

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
Université A. MIRA - Béjaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Alimentaires  
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

*Thème*

Activité antioxydant des déchets de la  
pastèque et du melon

Présenté par :

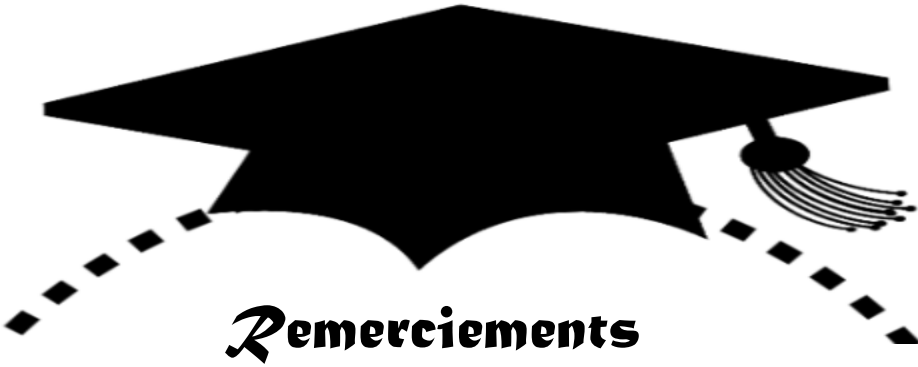
**BELKHIRI Oualid et MANSOURI Adel**

Soutenu le : **28 septembre 2021**

Devant le jury composé de :

M <sup>me</sup> GUEMGHAR Hayet	M.C.A	Présidente
M <sup>me</sup> AIDLI Amel	M.A.A	Encadreur
M <sup>me</sup> BERKATI Salima	M.A.A	Examineur

**Année universitaire : 2020/2021**



*Avant tout nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a procuré courage et volonté pour achever ce travail.*

*Nous remercions sincèrement notre promotrice, M<sup>me</sup> AIDLI Amel, qui s'est toujours montrée à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer.*

*Nous tenons à remercier M<sup>me</sup> GUEMGHAR Hayet d'avoir accepté de présider le jury de notre soutenance.*

*Nos remerciements vont également à M<sup>me</sup> BERKATI Salima qui a donné de son temps pour la lecture de notre mémoire ainsi que son examen.*

*Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce modeste travail.*

*Nous remercions nos amis nos familles et en particulier nos chers parents pour tous les efforts qu'ils ont faits pour que ce travail puisse voir le jour.*



## *Dédicaces*

*A mes très chers parents, source de vie, d'amour et d'affection*

*A mes chers frères et sœur, source de joie et de bonheur*

*A toute ma famille, source d'espoir et de motivation*

*A mes amis sans exception ; islam, nourdin, ryadh, wassim, hichem,  
fateh, lounis, lilih, djidjiya.*

*A mon binôme oualid.*

*A vous cher lecteur*

*Adel*

## *Dédicaces*

*Je remercie dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la santé, et m'a accordé son soutien durant les périodes les plus difficiles.*

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect, de reconnaissance et de Gratitude*

*A mes très chers parents, que j'admire beaucoup, qui m'ont toujours aidés dans ma vie et qui n'ont cessés de m'encourager et de me soutenir tout au long de mes études, que dieu les garde en bonne santé.*

*A mes frères : Nassim, Ataman, Razik, Louanes et ses enfants : Aissa et Assil.*

*A mes chers sœurs : Al Djida, Karima, Hadjira et mes neveux : Smail, Mariem, Sara, Younes, Mariem.*

*A mes chers amis : Morris, Tutu, Mourad, Fares, Idir, Ithri, Baddache, Salim, Hachami B., Islem B., Rayen B., Tarik, idir, Youva, Massi.*

*Je le dédie aussi à tous les enseignants de notre faculté qui m'ont toujours guidé tout au long de mon parcours d'étude.*

*A mon binôme Adel*

*OUALID*

*« Pour pouvoir récolter, il faut accepter de se planter. »*

*Yannick Etesse*

# LISTE DES ABBREVIATIONS

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

**ALCL3** : chlorure d'aluminium.

**PH** : Potentiel hydrogènes.

**FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

**µg** : microgramme

**EAG** : équivalent d'acide gallique.

**EB** : extrait brute

**EQ** : équivalent de quercétine

**PS** : poudre sec

**IC 50** : La concentration inhibitrice médiane

**EC50** : La concentration efficace médiane

**PS** : poudre sèche

## LISTE DES FIGURES

<i>N° figure</i>	<i>Titre de la figure</i>	<i>N° page</i>
<b>Figure 01</b>	Structure de la citrulline	06
<b>Figure 02</b>	Structure chimique du $\beta$ -carotène et du lycopène	08
<b>Figure 03</b>	Structures des principaux caroténoïdes présents dans le melon (A) $\alpha$ -carotène ; (B) $\beta$ -cryptoxanthine	11
<b>Figure 04</b>	: Répartition des classes des composés phénoliques et de terpenoïdes des graines de <i>Cucumis melo</i> .	12
<b>Figure 05</b>	Teneurs en polyphénols, ortho-diphénols, flavonoïdes et tanins dans l'écorce	13
<b>Figure 06</b>	structure de base d'un phénol	16
<b>Figure 07</b>	photographie de l'échantillon dans l'étuve	18
<b>Figure 08</b>	photographie de l'opération de tamisage de l'écorce de pastèque	19
<b>Figure 09</b>	photographie de filtration de mélange agité	20
<b>Figure 10</b>	photographie de l'évaporateur rotatif.	20
<b>Figure 11</b>	photographie des résultats Dosage des composés phénoliques.	21
<b>Figure 12</b>	photographie des résultats Dosage des flavonoïdes	22
<b>Figure 13</b>	structure chimique de radical libre DPPH	23
<b>Figure 14</b>	Réaction d'un antioxydant avec un radical libre	23
<b>Figure 15</b>	photographie des résultats de l'activité antioxydant Méthode du	24
<b>Figure 16</b>	photographie des extraits après incubations de 90mn dans le bain marine	25
<b>Figure 17</b>	Histogramme des teneurs en composés phénoliques des extraits	27
<b>Figure 18</b>	Histogramme des teneurs en flavonoïdes des extraits de melon et pastèque	29
<b>Figure 19</b>	Les valeurs IC50 des extraits de melons et pastèques	31
<b>Figure 20</b>	Les EC50 des extraits de melon et pastèque (test phosphomolybdate)	33

## LISTE DES TABLEAUX

<i>N° tableau</i>	<i>Titre du tableau</i>	<i>N° page</i>
<b>Tableau I</b>	Différentes variétés de la pastèque	03
<b>Tableau II</b>	Différentes variétés de melon	04
<b>TableauII (suite)</b>	Différentes variétés de melon	05
<b>Tableau III</b>	La composition de la pastèque pour 100 g de partie comestible	07
<b>Tableau IV</b>	Quelques compositions minérales et en vitamines de la peau de pastèque	08
<b>Tableau V</b>	Teneur quantitative en phytochimiques dans l'écorce de pastèque	09
<b>Tableau VI</b>	Teneur quantitative en phytochimiques dans les graines de pastèque	10
<b>Tableau VII</b>	Composition nutritionnelle de melon en portion crue comestible de 100 g	11
<b>Tableau VIII</b>	couleurs et rendements des différents extraits de <i>Citrullus lanatus</i> et <i>Cucumis melo</i> .	26



# SOMMAIRE

Remerciement

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction ..... 1

## Première partie : Etude bibliographique

<b>I. Présentation de la famille des cucurbitacées</b> .....	2
<b>I.1. Cas de la pastèque (<i>Citrullus lanatus</i>)</b> .....	2
I.1.1. Description botanique de <i>Citrullus lanatus</i> .....	2
I.1.2. Classification de <i>citrullus lanatus</i> .....	2
I.1.3. Caractéristiques de <i>Citrillus lanatus</i> .....	2
<b>I.2. Cas de melon (<i>Cucumis melo</i>)</b> .....	3
I.2.1. Description botanique de <i>Cucumis melo</i> .....	3
I.2.2. Classification de <i>c.melo</i> .....	4
I.2.3. Caractéristiques de <i>Cucumis melo</i> .....	4
<b>II. Composition chimiques</b> .....	5
<b>II.1. Composition chimique de <i>Citrullus lanatus</i> (pastèque)</b> .....	6
II.1.2 Composition du fruit .....	6
II.1.2 Composition de l'écorce de pastèque .....	8
II.1.3 Composition des graines .....	9
II.1.3.1. Composition vitaminique .....	10
<b>II.2. Composition chimique du genre <i>Cucumis melo</i></b> .....	10
II.2.1. Composition du fruit .....	11
II.2.2. Composition des graines .....	12
II.2.3. Composition de l'écorce .....	13
<b>III. Radicaux libres et systèmes antioxydants</b> .....	14
<b>III.1. Radicaux libres</b> .....	14

<b>III.2. Stress oxydatif</b> .....	14
III.2.1. Pathologies associées au stress oxydant .....	14
<b>III.3. Les antioxydants</b> .....	14
III.3.1. Origine ou sources des antioxydants .....	15
III.3.1.1. Les antioxydants enzymatiques .....	15
a) Catalase (CAT).....	15
b) La glutathion peroxydase (GPx) .....	15
c) Glutathion réductase (GRx) .....	15
III.3.1.2. Les antioxydants non-enzymatiques .....	15
a) Les antioxydants métaboliques .....	15
b) Les antioxydants nutritifs .....	15
III.3.2. Composés phénoliques .....	16
III.3.2.1. Principaux composés phénoliques .....	16
III.3.3. Propriétés antioxydants des polyphénols .....	16
III.3.4. Propriétés antioxydants des acides phénoliques .....	17
III.3.5. Propriétés antioxydants des flavonoïdes .....	17
III.3.6. Propriétés antioxydants des tanins .....	17
III.3.7. Les propriétés antioxydants des caroténoïdes .....	17

## **Deuxième partie : Etude expérimentale**

### **Matériel et méthodes**

<b>I. Matériel végétal</b> .....	18
I.1. Échantillonnage .....	18
I.2. Préparation des échantillons .....	18
I.2.1 Séchage .....	18
I.2.2. Broyage et tamisage .....	18
I.3. Préparation des extraits phénoliques.....	19
I.3.1. Macération .....	19
I.3.2. L'évaporation.....	20
<b>II. Etude quantitative</b> .....	21
II.1. Rendement d'extraction.....	21
II.2. Dosage des composés phénoliques totaux .....	21
II.2.1. Principe .....	21
II.2.2. Mode opératoire .....	21
II.3. Dosage des flavonoïdes .....	22

II.3.1. Principe .....	22
II.3.2. Mode opératoire .....	22
<b>III. Mesure de l'activité Antioxydant.....</b>	<b>22</b>
III.1. Méthode du DPPH .....	22
III.1.1. Principe .....	23
III.2. Pouvoir réducteur teste phosphomolybdate d'ammonium.....	24
III.2.1. Principe .....	24
III.2.2. Mode opératoire.....	24
<b>IV. Analyse statistique.....</b>	<b>25</b>

### **Résultats et discussion**

I. Le Rendement d'extraction.....	26
II. Les Composés phénoliques .....	26
III. Les Flavonoïdes.....	28
IV. Pouvoir anti-radicalaire au DPPH.....	30
V. Activité réductrice (test phosphomolybdate).....	32

<b>Conclusion.....</b>	<b>34</b>
------------------------	-----------

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

### **Résumé**

# INTRODUCTION

*« Que ton alimentation soit ta première médecine »*

*Hippocrate*

Les espèces de la famille des cucurbitacées contiennent une composition phytochimique d'un grand intérêt en raison de la large gamme d'activités biologiques qu'elles exercent chez les plantes et les animaux. (**Ahmad et al., 2017**).

Les plantes *Citrullus lanatus* et *Cucumis melo* sont des classes très importantes de la famille des cucurbitacées. Leurs fruits à chair fraîche, sucrée est très prisée en saison estivale, possèdent de nombreuses propriétés antioxydantes et hydratantes. Leur graines sont également la source de nombreux composés bénéfiques pour la santé tels que les vitamines, les minéraux, les flavonoïdes, les acides aminés, ...etc. Parmi ces composées se trouvent les composés phénoliques qui requièrent une attention particulière et sont de plus en plus étudiés (**Ajuru et Nmom, 2017**).

Les sous-produits des plantes *Citrullus lanatus* et *Cucumis melo* ont actuellement un grand intérêt pour la nutrition humaine parce qu'ils sont d'excellentes sources d'antioxydants naturels en grande partie sous forme de caroténoïdes, composés phénoliques et acide ascorbique. L'extraction et la caractérisation de ces composés connus généralement sous l'appellation de « composés bioactifs », des sous-produits de ces plantes (feuilles, graines et fruites), constituent un sujet de recherche très actuel. De nombreuses études explorent aujourd'hui la possibilité de leur transformation en ingrédients incorporables dans différents produits alimentaires, cosmétiques ou pharmaceutiques. Cet intérêt particulier est dû au fait qu'au cours des dernières années, les hommes ont commencé à se réorienter vers l'utilisation de produits naturels au détriment de ceux issus de la synthèse chimique. Les multiples effets bénéfiques de ces composés issus de sources naturelles sont attribués à leurs diverses activités biologiques (antioxydante, antimicrobienne, antivirale, anti inflammatoire etc.) (**Ajuru et Nmom, 2017**).

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail qui a pour but d'étudier l'activité antioxydante des différents extraits de *C. lanatus* et *C. melo* et l'analyse de leur activité réductrice. Pour cela, il a été procédé d'abord à l'extraction et au dosage des polyphénols, flavonoïdes, suivi par l'étude du pouvoir antioxydant vis-à-vis du DPPH et l'activité réductrice pour déterminer l'importance de cette activité.

La présente étude comporte deux parties : une synthèse bibliographique comportant un chapitre consacrée à la présentation de données générales sur la pastèque et le melon et leurs compositions chimiques, un autre chapitre présentant les antioxydants et leurs propriétés, et une partie expérimentale où sont présentées les méthodes utilisés pour le dosage des antioxydants et l'étude de l'activité antioxydant, et la discussion des résultats.

# **PREMIER PARTIE :**

# **ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

*«Le meilleur médecin est la nature : elle guérit les trois quarts des maladies et ne dit jamais de mal de ses confrères»*

*Louis Pasteur*

## Généralités sur *C. lanatus* et *C. melo*

### I. Présentation de la famille des cucurbitacées

La famille des Cucurbitaceae est formée d'environ 130 genres et 800 espèces, dont les courges, les pastèques, les citrouilles, les melons et les gourdes. Les Cucurbitaceae sont cultivées dans les régions chaudes du monde et plusieurs de leurs parties sont généralement utilisées comme aliments, en particulier les fruits, les fleurs et les graines. 90% des espèces sont localisées dans trois zones principales : Afrique et Madagascar, Amérique centrale et du Sud et Asie du Sud-Est et Malaisie (Ozuna et León-Galván, 2017).

#### I.1. Cas de la pastèque (*Citrullus lanatus*)

##### I.1.1. Description botanique de *Citrullus lanatus*

*Citrullus lanatus* est une plante annuelle prostrée ou grimpante (Alka *et al.*, 2018). Cette plante herbacée à plusieurs tiges fermes et coriaces atteignant trois mètres de long. Les feuilles sont rigides, rugueuses des deux côtés (60-200 mm de long) et (40-150mm de large) généralement lobé. Les tiges des feuilles sont quelque peu velues peuvent atteindre 150 mm de long. Le fruit est généralement globuleux à oblong ou ellipsoïde parfois ovoïde avec une longueur de 5 à 70 cm (Erhirhie et Ekene, 2014).

##### I.1.2. Classification de *citrullus lanatus*

**Règne :** Plantae.  
**Division :** Magnoliophyta.  
**Classe :** Magnoliopsida.  
**Ordre :** Cucurbitales.  
**Famille :** Cucurbitaceae.  
**Genre :** Citrullus.  
**Espèce :** *Citrullus lanatus*.


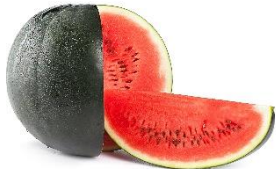
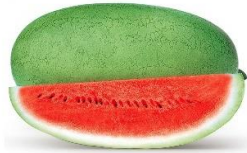
**Nom botanique :** *Citrullus lanatus* (Thunb.) (Wehner, 2008).

**Nom vernaculaire :** Citronmelon, watermelon (**Anglais**), Melon d'eau, pastèques (**Français**), Tarbooz (**Hindi**), Wassermelone (**Allemand**), Batikhe (**Arabe**) et ddella3 (kabyle).

##### I.1.3. Caractéristiques de *Citrillus lanatus*

Les caractéristiques des variétés de pastèques les plus cultivées dans le monde sont données dans le tableau I.

**Tableau I :** Différentes variétés de la pastèque (Chomicki *et al.*, 2020).

<i>Caractéristiques</i>	<i>Photographies</i>
<p><b><i>Pastèque crimson sweet</i></b>  <i>A peau verte et à chair très rouge  pouvant atteindre 11 à 14 kg.</i></p>	
<p><b><i>Pastèque sugar baby</i></b>  <i>15-20 cm de diamètre et peuvent  arriver à 4kg l'épiderme est très épais  et d'un vert foncé qui devient noir à  maturité</i></p>	
<p><b><i>Pastèque charleston gray</i></b>  <i>Pois moyen 12 à 20 kg, peau vert clair  marbré.</i></p>	

## **I.2. Cas de melon (*Cucumis melo*)**

### **I.2.1. Description botanique de *Cucumis melo***

Le terme « melon » vient du latin *melo*, *melonis*, dérivant d'une racine grecque qui désigne la pomme (Futura-Science, 2001). Le nom scientifique du melon est *Cucumis melo*. (Milind et Kulwant, 2011). Il est largement cultivé comme plante potagère pour son fruit comestible ; le terme désigne lui-même très savoureux, sucré et parfumé (Mallek-Ayadi *et al.*, 2018).

C'est une plante grimpante annuelle à tige anguleuse et scabre. Les feuilles d'environ 7,5 cm, de contour orbiculaire-réniforme, avec des poils mous. Les graines sont obovoïdes et arrondies à l'apex (Fahamiya *et al.*, 2016).



Les fruits sont gros de forme ovale ou ronde, qui ont une peau plus ou moins lisse, ou bosselée, côtelée, brodées ou galeuse de couleurs variées (vert, jaune et blanc). La pulpe qui est de couleur variée selon la variété, et très savoureuse et sucrée surtout lorsque le fruit est mur (**Milind et Kulwant, 2011**).

### I.2.2. Classification de *c.melo*

**Règne :** Plantae  
**Sous règne :** Tracheobionta  
**Division :** Magnoliophyta  
**Classe :** Magnoliopsida  
**Ordre :** Cucurbitales  
**Famille :** Cucurbitaceae  
**Genre :** Cucumis

**Nom botanique :** *Cucumis melo* L. (**Mallek-Ayadi et al., 2018**)

**Nom vernaculaire :** Muskmelon, cantaloupe, honeydew, sugar melon, sweet melon (**Anglais**), Melon, cantaloup, melon miel (**Français**), Kharbooza10T (**Hindi**), Honigmelone (**Allemand**) et Faghoos (**Arabe**), afeqqus, abettix (**kabyle**).

### I.2.3. Caractéristiques de *Cucumis melo*

Les caractéristiques des variétés de melon les plus cultivées dans le monde sont illustrées dans le **Tableau II** :

**Tableau II :** Différentes variétés de melon (**Rolim et al., 2020**).

<i>Caractéristiques</i>	<i>Photographies</i>
<p style="text-align: center;"><b><i>Melon jaune</i></b></p> <p><i>Il a été introduit d'Espagne, également connu sous le nom d'espagnol melon jaune. Il est inodore, a la peau jaune et la chair blanche.</i></p>	

Tableau II (suite) : Différentes variétés de melon (Rolim et al., 2020).

**Melon cantaloup**

*D'origine américaine et est l'un des plus produits dans le monde. Fruits sphériques, chair orange et assez aromatique. Un très commun la nomenclature est celle du melon japonais, un melon de type cantaloup.*

**Melon charentais**

*Aromatiques d'origine française, écorce verte et légèrement réticulée, forme arrondie et parfois aplatie, avec des sutures. Peau verte avec vert foncé travers de porc. Forme ronde ou semi-ovale, chair orange et très aromatique.*

**Melon Net / Honey Dew**

*Forme sphérique, peau lisse avec couleur variant entre blanc et jaune, et sa chair peut être verte.*



## II. Composition chimiques

L'analyse phytochimique des plantes qui appartiennent à la famille des cucurbitacées confirme la présence de divers composés phytochimiques et une quantité considérable de métabolites secondaires comme les tanins, les flavonoïdes, les pigments, les glycosides cardiotoniques, les terpénoïdes, les résines, les saponines, les caroténoïdes et les phytostérols (Ahmad et al., 2017).

Les graines sont une bonne source de protéines, de lipides, d'acides gras insaturés, de vitamine E et de certains minéraux tels que Mn, Zn et Cu. Tandis que les polysaccharides sont

rare dans les cucurbitacées mais liés aux protéines, sont souvent considérés comme des composés actifs clés chez certaines espèces (Soto-Hernández *et al.*, 2015).

Toutefois, toutes les cucurbitacées sont caractérisées par leur richesse en cucurbitacine qui fait partie de la classe des terpénoïdes (Sahu et Samal, 2020).

## II.1. Composition chimique de *Citrullus lanatus* (pastèque)

Les principaux composants nutritionnels de *Citrullus lanatus* sont les glucides, la vitamine A et C et les éléments minéraux tels que le potassium, le fer et le calcium. La pastèque contient aussi une haute concentration en lycopène ; un caroténoïde qui présente un intérêt considérable pour ses propriétés antioxydantes. La pastèque contient de la citrulline (structure dans la Figure 01); élément nécessaire à la synthèse de l'arginine aux propriétés cicatrisantes, identifiée pour la première fois à partir de *Citrullus vulgaris* dont elle tient son nom, c'est un acide aminé non protéique qui serait abondant dans la pastèque, La citrulline est considérée comme un osmolyte puissant et un piègeur de radicaux contre le stress dû à la sécheresse et au sel (Maoto *et al.*, 2019).

Selon Aderiye *et al.* (2020), la pastèque est la plus importante source de citrulline, sa quantité varie de 0,7 à 3,6 mg/g de fruits frais selon l'espèce et le degré de maturité.

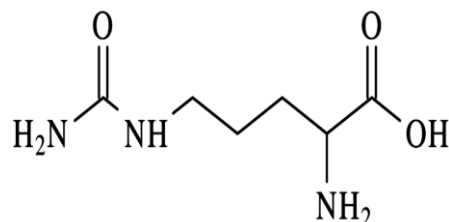


Figure 01 : Structure de la citrulline (Doll et Ricou, 2013).

*Citrullus lanatus* produit un fruit composé de chair (68%), de graines (2%) et d'écorce (environ 30% de la masse totale du fruit).

### II.1.2 Composition du fruit

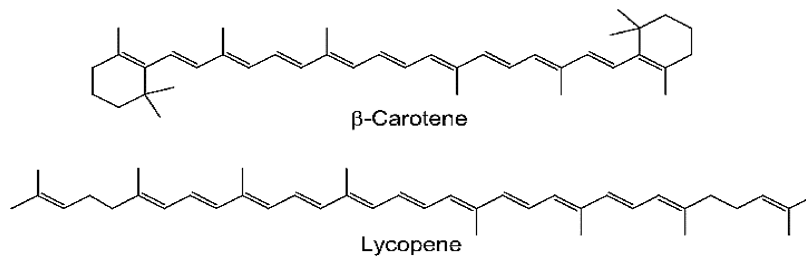
Le tableau ci-dessous nous donne la composition biochimique de la partie comestible de la pastèque (*Citrullus lanatus*) crus.

**Tableau III :** La composition de la pastèque pour 100 g de partie comestible (**Erhirhie et Ekene, 2014**)

<b>Energie</b>	<b>134 kJ (32 kcal)</b>
<b>Eau</b>	91,5 g
<b>Protéines</b>	0.6 g
<b>Lipides</b>	0.4 g
<b>hydrate e carbone</b>	7.2 g
<b>Calcium</b>	8 mg
<b>Phosphore</b>	9 mg
<b>Fer</b>	0.17 mg
<b>Thiamine</b>	0.08 mg
<b>Riboflavine</b>	0.02 mg
<b>Niacine</b>	0.02 mg
<b>Folate</b>	20 mg
<b>acide ascorbique</b>	9.6 mg

Le fruit de la pastèque contient 91% d'eau en poids (**Alka et al., 2018**). Les macronutriments de base du fruit de la pastèque comprennent, les protéines, les fibres alimentaires, les graisses et les glucides (environ 6%) (**Bhavisha, Patel. (2019)**). Le goût sucré de la pastèque est principalement dû à une combinaison de saccharose, de glucose et de fructose. Le saccharose et le glucose représentent 20 à 40 % et le fructose 30-50% des sucres totaux dans une pastèque mûre (**Maoto et al., 2019**).

Le fruit de la pastèque est considéré comme une importante source de vitamines A (de 569 à 864,88 UI), B (13,53 mg/100g), C et E, vitamine B6 (pyridoxine) et vitamine B-1 (thiamine), de minéraux (phosphore, potassium, magnésium, calcium et fer) et d'acides aminés et d'antioxydants, par exemple, les composés phénoliques (le jus frais de la pastèque contient de 16,94 à 20,23 mg de EAG/100 mL (**Feng et al., 2013**) et les caroténoïdes (**Martins et al., 2018**). Le lycopène (48,6 µg de lycopène/g de poids frais) et le β-carotène (461 µg dans une tasse de pastèque coupée en dés) sont respectivement responsables des couleurs rouge et orange de la pastèque (**Maoto et al., 2019**).



**Figure 02 :** Structure chimique du β-carotène et du lycopène (Maoto *et al.*, 2019).

### II.1.2 Composition de l'écorce de pastèque

En général, les minéraux et les vitamines sont essentiels, mais en petites quantités, pour la régulation du métabolisme normal et comme antioxydant, capacité de la poudre d'écorce de pastèque et des antioxydants synthétiques (BHA) à empêcher le blanchiment du b-carotène (Gladvin *et al.*, 2017).

Les compositions minérales et vitaminées de l'écorce de pastèque (*Citrullus lanatus*) sont indiquées dans les tableaux ci-dessous :

**Tableau IV :** Quelques compositions minérales et en vitamines de la peau de pastèque (Gladvin *et al.*, 2017).

Minérale	mg/100g	Vitamines	mg/100g
<b>Fer</b>	1,29	<b>Rétinol (vitamine A)</b>	52,13
<b>Manganèse</b>	1,42	<b>Thiamine (vitamine B1)</b>	1,23
<b>Phosphore</b>	135,24	<b>Riboflavine (vitamine B2)</b>	2,71
<b>Calcium</b>	29,15	<b>Niacine (vitamine B3)</b>	4,25
<b>Sodium</b>	12,65	<b>Pyridoxine (vitamine B6)</b>	5,34
<b>Zinc</b>	1,29	<b>Acide ascorbique (vitamine C)</b>	8,46
<b>Potassium</b>	1,37		
<b>Magnésium</b>	1,48		

Les valeurs dans le **Tableaux IV** montre que la peau est une meilleure source de minéraux et de vitamines : phosphore, calcium, vitamine A et vitamine C. Les déchets ont un contenu précieux et peuvent avoir une importance nutritionnelle et physiologique (Gladvin *et al.*, 2017).

Le tableau ci-dessous nous donne la Teneur quantitative en phytochimiques dans l'écorce de pastèque (*Citrullus lanatus*).

**Tableau V** : Teneur quantitative en phytochimiques dans l'écorce de pastèque (Njoya *et al.*, 2019).

Substances phytochimiques	Teneur (mg/100 g)
Alcaloïdes	37,42 ± 0,35
Phénols totaux	52,02 ± 0,79
Saponines	17,79 ± 0,65
Tannins	0,00 ± 0,00
Glycosides cardiaques	1,61 ± 0,14
Flavonoïdes	2,32 ± 0,31
Terpénoïdes	1,56 ± 0,10
Glycoside cyanogène	9,49 ± 0,37
Anthraquinones	5,61 ± 0,05
Phlobatannins	0,00 ± 0,00
Antioxydants	6,43 ± 0,35

La composition phytochimique quantitative de l'écorce de pastèque est résumée dans le **Tableau V**, tous les phytochimiques estimés étaient présents dans des quantités variées mais les tanins étaient visiblement absents. Les alcaloïdes, les phénols totaux et les Saponines étaient significativement plus élevés que les autres (Njoya *et al.*, 2019).

### II.1.3 Composition des graines

Les graines de la pastèque contiennent 15 à 45% d'huile composée de glycérides, et d'acides gras (acide linoléique, acide oléique, acides palmitique et stéarique). La teneur en acides gras insaturés d'un extrait d'éther de graines de pastèque est de 76,1% où le composé principal étant l'acide linoléique (Jahan *et al.*, 2011).

Le tableau ci-dessous nous donne la Teneur quantitative en phytochimiques dans les graines de pastèque (*Citrullus lanatus*).

**Tableau VI** : Teneur quantitative en phytochimiques dans les graines de pastèque (Njoya *et al.*, 2019).

Substances phytochimiques	Teneur (mg/100 g)
Alcaloïdes	19.73 ± 0.23
Phénols totaux	42.10 ± 0.50
Saponines	0.08 ± 0.00
Tannins	0,00 ± 0,00
Glycosides cardiaques	2.92 ± 2.21
Flavonoïdes	3.98 ± 0.05
Terpénoïdes	3.78 ± 0.04
Glycoside cyanogène	7.63 ± 0.39
Anthraquinones	0,00 ± 0,00
Phlobatannins	1.46 ± 1.46

### II.1.3.1. Composition vitaminique

La composition vitaminique des graines de pastèque est ; 0,03 mg/100 g pour la vitamine B1, 0,01 pour la vitamine B2, 0,64 mg/100 g pour la vitamine B3, 0,24 mg/100 g pour la vitamine B6 et 0,01 pour la vitamine B12 (Hassen *et al.*, 2011).

## II.2. Composition chimique du genre *Cucumis melo*

Le melon contient des minéraux tels que le potassium, le calcium et le fer. Naturellement, ils sont faibles en sodium, en matière grasse et en cholestérol (Ibrahim *et al.*, 2015 ; Gómez-García *et al.*, 2020). Ce sont également une source importante de fibres alimentaires, de vitamine C, vitamine E (tocophérols), polyphénols et caroténoïdes ( $\alpha$ -carotène,  $\beta$ -carotène (pro-vitamine A),  $\beta$ -cryptoxanthine, lutéine, zeaxanthine) qui sont dotés de propriétés antioxydantes (Kolayli *et al.*, 2010; Ismail *et al.*, 2010 ; Laur et Tian, 2011). Il contient également des phytoconstituants tels que les saponines, les flavones, les tanins et les terpénoïdes, etc (Goutam *et al.*, 2020). Toutefois, la composition et les teneurs en différents composés varient d'une espèce à une autre.

Ils renferment aussi une enzyme, la superoxyde dismutase (SOD) qui catalyse la dismutation des superoxydes en oxygène et peroxyde d'hydrogène (Vouldoukis *et al.*, 2004). Ces fruits contiennent une grande quantité de graines, riches en huile et en protéines possédant des propriétés médicinales.

*Cucumis melo* (melon) produit un fruit composé de pulpe (71%), de graines (9%) et d'écorce (environ 20% de la masse totale du fruit)( **Esplard, 2002**).

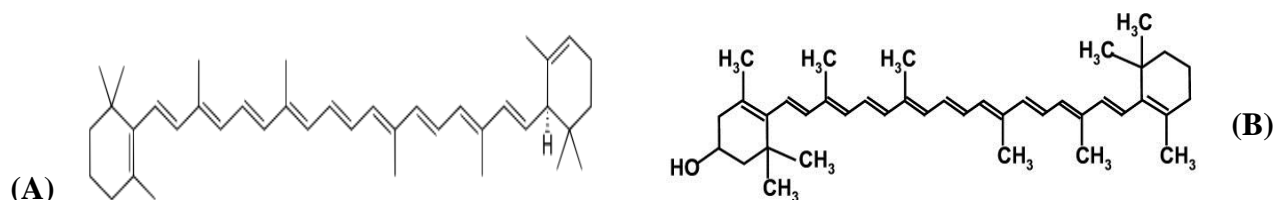
### II.2.1. Composition du fruit

Le melon se caractérise par une grande richesse en eau ; plus de 90% qui le rende particulièrement désaltérante, peu énergétique, il peut être recommandé en cas de surpoids au diabète, sa teneur en fibres n'est pas très élevée **Tableau VII**.

**Tableau VII** : Composition nutritionnelle de melon en portion crue comestible de 100 g (**Soto-Hernández et al., 2015**).

<b>Calories</b>	<b>35 (kcal)</b>
<b>L'eau (%)</b>	90
<b>Protéine (g)</b>	0,9
<b>Graisses (g)</b>	0,3
<b>Glucides (g)</b>	8,4
<b>Fibre (g)</b>	0,8

Les polyphénols les plus courants des fruits de melon sont les flavonoïdes et les acides phénoliques (**Tadmor et al., 2010**) tels que les acides férulique, caféique et chlorogénique (**Fahamiya et al., 2016**). En outre, dans le melon, il est possible de trouver des caroténoïdes dont l' $\alpha$ -carotène, du  $\beta$ -carotène (**Figure 03**), de la lutéine, de la  $\beta$ -cryptoxanthine, du phytoène, de la violaxanthine, de la néoxanthine et de la zéaxanthine (**Gómez-García et al., 2020**). Le fruit renferme aussi de l'uréase, de la peptidase, de la protéase et des vitamines A, B, C. La tige du fruit contient de la cucurbitacine B et E (**Fahamiya et al., 2016**).



**Figure 03**: Structures des principaux caroténoïdes présents dans le melon (A)  $\alpha$ -carotène ; (B)  $\beta$ -cryptoxanthine (**Gómez-García et al., 2020**).



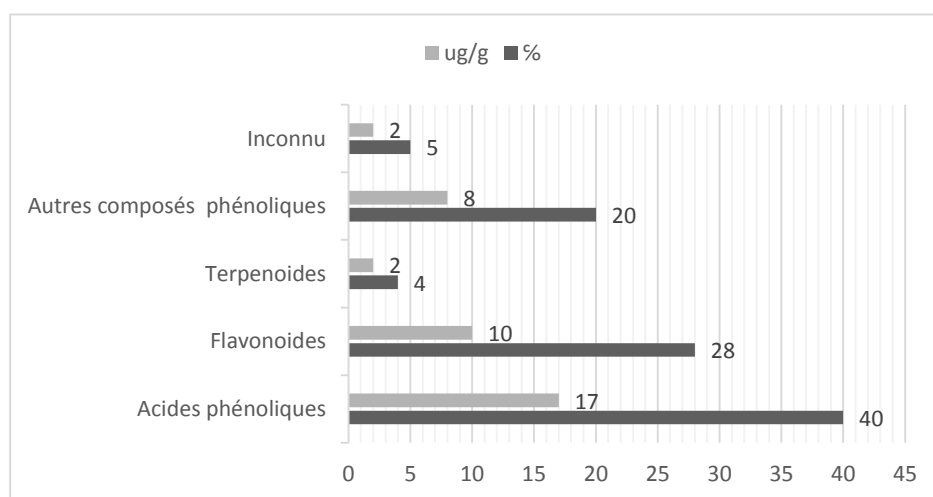
## II.2.2. Composition des graines

Les graines ont des pourcentages élevés de lipides (25% à 31%), de fibres (25% à 30%) et de protéines (20% à 27%) (Rolim *et al.*, 2020), la teneur en protéines de la farine de graines est de 49,93% (Fahamiya *et al.*, 2016).

Les acides linoléique (53,9%), oléique (12,1%), palmitique (23,9%) et stéarique (5,7%) sont les principaux acides gras des graines de melon (Rolim *et al.*, 2019). Elles contiennent aussi de l'acide myristique, du triterpénoïdes glucosides, des phosphates, du galactane et de la citrulline (Fahamiya *et al.*, 2016).

Les graines de melon sont riches en acides aminés essentiels : l'acide glutamique étant majoritaire (23,32%) et l'asparagine (21%), l'acide aspartique (14%), l'isoleucine (04%), la leucine (10%), l'arginine (08%), l'alanine (06%), phénylalanine (07%), valine (03%) et lysine (03%) (Mallek-Ayadi *et al.*, 2015).

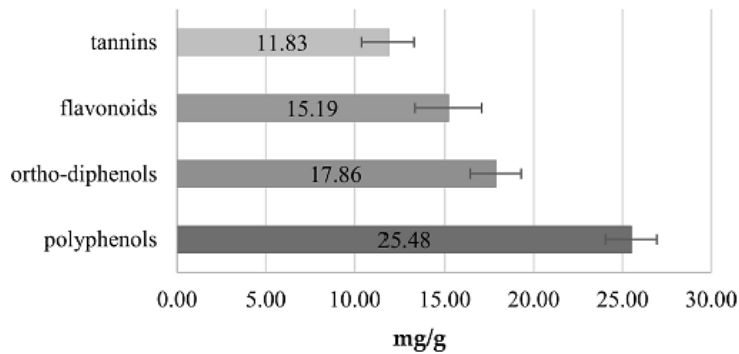
Les acides phénoliques (40%) représentent la classe dominante des composés phénoliques présents dans les graines de melon suivie par la classe des flavonoïdes qui constituent 28% (Figure 04) (Mallek-Ayadi *et al.*, 2015).



**Figure 04** : Répartition des classes des composés phénoliques et de terpenoides des graines de *Cucumis melo* . (Mallek-Ayadi *et al.*, 2015).

### II.2.3. Composition de l'écorce

La figure 05 présente les teneurs en polyphénols, en ortho-diphénols, en flavonoïdes et en tanins dans l'écorce *Cucumis melo*.



**Figure 05.** Teneurs en polyphénols, ortho-diphénols, flavonoïdes et tanins dans l'écorce *Cucumis melo*. (Mallek-Ayadi et al., 2015).

Les tanins ont été considérés comme des composants des plantes favorables à la santé, car ils possèdent des potentiels anti-cancérogènes et anti-mutagènes, ainsi que des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et anti-radicalaires, la teneur en tanins était plus élevée dans les écorces que dans les graines.

Les composés phénoliques sont connus pour protéger les composants cellulaires contre les radicaux libres, les propriétés antioxydantes. Les peaux de cantaloup ont montré la plus haute teneur en flavonoïdes.

Les propriétés thérapeutiques du melon et de la pastèque sont résumées dans le tableau de l'annexe IV

### **III. Radicaux libres et systèmes antioxydants**

#### **III.1. Radicaux libres**

Un radical libre est une espèce chimique (atome ou molécule) contenant un électron non apparié dit célibataire. Ce déséquilibre n'est que transitoire et est comblé par l'acceptation d'un autre électron ou le transfert de cet électron libre sur une autre molécule (**Afonso et al., 2006**).

Ces radicaux sont électriquement neutres ou chargés (ioniques), tel que le radical hydroxyle ( $\text{OH}^\circ$ ), l'anion superoxyde ( $\text{O}_2^{-\circ}$ ), et le peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) (**Haton, 2005**)

Les radicaux libres sont produits en permanence en faible quantité comme les résidus des réactions énergétiques, de défense ou les médiateurs tissulaires, cette production physiologique est parfaitement maîtrisée par des systèmes de défense (**Favier, 2003**). Lorsqu'ils sont en surcharge, ils ne peuvent pas être détruit, leur accumulation alors dans le corps provoque le stress oxydatif (**Lien ALPham-Huy et al., 2008**).

#### **III.2. Stress oxydatif**

On peut définir la notion de stress oxydant comme l'incapacité de l'organisme à se défendre contre l'agression des espèces oxygénées activées, suite à un déséquilibre lié, soit à une diminution de la capacité de défense antioxydant, soit à une production accrue de dérivés réactifs de l'oxygène (DRO) (**Defraigne et Pincemail, 2008**).

##### **III.2.1. Pathologies associées au stress oxydant**

Le stress oxydant est la cause principale du développement de nombreuses pathologies. Il est potentiellement impliqué dans le développement du vieillissement ou de pathologies associées à ce dernier, le cancer (oxydation de l'ADN), maladies cardio-vasculaires (oxydation des lipides) aussi l'augmentation du stress oxydant semblent être impliqués dans l'apparition des complications du diabète (**Haleng et al., 2007**).

#### **III.3. Les antioxydants**

Les antioxydants sont des substances capables de ralentir ou de prévenir l'oxydation d'autres molécules et peuvent protéger les cellules des dommages causés par les molécules instables connues sous le nom de radicaux libres.

Les réactions d'oxydation peuvent produire des radicaux libres qui déclenchent des réactions en chaîne qui causent des dommages pour la cellule. Les antioxydants terminent ces réactions en éliminant les intermédiaires de radicaux libres et inhibent d'autres réactions d'oxydations. Par conséquent les antioxydants sont souvent des agents réducteurs tels que 'acide ascorbique, les polyphénols, etc. (Assefa, 2016).

### III.3.1. Origine ou source des antioxydants

On distingue deux sources d'antioxydants : l'une est exogène apportée par l'alimentation essentiellement les fruits et les légumes (antioxydants non enzymatiques), l'autre est endogène représentée par des enzymes (antioxydants enzymatiques) (Haleng *et al.* 2007).

#### III.3.1.1. Les antioxydants enzymatiques

On cite quelques antioxydants enzymatiques :

- a) **Catalase (CAT)** : La catalase catalyse la transformation du peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène  $2H_2O_2$  (Haleng *et al.* 2007).
- b) **La glutathion peroxydase (GPx)** : La glutathion peroxydase est une scléroprotéine qui réduit les peroxydes aux dépens de son substrat spécifique (Haleng *et al.* 2007).
- c) **Glutathion réductase (GRx)** : Le glutathion réduit (GSH), consiste en l'élimination des peroxydes lipidiques résultant de l'action du stress oxydant sur les acides gras polyinsaturés (Haleng *et al.* 2007).

#### III.3.1.2. Les antioxydants non-enzymatiques

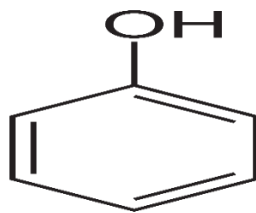
Pour les antioxydants non enzymatiques ils sont divisés en antioxydants métaboliques et antioxydants nutritifs :

- a) **Les antioxydants métaboliques** : ce sont des antioxydants endogènes exemple, l'acide lipoïde, glutathion, L-arginine, coenzyme Q10, mélatonine, acide urique, bilirubine, transferrine, etc.
- b) **les antioxydants nutritifs** : Ce sont des antioxydants exogène exemples la vitamine E, la vitamine C, les caroténoïdes, trace métaux (sélénium, manganèse, zinc), polyphénols, Acides gras (oméga-3 et oméga-6), etc. (Lien Al Pham-Huy *et al.* 2008).

### III.3.2. Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont la classe principale des métabolites secondaires chez les végétaux, ils sont principalement synthétisés à partir de l'acide aminé phénylalanine qui est converti en acide cinnamique, ils jouent un rôle dans la régulation de la croissance des plantes (attraction des pollinisateurs) participent aux réponses de défense pendant l'infection, l'exposition excessive au soleil, jouent un rôle dans la pigmentation... (**kubart, 2016**).

Ces composés sont caractérisés par la présence d'un cycle aromatique et d'un ou plusieurs groupements phénoliques dans leur structures (**Figure06**), ils se différencient par le nombre et la position des groupes hydroxyles et la présence de différents substituants tels que les acides organiques et les groupements alkyles (**M'hiri, 2015**). Les composés phénoliques ont plus de 8000 structures identifiées (**Laaboudi, 2012**).



**Figure 06** : structure de base d'un phénol (**Salta et al., 2007**).

#### III.3.2.1. Principaux composés phénoliques

Les composés phénoliques sont classés en acides phénoliques et en polyphénols qui sont à leur tour classés en flavonoïdes et non-flavonoïdes (**ouald yerouk et al., 2017**). Les différentes structures des différents composés phénoliques sont présentées dans (**Annexe I, II, III**)

#### III.3.3. Propriétés antioxydantes des polyphénols

L'intérêt des polyphénols réside dans leurs propriétés antioxydantes, ils sont capables de piéger les radicaux libres générés en permanence par notre organisme ou formés par notre environnement (**Barkat et Kadri, 2011**).

### III.3.4. Propriétés antioxydants des acides phénoliques

Les acides phénoliques possèdent un pouvoir antioxydant important, ils neutralisent les radicaux libres qui endommagent les cellules, ce qui a pour effet de renforcer les défenses immunitaires (**Bastian, 2006**).

### III.3.5. Propriétés antioxydants des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont capables de réduire les radicaux libres comme le superoxyde ( $O_2^\circ$ ), peroxyde ( $ROO^\circ$ ), alkoxyde ( $RO^\circ$ ) et hydroxyle ( $OH^\circ$ ) par transfert d'hydrogène (**Ghedira, 2005**).



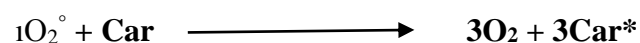
(Ou **R**. représente :  $O_2^\circ$ ,  $ROO^\circ$ ,  $RO^\circ$ ,  $OH^\circ$ ) (**Marfak, 2003**).

### III.3.6. Propriétés antioxydants des tanins

De nombreux tanins présentent des propriétés antioxydants par la neutralisation des radicaux libres ou par inactivation des ions pro oxydants par le biais de leurs fonctions phénoliques, qui ont un fort caractère nucléophile. Des activités antimutagènes et anticancéreuses sont attribuées à certains tanins en raison de leur propriété antioxydant (**Brunet, 2008**).

### III.3.7. Les propriétés antioxydants des caroténoïdes

L'activité antioxydant des caroténoïdes est basée sur l'inactivation de l'oxygène singlet, impliquant un transfert d'énergie à partir d' $^1O_2$  aux caroténoïdes, ce qui conduit à la formation de caroténoïdes triplets instables ( $3\text{Car}^*$ ) et l'oxygène à l'état fondamental ( $3O_2$ ).



Le caroténoïde formé peut revenir à son état fondamental en absorbant son énergie par des interactions de rotations et vibrations du milieu (**Krinsky et Johnson, 2005**).



# DEUXIÈME PARTIE :

# ETUDE EXPÉRIMENTALE

*«Je suis de ceux qui pensent que la science est d'une grande beauté. Un scientifique dans son laboratoire est non seulement un technicien : il est aussi un enfant placé devant des phénomènes naturels qui l'impressionnent comme des contes de fées »*

*Marie Curie*

CHAPITRE I :  
MATÉRIEL ET  
MÉTHODES



## **I. Matériel végétal**

### **I.1. Échantillonnage**

Le matériel végétal est constitué des graines et des écorces séparées de la pulpe des fruits (*Citrullus lanatus* et *Cucumis melo*). Ces derniers ont été achetés du marché local de la wilaya de Bejaia, et des feuilles récoltes dans une ferme à El'Kseur à Bejaia.

### **I.2. Préparation des échantillons**

#### **I.2.1 Séchage**

Le matériel végétal frais a été séché dans une étuve (Figure 07) à 40°C pendant trois jours. La température joue un rôle primordial dans la déshydratation des aliments.



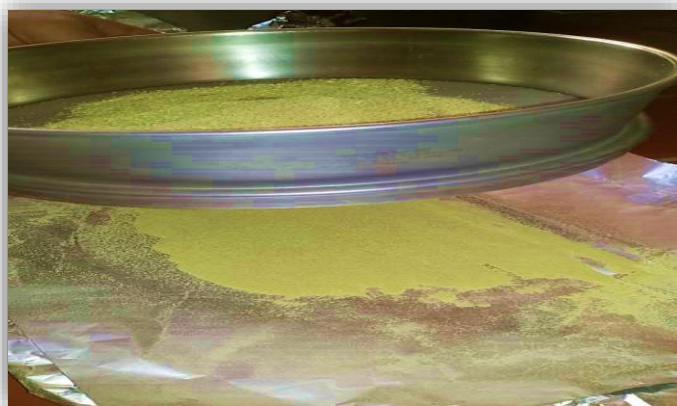
**Figure 07** : photographie de l'échantillon dans l'étuve

#### **I.2.2. Broyage et tamisage**

Après le séchage, les échantillons sont broyés à l'aide d'un broyeur éclectique, suivi d'un tamisage (figure 08) pour avoir une poudre fine et homogène à l'aide d'un tamiseur dont la taille des mailles est de 250 µm.

Pour son utilisation ultérieure et afin d'éviter sa photo-oxydation, les poudres obtenus sont conservées à l'obscurité dans des bocaux hermétiquement fermés. Les précautions prises visent à réduire les divers mécanismes de dégradation relatifs aux caractères organiques des matières

premières (**Ferrari, 2002**), à savoir la dénaturation des métabolites secondaires (**Kümkele et Lobmeyer, 2007**).



**Figure 08** : photographie de l'opération de tamisage de l'écorce de pastèque.

### I.3. Préparation des extraits phénoliques

L'extraction est une étape très importante avant l'analyse quantitative et qualitative des composés phénoliques. En effet, plusieurs facteurs influencent le rendement et la qualité des extraits comme le choix de la méthode d'extraction, le pH, la température, la lumière, le moment de la récolte du matériel végétal, en outre, la solubilité des composés phénoliques est affectée par la polarité du solvant utilisé (**ladoh yemeda et al., 2014**).

#### I.3.1. Macération

L'extrait phénolique des échantillons étudiés est obtenu par macération (Figure 09). Ce type d'extraction est un simple contact entre le support solide et le solvant ; 5g de poudre sont mélangés avec 50 ml d'éthanol/eau à 70% ; le mélange est mis sous agitateur magnétique. Après la macération, le mélange est filtré à l'aide d'un papier wattman N°3. Le retentât a subi une deuxième extraction suivi d'une filtration et d'une troisième extraction. Les trois filtrats sont mélangés et feront objet d'une évaporation.



**Figure 09** : photographie de filtration de mélange agité

### **I.3.2. Evaporation**

Le filtrat est placé dans l'évaporateur rotatif, le principe basé sur la distillation simple sous vide, qui permet d'éliminer les grandes quantités de solvant. On procède à l'évaporation jusqu'à la disparition complète du solvant.



**Figure 10** : photographie de l'évaporateur rotatif.

## II. Etude quantitative

### II.1. Rendement d'extraction

Le rendement d'extraction est calculé par la formule donnée par **Falleh et al. (2008)** :

$$R (\%) = 100 \text{ Mext/Méch.}$$

Où : R est le rendement en % ;

Mext est la masse de l'extrait après évaporation du solvant en mg ;

Méch est la masse sèche de l'échantillon végétal en mg.

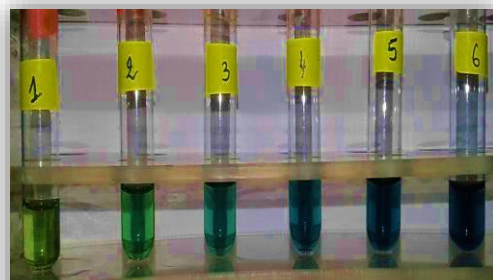
### II.2. Dosage des composés phénoliques totaux

#### II.2.1. Principe

La détermination de la teneur des composés phénoliques totaux est réalisée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ( $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $\text{H}_3\text{PMO}_{12}\text{O}_{40}$ ). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxyde bleu de tungstène et de molybdène. La coloration produite est proportionnelle à la quantité de composés phénoliques présente dans les extraits végétaux (**Boizot et charpentier, 2006**).

#### II.2.2. Mode opératoire

La méthode utilisée est celle décrite par **Milliauskas et al. (2004)**, elle consiste à mélanger un volume de 0.5ml d'extrait avec 2.5ml de réactif de F-C (2M) dilués 10 fois. Après 4 minutes d'incubation, 2ml de carbonate de sodium de concentration 75g/l sont ajoutés laisser à l'obscurité 30mn. Des solutions de concentrations croissantes d'acide gallique (standard) allant de 0 à 100 mg/l ont été réalisées dans les mêmes conditions et ont été utilisées pour tracer la courbe d'étalonnage (annexe) comme référence. Après une heure d'incubation à température ambiante, l'absorbance est mesurée au spectrophotomètre UV-visible à 760 nm contre un blanc (0.5ml de



**Figure 11** : photographie des résultats Dosage des composés phénoliques.

l'eau distillé et 2,5 de F-C et 2ml de Na<sub>2</sub>Co<sub>3</sub>). Les teneurs en polyphénols totaux ont été exprimées en milligramme équivalent acide gallique par 100 gramme de poudre sèche (mg EAG/100g P.S.). Toutes les mesures sont réalisées en trois essais.

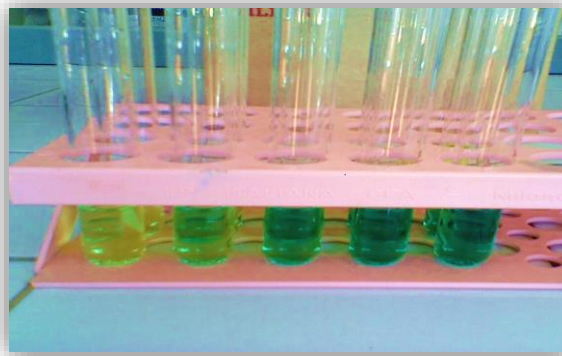
## **II.3. Dosage des flavonoïdes**

### **II.3.1. Principe**

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>). Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium) (Chang *et al.*, 2002). L'AlCl<sub>3</sub> forme un complexe très stable avec les groupements hydroxydes OH des phénols, ce complexe jaune absorbe la lumière visible à une longueur d'onde de 430 nm (Ribéreau-Gayon, 1968).

### **II.3.2. Mode opératoire**

La teneur en flavonoïde des extraits a été déterminée selon la méthode de (Ibrahim Et Hegazy, 2012). Un volume de 1 ml d'extrait est additionné à 1 ml de chlorure d'aluminium à 2% (prépare dans l'éthanol ou l'eau distillé). Le mélange est placé à l'obscurité pendant 15 min puis l'absorbance est mesurée à 430 nm contre deux blanc (blanc1 : 1ml d'extrait+1ml d'eau) (blanc2 : 1ml d'eau+1ml de AlCl<sub>3</sub>).



**Figure 12** : photographie des résultats Dosage des flavonoïdes

Une courbe d'étalonnage est réalisée dans les mêmes conditions en utilisant plusieurs concentrations de quercétine (annexe).

### III. Mesure de l'activité Antioxydant

#### III.1. Méthode du DPPH

Le DPPH est un radical libre stable utilisé expérimentalement pour remplacer les radicaux libres produits par les cellules en réponse à des stress internes ou externes (Akroum, 2011).

Le composé chimique DPPH est l'un des premiers radicaux libres utilisés pour étudier la relation structure-activité antioxydants des composés phénoliques (figure 13). Il possède un électron non apparié sur l'atome du pont formé par les deux azotes (Popovici *et al.*, 2009).

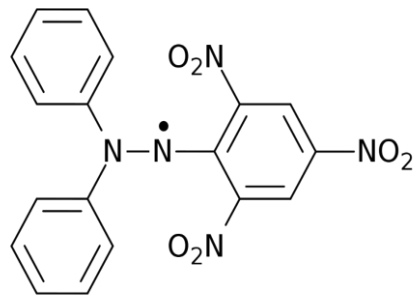


Figure 13 : structure chimique de radical libre DPPH (popovici *et al.*, 2009)

#### III.1.1. Principe

La mise en évidence de l'activité antioxydant est effectuée selon le protocole de Zuraini *et al.* (2008), dans lequel un volume de 100µl de chaque extrait est ajouté à 2,5ml de la solution méthanolique du DPPH•. L'absorbance est mesurée à 517nm après 30 minutes d'incubation à température ambiante contre un blanc de 100 µl d'eau distillé et 2.9 ml DPPH. Toutes les mesures sont effectuées à trois reprises.

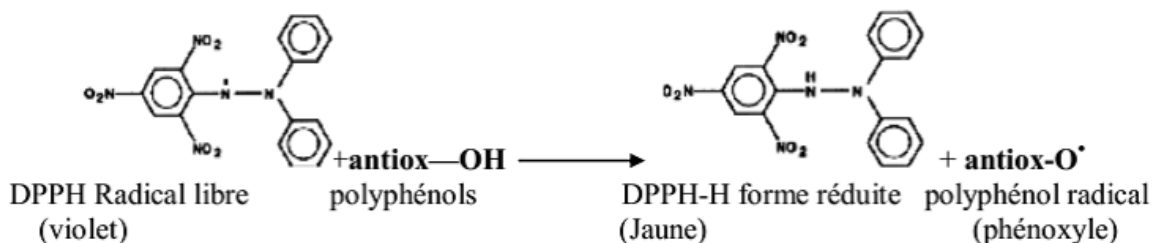


Figure 14 : Réaction d'un antioxydant avec un radical libre

La capacité antioxydant des extraits est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH selon la formule suivante :

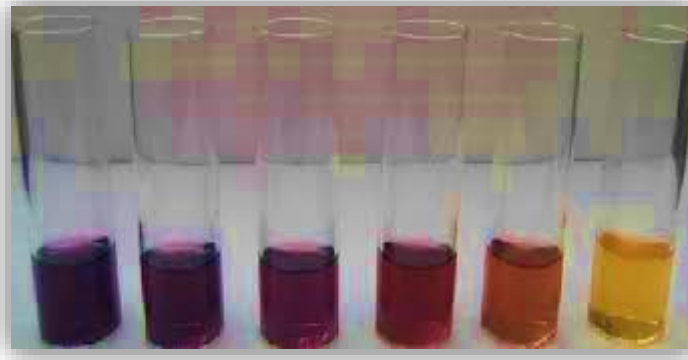
$$\% \text{ Inhibition} = [(A \text{ blanc} - A \text{ échantillon}) / A \text{ blanc}] \times 100$$

Où :

**A blanc** : Absorbance du blanc (2.9 ml DPPH + 100 $\mu$ l d'eau distille).

**A échantillon** : Absorbance de l'échantillon.

Le pourcentage d'inhibition est utilisé pour calculer la valeur d'IC50 qui est défini comme étant la concentration qui inhibe 50% du radical DPPH• (**Petlevski et al., 2013**).



**Figure 15** : photographie des résultats de l'activité antioxydant méthode du DPPH

### III.2. Pouvoir réducteur teste phosphomolybdate d'ammonium

Beaucoup d'études ont indiqué la présence d'une relation directe entre les activités antioxydants et la puissance réductrice (**Bentabet et al., 2014**).

#### III.2.1. Principe

La méthode utilisant le phosphomolybdate d'ammonium est un test antioxydant important basé sur la réduction de Mo+6 en Mo+5 par un composé antioxydant. Ceci conduit à la formation d'un complexe de phosphate /Mo+5, de couleur verte, avec une absorption maximale à 695nm. (**Nagavani et al., 2010**).

### **III.2.2. Mode opératoire**

La méthode consiste à introduire dans un tube 200 µl de chaque extrait à différentes concentrations mélangés à 2ml d'un réactif composé d'acide sulfurique à 0,6 mM, phosphate de sodium à 28 mM et molybdate d'ammonium à 4 mM. Les échantillons sont incubés dans un bain Marie à 95°C pendant 90 minutes. Après refroidissement à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 695 nm. Le témoin est constitué de 200 µl d'eau distillée avec 2 ml du réactif mentionné ci-dessus.



**Figure 16 :** photographie des extraits après incubations de 90mn dans le bain marine.

### **IV. Analyse statistique**

Une analyse descriptive des résultats est réalisée à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2013, afin de déterminer les moyennes, les écarts types. Une analyse statistique est appliquée à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1 dans le but de mettre en évidence les différences significatives entre les échantillons, Les valeurs de  $p \leq 0.05$  sont considérées statistiquement significatives.



**CHAPITRE II :**  
**RÉSULTATS ET**  
**DISCUSSION**

## I. Le Rendement d'extraction

Après extraction et lyophilisation, les extraits obtenus ont été récupérés sous forme d'une pâte ou d'une poudre. Le rendement a été calculé en pourcentage de masse d'extrait par rapport à la masse de la plante sèche.

Le tableau VIII représente les couleurs et les rendements des différents extraits.

**Tableau VIII** : couleurs et rendements des différents extraits de *Citrullus lanatus* et *Cucumis melo*.

Extraits	Solvant de reconstitution	Couleur de l'extrait	Rendement %
Feuilles de pastèque	Eau /méthanol 95%	Vert	19.2
Feuilles de melon	Eau /méthanol 95%	Vert	17
Peau de pastèque	Eau /méthanol 95%	vert	27.4
Peau de melon	Eau /méthanol 95%	jaune	19.4
Graines de pastèque	Eau /méthanol 95%	jaune	13
Graines de melon	Eau /méthanol 95%	jaune	5.4

Il a été constaté que les rendements d'extraction diffèrent selon la plante étudiée et selon la partie de la plante. En effet, l'extrait peau de pastèque présente le rendement le plus important avec 27.4% suivi de celui de la peau de melon avec 19.4%. Les rendements les plus faibles sont enregistrés pour les graines ; 13% pour les graines de pastèque et 5,4% pour le melon.

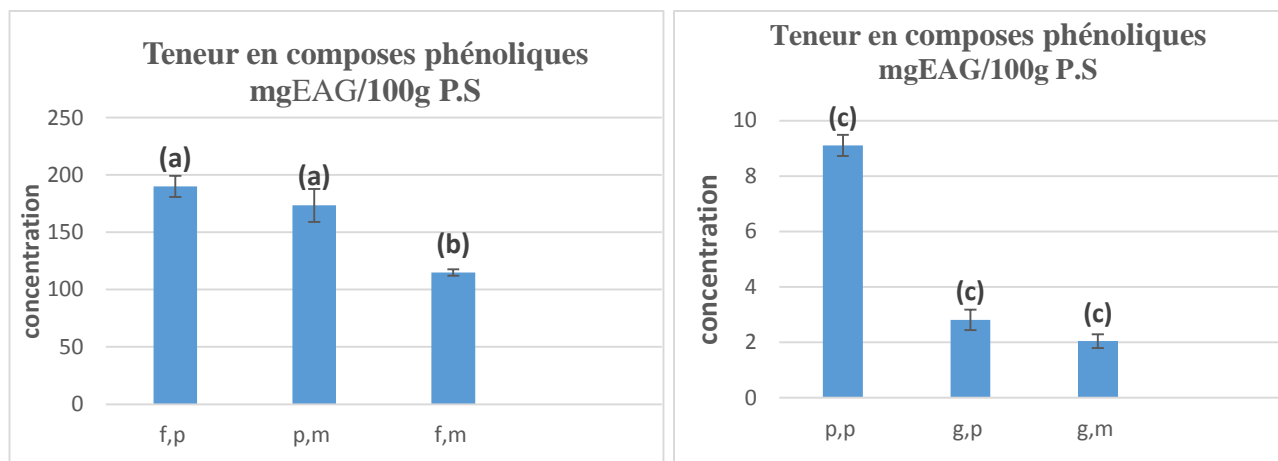
Cette variabilité du rendement des extraits dépend de plusieurs facteurs qui contribuent à son efficacité : la méthode d'extraction, la granulométrie des particules, la durée d'extraction, la nature et le volume du solvant utilisé.

**Tajnuba et al. (2016)**, qui ont étudié l'extraction des composés bioactifs à partir de quelques fruits et légumes, ont montré que le méthanol est le solvant le plus approprié pour un meilleur rendement en composés phénoliques et en flavonoïdes, suivi par l'eau, éthanol et l'acétone.

## II. Les Composés phénoliques

Les quantités des composés phénoliques dans les extraits ont été déterminées par la spectrométrie selon la méthode de folin-ciocalteu. Pour estimer cette quantité dans les extraits nous avons établi une courbe d'étalonnage de l'acide gallique dont l'équation de régression

linéaire est :  $y=11.86x+0.0519$  et le coefficient de corrélation  $R^2 = 0,9956$  à différentes concentrations (voir la courbe en annexe V). Les résultats sont représentés sur l’histogramme de la figure 17, Les teneurs en composés phénoliques exprimées en milligrammes équivalent d’acide gallique par 100 gramme de poudre sèche (mg EAG/100g P.S.).



**Figure 17 :** Histogrammes des teneurs en composés phénoliques totaux des extraits de melon et pastèque

Les teneurs en composés phénoliques dans les différents extraits analysés est variable et diffère d’un extrait à un autre et elles ne présentent pas des différences significatives ( $p \leq 0.05$ ) entre feuilles de pastèque et peau de melon et aussi entre graines de pastèque, peau de pastèque et graines de melon. D’autre part il existe une différence significative entre le groupe (a) et le groupe (b) et une différence hautement significative entre les groupes (a), (b) avec le groupe (c). Les teneurs sont comprises entre  $190.01 \pm 9.13$  mg EAG /100g P.S. et  $2.04 \pm 0.25$  mg EAG /100 P.S).

On a trois extraits riches en polyphénols qui sont : feuilles de pastèque ( $190.01 \pm 9.13$  mg EAG/100g P.S) suivie par peau de Melon ( $173.5 \pm 14.32$  mg EAG /100g P.S) puis feuilles de Melon ( $114.93 \pm 2.76$  mg EAG /100g P.S) et trois extraits avec une concentration faible en polyphénols qui sont : peau de pastèque ( $9.1 \pm 0.38$  mg EAG /100g P.S) suivie par graines de pastèque ( $2.8 \pm 0.36$  mg EAG /100g P.S) puis graines de melon ( $2.04 \pm 0.25$  mg EAG /100g P.S).

Nos résultats concernant les extraits de peau et grains de pastèque sont inférieurs à ceux rapportés par **Njoya et al. (2020)**, ayant travaillé sur la même variété de la région l’État d’Edo,

au Nigeria, soit ( $9.1 \pm 0.38$  mg/100g P.S) contre ( $52,02 \pm 0,79$ mg/100g P.S.) pour la peau et ( $2.8 \pm 0.36$  mg/100g P.S.) contre ( $42.10 \pm 0.50$ mg/100g P.S.) pour les grains.

Cette différence dans les résultats peut s'expliquer par le profil polyphénolique des extraits de plantes qui peut varier sous l'influence de divers facteurs parmi lesquels la variété, le climat, la localisation géographique (**Bentabet et al., 2014**), les différentes maladies qui peuvent affecter la plante, la maturité de la plante la température et le solvant d'extraction (**Sousa et al., 2008**). Aussi, le contenu phénolique dans les extraits de la plante dépend du type d'extrait, c'est à dire de la polarité du solvant utilisé dans l'extraction ; la solubilité élevée des phénols dans les solvants polaires donne la concentration élevée de ces composés dans les extraits obtenus en utilisant les solvants polaires pour l'extraction (**Conde et al., 2009**).

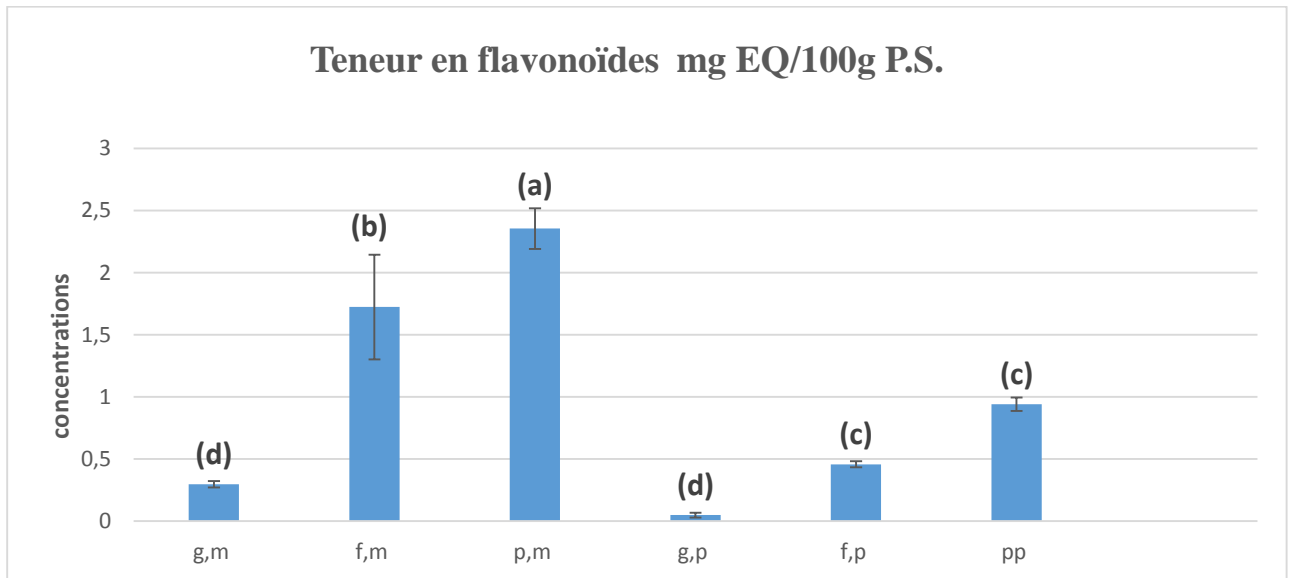
### **III. Les Flavonoïdes**

Les teneurs en flavonoïdes dans les extraits ont été estimées par la méthode utilisant le trichlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>).

La spectrophotométrie a permis de quantifier les flavonoïdes dans les extraits des plantes étudiées. La courbe d'étalonnage (**Annexe VI**) est tracée en utilisant différentes concentrations de la quercétine dont l'équation de régression linéaire est :  $y=65.8x$  le coefficient de corrélation  $R^2 = 0,9973$ .

L'étude statistique indique que les teneurs en flavonoïdes des extraits sont significativement différentes ( $p \leq 0.05$ ), entre les groupes **(a)**, **(b)**, **(c)**, et **(d)**. Et il n'y a pas une différence significative entre feuille de pastèque et peau de pastèque, et entre graine de melon et graine de pastèque.

Les résultats sont représentés sur l'histogramme de la figure 18, la teneur en flavonoïdes est exprimée en milligramme équivalent de quercétine par 100 gramme de poudre sèche (mg EQ /100g P.S.).



**Figure 18** : Histogramme des teneurs en flavonoïdes des extraits de melon et pastèque

Comme le montre la figure 18, la teneur en flavonoïdes diffère d'un extrait à un autre dans l'ordre suivant : peau de melon > feuilles de melon > peau de pastèque > feuilles de pastèque > graines de melon > graines de pastèque. Les valeurs sont comprises entre  $2.35 \pm 0.16$  mg EQ/100g PS et  $0.047 \pm 0.01$  mg EQ/100g PS. Les plus faibles teneurs sont enregistrées pour les graines, soit  $(0.29 \pm 0.01$  mg EQ /100g PS) pour le melon et  $(0.04 \pm 0.01$  mg EQ /100g P.S.) pour la pastèque. Tandis que la teneur la plus élevée est obtenue avec la peau de melon ( $2.35 \pm 0.16$  mg EQ/100g PS).

Les teneurs en flavonoïdes des extraits analysés sont semblables avec les teneurs enregistrées par **Njoya et al. (2020)**, ayant travaillé sur la même variété de pastèque de la région l'État d'Edo, au Nigeria : la peau de pastèque renferme  $(2,32 \pm 0,31$  mg /100g P.S), les graines de pastèques  $(3.98 \pm 0.05$  mg /100g P.S), et les teneurs enregistrées par **Mallek-Ayadi et al. (2015)**, pour les variétés Tunisiennes de *Cucumis melo L* : peau melon (1mg /100g P.S) et graines de melons (0.15 mg /100g P.S).

Ces différences de concentrations, entre les extraits montrent que les polyphénols présents dans le : *Citrullus lanatus*, *Cucumis melo* ne sont pas tous des flavonoïdes il peut y avoir la présence d'autres polyphénols tel que les tanins.

Ces rapports permettent de conclure que la variation des flavonoïdes n'est pas relative à celles des polyphénols. Cela peut être expliqué par la prépondérance des polyphénols et non des flavonoïdes. (**Al-Khateeb et al., 2012**).

Toutefois, Les différences entre les échantillons peuvent être liées aux conditions climatiques (la température élevée, exposition solaire, sécheresse et salinité), qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, la région et la date de la récolte, la méthode d'extraction et les solvants utilisés (**Trichine, 2010**).

#### **IV. Pouvoir anti-radicalaire au DPPH**

Le DPPH est généralement l'un des substrats les plus utilisés pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydant en raison de sa stabilité en forme radicale et la simplicité de l'analyse (**Bozin et al., 2008**).

Le pouvoir antioxydant de nos extraits a été aussi estimé avec la méthode de DPPH. En effet, c'est celle qui est utilisée dans le monde entier et la plus populaire pour le dépistage de l'activité anti-radicalaire d'un composé unique ou d'un mélange de composés. Cette méthode est considérée, d'un point de vue méthodologique, comme l'une des plus faciles, plus précise et productive de l'activité antioxydant des extraits de plantes et des composés purs comme les flavonoïdes (**Ramful et al., 2010**).

Les valeurs obtenues ont permis de tracer des courbes des pourcentages d'inhibition obtenus en fonction des concentrations utilisées (**Annexe VII**) ainsi, de déterminer la valeur inhibitrice de 50 % du radical (IC50) de chaque extrait.

Les résultats de la capacité scavenger du radical DPPH<sup>•</sup> des échantillons étudiés sont représentés dans la figure 19.

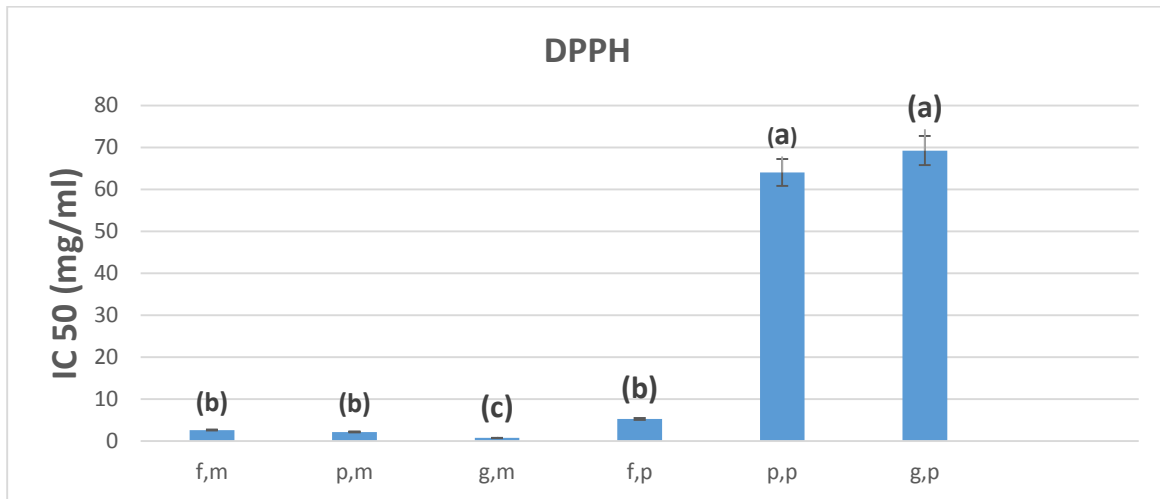


Figure 19 : Les valeurs IC50 des extraits de melons et pastèques

L'activité antioxydante varie en fonction de la teneur en antioxydants (polyphénols totaux, flavonoïdes, acide ascorbiques caroténoïdes, sucres, acides aminés...etc), Les échantillons ayant une faible valeur d'IC50 possèdent une meilleure activité antioxydant (Pokorny et al., 2009).

L'étude statistique montre une différence significative des extraits ( $p \leq 0.05$ ), entre les groupes (a), (b) et (c). Cependant aucune différence significative n'est enregistrée entre graine de pastèque et peau de pastèque, et entre feuille de pastèque, feuille de melon et peau de melon.

Selon les résultats enregistrés les échantillons montrent une différence à céder un proton pour neutraliser le radical DPPH• qui diminue de la manière suivante : G. melon > P. melon > F. Melon > F. Pastèque > P. Pastèque > G. Pastèque. Leurs valeurs d'IC50 respectives sont : 0.029 ; 0.771 ; 2.175 ; 5.282 ; 64.031 ; 69.29 mg / ml.

On remarque que toutes les parties du melon présentent une meilleure activité anti radicalaire contre le DPPH.

La différence dans l'activité anti-radicalaire au DPPH entre les extraits les espèces analysés est probablement due à leur composition en différents composés phénoliques. La réduction du DPPH n'est généralement pas due à l'action d'un seul composé mais à l'interaction entre plusieurs composés, ces interactions peuvent exister dans un extrait pas dans un autre, conduisant ainsi à cette différence d'activité entre les extraits.

Il a été démontré que les molécules antioxydants telles que l'acide ascorbique, flavonoïdes et les tanins réduisent et décolorent le DPPH en raison de leur capacité à céder l'hydrogène (**Bougandoura & Bendimerad, 2012**). Les polyphénols contenus dans nos extraits sont probablement responsables de l'activité antioxydante.

A travers la recherche bibliographique, de très grandes différences de points de vue sont notées à propos de cette corrélation. Certains travaux ont montré une bonne corrélation entre les CI50 et la teneur en polyphénols et en flavonoïdes, à l'opposé d'autres études n'ont pas établie cette corrélation (**Athamena et al., 2010**).

Par ailleurs, il est bien établi que l'activité antioxydante est corrélée positivement avec la structure des polyphénols. Généralement, les polyphénols avec un nombre élevé de groupements hydroxyles présentent l'activité antioxydante la plus élevée (**Heim et al., 2002**). Cette dernière est due à leur pouvoir de donner plus d'atomes pour stabiliser les radicaux libres (**Torres de pinedo et al., 2007**), ce qui peut expliquer en partie que l'activité anti-radicalaire est dépendante du nombre, de la position et de la nature des substituants sur les cycles B et C (groupements hydroxyles, méthoxylés, glycosylés) et le degré de polymérisation (**Popovici et al., 2010**). Ainsi, l'effet antioxydant n'est pas seulement dose-dépendant mais également structure-dépendant (**Rodriguez-Bernaldo et al., 2010**).

### V. Activité réductrice (test phosphomolybdate)

Le test au phosphomolybdate est très utilisé et adéquat pour déterminer l'activité antioxydante totale (AAT) des extraits de plantes. Par conséquent, nous l'avons appliqué dans cette étude pour déterminer l'AAT du *C. lantus* et *C. melo*. D'après les résultats obtenus, représentés dans la Figure 20, l'efficacité des échantillons à réduire **Mo+6** à **Mo+5** est variable.

Les valeurs obtenues ont permis de tracer des courbes des absorbances obtenues en fonction des concentrations utilisées (**Annexe VIII**) ainsi que la valeur d'EC50 de chaque extrait.

Les résultats de pouvoir du réducteur des échantillons étudiés sont représentés dans la figure 20 :



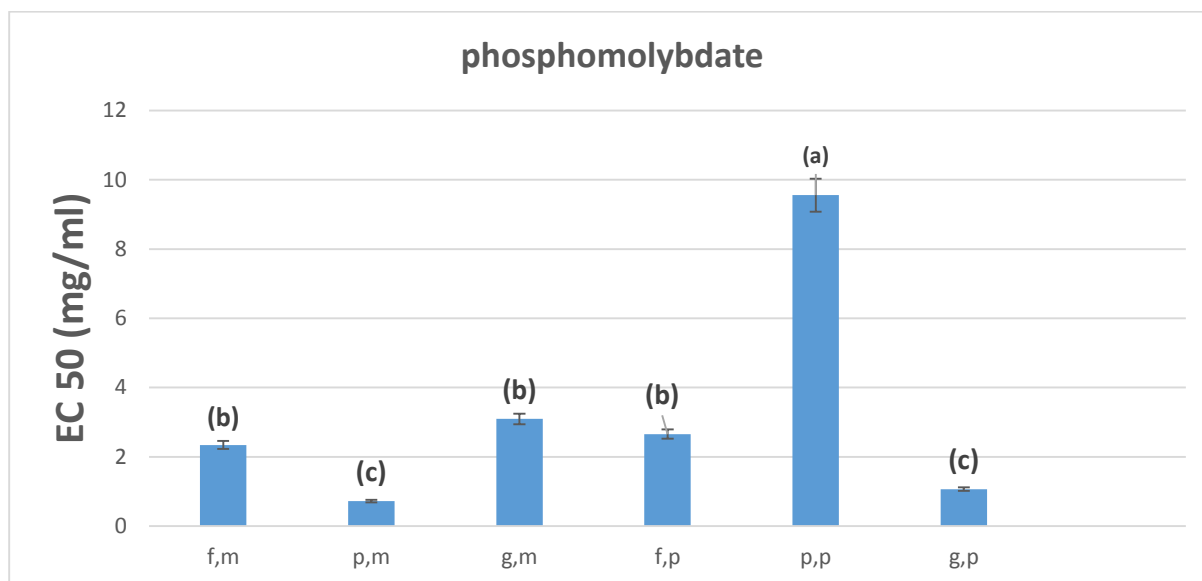


Figure 20 : Les EC50 des extraits de melon et pastèque (test phosphomolybdate)

L'analyse statistique a montré une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les groupe (a), (b) et (c). Par contre on n'a noté aucune différence significative entre peau de pastèque et feuille de pastèque, et entre graines de melon et feuille de melon, et entre peau de melon et graine de pastèque.

Les résultats de notre étude montrent que les extraits graines de pastèque et peau de melon possèdent les meilleures activités réductrices soit, (1.06 mg/ml) et (0.72 mg/ml), respectivement. Tandis que l'extrait peau de pastèque enregistre la plus faible activité réductrice avec (9.5mg/ml).

L'investigation des banques de données scientifiques, n'a relevé aucune étude portant sur l'activité antioxydant totale par le test au phosphomolybdate d'ammonium des parties étudiées de *c.lantus* et *p.melo*.

En se réfèrent aux travaux effectués sur d'autres échantillons nous avons trouvé que les études effectuées par **Jayaprakaska et al. (2008)**, ont montré que le pouvoir réducteur de phosphomolybdate d'ammonium dépend de la teneur en composés phénoliques des échantillons et de la position ainsi que du nombre de groupements hydroxylés.

**Scalbert (1991)**, a montré que la différence des activités réductrices peut être due à l'existence des polyphénols qui pourraient être liée au degré d'oxydation. En effet, ces derniers sont des composants très susceptibles d'auto-oxydation en présence de l'oxygène de l'air.

CONCLUSION  
ET  
PERSPECTIVES

Notre étude a été consacrée d'une part à une comparaison de la teneur en substances antioxydants dont les composés phénoliques totaux et les flavonoïdes et de mesure l'activité antioxydante et le pouvoir réducteur des différents extraits de *Citrullus lanatus* et *Cucumis mélo*.

Ce travail nous a permis en premier lieu de maîtriser les plus simples techniques analytiques en passant de l'extraction des composés phénoliques à partir de la matrice végétale, la méthode d'extraction par macération en utilisant l'éthanol eau comme solvant d'extraction des écorces, feuilles et graines de pastèque et melon.

L'extraction de peau pastèque a donné le rendement le plus élevé avec 27.4% par rapport aux autres extraits et cette variabilité peut être due à la différence de la granulométrie des particules et le type de matériel végétal utilisé.

Les résultats obtenus indiquent que les teneurs en antioxydants des différents extraits analysés varient selon la plante et la partie étudiée.

Le dosage des composés phénoliques totaux révèle que l'extrait de feuilles de pastèque avec une teneur de  $190.01 \pm 9.13$  mgEAG/100g P.S.

L'apporte en flavonoïdes est meilleure pour l'extrait peau de melon avec une teneur  $2.35 \pm 0.16$  mg EQ/100g P.S.

L'évaluation du pouvoir antioxydant de nos extraits analysés a été réalisé par la détermination de leur pouvoir de piégeage du radical du DPPH en déterminant leur efficacité (IC50) suivant ce paramètre, les extraits de melon sont plus puissants que les extraits de pastèque.

La peau de pastèque est dotée de pouvoir réducteur le plus élevés par rapport aux autres extraits.

Ces travaux préliminaires peuvent être poursuivis en effectuant une analyse plus poussée pour avoir des informations supplémentaires sur la composition phytochimique des différentes parties des deux espèces (quantification des flavones, anthocyanes, ....), l'étude des activités antioxydantes en utilisant d'autres méthodes FRAP, ORAC, ....., l'étude *in vitro* et *in vivo* d'autres activités biologiques (antidiabétiques, anti-inflammatoire, anticancéreuse, antimicrobienne, ...)

Enfin, ce travail vise à valoriser ces dérivés alimentaires qui sont généralement négligées et jetées alors qu'elles possèdent une activité antioxydante importante et qui peuvent être exploitées à différentes échelles (agronomiques, pharmaceutiques, cosmétiques...etc).

A partir de cette idée nous souhaitant propose, que ce soit aux consommateurs, aux associations et aux producteurs à mettre en place une alternative qui permettra de valoriser ses déchets pour les exploiter aux différentes échelles qui sera bénéfiques à la santé et constitue un potentiel pour le développement d'une alternative aux médicaments de synthèse, même il peut contribuer à la prospérité économique.

RÉFÉRENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES



- Aderiye, B. I., David, O. M., Fagbohun, E. D., Faleye, J., & Olajide, O. M. (2020).** Immunomodulatory and phytomedicinal properties of watermelon juice and pulp (*Citrullus lanatus* Linn): A review. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 11(2), 153-165.
- Adunola, A.T., Chidimma, A.L., Olatunde, D.S. & Peter, O.A. (2015).** Antibacterial activity of watermelon (*Citrullus lanatus*) seed against selected microorganisms, *African Journal of Biotechnology*, 14(14), 1224-1229.
- Afonso, V., Champy, R., Mitrovic, D., Collin, P. & Lomri, A. (2006).** Radicaux libres dérivés de l'oxygène et superoxydes dismutases: rôle dans les maladies rhumatismales. *Revue du Rhumatisme*.74, p 636–643.
- Al Khateeb, W., Hussein E., Qouta, L., Alu'datt, M., Al-Shara, B. & Abu-Zaiton, A. (2012).** In vitro propagation and characterization of phenolic content along with antioxidant and antimicrobial activities of *Cichorium pumilum* Jacq. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)* 110(1):103-110.
- Ahmad, I., Irshad, M., Zafaryab, M., Asad Khan, M., & Syed, H. M. (2017).** Phytochemical composition of extracts prepared from dietary cucurbits and their cytoprotective efficacies against hydrogen peroxide induced oxidative stress in GI Cell-INT407. *J Plant Biochem Physiol*, 5(181), 2.
- Ajuru, M., & Nmom, F. (2017).** A review on the economic uses of species of Cucurbitaceae and their sustainability in Nigeria. *American Journal of Plant Biology*, 2(1), 17-24.
- Akruom, O.I. (2011).** Methodological considerations for characterizing potential antioxidant actions of bioactive components in food plants. *Mut. Res*, 9(20): 523 - 524.
- Alka, G., Anamika, S., & Ranu, P. (2018).** A review on watermelon (*Citrullus lanatus*) medicinal seeds. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(3), 2222-2225.
- Assefa A.T.,( 2016).** Extraction and characterization of antioxidant from orange peels.
- Athamena, S., Chalghem, I., Kassah-Laouar, A., Laroui, S., & Khebri, S. (2010).** Activite anti-oxydante et antimicrobienne d'extraits de *cuminum cyminum* L. *Lebanese science journal*, 11 (1), 69 – 81.

**B**

**Barkat, M. & Kadri, F. (2011).** Impact de deux modes de cuisson sur la teneur en polyphénols solubles de six légumes. *Revue de génie industriel*. 6 : 41-45.

**Bastian, C. (2006).** Extraction, concentration et caractérisation des composés polyphénoliques du café vert. Thèse de doctorat, spécialité : chimie analytique. Haute école valaisanne). 49p

**Bentabet, N., Boucherit-Otmani, Z & Boucherit, K. (2014).** Composition chimique et activité antioxydante d'extraits organiques des racines de *Fredolia aretioides* de la région de Béchar en Algérie. *Phytothérapie*. 10, p 1007.

**Bhavisha, Patel. (2019).** *Water Melon - the Must Melon. Indo American Journal of Pharmaceutical Research*, 9(05).

**Brunet, S. (2008).** Analyse des mécanismes d'action antiparasitaire de plantes riches en substances polyphénoliques sur les nématodes du tube digestifs des ruminants. Thèse de doctorat de spécialité : Pathologie et Nutrition. Université Paul Sabatier (Toulouse). P 246.

**Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., Goran, A. & Ljic, R. (2008).** Phenolic as antioxydants in garlic (*Allium sativum* l., Alliaceae), *Food Chemistry*, 111, P. 925-929.

**Boizot, N. & Charpentier, J.P. (2006).** Méthodes rapides d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Le cahier des Techniques de l'INRA* :79-82. Bonnaillie, C., Salacs, M., Vassiliova, E. & Saykova, I. (2012). Etude de l'extraction de composés phénoliques à partir de pellicules d'arachide (*Arachis hypogaea* L.). *Revue de génie industriel*, 7. p35-45.

**Bougandoura, N. & Bendimerad, N. (2012).** Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha ssp. Nepeta* (L.) Briq. *Nature & Technologie*, (9), 14 – 19.

## C

**Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. & Chern, J.C. (2002).** Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of food and drug analysis*, 10: 178-182.

**César, O., & Ma. Fabiola, L.G. (2017).** Cucurbitaceae Seed Protein Hydrolysates as a Potential Source of Bioactive Peptides with Functional Properties, BioMed Research International,

**Chomicki, G., Schaefer, H., & Renner, S. S. (2020).** Origin and domestication of Cucurbitaceae crops: insights from phylogenies, genomics and archaeology. *New Phytologist*, 226(5), 1240-1255.

**Conde, E., Cara, C., Moure, A., Ruiz, E., Castro., E. & Dominguez, H. (2009).** Antioxidant activity of the phenolic compounds released by hydrothermal treatments of olive tree pruning. *Food Chemistry*, **114** (3), 806 – 812.

## D

**Doll, S., & Ricou, B. (2013).** Severe vitamin C deficiency in a critically ill adult: a case report. *European journal of clinical nutrition*, 67(8), 881-882.

## E

**Erhirhie, E. O., & Ekene, N. E. (2014).** Medicinal values on *Citrullus lanatus* (watermelon): pharmacological review. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 4(4), 1305-1312.

**Erhirhie, E.O. & Ekene, N.E. (2013).** Medicinal values on *Citrullus lanatus* (Watermelon): Pharmacological review. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 4(4):1305–1312.



**F**

**Fahamiya, N., Aslam, M., Siddiqui, A., & Shiffa, M. (2016).** Review on cucumis melo: Ethnobotany and unani medicine. *World J. Pharm. Pharmac. Sci*, 5, 621-636.

**Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M. & Abdelly, C. (2008).** Phenolic composition of *Cynara cardunculus L.* organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologie*, 331: 372-379.

**Favier, A. (2003).** Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité Chimique*. p 108-115.

**Feng, M., Ghafoor, K., Seo, B., Yang, K., & Park, J. (2013).** Effects of ultraviolet-C treatment in Teflon®-coil on microbial populations and physico-chemical characteristics of watermelon juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 19, 133-139.

**Ferrari, J. (2002).** Contribution à la connaissance du métabolisme secondaire des Thymelaeaceae et investigation phytochimique de l'une d'elle : *Gnidia involucrata Steud.* A. Rich. Thèse de doctorat : Université de Lausanne.

**G**

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

**Gladvin, G., Sudhaakr, G., Swathi, V., & Santhisr, K. V. (2017).** Mineral and vitamin compositions contents in watermelon peel (Rind). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences Special*, 5, 129-133.

**Goutam, E., Singh, K. K., & Vishwakarma, G. (2020).** Scientific Cultivation of Muskmelon (*Cucumis melo L.*). *Biotica Research Today*, 2(7), 580-583.

**Gómez-García, R., Campos, D. A., Aguilar, C. N., Madureira, A. R., & Pintado, M. (2020).** Valorization of melon fruit (*Cucumis melo L.*) by-products: Phytochemical and Biofunctional

properties with Emphasis on Recent Trends and Advances. *Trends in Food Science & Technology*. 99.507–519.

## **H**

**Hadi M. (2004).** La quercétine et ses dérivés : molécules à caractère prooxydant ou capteurs de radicaux libres ; étude et applications thérapeutique. Thèse de doctorat, spécialité : pharmacochimie, Université Louis Pasteurs. 155p.

**Haleng J., Pincemail J., Defraigne J.O., Charlier C et Chapelle J.P. (2007).** Le stress oxydant. *Rev Med Liege*. 62, p 628-638.

**Hassan, L.E.A., Sirat, H .M., Yagi, S.M.A., Koko, W.S. & Siddig, I.A. (2011).** In vitro antimicrobial activities of chloroformic, hexane & ethanolic extracts of *Citrullus lanatus* var.*citroides* (Wild melon). *Journal of medicinal plants research*, 5(8): 1338 – 1344.

**Haton, C. (2005).** Effets des rayonnements ionisants sur la structure de la fonction de la cellule épithéliale intestinale. Thèse de doctorat de l'université de Paris VI, France, p 43.

**Heim, E. K., Tagliaferro, A. R., & Bobilya, D. J. (2002).** Flavonoïds antioxydants : chemistry; metabolism and structure-activity relationships. *The journal of Nutritional Biochemistry*, **13**, 572 – 584.

**Hermann T., Bruno Agossou D., Oscar T., Hounnankpon Y. (2020).** Abeilles pollinisatrices et production de la pastèque (*Citrullus lanatus*) dans la Commune de Kétou au Sud Bénin Abeilles pollinisatrices et production de la pastèque (*Citrullus lanatus*) dans la Commune de Kétou au Sud Bénin, *Afrique SCIENCE* 16(1) 63 – 77.

**Hernandez Y., Lobo M.G. et Gonzalez M. (2006).** Determination of vitamin C in tropical fruits: A comparative evaluation of methods. *Food chemistry* (96): 654-664.

## **I**

**Ibrahim, S.R. (2016).** New 2-(2-phenylethyl) chromone derivatives from the seeds of *Cucumis melo* L var. *reticulatus*. *Natural Product Communications*, 5(3):403-406.

**Ibrahim, S. R., & Mohamed, G. A. (2015).** Cucumin S, a new phenylethyl chromone from *Cucumis melo* var. *reticulatus* seeds. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 25(5), 462-464.

**Ibrahim, S.R. (2010).** New 2-(2-phenylethyl) chromone derivatives from the seeds of *Cucumis melo* L var. *reticulatus*. *Natural Product Communications*, 5(3):403-406.

**Ismail, H.I., Chan, K.W., Mariod, A.A. & Ismail, M. (2010).** Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (2TCucumis melo2T) methanolic extracts. *Food Chemistry*, 119(2): 643-647.

## **J**

**Jahan, S., Gosh, T., Begum, M., & Saha, B. K. (2011).** Nutritional profile of some tropical fruits in Bangladesh: specially anti-oxidant vitamins and minerals. *Bangladesh Journal of Medical Science*, 10(2), 95-103.

**Jayaprakash K et Karthikeyan A. (2008).** Ocular myiasis and associated mucopurulent conjunctivitis acquired occupationally: A cause study Indian J Occup Environ Med, 12, 20-22.

## **K**

**Kubart, K., (2016).** The role of phenolics compounds in plant resistance. *Biotechnology and Food Sciences*, 80, 97-108.

**Kunkle, U. & Lobmeyer, T.R. (2007).** Plantes médicinales. Identification, récolte, propriétés et emplois. Edition Parragon Books Ltd, p87-99.

**Krinsky N.I. et Johnson E.J. (2005).** Carotenoid actions and their relation to health and disease. *Molecular aspects of medicine*. 26:459-516.

## **L**

**Laaboudi W., (2012),** extraction des composés phénoliques à partir des zestes d'agrumes et l'étude de leurs activité anti radicalaire.

**Lien Ai Pham-Huy , Hua He , Chuong Pham-Huy. (2008).** Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health. *Biomedical science*.2, p 89-96.

## **M**

**Madhavi, P., Kamala, V. & Habibur, R. (2012).** Hepatoprotective Activity of *Citrullus Lanatus* Seed Oil on CCl<sub>4</sub> Induced Liver Damage in Rats. *Scholars Academic Journal of Pharmacy (SAJP)*, 1(1):30-33.

**Marfak, A(2003).** *Radiolyse gamma des flavonoïdes. Étude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools : formation de pesticides.* Thèse de doctorat, Faculté de pharmacie, Université de LIMOGES-Ecole Doctorale Science Biologie Santé, Décembre 2003, p. 220

**Maoto, M. M., Beswa, D., & Jideani, A. I. (2019).** Watermelon as a potential fruit snack. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 355-370.

**Martins, C. P., Ferreira, M. V. S., Esmerino, E. A., Moraes, J., Pimentel, T. C., Rocha, R. S., ... & Teodoro, A. J. (2018).** Chemical, sensory, and functional properties of whey-based popsicles manufactured with watermelon juice concentrated at different temperatures. *Food chemistry*, 255, 58-66.

**M'HIRI N., (2015).** Étude comparative de l'effet des méthodes d'extraction sur les phénols et l'activité antioxydante des extraits des écorces de l'orange « Maltaise demi sanguine » et exploration de l'effet inhibiteur de la corrosion de l'acier au carbone.

**Milliauskas, G., Venskutonis, P.R. & van Beek, T.A. (2004).** Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*, 85: 231-237

**Milind, P., & Kulwant, S. (2011).** Musk melon is eat-must melon. *IRJP*, 2(8), 52-7.

## **N**

**Nagavani V, Madhavi YD, Bhaskarrao P, Koteswara R, Raghava-Rao T. (2010).** Free radical scavenging activity and qualitative analysis of polyphenols by RP-HPLC in the flowers of *Couroupita quia nensis* abul. *EJEAF. Chem*, 9(9): 1471-1484.

**Njoya, H. K., Erifeta, G. O., & Okwuonu, C. U. (2019).** Estimation of some phytoconstituents in the aqueous extract of the endocarp, seeds and exocarp of watermelon (*Citrullus lanatus*) fruit. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 4750-4757.

## O

**Ould Yerou K, Ibri K., Bouhadi D., Hariri A., Meddah B., and Tir Touil A., (2017).** The use of orange (*Citrus sinensis*) peel as antimicrobial and anti-oxidant agents. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 9(3), 1351-1357.

**Ozuna, C., & León-Galván, M. (2017).** Cucurbitaceae seed protein hydrolysates as a potential source of bioactive peptides with functional properties. *BioMed Research International*, 2017.

## P

**Petlevski RM, Hadziya M, Slijepcic D e Juric PJ. (2003).** Glutathione S-transferase and malondialdehyde in the liver of mice after short-term treatment with plant mixture extract phytotherapy. *Res.*, 17:311-314.

**Pincemail J et Defraigne J.O. (2008).** Stress oxydant et antioxydants : mythes et réalités. *Rev*

**Pokorny J, Yanishlieva N., Gordon M. (2009).** Antioxidants in food, practical application Woolhead Publishing Limited. ISBN: 185573-463X

**Popovici C., Saykova I. and Tylkowski B., (2009).** Evaluation de l'activité antioxydante des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de Génie Industriel*, 4, 25-39.

## **R**

**Ramful, D., Bahorun, T., Bourdon, E., Tarnus, E., Aruoma, O.I. (2010).** Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavedo extracts of Mauritian citrus fruits: Potential prophylactic ingredients for functional foods application. *Toxicology*, 278: 75-87.

**Ribereau-Gayon P (1968)** Les composés phénoliques des végétaux. Editions Dunod, Paris 254.

**Rodriguez-Bernaldo, A. Q. F. S., Frecha, P. A., Vidal., & Lopez, H. J. (2010).** Antioxydant compounds in edible brown seaweeds. *European Food Research & Technology*, **231** (3), 495 – 498.

**Rolim, P. M., Seabra, L. M. A. J., & de Macedo, G. R. (2020).** Melon by-products: Biopotential in human health and food processing. *Food Reviews International*, 36(1), 15-38.

## **S**

**Sahu, B. K., & Samal, I. (2020).** Pest complex of Cucurbits and their management: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 8(3): 89-96.

**Sana Mallek Ayadi\*, Neila Bahloul, Nabil Kechaou (2015).** Etude du profile des acides aminés et des composés phénoliques des graines de *Cucumis melo* L. *International Journal of Scientific Research & Engineering Technology (IJSET)*, 4,179-182.

**Sarni-Manchado P. et Cheynier V. (2006).** Les polyphénols en agroalimentaire. *Ed Tec et Doc Lavoisier*. Pp : 02-11.

**Scalbert A, Johnson IT et Saltmarsh M. (1991).** Antioxydants et là-bas. *AM. J. Clin. Nutr*, 81, 215S-217.

**Sousa, R., Dias, S., & Antunes C. (2006).** Spatial subtidal macrobenthic distribution in relation to abiotic conditions in the Lima estuary, NW of Portugal. *Hydrobiologia*, **559**, 135-148.

**Soto-Hernández, M., Cadena-Iñiguez, J., Arévalo-Galarza, L., Santiago-Osorio, E., Aguiñiga-Sánchez, I., Ruíz-Posadas, L., & del Mar Ruíz-Posadas, L. (2015).** Lead compounds from Cucurbitaceae for the treatment of cancer. *Phytochemicals—Isolation, Characterization and Role in Human Health; Rao, AV, Rao, LG, Eds*, 289-303.

## **T**

**Tadmor, Y., Burger, J., Yaakov, I., Feder, A., Libhaber, S. E., Portnoy, V., ... & Aharoni, A. (2010).** Genetics of flavonoid, carotenoid, and chlorophyll pigments in melon fruit rinds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(19), 10722-10728.

**Tajnuba S., Neaj A., Abul H., Hosain M., Shakti Chandra M., Haque1 R., Almas M., and Siddik A.B., (2016).** Extraction of Bioactive Compound from Some Fruits and Vegetables (Pomegranate Peel, Carrot and Tomato) *American Journal of Food and Nutrition*, 4(1), 8-19.

**Tirichine HS. (2010).** Etude ethnobotanique, activité antioxydante et analyse phytochimique de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) du Sud-Est Algérien: Université Ahmed Ben Bella d'Oran1 Es Senia.

**Torres De Pinedo, A., Pen alver, P., & Morales, J. C. (2007)** Synthesis and evaluation of new phenolic-based antioxidants: structure-activity relationship. *Food Chem*, 103, 55–61.

## **V**

**Vishwakarma, V. K., Gupta, J. K., & Upadhyay, P. K. (2017).** Pharmacological importance of *Cucumis melo* L.: An overview. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(3), 8.

## **Y**

**Yoo K.M., Lee CH., Lee H., Moon B. and Lee C.Y. (2008).** Relative antioxidant and cytoprotective activities of common herbs. *Food chemistry*. 106:929-936.

## **Z**

**Zuraini, Z., Rais, A., Yoga Latha, L., Sasidharan, S. & Xavier R. (2008).** Antioxidant activity of *Coleus Blumei*, *Orthosiphon stamineus*, *Ocimum basilicum* and *Mentha arvensis* from Lamiaceae Family. *The International Journal of Engineering Science*: 93–95.

# ANNEXES



Annexe I : Structure de base de quelques composées phénoliques

Composées phénoliques	Acide phénolique	Flavonoïdes	stilbènes	Coumarine	Tanins
Structure de base					

Annexe II : Structure de base des principaux groupes Flavonoïdes

Flavonoïdes : Principaux groupes	Flavone	Flavonol	flavanone	isoflavones
Structures de base				

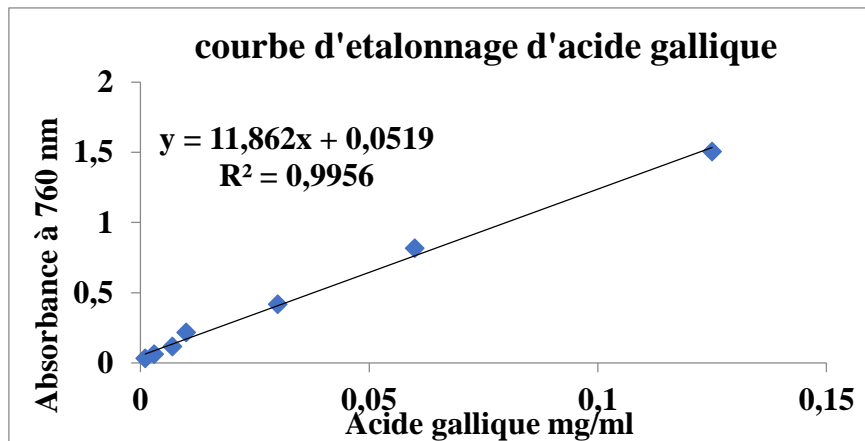
Annexe III : Structure de base des principaux groupes Tanins

Tanins : principaux groupes	Tanins condensé	Tanins hydrolysables
Structures de base		

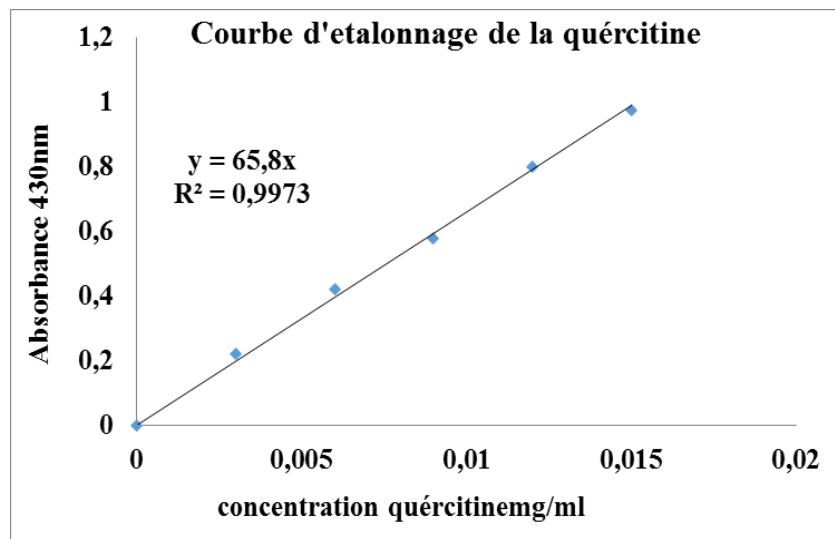
## Annexe IV : les propriétés phytothérapies de melon et de la pastèque

Partie du fruit	Propriétés	Références
<i>Citrullus lanatus</i>	Purgatif et émétique à haute dose, vermifuge, émollient, diurétique et tonique.	<b>Erhirhie et Ekene ( 2013)</b>
<b>Graine</b>	Infections des voies urinaires, l'hydropisie et les calculs rénaux, l'hypertension, le diabète, la diarrhée et la gonorrhée.	
<b>Extraits des feuilles, tiges, fruits</b>	Activité antibactérienne contre <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> et <i>Staphylococcus aureus</i> . et une activité antifongique contre <i>Aspergillus niger</i> et <i>Candida albicans</i>	<b>Adunola et al. (2015)</b>
<b>Extrait de graines</b>	Action antibactérienne contre <i>Staphylococcus</i> sp. et <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Hepatoprotectrice	<b>Adunola et al. (2015)</b>
<b>L'huile de graines</b>		<b>Madhavi et al. (2012).</b>
<i>Cucumis melo</i>	Purgatif, agent immun- modulateur, antiparasitaire contre la dyspepsie, maintien des fonctions rénales et prévention des dysfonctionnements cardiaques, antirhumatismales et anti goutte.	<b>Vishwakarma et al. (2017).</b>
<b>Graines</b>	Dysurie, antitussives, vermifuges et fébrifuges.	
<b>Racines</b>	Propriétés émétiques	
<b>Pulpe</b>	Lotion contre l'eczéma et aide au traitement contre les brulures.	
<b>Fleurs</b>	Propriétés expectorantes	
		<b>Ibrahim et al. (2016)</b>

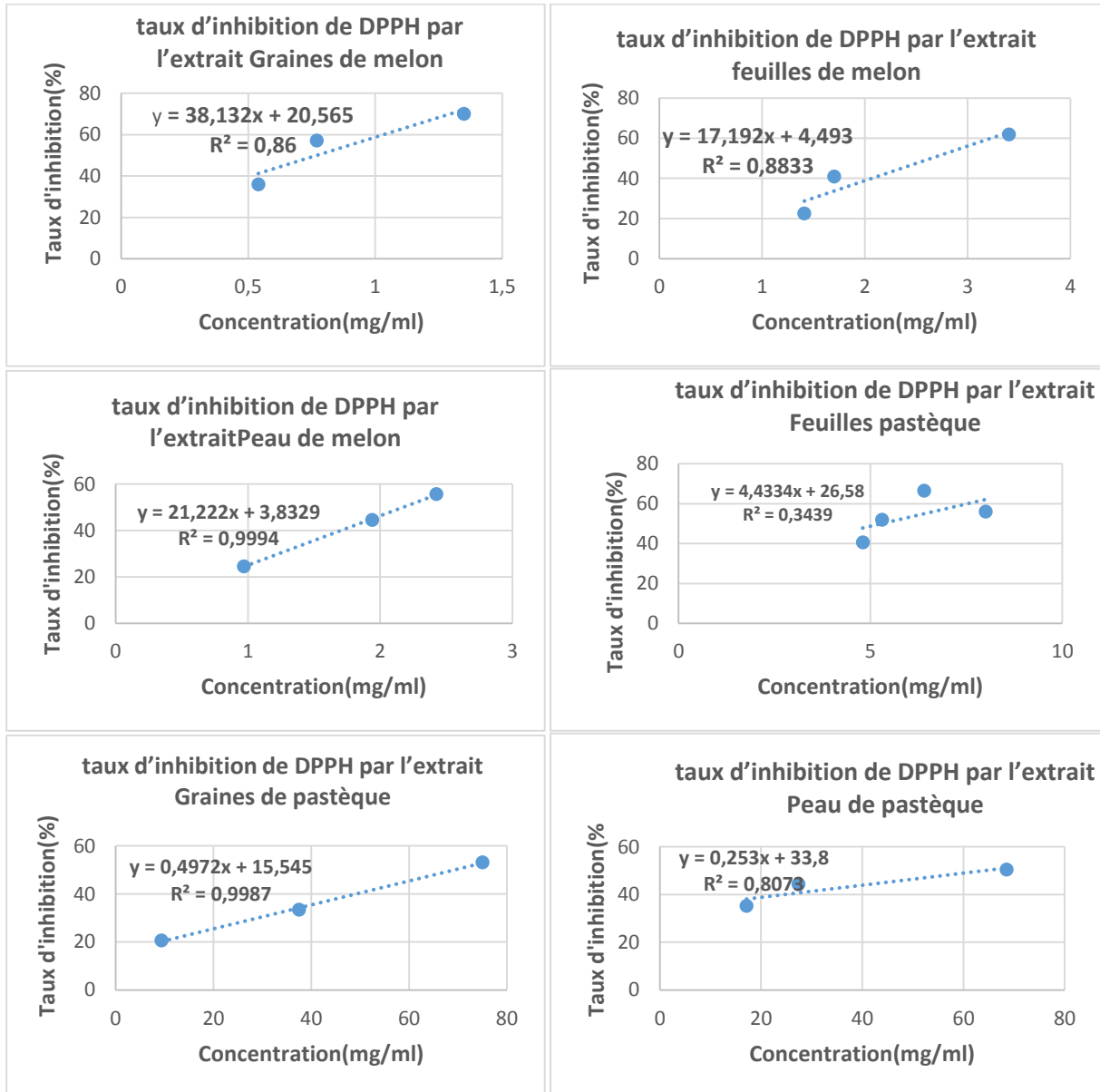
<b>Extrait de feuilles et de graines</b>	Activité antibactérienne contre <i>Staphylococcus aureus</i> et d'autres souches Gram-positives	
--	---	--



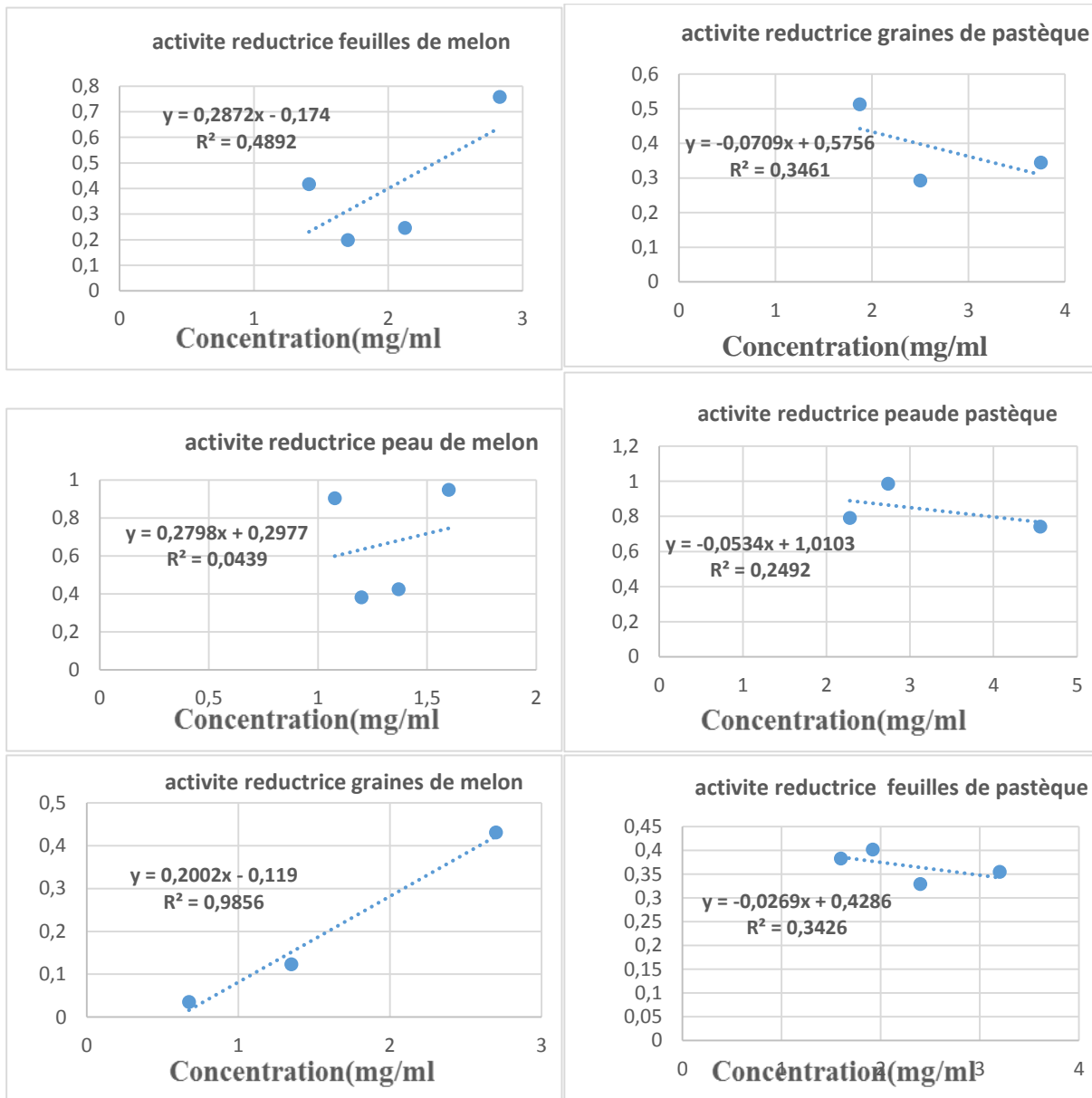
**Annexe V :** courbe d'étalonnage pour le dosage des composés phénoliques



**Annexe VI :** Courbe d'étalonnage pour le dosage flavonoïdes



**Annexe VII :** Evolution des taux d'inhibition de DPPH par les différents extraits de *Citrullus lanatus* et *Cucumis melo*.



**Annexe VIII :** concentration d'activité réductrice des différents extraits de *Citrullus lanatus* et *Cucumis melo*.

## Résumé

La pastèque (*Citrullus lanatus*) et le melon (*Cucumis melo*) sont une source importante de différents antioxydants. Dans cette étude les graines, les feuilles et la peau de ces deux espèces ont fait objet d'extraction des composés phénoliques pour réaliser des analyses colorimétriques afin de déterminer les teneurs en composés phénoliques totaux et flavonoïdes., et dévaluer l'activité antioxydant par DPPH et l'activité réductrice par test phosphomolybdate, Les résultats indiquaient les concentrations les plus élevées sont obtenues avec les extraits : feuille de pastèque pour CPT ( $190.01 \pm 9.13$  mgEAG/100g PS), et peau de melon pour les flavonoïdes ( $2.35 \pm 0.16$  mgEQ/100gPS). En outre la mesure du DPPH en déterminent l'IC50 a montré une activité anti oxydant plus important chez les extraits de melon que pour les extraits de pastèque. Le teste phosphomolybdate en déterminent l'EC50 a montré une activité réductrice la plus élevé pour l'extrait peau de pastèque par rapport aux extraits étudiées.

**Mots clés :** graine, peau, feuille, DPPH, activité antioxydant.

## Abstract

Watermelon (*Citrullus lanatus*) and melon (*Cucumis melo*) are an important source of various antioxydants, these latter have beneficial effects on human health because they have many biological activities such as antioxidant activity, anti-inflammatory, antibacterial...

In this study, the seeds, leaves and skin of these two species underwent extraction to carry out photometric phytochemical analyzes to determine their phenolic compounds (total polyphenols, flavonoids), and to evaluate the antioxidant activity by DPPH the reducing activity by phosphomolybdate test. The results indicating the richness of the extracts of watermelon leaves a polyphenols with  $190.01 \pm 9.03$  mg/100gDP, and for the flavonoids WS  $2.35 \pm 0.16$  mg/100gDP has the highest concentration, mg/100gDP, Furthermore, the measurement of DPPH by determining the IC50 showed a greater anti-oxidant activity in melon extracts than in watermelon extracts, the phosphomolybdate test by determining the EC50 showed a higher reducing activity in WS than the extracts studied.

**Key words:** seeds, skins, leaves, DPPH, antioxidant activity.