

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث 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 fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Biologie**  
**Filière** : Sciences Alimentaires

**Option** : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

**Qualité et activités biologiques des fruits de *Syzygium cumini***

### Membres de Jury

**Présidente** : Dr. LAGGOUNE Souhila

**Examinatrice** : Dr. BEKKA Fahima

**Encadrant** : Pr. IDOUI Tayeb

### Présenté par

**M<sup>elle</sup>** . CHOUHEB Ahlem

**M<sup>elle</sup>** . DERBOUZ Asma

**M<sup>elle</sup>** . ROULA Linda

Année Universitaire 2019-2020

## *Remerciements*

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

*Nous tenons à exprimer toutes nos reconnaissances à monsieur **IDOUI Tayeb**, notre promoteur, 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 adressons nos sincères remerciements à :*

- ❖ **Mme LAGGOUNE S** d'avoir accepté de présider le jury et de jugé notre travail.*
- ❖ **Mme BEKKA F** d'avoir accepté d'examiner notre modeste travail*

# *Sommaire*

## *Sommaire*

Remerciement

Dédicace

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction ..... 1

### *Chapitre I : Le fruit de Syzygium cumini*

I.1. Description botanique ..... 5

I.2. Classification botanique ..... 6

I.3. Origine et localisation ..... 7

I.4. Culture ..... 8

    I.4.1. Climat et Sol ..... 8

    I.4.2. Propagation ..... 9

    I.4.3. Floraison, fructification et récolte ..... 9

    I.4.4. Récolte et conservation poste-récolte ..... 10

I.5. Toxicité ..... 10

---

## ***Chapitre II : Paramètres de Qualité et composition de Syzygium cumini***

II.1. Paramètres de qualité .....	13
II.1.1. Paramètres morpho métriques du fruit .....	13
II.1.2. Composition physicochimique des différentes parties du fruit.....	13
II.1.3. Autres paramètres de la qualité biochimique et nutritionnelle .....	17
II.1.3.1. Teneur en sels minéraux .....	17
II.1.3.2. Teneur en vitamines .....	18
II.1.3.3. Teneur en fibres .....	19
II.2. Paramètres phytochimiques.....	19
II.2.1. Les composés phénoliques .....	21
II.2.1.1. Les dérivés de l'acide shikimique .....	22
a. Les acides phénoliques.....	22
b. Les tanins.....	23
II.2.1.2. Les dérivés de l'acide shikimique et de l'acétate .....	24
a. Les flavonoïdes.....	24
b. Les anthocyanes.....	25
II.2.2. Les huiles essentielles .....	26
a. Les terpénoïdes .....	27
II.2.3. Les composés lipidiques .....	28

## ***Chapitre III : Voie de valorisation du fruit de Syzygium cumini et activités biologiques***

III.1. Voie de valorisation du fruit de <i>Syzygium cumini</i> .....	31
--	----

III.1.1. Usages alimentaires .....	31
III.1.1.1. Usage du fruit .....	31
III.1.1.2. Usage des autres parties de l'arbre .....	31
III.1.2. Usage médicinale .....	32
III.1.2.2. Utilisation des fruits et graines .....	32
III.1.2.2. Utilisation des feuilles et écorce .....	33
III.1.3. Autres utilisations .....	33
III.2. Activités biologiques du fruit de <i>Syzygium cumini</i> .....	34
III.2.1. Activité anti-inflammatoire : .....	35
III.2.2. Activité antioxydante : .....	37
III.2.3. Activité antidiabétique .....	38
III.2.3.1. Activité antidiabétique chez l'humain .....	38
III.2.3.2. Activité antidiabétique chez l'animal .....	39
III.2.4. Activité antibactérienne .....	40
III.2.5. Activité Antivirale .....	40
III.2.6. Activité anticancéreuse .....	41
III.2.7. Autres activités biologiques .....	42
<b>Conclusion</b> .....	<b>45</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>48</b>
<b>Résumé</b>	

<b>Tableau 1 :</b> Caractéristiques physiques des fruits et graines de <i>S. cumini</i> .....	6
<b>Tableau 2 :</b> Classification botanique de <i>Syzygium cumini</i> .....	7
<b>Tableau 3 :</b> Noms scientifiques et populaires utilisés pour désigner l'espèce <i>Syzygium cumini</i>	8
<b>Tableau 4 :</b> Evolution du poids frais, du diamètre et de la longueur du fruit au cours des étapes de croissance et de maturation .....	13
<b>Tableau 5 :</b> Quelques paramètres physicochimiques des différentes parties des fruits de <i>S. cumini</i> .....	14
<b>Tableau 6 :</b> Contenu minéral du fruit de <i>S. cumini</i> .....	17
<b>Tableau 7 :</b> Teneur en vitamines des graines de <i>S. cumini</i> . .....	18
<b>Tableau 8 :</b> Composition en fibres du fruit et la graine de <i>S. cumini</i> .....	19
<b>Tableau 9 :</b> Composés phytochimiques identifiés dans différentes parties de l'arbre <i>S. cumini</i> . .....	20.21
<b>Tableau 10 :</b> Composition chimique de l'huile essentielle de la feuille de <i>S. cumini</i> .....	28
<b>Tableau 11 :</b> Les composés lipidiques dans les feuilles et les graines de <i>S. cumini</i> .....	29
<b>Tableau 12 :</b> Activités pharmacologiques de différentes parties de l'arbre <i>S. cumini</i> .....	35

<b>Figure 01</b> : Feuilles de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels .....	5
<b>Figure 02</b> : Fleurs de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.....	5
<b>Figure 03</b> : Fruits de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels .....	6
<b>Figure 04</b> : Graines de <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels .....	6
<b>Figure 05</b> : Aire de répartition mondiale de <i>Syzygium cumini</i> .....	8
<b>Figure 06</b> : Structures des acides phénoliques .....	23
<b>Figure 07</b> : Structure d'acide phénolique .....	23
<b>Figure 08</b> : Structure des tannins.....	23
<b>Figure 09</b> : Structures de trois flavonoïdes .....	24
<b>Figure 10</b> : Structures des anthocyanines.....	26
<b>Figure 11</b> : Structures des triterpènes et stéroïdes.....	26
<b>Figure 12</b> : Structures des mono- et ses quiterpènes .....	27



**Caractères**

**ABTS** : Acide 2,2'-azino-bis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique)

**AMT** : Anthocyanes monomères totales

**Anti-VIH** : Virus de l'Immunodéficience Humaine

**ANP**: Azote non protéique

**AOAC**: Association of Official Analytical Chemists

**C<sub>30</sub>** : Atome de Carbone 30

**CC50 / EC50** : Cytotoxique concentration 50 / concentration efficace médiane 50

**CCl<sub>4</sub>** : Carbone tétrachlorure

**CPE** : **Cytopathic effect** : Effet cytopathique

**DL<sub>50</sub>** : Dose létale

**DPPH** : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

**DW**: Dry weight (poids sec)

**E2 (PE2)** : Prostaglandine

**EGA** : Equivalent d'acide gallique

**EH** : Extrait hydroéthanolique

**FAO** : Food and Agricultural Organization

**FRAP** : Ferric Reducing Antioxidant Power

**H%** : Humidité

**H5N1** : Grippe humaine, virus de la grippe aviaire qui cause une maladie contagieuse chez la volaille

**HDL** : Lipoprotéine de haute densité : High density lipoprotein

**HHDP** : Hexahydroxydiphénolyl

**HPO<sub>3</sub>** : Acide métaphosphorique

**HR** : Humidité relative

**HSO<sub>3</sub>** : Hydrogène sulfite

**ip** : Intrapéritonéale

**ISO** : International Standards Organization

**LDL** : Les lipoprotéines de basse densité : low density lipoprotein

**MG** : Matière grasse

**MO%** : Matière organique

**N%** : Pourcentage d'azote total

**NBT** : Nitroblue tétrazolium

**ND** : Non Déterminé

**NHTP** : Nonahydroxytriphénolyl

**OH** : Groupe hydroxyle

**PA** : Proanthocyanidines

**QE** : Equivalents quercétine

**ROS** : Les espèces réactives oxygénées

**ROO-** : Radicaux peroxydes

**RSC** : La capacité de piégeage des radicaux

**SAF** : Sulfate d'ammonium ferrique

***S. cumini*** : *Syzygium cumini*

**TH** : Tanins hydrolysables

**TPC** : Teneur phénolique totale

**Vit C** : Vitamine C

**Unités**

**g.g<sup>-1</sup> DW** : Gramme par gramme de poids sec

**g/kg** : Gramme par kilogramme

**g/kg ip** : Gramme par kilogramme par voie intrapéritonéale

**Kcal/g**: kilocalories per gramme

**Kg. p.c**: kilogramme .poid .corporel

**mg GAE/g** : Milligramme d'Equivalent d'acide gallique par gramme

**mg GAE/g DM** : Milligramme d'Equivalent d'acide gallique par gramme matière sèche.

**Nm** : Nanomètre

**UI** : Unité internationale

# *Introduction*

Les arbres fruitiers ont toujours constitué une matière première pour les industries agroalimentaires et ils sont une source de produits précieux, souvent utilisés dans le traitement de diverses affections. *Syzygium cumini* ou *Eugenia jambolona* est un arbre fruitier tropical (**Chase et reveal, 2009**). Il a été introduit avec succès dans de nombreux pays tropicaux et certaines régions subtropicales comme l'Algérie pour ses fruits comestibles et attrayants et pour son importance commerciale (**Chaudhary et Mukhopadhyay, 2012**).

Presque toutes les parties de l'arbre sont utilisées à des fins diverses. Les fruits mûrs sont très juteux, presque inodores, avec un goût agréable, légèrement amer et astringent. La pulpe de fruit est utilisée pour faire des confitures, des gelées, du jus, du vinaigre et des puddings (**Chaudhary et Mukhopadhyay, 2012**).

*S. cumini* possède une large gamme de propriétés médicinales (**Koley et al., 2011**). Les extraits de fruits ont montré une capacité antioxydante, qui aide à ralentir ou à prévenir le développement de plusieurs maladies dégénératives, en raison de leur capacité à réagir avec les radicaux libres. Ces effets bénéfiques sont très probablement liés à la présence de composés bioactifs tels que les composés phénoliques (**Barcia et al., 2012 ; Pradhan, 2016**).

Les extraits des graines de *S. cumini* possédaient également une activité anti-inflammatoire (**Kumar, 2009**). Plusieurs études suggèrent que différentes parties de *S. cumini* peuvent être bénéfiques pour les diabétiques (**Baliga et al., 2011 ; Hassan et al., 2018**), mais aussi peuvent être utilisées en tant que digestif, astringent, anthelminthique, dans le traitement des bronchites, des dysenteries et des ulcères (**Jagetia et al., 2008 ; Chagas et al., 2015 ; Nisrat, 2019**).

En Algérie, cet arbre et ses fruits sont très mal connus. Il constituera dans un futur proche un axe de recherche intéressant. De nos jours, ce sujet n'est pas encore exploré au niveau de notre département, d'où nous nous sommes intéressées à prendre en charge de mener une recherche bibliographique sur le *S. cumini* et pour se faire notre travail s'est articulé autour de trois grandes parties. Dans le premier chapitre, nous rappelons la classification botanique, distribution mondiale, origine et localisation de *S. cumini*, quelques noms retrouvés dans la littérature scientifique, enfin une recherche sur sa toxicité.

Le deuxième chapitre, est dédié à un rappel sur la composition biochimique, les composés phénoliques et les méthodes de détermination.

Enfin, dans le troisième chapitre, nous citons quelques voies de valorisation du fruit et ses principales activités biologiques.

# *Synthèse bibliographique*

*Chapitre I :*

*Le fruit de Syzygium cumini*

## I.1. Description botanique

*Syzygium cumini* (L.) Skeels est une espèce polyembryonnaire (famille des *Myrtaceae*), c'est un arbre fruitier tropical d'une grande importance économique (Chase et reveal, 2009). C'est un grand arbre qui peut atteindre jusqu'à 30 mètres de hauteur et une circonférence de 3,6 mètres, c'est un arbre à feuilles persistantes (Alam et al., 2012).

**Les feuilles** (Figure 01) sont coriaces, oblongues-ovées à elliptiques ou obovales-elliptiques avec 6 à 12 centimètres de long (forme extrêmement variable, lisse et brillante avec de nombreux nerfs s'unissant dans la marge), la pointe étant large et moins acuminée (Ayyanar et Babu, 2012 ; Rodrigues et al., 2018).



**Figure 01 :** Feuilles de *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Rodrigues et al., 2018).



**Figure 02 :** Fleurs de *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Rodrigues et al., 2018).

**Les fleurs** (Figure 02) sont nombreuses, parfumées, roses ou presque blanches, sans pédoncule, et portées en faisceaux serrés aux extrémités des rameaux. Le calice est en forme d'entonnoir, d'environ 4 mm de long et à 4 dents (Rodrigues et al., 2018).

**Les fruits** de *S. cumini* (Figure 03) sont petits, de 2 à 3 cm de long, ovoïdes, de couleur rouge-violet à noir à maturité, contenant une pulpe rose charnue ou presque blanche au goût astringent (Faria et al., 2011).

**Les graines** de *S. cumini* (Figure 04), prennent des couleurs du blanc au rose et la couleur du noyau des graines est noire (Ghosh et al., 2017).





**Figure 03 :** Fruits de *Syzygium cumini* (L.) Skeels **Figure 04 :** Graines de *Syzygium cumini* (L.) Skeels  
(Pai et al., 2013).

Les propriétés physiques aident à l'identification visuelle des fruits. Le tableau 01 regroupe les propriétés physiques des fruits et graines de *S. cumini* (Ghosh et al., 2017).

**Tableau 01 :** Caractéristiques physiques des fruits et graines de *S. cumini* (Ghosh et al., 2017).

	Caractéristiques physiques			
	Paramètres	Fruit	La graine	Noyau de graines
1	Couleur	Violet foncé	Blanche à rose	Blanc
2	Forme	Oblong	Oblongue	Oblong
3	Longueur (mm)	31	18.20	16.48
4	Largeur (mm)	28.7	11.05	10.29
5	Poids (g)	18.32	1.62	0.92
6	Texture	Lisse	Grossière	Grossier

## I.2. Classification botanique

La famille des *Myrtaceae* comprend au moins 140 genres et environ 3800 à 5650 espèces. De nombreux arbres et arbustes importants appartiennent au Myrtacées. Il existe quatre genres d'intérêt qui produisent des fruits comestibles, il s'agit de *Psidium*, *Eugenia*, *Syzygium* et *Feijoa* (Mitra et al., 2012).

Le genre *Syzygium* a environ 500 espèces et la plupart d'entre elles sont originaires et poussent principalement dans le Sud de l'Asie Orientale (Mitra et al., 2012). Le tableau 02, comporte les données de la classification de *Syzygium cumini*.

**Tableau 02 :** Classification botanique de *Syzygium cumini* (Cuny, 2016).

Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Myrtales
Famille	<i>Myrtaceae</i>
Genre	<i>Syzygium</i>
Espèce	<i>cumini</i>

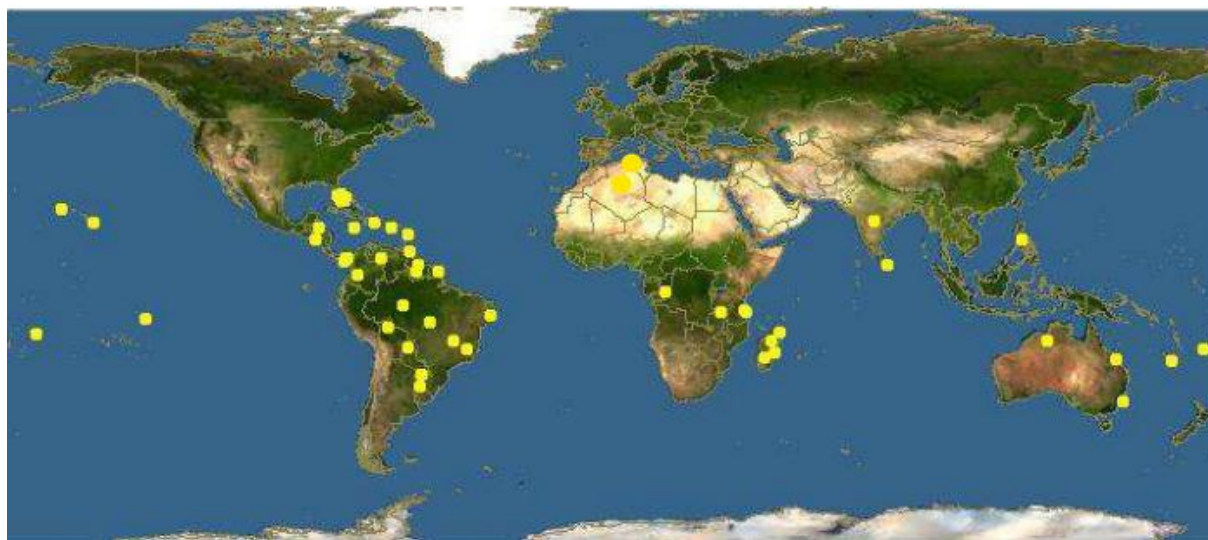
### I.3. Origine, localisation et noms retrouvés

*Syzygium cumini* est un arbre tropical, originaire du Sous-continent Indien (c'est-à-dire l'Inde, le Pakistan, Bangladesh, Népal et Sri Lanka), la péninsule malaise (y compris certaines parties de la Birmanie, de la Malaisie, de Singapour et de la Thaïlande) et l'Indonésie (Benherlal et Arumughan, 2007 ; Pradhan et al., 2016).

Le *S. cumini* grandit dans les régions tropicales et dans les parties les plus chaudes des régions subtropicales. Il en existe de nombreuses variétés en Extrême-Orient. Les fruits de l'arbre sont aujourd'hui répandus dans beaucoup de jardins tropicaux, notamment en Indochine (FAO, 1982).

Des formes améliorées de *S. cumini* sont fréquemment cultivées à Java, au-dessous de 300m. De grands spécimens poussent en Floride du Sud. Sa culture aussi, a fait ses preuves en régions méditerranéennes, notamment en Algérie (FAO, 1982). Il existe également des registres de culture et la naturalisation en Australie (Asif et al., 2013).

Le fruit de *Syzygium cumini* a de nombreux synonymes, ces derniers sont représentés dans le tableau 03.



**Figure 05 :** Aire de répartition mondiale de *Syzygium cumini* (Malik et al., 2016).

**Tableau 03 :** Noms scientifiques et populaires utilisés pour désigner l'espèce *Syzygium cumini* (Rodrigues et al., 2018).

	Nom
Noms scientifiques	<i>Eugenia jambolana</i> Lam., <i>Myrtus cumini</i> Linn., <i>Syzygium jambolana</i> DC., <i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC., <i>Eugenia djouant</i> Perr., <i>Calyptranthes jambolana</i> Willd., <i>Eugenia cumini</i> (Linn.) Druce., and <i>Eugenia caryophyllifolia</i> Lam
Noms populaires	Jambolao, jamun, jamblon, jambolana, jамoon, black plum, blackberry, , azeitona-roxa, murta, oliva, oliveira, java plum, portuguese plum, malabar plum, purple plum, damson plum, jaman, jambu, jambool, jambhool, jamelong, jamblang, jiwat, salam, jambeiro

## I.4. Culture

### I.4.1. Climat et sol :

*Syzygium cumini* pousse bien dans des conditions tropicales et subtropicales (Radha et Mathew, 2007). Un temps sec est souhaitable pendant les périodes de floraison et de fructification (Morton, 1987). Les pluies précoces qui suivent, sont considérées comme bénéfiques pour le bon développement et la maturation des fruits (Salim et Paarakh, 2009). Il est connu qu'il résiste aux inondations prolongées (Lim, 2012).

Les sols limoneux, profonds et bien drainés que ce soit dans la marne, le sable ou le calcaire oolithique sont considérés comme propices à une croissance et un développement optimale de la plante (**Morton, 1987 ; Salim et Paarakh, 2009**).

#### **I.4.2. Propagation :**

Les graines de *S. cumini* perdent rapidement leur viabilité (**Morton, 1987**). C'est le moyen de dissémination le plus courant, elles sont semées pendant la saison des pluies en Inde et germent après environ 2 semaines. Les semis peuvent atteindre 12 pieds en 2 ans et commencent à porter en 4 à 6 ans. Les boutures sont enracinées dans le sable, et la stratification aérienne et le bourgeonnement sur les graines de la même espèce sont également couronnés de succès, les arbres doivent être espacés de 40 ou 50 pieds (**Morton, 1963**).

La reproduction artificielle peut être réalisée par semis direct ou par plantation de souches. Elle peut également être propagée par greffage, ou par approche (**Salim et Paarakh, 2009**).

#### **I.4.3. Floraison, fructification et récolte :**

Les fruits arrivent à maturité après la floraison, en fonction du climat de la région et du cultivar. En Asie du Nord, par exemple, la floraison commence en mars et se poursuit en avril et la pleine maturité des fruits à lieu entre juin et juillet, tandis qu'au Brésil, la floraison a lieu de septembre à novembre et les fruits mûrs de décembre à février (**Rodrigues et al., 2018**).

Étant un fruit non climactérique, la récolte doit être effectuée après la maturation, sinon la qualité alimentaire des fruits ne sera pas à la hauteur, la maturation est indiquée principalement par le développement complet de la coloration de l'épicarpe (**Radha et Mathew, 2007**). En raison du temps de maturation non uniforme, plusieurs récoltes sont nécessaires. S'ils ne sont pas récoltés, les fruits tombent ou, en raison de leur couleur et de leur arôme attrayant, sont consommés par les chauves-souris, les écureuils et les singes (**Rodrigues et al., 2018**).

Des récoltes périodiques pour récolter les fruits mûrs sont la seule alternative pour obtenir un maximum de fruits de bonne qualité sans dommage. En général, la préférence du consommateur dépend du goût et de la saveur des fruits, qui à leur tour sont influencés par le rapport sucre / acide et les composants de saveur volatils. Le rendement varie selon l'âge de la plante, allant de 80 à 100 kg par arbre en moyenne pour les arbres adultes (**Radha et Mathew, 2007**).

#### I.4.4. Récolte et conservation post-récolte :

Le *S. cumini* est considéré 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 physiques ou les agents d'altération. Cependant, un soin particulier lors de la récolte et après la récolte est essentiel pour prolonger la durée de conservation du fruit (**Rodrigues et al., 2018**).

Dans les conditions environnementales, la durée de conservation de *S. cumini* est de 2 jours. Le stockage réfrigéré et le contrôle de l'humidité sont des pratiques post-récolte qui sont couramment appliquées et qui peuvent être associées pour réduire la périssabilité en raison de la réduction des réactions cataboliques résultant de la respiration (**Rodrigues et al., 2018**).

Les fruits pré-refroidis emballés dans un sac en polyéthylène perforé peuvent être conservés jusqu'à 3 semaines à 8-10 °C avec 85-90% d'humidité relative (**Koley et al., 2011**).

Avant l'emballage, les fruits tachés doivent être triés. Les fruits sont normalement emballés dans un panier en bambou et transportés vers les marchés. Les fruits de très haute qualité sont emballés dans une corbeille en papier pour le transport de longue distance. Les fruits sont pré-emballés dans un couvercle de tasse à feuilles avec un sac en polyéthylène perforé. La manutention des fruits du marché à la maison est également plus facile dans ce conteneur (**Koley et al., 2011**).

#### I.5. Toxicité

D'après **Nicolas (2012)**, l'écorce et les graines ne présentent pas de toxicité aux doses thérapeutiques. L'évaluation de la toxicité du fruit de *Syzygium cumini*, a été menée par plusieurs auteurs. Une étude a été menée par **Yele et Veeranjaneyulu (2010)**, sur des rats pour évaluer la toxicité aiguë du fruit de *S. cumini*. Toutes les évaluations de la toxicité ont été faites par voie orale à doses répétées appliquer sur un groupe de souris albinos et de rats wistar.

Dans les tests de toxicité aiguë, les souris ont eu des doses de 300, 2000 et 5000 mg / kg de poids corporel par voie orale. La mortalité, les signes de toxicité, le poids corporel, la consommation d'aliment ont été suivis pendant 14 jours après le traitement. Dans la toxicité à doses répétées, les rats ont reçu une dose orale de 300, 1000 et 2000 mg / kg de poids corporel, et les animaux ont été suivis jusqu'au 28<sup>ème</sup> jour de traitement.

**Yele et Veeranjanyulu (2010)**, ont tiré une conclusion sur *S. cumini* : le fruit pourrait être utilisé en continu et en toute sécurité. Toutes ces expériences ont donné des résultats positifs (absence de mortalité, signe de toxicité non détecté, poids corporel stable). A la fin de l'expérience les deux chercheurs ont conclu que la toxicité de l'extrait du fruit est quasiment nulle.

Des résultats ont été publiés suite à des observations tirées sur trois enfants qui ont été admis aux urgences pédiatriques pour vomissements aigus et déshydratation. Ces 3 enfants, âgés respectivement de 5, 4 et 2 ans habitaient le même quartier et avaient joué ensemble toute la journée. La plus grande d'entre eux avait avoué avoir mangé, avec ses camarades, des fruits de *S. cumini* verts. Quelques heures plus tard, les 3 enfants avaient présenté de manière concomitante plus d'une dizaine de vomissements incoercibles, d'abord alimentaires puis bilieux. A l'arrivée aux urgences, 6 h après la prise théorique des fruits, les 3 enfants avaient des signes cliniques et biologiques de déshydratation marqués. Il est rapporté ici, le seul cas connu d'intoxication alimentaire au *S. cumini* immature avec une symptomatologie essentiellement digestive, le seuil de tolérance semblant de 2 graines vertes pour un poids d'environ 15 kg (**Mollier et al., 2011**).

Dans une autre étude, la toxicité aiguë de l'extrait hydroéthanolique à 70% de *S. cumini* a été évaluée par la détermination d'une DL50 chez la souris et le rat. Chez la souris, l'administration orale (p.o.) de l'EH (0,1 à 6 g / kg) n'a causé aucun décès. Lorsqu'il est administré par voie intra péritonéale (i.p.), l'EH (0,1 à 1 g / kg) a causé la mort des animaux (DL50 de 0,489 g / kg). Chez le rat, l'EH (0,5, 1 et 2 g / kg, p.o.) n'a causé aucun décès, tandis qu'en i.p., seule la dose de 2 g / kg était létale pour 67% des animaux. Pour évaluer la toxicité chronique, des groupes de rats ont reçu quotidiennement l'EH (0,05, 0,1 et 0,25 g / kg) par voie orale, pendant 30 jours et les effets sur le comportement, le poids corporel, les aliments consommés ont été mesurés. L'histologie, l'hématologie et les paramètres biochimiques ont été mesurés à la fin du traitement. (**Bandiola et al., 2017**).

Après un traitement de 30 jours, l'EH a provoqué des changements dans certains paramètres biochimiques. L'examen histologique du foie, des reins, des poumons, du cœur, de l'estomac, de l'intestin et du pancréas a montré une architecture normale ne suggérant aucune perturbation morphologique. Ces données peuvent signifier que l'EH de *S. cumini* n'exerce pas d'effets toxiques aigus ou chroniques par voie orale (**Bandiola et al., 2017**).

*Chapitre II :*

*Paramètres de Qualité et composition de  
Syzygium cumini*

## II.1. Paramètres de qualité

### II.1.1. Paramètres morpho métriques du fruit :

Le fruit de *S. cumini* passe par des étapes où les paramètres de poids, diamètre et longueur évoluent progressivement. L'évolution du poids frais, longueur et diamètre du fruit est mentionnée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 04** : Evolution du poids frais, du diamètre et de la longueur du fruit au cours des étapes de croissance et de maturation (**Patel et Rao, 2014**).

Étapes	Étapes de développement	Poids frais (mg)	Diamètre (cm)	Longueur (cm)
1	Nouaison	0.75	0.50	1.23
2	Prématuré	1.70	1.23	1.73
3	Mature	3.72	1.40	2.70
4	Pré mûrs	6.91	1.50	3.07
5	Mûrs	7.05	1.53	3.30

### II.1.2. Composition physicochimique des différentes parties du fruit :

Les fruits de *S. cumini* sont évalués pour leur composition biochimique, en analysant divers paramètres et les résultats trouvés dans la littérature sont présentés dans le tableau 05.

Le pH bas indique la nature acide du fruit. Les données publiées ont révélé que l'acidité titrable était élevée dans les fruits de *S. cumini*. La teneur en acide et les sucres jouent un rôle important dans la détermination du goût des fruits (**Ali et al., 2013**). Le pH du fruit doit être déterminé par un pH-mètre numérique selon les recommandations **AOAC (2000)**.

Par ailleurs, l'acidité titrable du fruit doit être estimée par la titration d'un poids / volume connu de l'échantillon avec une solution de NaOH à 0,1 N utilisant de la phénolphthaléine comme indicateur. L'acidité est calculée et exprimée en pourcentage d'acide citrique (**AOAC, 2000**).



L'acidité est déterminée par la formule suivante :

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

Avec :

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

**Tableau 05** : Quelques paramètres physicochimiques des différentes parties des fruits de *S. cumini* (Rodrigues et al., 2018 ; Kshirsagar et al., 2019).

Paramètres	Partie du fruit		
	Pulpe	fruit entier	graine
<b>Energies</b>	ND	3.31±0.16(Kcal/g)	ND
<b>pH</b>	3.10±.01	ND	ND
<b>Acidité titrable</b> (%)	5.66±0.04	ND	ND
<b>Humidité</b>	ND	80,2 g / 100 g	53g/100g
<b>Protéines</b>	ND	1,4 g / 100 g	3.84g/100g
<b>Lipides</b>	ND	0,6 g / 100 g	1.02g/100g
<b>Glucides</b>	ND	16,6 g / 100 g	31.62g/100g
<b>Saccharose</b>	ND	95,5 mg / g	ND
<b>Maltose</b>	ND	210 mg / g	ND
<b>Fructose</b>	ND	57,5 mg / g	ND
<b>Galactose</b>	ND	52,5 mg / g	ND

ND : Non Déterminé.

Selon les résultats des études menées par Rodrigues et al. (2018) ; Kshirsagar et al. (2019), les fruits et les graines de *S. cumini* contiennent peu de matières grasses.

La teneur en humidité de la poudre de graines de *S. cumini* est toujours déterminée selon la Méthode N° 934-01 (AOAC, 2006) dont 5 grammes de l'échantillon sont séchés à l'air chaud

dans un four à  $105 \pm 5^\circ\text{C}$  jusqu'à l'obtention d'un poids constant et le taux d'humidité est calculée selon la formule suivante :

$$\text{H}\% = \frac{(\text{M1} - \text{M2})}{\text{p}} \times 100$$

Avec :

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

La teneur en matière sèche est calculée par la formule suivante :

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

Les sucres (totaux, réducteurs et non réducteurs) sont déterminés par l'adoption de la méthode officielle donnée par Lane et Eynon (**Shahnawaz et al., 2009**).

Pour l'estimation **des sucres totaux** et **des sucres réducteurs**, prélever 5 g d'échantillon dans un bécher et ajouter 100 ml d'eau chaude. La solution a été agitée jusqu'à ce que toutes les matières solubles soient dissoutes et filtrées à travers du papier wattman dans une fiole volumétrique de 250 ml. Pipeter 100 ml de la solution préparée dans une fiole conique, ajouter 10 ml de HCl dilué et faire bouillir pendant 5 min. Lors du refroidissement, neutraliser la solution contenant de la phénolphtaléine avec 10 % de NaOH et compléter le volume par l'eau distillée jusqu'à 250 ml. Cette solution a été utilisée pour le titrage par rapport à la solution de Fehling. Le taux des sucres totaux et des sucres réducteurs est exprimé en pourcentage (%) (**Shahnawaz et al., 2009**).

La lecture a été calculée comme suit :

$$\text{Sucres réducteurs (\%)} = \frac{\text{Facteur (49,5) X dilution (250)}}{\text{Volume de l'échantillon X Poids de l'échantillon X 10}}$$

$$\text{Sucres totaux(\%)} = \frac{\text{Facteur (49,5) X dilution (250) X 2,50}}{\text{Volume de l'échantillon X Poids de l'échantillon X 10}}$$

Pour les sucres non réducteurs sont estimés comme étant la différence entre la teneur totale en sucre et la teneur en sucre réducteur (**Shahnawaz et al., 2009**).

Par ailleurs, la teneur en **protéines** doit être déterminée par l'utilisation de l'appareil Kjeldhal selon la procédure décrite par la **Méthode N° 984-13** de l'**AOAC (2006)**. Ainsi, le pourcentage d'azote dans l'échantillon est estimé en titrant le distillat contre des solutions H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 0,1 N jusqu'à coloration légèrement dorée. La teneur en protéines brutes sera calculée en multipliant le pourcentage d'azote (N%) par le facteur (6,25) :

$$\text{Taux de protéines brutes (\%)} = N_{\text{total}} (\%) \times 6,25$$

Où : **6,25** est le facteur de conversion basé sur le taux moyen d'azote des protéines.

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

$$\text{Azote Total (N)(\%)} = \frac{(\text{VB} - \text{VE})F \times 0,0014 \times 10 \times 100}{M}$$

Avec :

- **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 dose (ml) ;
- **F** : Facteur de correction ;
- **100** : Coefficient du pourcentage ;
- **10** : Coefficient du volume total de la solution à doser ;
- **M** : Masse de la prise d'essai.

L'Azote non protéique (ANP) est calculé par la formule suivante

$$\text{ANP (\%)} = 100 - (\% \text{ d'humidité} + \text{protéines brutes\%} + \text{matières grasses\%} + \text{cendres} + \text{fibres brutes \%})$$

De même, la teneur en **matière grasse** est déterminée par l'utilisation de l'hexane comme solvant dans l'appareil Soxhlet selon le protocole de la **Méthode N° 920-39** de l'**AOAC (2006)**.

La teneur en matière grasse est calculée selon la formule suivante :

$$\text{MG\%} = \frac{(\text{P2} - \text{P1})}{\text{P3}} \times 100$$

Avec :

- **P2** : poids du ballon vide en (g) ;
- **P1** : poids du ballon avec l'huile extraite en (g) ;
- **P3** : poids de la prise d'essai en (g).

### II.1.3. Autres paramètres de la qualité biochimique et nutritionnelle

#### II.1.3.1. Teneur en sels minéraux :

La composition du fruit de *S. cumini* dépend principalement de la région où il est cultivé et du climat. Les principaux minéraux sont le sodium, potassium, magnésium et calcium. Cependant, des quantités plus élevées ont été trouvées dans les graines, puis dans la peau et la pulpe (Ali et al., 2013).

Le tableau ci-dessous, indique la composition en éléments minéraux de la pulpe, la peau et la graine de *S. cumini*.

**Tableau 06** : Contenu minéral du fruit (mg/ 100g) (Ali et al., 2013).

Parties du fruit de <i>S. cumini</i>			
Minéraux	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
Mg	10.05±2.00	16.40±1.12	17.67±1.94
Fer	3.04±0.32	4.60±0.42	6.12±0.84

Les cendres totales peuvent renseignés sur la teneur en minéraux, ainsi la **Méthode N° 942-05 (AOAC, 2006)** est appliquée dont l'échantillon est incinéré directement dans un four à moufle (550 à 600°C) après carbonisation, jusqu'à l'obtention d'un résidu blanc grisâtre.

La matière organique est calculée par la formule suivante :

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

Avec :

- **MO%** : Matière organique ;
- **M<sub>1</sub>** : Masse de la capsule + la prise d'essai (g) ;
- **M<sub>2</sub>** : Masse de la capsule + les cendres (g) ;
- **P** : Poids de la prise d'essai (g).

La teneur en cendres est calculée comme suit : **Cendres (%) = 100 – MO (%)**

### II.1.3.2. Teneur en vitamines :

Les données du **tableau 07** montrent la teneur en vitamines des graines de *S. cumini*.

L'acide ascorbique en tant que vitamine antioxydante 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 un aliment sain (Ali et al., 2013).

**Tableau 07 :** Teneur en vitamines des graines de *S. cumini* (Kshirsagar et al., 2019).

Vitamines	Valeurs (g / 100g)
Vitamine A (Rétinol)	3 UI/100g
Vitamine B3 (Niacine)	0.09
Vitamine C (Acide Ascorbique)	0.21

L'acide ascorbique dans un échantillon de fruit est déterminé à l'aide de la méthode de titrage au 2,6-dichlorophénolindophénol (AOAC, 2000). La vitamine C (acide ascorbique) est déterminée par la méthode titrimétrique. Une quantité de 10 ml / g (liquide / solide ou semi-solide) sera mélangée à 100 ml avec HPO<sub>3</sub> à 3% puis filtrée. Pipeter 10 ml de filtrat dans une fiole conique et titrer avec le colorant standard d'un point final rose (Shahnawaz et al., 2009).

La lecture de titrage est calculée par la formule suivante :

$$\text{Acide ascorbique (mg / 100g)} = \frac{\text{titre} \times \text{facteur de colorant} \times \text{volume composé}}{\text{volume de filtrat prélevé} \times \text{volume ou poids d'échantillon}}$$

Facteur de colorant (D.F) = 0,5 / titrage

### II.1.3.3. Teneur en fibres :

Les fruits de *S. cumini* contiennent  $1.76 \pm 0.05\%$  de fibres brutes. Des explorations scientifiques ont révélé que la graine de *S. cumini* est composée de  $4.19 \pm 0.12\%$  de fibres brutes (**Raza et al., 2015**).

La composition proximale (tableau 08) indique que les graines de *S. cumini* contiennent une moyenne en fibres brutes  $4,19 \pm 0,12 \%$ . Ces résultats étaient conformes aux conclusions antérieures rapportées par **Prasad et al. (2010)**, qui décrivaient que les graines de *S. cumini* étaient constituées de  $6,08 \pm 1,11\%$  de fibres brutes.

**Tableau 08 :** Composition en fibres du fruit et la graine de *S. cumini* (**Raza et al., 2015**).

Composition	Quantité %
Fruit	$1.76 \pm 0.05$
Graine	$4.19 \pm 0.12$

La teneur en fibres brutes dans le produit sans graisses est estimée par la digestion d'abord avec du  $\text{HSO}_3$  à 1,25% pendant 30 min, puis avec une solution de NaOH à 1,25% comme décrit dans la méthode **AOAC N° 978-10**. Ensuite, l'échantillon est filtré et lavé avec de l'eau distillée, le résidu est pesé et placé dans un four à moufle à une température de 550 à 650 °C jusqu'à l'obtention de cendres grises ou blanches. Le pourcentage de fibres brutes est estimé selon l'expression suivante :

$$\text{Fibres brutes (\%)} = \frac{\text{Poids de l'échantillon digéré} - \text{Poids des cendres}}{\text{poids de l'échantillon (g)}} \times 100$$

## II.2. Paramètres phytochimiques

*S. cumini* présente une grande variété de métabolites secondaires bien répartis sur ses différentes parties (**Tableau 09**). Évaluation précoce de son profil phyto-chimique, réalisé à la fin du XIXe siècle, a conduit les auteurs à publier sa composition phytochimique (**Malik et al., 2016**).

**Tableau 09** : Composés phytochimiques identifiés dans différentes parties de l'arbre de *S. cumini* (feuilles et graines) (Malik et al., 2016).

Partie	Classe	Composés
Feuille	Flavonoïdes	Catéchine, (épi) gallocatéchine- (épi) gallocatéchine-Ogallate, kaempférol, myricétine, myricétinedésoxyhexoside, myricétinedésoxyhexoside acétylée, désoxyhexoside de méthylmyricétine acétylée, myricétine40 -méthyléther 3-O- $\alpha$ -rhamnopyranoside, myricétrine 400-O-acétate, myricétrine 400-O-acétyl-2-O-gallate, myricitrine, quercétine-3-O- $\alpha$ -rhamno_ pyranoside
	Acides phénoliques	Acide caféique, acide chlorogénique, acide ellagique, férulique acide, acide gallique
	Tannins	Nilocitine, HHDP-glucose, pédonculagine I, casuarinine, trigalloylglucose, tétragalloylglucose, pentagalloylglucose
	Les terpènes	$\alpha$ -pinène, $\alpha$ -cadinol, pinocarvone, pinocarvéol, $\alpha$ -terpinéol, myrténol, eucarvone, muurolol, myrténal, cinéole, géranylacétone
Graine	Flavonoïdes	Quercétine, rutine, 3,5,7,40 -tétrahydroxyflavanone
	Acides phénoliques	Acide caféique, acide ellagique, acide férulique, acide gallique
	Tannins	Corilagine, 3,6-HHDP-glucose, 4,6-HHDP-glucose, 1-galloylglucose, 3-galloyl glucose
	Les terpènes	$\alpha$ -terpinéol, $\beta$ -pinène, $\beta$ -terpinène, acide bétulinique, eugénol

**Tableau 09 (suite) :** Composés phytochimiques identifiés dans différentes parties de l'arbre *S. cumini* (fruits, fleurs et écorces) (Malik et al., 2016).

Partie	Classe	Composés
Fruit	Flavonoïdes	Myricétine, myricétinedésoxyhexoside
	Acides phénolique	Acide ellagique, acide gallique
	Tannins	HHDP-galloylglucose, trigalloylglucose
	Les terpènes	Citronellol, géraniol, hotriénol, nérol, β-phényléthanol, phénylpropanal
	Anthocyanines	Cyanidine, delphinidine, pétunidine
Fleur	Flavonoïdes	Kaempferol, myricétine, dihydromyricétine, myricétine3-L-arabinoside, isoquercétine, quercétine, quercétine-3- D-galactoside
	Acides phénolique	L'acide ellagique
	Les terpènes	Eugénol, acide oléanolique
Écorce	Flavonoïdes	Myricétine, quercétine, kaempférol
	Acides phénolique	3,30 acide -di-O-méthyl ellagique, 3,30, 4-tri-O- méthyl acide ellagique, acide gallique
	Les terpènes	β-sitostérol, friédéline, acide bétulinique

### II.2.1. Les composés phénoliques :

Les composés phénoliques, contiennent au moins un groupe hydroxyle (OH) attaché au noyau benzénique et jouent le rôle d'antioxydant de rupture de chaîne (Rojano et al., 2008). Les plus importants de ces composés sont les flavonoïdes, les polyphénols et les acides phénoliques et ce sont des métabolites secondaires synthétisés par les plantes, contribuant aux propriétés sensorielles et organoleptiques uniques telles que la couleur, l'astringence et le goût des fruits et légumes, ils ont un rôle important en tant que composés de défense (Chikkara et al., 2018 ; Parate et al., 2019).



Selon **Ali et al. (2013)**, les composés phénoliques totaux du *S. cumini* ont révélé des teneurs significativement plus élevées ( $p < 0,05$ ) dans l'écorce ( $5990,39 \pm 12,67$  mg GAE. 100 g<sup>-1</sup>), suivies par la pulpe ( $5103,03 \pm 10,82$  mg GAE. 100 g<sup>-1</sup>) et les graines ( $4812,03 \pm 10,67$  mg GAE. 100g<sup>-1</sup>) sur la base du poids sec du fruit.

La teneur totale **en polyphénols** (TPT) est déterminée par spectrophotométrie, par l'utilisation de l'acide gallique comme étalon, selon la méthode **N°14502-1** décrite par l'Organisation Internationale pour la Normalisation (**ISO, 2005**).

Pour se faire 0,50 ml de l'extrait méthanolique dilué est transféré en trois exemplaires dans des tubes séparés et laisser sécher à 40°C. Ensuite, 5,0 ml d'une dilution au 1/10 du réactif de Folin-Ciocalteu dans de l'eau est ajouté. Après agitation 4,0 ml d'une solution de carbonate de sodium (7,5 % p/v) est ajouté. Les tubes sont ensuite laissés à température ambiante pendant 60 min (**Hossain et al., 2012**).

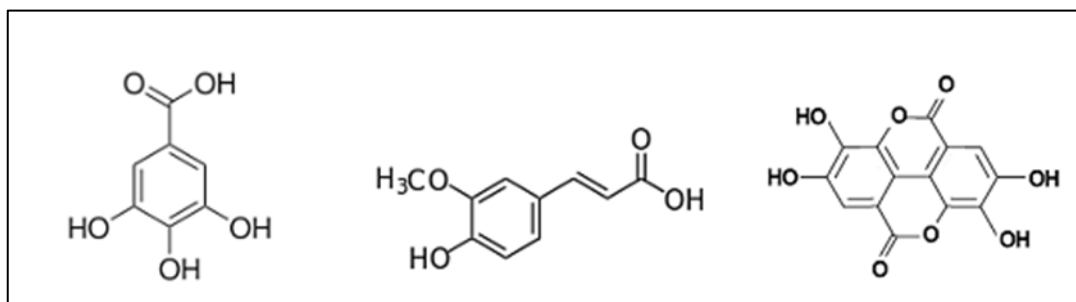
L'absorbance doit être mesurée à 765 nm contre l'eau. Le TPT est exprimé en équivalents d'acide gallique (EAG) en mg/g de poudre sèche de graines ou fruit de *S. cumini* (**Hossain et al., 2012**).

### **II.2.1.1. Les dérivés de l'acide shikimique :**

**a. Les acides-phénoliques :** L'acide phénolique contient deux cycles de carbone, la structure hydrocinnamique et hydroxybenzoïque. Ce sont des métabolites végétaux secondaires (**Parate et al., 2019**).

Le fruit de *S. cumini* contient six acides phénoliques (acide tannique, acide gallique (**0.87µg/g**), acide ellagique (**0.36mg/g**), acide férulique (**0.04mg/g**), acide caféique, et acide p-coumarique) (**Chhikara et al., 2018 ; Balyan et al., 2019**).

Les graines contiennent de l'acide ellagique, de l'acide galique (1 à 2%), et les fleurs contiennent de l'acide ellagique (0.01%) (**Sah et Verma, 2011**).



Acide gallique

Acide férulique

Acide ellagique

Figure 06 : Structures des acides-phénols (Cuny, 2016).

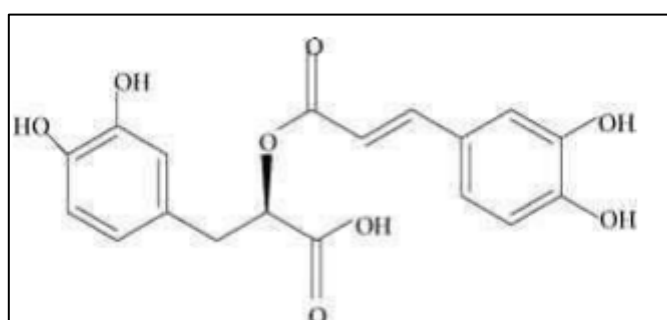


Figure 07 : Structure d'acide phénolique (Parate et al., 2019).

**b. Les tanins :** Les **tanins** sont divisés en quatre groupes sur la base de la structure : Gallotanins, Ellagitanins, tanins complexes, tanins condensés (Parate et al., 2019) (figure 08).

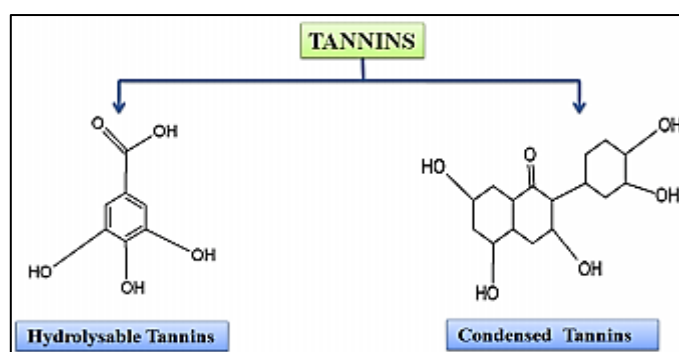


Figure 08 : Structure des tanins (Parate et al., 2019).

Les tanins sont présents au niveau de l'écorce de *S. cumini* (Alam et al., 2012), dans les extraits aqueux et méthanoliques des feuilles, extraits éthanoliques d'écorce et de tige, les extraits d'acétate d'éthyle et de méthanol des graines (Jagatia, 2017). Les extraits de *S. cumini*

contiennent une grande quantité de phénols et tannins, son goût astringent se rapporte à la haute teneur en tanin de 386-428 mg / 100 g (Shylaja et al., 2011 ; Schwag et Das, 2014).

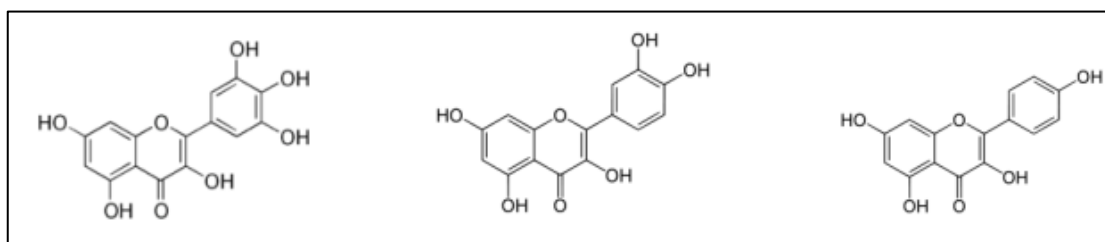
Les graines sont composées de tanins hydrolysables (acide gallique, ellagique, chorilagique) (Cartaxo, 2014). Dans le même sens, Il a été démontré que le fruit de *S. cumini* contient une large gamme de tanins hydrolysables (Zhang et Lin, 2009).

Les tanins hydrolysables de *S. cumini* ont fait l'objet de plusieurs études. Dans le cas du fruit entier, les tanins hydrolysables ont été identifiés comme des ellagitanins constitués d'un noyau de glucose entouré d'unités d'acide gallique et d'acide ellagique liées. Il a été découvert que les tanins hydrolysables trouvés dans le *S. cumini* comprennent des molécules complexes combinant une ou plusieurs unités constitutives comme l'acide gallique, le HHDP (hexahydroxydiphénol), le NHTP (nonahydroxytriphénol) et les acides trisgalloyl ou valonéique (Tavares et al., 2016).

#### II.2.1.2. Les dérivés de l'acide shikimique et de l'acétate :

**a. Les flavonoïdes :** Les flavonoïdes, sont présents dans l'écorce de *S. cumini* (Alam et al., 2012), dans les extraits aqueux et méthanoliques de feuilles, dans l'extrait aqueux d'écorce de tige. De même, dans les extraits d'acétate d'éthyle et de méthanol des graines (Jagetia, 2017).

Les principaux flavonoïdes présents dans les fruits *S. cumini* sont la quercétine, le kaempférol et la myricétine (Chhikara et al., 2018) (Figure 09).



Myricétine

Quercétine

Kaempférol

Figure 09 : Structures de trois flavonoïdes (Cuny, 2016).

Les teneurs totales en flavonoïdes sont de  $3110 \pm 6,06$  ;  $3920 \pm 8,12$  et  $2380 \pm 5,08$  g/ 100g PS respectivement dans la pulpe, la peau et les graines (Ali et al., 2013).

Pour le dosage des **flavonoïdes** : Les extraits (0,5 ml) sont mélangés avec 1,5 ml d'éthanol à 95 %, 0,1 ml de chlorure d'aluminium hexahydraté à 10 %, 0,1 ml d'acétate de potassium 1 M et 2,8

ml d'eau déionisée. Après une incubation de 40 minutes à température ambiante, l'absorbance du mélange réactionnel est mesurée à 415 nm. Les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalents quercétine (QE) par 100 g d'échantillon (mg QE/100 g). La courbe standard pour la quercétine a été obtenue avec une gamme de concentration de 0-50 mg/L (**Branco et al., 2016**).

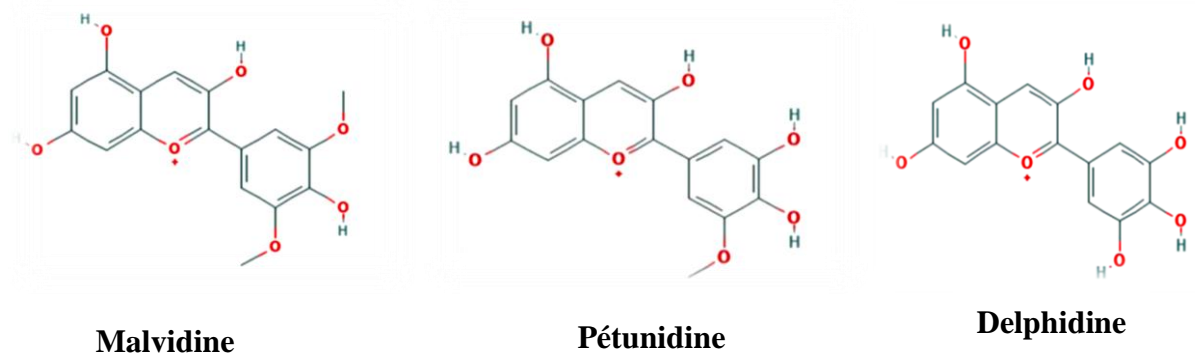
**b. Les anthocyanes :** Les anthocyanes sont des composés phénoliques importants présents dans les fruits du *S. cumini* (**Tavares et al., 2016**). La couleur violette de la pulpe et de l'écorce est attribuée à la présence d'anthocyanines (**Shylaja et al., 2011**). Une quantité élevée d'anthocyanes (126,54-185,35 mg par 100 g) a été trouvée dans le fruit de *S. cumini* (**Chhikara et al., 2018**).

Dans les fruits, cinq des six principaux groupes d'anthocyanes ont été trouvés, il s'agit de la **delphidine** 3,5-diglucoside (256 mg/100g PS), la **cyanidine** 3,5-diglucoside (29 mg/100g PS), la **malvidine** 3,5-diglucoside (166 mg/100g PS), la **pétunidine** 3,5-diglucoside (245 mg/100g PS) et la **péonidine** 3,5-diglucoside (75 mg/100g PS) (**De Brito et al., 2007**) (**Figure 10**).

La teneur en anthocyanines de la pulpe de *S. cumini* était remarquablement plus faible (69,43 mg/kg PS, sous forme de malvidine 3,5- O-diglucoside) que celle des écorces (246,04 mg/kg PS) (**Tavares et al., 2016**).

La teneur totale en anthocyanes, en tenant compte de la peau et de la pulpe ensemble, était de 315,47 mg / kg PS (sous forme de malvidine 3,5-O-diglucoside), ce qui correspondait à une valeur calculée de 270 mg, sous forme de cyanidine 3-O-glucoside, pour 100 g du poids sec (PS) des parties comestibles du fruit (**Tavares et al., 2016**).

Les principaux anthocyanes trouvés dans les baies de *S. cumini* sont, cyanidine-diglucoside, pétunidine-diglucoside, delphinidine-diglucoside et malvidine-diglucoside (**Alam et al., 2012**).



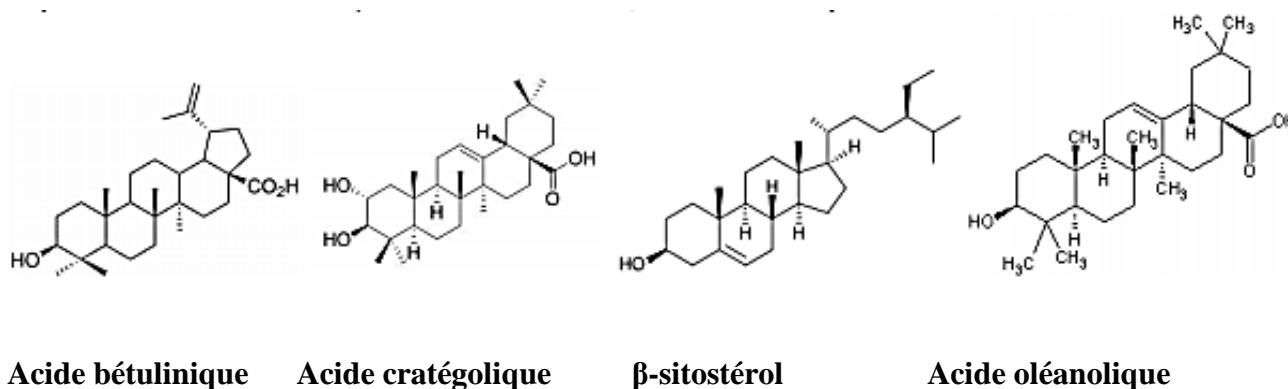
**Figure 10 :** Structures des anthocyanines (Chhikara et al., 2018).

### II.2.2. Les huiles essentielles

Les terpènes sont des hydrocarbures que l'on trouve dans les huiles essentielles de nombreuses plantes dont l'isoprène est l'unité monomère. L'acide bétulinique et l'acide oléanolique sont les principaux terpènes présents dans le fruit de *S. cumini* (Chhikara et al., 2018).

Les stéroïdes végétaux sont connus pour être importants pour leurs activités cardiotoniques et possèdent également des propriétés insecticides et antimicrobiennes. Ils sont également utilisés dans la nutrition, la phytothérapie et les cosmétiques (Gowri et Vasantha, 2010).

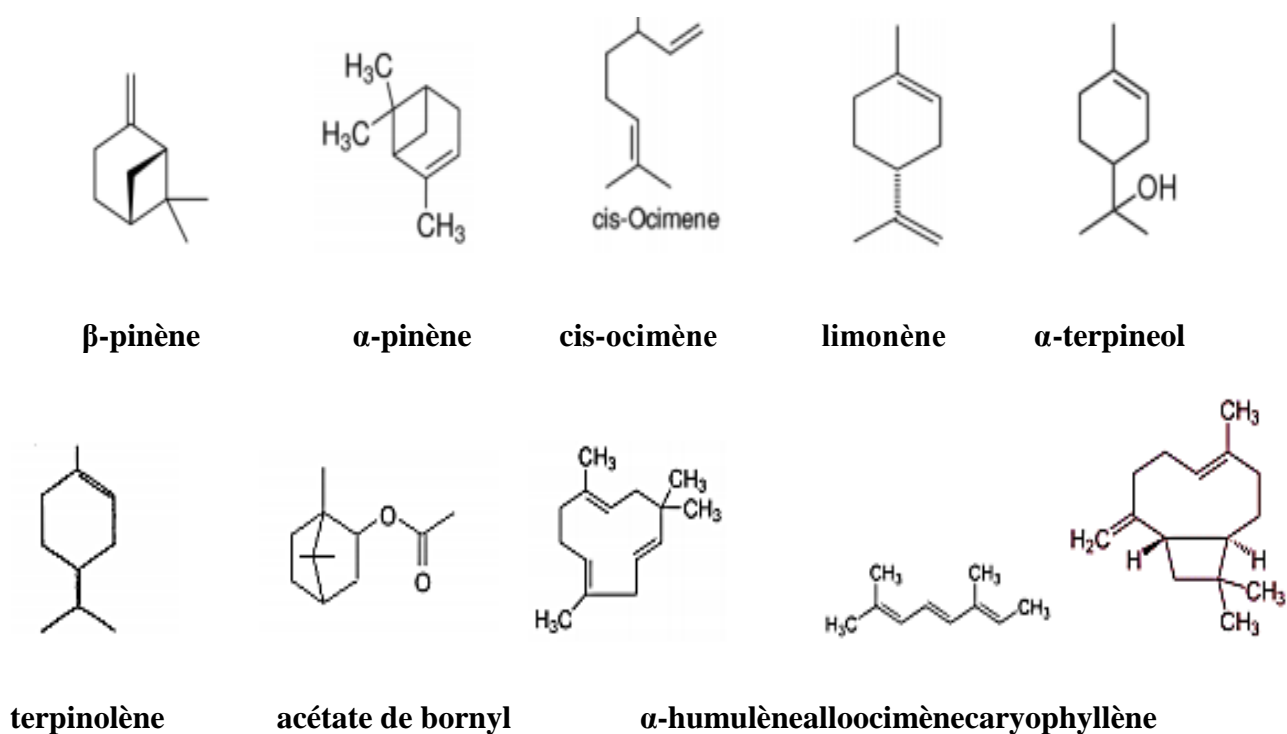
La pulpe contient du citronellol, du géraniole, du hotrienol, du nérol, du  $\beta$ -phényléthanol et du phénylpropanal en quantités considérables (Chhikara et al., 2018).



**Figure 11 :** Structures des triterpènes et stéroïdes (Cuny, 2016).

**a. Les terpénoïdes :** Les terpénoïdes, sont présents dans l'écorce de *S. cumini* (Alam et al., 2012), l'analyse phytochimique de l'extrait éthanolique d'écorce de tige de *S. cumini*, de feuilles, de graines et de pulpe de fruits a montré également la présence de terpénoïdes (Jagetiá, 2017).

• **Mono- et ses quiterpènes :** Les principaux constituants de l'huile de *S. cumini* (Tableau 09) étaient l' $\alpha$ -pinène (17,53%), l' $\alpha$ -terpinéol (16,67%), l'alloocimène (13,55%), l'acétate d' $\alpha$ -bornyle (6,37%), le 2- $\beta$ -pinène (5,34%), caryophyllène (5,41%), oxyde de caryophyllène (4,81%), L-limonène (4,5%),  $\alpha$ -humulène (3,08%) et  $\alpha$ -terpinoléne (2,71%). Au Brésil, il a été constaté que 85% de l'huile de feuilles était composée d' $\alpha$ -pinène (30%), de cis-ocimène (9%), de trans-ocimène (9,5%), de 2- $\beta$ -pinène (20%) et d' $\alpha$ -humulène avec 2,8% (Elansary et al., 2012).



**Figure 12 :** Structures des mono- et ses quiterpènes (Cuny, 2016).

**Tableau 10 :** Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de *S. cumini* (Elansary et al., 2012).

Constituants	Pourcentage
$\alpha$ -pinène	17,53
2- $\beta$ -pinène	5,34
L-limonène	3,33
Cis- ocimène	4,11
$\alpha$ -terpinolène	2,71
Alloocimène	13,55
Acétate de bornyl	6,37
$\alpha$ -terpineol	16,67
Caryophyllène	5,41
$\alpha$ -humulène	3,08
<b>Total</b>	<b>78,1</b>

• **Les caroténoïdes** : La composition du fruit a pu être déterminée par chromatographie en phase liquide haute performance. Les deux principaux caroténoïdes caractérisés dans ces fruits étaient: all-trans-lutein (43,7%) et all-trans- $\beta$ -carotène (25,4%) (**Faria et al., 2011**).

### II.2.3. Les composés lipidiques

Ce sont des composés aliphatiques (**Cuny, 2016**). Plusieurs alcanes et alcools aliphatiques ont été mis en évidence (**Gupta et sharma, 1974**). Le tableau 10 regroupe les résultats de l'étude menée par **Kumar et al. (2009)**, sur la composition chimique des feuilles et graines de *S. cumini*.

**Tableau 11** : Composés lipidiques dans les feuilles et les graines de *S. cumini* (**Kumar et al., 2009**).

Composition	Pourcentage	
	Feuilles	Graines
Heptacosane	4,86	1,72
1-chlorooctadecane	-	33,21
Nonacosane	9,98	-
Octacosane	7,38	3,97
Triacotane	9,38	-
Tetratetracontane	-	9,24
Octadecane	16,91	5,15
4-(2,2-Dimethyl-6-methylenecyl)butanol	-	5,295
Decahydro-8a-ethyl-1,4a,6-te tramethylnaphalene	-	8,02



***Chapitre III :***

***Voie de valorisation du fruit de Syzygium  
cumini et activités biologiques***

### III.1. Voie de valorisation du fruit de *Syzygium cumini*

Le fruit de *Syzygium cumini* possède une importance commerciale dans les pays tropicaux et subtropicaux (**Radha et Mathew, 2007**). Il y a un intérêt croissant pour l'utilisation de *S. cumini* dans l'alimentation humaine en tant que fruit frais et également en tant qu'aliments préparés (**Tavares et al., 2016**).

#### III.1.1. Usages alimentaires

##### III.1.1.1. Usage du fruit :

Le fruit est consommé cru ou transformé (**Chhikara et al., 2018**), étant une denrée périssable, les fruits de *S. cumini* ne peuvent pas être conservés sous forme de fruits pendant une longue période de temps, il est donc recommandé de conserver les fruits, précieux sous la forme de ses produits transformés comme les jus (**Sonawane et Arya, 2013**), courges (**Parveen et Khan, 2017**), les boissons, les nectars, la confiture, les gelées, le yaourt glacé, muffins, le vin, poudre de graines, extraits de graines séchés par pulvérisation, jus de fruits en poudre séché par pulvérisation, les fruits lyophilisés, la poudre est obtenue en séchant les résidus de la peau et des graines dans un lit jaillissant (**Akhtar et al., 2016 ; Tavares et al., 2016**), du vinaigre et des puddings (**Siti Azima et al., 2017**).

*S. cumini* a été signalé comme une bonne source de polyphénols tels que les acides phénoliques, les tanins et les flavonoïdes, en particulier les anthocyanes, étant une option intéressante à utiliser dans le développement de produits laitiers probiotiques (**Garcia et al., 2020**).

##### III.1.1.2. Usage des autres parties de l'arbre :

La principale partie de *S. cumini* est les feuilles, qui sont utilisés dans la préparation de thés recommandés pour les patients diabétiques, car ils sont riches en tanins et en saponines (**Brandão et al., 2017**).

Par ailleurs, pour la préparation de la gelée, le type de *S. cumini* le plus commun est celui à chair violette. Les gelées faites par les fruits de couleur pourpre sont de bonne couleur mais pauvre en pectine ce qui nécessite l'ajout de la pectine ou d'un gélifiant commercial (**Akhtar et al., 2016**).

Cependant, l'écorce du fruit de *S. cumini* s'est révélée contenir une grande quantité d'anthocyanines, et constitue donc une source potentielle de colorants naturels pour l'industrie alimentaire (**Santiago et al., 2016**).

En matière d'apport en sels minéraux, la pulpe de *S. cumini* est une source importante de minéraux, notamment de calcium, de sodium, de potassium, de zinc, de cuivre, de chrome, de manganèse, de magnésium et du fer (**Akhtar et al., 2016**). Dans certaines régions de l'Inde, la pulpe de *S. cumini* est utilisée pour faire du vin et le fruit immature sert de base à la fabrication du vinaigre (**Rodrigues et al., 2018**). Par ailleurs, la pulpe contient des quantités importantes de sucres fermentescibles, qui peuvent être utilisés pour la fermentation alcoolique. Par conséquent, il peut être considéré comme une matière première pour les processus environnementaux de fermentation alcoolique, en raison de sa teneur élevée en solides solubles totaux, un substrat important pour les levures pendant la fermentation (**Brandão et al., 2017**).

### III.1.2. Usage médicinale

Toutes les parties de *S. cumini* et les graines en particulier, ont une longue histoire d'utilisation en médecines traditionnelles (**Pai et al., 2013**). Les propriétés médicinales de *S. cumini* peuvent être dues à sa capacité à synthétiser divers composés phytochimiques (**Jagetia, 2017**).

#### III.1.2.1. Utilisation des fruits et graines :

La plante de *S. cumini* est un agent carminatif, digestif, anti hyperglycémique, et antibactérien. Également utilisé pour, renforcer les dents et les gencives, dysenterie, mal de gorge, bronchite, soif, asthme, ulcères et fièvre (**Jahan, 2019**). L'espèce *S. cumini* est également utilisée comme sédatif et anticonvulsivant, comme antihypertenseur, et comme inhibiteur de la libération d'histamine (**Shilpa, 2015**).

Les fruits et les graines de *S. cumini* sont utiles dans le traitement de la pharyngite et des maladies spléniques (**Chagas et al., 2015**), diabète, et de la teigne (**Jagetia et al., 2008**), les graines sont révélées utiles comme astringents dans la diarrhée et la dysenterie (**Brito et al., 2007**). Ainsi les fruits sont une bonne source de fer et sont utilisés comme médicament efficace contre, les troubles cardiaques et hépatiques (**Patil et al., 2012**).

En plus, les extraits de fruits de *S. cumini* présentent les propriétés antimicrobiennes et peuvent également trouver des utilisations sur les produits antimicrobiens topiques (**Akhtar et al., 2016**).

Par rapport à d'autres fruits non traditionnels, *S. cumini* a montré une activité antioxydante élevée et considérable, qui est liée à la présence de composés tels que les anthocyanes, les tanins et les flavonols (**Akhtar et al., 2016**).

Le fruit de *S. cumini* contient des polyphénols comme la delphinidine, la malvidine. Ce sont essentiellement des tanins hydrolysables. Ce fruit contient également des dérivés de l'acide tannique tels que l'acide gallique et l'acide ellagique. L'acide gallique présent dans ce fruit, en plus d'exercer les effets des dérivés du tanin, est utile dans le traitement des influenza A et B et du virus de la polio 1. Cependant, l'acide citrique présent dans le fruit est un composé qui est connu pour son pouvoir antibactérien. Il élimine *Escherichia coli* dans les voies urinaires (**Smartt et Haq, 2008**). Par ailleurs, le vinaigre préparé à partir du jus du fruit mûr est un agréable agent gastrique et carminatif (**Ayyanar et al., 2012**).

#### **III.1.2.2. Utilisation des feuilles et écorces :**

Les feuilles ont été largement utilisées pour traiter le diabète, la constipation, la gastropathie, la dermatopathie (**Chagas et al., 2015**), les maux d'estomac, la fièvre, et pour inhiber les écoulements sanguins dans les selles (**Jagetia et al., 2008**).

L'écorce de *S. cumini* est utilisée comme astringent, anthelminthique et carminatif (**Chagas et al., 2015**), diurétique, digestif, fébrifuge, gastrique, antibactérien, antioxydant, anti-inflammatoire, antidiabétique et gastro protecteur (**Jagetia et al., 2008**).

Une enquête a montré que l'extrait de feuille de *Syzygium cumini* inhibe la formation de micronoyaux induite par les radiations dans les lymphocytes du sang périphérique humain en culture (**Jagetia et al., 2008**).

#### **III.1.3. Autres utilisations**

Il a été rapporté ce qui suit :

Pour les feuilles, leurs utilisations sont les suivantes (**Morton, 1987**) :

- En Inde, elles servent de fourrage pour le bétail ;
- L'huile essentielle extraite des feuilles sert à fabriquer du savon et utilisée en parfumerie et en cosmétique.

L'écorce contient 8 à 19 % de tanin qui est utilisé en tannage du cuir et pour la fabrication des filets de poisson. Cependant, le bois (Bois rouge, gris rougeâtre ou gris brunâtre, à fibre droite, résistante à l'eau et les termites) sert à la fabrication des meubles (**Morton, 1987**).

**Morton (1987)**, a rapporté qu'en Inde, quelques tribus utilisent les fruits et feuilles pour laver le visage des nouveau-nés et soigner les blessures faciales. Ce mélange a aussi la propriété de stimuler le cuir chevelu et régénérer les cheveux endommagés. Aux Philippines, les fruits servent à fabriquer du vin et du vinaigre.

### **III.2. Activités biologiques du fruit de *Syzygium cumini***

La prise de conscience que la médecine moderne n'étant pas toujours capable de prouver son efficacité contre les maladies par le billet de médicaments de synthèse ayant des effets secondaires, il y a eu un regain d'intérêt pour les remèdes naturels ou à base de plantes (**Gupta et al., 2016**).

Divers extraits de *S. cumini* possèdent un éventail d'actions pharmacologiques, à savoir des effets antiviraux (**Singh et al., 2019**), antibactériens (**Haque et al., 2017**), gastroprotecteurs (**Abdalla et al., 2011**), antifongiques, antigénotoxiques, cardioprotecteurs, anticancéreux, chimio préventifs, radio protecteurs, capteurs de radicaux libres (**Ayyanar et al., 2013**), neuro psychopharmacologiques, anti-VIH (**Ravi et al., 2005**), antidiabétiques, antioxydants, antihyperlipidémique, antiulcéreux, hépato protecteur, antiallergique, anti-inflammatoire, antiarthritiques. Ces effets ont été attribués à la présence de différents composés dans les différentes parties de l'arbre et peuvent agir soit en combinaison soit individuellement pour guérir certaines maladies et résoudre certains problèmes de santé (**Chaudhary et Mukhopadhyay, 2012**).

Différents chercheurs ont rapporté des applications pharmacologiques dans le cadre d'études *in vitro* et *in vivo*, mais il n'existe pas d'étude complète pour obtenir des informations détaillées sur le contenu nutritionnel, les substances phytochimiques, l'effet de la transformation sur différentes substances phytochimiques et en tant qu'ingrédient pour les formulations d'aliments fonctionnels (**Chhikara et al., 2018**).

**Tableau12** : Activités pharmacologiques de différentes parties de l'arbre *S. cumini* (Agarwal et al., 2019).

<b>Antioxydante Et antibactérienne</b>	Graines	Aqueux	Phénols et Flavonoïdes
	Tige	Aqueux et alcoolique	-
<b>Anti-inflammatoire</b>	Écorces	Ethanol	L'acide ellagique, gallotannin, acide bêta-linoléique, $\beta$ -sitostérol, eugénine, kaempférol
	Graines	Méthanol, acétate	triterpénoïdes, saponines et tanins
	Feuilles	Aqueux	Flavonoïdes et composés phénoliques
<b>Antidiabétique</b>	Feuilles	Le méthanol, n-hexane	Vit.C, acide gallique, tannins, anthocyanes (cyanidine, pétunidine, Lupeol, $\beta$ -sitostérol)
<b>Antiallergique</b>	Feuilles	Aqueux	Ellagitannin, gallotannin et flavonoïdes
	Racines	Aqueux	Ellagitannin, gallotannin et flavonoïdes
<b>Antihypertenseurs</b>	Feuilles	Hydroalcoolique	Flavonoïdes, Tannins, Triterpénoïdes Flavonoïdes,
<b>Cardio et hépatoprotecteur</b>	Graines	Le méthanol	composés phénoliques - acide caféique, acide ellagique, acide féruilique, tanins, terpènes
<b>Diurétique</b>	Écorce	Méthanol / Aqueux	composés phénoliques tanins, flavonoïdes
<b>Anti-cancer</b>	Pulpe fruits	Ether de pétrole	Flavonoïdes, alcaloïdes, stéroïdes

### III.2.1. Activité anti-inflammatoire :

Les processus inflammatoires et la production excessive des radicaux libres à partir des leucocytes inflammatoires activés, en particulier dans des conditions d'inflammation chronique, ont un rôle important dans diverses pathologies tels que le développement des maladies cardiométaboliques, notamment l'athérosclérose, le diabète de type 2 et le cancer. Plusieurs rapports ont suggéré que les maladies associées à l'inflammation peuvent être améliorée par les plantes (Baliga et al., 2011 ; Chagas et al., 2015).

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**).

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 antiarthritiques (l'arthrite est une variété chronique de maladies inflammatoires des articulations). Un extrait aqueux de graines de *S. cumini* s'est révélé efficace contre les neutrophiles humains. De même, un extrait flavonoïde du fruit a été signalé comme atténuant la réponse inflammatoire des lymphocytes et monocytes humains contre le vaccin de l'hépatite B.

Par ailleurs, **Muruganandan et al. (2001)**, ont étudié l'activité anti-inflammatoire de l'extrait éthanolique d'écorce de *S. cumini*. L'extrait n'a montré aucun signe de toxicité jusqu'à une dose de 10-125 g/kg.i.p. Chez la souris, cet extrait a une puissante activité anti-inflammatoire contre différentes phases de l'inflammation sans aucun effet secondaire sur la muqueuse gastrique.

Cependant, une autre étude menée par **Kumar (2009)**, a montré que les extraits des graines de *S. cumini* possédaient également une activité anti-inflammatoire. Les extraits d'acétate d'éthyle et de méthanol des graines ont montré une activité anti-inflammatoire significative dans l'œdème des pattes induit par la carraghénine chez les rats Wistar à des doses de 200 et 400 mg/kg administrées par voie orale.

Dans les mêmes objectifs, l'extrait de méthanol à la dose de 400 mg/kg, a montré une forte activité anti-inflammatoire après 4 heures de son administration par voie orale aux rats Wistar (œdème expérimental de la patte), avec 62,6 % d'inhibition, comparé à celle obtenue avec le diclofénac sodique à la dose de 5 mg/kg. L'extrait n'a induit aucune lésion gastrique dans les tests d'ulcérogénicité aiguë et chronique chez le rat. Les résultats ont confirmé l'utilisation médicinale traditionnelle de la plante (**Lim, 2012**).

### III.2.2. Activité antioxydante :

La santé est devenue un problème sérieux, on sait que depuis un certain temps que la plupart des maladies dégénératives sont associées à des espèces réactives de l'oxygène (ROS) telles que les radicaux anioniques superoxydes, les radicaux hydroxyles et le peroxyde d'hydrogène (**Aqil et al., 2012**). La génération de radicaux libres initie / aggrave diverses maladies comme le cancer, le sida, l'arthrite, Alzheimer, complications diabétiques (**Katihar et al., 2016**), et la maladie de Parkinson (**Baliga et al., 2011**).

Dans un système biologique, un antioxydant est défini comme toute substance qui, lorsqu'elle est présente à de faibles concentrations par rapport à celles d'un substrat oxydable, retarde ou empêche de manière significative l'oxydation de ce substrat (**Mohamed et al., 2013**). Les composés polyphénoliques et les composés antioxydants apparentés sont reconnus comme des agents cardiométaboliques importants puisqu'ils captent les espèces réactives d'oxygène/azote et stimulent les défenses antioxydantes (**Chagas et al., 2015**).

D'après des résultats d'études, le fruit de *S. cumini* présente une forte activité antioxydante et des niveaux élevés de composés phénoliques, qui ont un effet protecteur, principalement en raison de leurs propriétés antioxydantes (**Santos et al., 2020**). Ainsi, **Banerjee et al. (2005)**, ont rapporté une activité antioxydante de l'extrait de la peau des fruits en utilisant différents tests tels que le test de piégeage des radicaux hydroxyles, basé sur la méthode d'hydroxylation de l'acide benzoïque, le test de piégeage des radicaux superoxydes, basé sur la réduction photochimique du nitrobleu tétrazolium (NBT) en présence d'une lumière riboflavine –NBT de la diarrhée chez les rats.

Par ailleurs, des scientifiques ont étudié l'activité antioxydante des extraits de feuilles de *S. cumini*, en utilisant les tests de piégeage des radicaux libres 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) et de réduction du pouvoir antioxydant du fer (FRAP). Dans cette étude, les résultats ont montré que la fraction d'acétate d'éthyle avait une activité antioxydante plus forte que les autres. (**Ahmad et al., 2019**).

Les données de la chromatographie liquide haute performance (HPLC) ont indiqué que les extraits de feuilles de *S. cumini* contenaient des composés phénoliques, tels que l'acide férulique et la catéchine, responsables de cette activité antioxydante (**Ahmad et al., 2019**).



Cependant, l'extrait de feuilles et de graines a montré une activité antioxydante significative lorsqu'il a été évalué par diverses méthodes *in vitro* tel que le test du pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP), le test de piégeage du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH), le piégeage des radicaux d'oxyde nitrique, le test ABTS Essai, potentiel antioxydant réducteur total, activité antioxydante totale, pouvoir réducteur et, activité de piégeage des radicaux hydroxyles (**Katiyar et al., 2016**). De même, il a été prouvé que les pigments anthocyaniques des écorces de fruits avaient une activité antioxydante (**Veigas et al., 2007**).

### **III.2.3. Activité antidiabétique :**

Le diabète est un trouble métabolique chronique affectant une grande population mondiale (**Jadhav et al., 2009 ; Jagetia, 2017 ; Hassan et al., 2018**). Aujourd'hui, il est considéré comme le principale trouble endocrinien et qu'il affecte près de 5% de la population mondiale (**Baliga et al., 2011**). Il est le troisième « tueur » de l'humanité, après le cancer et les maladies cardiovasculaires, en raison de sa prévalence, de sa morbidité et de sa mortalité élevées (**Pradhan, 2016 ; Chattopadhyay et al., 2019**).

Les thérapies conventionnelles du diabète peuvent présenter de nombreuses lacunes, tels que les effets secondaires et le taux élevé d'échec secondaire. D'autre part, les extraits de plantes devraient avoir une efficacité similaire, sans effets secondaires, à celle des médicaments conventionnels (**Hassan et al., 2018 ; Chattopadhyay et al., 2019**).

#### **III.2.3.1. Activité antidiabétique chez l'humain :**

Des rapports historiques indiquent qu'avant la découverte de l'insuline, *S. cumini* était utilisé dans le traitement du diabète à la fois en Inde et dans d'autres pays (**Baliga et al., 2011**). Cela dit, de nombreuses études au cours des deux dernières décennies ont montré que la graine (**Kannan et puraikalan, 2016 ; Hassan et al., 2018**), la pulpe du fruit et l'écorce (**Pandey et Khan, 2002 ; Baliga et al., 2011 ; Nisrat, 2019**), possèdent des effets antihyperglycémiantes.

Des rapports plus anciens de revues médicales Indiennes suggèrent que les graines et l'écorce de *S. cumini* peuvent être bénéfiques pour les diabétiques. Il a été rapporté que les graines et la pulpe de fruits de *S. cumini* servent à diverses fins chez les patients diabétiques, telles que l'abaissement de la glycémie et le retard des complications diabétiques, y compris la neuropathie et la cataracte. *S. cumini* est le plus souvent reconnu comme traitement adjuvant dans le diabète de type 2 (**Baliga et al., 2011 ; Hassan et al., 2018**).

En ce qui concerne les études cliniques, l'administration de 4 à 24 g de poudre de graines à vingt-huit patients diabétiques a entraîné une réduction de la moyenne à jeun et postprandiale du taux de sucre dans le sang (**Baliga et al., 2011**).

### **III.2.3.2. Activité antidiabétique chez l'animal :**

Des études sur des lapins diabétiques induits par l'alloxane ont montré que l'extrait éthanolique des graines a été efficace à l'égard de l'hyperglycémie. L'extrait a également réduit le taux de glucose sanguin maximal dans le test de tolérance au glucose chez les lapins sous-diabétiques et légèrement diabétiques, mais était inefficace contre les lapins gravement diabétiques (**Baliga et al., 2011 ; Pradhan, 2016**).

Des études ont montré que l'extrait riche en flavonoïdes obtenu de la graine a été efficace pour réduire l'hyperglycémie chez les rats diabétiques induits par la streptozotocine. Des études *in vitro* ont également montré que la culture de cellules pancréatiques avec des flavonoïdes stimulait la libération de 16% d'insuline, confirmant ainsi ses effets sécrétagogues (**Baliga et al., 2011**).

Les résultats d'autres études ont également montré que le mycaminose (50 mg / kg), isolé à partir des graines de *S. cumini*, possédait également des effets anti-hyperglycémiques dans le diabète induit par la streptozotocine chez le rat, dont le composé actif de la graine de *S. cumini* est le mycaminose (**Baliga et al., 2011**). Le mécanisme d'action du mycaminose est similaire à celui du glibenclamide (un médicament standard utilisé depuis de nombreuses années comme antidiabétique) qui en consiste à la diminution de l'hémoglobine glycolysée chez les lapins diabétiques (**Jadhav et al., 2009 ; Mushtaq et al., 2020**).

En plus de réduire l'hyperglycémie et l'hyperinsulinémie, des études sur animaux ont montré également que les graines de *S. cumini* préviennent les complications secondaires induites par le diabète comme les lésions rénales (**Baliga et al., 2011**). L'extrait éthanolique d'écorce de *S. cumini* diminue le taux de sucre dans le sang de 21% des lapins hyper glycémiques après une heure à une dose correspondant à 10 g / Kg. Cet extrait a présenté également une puissante propriété d'abaissement de la glycémie chez les rats normaux et diabétiques (**Jadhav et al., 2008**).

### III.2.4. Activité antibactérienne :

L'huile essentielle présente dans les feuilles de *S. cumini* a montré une bonne activité antibactérienne. L'extrait de feuille a montré une activité contre *Escherchia coli* (*E. coli*) et *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) (Sah et Verma, 2011 ; Singh et Navneet, 2018). Par ailleurs, le travail de Gupta et al. (2016), a démontré le potentiel antibactérien des extraits méthanoliques chauds de *S. cumini*. L'inhibition observée des bactéries à Gram positif (*S. aureus* et *Bacillus subtilis*) suggère que la plante étudiée possède des composés possédant des propriétés antibactériennes qui peuvent effectivement inhiber la croissance lorsqu'elles sont extraites en utilisant du méthanol comme solvant. De même, Singh et Navneet (2018), ont trouvé une activité antibactérienne d'extraits éthanoliques contre des bactéries à Gram positif et à Gram négatif et les extraits de méthanol et à l'acétate d'éthyle des graines de *S. cumini* à une concentration de 200 µg / disque contre *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *B. megaterium*, *Streptococcus β – haemolyticus*, *S. aureus*, *Shigella dysenteriae*, *Sh. Shiga*, *Sh. boydii*, *Sh. flexneriae*, *Sh. sonnei*, *E. coli*, *Salmonella typhi* B, *Salmonella typhi* et les espèces *Klebsiella*.

Des tests de dilution et de diffusion ont été utilisés pour étudier les effets antibactériens de semences de *S. cumini* contre les agents pathogènes bactériens humains multi résistants et il a été constaté que la fraction d'acétate d'éthyle de l'extrait éthanolique était la plus efficace. Cette dernière a été soumise à une analyse phytochimique et à une bio autographie par CCM qui a montré que les composés phénoliques étaient le principal composant responsable de cette activité antibactérienne (Katiyar et al., 2016). Dans une autre étude, l'acétate d'éthyle, l'éther de pétrole et les extraits méthanoliques des feuilles de *S. cumini* se sont révélés efficaces contre *Salmonella typhimurium*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. aureus* et *Enterobacter aerogenes* (Nisrat, 2019).

L'étude menée par Nisrat (2019), a montré que l'extrait aqueux des feuilles de *S. cumini* à des effets antibactériens contre *Klebsiella* sp., *Salmonella paratyphi* A et B, *Citrobacter* sp., *Proteus mirabilis*, *E. coli*, *S. aureus*, *Sh. sonnei*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Sh. boydii*, *Streptococcus faecalis*, *Sh. flexneri* et *Salmonella typhi*.

### III.2.5. Activité Antivirale :

L'apparition de nouvelles maladies virales, a poussé les scientifiques à chercher des remèdes plus sûrs et non toxiques. Sood et al. (2012), ont rapporté que l'huile essentielle et les extraits bruts

des feuilles de *S. cumini* possédaient des propriétés antivirales. Par ailleurs, les extraits aqueux (froids et chauds) des feuilles et d'écorce étaient évalués pour leur potentiel antiviral contre H5N1 (virus de la grippe aviaire qui cause une maladie contagieuse chez la volaille). Les résultats ont montré que l'ensemble des extraits testés avaient éliminé le virus à 100% (**Katiyar et al., 2016**).

### III.2.6. Activité anticancéreuse :

Le cancer, une maladie mortelle non transmissible, qui vient en deuxième position après les maladies cardiovasculaires (**Jagetia, 2017**). La majorité des cancers sont causés par des facteurs environnementaux, qui peuvent inclure les rayonnements ionisants et les facteurs environnementaux polluants. D'autres facteurs tels que le régime alimentaire et l'obésité, l'alcool et le tabac, le manque d'activité physique et les infections sont également des facteurs de prédisposition bien définis (**Chua et al., 2019**). Le cancer est traité par chirurgie, radiothérapie ou chimiothérapie ou une combinaison de chacune (ou de tous), la majorité des médicaments utilisés pour le traitement du cancer (47 %) sont des dérivés de composés d'origine naturelle ou bien des dérivés semi-synthétiques (**Jagetia, 2017**).

L'utilisation des plantes médicinales en médecine pour la prévention ou le traitement du cancer représente une des pistes les plus importantes. Pour cette raison, il est important de chercher et d'identifier les agents anti-tumoraux présents dans les plantes communément utilisées par la population humaine, qui peuvent inhiber la progression des tumeurs (**Goyal et al., 2010**).

Peu de rapports ont révélé le rôle potentiel du fruit de *S. cumini* dans la lutte contre le cancer (**Ahmad et al., 2019**). Dans une étude conduite en Egypte, quatre anthocyanes isolés à partir d'un extrait alcoolique acide des fruits de *S. cumini* et l'extrait brut ont été testés et ils se sont avérés présenter de puissants effets cytotoxiques sur plusieurs types de lignées de cellules cancéreuses humaines. Des chercheurs ont montré que l'extrait brut de fruits de *S. cumini* inhibait l'apoptose des lignées de cellules cancéreuses du col de l'utérus HeLa et SiHa en fonction de la dose et du temps (**Katiyar et al., 2016**).

Une étude de l'activité anticancéreuse des extraits du fruit de *S. cumini* a été évaluée en utilisant le test de viabilité des cellules de la lignée cellulaire cancéreuse de la leucémie. Des extraits d'hexane, de chloroforme, d'éther, d'acétate d'éthyle, d'éthanol et eau ont été préparés. Les résultats ont montré que l'extrait éthanolique présentait une activité anti-leucémie plus forte que le reste. L'analyse spectroscopique a montré que cet extrait comportait des composés bioactifs,

parmi lesquels, le Kaempferol 7-O-méthyle- éther et des stérols tels que le  $\gamma$  Sitostérol, qui sont des composés responsables de l'activité anticancéreuse (Afify et al., 2011).

### III.2.7. Autres activités biologiques :

En plus des activités citées ci-dessus, des études ont montré que divers extraits de *S. cumini* possédaient d'autres activités pharmacologiques (Baliga et al., 2011). Il a été rapporté que l'extrait aqueux de graines de *S. cumini* possédait une activité **antianémique**. Cette activité est liée à une augmentation de l'hémoglobine totale, empêchant ainsi la diminution du poids corporel (Prince et al., 1993).

Cependant, Mukherjee et al. (1998), dans leurs études d'investigation, ont pour la première fois validé l'utilisation traditionnelle de ces plantes comme agents **anti diarrhéiques**. Les auteurs ont observé que l'administration de l'extrait éthanolique de l'écorce de l'arbre de *S. cumini* était efficace contre différents modèles expérimentaux de diarrhée chez les rats. L'extrait a montré une activité inhibitrice significative contre la diarrhée induite par l'huile de ricin et l'entérocoque induite par la prostaglandine E2 (PGE2) et a également provoqué une réduction de la motilité gastro-intestinale dans les études sur la farine de charbon. Ensemble, toutes ces observations soulignent l'utilité du *S. cumini* comme agent **anti diarrhéique**. Selon Kayser et al. (2019), les résultats de leur étude, ont montré pour la première fois, une indication raisonnable que l'extrait méthanolique des feuilles de *S. cumini* et ses différentes fractions possédaient une activité **anti diarrhéique** périphérique.

Par rapport aux activités antiallergiques, Brito et al. (2007), ont montré que l'extrait aqueux des feuilles de *S. cumini* possédait une activité antiallergique liée à l'inhibition de la formation d'œdèmes, la dégranulation des mastocytes et la libération d'histamine. Les résultats actuels suggèrent le potentiel de *S. cumini* comme thérapie à base de plantes pour le traitement des maladies allergiques.

En matière d'activités antifongiques, Chandrasekaran et Venkatesalu (2004), ont montré que l'extrait hydroalcoolique des feuilles de *S. cumini* possédait des effets **antifongiques** contre *Candida albicans* et *C. krusei*. Toutes les composantes de *S. cumini* contiennent différentes substances **antifongiques**.

**Jabeen et Javid (2010)**, ont rapporté qu'un extrait aqueux de graines de fruits de *S. cumini* était très efficace contre certaines espèces fongiques, à savoir *Candida albicans*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus* et *Aspergillus niger*.

D'autres études ont montré que l'extrait de graines de *S. cumini* enrichi en flavonoïdes possédait des propriétés anti-lipidémiques, diminuant ainsi les taux d'LDL et augmentant les taux d'HDL chez les rats (**Chhikara et al., 2018**).

Une étude a indiqué que l'acide oléanolique, un phytoconstituant isolé des fleurs de *S. cumini* a le potentiel d'arrêter la spermatogenèse, présentant ainsi une action **anti-fertilisante** chez les rats albinos mâles (**Katihar et al., 2016**).

Enfin, l'extrait de pulpe s'est avéré efficace pour prévenir l'hépatotoxicité induite par le paracétamol chez le rat. L'extrait aqueux des feuilles et l'extrait méthanolique de la graine ont été efficaces contre l'hépatotoxicité induite par le CCl<sub>4</sub> chez le rat (**Baliga et al., 2011**).

# *Conclusion*

A travers cette recherche bibliographique réalisée au cours de ce projet de fin d'étude, on conclut que le fruit de *S. cumini*, espèce polyembryonnaire, appartient à la famille des Myrtacées, un arbre fruitier tropical très répandu en Inde, au Bangladesh, au Sri Lanka, en Malaisie et en Australie. Il est également cultivé en raison des bienfaits de ces fruits comestibles. Le fruit de *S. cumini* a de nombreux synonymes tels que : *Eugenia jambolana*, *Syzygium jambolana*, *jamun*, *black plum*, et *java plum*. C'est un grand arbre aux feuilles persistantes pouvant atteindre 30 m de hauteur, ayant des feuilles opposées, simples, entières, elliptiques à largement oblongues.

Ses fleurs sont blanches, de 7,5 à 13 mm de diamètre, en grappes ramifiées à l'extrémité du tronc. Les fruits sont de taille variable jusqu'à 2,5 cm de long, de forme elliptique ou oblongue avec une pulpe juteuse. Les fruits crus sont de couleur verte et à maturité, ils passent au violet clair et enfin au violet foncé ou au noir lorsqu'ils sont complètement mûrs. *S. cumini* est largement cultivé dans toute sa gamme dans les régions tropicales et subtropicales, Il pousse bien dans les sols limoneux, profonds et bien drainés que ce soit dans le sable ou le calcaire oolithique. Plusieurs études avaient montré que le fruit de *S. cumini* ne présente pas de toxicité.

Des études récentes ont suggéré l'utilité des composés bioactifs présents dans le *Syzygium cumini* pour atténuer les diverses maladies liées aux systèmes cardiaque, gastro-intestinales et nerveux. Différentes parties de la plante (écorce, feuille, fruit et graine) ont été largement étudiées pour leurs phytoconstituants tels que **les tanins** (hydrosolubles et condensés), **les alcaloïdes**, **les stéroïdes**, **les flavonoïdes**, **anthocyanes**, **les terpénoïdes**, **les acides gras**, **les phénols**, **les huiles essentielles**, **les minéraux** (tels que le potassium, le calcium, le phosphore, le fer et le zinc), **les vitamines hydrosolubles** (telles que l'acide ascorbique, la thiamine et la niacine) et **les glucides** (tels que le glucose, le saccharose, le maltose, le fructose et le galactose).

Grâce à ces phytoconstituants la plante possède une série de propriété pharmacologique comme antidiabétiques, antibactériennes, antifongiques, antivirales, anti-inflammatoires, anti-ulcérogènes, cardioprotectrices, antiallergiques, anticancéreuses, radioprotectrices, antioxydantes, hépatoprotectrices, anti-diarrhéiques, hypoglycémiques et antidiabétiques.

Puisque toutes les parties de l'arbre de *S. cumini* ont prouvé leurs propriétés médicinales contre un certain nombre de maladies, il a une grande valeur économique pour l'application dans les industries de transformation alimentaire. Différents types de fruits de qualité se consomment crus et/ou sont utilisés pour préparer des produits de confiserie, des gelées, etc.



On peut conclure que le fruit *S. cumini* étudié a un grand futur potentiel dans la recherche nutritive et thérapeutique.

*Références*  
*bibliographiques*

-A-

- Abdalla F.H., Bellé L.P., Bitencourt P.E.R., De Bona K.S., Zanette R.A., Boligon A.A., Athayde M.L., Pigatto A.S., Moretto M.B. 2011.** Protective effects of *Syzygium cumini* seed extract against methylmercury-induced systemic toxicity in neonatal rats. *Biometals*. **24:** 349–356.
- Afify A.M.R., Fayed S.A., Shalaby E.A., El-Shemy H.A. 2011.** *Syzygium cumini* (pomposia) active principles exhibit potent anticancer and antioxidant activities. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. **5:** 948- 956.
- Agarwal P., Gaurb 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 of pharmacognosy*. **3:** 5-17.
- Ahmed R., Tariq M., Hussain M., Andleeb A., Masoud M.S., Ali I., Mraiche F., Hasan A. 2019.** Phenolic contents-based assessment of therapeutic potential of *Syzygium cumini* leaves extract. *Plos one* .**14:** 1-16.
- Akhtar M., Randhawa M.A., Iqbal Z. 2016.** Nutritional, Therapeutic and Food Applications of Jamum(*Syzygium cumini*). *Canadian Journal of Food Sciences and Technology*. **1:** 1-8.
- Alam M.R., Rahman A.B., Moniruzzaman M., Kadir M.F., Haque M.A., Alvi M.R., Ratan M. 2012.** Evaluation of antidiabetic phytochemicals in *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Family: Myrtaceae). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. **2:** 094-098.
- Ali S., Masud T., Abbasi K.S., Ali A., Hussain A. 2013.** Some compositional and biochemical attributes of jaman fruit (*Syzygiumcumini*L.) from Potowar region of Pakistan. *Research in Pharmacy*. **3:** 01-09.
- AOAC. 2000.** Official method of Analysis of Association of Analytical Chemists International. 17th Edition. Maryland. USA. 480p.
- AOAC. 2006.** Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 18th Edition. Gaithersburgs, MD.

- Aqil F., Gupta A., Munagala R., Jeyabalan J., Kausar H. 2012.** Antioxidant and Antiproliferative Activities of Anthocyanin/Ellagitannin-Enriched Extracts From *Syzygium cumini* L. (*Jamun*, the Indian Blackberry). *Nutrition and Cancer*. **64**: 428–438.
- Asif H., Khan A., Iqbal A., Khan I.A., Heinze B., Azim M.K. 2013.** The chloroplast genome sequence of *Syzygium cumini* (L.) and its relationship with other angiosperms. *Tree Genetics and Genomes*. **9**: 867–877.
- Ayyanar M., Babu P.S. 2012.** *Syzygium cumini* (L.) *Skeels*: phytochemical constituents and traditional uses. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. **2**: 240-246.
- Ayyanar M., Babub P.S., Ignacimuthu S. 2013.** *Syzygium cumini* (L.) *Skeels*. a novel therapeutic agent for diabetes: Folk medicinal and pharmacological evidences. *Complementary Therapies in Medicine*. **21**: 232-243.
- B-**
- 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. (black plum). *Food Research International*. **44**: 1776-1789.
- Balyan U., Verma P.S., Sarkar B. 2019.** Phenolic compounds from *Syzygium cumini* (L.) *Skeels* leaves: Extraction and membrane purification. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. **12**: 43–58.
- 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.
- Banerjee A., Dasgupta N., De B. 2005.** In vitro study of antioxidant activity of *Syzygium cumini* fruit. *Food Chemistry*. **90**: 727–733.
- Barcia M.T., Pertuzatti P.B., Jacques A.C., Godoy H.T., Zambiazzi R. 2012.** Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Percent Composition of Jambolão Fruits (*Syzygium cumini*). *The Natural Products Journal*. **2**: 129-138.
- 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**: 2560-2569.

- Branco I.G., Moraes I.C.F., Argandona E.J.S., Madrona G.S., Santos C.D., Ruiz A.L.T. G., De Carvalhoe J.E., Haminiukf C.W.I. 2016.** Influence of pasteurization on antioxidant and in vitro anti-proliferative effects of jambolan (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) fruit pulp. *Industrial Crops and Products*. **89**: 225–230
- Brandão T.S.D.O., De Sena A.R., Teshima E., David J.M., Assis S.A. 2011.** Changes in enzymes, phenolic compounds, tannins, and vitamin C in various stages of jambolan (*Syzygium cumini* Lamark) development. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, **31**: 849-855.
- Brandão T.S.D.O., Pinho L.S., Silva-Hughes A.F., Souza J.L., Rosa C.A., Teshima E., Brandão H.N., David J. M. 2017.** Characterization of the Jambolan (*Syzygium cumini* L.) Fruit Wine Processing. *BioResources*. **12**: 7069-7083.
- Brito F.A., Lima L.A., Ramos M.F.S., Nakamura M.J., Cavalher-Machado S.C., Siani A.C., Henriques M.G.M.O., Sampaio A.L.F. 2007.** Pharmacological study of anti-allergic activity of *Syzygium cumini* (L.) Skeels. *Brazilian Journal Medical Biological Research*. **40**: 105-115.
- C-
- Cartaxo N.A.D.O. 2014.** Estudos com *syzygium cumini* (l.) Skeel: caracterização da matéria-prima, perfil fitoquímico, citotoxicidade e atividade antimicrobiana sobre microrganismos associados ao biofilme dental. Universidade estadual da Paraíba. 96p
- Chagas V.T., França L.M., Malik S., Paes A.M.d.A. 2015.** “*Syzygium cumini* (L.) skeels : a prominent source of bioactive molecules against cardiometabolic diseases,” *Frontiers in Pharmacology*. **6**: 1-6.
- Chandrasekaran M., Venkatesalu V. 2004.** Antibacterial and antifungal activity of *Syzygium jambolanum* seeds. *Journal of Ethnopharmacology*. **91**: 105–108.
- Chase M.W., Reveal J.L. 2009.** A phylogenetic classification of land plants to accompany APG III. *Botanical Journal of Linnean Society*. **161**: 122-127.

**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: a potential source of nutraceuticals. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences.* **2:** 46-53.

**Chhikara N., Kaur A.R., Jaglan A.S., Sharma B.P., Gata C.Y., Panghal A. 2018.** Bioactive compounds and pharmacological and food applications of *Syzygium cumini*. *The Royal Society of Chemistry.* **9:** 6096-6115.

**Chua L.K., Lim C.L., Ling A.P.K., Chye S.M., Koh R.Y. 2019.** Anticancer Potential of *Syzygium* Species. *Plant Foods for Human Nutrition.* **74:** 18-27

**Cuny A. 2016.** Le diabète à l'Ile de La Réunion : étude du jamblon (*Syzygium cumini*), plante traditionnellement utilisée et approche du pharmacien d'officine. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Picardie jules verne. 130 p.

-D-

**De Brito E.S., De Araujo M.C., 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:** 9389-9394

-E-

**Elansary H.O., Salem M.Z.M., Ashmawy N.A., Yacout M.M. 2012.** Chemical Composition, Antibacterial and Antioxidant Activities of Leaves Essential Oils from *Syzygium cumini* L., *Cupressus sempervirens* L. and *Lantana camara* L. from Egypt. *Journal of Agricultural Science.* **4:** 144-152.

-F-

**FAO.1982.** Espèces fruitières forestières. Rome.197P.

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

-G-

- Garcia S.L.A., Silva G.M.d., Medeiros J.M.S., Queiroga A.P.R.D., Queiroz B.B.D., Farias D.R.B.D., Correia J.O., Florentino E.R., Buriti F.C.A. 2020.** Influence of co-cultures of *Streptococcus thermophilus* and probiotic lactobacilli on quality and antioxidant capacity parameters of lactosefree fermented dairy beverages containing *Syzygium cumini* (L.) Skeels pulp. *The Royal Society of Chemistry*. **10**: 10297-10308.
- Ghosh P., Pradhan P.C., Mishra S., Patel A.S., Kar A. 2017.** Physicochemical and Nutritional Characterization of Jamun (*Syzygium Cumini*). *Current Research in Nutrition and Food Science*. **5**: 25-35.
- Goyal P.K., Verma P., Sharma P., Parmar J., Agarwal A. 2010.** Evaluation of Anti-Cancer and Anti-Oxidative Potential of *Syzygium Cumini* Against Benzo[a]pyrene (BaP) Induced Gastric Carcinogenesis in Mice. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. **11**: 753-758.
- Gowri S.S., Vasantha K. 2010.** Phytochemical Screening and Antibacterial Activity of *Syzygiumcumini* (L.) (Myrtaceae) Leaves Extracts. *International Journal of PharmTech Research*. **2**: 1569-1573.
- Gupta G.S., Sharma D.P. 1974.** Triterpenoid and other constituents of *Eugenia jambolana* leaves. *Phytochemistry*. **13**: 2013-2014.
- Gupta.V., Kumar R., Chaudhary D., Yadav N. 2016.** *In-vitro* analysis of potential antibacterial activity of three medicinal plants. *Journal of Applied and Natural Science*. **8**: 1497 – 1500.

-H-

- Haque R., Sumiya M.K., Sakib.N, Sarkar O.S., Ibn Siddique T.T., Hossain S., Islam A., Parvez A.K., Talukder A.A., Dey S.K. 2017.** Antimicrobial Activity of Jambul (*Syzygium cumini*) Fruit Extract on Enteric Pathogenic Bacteria. *Advances in Microbiology*. **7**: 195-204.
- Hossain S., Rahaman A., Nahar T., Basunia M.A., Mowsumi F.R., Uddin B., Shahriar M., Mahmud I. 2012.** *Syzygium cumini* (L.) skeels seed extract ameliorates *in vitro* and *in vivo*

oxidative potentials of the brain cerebral cortex of alcohol-treated rats. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*. **12**: 59–66.

**Hassan S.M., Zulfiqar S., Sajid T., Hassan S.K., Ibrahim A., Abdul Majeed., Hassan H. 2018.** Jamun: A Multifunctional Medicinal Plant. *Lahore Garrison University Journal of Life Sciences*. **2**: 284-290.

-I-

**ISO.** ISO 14502-1 (2005) determination of substances characteristics of green and black tea. Part1: conteny of total polyphenols in tea. Colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent.

-J-

**Jabeen k., Javaid A. 2010.** Antifungal activity of syzygium cumini against ascochyta rabiei– the cause of chickpea blight. *Natural Product Research*. **24**: 1158–1167.

**Jadhav V.M., Kamble S.S., Kadam V.J. 2009.** Herbal medicine: *Syzygium cumini*. *Journal of Pharmacy Research*. **2**: 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.

**Jagetia G.C., Shetty P.C., Vidyasagar M.S. 2008.** Treatment of mice with leaf extract of jamun (*syzygium cumini* linn. Skeels) protects against the radiationinduced damage in the intestinal mucosa of mice exposed to different doses of  $\gamma$ -radiation. *Pharmacologyonline*. **1**: 169-195.

-K-

**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.

**Kannan A., Puraikalan D.Y. 2016.** Development and Effects of Jamun Seed Powder Incorporated Cookies. *International Journal of Science and Research*. **5**: 1934-1935.



**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.D.S., Nath R., Khatun H., Rashid M.A. 2019.** Peripheral Analgesic and Anti-diarrheal Activities of Leaf of *Syzygium cumini* (L.) Skeel. *Bangladesh Pharmaceutical Journal*. **22**: 13-17.

**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., Ilavarasan R., Jayachandran T., Decaraman 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.

-L-

**Lim T.K. 2012.** Edible medicinal and non medicinal plants. London: Springer. p.745-759.

-M-

**Malik S., Almeida E.B.J., Paes A.M.DA. 2016.** Transgenesis and Secondary Metabolism. Switzerland: Springer. pp.1-20.

**Mitra S.K., Irenaues T.K.S., Gurung M.R., Pathak P.K. 2012.** Taxonomy and importance of *myrtaceae*. *Acta Horticulturae*. **10**: 23-34.

**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**: 1-7.

**Mollier J., Piyaraly S., Fériot J.P., Cadivel A., Houdon L., Flodrops H. 2011.** Toxicité potentielle du jamblon immature et principales propriétés pharmacologiques connues. *Archives de Pédiatrie*. **18**: 1005-1006.

**Morton J.F. 1963.** Florida state horticultural. Society. Miami: Morton Collectanea. p. 329-337.

**Morton J. 1987.** Fruits of warm climates. Miami: J.F Morton. p. 375-378.

**Mukherjee P.K., Saha K., Murugesan T., Pal M., Saha B.P. 1998.** Screening for antidiarrhoeal profile some plant extract of specific region of West Bengal, India. *Journal of Ethnopharmacology*. **60**: 85-89.

**Muruganandan S., Srinivasan K., Chandra S., Tandan S.K., Lal J., Raviprakash V. 2001.** Anti-inflammatory activity of *Syzygium cumini* bark. *Fitoterapia*. **72**: 369-375.

**Mushtaq A., Hassan M., Latif A. 2020.** Role of Phyto-Medicinal Properties of *Syzygium cumini* Seeds on Human Health. *Ecronicon nutrition*. **2**: 1-9.

-N-

**Nicolas J.P. 2012.** Plantes médicinales du Nord de Madagascar Ethnobotanique antakarana et informations scientifiques. France: jardin du monde. P.250.

**Nisrat J. 2019.** Ethnopharmacological & phytochemical comparison between *syzygium cumini* & *syzygium jambos* of genus *syzygium* (family: myrtaceae). *World journal of pharmaceutical and life sciences*. **5**: 1-9.

-P-

**Pai R.J., Valder B., Palatty P.L., Shivashankara A.R., Baliga M.S. 2013.** bioactive food as dietary interventions for liver and gastrointestinal disease. 1<sup>st</sup> ed. USA: Elsevier. P.369-380.

**Pandey M., Khan A. 2002.** Hypoglycaemic effect of defatted seeds and water soluble fibre from the seeds of *Syzygium cumini* (Linn.) skeels in alloxan diabetic rats. *Indian Journal of Experimental Biology*. **40**: 1178-1182.

**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.

**Parveen S., Khan A.A. 2017.** Efficacy of *eugenia jambolana* (jamun. *World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*. **6**: 736-745.

**Patel P.R., Rao T.V.P. 2014.** Growth and Ripening in Black Plum (*Syzygium cumini* (L.) Skeels). *International Journal of Fruit Science*. **14** : 147–156.

- Patil S.S., Thorat R.M., Rajasekaran P. 2012.** Utilization of Jamun Fruit (*Syzygium cumini*) for Production of Red Wine. *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology*. **3**: 201-203.
- Pradhan M. 2016.** Phytochemistry, Pharmacology and Novel Delivery Applications of *Syzygium cumini* (L). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Research*. **7**: 659-675.
- Prasad K., Janve B., Sharma R.K., Prasad K.K. 2010.** Compositional characterization of traditional medicinal plants: Chemo-metric approach. *Archives of Applied Science Research*. **2**: 1-10.
- Prince P.S.M., Menon V.P., Pari L. 1998.** Hypoglycaemic activity of *Syzygium cumini* seeds: effect on lipid peroxidation in alloxan diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacol*. **61**: 1-7.
- R-
- Radha T., Mathew L. 2007.** Fruit Crops. New Delhi: Pitam Pura.p. 331.
- Ravi K., Subbaih R., Subram.Sorimuthu. 2005.** Antihyperlipidemic effect of *Eugenia jambolana* seed kernel on streptozotocin-induced diabetes in rats. *Food and Chemical Toxicology*. **43**: 1433–1439.
- Raza A., Ali M.U., Nisar T., Qasrani S.A., Hussain R., Sharif M.N. 2015.** Proximate Composition of Jamun (*Syzygiumcumini*) Fruit and Seed. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. **15**: 1221-1223.
- Rodrigues S., Silva E. D. O., De Brito E.S. 2018.** Exotic Fruits Reference Guide. Brazil: Elsevier (ed).488p.
- Rojano B., Saez, J., Schinella G., Quijano J., Ve´lez E., Gil A., Notario R. 2008.** Experimental and theoretical determination of the antioxidant properties of isoespintanol (2-isopropyl-3,6-dimethoxy-5-methylphenol). *Journal of Molecular Structure*. **877**: 1–6.
- Ross I.A. 2003.** Medicinal Plants of the World. 2nd ed. Totowa, NJ: Humana Press. pp. 445-454.

-S-

- Sah A.K., Verma V.K. 2011.** *Syzygium cumini*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. **3**: 108-113.
- Salim K.P., Paarakh P.M. 2009.** A Phyto-Pharmacological Review of *Syzygium cumini* (L.) Skeels. *Pharmacology*. **2**: 101-122.
- Santiago M.C.P.A., Gouvêa A.C.M.S., Peixoto F.M., Borguini R.G., Godoy R.L.O., Pacheco S., Nascimento L.S.M., Nogueira R.I. 2016.** Characterization of jamelão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) fruit peel powder for use as natural colorant. *Fruits Journal*. **71**: 3-8.
- Santos C.A., Almeida F.A., Quecán B.X.V., Pereira P.A.P., Kelly M., Gandra B., Cunha L.R., Pinto U.M. 2020.** Bioactive Properties of *Syzygium cumini* (L.) Skeels Pulp and Seed Phenolic Extracts. *Frontiers in Microbiology*. **11**: 1-16.
- Sehwag S., Das M. 2014.** Nutritive, therapeutic and processing aspects of Jamun, *Syzygiumcumini*(L.) Skeels. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. **5**: 295-307.
- Shahnawaz M., Sheikh S.A., Nizamani S.M. 2009.** Determination of Nutritive Values of Jamun Fruit (*Eugenia jambolana*) Products. *Pakistan Journal of Nutrition*. **8**: 1275-1280.
- Shilpa K.J. 2015.** Phytochemical and Pharmacological Studies on the selected species of *Syzygium*. Final Synopsis for PhD Thesis Submission. Mangalore University. 22p.
- Shylaja P., Gothandam K.M., Sivashanmugam K. 2011.** Phytochemical and antimicrobial properties of *Syzygiumcumini* ethanomedicinal plant of Javadhu hills. *Research in Pharmacy*. **1**: 22-32.
- Singh A., Navneet. 2018.** Ethnobotanical uses, antimicrobial potential, pharmacological properties and phytochemistry of *syzygium cumini* linn syn. *eugenia jambolana* (jamun). *International Journal of Innovative Pharmaceutical Sciences and Research*. **6**: 32-47.
- Singh H., Sharma A., Bhardwaj A., Kaur B., Badial K., Kaur S., Singh B. 2019.** Evaluation of antinociceptive effect of seed extractsof *eugenia jambolana* linn. *Plant Archives*. **19**: 3355-3361.

**Singh S., Singh SP., Singh V., Shikha K. 2019.** Studies on floral biology, fruit set and fruit drop of different genotypes of jamun (*Syzygium cumini* Skeels). *The Pharma Innovation Journal*. **8**: 558-561.

**Siti-Azima A.M., Noriham A., Nurhuda M. 2013.** Antioxidant Activities of *Syzygium Cumini* and *Ardisia Elliptica* in Relation to Their Estimated Phenolic Compositions and Chromatic Properties. *Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*. **3**: 314-317.

**Smartt J., Haq N. 2008.** *New Crops and Uses: Their role in a rapidly changing world.* West Sussex: Centre for Underutilised Crops. 473p.

**Sonawane S., Arya S.S. 2013.** Antioxidant Activity of Jambhul, Wood Apple, Ambadi and Ambat Chukka: An Indigenous Lesser Known Fruits and Vegetables of India. *Advance Journal of Food Science and Technology*. **5**: 270-275.

**Sood R., Swarupb D., Bhatiaa S., Kulkarnia D.D., Deyb S., Sainib M., Dubey S.C. 2012.** Antiviral activity of crude extracts of *Eugenia jambolana* Lam. against highly pathogenic avian influenza (H5N1) virus. *Indian Journal of Experimental Biology*. **50**: 179-186.

-T-

**Tavares I.M.D.C., Lago-Vanzela E.S., Rebello L.P.G., Ramos A.M., Gómez-Alonso S., García-Romero E., Da-Silva R., Hermosín-Gutiérrez I. 2016.** Comprehensive study of the phenolic composition of the edible parts of jambolan fruit (*Syzygium cumini* (L.) Skeels). *Food Research International*. **82**: 1–13.

-V-

**Veigas J.M., Narayan M.S., Neelwarne P.M.L.B. 2007.** Chemical nature, stability and bioefficacies of anthocyanins from fruit peel of *syzygium cumini* Skeels. *Food Chemistry*. **105**: 619–627.

-Y-

**Yele S.U., Veeranjaneyulu A. 2010.** Toxicological assessments of aqueous extract of *Eugenia jambolana* stembark. *Pharmaceutical Biology*. **48**: 849-854.

-Z-

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

**PRESENTE PAR :**  
Ahlem CHOUHEB  
Asma DERBOUZ  
Linda ROULA

**ENCADRANT**  
Pr. Tayeb IDOUI

**DATE DE SOUTENANCE**  
29/09/2020

### Résumé

*Syzygium cumini* (L.) Skeels est une espèce polyembryonnaire (famille des *Myrtacées*), c'est un arbre fruitier tropical d'une grande importance économique possédant une large gamme de propriétés médicinales, attribuées à la présence de composés bioactifs dans ses différentes parties.

Ce travail bibliographique a montré que les fruits et les graines de *S. cumini* contiennent peu de matières grasses, que les graines et les fruits contiennent une bonne proportion en humidité, des protéines brutes, des sucres, des minéraux et des vitamines.

De même, les différentes parties de *S. cumini* sont riches en composés phytochimiques, dont les données bibliographiques ont montré des teneurs diverses en composés phénoliques, tannins, flavonoïdes, anthocyanes et terpènes d'importance pharmaceutique. *S. cumini* agirait comme un agent anti-inflammatoire, réduisant à la fois l'inflammation aiguë et chronique. L'activité antioxydante est en relation directe avec la composition phénolique des différentes parties du fruit.

**Mots clés :** *S. cumini*, qualité, activités biologiques.

### Abstract

*Syzygium cumini* (L) Skeels is a polyembryonic species (*Myrtaceae* family), it is a tropical fruit tree of great economic importance with a wide range of medicinal properties, attributed to the presence of bioactive compounds in its different parts.

This bibliographic work has shown that the fruits and seeds of *S. cumini* contain low proportion of fat, that the seeds and fruits contain a good proportion of moisture, crude protein, sugars, minerals and vitamins.

Likewise, the different parts of *S. cumini* are rich in phytochemicals; the bibliographic data have shown various contents of phenolic compounds, tannins, flavonoids, anthocyanins and terpenes of pharmaceutical importance. *S. cumini* is believed to act as an anti-inflammatory agent, reducing both acute and chronic inflammation. The antioxidant activity is directly related to the phenolic composition of the different parts of the fruit.

**Key words:** *S. cumini*, quality, biological activities

### ملخص

يعتبر *Syzygium cumini* (L.) Skeels من الأنواع متعددة الأغشية من عائلة (*Myrtaceae*)، وهي شجرة مثمرة استوائية ذات أهمية اقتصادية كبيرة مع مجموعة واسعة من الخصائص الطبية، ويرجع ذلك إلى وجود المركبات النشطة بيولوجيًا في أجزائها المختلفة.

وقد أظهر هذا العمل أن ثمار وبنور *S. cumini* تحتوي على القليل من الدهون، وأن البذور والفواكه تحتوي على نسبة جيدة من الرطوبة، البروتينات، السكريات، المعادن والفيتامينات.

وبالمثل، فإن الأجزاء المختلفة من *S. cumini* غنية بالمركبات الكيميائية النباتية، وقد أظهرت المعطيات الجغرافية وجود كميات من مركبات مختلفة من الفينول، والعفص (الغال)، والفلافونويد، والأنثوسيانين، والتربينات ذات الأهمية الصيدلانية. *S. cumini* تعمل كعامل مضاد للالتهابات، مما يقلل من الالتهاب الحاد والمزمن. يرتبط نشاط مضادات الأكسدة ارتباطاً مباشراً بالتركيب الفينولي لأجزاء مختلفة من الفاكهة.

**الكلمات المفتاح:** الجودة، الأنشطة البيولوجية، *S. cumini*