa répartition géographique, sa culture et sa toxicité.

Dans le deuxième chapitre, nous allons donner un aperçu sur sa composition biochimique, sa composition phytochimique et ses activités biologiques.

Dans la deuxième partie expérimentale, nous avons envisagé son déroulement en deux axes :

Dans le premier axe, nous allons déterminer la qualité des fruits de *Syzygium cumini* (caractéristiques physico-chimiques, extraction et détermination des teneurs en composés phénoliques).

Dans le deuxième axe, nous allons qualifier et quantifier les composés antioxydant et nous allons évaluer leurs potentiels antioxydants et anti-inflammatoire a travers des tests *in vitro*.

Une troisième partie est dédiée aux résultats et discussion.

Synthèse bibliographique

Chapitre I :
Données sur le fruit de
Syzygium cumini

I.1 Historique et origine

Syzygium cumini (L.) est un arbre appartenant à la famille des myrtacées, originaire d'Inde et largement distribué dans les pays asiatiques tels que la Malaisie, la Thaïlande et les Philippines (Sabino *et al.*, 2018). La plante a été introduite avec succès dans de nombreux pays tropicaux comme les Antilles, l'Afrique de l'Est et de l'Ouest et certaines régions subtropicales comme la Floride et la Californie. Cet arbre a été également introduit en Algérie (Jadhav *et al.*, 2009).

L'arbre est adapté aux situations moites, humides et marécageuses, et il est à croissance rapide (Sowjanya *et al.*, 2013). Cet arbre pousse dans tout le sous-continent asiatique, en Afrique de l'Est, Amérique du sud, ainsi qu'à Madagascar (Swami *et al.*, 2012). Le *S. cumini* a été introduit dans de nombreux pays où il est utilisé pour la production de fruit (Ayyanar et Babu, 2012).

I.2. Taxonomie

La famille des *Myrtaceae* est une grande famille comprenant environ 140 genres et 3800 à 5800 espèces dont le *Syzygium cumini* (Sammukhiya *et al.*, 2018). Le genre *Syzygium* est le plus grand genre de *Myrtaceae* composé d'environ 1200 espèces réparti sur les tropiques et la région subtropicale de l'Ancien monde (Biffin *et al.*, 2010).

Syzygium est l'un des 131 genres appartenant à la famille complexe et il est parmi les mieux étudiés des Myrtes (Sobeh *et al.*, 2018). Sa Taxonomie est la suivante (Parate *et al.*, 2019)

Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Myrtales
Famille	<i>Myrtaceae</i>
Genre	<i>Syzygium</i>
Espèce	<i>Cumini</i> (L.) skeel



Figure 1: Aspect de l'arbre de *Syzygium cumini* (Akbar *et al.*, 2020).

Il est synonyme d'*Eugenia jambolana* Lam, *Syzygium jambolanum* DC, *Syzygium caryophyllifolia* Lam et de *Myrtus cumini* Lam.

Le nom commun en Français est jamblon, jamelonier, jambong, jamelongue, jambolan, faux-pistachier, pistas, celui en Anglais est black plum, jambolan, purpleplum (Nicolas, 2012).

I.3. Description botanique

Syzygium cumini (L) SKeels est un arbre de la famille des *Myrtaceae* (espèce polyembryonnaire) (Adelia et al., 2011). C'est un grand arbre fruitier tropical et subtropicale d'une grande importance économique (Alam et al., 2012), atteignant 30 mètre (100 pieds) de hauteur et une circonférence de 3.6 mètre, il est également considéré comme un arbre à croissance rapide (Nadeem et al., 2019), avec des tiges blanches grisâtres et un écorce inférieure grossier et décoloré (Bandiola et al., 2017).

Les feuilles (Figure 2) sont simple, opposés, elliptique a oblongueuse, lisses, brillantes et un peu coriace. La nervure médiane des feuilles est proéminente et jaunâtre (Sharma et al., 2012). Les feuilles mesurent 5 à 15cm de long et 2 à 8cm de large. La base est cunéiforme ou ronde, le sommet est court, arrondi ou obtus : les bords sont dentés (Ayyanar et Babu, 2012).

Les fleurs (Figure 3) se colorant en blanc d'abord, puis rose et se présentent sous forme de grappe de 1.25cm de large et de 2.5 cm ou plus de long (Morton, 1987), légèrement parfumées, le calice est en forme de coupe d'environ de 4mm de long (Bandiola et al., 2017).

Les graines (Figure 4) prennent des couleurs du blanc au rose et la couleur du noyau des graines est noire (Ghosh et al., 2017).

Les fruits (Figure 5) se développent généralement du mois de mai à juin. Le fruit est une baie ovides qui apparait initialement verte devenant rose puis finalement violet-noir de 1 à 5 cm de long, la pulpe est de saveur douce légèrement aigre et astringente (Ramya et al., 2012).



Figure 2 : Feuille de *Syzygium cumini* (L.) SKeels (Anisatu et al., 2020).



Figure 3 : Fleur de *Syzygium cumini* (L.) SKeels (Anisatu et al., 2020).



Figure 4 : Graine de *Syzygium cumini* (L.) SKeels (Arya *et al.*, 2019).

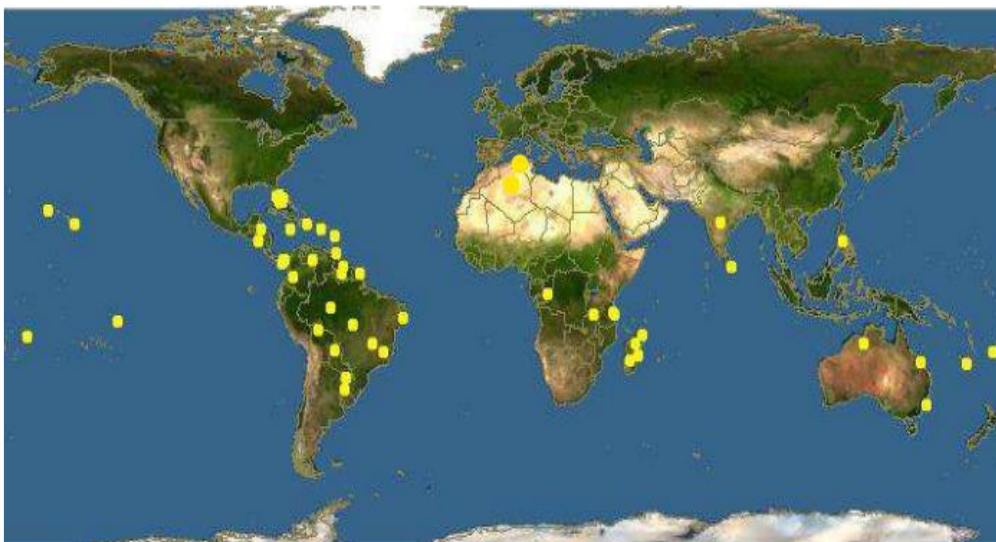


Figure 5 : Fruit de *Syzygium cumini* (L.) SKeels (Swami *et al.*, 2012).

I.4. Répartition géographique

Syzygium cumini est un arbre tropical, il est répondu en Inde, Bangladesh, Birmanie, et dans d'autres pays tropicaux (Figure 06) (Nicolas, 2012). Les fruits de l'arbre sont aujourd'hui répandus dans beaucoup de jardins tropicaux notamment en Indochine (FAO, 1982).

Sa culture a fait aussi ses preuves en régions méditerranéennes, y compris en Algérie (FAO, 1982).



■ Localisation d'arbre

Figure 06 : Aire de répartition mondiale de *Syzygium cumini* (Malik *et al.*, 2017).

I.5. Culture

I.5.1. Climat et Sol

Syzygium cumini pousse bien dans des conditions tropicales et subtropicales (Radha et Mathew, 2007). Il pousse bien dans les zones à altitude de 1800m et se développe le plus luxueusement dans les régions de fortes pluies et il prospère sur les berges des rivières et il est connu pour résister à des

inondations prolongées. L'arbre se porte bien sur des terres plus élevées et bien drainées, que ce soit dans le limon, la marne, le sable ou le calcaire oolithique (Morton, 1987).

I.5.2. Fructification et récolte

La floraison commence en Mars et s'étend jusqu' en Mai. Les fruits mûrissent de Juin à Août et doivent être récoltés immédiatement pour éviter toute détérioration (Salim et Paarakh, 2009). La principale saison de fructification en Inde et dans le sud de la Floride s'étend jusqu'à la fin Juillet.

Le *S. cumini* est un fruit non climactérique et doit être récolté au stade de maturité approprié, indiqué principalement par le développement complet du fruit. En raison du temps de maturation non uniforme, plus d'une récolte est nécessaire (Rodrigues *et al.*, 2018). Les fruits mûrissent en Mai-Juillet avec l'arrivée de la pluie, et la couleur passe du vert au violet profond ou au noir (Koley *et al.*, 2011).

I.5.3. Conservation Post-Récolte

Le *S. cumini* est considérée comme un fruit périssable, notamment en raison de la fragilité de sa pulpe et de son épicarpe, qui offre peu de protection contre les dommages physique ou les agents infectieux. Cependant, une attention particulière lors de récolte et de la poste récolte est essentielle pour prolonger la durée de conservation de fruit. Dans des condition environnementales, la durée de conservation est de 2 jours (Rodrigues *et al.*, 2018). Le produit de *S. cumini* peut être conservé jusqu' à 6-8 mois en bouteille en verre incolore et jusqu'à 12 mois dans des condition de stockage au froid (Koley *et al.*, 2011).

I.6. Toxicité

Ugbabe *et al.* (2010) ont utilisé 70% d'extrait méthanolique pour des études de toxicité aiguë chez la souris, en utilisant les feuilles et l'écorce de tige de *S. cumini*. Neuf souris ont été divisées en trois groupes de trois chacun pour l'étude de phase I. Trois niveaux de dose de 10 mg / kg, 100 mg / kg et 1000 mg / kg ont été administrés par voie orale aux groupes 1, 2 et 3, respectivement. De l'eau saline a été utilisée comme témoin pour les études de phase I et de phase II. Dans l'étude de phase II, des doses de 4 séries de doses correspondant au résultat de l'étude de phase 1 ont été adoptées à partir du tableau fourni par Lorke (1983) et données à 4 groupes d'une souris et la DL50 a été estimée selon le modèle de Lorke: $DL50 = \text{Racine carrée du produit de A et B}$ (où, A = dose la plus faible létale = 3 000 mg / kg; B = dose la plus élevée sans danger = 5 000 mg / kg). Les résultats ont révélé que la feuille a une valeur DL50 de 3,873 mg / kg et pour l'écorce de tige > 5 000 mg / kg. Cette observation peut déduire la présence de composés plus puissants dans les feuilles que dans l'écorce de la tige.

Une étude de toxicité aiguë d'extraits méthanoliques et aqueux de feuilles, de graines, d'écorces et de racines a été menée chez des souris albinos de l'un ou l'autre sexe de 8 à 25 g de poids corporel en utilisant les Lignes directrices 423 de l'OCDE. L'étude de toxicité aiguë des différents extraits (sauf extrait méthanolique de graine), n'a pas montré de mortalité à la dose de 2 000 mg / kg. Par conséquent, la dose de 2000 mg / kg a été considérée comme la dose seuil de DL50 dans la catégorie 5 du Système de classification harmonisé à l'échelle mondiale (SGH) (dose sûre), conformément à la ligne directrice 423 de l'OCDE. (SGH, catégorie 3). Les effets secondaires courants tels que diarrhée légère, perte de poids et dépression dans les groupes d'animaux traités n'ont pas été enregistrés dans les 7 jours d'observation (**Bandiola et al., 2017**).

I.7. Importance Économique et Nutritionnelle

Presque toutes les parties de l'arbre sont utilisées à des fins diverses. Les fruits mûrs sont très juteux. La pulpe des fruits est utilisée pour faire des confitures, des gelées, du jus, du vinaigre et des puddings. Les fruits sont également utilisés pour faire du vin en grande quantité aux Philippines. Une caractéristique intéressante du bois de *S. cumini* est qu'il est très solide et résistant à l'eau ainsi qu'aux termites. Le bois est utilisé pour installer des moteurs dans les puits, il est un excellent bois de chauffage. Les distillats des feuilles donnent une huile essentielle qui est utilisée comme parfum dans les savons et est mélangée à d'autres produits (**Chaudhary et Mukhopadyyay, 2012**). Le fruit de *S. cumini* contient une bonne teneur en minéraux (Ca, K), en vitamine C, en sucres libres (glucose, mannose, saccharose) et en acides aminés (alanine, arginine, Aspergine). La couleur violette du fruit est due aux anthocyanes et l'astringence du fruit est due à la présence de composés phénoliques (215mg/100g) (**Koley et al., 2011**).

Chapitre II :
Composition et activité
*biologique de *Syzygium cumini**

II.1. Composition biochimique

II.1.1. Teneur en sels minéraux

Les principaux minéraux présents dans le fruit de *Syzygium cumini* (**Tableau 01**) sont le sodium, le potassium, calcium, phosphore, fer et zinc (**Ali et al., 2013**). La pulpe contient une plus grande quantité de (Na) sodium et de potassium (K) que la graine. La variabilité du sodium et du potassium des fruits dépend parfois du type de sol et des conditions météorologiques de la région où le fruit a été cultivé (**Sabino et al., 2018**).

Tableau 01: Contenu minéral du fruit de *Syzygium cumini* (mg/100g) (**Ali et al., 2013 ; Sabino et al., 2018**).

Minéraux	Teneur (mg /100g)		
	Pulpe	Peau	Graine
Na	8.61± 0.73	12.10 ± 1.65	16.34±2.00
K	87.90±5.20	133.07±7.10	190.61±10.11
P	39.14±4.12	40.32±5.03	46.21±5.32
Ca	24.31± 1.03	33.12±3.45	36.10±3.22
Fe	3.04±0.32	4.60±0.42	6.12±0.84
Mg	10.05±2.00	16.40±1.12	17.67±1.94
Zn	0.28	/	/
Cu	0.07	/	/
/: interminé			

II.1.2. Teneur en vitamines et en fibres

L'acide ascorbique en tant que vitamine antioxydant a une grande valeur biologique. Il présente de nombreux avantages pour la santé et améliore le mécanisme de défense des systèmes vivants. La teneur appréciable d'acide ascorbique dans le fruit de *S.cumini* le classe comme une source en cette vitamine, le fruit contient également du Rétinol et de la Niacine (**Ali et al., 2013**).

Raza et al. (2015) ont rapporté que la graine du fruit contient entre 1.28 à 6.08 % de fibres brutes. Le tableau **02** regroupe la teneur en quelques vitamines et en fibres.

Tableau 02 : Teneur en vitamines et en fibres des fruits de *Syzygium cumini* (**Raza et al., 2015; Kshirsagar et al., 2019**).

Vitamines	Teneurs (g/100g)
Vitamine A (Rétinol)	3UI/100g
Vitamine B3 (Niacine)	0.09

Tableau 02(suite) : Teneur en vitamines et en fibres des fruits de *Syzygium cumini* (**Raza et al., 2015; Kshirsagar et al., 2019**).

Vitamine C (acide ascorbique)	0.21
Fibres	Quantité en %
Fruit	1.76± 0.05
Graine	4.19 ± 0.12

II.2. Composition phytochimiques

Les composés phytochimiques sont des produits chimiques végétaux non nutritive qui ont une propriété de protection préventive des maladies (**Parate et al., 2019**). La plante de *S.cumini* possède divers composés phytochimiques, bien répartis sur ces différentes parties (Tableau 03) dont la plupart ont des effets bénéfiques sur la santé (**Jadhav et al., 2009**).

Tableau 03: Composés phytochimiques identifiés dans différentes parties de l'arbre de *S.cumini* (**Chhikara et al., 2018**).

Partie	Classe	Composés
Graine	Flavonoïde	Quercétin, 3,5,4-tetrahydroxy flavonone
	Acides phénoliques	Acide caféique, acide férulique, acide gallique, acide ellagique
	Tanins	Corilagine 3,6-hexahydroxydi-Phénoylglucose 1-galloylglucose 3-galloylglucose 4,6 hexahydroxy-dipénolglucose
	Terpène	β-pinène, β-terpinène, acide bétulinique, eugénol, Beta-sitoterol et α-terpineol, ellagitannins
Pulpe	Flavonoïde	Myricétin, myricétindeoxyhexoside
	Acide Phénolique	Acide gallique, acide ellagique
	Terpènes	Citronellol, géranol, hotrienol, nérol, β- phényléthano, phénylpropanal, HHDP-galloly, glucose

Tableau 03(suite) : Composés phytochimiques identifiés dans différentes parties de l'arbre de *S.cumini* (Chhikara et al., 2018).

	Tannins	Cyanidine, delphinidine, pétudine
	Anthocyanines	Acide citrique, acide malique, cyanidine, diglucoside, flavonols, caroténoïde, glucose, malvidine-, la pétunidine
Feuilles	Flavonoïdes	Catéchine, kaempférol, myricétine, myricétine-3-O- β -D-glucuronopyranoside, myricétine-4-méthyléther 3-O- α -rhamnopyranoside, myricétine 4"-O-acétate, myricétine 4"-O-acétyl-2-O-gallate, myricétine, quercétine-3-O- α -rhamnopyranoside
	Acides Phénoliques	Acide caféique, acide chlorogénique, acide ellagique, acide férulique, acide gallique et acide bétulinique
	Tannins	Nilocétine
	Terpènes	α -pinéne, α -cadinol, pinocarvone, pinocaréol, α -terpéneol, myrtenal, cinéole et géranylacétone, bêta-sitostérol, acide bétulinique, acide maslinique, mycaminose, n-heptocosane, n-dotricontanol, myricétine, quercétine, triterpénoïdes
Flours	Flavonoïdes	Kaempférol, myricétine, dihydromyricétine, myricétine-3-L-arabinoside, isoquercétine Quercétine, quercétine-3-D-galactoside
	Acide phénolique	L'acide ellagique
	Terpènes	Acide oléanolique, eugénol Acide ératégolique (acide maslinique)
Tige et écorce	Flavonoïde	Quercétine, 3, 5,7,4-tétrahydroxy flavonone
	Acide Phénoliques	3,3 acide di-O-méthyl ellagique, 3.3.4-tri-O-méthyl ellagique, acide ellagique, acide gallique,
	Terpènes	β -sitostérol, friédéline et acide bétulinique

II.2.1. Composés phénoliques

Les composés phénoliques, sont caractérisés par le fait qu'au moins un cycle aromatique porte un ou plusieurs groupes hydroxyle (**Burlando et al., 2010**). Ces composés se présentent sous forme libres ou glycosylées (**Parate et al., 2019**) et apparaissent très fréquemment sous forme de métabolites secondaire synthétisés par la plante contribuant à l'unique sensorialité et propriétés organoleptique telle que la couleur, l'astringence et le goût (**Chhikara et al., 2018**). Il existe une très grande variété du plus simple comme l'acide salicylique au plus complexe comme les tanins (**Cuny, 2016**).

Les composés phénoliques les plus importants sont les flavonoïdes, les polyphénols, l'acide phénolique. Ils ont un rôle important en tant que composés de défense, ainsi qu'une action antiseptique utilisée pour l'infection cutanée et nombreux problème de peau comme l'acné et l'eczéma (**Parate et al., 2019**).

La teneur en phénols totaux des fruits a été déterminée par spectrophotométrie, en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu, et exprimée en milligramme (mg) équivalentement d'acide gallique par gramme (g) de poids de matière sèche (mg EAG/g MS) (**Ragaee et al., 2006**).

II.2.1.1. Dérivés de l'acide Shikimique

a. Acides phénoliques : Composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique (**Cuny, 2016**) synthétisés par les plante via l'acide Shikimique à travers les voies des phénylpropanoïdes (**Mandal et al., 2010**), et la structure hydro-cinnamique et hydroxy – benzoïque (**Burlando et al., 2010**).

Le fruit de *S.cumini* est riche en acides phénoliques (Figures **07**et **08**) comme l'acide gallique, l'acide ellagique, l'acide caféique, l'acide tannique, l'acide férulique et l'acide p-cumarique (**Chhikara et al., 2018**).

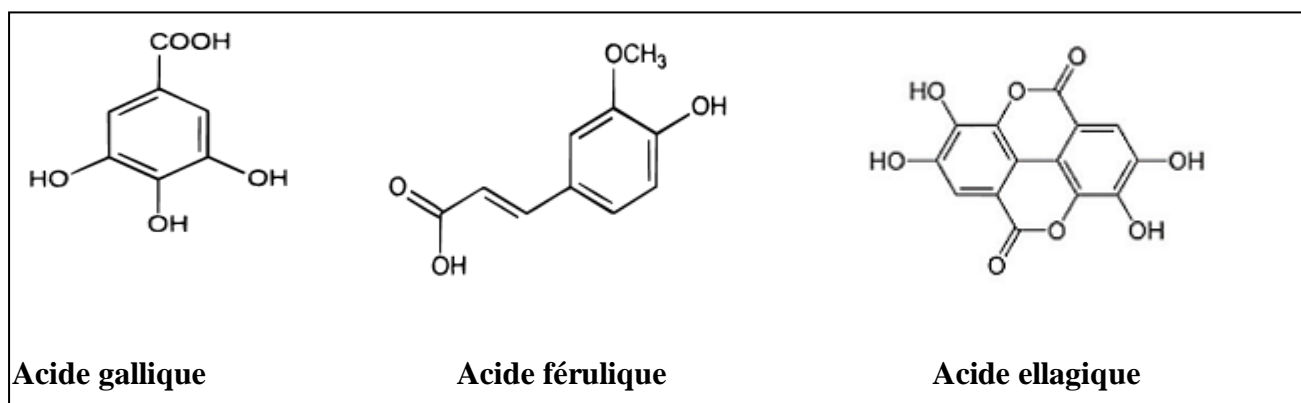


Figure 07: Structures des acides-phénols (**Jagetia et al., 2017**).

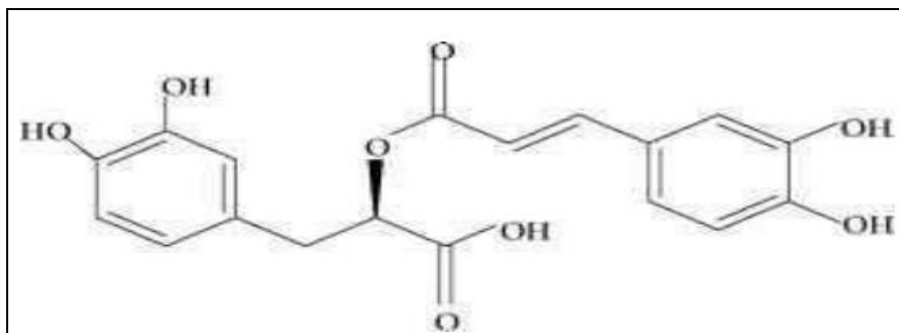


Figure 08: Structures d'acide phénolique (Parate *et al.*, 2009).

b. Tanins : ce sont de produits phénoliques naturels qui peuvent précipiter la cellulose, les pectines, les protéines via leur capacité à se lier avec les macromolécules (Cuny, 2016), ce explique l'astringence du fruit. Ils sont répandus dans les feuilles, l'écorce, les fruits et le bois (Bandial *et al.*, 2017).

On distingue 2 groupes de tanins différents par leur structure (Figure 09) et également par leurs origines biogénétiques :

- **Tanins hydrolysables :** ce sont des polyesters de glucide et acide phénol, ils sont facilement hydrolysables par l'acide et enzyme (tannase) en ose (généralement le glucose) et en acide phénols (Macheix *et al.*, 2005).
- **Tanins condensés :** différent des tanins hydrolysables par ; une structure voisine à celle de flavonoïdes, absence de partie osidique, non hydrolysables (Macheix *et al.*, 2005).

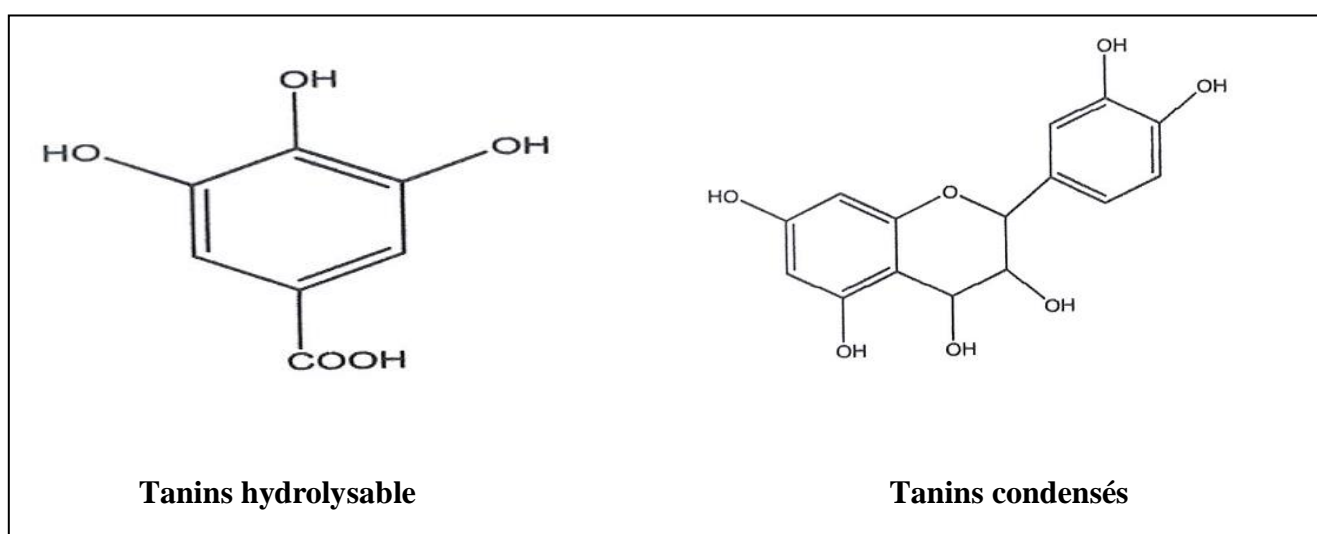


Figure 09 : Structure des tannins (Macheix *et al.*, 2005).

Le fruit de *S. cumini* contient une grande gamme de tanins hydrolysables, aussi l'extrait de fruit a montré très bonne activité de piégeage des radicaux DPPH et réduction du pouvoir antioxydant du fer FRAP (Zhang et Lin, 2009).

L'écorce de *S. cumini* contient environ 13.4g d'acide tannique qui exerce des effets gastro-protecteurs (Bandiola et al., 2017). Dans le même sens l'extrait d'acétate d'éthyle et méthanol de graine et les feuilles contiennent des tanins 19% et 12 à 13% respectivement (Swami et al., 2012).

II.2.1.2. Dérivés de l'acide Shikimique et de l'acétate

a-Flavonoïdes : Les principaux flavonoïdes présent dans les fruits de *S. cumini* ont le Kaempférole, la quercétine et la myricétine qui sont dotés de propriétés biologiques (Chhikara et al., 2018). Les diverses parties de ce fruit contiennent des flavonoïdes (Ahmed et al., 2019). Les teneurs totales dans pulpe, feuille, graines sont $0.07 \pm 0.04 \text{g/kg}^{-1}$ (Benheral et Arumughan, 2007), $0.46 \pm 0.005\%$ (Sheela et al., 2017), $2380 \pm 5.08 \text{g/100g PS}$ (Ali et al., 2013) respectivement.

b-Anthocyanes : Le fruit de *S. cumini* est une source très riche en anthocyanes (Chaudhary et Mukhopadyyay, 2012), qui sont de couleur pourpre, attribuée au présence de pigments anthocyanique qui a attiré d'immense attention en raison des avantages pour la santé (Li et al., 2008). Le fruit contient 126.54 à 185.35 mg/ pour 100g des anthocyanes (Chhikara et al., 2018). Il a été rapporté que les principaux anthocyanes sont 3-diglycoside de delphinidine, pétunidiné et la malvidine, en particulier la delphinidine 3-gentiobioside, pétunidine-3-gentiobioside et malvidine-3-laninaribioside (Veigas et al., 2007 ; Li et al., 2008).

La composition en anthocyanes est caractérisée par la présence de 3,5-digluconide aglycones. Dans le même sens les principaux anthocyanes comprennent la delphidine 3,5-digluconide (256mg/100g), cyanidine 3,5-digluconide (29/100g mg), malvidine 3,5-digluconide (166 mg/100g), pétunidine 3,5-digluconide (245 mg/100g) et peonidine 3,5-digluconide (75 mg/100g) (Brito, 2007; Chhikara et al., 2018).

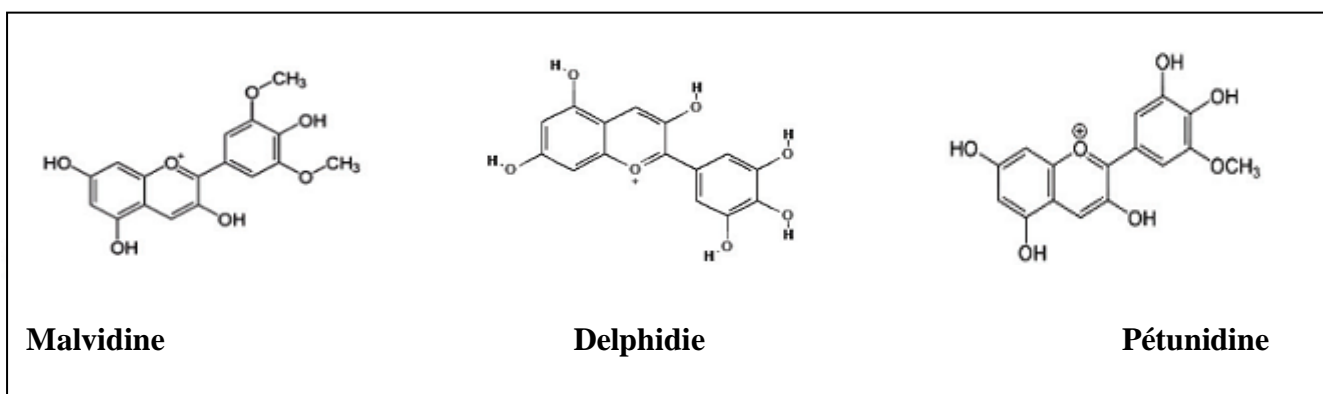


Figure 10 : Structures des anthocyanines (Jagetia et al., 2017).

II.2.2. Huiles essentielles de *Syzygium cumini*

Les fruits de *S.cumini* contiennent diverses huiles essentielles, aromadendrene, caryophyllène, α gurjeuene et guaiol. Dans le même sens les principaux composant présent dans la pulpe, pinocarveol (15.1%), α -terpéneol(8.9%)myrténol(8.3%), α -pinene (0.8%), carvon (1.4%), α -cadinol (4.6%), éucarvone(6.6%), geranylactéone(5.6%). Acide bétulinique et l'acide oléonolique sont les principaux présents dans les fruits et possèdent des propriétés pharmacologiques (**Chhikara et al., 2018**).

II.2.3. Composés lipidiques

Plusieurs alcanes et alcools aliphatiques ont été mis en évidence. Dans une étude menée par (**Cuny, 2016**), la composition chimique des feuilles et graine a montré ce qui est groupé dans le tableau **04**.

Tableau 04 : Composés lipidiques dans les feuilles et les graines de *S.cumini*

Composition	Pourcentage	
	Feuilles	Graines
Heptacosane	4.86	1.72
1-chlorooctadecane	X	33.21
Nonacosane	9.98	X
Octacosane	7.38	3.97
Triacontane	9.38	X
Tetratetracontane	X	9.24
Octadecane	16.91	5.15
4-(2,2-Dimethyl-6-methylenecyl) butanol	X	5.295
Decahydro-8a-ethyl-1,4a,6-tetramethylnaphalene	X	8.02
X: non determine		

II.3. Activité biologiques du fruit de *Syzygium cumini*

S. cumini est doté d'une multitude d'activités biologiques et pharmacologiques. Les diverses études confirment son potentiel thérapeutique et son importance en médecine traditionnelle classique et moderne (**Ayyanar et al., 2013**).

Différents types d'activité biologique sont rapportées avec l'usage de *S.cumini* comme l'activité antioxydante (**Meshran et al., 2011 ; Aqil et al., 2012**), antifongique (**Jabeen et Javaid, 2010**), antiallergique, anti-fertilité, anti-plaque, antidiabétique, anticancéreux, antimicrobiennes, gastro-

protecteur et activité radio-protectrice, chimio-préventive, neuropsychopharmacologiques, anti-inflammatoire, anti-VIH et antigénotoxique (Srivastava, 2013; Agrwal *et al.*, 2019).

II.3.1. Activité anti-inflammatoire

Les processus inflammatoires sont directement impliqués dans le développement de maladies cardiométaboliques compris l'athérosclérose, le diabète de type 2 et cancer (Santos *et al.*, 2020).

Des études ont montré que *S.cumini* possède des effets anti-arthrite (Chhikara *et al.*, 2018). Aussi l'écorce est utilisée dans la médecine populaire pour soigner l'inflammation aiguë et chronique (Blakrishna *et al.*, 2016). L'extrait de flavonoïde a été utilisé contre l'hépatite B (Gupta et Chaphalkar, 2015).

Des études précliniques ont été réalisées sur des modèles animaux:

- ✓ Selon Jain *et al.* (2011), l'extrait méthanolique et acétate d'éthyle de feuilles (200 et 400mg/kg) induite par la carraghénane réduit l'œdème. Ils suggèrent également la possibilité d'utiliser les huiles essentielles des feuilles pour le traitement des maladies inflammatoires.
- ✓ L'extraits méthanoliques et aqueux des graines ont été étudiés chez des rats Wistar en utilisant l'œdème de la patte arrière gauche induit par la carraghénine à une dose de 250mg/kg de poids corporelle par voie orale. Les résultats ont montré une activité anti-inflammatoire modérée à significative (Kumar *et al.*, 2008). L'extrait méthanolique et aqueux réduit l'œdème de 48.29 % et 68.85 % respectivement, par rapport au groupe témoin non traité. Le Diclofénac de sodium à 100 mg/kg de poids corporel a inhibé le volume de l'œdème de 75.08 %. Les résultats ont indiqué que l'extrait aqueux a une activité anti-inflammatoire plus importante que les extraits méthanoliques (Modi *et al.*, 2010).
En plus, l'extrait éthanolique de l'écorce de la tige (100,300 et 1000mg/kg) réduit la production de prostaglandine, sérotonine et histamine (Muruganaandan *et al.*, 2002) et aucune cytotoxicité de l'extrait n'a été observée aux doses testées (Sowjanya *et al.*, 2013).

II.3.2 Activité Antioxydant

Ces dernières années, l'intérêt porté aux antioxydants naturels, en relation avec leurs propriétés thérapeutiques à partir de sources naturelles à savoir, les plantes médicinales et les produits agroalimentaires a pris plus d'ampleur (Marc, 2004 ; Huang *et al.*, 2005).

L'extrait méthanolique des feuilles de *S.cumini* (1-15µg/ml) agissait fortement contre les radicaux hydroxyle(OH) et 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) avec une diminution de Fe^{+3} dans le test de réduction du pouvoir antioxydant du fer (FRAP) et montrait également une forte corrélation avec la teneur en flavonoïde (Eshwarappa *et al.*, 2014) et polyphénols comme l'acide ferrulique et

catéchine présent dans l'extraits (**Ruan et al., 2008**) et qui ont une activité radio-protectrice dans le test de formation de micronoyaux induit par le rayonnement dans des cultures périphériques humaines de la cellule lymphocytes du sang (**Benherlal, 2010**).

Benherlal, (2010) a rapporté également que la pulpe de fruit possède une activité antioxydant, suite à une mise en évidence par les résultats de la capacité antioxydant équivalente du Trolox (TEAC) et de la réduction ferrique potentielle antioxydant (FRAP). La puissance de *S. cumini* est plus évidente de par sa capacité à piéger les radicaux libres et les espèces produites à la suite d'un rayonnement ionisant.

II.3.3 Activité antidiabétique

S. cumini a été utilisé dans divers systèmes de la médecine complémentaire et alternative et, avant même la découverte de l'insuline (**Baliga et al., 2013**). Il est et utilisé en Inde pour le traitement de diabète (**Kumar et al., 2008**) et plus souvent reconnu comme traitement adjuvant pour le diabète de type 2 (**Helmstädter, 2008**).

Diverses études cliniques ont été réalisées pour évaluer le potentiel antidiabétique et ont indiqué que les grains (**Mastan et al., 2009**), la pulpe (**Sharma et al., 2006**) et les fruits entier et l'écorce possèdent une activité antidiabétique (**Katiyer et al., 2016**) tandis que les feuilles sont inefficaces et dépourvue de ces effets pharmacologiques (**Baliga et al., 2011**).

Par ailleurs **Benherlal, (2010)** a étudié l'activité antidiabétique sur des humains volontaires diabétique du type 2 et il a déduit que l'administration de l'extrait de fruits entier diminuait le niveau du sérum du glucose de manière significative, et que l'administration de 4 à 24g de poudre de grains à vingt-huit patients diabétiques entrain une réduction de la moyenne et postprandial du taux de sucre dans le sang. Des études ont également montré que les graine empêchent ou possèdent un effet protecteurs contre les complications secondaires induits par le diabète (**Katiyer et al., 2016**).

II.3.4. Activité antibactériens

Diverses parties de *S. cumini* peuvent être utilisées comme agents antibactériens, fonctionnels pour la santé humaine (**Chhikara et al., 2018**). Une telle activité antibactérienne a été attribuée aux tanins et autres composés phénoliques présents dans les extraits (**Oliveira et al., 2007**).

L'étude menée par **Gowri et Vasantha, (2010)**, a montré que l'extrait méthanolique des feuilles contre des souches standard et des isolats cliniques de certaines bactéries en utilisant la méthode de diffusion sur disque, possède une activité inhibitrice contre les isolats clinique des bactéries Gram négative telles que *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhi*, *Salmonella typhi A*, *Salmonella*

paratyphi B, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*, et les bactéries Gram positif comme *Bacillus subtilis* et *Staphylococcus aureus*.

Mohamed et al. (2013) ont déclaré que l'huile essentielle des feuilles présentait une meilleure activité antibactérienne, en particulier contre *Salmonella typhimurium*. L'extrait de méthanol s'est avéré plus efficace sur les bactéries gram négative et en particulier contre les bactéries Gram positif.

II.3.5. Autres activités biologique

Une multitude d'activité biologique du fruit a été reportée dont le tableau ci-dessous regroupe une synthèse des effets observés.

Tableau 05 : Activités biologique de *S.cumini*.

Activité biologique	Les effets
Activité antifongique	Des études précliniques ont montré que l'extrait hydroalcoolique, aqueux, éther de pétrole, benzène, chloroforme, méthanolique et éthanolique de feuille de <i>S.cumini</i> , et l'extraits aqueux et méthanolique de grain possèdent une action antifongique. L'extrait aqueux, à l'éthanol et au n-hexane des feuilles, fruits, l'écorce de racine et de tige ont été efficaces pour inhiber la croissance de l'agent causal de la maladie du mildiou chez le pois chiche, aussi utilisés comme un agent non toxique efficace pour prévenir l'infestation des aliments par les champignons (Jabeen et Javid, 2010).
Activité antivirale	L'extrait aqueux (froid et chaud) des feuilles et d'écorce étaient évalués pour leur potentiel antiviral contre H5N1 (virus de grippe aviaire qui cause une maladie contagieuse chez la volaille). Les résultats ont montré que ces extraits avaient éliminé le virus à 100% (Katiyar et al., 2016).
Antihyperlipidémique	Le potentiel antihyperlipidémique de la pulpe de fruit de <i>S.cumini</i> a été évalué chez des rats hyper-lipidémiques induits par le régime alimentaire. Les résultats ont révélé que la pulpe de fruits était aussi puissante que la simvastatine pour réduire le cholestérol LDL sérique, les triglycérides et le cholestérol total et augmenter cholestérol HDL (Katiyar et al., 2016).

Tableau 05 (suite) : Activités biologique de *S.cumini*

Activité antidiarrhée	<p>L'administration de l'extrait éthanolique de l'écorce d'arbre de <i>S.cumini</i> était efficace contre différents modèles expérimentaux de diarrhée chez le rat. L'extrait a montré une activité inhibitrice significative contre la diarrhée induit par la prostaglandine E2(PGE2), a également causé une réduction de la motilité gastro-intestinale dans le charbon de bois (Baliga et al., 2011) aussi que l'extrait méthanolique de feuille possède des activités anti-diarrhéiques(Kayser et al., 2019).</p>
Activité antifertilité	<p>Un examen a indiqué que l'acide oléanolique- un composant isolé des fleurs de <i>S.cumini</i> a la capacité d'arrêter la spermatogenèse, présentant ainsi l'effet anti-fertilité chez le mâle souris blanc (Baliga et al., 2011).</p>
Activité antiallergique	<p>L'allergie, qui est une réactivité accrue de l'hôte exposé à un antigène, est une réaction immédiate et comprend anaphylaxie suite à un contact avec un antigène (Brito et al., 2007),Ensemble observation indiquent que l'extraits de feuille possède des propriétés antiallergique et aussi effet anti-oedématogène était dû à la dé-granulation des mastocytes et en affectant à la fois l'histamine et la sérotonine (Baliga et al., 2011) .</p>

Etude expérimentale

II. Matériel et méthodes

II.1. Matériel

II.1.1. Fruit de *Syzygium cumini*

Les fruits soumis à l'étude sont des fruits de genre *Syzygium* de la famille *Myrtaceae*. Ils ont été récoltés en mois de juillet de l'année 2019 et celle 2020, à partir des arbres situés proximité de la salle de tirage de l'université de Jijel. Ils ont été conditionnés dans des sacs en plastique étiquetés selon l'année d'échantillonnage et conservés dans un congélateur.

Les photos ci-dessous regroupent les échantillons de notre étude.

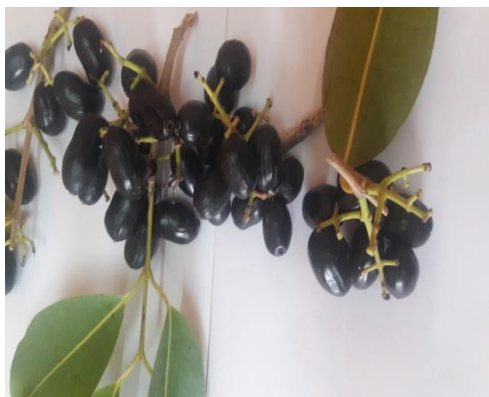


Photo 01: Echantillon de 2019



Photo 02: Échantillon de 2020

II.1.2. Produits chimiques et réactifs: Les produits chimiques et réactifs utilisés au cours de cette étude sont les suivants:

- Acide sulfurique 0.6 M, à 97% , Acide ascorbique, Acide oxalique, Acide acétique 1N, Acide borique à (2%), Acide formique à 80%, Acide chlorhydrique concentré et à 1/30N et 0.1 N, Acide gallique; Solution d'acide trichloracétique (TCA) à 10 % et à 5 %;
- Hydroxyde de sodium (NaOH) (1 M, 0.1%, 35%, 40%); Nitrate de sodium (NaNO₂) à 5 %; Soude caustique à 15 %, et à 0.4 %;
- CaCl₂, Catalyseur (mélanger 20g de sulfate de potassium et 1g de sulfate de cuivre); Carbonate de sodium Na₂CO₃(20%), Sulfate de sodium (1%), Solution de chlorure de calcium à 11.1 % et 0.5 %; phosphate de sodium 28 mM, molybdate d'ammonium 4 mM; FeCl₃, 6H₂O (0.1 %), K₃Fe(CN)₆ (1 %), Trichlorure d'aluminium (AlCl₃) à 10 % (m/v);
- Glucose; Di-iode (0.05 mol/l), Empois d'amidon, phénol phtaléine;
- Méthanol, ethanol, Chloroforme
- H₂O₂(eau oxygénée) à 30% et 10 mM;
- Solution de phénol à 80%; Solution vanilline/méthanol (4 % m/v);
- Tampon phosphate (pH 7.4 , 0.2 M), (pH 6.6 , 0.2 M) et pH 6.3;
- Sérum bovine albumine (SBA), Diclofénac de sodium;

- DPPH, Folin – Ciocalteu (1N), Tachero.
- Antioxydant de référence (BHT).

II.1.3. Appareillage

Nous nous sommes servis au cours de notre étude des appareils suivants:

- Balance analytique et balance de précision (KERN, EMB600-2);
- Spectrophotomètre (SHIMADZU);
- Conductimètre (HANNA);
- Bain-Marie (Memmert);
- Vortex, Agitateur (Heidolph MR 3001 K), Étuve (Memmert);
- Pied à coulisse (1-35-603-STANLEY 1/10);
- Four à moufle (Thermolyne/Furnace 6000);
- Rotavapeur (Heidolph);
- pH mètre (HANNA);
- Réfractomètre (ATAGO: HSR-500);
- Appareille de Kjeldahl (Gerhard);
- HPLC (VP SHIMADZU LIQUID CHROMATOGRAPH);
- Centrifugeuse (BIOBLOCK-SCIENTIFIC);.

II.2. Méthodes

II.2.1. Contrôle des paramètres morphométriques du fruit

La première étape de cette analyse consiste à déterminer les paramètres suivants selon les méthodes décrites par **Tanilgan et al. (2007)**:

- ✓ Les dimensions (longueur, largeur et diamètre) des fruits sont déterminées par le biais d'un pied à coulisse. Ensuite, le rapport suivant à été déterminé :

$$\text{Rapport Longueur / Largeur} = \frac{\text{Longueur du fruit}}{\text{Largeur du fruit}}$$

- ✓ Le poids du fruit entier, la pulpe et du noyau ont été déterminés au moyen d'une balance de précision à deux chiffres après la virgule (0.01g).

Une fois les chiffres obtenus, nous avons procédé à la détermination des rapports suivants .

$$\text{Rapport pulpe /fruit entier (\%)} = \frac{\text{Poids de la pulpe (g)}}{\text{poids de fruit entier (g)}}$$

$$\text{Rapport Graines /fruit entier (\%)} = \frac{\text{Poids des graines (g)}}{\text{Poids de fruit entier (g)}}$$

$$\text{Rapport pulpe/Grains (\%)} = \frac{\text{Poids de pulpe (g)}}{\text{Poids des noyau (g)}}$$

II.2.2. Contrôle des paramètres physicochimiques

II.2.2.1. Détermination de pH

Pour chaque échantillons, nous avons pesé 10 g de fruit coupé en petite morceaux, 100 ml de l'eau distillé a été ajouté puis mélangé pendant 5 minutes jusqu'à l'obtention d'un jus. La mesure de pH a été réalisée en plongeant l'électrode du pH mètre dans la solution. La valeur du pH enregistrée sur l'écran de pH -mètre a été notée (AOAC, 2000).

II.2.2.2. Détermination de la teneur en eau (Normes française V04-208-Sep 1996)

La teneur en eau a été déterminée selon la norme Française V04-208. Des capsule vides sont séchées à l'étuve durant 15 min à $103 \pm 2^\circ\text{C}$, puis tarées après refroidissement dans un dessiccateur. 3g de chaque échantillons a été pesé dans chacune des capsule puis placer dans une étuve réglée à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 3 heures.

Les capsules sont retirées de l'étuve et pesées après refroidissement. L'opération a été répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant, en réduisant la durée de séchage à 30min pour éviter la caramélisation (Acourene et Tama 1997).

La teneur en eau est calculée selon la formule suivante:

$$H (\%) = \frac{(M_1 - M_2)}{P} \times 100$$

- **H %** : Humidité.
- **M₁** : Masse de la capsule contenant la matière fraîche avant l'étuvage (g).
- **M₂** : Masse de le capsule contenant la matière fraîche après l'étuvage (g).
- **P** : Masse de la prise d'essai (g).

La teneur en matière sèche est calculée comme suite:

$$\text{Matière sèche (\%)} = 100 - H (\%)$$

II.2.2.3. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable a été déterminée par neutralisation de l'acidité totale libre contenue dans 25 ml de jus de fruit par une solution de NaOH (0.1N) jusqu'à atteindre un pH de 8.1, en présence de phénol

phtaléine comme indicateur de couleur. L'acidité titrable est exprimée par rapport à la teneur en acide citrique (AOAC, 2000).

L'acidité est déterminée par la formule suivante:

$$A\% = \frac{(250.V1.100)}{(m.V.10)} \times 0.07 = 150 \frac{V1}{m.V}$$

- **m** : Masse de la prise d'essai (g)
- **V** : Volume du filtre pris pour le titrage (ml)
- **V1** : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium à 0.1 N utilisé (ml)
- **0.07**: Facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent de l'acide citrique.

II.2.2.4.Détermination des solide solubles

Le taux des solide solubles (TSS), exprimé en degré Brix, est déterminé à l'aide d'un réfractomètre. Une goutte de purée de fruit a été mise sur la plaque du réfractomètre préalablement nettoyé et séché. Le degré Brix a été lu directement sur l'échelle de l'intersection de la limite entre la frange claire et la frange foncée (AOAC, 2002).

II.2.2.5.Détermination de la conductivité électrique

La conductivité électrique exprime l'aptitude de la solution aqueuse à conduire un courant électrique. Elle est en corrélation avec la teneur en sels solubles (Rodier, 2005).

L'électrode de Conductimètre a été plongée dans une solution à 20% de matière sèche (c.-à-d.20g de *Syzygium cumini* sèche broyé dans 100 ml de l'eau distillée est préparé). La lecture se fait directement sur l'afficheur de Conductimètre (Amellal, 2008).

II.2.2.6.Détermination du taux de cendres

10g de chaque échantillons sont pesés dans des creusets puis place dans un four à moufle pendant 5h à $550 \pm 15^\circ\text{C}$. A la sortie du four, les creusets ont été placés dans un dessiccateur pour le refroidissement, par la suite, les creusets refroidis et réchauffer à nouveau pendant une demi-heure ou plus ont été pesés. Cette opération a été répétée jusqu'à ce que le poids devient constant (de couleur blanche ou blanc grisâtre) (AOAC, 2002).

On calcule avant tout la matière organique par la formule suivant (NFV05-113, 1972):

$$MO\% = \frac{(M1-M2)}{P} \times 100$$

- **MO %**: Matière organique.
- **M₁** : Masse de la capsule + prise d'essai (g)
- **M₂** : Masse de la capsule + les cendre (g)
- **p** : poids de la prise d'essai (g)

La teneur en cendre est calculée comme suit:

$$\text{Cendres (\%)} = 100 - \text{MO (\%)}$$

II.2.2.7. Dosage de la vitamine C (titrage directe de la vitamine C)

10g du broyat de fruit est dissout dans 100ml d'eau distillée. Après filtration, le volume total **V₀** a été mesuré. D'autre part et dans un Erlen-Meyer, un volume **E**=10ml de jus mesuré avec une pipete gradué a été introduit.

La vitamine C a été titrée avec une solution de di-iode de concentration **T**=0.05 mol/l, en présence d'empois d'amidon. Le volume équivalent **V** a été noté (**Belguedj, 2002**).

La teneur en vitamine C est exprimée en g/l par la formule suivant:

$$[\text{Vit C g/l}] = \frac{T.V.176}{2E}$$

- **T**: Titre de la solution di-iode = 0.05 mol/l.
- **V**: Volume d'iode utilisé.
- **E**: Prise d'essai = 10ml.
- **176**: Le poids moléculaire de l'acide ascorbique.

II.2.2.8. Détermination de la teneur en pectines

2.5 g de fruits broyé a été pesé et introduit dans une fiole conique à col ronde de 100 ml, puis, 500ml d'acide chloridrique (1/30) a été ajouté. La fiole a été bouchée par un tube réfrigérant et portée au bain-Marie bouillon pendant 30 min, suivis d'une filtration et lavage du précipité à l'eau chaude (1^{er} filtrat): Ensuite le papier filtre a été passé dans une fiole conique avec ajout de 50 ml de l'acide oxalique. La fiole a été adaptée à un tube réfrigérant, puis portée au bain-Marie à 100°C pendant 20 min. Une 2^{eme} filtration et lavage du précipité à l'eau chaude (2^{eme} filtrat) ont été réalisés.

Les deux filtrats ont été introduits dans une fiole jaugée de 200ml, neutraliser avec la soude caustique à 15 % en présence de phénol phtaléine et compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. A partir du filtrat obtenu, 5 ml a été pipeté et transféré dans une fiole et additionner 50 ml

de la soude caustique à 0.4%, le mélange a été laissé au repos pour faire passer la saponification des liaisons complexes. Après saponification, 50 ml de l'acide acétique (1N) et 50 ml de la solution de chlorure de calcium (11.1%) ont été ajoutés et laisser réagir 30 min, ensuite le précipitée a été récupéré sur un papier filtre qui a été séché, taré et lavé par la solution de chlorure de calcium (0.5%) puis à l'eau distillée froide, ensuite à l'eau chaude jusqu'à élimination complète des ions de chlore. Enfin le papier filtre (avec le précipité) a été séché dans une étuve réglée à 100-105 °C jusqu'à avoir un poids constant, puis peser (Multon, 1991).

La teneur en pectines est exprimée en pourcentage de matière sèche par la formule suivante:

$$P\% = \frac{A \times 200 \times 0.9235}{50 \times a} = \frac{A}{a} \times 3.694$$

- A : Poids de précipité(g).
- 200 : Volume du filtrat (ml).
- 0.9235 : Coefficient de transformation du pectate de calcium en pectine.
- a : Poids du filtrat(g).
- 50 : Volume du filtrat pris pour la précipitation (ml).

II.2.2.9.Détermination de la teneur en fibres brutes

Dans un Erlen-Meyer, 1g de la poudre du fruit est pesé puis mélangé avec 50 ml d'acide formique à 80%. Le mélange est porté à ébullition pendant 75 min. Le mélange récupéré est filtré et le résidu de la filtration est versé dans une capsule d'incinération déjà séchée dans une étuve, le poids de la capsule avant l'incinération est noté P1, après l'incinération, le poids de la capsule est noté P2 (Guillemet *et al.*, 1942).

Le pourcentage en fibres est calculé selon la formule suivante:

$$F\% = (P_1 - P_2) \times 100$$

- F % : pourcentage en fibres.
- P₁ : poids de la capsule avant l'incinération.
- P₂ : poids de la capsule après l'incinération.

II.2.2.10.Détermination de la teneur en sucres totaux

La technique utilisée est celle décrit par Dubois *et al.* (1956): une gamme étalon a été préparée au préalable à partir d'une solution de glucose à 0.05%. Pour l'extraction des sucres des fruits, 10 g de la matière fraîche a été dissout dans 100 ml d'eau distillée (extrait des fruits de *S.cumini*), puis chaque tube à essai a reçu 2 ml de l'extrait.

A chaque tube de la gamme étalon et de l'extrait, 0.05 ml d'une solution de phénol à 80% et 3 ml d'acide sulfurique concentré ont été ajoutés, suivi d'une agitation lente et légère. Le mélange réactionnel a été laissé pendant 10 min à une température de 30°C (apparition de la couleur jaune-rouge) puis la réaction a été stoppée par un courant d'eau froide.

La mesure de l'absorbance est faite à 490 nm et le taux de sucre a été calculé par usage de la courbe d'étalonnage.

II.2.2.11. Détermination de la teneur en protéines (méthode de Kjeldahl)

Pour déterminer la quantité de protéines contenue dans chaque échantillon, nous procédons à un dosage de l'azote total par la méthode de Kjeldahl (**Kjeldahl, 1883**):

Minéralisation:

Dans un matras de Kjeldahl, on introduit:

- ✓ 1 g du fruit broyé;
- ✓ 2 g de catalyseur (mélange de sulfate de cuivre et sulfate de potassium);
- ✓ 25 ml de H₂SO₄ concentré à 97 %.

On chauffe le matras jusqu'à ce que la couleur noir se transforme en une couleur limpide, à ce moment-là l'azote organique est transformé en azote minéral. Ensuite, on laisse refroidir et on transpose l'échantillon minéralisé dans une fiole, on lave le matras avec l'eau distillée tout en ajustant le volume jusqu'à 100ml.

Distillation:

Dans un matras, on introduit 10 ml contenu de la fiole auquel on additionne 20 ml d'eau distillée et 30 ml de la soude à 35 %.

En parallèle, on prépare une solution de l'acide borique à 0.1N avec 10 gouttes de l'indicateur de Tashiro (de couleur rose-violette en présence d'un milieu acide et vert dans le cas d'un milieu alcalin).

La distillation s'effectue dans un appareil spécifique, elle est arrêtée au bout de 4 minutes à compter du début d'ébullition.

Titration:

Puisque nous utilisons l'acide borique comme solution de récupération, on va alors titrer l'excès des anions de borate avec la solution de HCl à 0.1N jusqu'au changement de la coloration du vert au rose-violet du au virage de l'indicateur de Tashiro.

L'azote total est calculé suivant la formule représentée ci-dessous:

$$\text{Azote totale (N) (\%)} = \frac{(\text{VE}-\text{VB}) \times 0.0014 \times 10 \times 100}{\text{M}}$$

Dont:

- **VB** : Volume de NaOH 0.1N utilisé pour un essai blanc (ml) ;
- **VE** : Volume de NaOH 0.1N utilisé pour la titration de la solution à doser (ml) ;
- **100** : Coefficient du pourcentage
- **10** : Coefficient du volume total de la solution à doser ;
- **M** : Masse de la prise d'essai.

Le taux d'azote total est converti en taux de protéines brutes selon la formule suivante :

$$\text{Taux de protéines brutes (\%)} = \text{N total (\%)} \times 6.25$$

D'où **6.25** est le facteur de conversion basé sur le taux moyen d'azote des protéines.

II.2.3. Dosage de quelques composés bioactifs

a. Préparation des extraits bruts méthanoliques

Une prise d'essai de 2.5g de poudre de chaque échantillons a été mise à macérer dans 25ml de méthanol absolu sous agitation magnétique pendant 30minutes. L'extrait a ensuite été stocké à 4°C durant 24 heures, filtré et évaporé à sec sous pression réduite à 50°C au rotavapeur. Le résidu sec pesé est repris par 3ml du méthanol et conservé (**Falleh et al., 2008**).

Le pourcentage en extrait bruts sec méthanolique a été calculé par la formule suivante (**Carrée, 1953**):

$$\text{R (\%)} = \text{M}/\text{M}_0 \times 100$$

- **R (%)** : Rendement exprimé en %.
- **M** : Masse en gramme du matériel végétal à traiter.
- **M₀** : Masse en gramme du matériel végétale à traiter.

b. Dosage des phénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu

La méthode utilisée est celle décrite par **Ragaee *et al.* (2006)** avec des modifications mineures.

Dans des tubes à essai, un volume de 250µl d'extrait méthanolique de chaque échantillons est ajouté à 250µl du réactifs folin-Ciocalteu (1N) et 500µl de carbonate de sodium Na₂CO₃ (20%), accompli jusqu' à 5 ml avec de l'eau distillée. Un témoin est préparé dans les mêmes conditions. Le mélange est laissé à l'obscurité et à une température ambiante pendant 30mn, puis mis au bain Marie pendant 10 mn. L'absorbance est mesurée à 725 nm.

La quantité de polyphénols est calculée par référence à une courbe d'étalonnage en utilisant l'acide gallique comme standard.

c. Dosage des flavonoïdes

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par une méthode colorimétrique adaptée par **Zhishen *et al.* (1999)**.

Un volume de 500µl de l'extrait méthanolique dilué est ajouté à 1500µl de l'eau distillée. A temps zéro, 150µl de nitrite de sodium (NaNO₂) à 5 % est ajouté au mélange. Après 5 min, 150µl de trichlorure d'aluminium (AlCl₃) à 10 % (m/v) est rajouté. Après une incubation de 6 min à la température ambiante, 500µl d'hydroxyde de sodium (NaOH) (1 M) est additionné immédiatement, le mélange est complètement agité. L'absorbance de la solution de couleur rosâtre est mesurée à 510 nm contre le blanc. La teneur en flavonoïdes totaux de nos extraits est exprimée en milligramme (mg) équivalents de catéchine par gramme (g) du poids de la matière sèche (EC)/g). L'opération est répétée trois fois pour chaque échantillon.

d. Dosage des tannins condensés

Ce test est basé sur la condensation des composés polyphénoliques avec la vanilline en milieu acide. Un volume de 50µl de l'extrait brut est ajouté à 1500µl de la solution vanilline/méthanol (4%: m/v), puis mélangé à l'aide d'un vortex. Ensuite, 750µl de l'acide chlorhydrique concentré (HCL) est additionné et laissé réagir à la température ambiante pendant 20min. L'absorbance à 550 nm est mesurée contre un blanc. La concentration des tannins est estimée en milligramme (mg) équivalents de la quercétine par gramme (g) du poids de la matière sèche (EQ/g) à partir de la courbe d'étalonnage (**Julkunen-Titto, 1985**).

II.2.4. Activités antioxydants du fruit *S.cumini*

II.2.4.1. Capacité antioxydant totale (TAC)

Un volume de 0.3 ml de chaque extrait méthanolique de différente concentration (0.2, 0.4 et 0.8 mg/ml) est mélangé avec 3 ml d'une solution du réactif suivant : acide sulfurique 0.6 M (1ml), de

phosphate de sodium 28mM (1ml) et molybdate d'ammonium 4 mM (1ml). Les tubes sont vissés et incubés à 95°C pendant 90 min. Après refroidissement, l'absorbance des solutions est mesurée à 695 nm contre le blanc qui contenait 3 ml de la solution du réactif et 0.3 ml du méthanol et il est incubé dans les mêmes conditions que l'échantillon. La capacité antioxydant totale est exprimée en milligramme équivalents d'acide ascorbique par gramme de la matière sèche (mg EAA/g MS) à partir de la courbe d'étalonnage (Prieto *et al.*, 1999).

II.2.4.2. Piégeage du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂ Scavenging activity)

Le piégeage du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) a été déterminé par la méthode décrite par Ruch *et al.* (1989): une solution d'H₂O₂ (10mM) a été préparée dans du tampon phosphate (pH 7.4). Le mélange réactionnel est composé de 0.6 ml de cette solution et de 1 ml de chaque extrait aux différentes concentrations (0.2 ; 0.4 ; 0.6 et 0.8 mg/ml). Les valeurs de l'absorbance ont été mesurées après 60 min à 240 nm. L'acide ascorbique a été utilisé comme standard (Bumrela et Naik, 2011).

Le pourcentage de piégeage de l'H₂O₂ a été calculé d'après la formule suivante:

$$(\%) \text{ piégeage H}_2\text{O}_2 = (A_0 - A_1 / A_0) \times 100$$

A₀ : Absorbance de H₂O₂.

A₁ : Absorbance de mélange réactionnel.

II.2.4.3. Réduction de Fer: FRAP (Ferric reducing antioxidant power)

La méthode décrite par Oyaizu (1986) a été utilisée. Les concentrations 0.2, 0.4 et 0.8 mg/ml des extraits dans l'eau distillée (1 ml) sont mélangées avec 2.5 ml de la solution tampon phosphate (0.2 M, pH 6.6) et 2.5 ml de ferricyanure de potassium [K₃Fe(CN)₆] (1%). Les mélanges sont incubés à 50°C pendant 20 min. Par la suite, 2.5 ml de l'acide trichloracétique (10%) est additionné.

Le tout est centrifugé à 3000 tours pendant 10 min. A la fin, 2.5 ml du surnageant de chaque concentration est mélangé avec 2.5 ml d'eau distillée et 0.5 ml de FeCl₃.6H₂O (0,1%). L'absorbance est mesurée à 700 nm à l'aide d'un Spectrophotomètre. L'acide ascorbique est utilisé comme contrôle positif dans cette expérience dans les mêmes conditions opératoires. L'augmentation de l'absorbance dans le milieu réactionnel indique l'augmentation de la réduction de fer.

II.2.4.4. Piégeage du radical libre DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazil)

La solution de DPPH est préparée par solubilisation de 2 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol. Un volume de 50µl de différentes concentrations (0.2, 0.4 et 0.8 mg/ml) de chaque extrait est ajouté

à 1.950 ml de la solution méthanolique du DPPH (0.025 g/l) fraîchement préparée. En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé en parallèle en mélangeant 50 µl du méthanol avec 1.950 ml d'une solution méthanolique de DPPH à la même concentration utilisée. Après incubation à l'obscurité pendant 30 min et à température ambiante, la lecture des absorbance est effectuée à 515 nm à l'aide d'un Spectrophotomètre (**Benhammou et al., 2007**).

Nous calculons ainsi les pourcentages d'inhibition par la formule suivante:

$$I(\%) = ((A_c - A_t) / A_c) \times 100$$

Ou:

A_c : Absorbance du contrôle.

A_t : Absorbance du test effectué.

Les pourcentages du DPPH résiduels en fonction des concentrations des échantillons, nous permettent d'obtenir la quantité d'antioxydant nécessaire pour diminuer la concentration DPPH initiale à 50%. Cette valeur est appelée la concentration efficace EC50 et parfois notée IC50. Elle est exprimée en milligramme d'extrait par rapport au gramme DPPH dans le milieu réactionnel (**Sanchez-Moreno et al., 1999**).

II.2.5. Recherche de la nature des substances à activité antioxydant par HPLC

20µl de chaque extrait ont été injectés sur une colonne de type phase inverse C18, de dimensions égales à 125×4.6 mm. La phase mobile est constituée de trois éluant : l'eau distillée, méthanol, acide acétique (50, 47, 2.5:V/V/V). Le gradient d'élution appliqué est de type isocratique étalé sur 10 min. Le débit est de 1 ml / min (**Amarowicz et al., 2005**).

La détection a été effectuée par un détecteur UV-Vis à une longueur d'onde égale à 254 nm.

Les composés antioxydants contenus dans chaque extrait analysé ont été identifiés par la comparaison des temps de rétention obtenus à ceux des témoins.

II.2.6. Evaluation de l'activité Anti-inflammatoire *in-vitro*

L'activité anti-inflammatoire *in vitro* des extraits méthanoliques des 02 échantillons du fruit de *Syzygium cumini* a été évaluée selon la méthode d'inhibition de la dénaturation des protéines décrite par **Williams LAD et al. (2008)** et **Sangita et Priyanka (2012)**. La méthode consiste à préparer quatre solutions:

La solution d'essai (**Ts**) 0.5 ml : Composée de 0.45 ml de la solution aqueuse de sérum bovine albumine (SBA) 5% et 0.05% de l'extrait du fruit.

La solution control test (**Tc**) 0.5 ml : Composée de 0.45 ml de la solution aqueuse de BSA 5% et 0.05 ml d'eau distillée.

La solution contrôle produit (**Pc**) 0.5 ml : Composé de 0.45 ml d'eau distillée et 0.05 ml de l'extrait du fruit.

La solution standard test (**Ss**) 0.5 ml : Composée de 0.45 ml de la solution aqueuse de BSA 5 % et 0.05 ml de la solution standard Dicolfénac de sodium avec une concentration de 50µg/ml et 25 µg/ml.

Toutes les solutions ci-dessus ont été ajustées à pH 6.3 par une solution d'HCl (1N), et incubées à 37°C pendant 20 min, puis à 57°C pendant 3 min. Après refroidissement, 2.5 ml de la solution tampon phosphate (pH 6.3) a été ajoutée aux mélanges. L'absorbance a été mesurée à 416 nm et le pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines a été calculé comme suit:

$$(\%) \text{ d'inhibition} = \left[100 - \frac{(A_{Ts} - A_{Pc})}{A_{Tc}} \times 100 \right]$$

Ou :

A_{Ts} : Absorbance de la solution d'essai.

A_{Pc} : Absorbance de la solution contrôle produit.

A_{Tc} : Absorbance de la solution control test

II.2.7. Analyse statistique des résultats

L'analyse des données expérimentales est réalisée avec le logiciel « SPSS_Statistics_22 ». Les résultats obtenus sont soumis au test de Student (test d'égalité des espérances). A $p < 0.05$, la différence est considérée significative.

III. Résultats et discussion

III.1. Paramètres morpho métriques du fruit de *Syzygium cumini*

La morphologie du fruit est un paramètre important pour la conception des équipements de traitement post-récolte et également du point de vue marketing. La fermeté d'un fruit sain est liée au degré de sa maturation physiologique (Jaiswal *et al.*, 2015). Les résultats de l'étude des caractéristiques morphologiques de fruit récolté au cours des deux années 2019 et 2020 sont résumés dans le tableau 6.

L'analyse statistique a montré que ces paramètres varient d'une manière non significative ($P > 0.05$). D'après les résultats représentés dans le tableau (02), il ressort que le poids moyen des fruits de *Syzygium cumini* pour les deux échantillons (2019 et 2020) est proche avec des valeur de 6.22 ± 0.25 et 7.28 ± 0.79 (g) respectivement, tandis que celui de la longueur, la largeur, la pulpe et le grain, ils étaient (2.72 ± 0.35 cm et 2.17 ± 0.16 cm), (1.58 ± 0.07 cm et 1.66 ± 0.04 cm), (4.05 ± 0.74 g et 5.34 ± 0.35 g) et (1.88 ± 0.27 g et 1.63 ± 0.36 g) respectivement. Ces valeur sont inférieures à celles trouvées par Shahnawaz et Sheikh (2011), ayant travaillé sur des géotypes Pakistanais où le poids moyen du fruit était de 9.55 ± 0.68 g et longueur, largeur, pulpe et graine étaient de 3.88 ± 0.02 cm, 2.98 ± 0.36 cm, 6.6 g et 2.95 g respectivement. Dans une autre étude menée par Gajera *et al.* (2018) sur le même fruit trouvé dans la région forestière de l'Inde, le poids de fruit était entre 2.33 à 12.12 g et la longueur entre 1.88 à 3.25 cm.

Tableau 06. Paramètres morphologiques des fruits de *Syzygium cumini*.

Paramètres	2019	2020
Poids de fruit entier (g)	6.22 ± 0.25	7.28 ± 0.79
Poids de la pulpe (g)	4.05 ± 0.74	5.34 ± 0.35
Poids des Graine (g)	1.88 ± 0.27	1.63 ± 0.36
Longueur de fruit (cm)	2.72 ± 0.35	2.17 ± 0.16
Largueur de fruit (cm)	1.58 ± 0.07	1.66 ± 0.04
Rapport : Longueur/Largueur	1.72 ± 0.02	1.30 ± 0.08
Rapport : pulpe/fruit entier	0.65 ± 0.34	0.73 ± 0.31
Rapport : Graine/fruit entier	0.30 ± 0.01	0.23 ± 0.30
Rapport : pulpe/Graine	2.15 ± 0.33	3.26 ± 0.05

2019 : Fruit de l'année 2019 ; 2020 : Fruit de l'année 2020

Dans la présente étude (figure 11), les rapports longueur/largueur, pulpe/fruit, noyau/fruit, pulpe/graine, sont situées entre 1.72 ± 0.02 à 1.30 ± 0.08 cm, 0.65 ± 0.34 à 0.73 ± 0.31 g, 0.30 ± 0.01 à 0.23 ± 0.30 g et 2.15 ± 0.33 à 3.23 ± 0.05 g respectivement

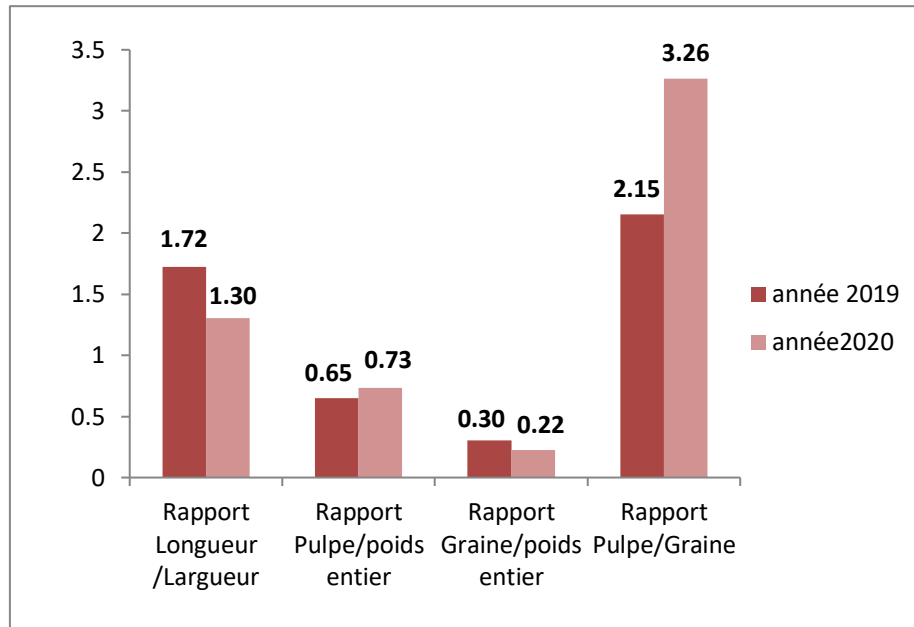


Figure 11 : Rapports : Longueur/Largeur, Pulpe/Poids entier, Graine/Poids entier, Pulpe/Graine du fruit de *Syzygium cumini*.

Selon **Othman(1995)**, plus le rapport graine/fruit est faible, plus la qualité du fruit est bonne.

Les valeurs de ce rapport sont trop faibles (0.30 ± 0.01 et 0.23 ± 0.30), ce qui explique que nos variétés sont de bonne qualité. La détermination d'un autre rapport inversement corrélé au rapport cité précédemment permet également de caractériser les fruits, il s'agit du rapport pulpe/fruit plus élevé. La teneur en pulpe exprimée en pourcentage pondéral (poids de pulpe/poids de fruit) (figure 7) indique que le fruit de l'année 2019 présente un pourcentage de 65%, cette valeur est inférieure à celle des fruits de l'année 2020 (75 %), donc le fruit de 2020 est de qualité meilleure.

Pour le rapport pulpe/graine, il varie de 2.15 ± 0.30 à 3.26 ± 0.05 , ces chiffres sont inférieurs pour 2019 et supérieurs pour 2020 à ceux trouvés par **Gajera et al. (2018)** qui étaient entre 1.11 à 3.01 g.

III.2. Qualité physico-chimique du fruit

III.2.1. pH

Le pH est considéré comme un paramètre très important dans l'évaluation de la qualité. C'est un paramètre déterminant l'aptitude des aliments à la conservation, il constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération (**Gatel, 1982 ; Brissonnet et al., 1994**). Les résultats des valeurs du pH sont illustrés par la figure ci-dessous.

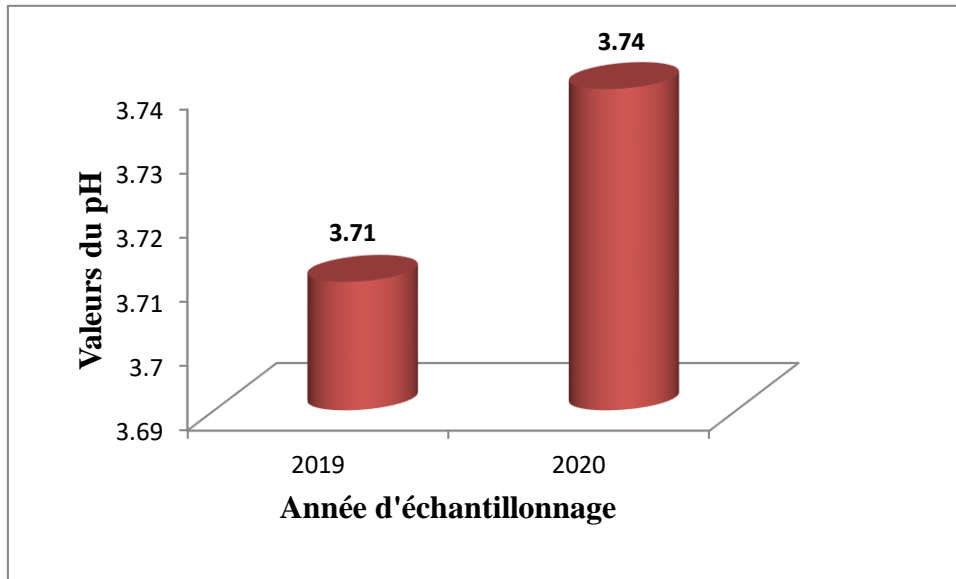


Figure 12 : pH du fruit de *Syzygium cumini*.

La différence entre les moyennes des valeurs de pH des deux échantillons des fruits de *Syzygium cumini* était statistiquement non significative ($P > 0.05$). D'après le graphe, les échantillons 2019 et 2020 présentaient un pH acide qui varie entre 3.71 ± 0.07 et 3.74 ± 0.08 respectivement.

Nos résultats sont dans la fourchette des valeurs rapportées par **Shahnawaz et al. (2011)**. Dans d'autres études, le pH de fruit de *Syzygium cumini* était inférieur à celui des résultats trouvés dans notre étude (**Barica et al., 2012 ; Borges et al., 2016**) avec des valeurs de 3.05 à 3.35 et 3.4 ± 0.2 respectivement.

III.2.2. Teneur en eau et en matière sèche

Selon **Bretaudeau et Fauré (1992)**, c'est la teneur en eau qui tient en dissolution tous les sels minéraux, les sucres, les enzymes et d'autres composés dans les fruits, elle est de l'ordre de 80 à 90 % pour les fruits charnus, bien moins élevés mais très variables pour les fruits secs tels que les

dattes (5 à 50 %). Le *Syzygium cumini* apparaît comme l'un des fruits charnus frais les plus hydratés.

La figure 13 montre les résultats de la teneur en eau et en matière sèche des deux échantillons.

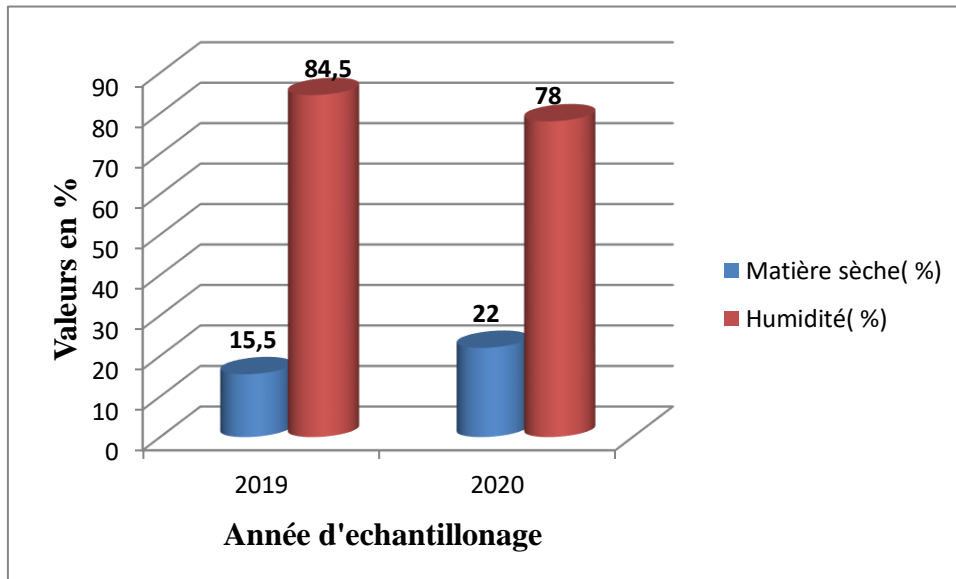


Figure 13 : Taux d'humidité et de matière sèche du fruit de *Syzygium cumini* .

L'analyse statistique a montré que les résultats de ces paramètres varient d'une manière non significative ($P > 0.05$). Cependant, il en ressort du graphe que les échantillons du fruit de *Syzygium cumini* de l'année 2019 renferment un pourcentage en humidité plus élevé que ceux de l'année 2020 avec une valeur respective de $84.5 \pm 2.12\%$ et $78 \pm 1.41\%$.

Nos résultats sont dans la fourchette des valeurs rapportées par **Barica et al. (2012)** ayant travaillé sur des fruits collectés dans trois villes de l'état du Sud du Brésil où l'humidité variait de 74 à 94 %. De même **Singh et al. (2020)** ont trouvé des valeurs qui oscillent entre 79.53 et 85.47. Dans une autre étude menée par **Dagadkhair et al. (2017)**, la teneur en eau était de 75.93 %, elle est inférieure à celle trouvée dans notre étude.

Concernant la matière sèche, les résultats ont montré que la teneur de l'échantillon 2020 est plus élevée à celle de 2019 avec des valeurs de 22 ± 1.4 et $15.5 \pm 2.12\%$ respectivement.

D'après **Athamena (2009)**, les facteurs qui peuvent influencer la teneur en eau sont l'âge du plant, la période de cycle végétatif et même des facteurs génétiques. Cette variation de la teneur en eau peut être due aussi aux différentes conditions environnementales à savoir l'exposition aux différentes conditions pédoclimatiques, répartition géographique et la date de la récolte (**Ruiz et al., 2011**), sans oublier l'effet des facteurs de conservation, car les deux échantillons ont été soumis au processus de congélation.

III. 2.3. Teneur en matière organique

L'analyse statistique des valeurs moyennes de la teneur en matière organique des deux échantillons était non significative ($P > 0.05$).

Les résultats de la teneur en matière organique sont illustrés par la figure 14.

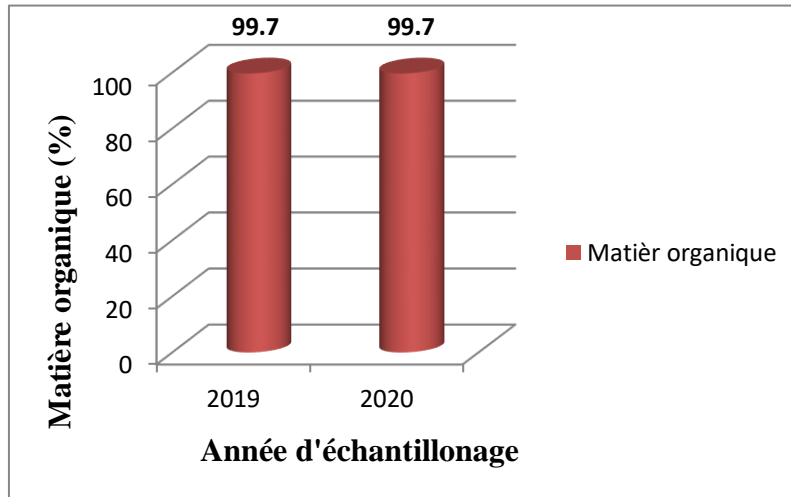


Figure 14 : Teneur en matière organique du fruit de *Syzygium cumini*.

Les résultats ont montré que la teneur en matière organique pour les deux échantillons est égale à $99.7 \pm 0.14 \%$. Cette valeur supérieure à celle trouvée par **Dagadkair et al. (2017)**.

III.2.4. Teneur en cendre

La détermination de la teneur en matière minérale nous éclaire sur la qualité nutritionnelle de l'échantillon à analyser. En effet, la teneur en cendre des aliments doit avoir au seuil à ne pas dépasser pour la consommation humaine et animale (**Gaouar, 2011**).

La figure 15 illustre les résultats obtenus pour la teneur en cendre des fruits de *Syzygium cumini*.

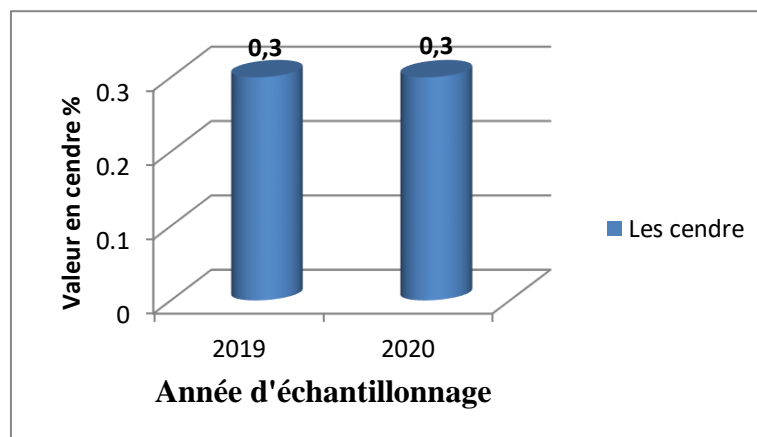


Figure 15 : Teneur en cendre du fruit de *Syzygium cumini*.

Il est bien connu que le taux en cendre représente la valeur totale en sels minéraux d'un produit. L'analyse statistique des résultats a montré une différence non significative ($P > 0.05$).

D'après les résultats obtenus, on remarque que la teneur en cendres des deux échantillons de *Syzygium cumini* est la même avec une valeur de 0.3 ± 0.14 .

Barica et al. (2012) et **Dagadkhair et al. (2017)** ont mené des études sur les fruits de *Syzygium cumini* en Brésil, et ils ont enregistré des teneurs en cendre plus élevées avec des valeurs de 0.34 % et 2.67 % respectivement.

Selon **Bezzala (2005)**, la variation de la teneur en cendre des fruits peut s'expliquer par la provenance géographique des échantillons, les conditions climatiques et les caractères édaphiques des sols, mais selon **Athamena (2009)**, ces variations peuvent être dues à certains facteurs écologiques, l'âge de la plante, la période du cycle végétatif, ou même à des facteurs génétiques.

IV.2.5. Acidité titrable

L'acidité titrable donne la mesure de tous les acides d'un aliment, le manque d'acidité rend l'aliment insipide, alors qu'une acidité trop forte lui confère un goût désagréable. Elle nous renseigne aussi sur la qualité de ces acides organiques présents dans l'échantillon (**Ferhoum, 2010**). Les acides organiques présents sont, en générale, des intermédiaires des processus métaboliques. Ils influencent la croissance des microorganismes et affectent la qualité de conservation des produits, ils sont donc directement impliqués dans la croissance, la maturation et la sénescence du fruit et influent aussi sur ses propriétés sensorielles (**Jadhav et Andrew, 1997 ; Siebert, 1999 ; Al-Farisi et al., 2005**).

Le niveau d'acidité est un facteur de qualité très important pour les fruits. Les résultats obtenus sont représentés sur la figure ci-dessous (**Figure 16**).

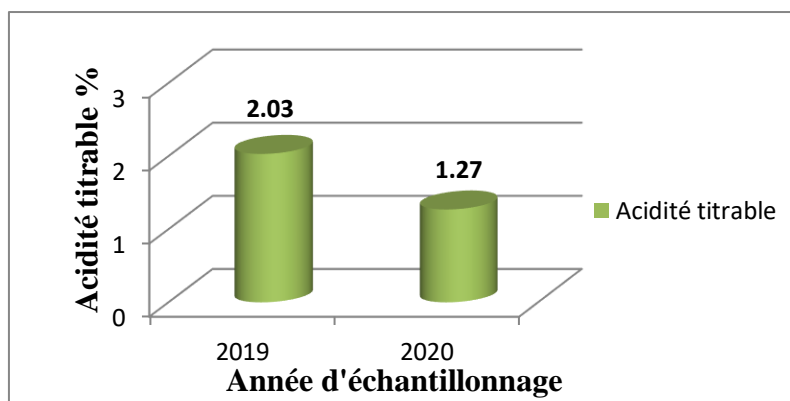


Figure 16 : Acidité titrable du fruit de *Syzygium cumini*.

L'analyse statistique des résultats a montré une différence non significative ($P > 0.05$). D'après nos résultats, les valeurs de l'acidité titrable trouvées pour les fruits récoltés en 2019 et 2020 sont de $2.03 \pm 0.3\%$ et $1.27 \pm 0.04 \%$ respectivement.

L'acidité titrable contenue dans les fruits de *Syzygium cumini* trouvée par **Babu et al., (2019)**, était de l'ordre de 1.03 à 1.85%, ce qui est en accord avec les résultats obtenus avec l'échantillon de l'année 2020 mais inférieur à celle de celui de 2019.

Nos résultats de l'A.T (1.27 et 2.03) sont inférieurs à ceux trouvés par **Verma et al. (2019)** et **Wadibhasm et al. (2020)** qui étaient de 0.02 à 0.43 % et 0.65 ± 0.5 respectivement.

Selon **Singhet et al. (2020)**, l'A.T de fruit de *Syzygium cumini* est de 2.04 à 2.49 %, cette valeur est supérieure à ce que nous avons trouvé dans notre étude. Ces variations et différences sont probablement dues aux conditions climatiques (**Messaid, 2008**).

III.2.6. Conductivité électrique

La conductivité électrique exprime l'aptitude d'une solution aqueuse à conduire un courant électrique. Elle est en corrélation positive avec la teneur en sels solubles. La teneur en ces derniers dans les solutions diluées est proportionnelle à la conductivité (**Rodier, 1997**).

La figure 17 montre les résultats de la conductivité électrique des échantillons de *Syzygium cumini*. L'analyse statistique des résultats a montré une différence non significative ($P > 0.05$).

Les résultats du graphe nous montrent que la valeur de l'échantillon 2020 ($104.35 \mu\text{s}/\text{cm}$) est supérieure à celle de 2019 ($103 \mu\text{s}/\text{cm}$).

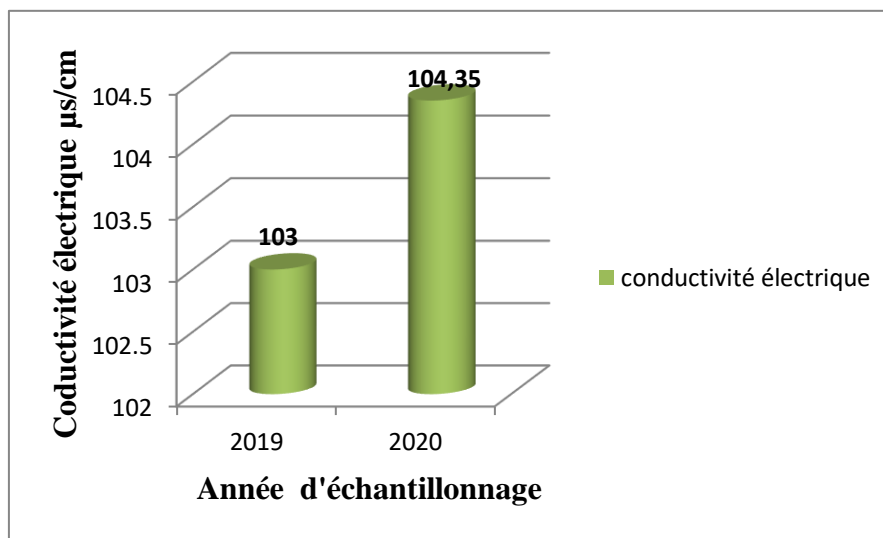


Figure 17 : Conductivité électrique du fruit de *Syzygium cumini*.

En comparant les valeurs de la conductivité électrique du fruit étudié avec d'autre fruit comme les dattes, les pommes, les fraises, nous remarquons que les résultats trouvés sont largement supérieure à celui des dattes (2.1 $\mu\text{s/cm}$) (Amellal, 2008), et inférieurs à ceux des pommes (670 $\mu\text{s/cm}$) et des fraises (186 $\mu\text{s/cm}$) (Sarang, 2008).

Selon Rodier (2009), la conductivité d'un liquide dépend largement de la température, du pH de la solution, de la valence des ions, du degré d'ionisation, de l'humidité et du taux des cendres.

III.2.7. Degré Brix

Les solides solubles représentent l'ensemble de tous les solides dissous dans l'eau, incluant les sucres, les sels, les protéines et les acides carboxyliques (Messaid, 2008). Les valeurs du degré Brix des deux échantillons de *Syzygium cumini* sont illustrées par la figure 18 et l'analyse statistique des résultats a montré une différence non significative ($P > 0.05$).

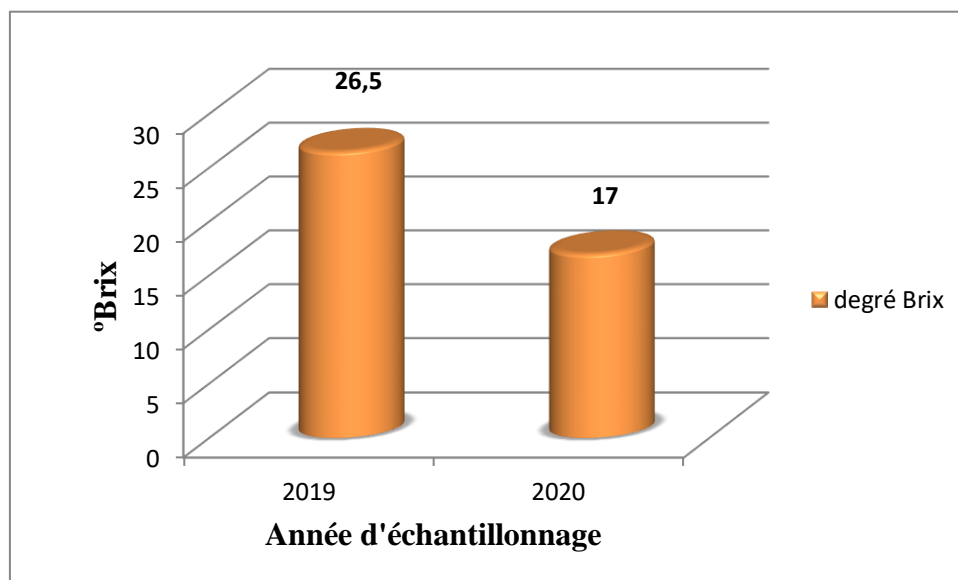


Figure 18 : Valeurs moyennes du degré Brix des deux échantillons.

La lecture de ces résultats montre que la valeur du °Brix de l'échantillon 2019 ($26.5 \pm 0.7^\circ\text{Brix}$) est supérieur a celle de 2020 ($17.0 \pm 1.41^\circ\text{Brix}$). Ces valeurs sont plus élevées que celles trouvées par Shahnawaz *et al.* (2011) qui ont rapporté un Brix de 13.75 à 15.82 °Brix. D'autre part Devi *et al.* (2002) ; Ghoja *et al.* (2011) ; Barica *et al.* (2012) et Dagadkhair *et al.* (2017), ont trouvé des fourchettes de valeurs de 12 à 26.8°Brix, 12 à 21.20°Brix, 13.8 à 19°Brix et 24°Brix et respectivement.

D'après Messaid (2008), les différents paramètres qui peuvent influés le taux des solides solubles sont le climat, la nature du sol et le processus de maturation des fruits.

III.2.8. Teneur en vitamine C

Les résultats de dosage de la vitamine C sont récapitulés dans la figure 19. Les moyennes des valeurs de la teneur en vitamine C des deux échantillons de fruit étaient statistiquement significative ($P < 0.05$).

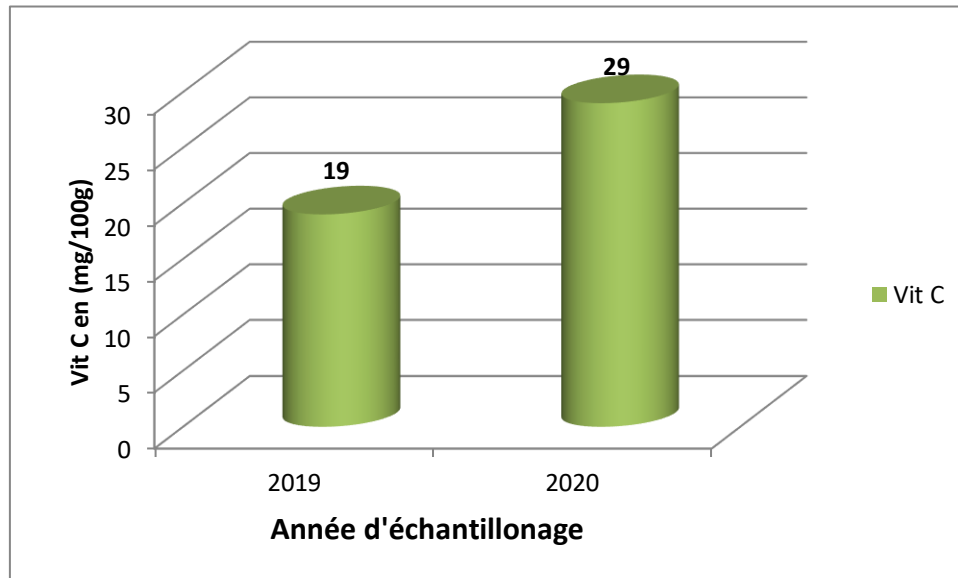


Figure 19 : Teneur en acide ascorbique du fruit de *Syzygium cumini*.

L'échantillon de l'année 2020 est plus riche en vitamine C (29 ± 0.14 mg/100g) que celui de l'année 2019 (19 ± 0.14 mg/100g). Nos résultats sont dans la fourchette des valeurs rapportées sur par **Ghojage et al. (2011)** ayant travaillé sur de meilleurs géotypes de *Syzygium cumini* où la valeur de l'acide ascorbique variait de 18.25 à 31.37 mg/100g.

Contrairement à notre étude, **Baliga et al. (2011)**, **Chosh et al. (2017)** et **Babu et al. (2019)** ont trouvé une teneur plus élevée en acide ascorbique pour les fruits de *Syzygium cumini*, avec des valeurs de 30 mg, 49.78 mg/100g et 44.67 mg respectivement. Dans d'autres études, la teneur en acide ascorbique dans le même fruit était largement inférieur, dans la marge de 5.7 mg/100g (**Swami et al., 2012**) et légèrement inférieur dans la marge de 12 mg/100g (**Singh et al., 2019**).

III.2.9. Teneur en protéine brutes

La figure ci-dessous donne le taux des protéines brutes ainsi que la teneur en azote totale des fruits de *Syzygium cumini*.

La lecture des résultats de la figure 20 montre que la valeur maximale de protéine brute et de l'azote totale est enregistrée avec le fruit de l'année 2019 (5.25 % et 0.84 %) alors qu'avec celui de l'année 2020, nous obtenons 3.5 % en protéines et 0.56 % en azote total.

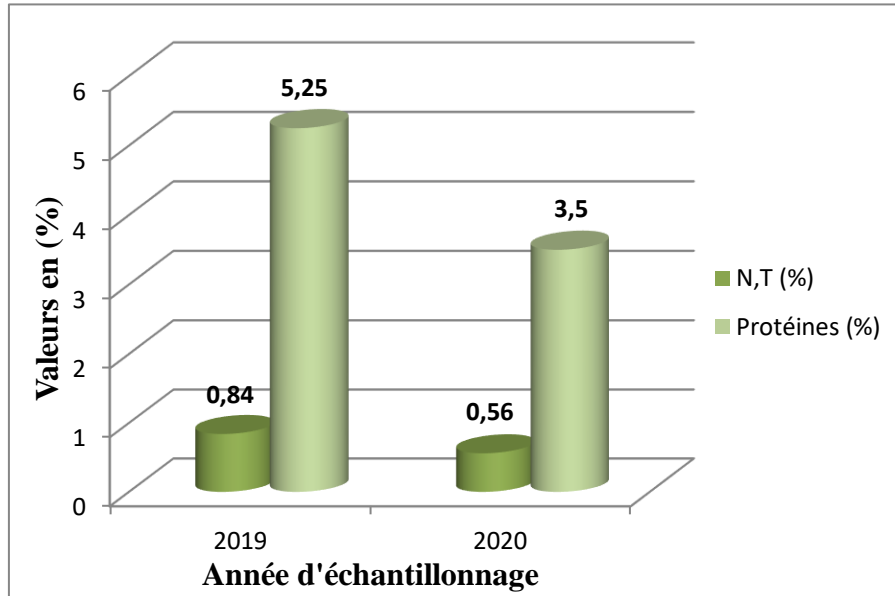


Figure 20 : Teneur en azote totale et en protéines du fruit de *Syzygium cumini*.

Nos résultats sont dans la fourchette des valeurs rapportées sur par **Gajera et al. (2017)** ayant travaillé sur plusieurs fruits de *Syzygium cumini* de différents caractères morphologiques où la teneur en protéine brute variait de 3.16 à 5.95 %.

Nos résultats sont supérieurs à ceux trouvés par **Raza et al. (2015)** et **Dagadkhair et al. (2017)**, qui ont trouvé des teneurs de 2.15% et 2.46% respectivement. Dans une autre étude, la teneur en protéine des fruits de *Syzygium cumini* en protéines était de 0.72 % (**Jaiswal et al., 2015**) et 0.65 % (**Chosh et al., 2017**) respectivement. Cette valeur est plus faible à la notre.

Plusieurs paramètres influent la teneur en azote et en protéine brute, tel que le stade de maturation, la durée d'exposition au soleil, la composition du sol, la nature du solvant et la méthode de dosage utilisée.

III.2.10. Teneur en fibre

La figure 21 montre que la teneur en fibre de fruit de l'année 2019 (3.5 %) est plus élevée que celle de l'année 2020 (2%). L'analyse statistique a montré une différence significative ($P < 0.05$). Nos résultats sont dans la fourchette des valeurs rapportées par **Gajera et al. (2017)** qui trouvé des valeurs qui variaient de 2.95 à 3.65 %. La teneur de nos échantillons est supérieure à celles trouvées par **Raza et al. (2015)** (1.76 ± 0.05 %) et **Dagadkhair et al. (2017)** (1.82 %) et elle est largement supérieure a celles trouvées par **Barica et al. (2012)** (0.10 à 0.91 %) et **Chosh et al. (2017)** (0.53 ± 0.06 %).

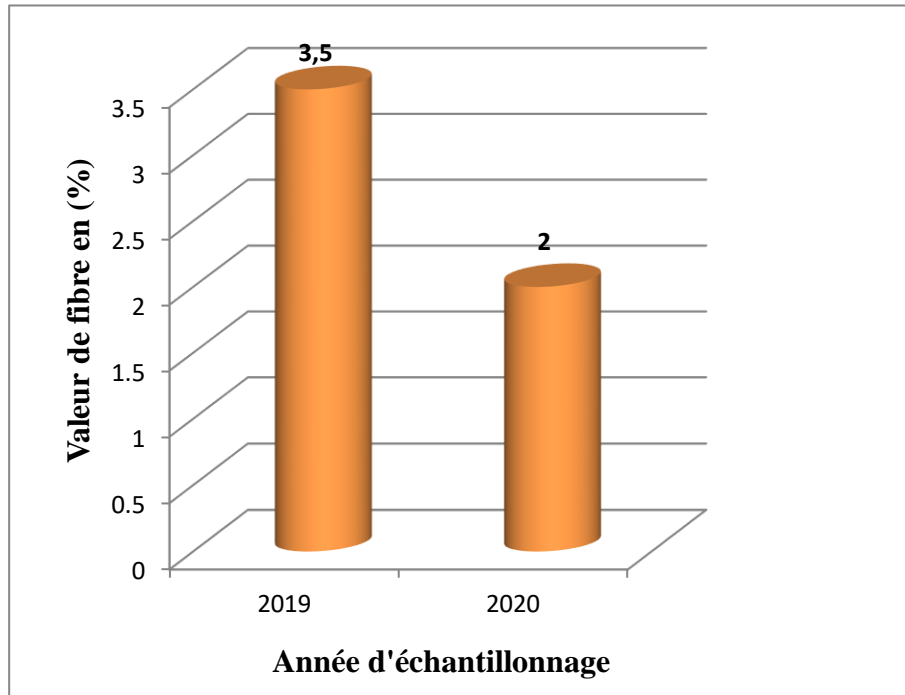


Figure 21 : Teneur en fibre du fruit de *Syzygium cumini*.

D'après **Ramlu et Rao (2003)**, la variation de la teneur en fibres peut être due aux différentes conditions telles que la localisation géographique, la constitution génétique, l'état du sol et les conditions agronomiques et climatiques de la culture et peuvent être aussi affectées par les méthodes de dosage.

III.2.11. Teneur en pectine

La pectine est un polysaccharide présent dans les parois cellulaires végétales, surtout dans les fruits, elle représente une composante de la fibre soluble ayant des applications technologiques intéressantes dans la gélification d'un mélange de fruit et de sucre (**Roger, 2008 ; Bauer et al., 2010**). Les valeurs moyennes de la teneur en pectines sont illustrées par la figure 18. L'analyse statistique a montré une différence significative ($P < 0.05$).

La lecture de la figure 22 montre que la valeur maximale de pectine est enregistrée avec le fruit de l'année 2019 (0.7 %) alors que celui de l'année 2020 contenait uniquement 0.3 %. Cette teneur en pectine est très faible par rapport à celle trouvée par **Chose et al. (2017)** qui était de 4.7 ± 0.13 % pour le même fruit.

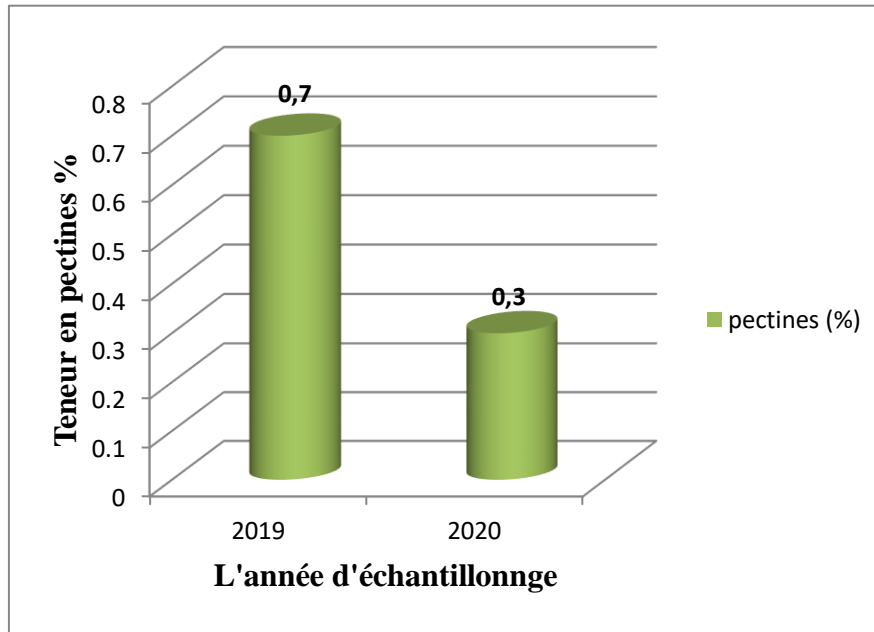


Figure 22 : Teneur en pectines du fruit de *Syzygium cumini*.

D'après **Amellal (2008)**, cette différence peut être due aux conditions de culture, et au degré de maturité mais aussi à la méthode de dosage utilisée. Sur le plan technologique, la faible teneur en pectines est un avantage dans la production des clarifiés et des sirops (processus de clarification) mais, elle est un inconvénient pour la préparation des gelées et des marmelades.

IV.2.12. Teneur en sucre totaux

Les résultats de la teneur en sucre totaux sont mentionnés dans la figure **23**. L'analyse statistique a montré que la teneur en sucres totaux varie d'une manière significative ($P < 0.05$).

L'échantillon de l'année 2020 est plus riche en sucre totaux (5.48 mg/100g) que celui de l'année 2019 (4.33 mg/100g). Nos résultats sont largement inférieurs à ceux trouvés par **Babu et al. (2019)**, qui ont publié des valeurs de 5.20 à 7.80 mg /g pour 25 fruits de *Syzygium cumini* cultivés en Inde. D'autre part **Gajera et al. (2017)**, ont trouvé une teneur qui variait de 6.51 à 17.6 mg/g.

D'après les résultats obtenus par **Ghojage et al. (2011)**, **Barica et al. (2012)**, **Singh et al. (2015)** et **Chosh et al. (2017)**, et la quantité de sucres dans ce type de fruit est variable, elle est de 8.24 à 18.34 %, 51%, 9.29 à 17.6 % et 7.88 % respectivement.

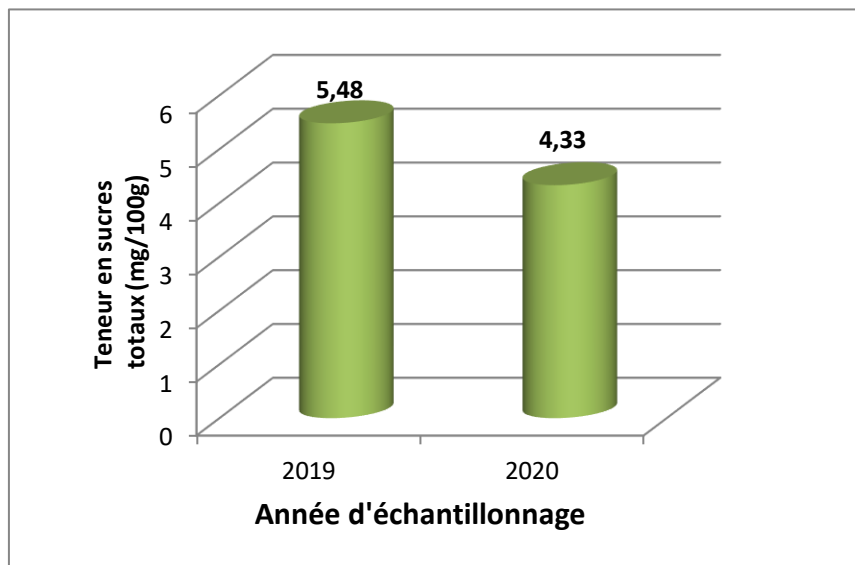


Figure 23 : Teneur en sucres totaux du fruit de *Syzygium cumini*.

Les en sucres en qualité et en quantité variaient en fonction du climat et du stade de maturation. Par ailleurs, **Dorais et al. (2001)** ont rapporté que d'autres facteurs tels que la durée d'exposition au soleil, la disponibilité de l'eau, la teneur en minéraux des sols, l'irrigation et la fertilisation peuvent influencer sur leur niveau dans les fruits.

III.3. Rendement et teneurs en composés bioactifs

III.3.1. Rendements des extraits bruts

L'extraction des composés phénoliques par le méthanol des fruits étudiés, nous a permis de déterminer les rendements de leurs extraits bruts. Nous avons constaté que l'extrait brut des fruits de l'année 2019 a enregistré un fort rendement de l'ordre de 75 %, alors que celui de l'année 2020 a donné un rendement de l'ordre de 52 %.

III.3.2. Teneur en polyphénols totaux et flavonoïdes

Les analyses quantitatives des polyphénols totaux et des flavonoïdes sont déterminées à partir des équations de la régression linéaire de chaque courbe d'étalonnage exprimées successivement en mg équivalent d'acide gallique et mg équivalent de catéchine par g de la matière sèche.

Les valeurs moyennes de la teneur en polyphénols et en flavonoïdes sont illustrées par la figure **24**. L'analyse statistique a montré que ces résultats variaient d'une manière significative ($P < 0.05$).

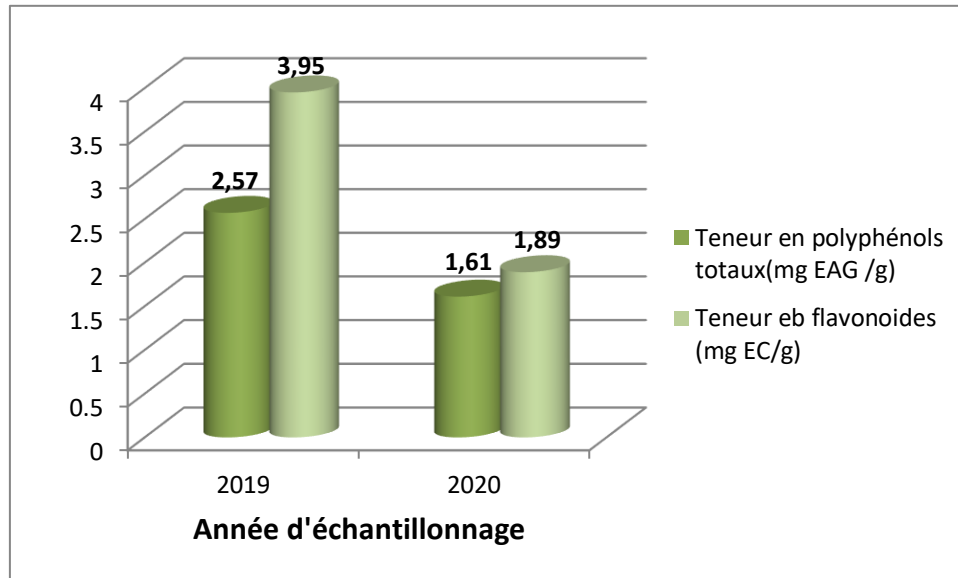


Figure 24 : Teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes des extrait brute méthanolique du fruit de *Syzygium cumini*.

L'extrait des fruits de l'année 2019 possède une teneur plus élevée en polyphénols totaux de l'ordre de 2.57 ± 0.03 mg EAG/g que celle de l'année 2020 (1.61 ± 0.02 mg EAG/g). Les concentrations en polyphénols de nos échantillons sont supérieures à celle trouvée par **Bamerjee et al. (2005)**, qui ont mentionné une valeur de 0.096 mg EAG/g.

Le contenu phénolique total déterminé dans une étude menée par **Chosh et al. (2017)**, **Gajera et al. (2017)** et **Chhikara et al. (2018)**, et était respectivement variable entre 203.76 ± 9.84 mg EAG/g et 13 à 28.9 mg EAG/g et 59.60 mg EAG/g. Ces résultats montrent des chiffres largement supérieur aux nôtres (2.57 ± 0.03 et 1.61 ± 0.02 mg EAG/g). Dans d'autres études la teneur en polyphénols totaux des fruits de *Syzygium cumini* était dans la valeur de 148 mg EAG/100g (**Faria et al., 2011**), 88 à 157 mg EAG/100g (**Babu et al., 2019**) et 450 mg EAG/100g (**Singh et al., 2019**).

Nos résultats sont inférieurs à ceux trouvés par **Kubola et al. (2011)**, **Jaiswal et al. (2015)**, **Margaret et al. (2015)**, **Singh et al. (2016)** et **Azima et al. (2017)** qui sont de l'ordre de 4.97 ± 0.91 mg EAG/g, 5.88 ± 0.028 mg EAG/g, 8.7 mg EAG/g, 11.74 mg EAG/g et 5.27 ± 0.3 mg EAG/g et respectivement.

En comparant les teneurs en polyphénols totaux du fruit de *Syzygium cumini*, étudié avec d'autre fruit comme les ananas, les mangues et myrtilles, nous remarquons qu'elle est largement inférieure à celle des myrtilles (46.56 mg EAG/g) (**Ahmed et al., 2021**), mais presque le même à celle des ananas (1.98 ± 0.004 mg EAG/g) et des mangues (2.56 ± 0.004 mg EAG/g) (**Jaiswal et al., 2015**).

Concernant la teneur en flavonoïdes, il en ressort que le fruit de *Syzygium cumini* de l'année 2019 est plus riche en ces composés (3.95 ± 0.33 mg EC/g) que l'autre échantillon de l'année 2020 qui renferment un teneur de 1.89 ± 0.19 mg EC/g. L'analyse statistique de ces résultats a montré une différence significative ($P < 0.05$).

Les résultats de composition en flavonoïdes obtenus (3.95 et 1.89 mg EAG/g) sont inférieurs à ceux rapportés par **Faria et al. (2011)**, **Koubala et al. (2011)**, **Singh et al. (2016)** et **Azima et al. (2017)** qui étaient entre 91.2 ± 15.7 mg EC/100g, 12.27 mg EC/g, 42.12 ± 0.40 mg EC/g et 4.60 ± 0.018 mg EC/g et respectivement.

D'une manière générale, la teneur en flavonoïdes dans les fruits de *Syzygium cumini* est supérieure à celles de quelques autres fruits donnés par **Haddadi (2005)** : 1.98 , 3.22 , 2.10 et 17.53 mg/100g du poids frais de la tomate, la mandarine, la pomme et la fraise respectivement.

Les composés phénoliques sont des phytochimiques végétaux naturels et sont très importants car ils possèdent une capacité antioxydante et préviennent le rancissement oxydatif des aliments (**Ahmed et al., 2021**). Les composés phénoliques dans une alimentation riche en fruits et légumes ont attiré l'attention des chercheurs en raison de leurs attributs de promotion de la santé, qui incluent l'abaissement du risque des maladies cardio-vasculaires, le cancer ou un autre état avec le processus de vieillissement (**Vasco et al., 2009**).

Les facteurs importants qui peuvent influer la différence entre les valeurs obtenues pour les polyphénols totaux ou les flavonoïdes sont les techniques employées (le solvant utilisé et le temps d'extraction et la base utilisée pour mesurer soit g de l'extrait ou g de matière), ainsi que le bagage génétique, le degré de maturité, les facteurs climatiques et le stockage après récolte. Ces fruits cultivés dans un climat plus froid contiennent beaucoup plus de composés phénoliques que celle cultivées dans des régions plus douces (**Ahmed et al., 2021**).

III.3.3. Proanthocyanes ou tannins condensés (TC)

Les proanthocyanes sont des groupements hétérogènes de composés phénoliques de haut poids moléculaire ayant la capacité de former des complexes avec des protéines (principalement), polysaccharides (cellulose, hémicellulose, pectines, etc...), alcaloïdes, acides nucléiques et des minéraux (**Fructose et al., 2004**). Les résultats du dosage des tannins condensés sont représentés par la figure 25.

L'analyse statistique a montré que ces résultats varient d'une manière significative ($P < 0.05$).

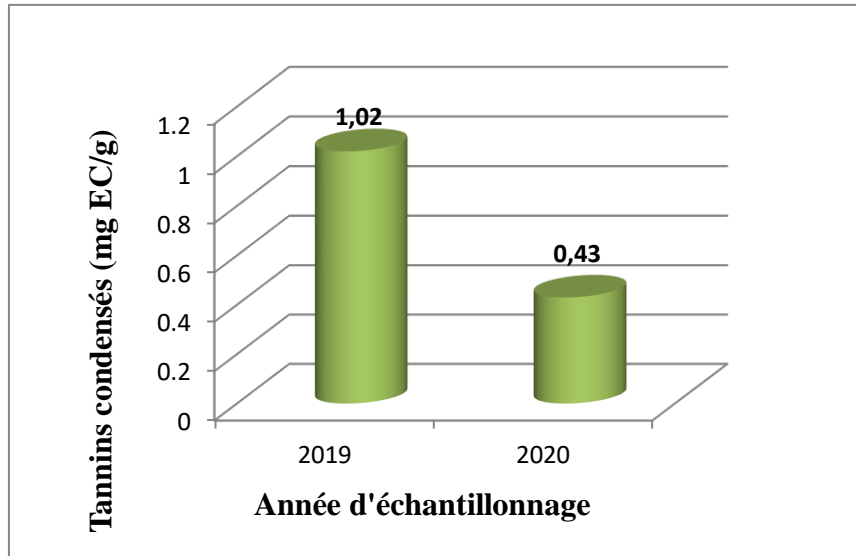


Figure 25 : Teneur en tannins condensés des fruits de *Syzygium cumini*.

L'extrait des fruits de *Syzygium cumini* de l'année 2019 possède une teneur plus élevée en tannins condensés de l'ordre de 1.02 ± 0.035 mg EQ/g que de celui de l'année 2020 (0.43 ± 0.007 mg EQ/g). **Gagera et al. (2017)** et **Chosh et al. (2017)** ont trouvé des teneurs en tannins condensés de l'ordre de 3.9 ± 0.8 et 94.52 ± 9.19 mg/100g respectivement.

Les facteurs extrinsèques (géographique et climatiques), les facteurs génétiques, mais également le degré de maturation de fruit et la durée de stockage ont une forte influence sur la teneur en proanthocyanes.

III.4. Pouvoir antioxydant des extraits méthanoliques

III.4.1. Capacité antioxydante totale (CAT)

La capacité antioxydante totale des extraits testés, et basés sur la réduction de molybdène Mo (VI) présent sous la forme d'ions molybdate MoO_4^{2-} en molybdène Mo (v) MoO^{+2} en présence de l'extrait pour former un complexe vert de phosphate/Mo(v) à pH acide (**Prieto et al., 1999**).

La capacité antioxydante totale est exprimée en milligramme équivalent d'acide ascorbique par gramme de la matière sèche (mg EAA/g MS) à partir de la courbe d'étalonnage donnée dans l'annexe I. Les résultats sont résumés dans la figure 26. L'analyse statistique a montré que ces résultats varient d'une manière significative ($P < 0.05$).

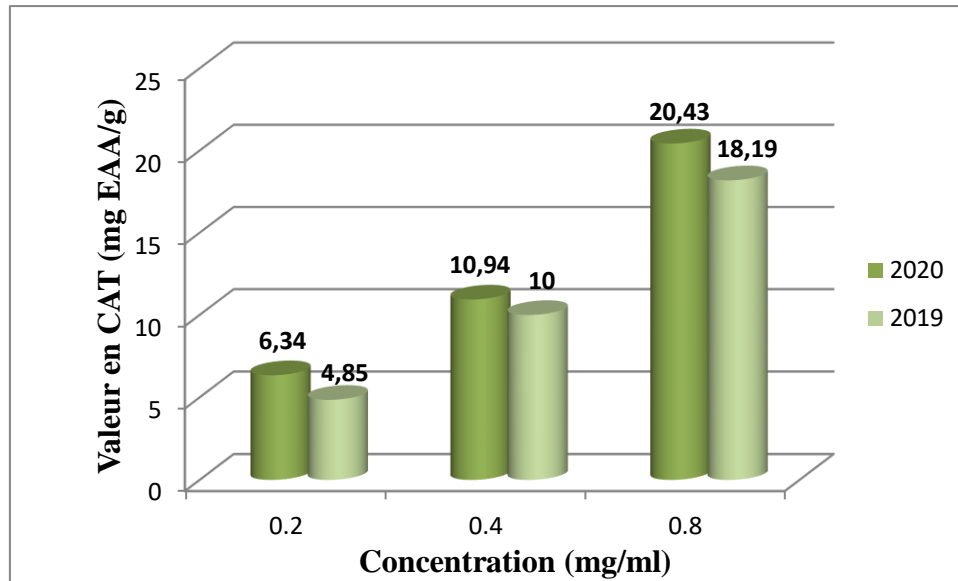


Figure 26 : Capacité antioxydant totale des extraits du fruit de *Syzygium cumini*.

Nous constatons que l'activité antioxydante totale est proportionnelle à l'augmentation de la concentration. Elle s'élève de 6.34 ± 0.43 et 4.85 ± 0.46 mg EAA/g pour la concentration 0.2 mg/ml à 20.43 ± 0.50 et 18.19 ± 0.28 mg EAA/g pour la concentration 0.8 mg/ml dans les deux extraits méthanoliques de l'échantillon de l'année 2020 et 2019 respectivement.

La figure 22 montre également, que la capacité antioxydant de l'extrait méthanolique du fruit de l'année 2020 est plus élevée que de celle de l'année 2019. **Singh et al. (2019)** ont travaillé sur la pulpe de *Syzygium cumini* cultivée en Inde et ils ont trouvé une capacité antioxydant totale de l'ordre 198 mg EAA/100g.

III.4.2. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)

Le radicale DPPH est un composé radicalaire qui a été largement utilisé pour tester la capacité de piégeage des radicaux libre (**Sakanaka et al., 2005**). Les antioxydants lors de l'interaction avec le radical DPPH transfèrent soit un électron, soit un atome d'hydrogène au DPPH, neutralisant ainsi son caractère radicalaire (**Naik et al., 2003**).

Les valeurs IC₅₀ (EC₅₀) c'est la dose d'antioxydants nécessaires pour réduire 50 % des radicaux libre (DPPH) (**Ahmed et al., 2021**). Les résultats de piégeage de ce radical par différente concentration des extraits méthanoliques de fruit de *Syzygium cumini* sont récapitulés dans la figure 27. L'analyse statistique a montré que ces résultats variaient d'une manière significative ($P < 0.05$).

Tableau 07 : Le pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH par l'extrait méthanolique de fruit en fonction des différentes concentrations et les valeurs des concentrations efficaces IC50.

Inhibition à différentes [C] mg/g	2019	2020
0.2 mg/g	29.56%	26.28%
0.4 mg/g	46.89%	30.86%
0.8 mg/g	53.28%	54.74%
IC ₅₀ mg/ml	2.56	2.89

Il est clair d'après les résultats obtenus que les deux extraits testés sont capables de neutraliser le radical DPPH, en outre, cette capacité accroit généralement avec la concentration des extraits. **Ahmed et al. (2021)** ayant travaillé sur le même fruit avec préparation des différentes concentrations de 10 à 1000 µg/ml, ont trouvé un pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH de l'ordre 10.26 à 92.15 %. Par ailleurs, **Kubola et al. (2011)** et **Jaiswal et al. (2015)**, **Chosh et al. (2017)** et **Gagera et al. (2017)**, ont trouvé des pourcentages d'inhibition de l'ordre de 92.06, 47.97 %, 31.29 et 7.8 à 53.8, respectivement.

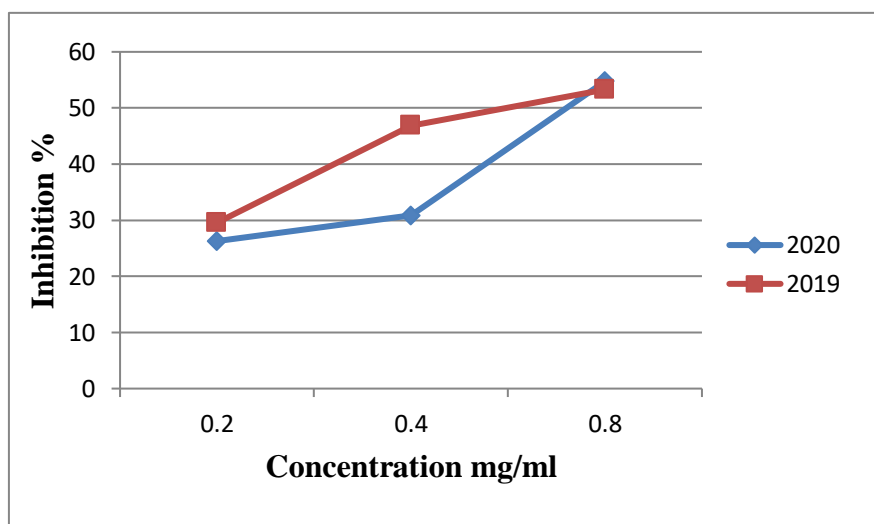


Figure 27 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH par l'extrait méthanolique de fruit en fonction des concentrations.

A partir de ces courbes, nous pouvons déterminer la valeur IC₅₀ (mg/ml) de chaque extrait. En effet la valeur inférieure d'IC₅₀ représente la capacité antioxydante la plus élevée. Dans ce cas les deux extraits contiennent presque la même activité de piégeage du radical DPPH parce qu'IC₅₀ de

l'extrait 2019 et 2020 sont très proches, où l'on obtient des valeurs de 2.56 et 2.86 mg d'antioxydante /g DPPH respectivement.

Bamergee et al. (2005), Reynertson et al. (2008) et Ahmed et al. (2021) ont trouvé des valeurs d'IC50 plus faible à celles trouvées au cours de notre étude 168, 3.891 et 42.58 µg/ml.

III.4.3. Réduction du fer : FRAP (Ferric reducing antioxidant power)

L'évaluation du pouvoir antioxydant réducteur ferrique est basée sur la capacité de l'antioxydant à réduire le fer ferrique (Fe^{3+}) en fer ferreux (Fe^{2+}) (**Azima et al., 2017**). Les résultats de l'activité réductrice des extraits méthanoliques des fruits de *Syzygium cumini* étudiés sont représentés par la figure 28.

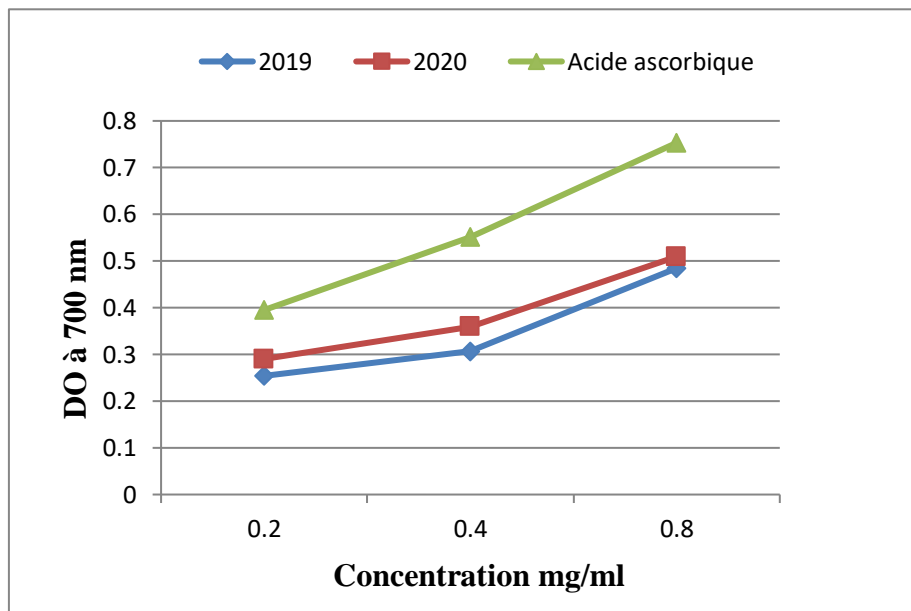


Figure 28 : Pouvoir réducteur des extraits des fruits de *Syzygium cumini*.

Nous constatons que la capacité réductrice des deux extraits et de l'acide ascorbique est proportionnelle à l'augmentation de la concentration. L'analyse statistique a montré que ces résultats varient d'une manière significative ($P < 0.05$).

Les résultats obtenus montrent que la capacité à réduire le fer est variable entre les deux échantillons, elle est beaucoup plus importante avec l'extrait des fruits de l'année 2020 (DO= 0.5094) que l'extrait de fruit de l'année 2019 (DO= 0.4846) avec la même concentration de 0.8 mg/ml. Nous pouvons déduire que les deux extraits de *Syzygium cumini* ont la capacité à réduire le fer mais elle est inférieure à celle de l'acide ascorbique qui présente une DO de 0.7531 à la même concentration.

Les valeurs de la DO obtenues dans ce test, montrent que les extraits méthanoliques des fruits de *Syzygium cumini* possèdent de bonne capacité réductrice bien qu'elles soient inférieures à celle de l'acide ascorbique.

III.4.4. Piégeage du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂ Scavenging Activity)

La capacité des extraits des fruits de *Syzygium cumini* à piéger le peroxyde d'hydrogène est représentée par la figure 29. L'analyse statistique a montré que ces résultats varient d'une manière significative (P < 0.05).

Il est clair d'après les résultats obtenus, que la capacité de piégeage du peroxyde d'hydrogène par les extraits méthanoliques des fruits est proportionnelle à l'augmentation de la concentration.

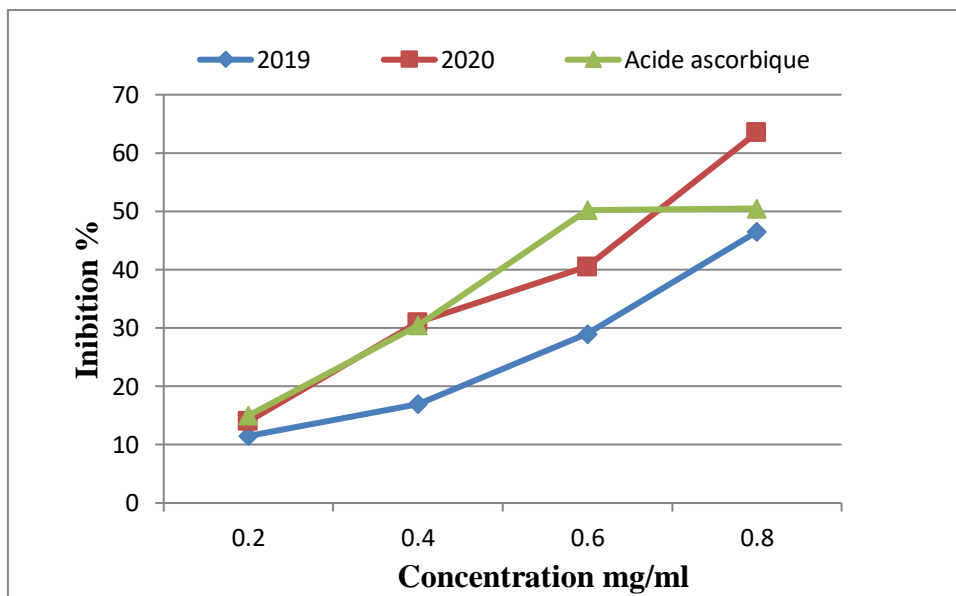


Figure 29 : Pourcentages d'inhibition du peroxyde d'hydrogène des extraits de fruits et de l'acide ascorbique aux différentes concentrations.

L'extrait des fruits de l'année 2020 a montré la haute activité de piégeage d'H₂O₂ (63.5%), tandis que celui de l'année 2019 était de 46.5%, avec la concentration 0.8 mg/ml. De même l'extrait du fruit de l'année 2020 à la dose de 0.8 mg/ml avait une meilleure activité comparativement à celui de l'acide ascorbique utilisé comme un antioxydant de référence.

Le peroxyde d'hydrogène est un dérivé non-radicalaire d'oxygène et considéré comme toxique pour les cellules car il permet la formation des radicaux hydroxyles à l'intérieur de la cellule (**Shrinivas et al., 2011**).

III.5. Analyse qualitative des composés antioxydants par HPLC

Les deux extraits ont été analysés afin de comparer leurs profils chromatographiques et d'obtenir une information sur la composition de ces extraits en flavonoïdes et certains acides phénoliques en comparaison avec les différents étalons. Les chromatogrammes des deux extraits méthanoliques de fruit de *Syzygium cumini* sont représentés par les figures 30 et 31.

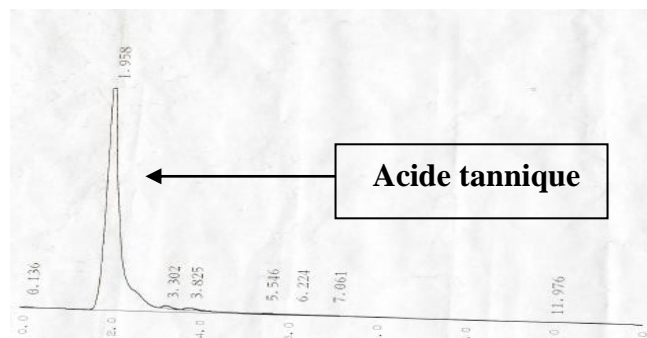


Figure 30: Chromatogramme de l'extrait méthanolique des fruits de l'année 2019.

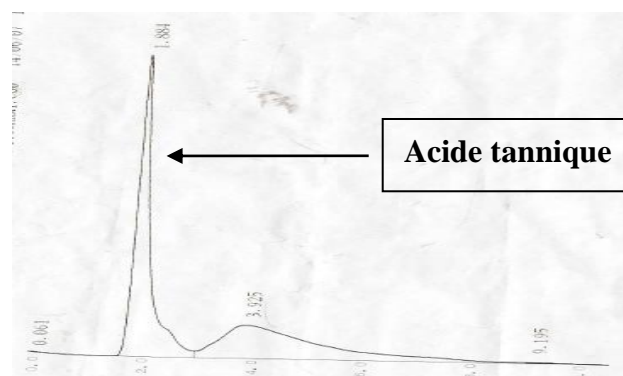


Figure 31: Chromatogramme de l'extrait méthanolique des fruits de l'année 2020.

L'identification des pics générés a été effectuée par comparaison du temps des retentions correspondant à ceux des acides phénoliques et antioxydants étalons analysés dans les mêmes conditions.

Sur le chromatogramme de l'extrait méthanolique des fruits de l'année 2019, un pic a apparu après un temps de rétention de 1.958 min qui correspond probablement à l'acide tannique. Par ailleurs, le chromatogramme de l'extrait méthanolique des fruits de l'année 2020, le pic le plus important est apparu après un temps de rétention de 1.889 min et qui correspond probablement à l'acide tannique. D'une manière générale, la quercétine et l'acide gallique ne sont pas détectés dans les deux extraits testés, cela peut être dû à la technique utilisée et à la longueur d'onde choisie pour l'analyse.

L'analyse chromatographique de l'extrait de polyphénols de fruit a révélé la présence d'un certain nombre de composés phénoliques: L'acide gallique, l'acide caféique, l'acide sinapique, l'acide quercétine élués à des temps de rétention de 16.9, 43.6, 63.4 et 86.3 respectivement (Singh *et al.*, 2016).

III.6. Activité anti-inflammatoire *in vitro*

Les anti-inflammatoires sont les composés qui aident à surmonter une condition physique localisée dans n'importe quelle partie du corps qui devient rouge, enflée, chaude et souvent douloureuse, surtout en réaction à une blessure ou à une infection (Katiyar *et al.*, 2016).

L'activité anti-inflammatoire des extraits des fruits de *Syzygium cumini* est représentée par la figure 27. L'analyse statistique a montré que ces résultats varient d'une manière significative ($P < 0.05$).

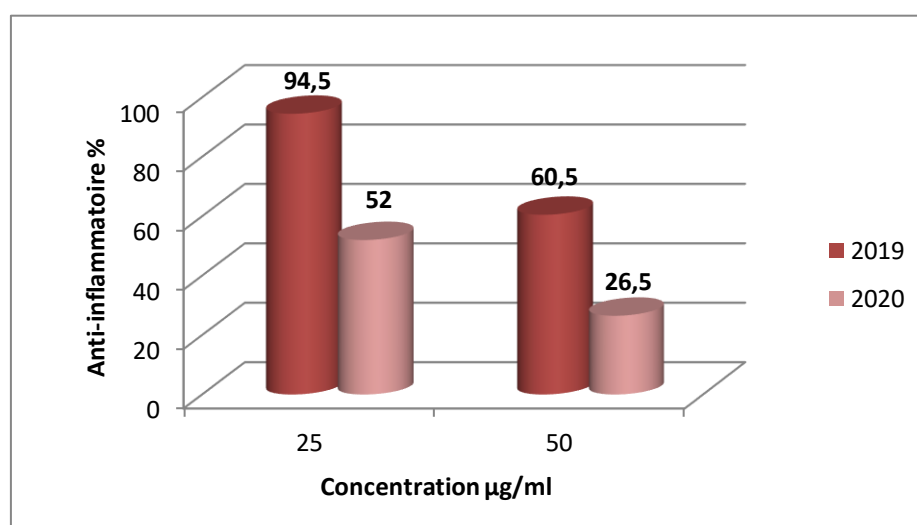


Figure 32 : Activité anti-inflammatoire des deux extraits de fruit de *Syzygium cumini*.

Le pourcentage de l'activité anti-inflammatoire par le Diclofénac est inversement proportionnel à la concentration.

L'extrait de fruit de *Syzygium cumini* de l'année 2019 a montré un pourcentage plus élevé à partir des deux concentrations 50 et 25 µg/ml (60.5 et 94. %) que celui des fruits de l'année 2020 (26.5 et 52 %).

Des études ont montré que *S.cumini* agirait comme un agent anti-inflammatoire, réduisant à la fois l'inflammation aiguë et chronique (**Jagetia, 2017**).

Selon **Chhikara et al. (2018)**, *S. cumini* a montré des effets antiarthriques (l'arthrite est une variété chronique de maladies inflammatoires des articulations).

Conclusion

Syzygium cumini L est originaire des pays tropical et subtropical, il reste très négligé et sous utilisé, malgré que les recherche scientifique ont démontré que ce fruit est très riche en vitamine C, en protéine, en minéraux, et en antioxydants (flavonoïdes, anthocyanes, tanins, composés phénoliques) qui sont essentielles pour la forme physique et la santé humaine.

Aucune étude sur des caractéristiques alimentaires et bioactive des fruits de *Syzygium cumini* n'a été entre prise jusqu'ici au sein des établissements de recherche de la République Algérien. Notre travail a fourni des informations valables sur la caractérisation morphologique, les propriétés alimentaires de base (matière sèche, activité totale, pH et solides solubles totaux...) et les propriétés bioactive (acide ascorbique, contenu en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en tanins condensés) des fruits de *Syzygium cumini* récoltés à partir des arbres implantés au sein de l'établissement universitaire de Jijel.

A travers la caractérisation morphologique des fruits de *Syzygium cumini*, nous pouvons affirmer qu'ils sont de qualité acceptable avec un poids moyen des fruits entre 6.22 et 7.28 g et un poids de 4.05 et 5.34 g pour la pulpe.

Cependant pour les propriétés alimentaires, les fruits de *Syzygium cumini* sont de variété molle car ils présentent une teneur en eau de 84.5 et 78 %, un pH de 3.71 et 3.74, une conductivité électrique de 103 et 104,35 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ce qui est en parfaite corrélation avec la teneur en cendres 0.3 %.

D'autre part le fruit renferme des teneurs appréciables en protéine 5.25 et 3.5 % mais il a une faible teneur en sucre totaux, en fibre et en pectine. Cependant, le dosage de la vitamine C révèle la richesse des fruits des deux échantillons en ce composé avec 19 et 29 mg/100g.

Du point de vue phytochimiques (propriétés bioactive), nous avons réalisé une extraction méthanolique dont le plus grand rendement est observé avec l'extrait des fruits de l'année 2019 (75%). Concernant l'analyse quantitative des polyphénols totaux, nos résultats ont montré que l'extrait méthanolique contient des teneurs appréciables en polyphénols 2.57 et 1.61 mg EAG/g d'extrait. De même, les teneurs respectives en flavonoïde et tanins condensés étaient de 3.95 et 1.89 mg EC/g et 1.02 et 0.43 mg EQ/g des échantillons 2019 et 2020.

Concernant l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits des deux échantillons du fruit de *Syzygium cumini*, à travers la capacité antioxydante totale (CAT), piégeage du radical libre DPPH, Réduction du fer, piégeage du peroxyde d'hydrogène, les résultats ont révélé que l'extraits méthanolique des fruits de l'année 2019 était le plus actif.

L'analyse qualitative des extraits méthanolique par HPLC a montré la présence d'un composé antioxydant qui est l'acide tannique dans l'extrait méthanolique des fruits.

Par ailleurs, les résultats ont montré que les extraits des fruits de *Syzygium cumini* possèdent une activité anti-inflammatoire, et elle était meilleure avec celui des fruits de l'année 2019.

Il reste à dire qu'il faut compléter cette étude par des recherches qui s'orientent vers l'analyse de la composition détaillée de l'huile essentielle de *Syzygium cumini*, des acides aminés qu'ils détiennent, des sucres qui le composent, des minéraux, de la matière grasse et les activités biologiques qu'il peut avoir, cela pour susciter l'intérêt aussi bien pour des études nutritionnelles que pour son utilisation en thérapeutique.

Références bibliographiques

-A-

Abdely C. 2008. Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs and their biological activities. *Compte Rendu de Biologie*. **331**: 372-379.

Acourene S., Tama M. 1997. Caractérisation physico-chimiques des principaux cultivars de dates de la région des zains. *Université de Biskra*.p60.

Afonso V., Champy R., Mitrovic D., Collin P., Lomri A. 2007. Radicaux libres dérivés de l'oxygène et superoxydesdismutases: Rôle dans les maladies rhumatismales. *Revue du rhumatisme* .**74(7)**: 636-643.

AFSSA. 2008. Table CIQUAL. Composition nutritionnelle des aliments. Disponible sur : <http://www.afssa.fr/TableCIQUAL/>.

Agarwal P., Gaur P.K., Tyagi N., Puri D., Kumar N., Kumar S.S. 2019. An Overview of Phytochemical, Therapeutic, Pharmacological and Traditional Importance of *Syzygium cumini*. *Asian Journal Pharmacognosy*.**3 (1)**: 5-17.

Ahmad N., Nawab M., Kazmi M.H.2019.Medicinal potential of *Jamun (Syzygium cumini* Linn): A *Review Journal of Drug Delivery and Therapeutics*. **9(5)**: 175-180.

Ahmed R., Tariq M., Hussin M., Andleeb A., Masoud M.S., Ali I., Hasan A. 2019. Phenolic contents-based assessment of therapeutic potential of *Syzygium cumini* leaves extract. *Plos one*.**14(8)**:1-16.

Ahmed S., Jahan I.A., Hossain M.H., Ahmed K.S., Rahman M., Zaman W., Hoque M.M. 2021. Bioactive compound, antioxidant properties and phenolic profile of pulp and seed of *Syzygium cumini*. *Journal of Food Measurement and characterization*. **15** : 1991-1999.

Akbar S. 2020. Handbook of 200 Medicinal plants Switzerland Springer . p1715-1728.

Al-Faris M., Alasalvar C., Morris M., Baron M., Shahidi F.2005. Compositional and sensory characteristics of three native sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.**33** : 7586-7591.

Ali S., Masud T., Abbasi K.S., Ali A., Hussain A. 2013. Some compositional and biochemical attributes of jamun fruit (*Syzygium cumini* L.) from Potowar region of Pakistan. *Research in Pharmacy*. **3**: 01-09.

Alma M.R., Rahman A.B., Moniruzzaman M., Kadir M.F., Haque A., Alivi M.R.U.H., Ratan M.2012. Evaluation of antidiabetic phytochemical in *Syzygium cumini* (L) Skeels (Family: Myrtaceae). *Journal of Applied pharmaceutical science*. **2(10)**: 94-98.

Amarowicz R., Troszynska A., Shahidi F. 2005. Antioxydant activity of almond seed extract and its fractions. *Journal of Food Lipids*. **12**: 344-358.

Amellal H. 2008. Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement, sucré et aromatisé. *Thèse de Doctorat en technologie Alimentaire. Université M'hamed Bougara. Boumérdes*. **127**.

Anisatu Z.W., Wendy A.M.2020. Ethnobotany of the Mountain Region of South East Asia. *Switzerland Springer*.1-7.

AOAC.2000. Official Methods of Analysis. 17 th Ed. Maryland. U.S.A. p360.

AOAC.2002. Official Methods of Analysis. 17 th Ed. Gaithersburg. USA. p480.

Aqil F., Gupta A., Munugala R., Jeyabalan J., Kausar H., Sharma R.J. 2012. Antioxydant and antiproliferative activities of anthocyanin/ ellagitannin- enriched extracts form *Syzygium cumini* L. (*jamun the indian Blackberry*). *Nutrition Cancer* .**64**: 428-438.

Arya S.S., Pegu K., Sadwarte P.D., 2019. Bioactive Molecules in food. *Switzerland Springer*. 2298-2313.

Asif H., Khan A., Iqbal A., Khan I.A., Heinz B., Azim M.K.2013. The chloroplaste génomeséquence of *Syzygium cumini* (L.) and its relationship with other angiosperms. *Tree Genetics and Genomes*.**9**:867-877.

Athamena S. 2009. Etude quantitatives des flavonoides des graines de *Cuminumcyminum* et les feuilles de *Rosmarinusofficinalis* et l'évaluation de l'activité biologique. Thèse de Magistère en Biochimie Appliquée.*Université El Hadj Lakhdar Batna*.p88.

Ayyanar M., Babuo S .2012. *Syzygium cumini* (L.) Skeels phytochemical constituents and traditional uses. *Asian pacific Journal of tropical Biomedicine* **2**:240-246.

Ayyanar M., Subash-Babu P., Ignacimuthu S. 2013. *Syzygium cumini* (L) Skeels, a novel therapeutic agent for diabetes: Folk medicinal and pharmacological evidence. *Complement. Therapeutic Medicine*. **21**: 232-243.

Azima A.M.S., Norihan A., Manshoor N. 2017. Phénolics antioxydants and color properties of aqueous pigmented plant extracts *Ardisia colorata* var *elliptica* *clitoria ternatea* *Garcinia mangostana* and *Syzygium cumini*. *Journal of Functional Foods*. **38** : 232-241.

-B-

Babu P., Raghavendra S., Tamadaddi B.L. 2019. Physico-chemical characterization of Jamun (*Syzygium cumini* Skeels) seedling genotype. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. **8(4)** : 300-303.

Baliga M.S., Bhat H.P., Baliga B.R.V., Wilson R., Palatty P.L. 2011. Phytochemistry, traditional uses and pharmacology of *Eugenia jambolana* Lam. (*blac plum*): a review. *Food Rescues International*. **44**: 1776-1789.

Bamerjee A., Dasgupta N., De.B. 2005. In vitro study of antioxidant activity of *Syzygium cumini* fruit. *Food chemistry*. **90**: 727-733.

Bandiola T.M.B., Ignacio G.B., Yunson E.G.A., Bandiola P.D.B. 2017. *Syzygium cumini* (L.) Skeels: phytochemical Constituents, toxicity studies, and traditional and pharmacological uses. *International Journal of Applied Pharmaceutical and Biological Research*. **2**:15-23.

Barica M.T., Pertuzatti P.B., Andressa C., Goday H.T., Zambiasi R. 2012. Bioactive compounds antioxydant and percent composition of jambolas fruit (*Syzygium cumini*). *The Natural Product Journal*. **2** : 129-138.

Bauer W.J., Bodoud R., Loliger J., Etournaud A. 2010. Science et technologie des aliments : Principes de chimie des constituants et de technologie des procédés. 1^{ère} Ed. PPUR Presses Polytechniques .Italie. p 720.

Beherlal. 2010. Investigation on bioactive Phytochemicals of jamun (*Syzygium cumini*) fruit. Thesis Doctoral. *National Institute for Interdisciplinary Science and technology (CSIR)*.

Belguedj M. 2002. Etude du marché des dates 1- Evaluation des secteurs des dates en Algérie.

Benhammou N., Bekkara A., Kadifkova P. 2007. Antiradical capacity of the phenolic compounds of *Pistacia lentiscus* L. and *Pistacia atlantica* Desf. *Advances in Food Sciences*. **29(3)**: 155-161.

Benherlal P.S., Arumughan C.2007. Chemical composition and in vitro antioxidant studies on *Syzygium cumini* fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **87(14)**: 2560-2569.

Bezzala A.2005. Essai d'introduction de l'arganier dans la zone de M'doukel et évaluation de quelques paramètres de résistance à sécheresse. Thèse de magister en Sciences Agronomiques. *Université El Hadj Lakhdar Batna*.106.

Biffin E., Lucas E., Craveen L., Ribeiro-dacosta I., Harrington M., Gisp M. 2010. Evolution of exceptional species Richness among lineages of Flesly. *Fruited Myrtaceae. Annals of Botany* .**106**: 79-93.

Blakrishna G.V., Sowmya V.R., Ballapalli., Rao M.V.R. 2016. Anti-allergique studies of *Atibizzialebeck* and *Syzygium cumini* (*L Syzygium jambolana*). *Journal Microbiol.Biotechnol.* **1(1)**: 103.

Bretauudeau J., Faure Y. 1992. Atlas d'arboriculture fruitière.E.d. Tec et Doc.Paris.289p.

Brito F. A., Lima L.A., Ramos M.F.S., Nakamura M.J., Cavalher-Machado S.C., Siani A.C. 2007. Pharmacological study of anti-allergic activity of *Syzygium cumini*(*L*) *Skeels*. *Brazilian Journal Medical Biol Research* .**40(1)**: 105-115.

Brissonnet F., Bouix M., Loiseau G., Russel A., Leveau Y.1994. Le stress bactérien et ses conséquences en génie de l'hygiène.IAA.**3** :106-114.

Bumrela S., Naik S. 2011. Identification of β -carotene and β -sitosterol in methanolic extract of *Dipteracanthus patulus* (Jacq) nees and their roles in antimicrobial and antioxidant activity. *International Journal of Phytomedicine*. **3(2)**: 204.

Burlando B., Verotta L., Cornara L., Bottini M.E.2010. Herbal principles in cosmetics: Properties and mechanisms of action. *CrC Press*.

-C-

Chattopadhyay S., Chanda R., Ganguly S., Deb J., Banerjee J.2019. Anti-diabetic Activity of Black Berry (*Syzygium cumini* L). *Journal of the Gujarat Research Society*.**21**:1515-1527.

Chaudhary B., Mukhopadhyay K.2012. *Syzygium cumini* (L) Skeels. Apotential source of Nutraceuticals. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences.***2** :46-53.

Chhikara N., Kaur R., Jaglan S., Sharma P., Gat Y., Panghal A. 2018. Bioactive compound and pharmacological and food application of *Syzygium cumini*. *Food Fonction.* **9** : 6096-6115.

Chojage A.H., Swamy G.S.K., Kanamadi V.C., Jagdeesh R.C., Kumar P., Patil C.P., Reddy B.S.2011. Studies on vanability among Best selected Genotypes of *Jamun* (*Syzygium cumini* Skeels). *Pomegranate and Minor, Including Mediterranean fruits.***890**: 255-260.

Cunha W.R., Silva M.L.A. 2007. Antimicrobial activity of *Syzygium cumini* (*Myrtaceae*) leaves extract. *Brazilian Journal Microbiol.***38** (2):381-384.

Cuny A.2016. Le diabète à l' Ile de la Réunion: étude du jambon (*Syzygium cumini*), plante traditionnellement utilisé et approche du pharmacien d'officine. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Picardie jules verne. p130.

-D-

Dagadkhair A.C., Pakhare K.N., Todmal A.D., Andhale R.R. 2017. *Jamun* (*Syzygium cumini*) Skeels : A traditional THERapeutic tree and its processed food products .*International Journale of Pure Applied Bioscience.* **5**(5) :1202-1209.

Da Silva M., Radaelli J.C., Porto, H.P., Stefeni A.R., Junior A.M. 2007. Temperature and modified atmosphere in postharvest *jambolao* conservation. *International Journal Agriculture Environment Res.***03**: 2204-2212.

De Brito E. S., De Araujo M. C. P., Alves R. E., Carkeet C., Clevidence B. A., Novotny J. A. 2007.Anthocyanins present in selected tropical fruits: acerola, *jambolão*, jussara, and guajiru. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* **55**(23): 9389-9394.

Devi S.P., Thangan M., Desai A.R., Adsule P.G.2002. Studies on variability in physico-chemical chracters of different *Jamun* (*Syzygium cumini*) accessions from Goa. *Indiana Journal of Horticulture.* **59** :153-156.

Dorias M., Papadopoulos A.P., Gosseilin A. 2001. Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie.* (21) :367-383.

Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A., Smith E. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Allal Chemistry*. **28**: 350-356.

-E-

Eshwarappa R.S.B., Iyer R.S., Subbaramaiah S.R., Richard S.A., Dhananjaya B.L.2014.Anioxidant activity of *Syzygium cumini* leaf gall extracts. *Biological Impacts*.**4**:101-107.

-F-

Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M., Abdely C. 2008. Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Compte Rendu de Biologie*. **331**: 372-379.

FAO 1982.Espèces fruitières forestières Roma. P197.

Farhoum F.2010.Analyses physico chimique de la propolis locale selon les étages biochimiques et les deux races d'abeille locales (*Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*).Thèse de magister en Technologie Alimentaire. *Université M'hamed Bougara Boumerdès*.122.

Faria A.F., Marques M.C., Mercadante A.Z. 2011. Identification of bioactive compounds form *jambolao* (*Syzygium cumini*) and antioxidant capacity evaluation in different pH conditions. *Food Chemistry*.**126**: 1571-1578.

Friedman M., Jürgens H.S.2000.Effect of pH on the Stability of Plant Phenolic Compounds. *Journal Agriculture Food Chemistry*.**48**: 2101-2110.

-G-

Gajera H.P., Gevariga S.N., Patel S.V., Golakiya B.A. 2018.Nutritional profile and molecular fingerprints of indigenous blank jamun (*Syzygium cumini* L) landraces. *Journal Food Science Technology*. **55(2)**: 730- 739.

Gaouar N.2011. Etude de la valeur nutritive de la caroube de différentes varaiétés Algériennes. Thèse de magistère en Nutrition. *Université Abou Bakr Beikaid.Tlemcen*.95.

Gatel R.1982.L'aliment à l'humidité intermédiaire : concept fondamental et fonction scientifique.E.d.APRIA.Paris.39-50.

Ghojage A.H., Swamy G.S.K., Kanamadi V.C., Jagdeesh R.C., Kumar P., Patil C.P., Reddy B.S. 2011. Studies on variability among Best selected Genotypes of jamun (*Syzygium cumini* Skeels). **255-260.**

Ghosh P., Pradhan P.C., Michra S. Patel A.S. Kar A. 2017 .Physicochemical and Nutritional of *Jamun (Syzygium cumini)*. *Current Research in Nutrition and Food Science* .**5**: 25-35

Giddey.C.1982.Les produits à humidité intermédiaire : Cas particulier du problème de la conservation des produits à humidité intermédiaire.E.d.APRIA.Paris.21-28.

Gowri S. S., Vasantha K. 2010. Phytochemical screening and antibacterial activity of *Syzygium cumini (L.) (Myrtaceae)* leaves extracts. *International Journal Pharmaceutical Technology Rescus*. **2(2)**: 1569-1573.

Gupta A., Chaphalkar S.R. 2015. Anti-inflammatory activity of flavonoïdes form medicinal plants against hepatitis B vaccine antigen on human peripheral blood mononuclear cells. *Asian Journal Biomedical Pharmaceutical Science*. **3(1)**: 728-732.

Guillemet R., Preceptis P. 1942. Académie d'agriculture de France.**28**: p383.

-H-

Haddadi H. 2005. Determiation de l'activité antioxydant de quelques fruits. Mémoire de magistre. *Université de Bejaia (FSNV)*. p76.

Helmstatter A.2008. *Syzygium cumini (L) Skeels (Myrtaceae)* against diabetes-125 years of research .*Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*. **63(2)**: 91-101.

Huang D., Ou B., Prior R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **53(6)**: 1841-1856.

-J-

Jabeen K., Javiad A. 2010. Antifungal activity of *Syzygium cumini* against ascochytabiei-the cause of chickpea blight. *Natural Product Research*. **24**: 1158-1167.

Jadhav S.J., Andrew W.T.1997. Effets of cultivras and fertilizers on non-volatile organic acids in potato tubers. *Food Science and Technology Journal*.**10** :13-21.

Jadhav V.M., Kamble S.S., Kadam V.J. 2009.Herbal medicine: *Syzygium cumini*: A Review. *Journal of Pharmacy Research.* **2(8):** 1212-1219.

Jagetia G.C.2017. Phytochemical Composition and Pleotropic Pharmacological Properties of jamun, *Syzygium cumini Skeels.* *Journal of Exploratory Research in Pharmacology.* **2:** 54-66.

Jain A., Sharma S., Goyal M., Dubey S., Jain S., Sahu J. 2011. Anti-infalammotory activity of *Syzygium cumini* leaves. *International Journal Phytomedication.***2:** 124-126.

Jaiswal S.G., Patel M., Naik S.N.2015.Physico-chemical properties of *Syzygium cumini (L) Skeels* jam and comparative antioxydant study with other fruit jams. *Indian Journal of Natural Products and Resources.***6(1):**9-15.

Julkunen-Titto R.1985. Phenolic constituents in the leaves of northern willows: methods for the analysis of certain phenolics. *Journal Agricultural and Food Chemistry.* **33:** 213-217.

-K-

Kabra S., Patel S.2018. Total phenolic flavonoid content of the leaves of Carica papaya *Syzygium cumini.* *World Journal of Pharmaceutical Research.* **7(14):** 734-741.

Kader A.A. 2002. Pre-and posthavest factors affecting fresh produce quality, nutritional value, and implications for human health. *Proceeding of the International Congress Food production and the Quality of life, Sassari (Italy).***1 :**109-119.

Katiyar D., Singh V., Ali M. 2016. Recent advances in pharmacological potential of *Syzygium cumini.* *Advances in Applied Science Research.* **7:** 1-12.

Kayser M.S., Nath R., Khatun H., Rashid M.A. 2019.Peripheral analgesic and antidiarrheal activites of leaf of *Syzygium cumini (L.) Skeel.* *Bangladesh Pharmaceutical journal.* **22(1):** 13-17.

Kjeldhal J.1883. Meue method lurk besyimmung des stichs offs in organischem korpon. *Z Anal Chemistry.* **22:** 366-382.

Koley T.K., barman K., Asrey R. 2011. Nutraceutical Properties of Jamun (*Syzygium cumini L.*) and its Processed Products. *Indian Food Industry.* **30:** 43-45.

.Kubola J., Siriamornpun S., Meeso N. 2011. Phytochemicals vitamin C and sugar content of Thai wild fruits. *Food Chemistry.***126 :** 972-981.

Kumar A., Iivarasan R., Jayach T., Deecaraman M., Aravindan P., Padmanabhan N., Krishan M.R.V. 2013. Antidiabetic activity of *Syzygium cumini* and its isolated compound against streptozotocin- induced diabetic rats. *Journal of Medicinal Plants Research*. **2(9)**: 246-249.

Kshirsagar R.B., Desai G.B., Sawate A.R., Deshmukh N.M. 2019. Physico-chemical and nutritional properties of *jamun (Syzygium cumini)* seed. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. **8**: 211-213.

Kumar A., Iivarasan R., Jayachandran T., Deecaraman M., Aravindhnan P., Padmanabhan N., Krishnan M.R.V. 2009. Phytochemicals Investigation on a Tropical Plant, *Syzygium cumini* from kattuppalayam, Erode District, Tamil Nadu, South India. *Pakistan Journal of Nutrition*. **8**: 83-85.

Kumar A., Padmanabhan N., Krishnan M.R.V., 2007. Central Nervous system activity of *Syzygium cumini* seed. *Journal of Nutrition* **6(6)**: 698-700.

Kumar E., Mastan S., Reddy K.R., Reddy G.A., Raghunandan N., Chaitanya G. 2008. Anti-arthritis property of the methanolic extract of *Syzygium cumini* seed. *International Journal Inter Biology*. **4**: 55-61.

-L-

Lee S.k., Kader A.A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*. **20** :207-220.

Li L., Zhang Y., Seeram N. P. 2009. Structure of anthocyanins from *Eugenia jambolana* fruit. *Natural Product Communication*. **4(2)**: 217-219.

-M-

Macheix J. J., Fleuriet A., Jay-Allemand C. 2005. Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. *PPUR presses polytechniques*. pp 11-13.

Mallick C., Maiti R., Ghosh D. 2006. Antidiabetogenic effects of separate and composite extract of seed of *Jamun (Eugenia jambolana)* and root of *Kadali (Musa paradisiaca)* in streptozotocin-induced diabetic male albino rat: a comparative study. *International Journal Pharmacology*. **2**: 492-503.

- Malik S., Almeida E.B.J., Paes A.M.DA.2017.** Transgenesis and secondary Metabolisme Switzerland Springer. pp 232-246.
- Mandal S.M., Chakraborty D., Dey S.2010.** Phenolic acids act as signaling molecules in plante-microsymbiose. *Plante Signaling Behavior*. **5(4)**: 359-368.
- Marc Fr., Davin A., Degléne-Benbrahim L., Ferrand C. 2004.** Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. *Medecine Sciences*. **20(4)**: 458-463.
- Margaret E., Shailaja A.M., Rao V.V. 2015.** Evaluation of Antioxydant Activity in Different parts of *Syzygium cumini* (Linn). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*.**9**: 372-379.
- Mastan S. K., Latha T. B., Latha T. S., Srikanth A., Chaitanya G., Kumar K. E.2009.** Influence of methanolic extract of *Syzygium cumini* seeds on the activity of gliclazide in normal and alloxan-induced diabetic rats. *Pharmacologyonline*.**3**: 343-349.
- Meshram G. A., Yadav S. S., Shinde D., Patil B., Singh D. 2011.** Antibacterial study and effect of ethanolic extracts of *Syzygium cumini* seeds powder on glucoamylaseinvitro. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. **3(2)**: 1060-1063.
- Modi D. C., Patel J. K., Shah B. N., Nayak B. S. 2010.**Anti-inflammatory activity of seeds of *Syzygium cumini* Linn. *Journal of Pharmaceutical Education and Research*. **1(1)**: 68-70.
- Mohamed A.A., Ali S.I., El-Baz F.K.2013.** Antioxidant and antibacterial activities of crude extracts and essential oils of *Syzygium cumini* leaves. *Plos one*. **8(4)**: e60269.
- Morton J.F.1963.** Florida state horticultural.Society.Miami : Morton Collectanea.P.329-337.
- Multon J.I.1991.** Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Vol. IV. Ed. Lavoisier. Tec & Doc. p121-137.
- Murugananddan S., Pant S., Srinivasan K., Chandra S., Tandan S.K., Lal J. 2002.** Inhibitory role of *Syzygium cumini* on autacoide- induced inflammatory in rats. *Indian Journal Physiology Pharmacology*.**46**: 482-486.
- N-**
- Nair K.N. 2017.**The genus *Syzygium*: *Syzygium cumini* and other underutilized species.CRC Press. p289.

Nicolas J.P., 2012. Plantes médicinales du Nord de Madagascar Ethnobotanique antakrana et information scientifique.p250.

-O-

Oliveira G.F., Furtado N.A.J.C., Filho A.A.S., Martins C.H.G., Bastos J.K., Cunha W.R., Silva M.L.A. 2007. Antimicrobial activity of *Syzygium cumini* (Myrtaceae) leaves extract. *Brazilian Journal Microbiol.***38 (2):**381-384.

Othman A.M.A.1995.Prospective de développement et de protection du plamier dattier dans les pays arabes. *The Arab Centre for the stuies of Arides zones and dry Land.* p14.

Oyaizu M.1986. Studies on products of browning reaction prepared from glucose amine Japanese. *Journal of Nutrition.***44:** 307-315.

-P-

Panghal A., Yadav D.N., Khatkar B.S., Sharma H., Kumar V., Chhikara N.2018.Post harvest malpractices in fresh fruits and vegetables. Food safety and health issues in India.*Nutrition and Food Science.* **48(4) :**561-578.

Parate A.M., Bajpai N.D., Walke D.D.2019.Role of *Syzygium cumini* (JAMUN) in Cosmetic. *International Journal of Scientific Development and Research.***4:** 2455-2631.

Prieto P., Pineda M., Aguilar M.1999.Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdène complex: specific application to the determination of vitamin E. *Anal of Biochemistry.* **269:** 337-341.

-R-

Ragaee S., Abdel-Hal E.S.M., Noaman K.2006.Antioxydant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food Chemistry.***98:** 32-38.

Ramlu P., Rao.P.U. 2003. Total insoluble and soluble dietary fibre contents of Indian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis.***16 :** 677-685.

Ramya S., Neethirajan K., Jayakumara.2012.profil of bioactive compounds in *Syzygium cumini*. *Journal of Pharmacy Research.* **5(8):** 4548-4553.

Raza A., Ali M.U., Nisar T., Qasrani S.A., Hussain R., Sharif M.N.2015. Proximate composition of jamun (*Syzygium cumini*) fruit and Seed American. *Emasiain.Journal Agriculture Environment Science*. **15(7)**.1221-1223.

Reynertson R., Yang H., Jaing B., Basile M.J., Kennelly E.J. 2008. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible *Myrtaceae* fruits. *Science Direct*.**109** : 883-890.

Rodier J. 1997. L'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, l'eau de mer. 8^{ème} Ed. Dunod. France.pp57-65.

Rodier J., Legube B., Merlet N., coll.2009. L'analyse de l'eau. Ed. Dunod, Paris.1526p.

Rodrigues S., Silva E.D.O., De Brito E.S.2018.Exoyic Fruits Reference Guide. Brazil: Elesvier (ed). P488.

Roger.L. 2008. C'est quoi une fibre. LRBEVA NUTRITION.**10**.14.

Ruan ZP, Zhang L.L, Lin Y.M.2008. Evaluation of the antioxidant activity of *Syzygium cumini* leaves.*Molecules*.**13**: 2545-2556.

Ruiz-Rodriquez J.M., Morales P., Fernandz-Ruiz V.2011.Valorisation of wild strawberry-tree fruits (*Arbutus unedo* L) through nutritional assessment and natural production data. *Food Research Internationa*. (**44**) : 1244-1253.

-S-

Sabino L.B.S., Brito E.S.D., Junior L.D.S.2018. Exotic Fruits Reference Guide. *Elsevier Inc*.pp251-256.

Salim K.P., Paarakh P.M. 2009. A Phyto- Pharmacological Review of *Syzygium cumini* (L.) *Skeels*. *Pharmacology*.**2**: 101-122.

Sammukhiya V.M.R., Chellam Y.J., Soulange J.G., Lambrechts I.A., Stapelberg I.J., Grampton B., Lall N., 2018. Biochemical and phylogenetic analysis of *Eugenia* and *Syzygium* species form Mauritius. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic plants*. pp2214-7861.

- Sanchez-Moreno C., Larrauri J.A., Saura-Calixto F.1999.** Free radical scavenging capacity of selected red rosé and white wines. *Journal of Science and Food Agriculture*. **79**: 1301-1304.
- Santos C.A., Almeida F.A., Quecan B.X., Pereira P.A., Gandra K., Cunha L.R., Pinto U.M.2020.** Bioactive of *Syzygium cumini* (L.) skeels pulp and seed phenolic extracts. *Frontiers in Microbiology*.**11**: 990.
- Salim K.P., Paarakh P.M.** 2009. A Phyto- Pharmacological Review of *Syzygium cumini* (L.) Skeels. *Pharmacology*. **2**: 101-122.
- Shahnawaz.M., Sheikh.S.A.2011.**Physicochemical characteristics of jamun fruit. *Journal of Horticulture and Forestry*.**3(10)** : 301-306.
- Sharma S.B., Nasir A., Prabhu K.M., Murthy P.S.2006.** Antihyperglycemic effect of the fruit-pulpe of *Eugenia jambolana* in experimental diabetes mellitus.*Journal Ethnopharmacol*. **104**: 367-373.
- Sharma S.2012.** A Review on pharmacological Activity of *Syzygium cumini*. Extracts using different solvent and their effective doses. *International Research journal of Pharmacy*.**3 (12)**: 54.
- Sheela D., Cheenickal M.2017.** Total phenolics and flavonoïdes among the selected species of *Syzygium*.Gaertn. *Research Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*.**9 (2)**: 101-104.
- Siani A.C., Souza M.C., Henriques M.G.M.O., Ramos F.S.M. 2013.** Anti-inflammatory activity of essential oils from *Syzygium cumini* and *Psidiumguajava*. *Pharmaceutical Biology*. **57(7)**: 881-887.
- Siebert K.J.1999.** Modeling the flavor thresholds of organic acids in beer as function of their molecular properties.*Food Quality and Performance*.**10** : 129-137.
- Singh B., Singh J.P., Kaur A., Singh N. 2018.**Insights into the phénolic compounds present in Jambolan (*Syzygium cumini*) along with their health promoting effects. *International Journal of Food Science and Technology*. **53(11)**:2431-2447.
- Singh C.S., Paswan V.K., Rai D.C. 2019.** Process optimization of spray dried *Jamun* (*Syzygium cumini* L) pulpe powder. *LWT-Food Science and Technology*.**109** :1-6.

Singh J., Singh A.K., Bajpai A., Ahmad I.Z. 2015. Characterization of different *Syzygium cumini* *skeels* accessions based on physicochemical attributes and phytochemical investigations. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. **7** : 975-1491.

Singh R. 2019. Evaluation of physico-chemical attributes of different genotype of *Jamun* (*Syzygium cumini* L. *Skeels*.) fruits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* **8(5)**: 480-482.

Singh S., Singh S.P., Singh V., Shikha K. 2020. Assessment of variability for fruit quality attributes and physico-chemical characters of different genotype of *Jamun* (*syzygium cumini* *Skeels*). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. **9(2)**: 617-620.

Singh T., Shukla R.K., Walia S., Shiukla A., Sharma K., Painuly D., Porval A. 2014. Chemical characterization total phenolics and biological activity of *Syzygium cumini*. *Essential Oil Annals of Agri-bio Research*. **19(4)**: 680-682.

Sobeh M., Esmat A., petuk G., Abdelfatah M.A.O., Dmirieh M., Monti D.M., Naim A.B.A.N., Wink M. 2018. phenolic compounds from *Syzygium jombos* (*Myrtaceae*) exhibit distinct antioxidant and hepatoprotective activities in vivo. *Journal of Functional Food*. **41**: 223-231.

Sowjanya KM., Swathi J., Narendra K., Karendra K., Krishna S A. 2013. A review on phytochemical constituents and bioassay of *Syzygium cumini*. *International Journal of Natural Product Science*. **3(2)**: 1-11.

Srivastava S., Chandra D. 2013. Pharmacological potentials of *Syzygium cumini*: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **93(9)**: 2084-2093.

Swami S.B., Thakor N.S., Patil M., Haldankar P., 2012. *Jamun* (*Syzygium cumini*) (L.): A Review of its food and Medicinal Uses. *Food and Nutrition Sciences*. **3**: 1100-1117.

-T-

Tanilgan K., Ozcan M., Unver A. 2007. Physical and chemical characteristics of five Turkish olive (*Olea europea* L.) varieties and their oils. *Grasas y Aceites*. **(58)**: 142-147.

-V-

Veigas J.M., Narayan M.S., Laxman P.M., Neelwarne B. 2007. Chemical nature, stability and bioefficacies of anthocyanins from fruit peel of *Syzygium cumini* *Skeels*. *Food Chemistry*. **105 (2)**: 619-627.

Venu Gopal K.S., Cherita C., Anu Appaiah K.A. 2017. Augmentation of chemical and organoleptic properties in *Syzygium cumini* wine by incorporation of grape seeds during vinification. *Food Chemistry*. **242**: 98- 105.

Verma R.S., Lata R., Ram R.B., Prakash S., Kumar V., Verma S.S., Pal H., Singh R.2019. Evaluation of physico-chemical attributes of different genotype of *Jamun (Syzygium cumini L.Skeels)* fruits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* **8(5)** : 480-482.

-W-

Wadibhaskar U., Ahmaselvi K.A., Hamke J., Kalkote S.2020.Développement and evaluation of *Jamun (Syzygium cumini)* fortified Instant drink mix by utilizing the spray drying technique. *The Pharma Innovation Journal* .**9(4)**: 103-110.

Williams L., O'connor A., Latore L., Dennis O., Ringer S. 2008. Anti-inflammatory. *West Indian Medicine Journal*. **57**: 327-331.

-Z-

Zhang L.L., Lin Y.M. 2009. Antioxydant tannins from *Syzygium cumini* fruit. *African Journal of Biotechnology*. **8(10)** : 2301-2309.

Zhishen J., Mengcheng T., Jianming W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*. **64(4)**: 555-559.

Annexes

Annexe I

Tableaux utilisés

Tableau 01 : les valeurs moyennes des teneurs en eau, matière sèche, matière organique, cendres, l'acidité titrable, pH, Vitamine C et la conductivité électrique.

Paramètre	2019	2020
pH	3.71±0.07	3.74±0.08
Acidité titrable	2.03±0.3	1.27±0.04
Vitamin C	19±0.14	29±0.14
Humidité	84.5±2.12	78±1.41
Matière sèche	15.5±2.12	22 ±1.4
Cendres	0.3±0.14	0.3 ±0.14
Matière organique	99.7±0.14	99.7±0.14
Conductivité électrique	103±0.84	104.35 ± 0.49

2019 : Syzygium cumini de l'année 2019

2020 : Syzygium cumini de l'année 2020

Tableau 02 : Les valeurs moyennes des teneurs en protéines brutes, azote totale, sucres totaux, solides solubles, pectines et fibres.

Paramètre	2019	2020
Protéine brutes (%)	5.25	3.5
Azote totale (%)	0.84	0.56
Sucre totaux mg/100g	5.48 ± 0.21	4.33 ± 0.49
Solide soluble	26.5 ± 0.7	17 ± 1.41
Pectines (%)	0.7 ± 0.21	0.3 ± 0.14
Fibre (%)	3.5 ± 0.7	02 ± 1.41

2019 : Syzygium cumini de l'année 2019

2020 : Syzygium cumini de l'année 2020

Tableau 03 : les valeurs moyennes de la teneur en capacité antioxydant totale

Echantillons	2019	2020
[0.2 mg/ml]	6,34±0,43	4,85±0.46
[0.4 mg/ml]	10±0,34	10,94±0.42
[0.8 mg/ml]	18,19±0,28	20,43±0,50

2019 : Syzygium cumini de l'année 2019

2020 : Syzygium cumini de l'année 2020

Tableau 04 : les valeurs moyennes de la teneur en polyphénols, flavonoides et tannins

Echantillons	2019	2020
Teneur en polyphénols totaux (mg EAG/G)	2.57±0,03	1.61±0.002
Teneur en flavonoides (mg EC/g)	3.95±0.33	189±0.19
Teneur en tannins condensés (mg EQ/g)	1.02±0.03	0.43±0.07

2019 : Syzygium cumini de l'année 2019

2020 : Syzygium cumini de l'année 2020

Tableau 05 : les valeurs moyennes de la teneur en piégeage d' H₂O₂

Echantillons	2019	2020	Acide Ascorbique
[0.2 mg/ml]	11.50±2.12	14±1.41	15±0.002
[0.4 mg/ml]	17±2.82	31±1.41	30.50±0.004
[0.6 mg/ml]	29±4.24	40.50±2.12	50.23±0.002
[0.8 mg/ml]	46.50±3.53	63.50±0.70	50.50±0.003

2019 : Syzygium cumini de l'année 2019

2020 : Syzygium cumini de l'année 2020

Tableau 06 : les valeurs moyennes de la teneur en réduction de fer.

Echantillons	2019	2020	Acide Ascorbique
[0.2mg/ml]	0.2541	0.2903	0.3951
[0.4mg/ml]	0.3067	0.3597	0.541
[0.8mg/ml]	0.4846	0.5091	0.7531

2019 : Syzygium cumini de l'année 2019

2020 : Syzygium cumini de l'année 2020

Tableau 07 : les valeurs moyennes de la teneur en inhibition de DPPH

Echantillon	2019	2020
[0.2 mg/ml]	29.56±0.01	26.28± 0.03
[0.4 mg/ml]	46.89± 0.28	30.86 ±0.51
[0.8 mg/ml]	53.28± 1.39	54.74 ±2.39
EC ₅₀	2.56	2.89

2019 : Syzygium cumini de l'année 2019

2020 : Syzygium cumini de l'année 2020

Tableau 08 : Les valeurs moyennes de l'activité anti-inflammatoire

Echantillon	2019	2020
[25 µg/ml]	94.5	52
[50 µg/ml]	60.5	26.5

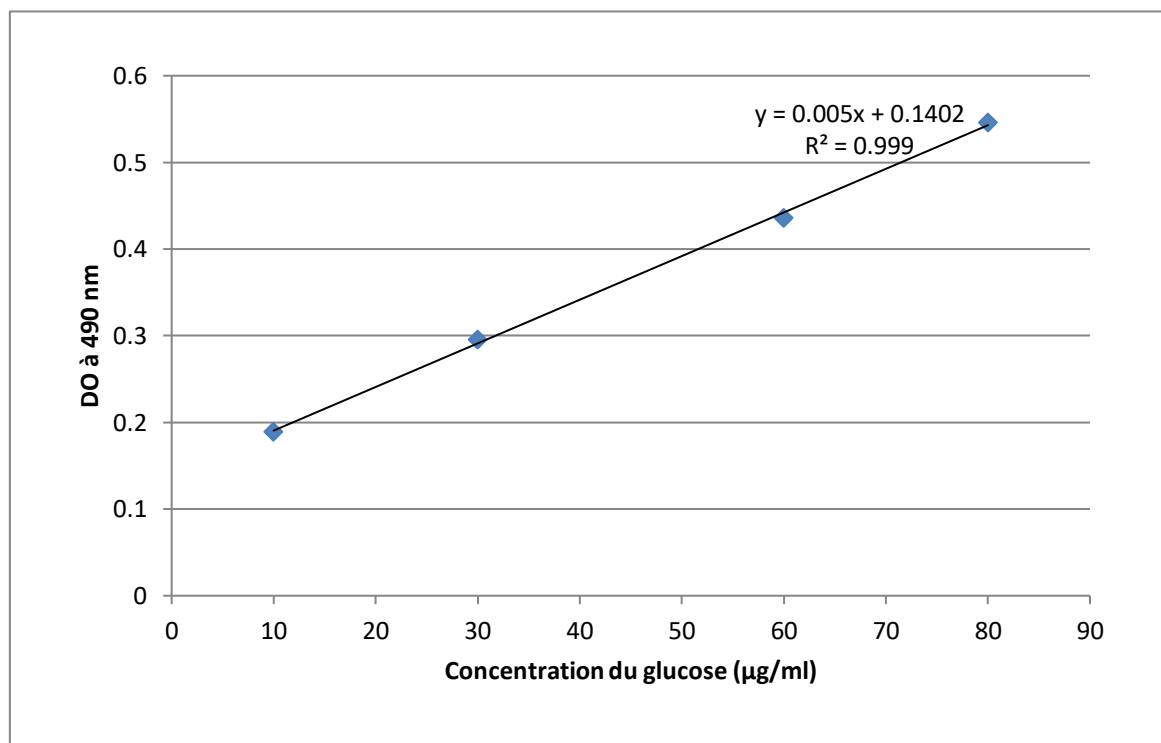
2019 : Syzygium cumini de l'année 2019

2020 : Syzygium cumini de l'année 2020

Annexe II

Différents courbes d'étalonnages utilisées

1. Courbe d'étalonnage pour les sucres totaux

**Figure 01** : courbe d'étalonnage pour le dosage des sucres totaux

2. Courbe d'étalonnage pour les composés phénoliques

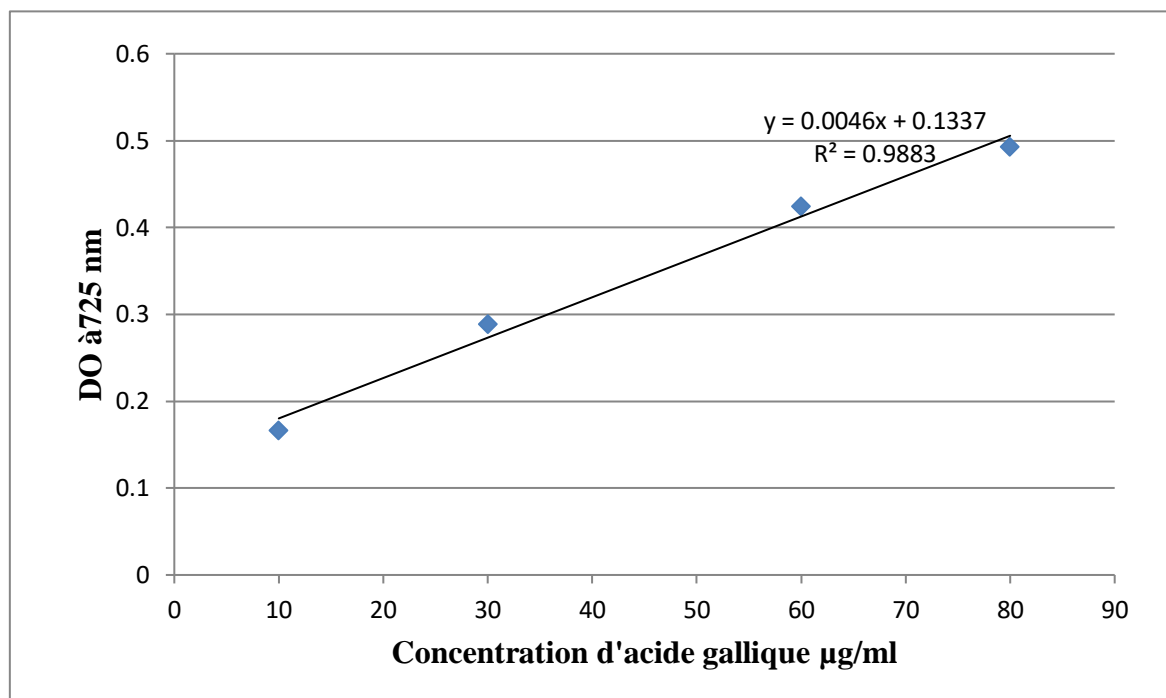


Figure 02 : courbe d'étalonnage des polyphénols µg/ml (Acide gallique)

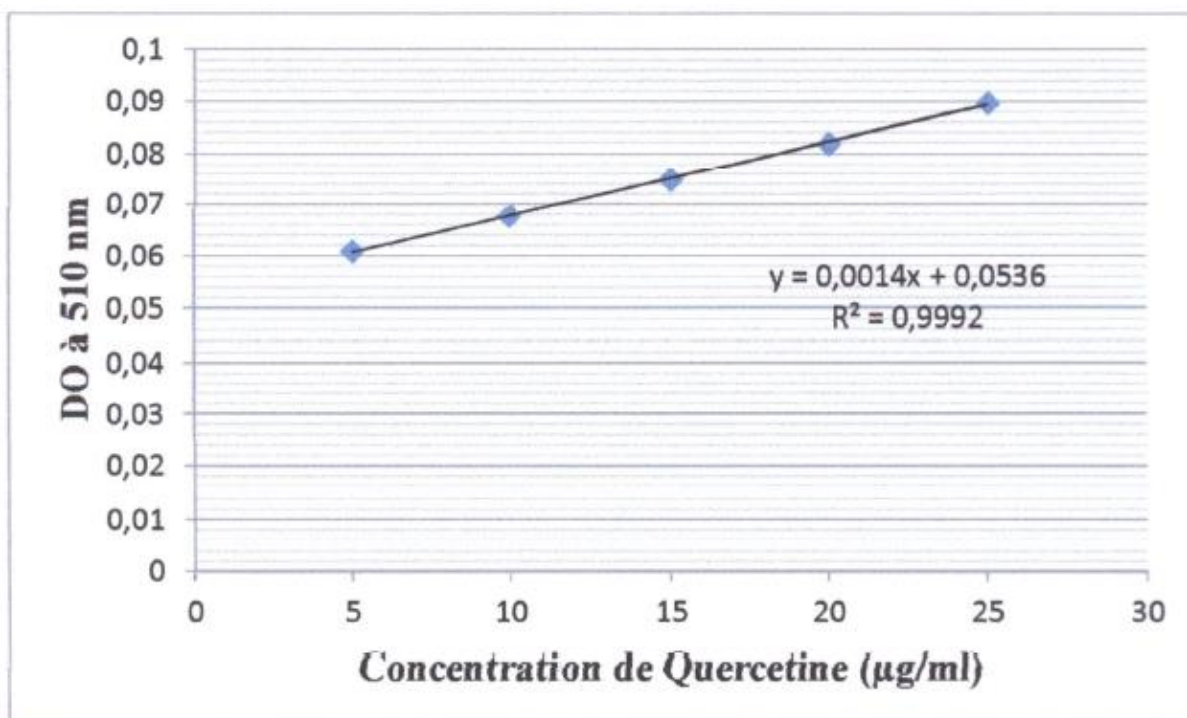


Figure 03 : courbe d'étalonnage des tanins condensés µg/ml

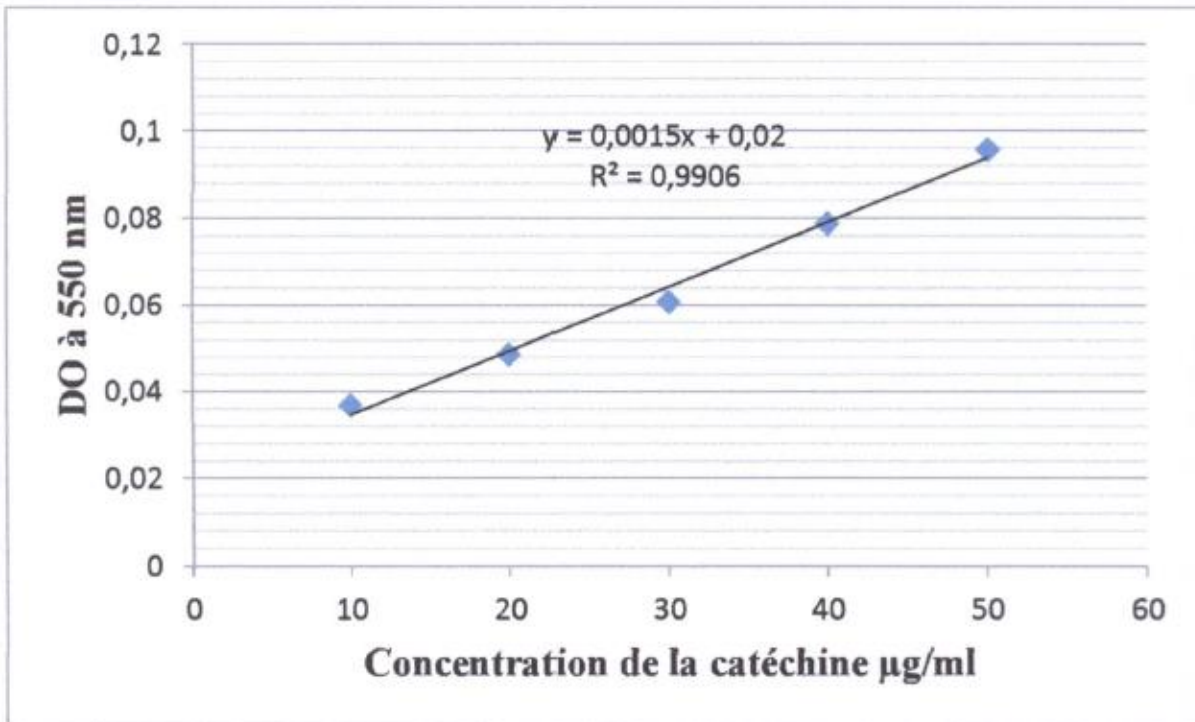


Figure 04 : courbe d'étalonnage des flavonoïdes µg/ml

3. Courbe d'étalonnage pour la capacité antioxydant total

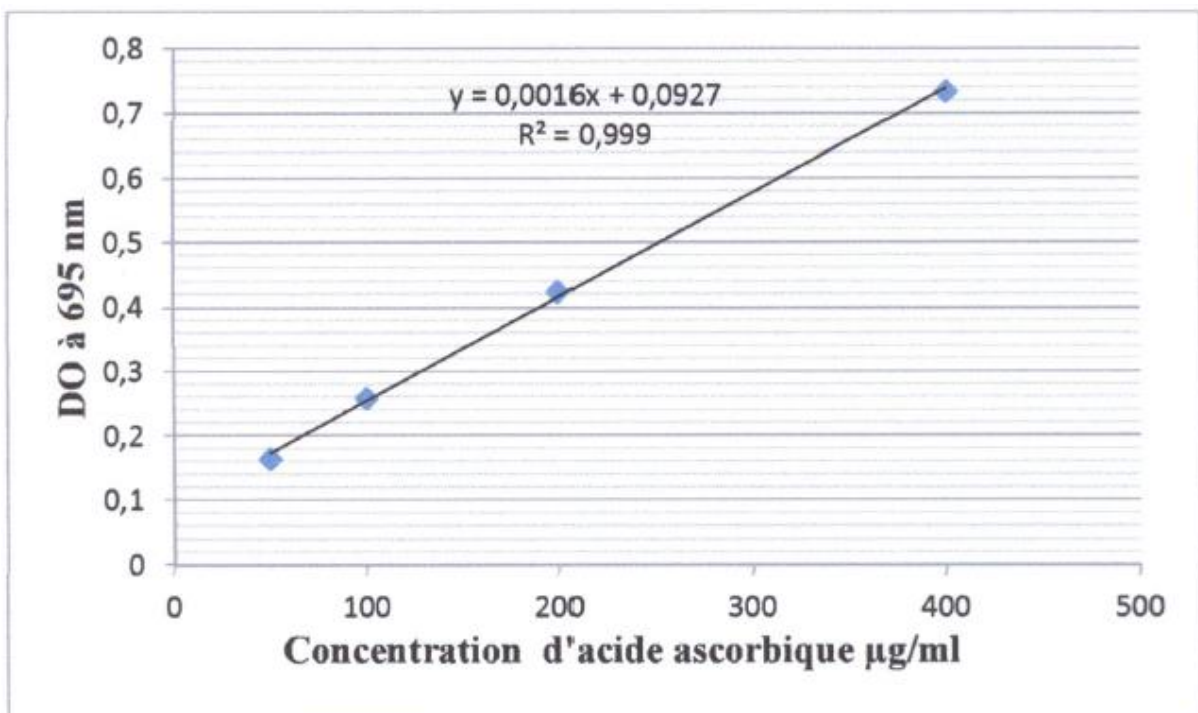


Figure 05 : courbe d'étalonnage pour la capacité antioxydant totale µg/ml

Annexe III

Chromatogrammes des différents standards d'étalonnages utilisés pour l'HPLC

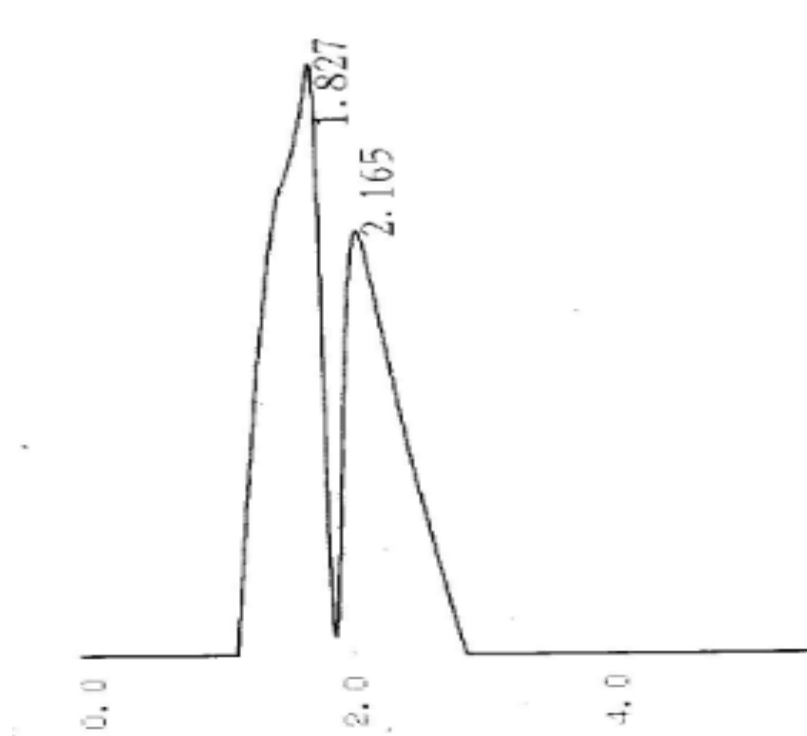


Figure 06 : chromatogramme d'HPLC pour la Quercétine

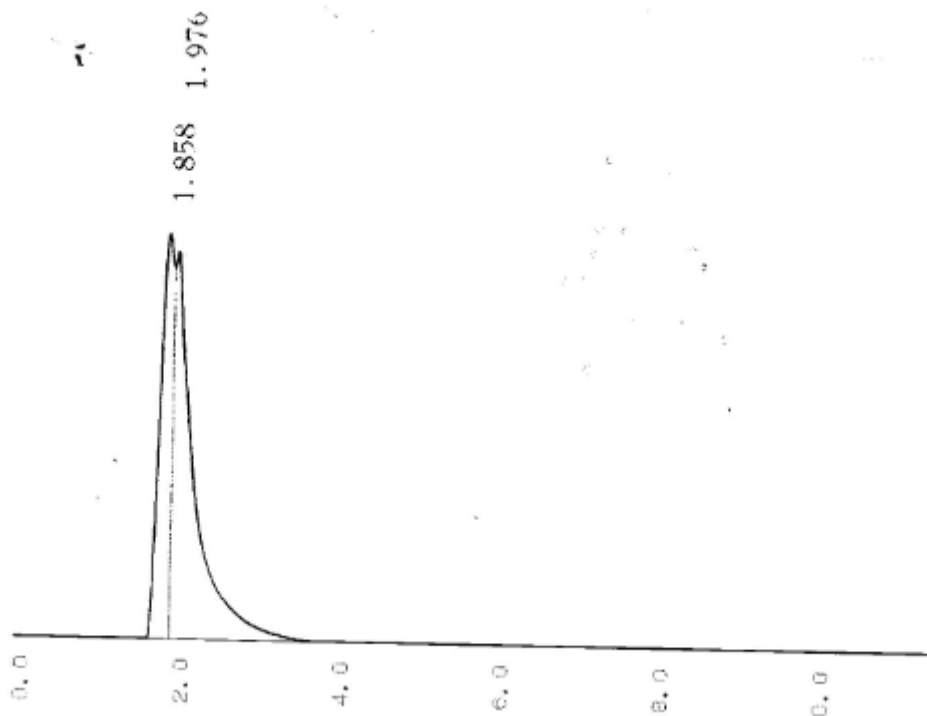


Figure 07 : chromatogramme d'HPLC pour l'Acide tannique

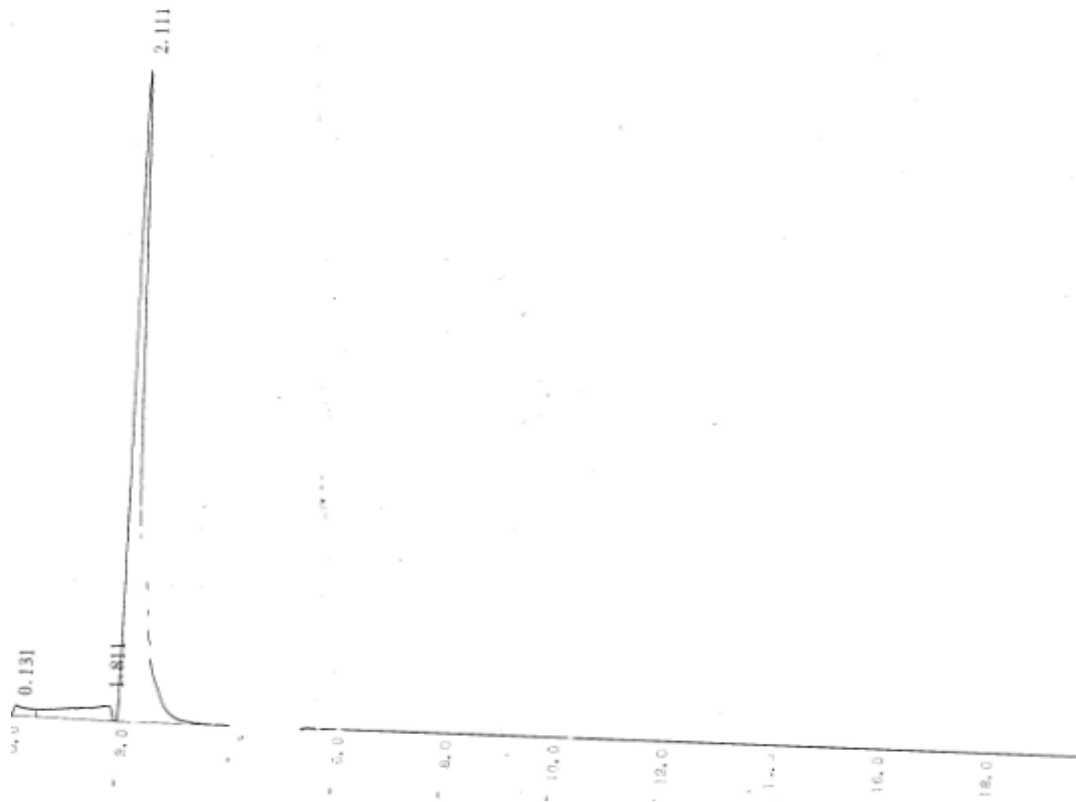


Figure 08 : chromatogramme d'HPLC pour l'Acide gallique.

PRESENTE PAR :

ENCADRANT

DATE DE SOUTENANCE

**Bouchra BOUDJEDJOU
Chafia KHITER
Lamia SELAMNA**

Pr. Tayeb IDOUI

09/07/2021

Résumé

Cette étude vise à évaluer la qualité morphologique, physico-chimique et phytochimiques de deux échantillons de fruits de *Syzygium cumini* qui ont été récoltés à l'Université de Jijel en 2019 et 2020.

Les résultats obtenus ont montré que ces fruits sont de nature acide, riches en eau, en protéines, vitamine C et contiennent un teneur acceptable en antioxydants et anti- inflammations, mais faible en fibres, pectines et sucres. La variation de différents paramètres testés des deux échantillons a montré que les fruits récoltés en 2019 sont les meilleurs en raison de leur composition relativement élevée en antioxydants et anti-inflammatoires.

Mots clés : *Syzygium cumini*, qualité, antioxydant, anti-inflammatoire.

Abstract

This study aims to evaluate the morphological, physicochemical and phytochemical quality of two samples of *Syzygium cumini* fruits that were harvested at the University of Jijel in 2019 and 2020.

The results showed that these fruits are acidic in nature, rich in water, protein, vitamin C and contain an acceptable content of antioxidants and anti-inflammations, but low in fiber, pectin and sugars. The variation of different parameters tested in both samples shows that the fruits harvested in 2019 are the best because of their relatively high composition of antioxidants and anti-inflammatory.

Key words: *Syzygium cumini*, quality, antioxidant, anti-inflammatory.

الملخص

هذه الدراسة تهدف إلى تقييم النوعية المورفولوجية ، الفيزيوكيميائية والفيثوكيميائية العينتين من ثمار *Syzygium cumini* تم جنيها من جامعة جيجل عام 2019 و2020 .

وقد أظهرت النتائج المتحصل عليها أن هذه الثمار ذات طبيعة حمضية وغنية بالماء، الفيتامين "س"، البروتينات وتحتوي على كمية مقبولة من مضادات الأكسدة والالتهابات ولكن ذات قيم منخفضة من الألياف، البيكتينات، والسكريات. التباين في النتائج في مختلف التحاليل التي أجريت على العينتين يظهر أن الثمار التي تم جنيها في عام 2019 هي الأفضل وذلك لتركيبها الغنية نسبيا من مضادات الأكسدة والالتهاب.

الكلمات المفتاحية : *Syzygium cumini*، الجودة، القدرة المضادة للأكسدة، القدرة المضادة للالتهاب.
