

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département de Biologie



MÉMOIRE

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

BIOLOGIE DE LA NUTRITION

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

Thème

**Etude phytochimique et évaluation de la CAT des, extrait
par "butanol, méthanol et eau" des pétales du safran**

Présenté par Melle : **BELARBI SAADIA KAWTHAR ET BELABBASE NESRINE**

Soutenu JUIN 2022, devant le jury composé de :

Président	Pr MERZOUK Hafida	Professeur Université Tlemcen
Encadrant	Pr LOUKIDI Bouchra	Professeur Université Tlemcen
Examineur	Pr BELYAGOUBI Nabilla	Professeur Université Tlemcen

Année universitaire 2021/2022

REMERCIEMENTS

Tout d'abord je remercie du fond de mon cœur le bon dieu de m'avoir donné

Courage, la volonté, et la persévérance afin de pouvoir accomplir ce travail.

*Nous remercions chaleureusement **Pr LOUKIDI B** qui a guidé judicieusement nos recherches.*

Nous gardons en mémoire ses qualités d'encadreur et ses conseils bienveillants.

Nous tenons à lui exprimer notre profonde reconnaissance et gratitude. Nous vous remercions pour nous avoir donné la chance de travailler avec vous sur un sujet aussi passionnant, d'être toujours présente et prête à aider vos étudiants, d'être rigoureuse et enthousiaste.

*Nous remercions également l'examinatrice **PrMERZOUK H** d'avoir acceptée de faire partie du jury de ce travail.*

*Aussi nous remercions **Pr BELYAGOUBI N** pour sa présence au laboratoire et ses indications, ainsi de bien vouloir accepter d'examiner ce travail et de l'enrichir par une discussion pertinente.*

Finalement, nous remercions tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire. À vous tous, un grand Merci.

Dédicace

Tout d'abord je remercie Allah qui me donne le courage pour arriver à achever ce projet de fin d'étude.

Je dédie ce modeste travail à toute ma famille et tout spécialement à

Ma mère NEZHA

Aucune dédicace très chère maman, ne pourrait exprimer la profondeur des sentiments que j'éprouve pour vous, vos sacrifices innombrables et votre dévouement firent pour moi un encouragement.

Puisse Dieu, tout puissant vous combler de sante, de bonheur et vous procurer une longue vie.

Mon cher papa BENALI

Toute l'encre du monde ne pourrait suffire pour exprimer mes sentiments envers un être très cher. Vous avez toujours été mon école de patience, de confiance et surtout d'espoir et la lumière qui illumine mon chemin.

Puisse Dieu, tout puissant vous combler de sante, de bonheur et vous procurer une longue vie.

Mon mari SOFIANE

A mon cher mari, mon soutien morale et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde à moi toi et mon fils ayan la lumière de ma vie.

Sans oublier ma deuxième famille ma belle-mère et mes belles sœurs et frères la famille
BENSID

A mes sœurs et mes frères

Pour leur dévouement, leur compréhension et leur grande tendresse, merci pour tous les bons moments passés ensemble

A ma chère NOURIA MELIANI m'ayant consacré un moment pour m'aider, me conseiller, m'encourager, ou simplement me faire sourire et à Mr Habi salim chef de laboratoire de biologie.

A tous mes amies NIHEL et HASSIBA, sans oublier mon binôme BELLABAS NESRINE en souvenir des agréables moments partagés et en témoignage de notre amitié

Dédicace

C'est grâce à Dieu, le tout puissant qui m'a donné le courage et

La volonté pour réaliser ce modeste travail

Que je dédie :

*A mes **chers parents** pour leur endurance et leurs sacrifices*

Sans limites, avec tant d'Amour et D'affection, que dieu les protège.

*A **mon mari** pour son soutien et sa patience.*

*A **mon frère** et mes **chères sœurs**.*

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon

Parcours universitaire.

*A mon binôme **Belarbi Saadia Kawthar** pour le joli temps qu'on a*

Passé ensemble.

*A **MrHabi Salim** chef de laboratoire de biologie et chère **Méliani Nouria***

Qui ont contribué à ma formation et qui m'ont aidé scientifiquement

Et moralement.

A Tous mes enseignants surtout mon encadreur Mme Loukidi B qui m'a dirigé

Dans ce labeur.

Ainsi tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

Belabbas Nesrine

Sommaire

1INTRODUCTION	1
Synthèse bibliographique :	3
I – Le safran figure 01:.....	4
I-1 Histoire de la culture de safran en Algérie :.....	4
I-2- Caractère botanique :.....	5
I-3-Distribution géographique :.....	6
I-4-Composition chimiques du safran figure 05:.....	8
I-5-L’usage de safran :	10
II-Les pétales du safran :.....	11
II-1-Définition de pétale du safran :.....	11
II -2-Composition chimiques des pétales :	11
II-3-Propriétés des pétales de safran figure 07:.....	12
III-Polyphénols :.....	12
III-1- Définition des polyphénols :	12
III-2- Rôle des polyphénols :	14
IV-Les solvants :.....	14
IV-1-Méthanol :	14
IV-2-Butanol :.....	15
IV-3-L’eau :	15
Matériels et méthode	17
I- Les pétales de safran :.....	18
I-1-Obtention des pétales :	18
I-2-Extraction des huiles fixes :.....	19
I -3-Préparation des extraits :.....	20
I-4- Dosage des composés phénoliques :.....	22
I-5-Capacité antioxydante totale (CAT) :.....	25
Résultats et Interprétation.....	26
I. Etude phytochimiques :.....	27
I. 1. Rendement d’extraction :.....	27
I-2- Dosage des composés phénoliques :.....	28
II-Etude de l’activité biologique :	Erreur ! Signet non défini.
II-1-Capacité antioxydant totale(CAT) :.....	38

Discussion :.....	40
Conclusion	43
Références bibliographies	45

Liste des figures :

Figure 1 La fleur de <i>Crocus sativus</i> (Chahine, 2014)	5
Figure 2: La morphologie de <i>Crocus Sativus</i> L.	6
Figure 3 Les parts en pourcentage des par principaux pays producteurs de safran dans la surface totale allouée dans les années 2000. (Selma Tozanli., 2018).....	7
Figure 4 Les aires principales de la culture de safran en Algérie. (Selma Tozanli.,	8
Figure 5 Structures chimiques des compositions du safran (Rezaee Khorasany et al., 2016).	10
Figure 6 pétales frais du safran.	11
Figure 7 Les effets pharmacologiques du pétale de safran (Hosseini et al2018).	12
Figure 8 Structure de base et types de tannins (Macheix et al, 2005	13
Figure 9 structure chimique du méthanol	15
Figure 10 structure chimique du butanol	15
Figure 11 dispositif d'extraction des huiles fixes (méthode de soxhlet	19
Figure 12 Photographie du Rotavapeur utilisé	20
Figure 13 Pétales fraîches portés au séchage	21
Figure 14 pétales macéré dans le butanol	21
Figure 15 Photographie de la filtration de la macération des pétales fraîches de.....	22
Figure 16 Rendements de la macération des pétales frais dans différents solvants	27
Figure 17 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols.	28
Figure 18 La teneur en polyphénols totaux dans les trois extraits.....	28
Figure 19: Courbe d'étalonnage de catéchine pour le dosage des flavonoïdes.	30
Figure 20: La teneur en flavonoïdes totaux.	31
Figure 21 : courbe d'étalon de la catéchine.....	32
Figure 22 : la teneur en tanins condensés.	33
Figure 23courbe d'étalonnage de l'acide gallique.	34
Figure 24la teneur des tanins hydrolysables	35
Figure 25 courbe d'étalonnage de quercétine.	36
Figure 26 La teneur en flavonols.....	37
Figure 27courbe d'étalonnage d'acide ascorbique.....	38
Figure 28: la teneur en capacité antioxydants totale.....	39

Annexe

Tableau 1: Rendement en extrait frais des pétales du safran.....	51
Tableau 2 : résultat des phénols totaux des pétales du safran.....	51
Tableau 3: synthèse des phénols totaux	51
Tableau 4 : résultat du flavonoïde.	51
Tableau 5 : synthèse des flavonoïdes.	52
Tableau 6 : résultat des tanins condensés	52
Tableau 7 : synthèse des tanins condensés	52
Tableau 8 : résultat tanins hydrolysables	52
Tableau 9 : synthèse des tanins hydrolysables.....	52
Tableau 10 : résultat des flavonols.....	53
Tableau 11: synthèse des flavonols.....	53
Tableau 13 : synthèse de la capacité antioxydante totale.....	53

INTRODUCTION

Le safran est l'épice la plus chère du monde, non seulement pour sa valeur traditionnelle mais aussi en tant qu'additif alimentaire. **(E.Moshiri et al., 2006)**.

La valeur du safran est déterminée par l'existence de trois principaux métabolites secondaires : la crocine et ses dérivés, qui sont responsables de la couleur ; la picrocrocine, responsable du goût ; et le safranal responsable des odeurs. En effet, le safran contient plus de 150 composés volatils et aromatisants **(E. Moshiri et al., 2006)**.

La culture du safran commence à prendre de l'ampleur en Algérie, pour cette raison et connaissant son intérêt dans le domaine économique et thérapeutique, nous avons estimé nécessaire d'explorer les constituants de cette plante cultivée dans notre région de la wilaya de Tlemcen. Nous allons l'examiner de plus près en commençant par nous pencher sur ses origines et son histoire. Nous établirons ensuite l'intérêt botanique de la plante *Crocus sativus* L., et de ses différentes parties pour ensuite nous attarder et nous focaliser les pétales en particulier, à l'origine même de la drogue végétale utilisée en thérapeutique **(Palomares, 1988)**.

Lors de la préparation du safran, il y'a des déchets (1kg de safran est obtenu à partir de 160000 fleurs **(Righi et al, 2015)**) ou bien des sous-produits de safran qui restent non exploités. Ces déchets ou sous-produits sont une grande source de pollution et peuvent causer un problème écologique important. Par contre, depuis la moitié du dernier siècle, des études et des efforts ont été entrepris par la recherche de méthodes en vue d'utiliser les déchets provenant du safran comme matière première pour la production d'aliments.

Les pétales de safran sont des composants les plus importants de la fleur de safran car ils constituent une source de composés bioactifs non négligeables **(Hosseini et al., 2018)**.

La plupart des études portent sur la stigmatisation du safran, et il existe peu d'information sur les pétales ce qui attire aujourd'hui l'attention des chercheurs. Dans cette optique, notre travail a pour objectif d'exploiter les déchets de safran pour leur richesse en substance bioactive ..

Synthèse bibliographique :

I – Le safran :

I-1 Histoire de la culture de safran en Algérie :

-Le safran est une, épice extrait de la fleur de *Crocus sativus L*, son utilisation remonte à la plus haute antiquité, que ce soit au niveau de sa culture ou de son usage (**Algrech, 2001**).

-Le nom "safran" est dérivé du latin safranum, et inspiré de l'arabe "zaafarân" dont la racine exprime une notion essentielle, la couleur jaune. Le nom de genre "Crocus" vient du grec Krokos, qui veut dire "filament". Et le terme "sativus" signifie "cultiver", car le *Crocus sativus*, par sa reproduction végétative, ne peut se multiplier sans la main de l'homme (**Dupont, 2001**).

La culture du Safran est en régression en France depuis plus d'un siècle. Les bulbes même enterrés sont tués par des froids de — 15° G. aussi tous les hivers rigoureux sont néfastes à cette culture. A la suite de l'hiver de 1789, cette plante fut presque perdue dans le Gâtinais. L'hiver de 1820 fit disparaître les 4/5 des safranières qui s'étaient reconstituées. A la suite de cas le colonisateur français a procédé à des essais de culture du safran en Algérie. Il a fait plusieurs tentatives réalisées par Sergent, administrateur de Milah, par M. Ch. Rivière ancien directeur du Jardin du Hamma, enfin par M. Trabut, chef du service botanique d'Algérie. Ce Dernier en recommande la culture familiale. Les essais faits par Sergent ont parfaitement réussi. Chaque famille indigène pourrait en Cultiver 10 ares rapportant 200 fr. avant la guerre, soit 3 000 à 4 000 fr.au cours actuel. « Actuellement peu de cultures, écrit-il, procurent sur un si petit espace et avec aussi peu de travail des bénéfices aussi rémunérateurs ». On peut la cultiver par gradins. Si le climat est trop sec, il faut irriguer. Les porcs-épics sont friands des bulbes et causent parfois des dégâts. Ch. Rivière est d'avis qu'il ne faut pas cultiver à proximité delà mer, mais dans les régions sèches, à sol meuble et calcaire ; le Sig notamment lui paraît convenir (**Chevalier A, 1926**)

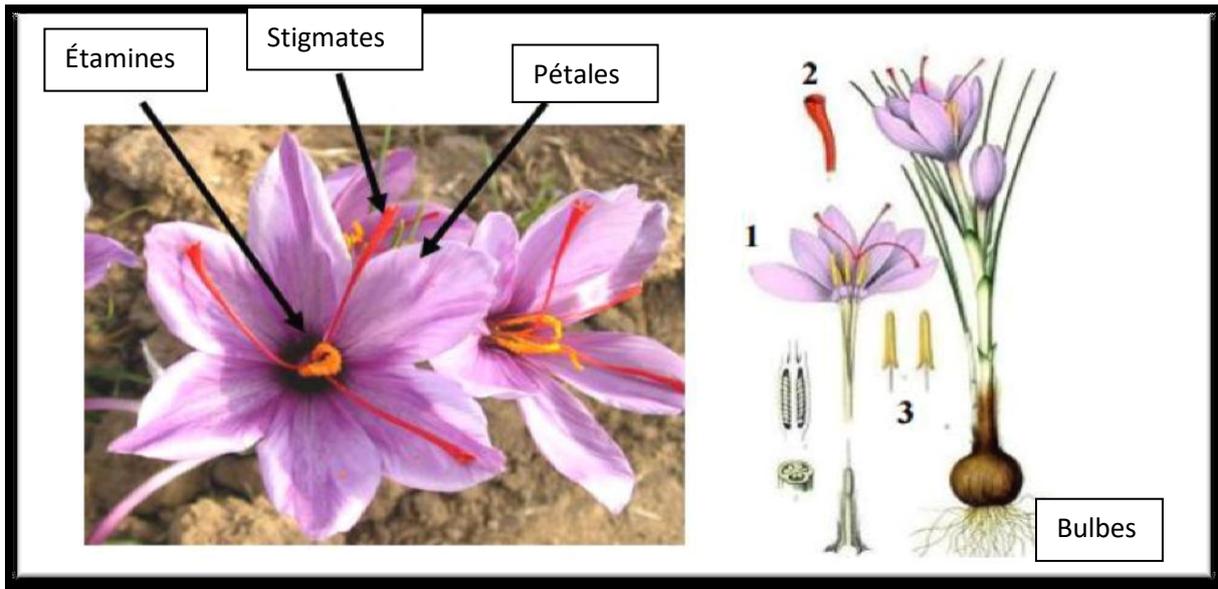


Figure 1 : La fleur de *Crocus sativus* (Chahine, 2014)

I-2- Caractère botanique :

I-2-1-Classification :

D'après (Winterhalter & Straubinger, 2000) : Le safran est issu des stigmates de *Crocus sativus* L., membre de la famille des Iridacées. La classification taxonomique de *C. sativus* est la suivante :

Division : Spermatophytes

Subdivision : Angiospermes

Classe : Monocotylédones

Sous-classe : Liliidae

Ordre : Liliales

Famille : Iridacées

Genre/espèce : *Crocus sativus*.

I-2-2-Description de la plante.:

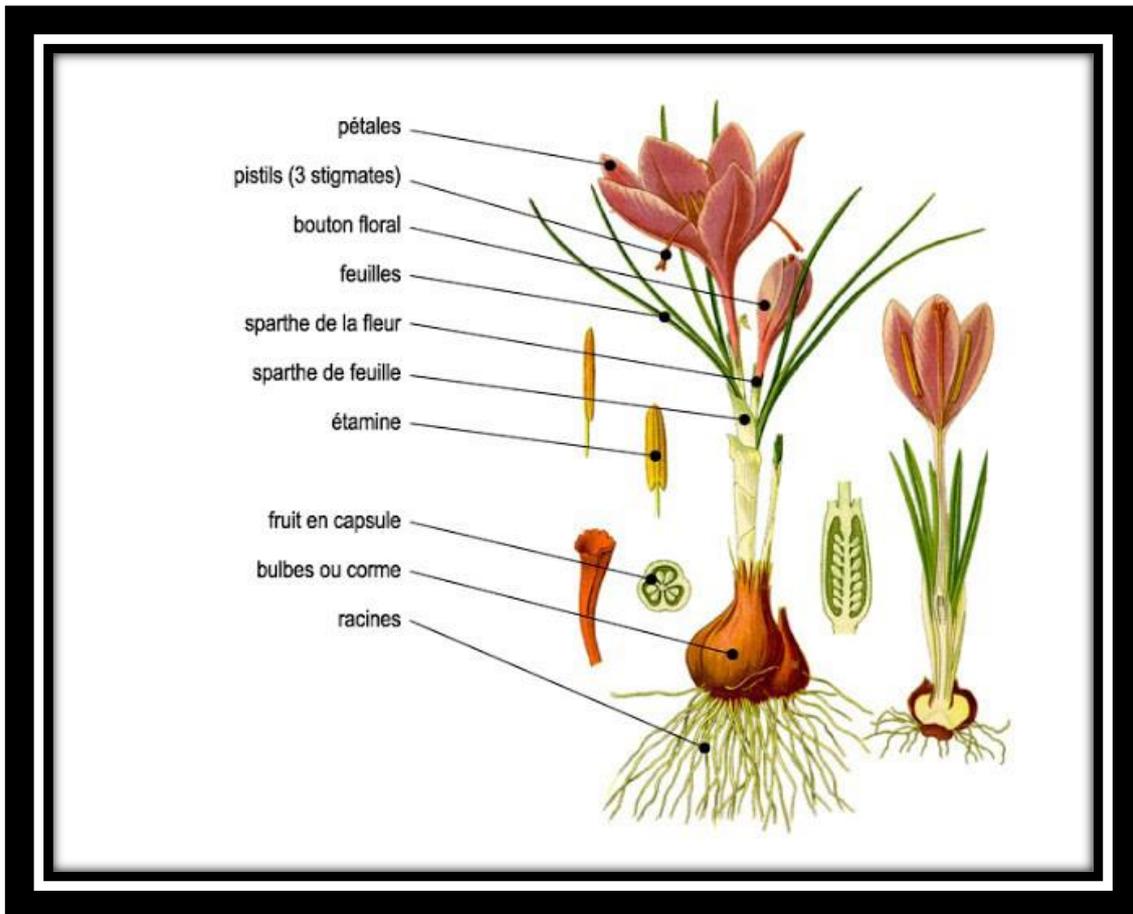


Figure 2 : La morphologie de *Crocus Sativus* (Arvy & Gallouin 2003):.

I-3-Distribution géographique :

-Les principales régions de culture sont : Iran, la Grèce, le Maroc, l'Espagne, Ces pays sont les premiers exportateurs mondiaux de safran. A plus petite échelle, on retrouve la France, le canton du Valais en Suisse, l'Italie, la région de Safran niolu en Turquie, l'Azerbaïdjan, la province de Baloutchistan au Pakistan, la Chine, le Japon et la Pennsylvanie aux Etats-Unis (Palomares, 1988).

Certifications obtenues pour le safran dans les divers pays de l'Europe occidentale

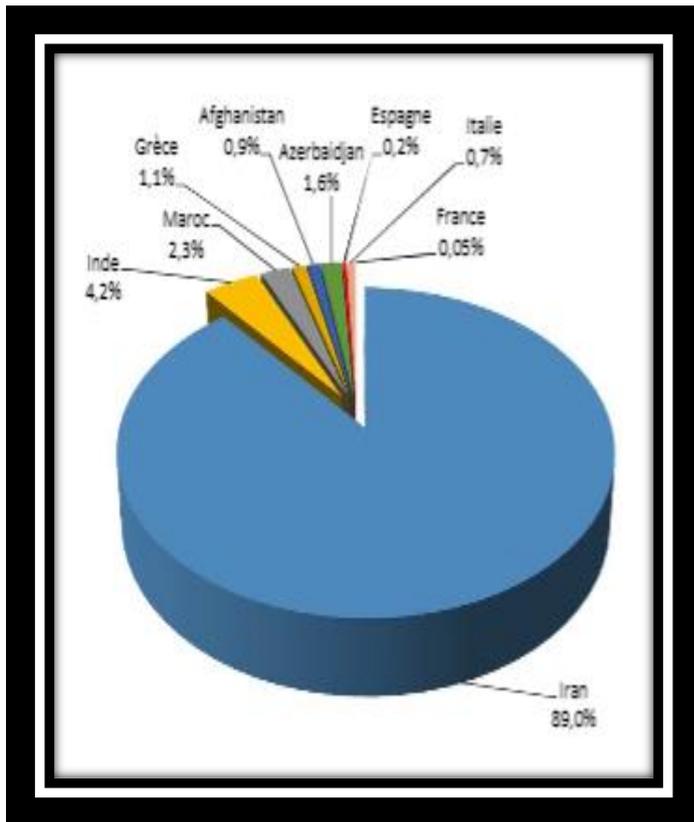


Figure 3 : Les parts en pourcentage des par principaux pays producteurs de safran dans la surface totale allouée dans les années 2000. (Selma Tozanli., 2018).

- Grèce/Kozani : Krokos Kozanis (A.O.P.)
- Espagne/La Mancha : Azafrán de La Mancha (A.O.P.)
- Italie/L'Aquila : Zafferano dell'Aquila (A.O.P.)
- Italie/Sardaigne : Zafferano di Sardegna (A.O.P.)
- Italie/Toscane : Zafferano di San Gimignano (A.O.P.)
- Italie/Florence : Zafferano delle Colline Fiorentine
- Suisse/Mund : Munder Safran

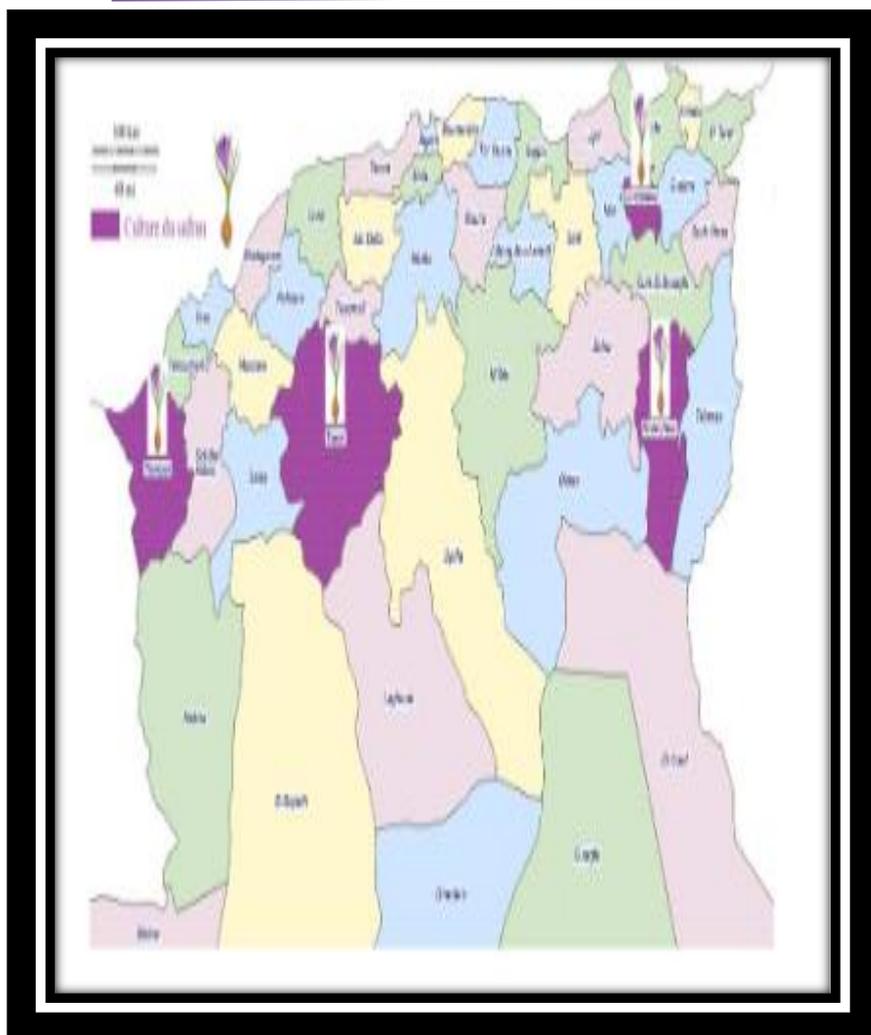


Figure 4 : Les aires principales de la culture de safran en Algérie. (Selma Tozanli.,

-La distribution du safran en Algérie est :

Initiatives individuelles supportées par des autorités publiques :

A. Rouibi ; M'sara

Frères Lahmari : Khenchela

L. Chouikh (Ass. Adam):

Mitidja

Safran Tariki: Constantine

A. Chickhi: Tlemcen

M. Brik (Ass. El Argoub) :

Lagouat

Ass. Lahzamet : Batna

S. Boudjelida : Sétif

Fondation de l'Association des Producteurs de Safran (ANPS) regroupant 100 producteurs de 25 wilayas en 2018

I-4-Composition chimiques du safran :

L'analyse chimique du safran a montré la présence d'environ 150 substances volatiles aromatiques et des composés non volatils, les principaux étant les flavonoïdes (quercétines et Kaempferols) et majoritairement les caroténoïdes en grandes quantités tels que l' α -carotène, le β -carotène, les lycopènes et la zeaxanthine.

Les substances volatiles se composent de plus de 34 composants qui sont des terpènes, des Alcools terpéniques et leurs esters dont le safranal qui est le principal composant

(Liakopoulou-Kyriakides et Kyriakidis, 2002).

Les principaux composants du safran sont :

- **La crocine** : responsables de la couleur jaune-orangée de l'épice, constituent environ 6 à 16% de la matière sèche totale du safran. Elle est soluble dans l'eau. Se caractérise par une activité antioxydant et antitumorale (**Gregory *et al.*, 2005**) (**Gutheilet *al.*, 2012**).
- **La picrocrocine** : est un glycoside sans couleur et sans odeur. Responsable de la saveur amère du safran et peut comprendre jusqu'à 4 % de safran sec (**Srivastava *et al.*, 2010**).
- **Le safranal** : c'est une molécule volatile présente sous forme d'huile essentielle, responsable de l'odeur et l'arôme du safran, il représente 82,82 % des composants volatils (**Hu *et al.*, 2008**).
- **Les flavonoïdes** : les flavanols portent le nom des kampferols sont des composants de safran, Avec la quercétine et l'isorhamnetine qui ont été identifiées au niveau des pétales de cette Plante étudiée (**Goupyet *al.*, 2013**).

La crocine, la picrocrocine et le safranal sont synthétisés à partir du clivage oxydatif de la zeaxanthine (**Premkumar et Ramesh, 2010**)

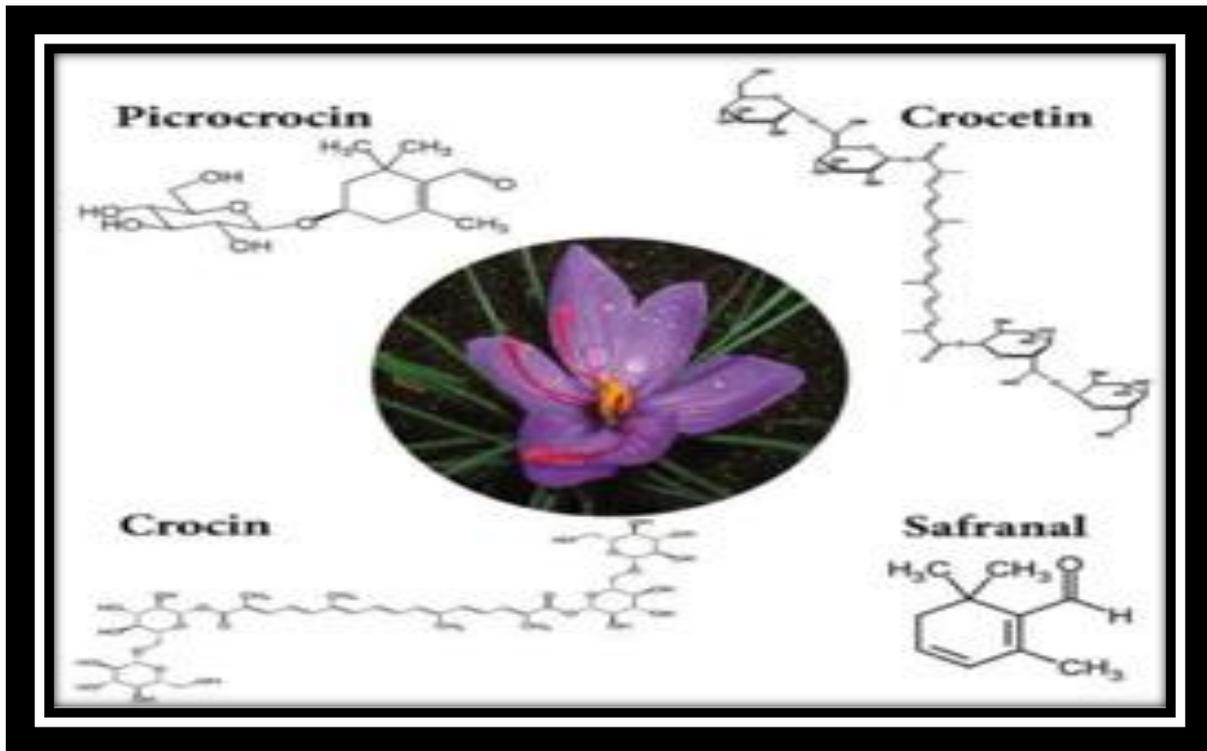


Figure 5 :Structures chimiques des compositions du safran (Rezaee Khorasany et al., 2016).

I-5-L'usage de safran :

En générale, le safran est utilisé depuis des siècles dans l'art culinaire, dans le domaine des Cosmétiques et des teintures et dans la médecine traditionnelle (**Claire P, 2015**).Plusieurs études pharmacologiques ont été décrites :antioxydants, anticancéreux, anticonvulsivants, anti-ischémiques, anti-génotoxiques, antidote, anti apoptotiques, antitussifs, antidépresseurs, sédatifs et hypnotiques, hypo-lipidémies, antinociceptifs Et effets anti-inflammatoires (**Rahimi, 2015**).Le safran est utilisé dans la cuisine arabe, européenne, indienne, iraniennet et de nombreux plats d'Asie centrale, notamment dans la préparation du bouillon, Riz (**Chevalier A, 1926**), à base de poisson (**Hill T, 2004**).Le safran est employé en cosmétologie surtout chez les femmes pour obtenir une peau douce et jaune, le crayon khôl maquiller les yeux en noir (**Lazérat V, 2009**), le fluide et les crèmes hydratantes, nourrissantes et anti-âges (**Kesari, 2014**), des masques revitalisant des sérums antirides (**phylactiv, 2014**), le safran a également été employé pour ses seules propriétés aromatiques pour la fabrication de divers parfums (**Chevalier A, 1926**)

II-Les pétals du safran:

II-1-Définition de pétale du safran :

Le pétale de safran est le principal sous-produit de la transformation du safran. Le pétale de safran contient plusieurs composés tels que des agents minéraux, anthocyanes, flavonoïdes, glycosides, alcaloïdes et kaempférol. Comme le pétale de safran est moins cher et, produit en grande quantité par rapport au stigmate, il peut donc être considéré comme un produit approprié à des objectifs différents. (Hosseini et al 2018). Ils sont utilisés comme agent biologique dans les industries agricoles (Astareiet al., 2006), et ils possèdent plusieurs propriétés pharmacologiques comme le pouvoir antioxydant, anticancéreux, antibactérien, antispasmodique, immunomodulateur, antidépresseur, antinociceptif, et des activités hépatoprotectrices, Reno-protectrices, antihypertensives et antidiabétique (Hosseini et al., 2018).



Figure 6 :pétales frais du safran.

II -2-Composition chimiques des pétales :

L'analyse chimique des pétales de safran, montre des propriétés physicochimiques telles que les protéines 10,20%, les graisses 5,3%, les cendres 7,00%, les Fibres 8,80%. Et aussi ils sont composés de flavanols (kaempférol 12,6%), caroténoïdes (crocine 0.6%), anthocyanes, composés phénoliques, terpénoïdes, alcaloïdes et de kinsénoside et de goodyeroside (Hosseini et al., 2018).

Les pétales de *crocus sativus* contiennent du sucre et des pigments tels que des anthocyanines, de l'alpha-carotène, bêta-carotène et du xanthane (Shadmehri et al, 2019).

II-3-Propriétés des pétales de safran

De nos jours, le pétale de safran est utilisé comme agent biologique dans les industries agricoles et dans différents domaines médicaux. (Hosseini et al., 2018).

Les effets pharmacologiques du pétale de safran (Hosseini et al2018).

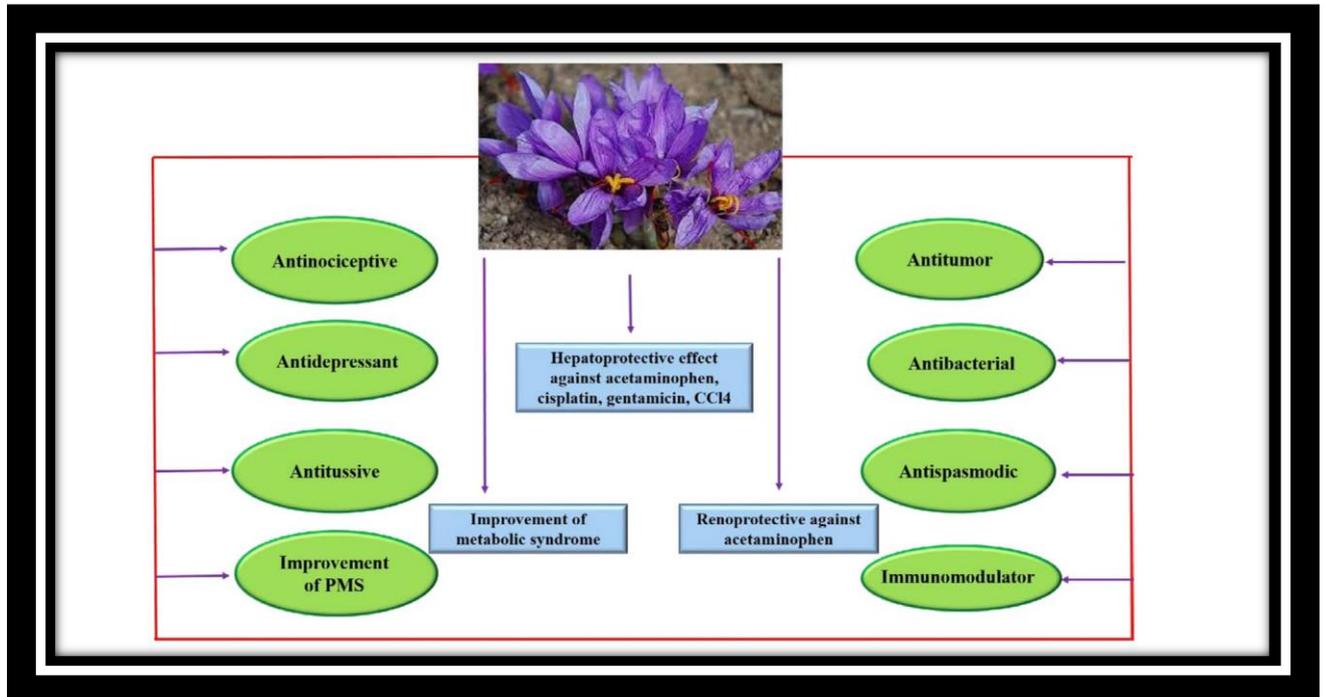


Figure 7: Les effets pharmacologiques du pétale de safran (Hosseini et al2018).

III-Polyphénols:

III-1- Définition des polyphénols :

-Les polyphénols, ayant une structure de base un phénol, sont les antioxydants les plus présents dans la nature mais aussi dans nos assiettes. Ils permettent aux plantes de se défendre contre les phénomènes d'oxydation, certaines agressions extérieures et contre le Pourrissement (Buijsse et al., 2006).

-ils empêchent le vieillissement cellulaire en interrompant le passage du stress oxydatif et en interceptant le «message» de l'apoptose (mort cellulaire programmé) (Macheix et al.,2006).

-Les polyphénols regroupent différentes classes de molécules, principalement les acides Phénoliques et les flavonoïdes mais aussi les lignanes et les stilbènes aux effets de type Ostrogénique bien connus (Renaud, 1992). Les flavonoïdes se divisent en trois groupes :

➤ **Les flavonoïdes « jaunes » :**

Très abondants dans les fruits et légumes comme les brocolis ou les agrumes

➤ **Les flavonoïdes rouges ou « anthocyanes » :**

On les trouve dans de nombreux fruits rouges comme la betterave et le vin. C'est essentiellement pour leurs propriétés antioxydants

➤ **Les tanins :**

Il est composé en deux grands différents groupes à la fois par leur réactivité chimique et par leur composition (**Haslam, 1989**) :

- **Les tanins hydrolysables :** ce sont des esters de glucose et d'acide gallique (**Guignard, 2000**). Ils sont d'abord caractérisés par le fait qu'ils peuvent être dégradés par l'hydrolyse biochimique ou enzymatique. (**Guignard, 2000**).
- **Les tanins condensés :** sont des oligomères ou des polymères de flavane-3-ol dérivés de la catéchine ou de ses nombreux isomères (**Harborne, 1980**). Ils ont la propriété de coaguler les protéines du derme (**Guignard, 2000**).

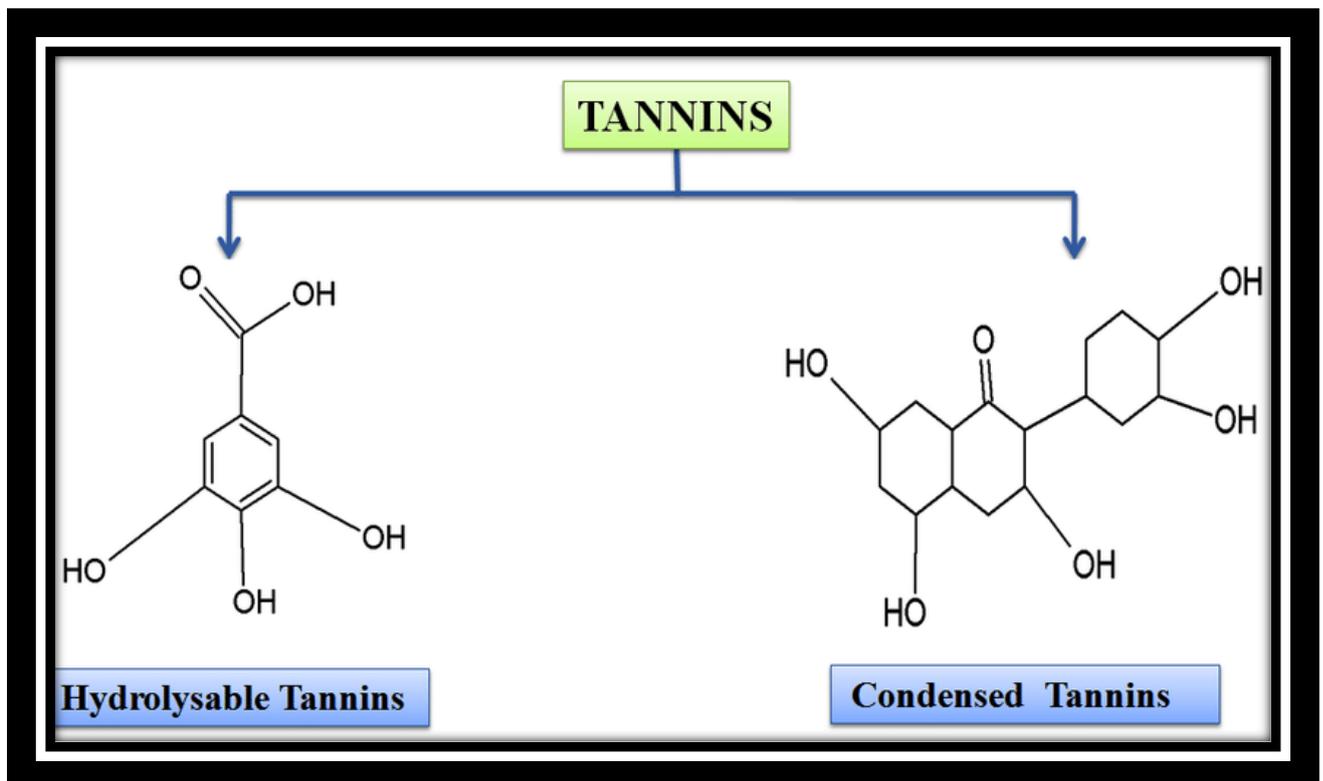


Figure 8 : Structure de base et types de tanins (Macheix et al, 2005).

III-2- Rôle des polyphénols :

Les polyphénols sont importants pour la physiologie de la plante, ils jouent un rôle essentiel dans plusieurs fonctions :

-La Protection des tissus végétaux contre les rayonnements UV (**Lattanziet al., 2008**)

- Responsables de la pigmentation des fleurs, des fruits et des pollens pour attirer les Pollinisateurs et les disperseurs de graines (**Hadi, 2004**).

- Donnent l'arôme et le parfum aux plantes.

- Facilitent la fertilité de la plante et la germination de pollen (**Petti et Scully, 2009**)

-La protection contre les microorganismes pathogènes et les insectes [(**Balasundramet al., 2006**) ; (**Taylor et Chom, 2006**) ; (**Petti et Scully, 2009**)].

-Les flavonoïdes qui sont responsables de la coloration des organes végétaux (fleurs, fruits, graines) (**Petti et Scully, 2009**).

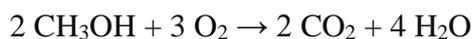
-Les polyphénols peuvent aussi jouer un rôle essentiel dans la santé en agissant sur le Métabolisme, le poids, les syndromes chroniques et la prolifération cellulaire, ainsi que sur les Risques mineurs des syndromes dégénératifs chroniques et lié à l'âge (**Pérez-Jiménez et al., 2010**).

IV-Les solvants:

IV-1-Méthanol :

Le méthanol ou alcool méthylique, est un solvant polaire, composé, organique de formule : CH_3OH C'est le plus simple des alcools. Il se présente sous la forme d'un liquide léger, volatil, incolore, inflammable, toxique ayant une odeur caractéristique, plus douce et sucrée que celle de l'éthanol

Le méthanol brûle dans l'air en formant du dioxyde de carbone et de l'eau :



Le méthanol est utilisé traditionnellement comme dénaturant de l'éthanol, ce qui explique l'origine du terme Alcool dénaturé. Le méthanol est également utilisé comme solvant, et comme antigel.

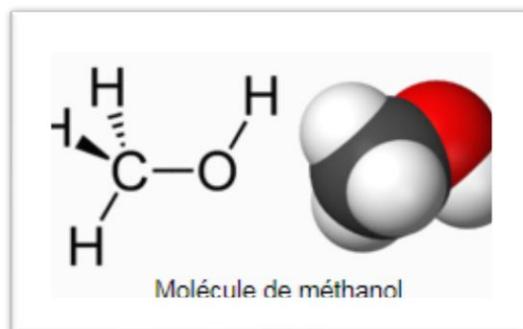


Figure 9 : structure chimique du méthanol

IV-2-Butanol :

Le Butanol est le nom de plusieurs alcools isomères de formule brute $C_4H_{10}O$. Un composé organique volatil. Il se présente sous la forme d'un liquide incolore, et est un alcool produit essentiellement à base de dérivés de pétroles. Soluble dans l'eau (7,8% en poids à $20^{\circ}C$), le 1-butanol en dissout une quantité importante (20% en poids à $20^{\circ}C$) et forme un azéotrope avec l'eau. Miscible à la plupart des solvants organiques usuels : alcools, cétones, esters...

Une équipe de chercheurs de l'Institut National des Sciences et des Techniques Industrielles Avancées a développé une technique de raffinage du bio-butanol qui permet d'obtenir une solution concentrée à 82% (pourcentage massique) et ainsi de réduire considérablement la quantité d'énergie totale consommée lors du processus de déshydratation du butanol.

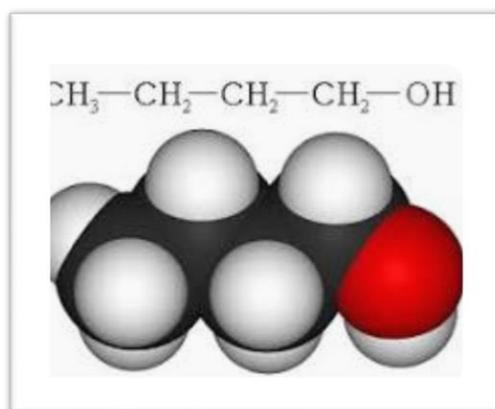


Figure 10 : structure chimique du butanol

IV-3-L'eau :

L'eau est une substance chimique constituée de molécules H_2O . Ce composé, très stable, mais aussi très réactif, est un excellent solvant à l'état liquide. Dans de nombreux contextes, le

terme eau est employé au sens restreint d'eau à l'état liquide, ou pour désigner une solution aqueuse diluée.

L'eau est la molécule la plus abondante sur Terre et elle présente de nombreux avantages : elle est non toxique, sans danger pour la santé, non inflammable. C'est un solvant polaire et une structure interne dominée par un réseau de liaisons hydrogène ou liaisons-H. En particulier, l'utilisation d'eau comme solvant pour des réactions de Diels-Alder conduit à une augmentation des vitesses de réaction et de la sélectivité du fait d'une combinaison entre effets hydrophobiques et effets liés aux liaisons-H.

L'eau est un constituant biologique important, essentiel sous sa forme liquide pour tous les organismes vivants connus. Compte tenu de son caractère vital, de son importance dans l'économie et de son inégale répartition sur Terre, l'eau est une ressource naturelle dont la gestion est l'objet de forts enjeux géopolitiques.

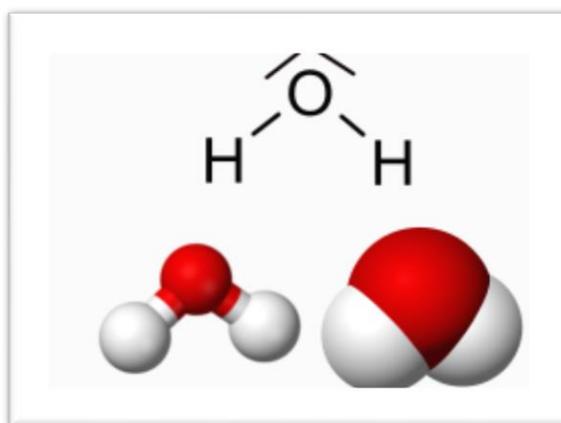


Figure 11 : structure chimique de la molécule d'eau

Matériel et méthodes

I- Les pétales de safran:

I-1-Obtention des pétales :

Notre étude porte sur la détermination de la composition des pétales fraîches du *Crocus sativus L*, une plante locale de la région d'Ain Fezza, djebel zaafran, Daira de Tlemcen, Wilaya de Tlemcen, Le matériel végétal constitué des parties aériennes de la plante récoltée pendant la fin de mois d'octobre vers la mi-novembre 2021. (Afin de préserver au maximum l'intégrité de sa composition chimique), le matériel est conservé à l'abri de la lumière et de l'humidité en vue des différents dosages.

Cadre d'étude :

Notre étude expérimentale a été réalisée au sein du laboratoire "n°05 biochimie" du département de biologie, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Tlemcen.

Ce travail a été réalisé en deux parties :

1. Préparation des extraits de safran à partir des pétales de *Crocus Sativus*
- 2- dosage des familles chimiques présentes dans les extraits ainsi que l'étude la capacité antioxydante totale des extraits

-Dosage des polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins hydrolysables, tanins condensés, flavanols et évaluation de capacité antioxydants au niveau de ces extraits des pétales

I-2-Extraction des huiles fixes :

L'extraction des huiles fixes se fait par la méthode de soxhlet



Figure 11 : dispositif d'extraction des huiles fixes (méthode de soxhlet)

Avant de commencer cette méthode on pèse la matière végétale fraîche dont le poids est de (85,6925g)

- On utilise deux cartouches cellulosiques remplies de matière végétale ; placé les cartouches dans un siphon relie à deux ballons remplit avec 300 ml d'hexane.

- L'extraction se fait entre 3h .

- On prend le ballon qui contient l'hexane avec les huiles fixes, puis on le met dans le rota-vapeur a une température 45 qui sépare les huiles fixes et l'hexane par l'évaporation d'hexane.

-A la fin de cette opération nous avons extrait les huiles fixes.



Figure 12 : Photographie du Rotavapeur utilisé

I -3-Préparation des extraits :

L'extraction des constituants du matériel végétal ce fait par :

I -3-1-Macération :

Le principe de macération est l'extraction des familles chimiques.

-Après l'extraction des huiles fixes, retirer les pétales frais des cartouches pour les faire séchés pendant 16h



Figure 13 : Pétales fraîches portés au séchage

-les pétales sont passées par des solvants à polarité croissante d'un solvant apolaire vers le plus polaire (dichlorométhane, acétate-d'éthyle, acétone, butanol, méthanol, eau)

Après les macérations des solvants dichlorométhane, acétone, acétate-d'éthyle, on pèse le résidu après filtration et séchage du filtrat, on ajoute 350ml du butanol de façon à ce que le résidu soit submerge dans le solvant.

Laissez-le pendant 72h à température ambiante, suivi d'une première filtration sur le papier de JOSEPH et une deuxième filtration sur le papier wattman à porosité (0.8micrometre).la partie résiduelle est séchée et pesé pour être macéré dans le méthanol et qui sera filtré dans les mêmes conditions puis pesé pour une dernière macération aqueuse.



Figure 14 : pétales macéré dans le butanol



Figure 15 : Photographie de la filtration de la macération des pétales fraîches de
Solvant méthanol

-Les fractions sont récupérées en évaporant le solvant dans le rotavapeure à 45°C.

I-3-2- Rendement des extraits d'*Crocus sativus* L :

Le rendement d'extraction est calculé par la formule suivante (Fellah et al. 2008 in Mahmoudiet al., 2013) :

$$R (\%) = [M (\text{ext})/M (\text{ech})] * 100$$

-Mext : la masse des extraits après évaporation du solvant en g

-Méch : la masse sèche de l'échantillon végétal en g

I-4- Dosage des composés phénoliques :

I-4-1-Dosage des phénols totaux :

Principe : Le dosage des phénols totaux est déterminé par le réactif de Folin-Ciocalteu selon la méthode de (Singleton et Rossi, 1965). Le réactif est réduit lors de l'oxydation de phénol, en un mélange d'oxyde bleu de tungstène et de molybdène, l'absorption est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à 765nm.

Mode opératoire : Une prise de 200 µL de l'extrait dilué a été introduite dans des tubes à essais, puis 1000 µL du réactif du Folin-Ciocalteu dilué 10 fois et 800 µL de carbonate de

sodium (Na_2CO_3) à 7.5% sont additionnés. Les tubes sont agités et conservés durant 30min à l'abri de la lumière et à une température ambiante. L'absorbance est mesurée à 765nm contre le blanc à l'aide d'un spectrophotomètre **SPECORTD 200 Plus (Figure 5)**. Une courbe d'étalonnage est réalisée en utilisant l'acide gallique comme contrôle positif afin d'exprimer les teneurs en milligramme (mg) équivalents d'acide gallique par gramme de la matière sèche (mg EAG /g MS).

I-4-2-Dosage des flavonoïdes :

Principe : Le dosage des flavonoïdes est déterminé en utilisant la technique de (**Zhishen et al., 1999**).

Mode opératoire : une quantité de 500 μL de l'extrait dilué est mélangée avec 1500 μL d'eau distillée, suivi par 150 μL de nitrite de sodium (NaNO_2) à 5%. Après 5 min ,150 μL de trichlorure d'aluminium (AlCl_3) à 10 % est ajouté au mélange. Après 6 min d'incubation à la température ambiante, 500 μL d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 4%est additionné.

Immédiatement, le mélange est complètement agité afin d'homogénéiser le contenu.

L'absorbance est déterminée à 510 nm contre le blanc à l'aide d'un **spectrophotomètre SPECTROD 200 Plus**. Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant la catéchine comme contrôle positif.

La teneur en flavonoïdes est exprimée en milligramme (mg) équivalents de catéchine par gramme de la matière sèche (mg EC/g MS).

I-4-3-Dosage des tanins condensés :

Principe : La quantité des tanins condensés est déterminée par la méthode de vanilline en milieu acide (**Julkunen-titto, 1985**). Cette méthode est basée sur la capacité de vanilline en présence d'HCl à réagir avec les tanins, l'absorbance est mesurée à 550 nm.

Mode opératoire : Un volume de 50 µL de l'extrait dilué est ajouté à 1500 µL de la solution vanilline/méthanol (4%) puis mélangé à l'aide d'un vortex. Ensuite, 750 µL de l'acide chlorhydrique concentré (HCl) est additionné. Le mélange obtenu est laissé réagir à la température ambiante pendant 20 min à l'abri de la lumière. L'absorbance est mesurée à 550 nm contre le blanc à l'aide d'un **spectrophotomètre SPECORD 200 Plus**. Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant la catéchine comme contrôle positif. Les résultats sont exprimés en milligramme (mg) équivalents de la catéchine par gramme de la matière sèche (mg EC/g MS).

I-4-4-Dosage des tanins hydrolysables :

Principe : Le taux des tanins hydrolysables est déterminé par la méthode de **Mole et Waterman (1987)** qui est basée sur la réaction avec le chlorure ferrique.

Mode opératoire : Un volume de 1 ml de l'extrait est mélangé avec 3.5 ml de la solution de FeCl₃ (1.62 g est dissous dans 0.01M de HCl). Le mélange donne une coloration rouge violette au complexe d'où la formation des ions (Fe⁺³). L'absorbance a été lue à 660 nm après 15 secondes. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalents d'acide gallique par g de la matière sèche à partir de la courbe d'étalonnage (mg EAG/ g MS).

I-4-5-Dosage des flavanols :

Principe : Le dosage des flavanols a été réalisé par la méthode de (**Kumaran et al., 2007**).

Mode opératoire : Une prise de 0.25 ml de l'extrait brut est mélangé avec 1.5 ml d'acétate de sodium à 50 mg/ml et 0.25 ml de AlCl₃ à 2 mg/ml. Le mélange est homogénéisé et incubé à température ambiante durant 150 min. L'absorbance est lue à 440 nm.

Le contenu en flavanols est exprimé en milligramme (mg) équivalents de quercétine par gramme du poids de la matière sèche (mg QE/ g MS).

I-5-Capacité antioxydante totale (CAT) :

Principe : La CAT de l'extrait brut des fruits immatures de *P. Atlantica* a été examiné par la méthode de phosphomolybdène de (Prieto et al., 1999).

Mode opératoire : Un volume de 300 µl de l'extrait dilué a été ajouté à 3 ml de solution de réactif (acide sulfurique 0.6M, phosphate de sodium 28 mM et molybdate d'ammonium 4 mM). Les tubes ont été fermés et incubés à 95 °C pendant 90 min. Après refroidissement, l'absorbance des solutions a été mesurée à 695 nm contre le blanc qui contient 3 ml de la solution CAT et 0.3 ml de l'eau distillée et il a été incubé dans les mêmes conditions que l'échantillon.

Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide ascorbique comme contrôle positif. Les valeurs de la CAT sont exprimées en milligramme équivalents d'acide ascorbique par gramme de matière sèche (mg EAA/g MS).

Test statistique

Data were tested by one-way ANOVA and Tukey post hoc tests. Values with different superscript letters (a .b. c) are significantly different at $p < 0.05$, $P < 0.001$.

Résultats et Interprétation

I. Etude phytochimiques :

I. 1. Rendement d'extraction :

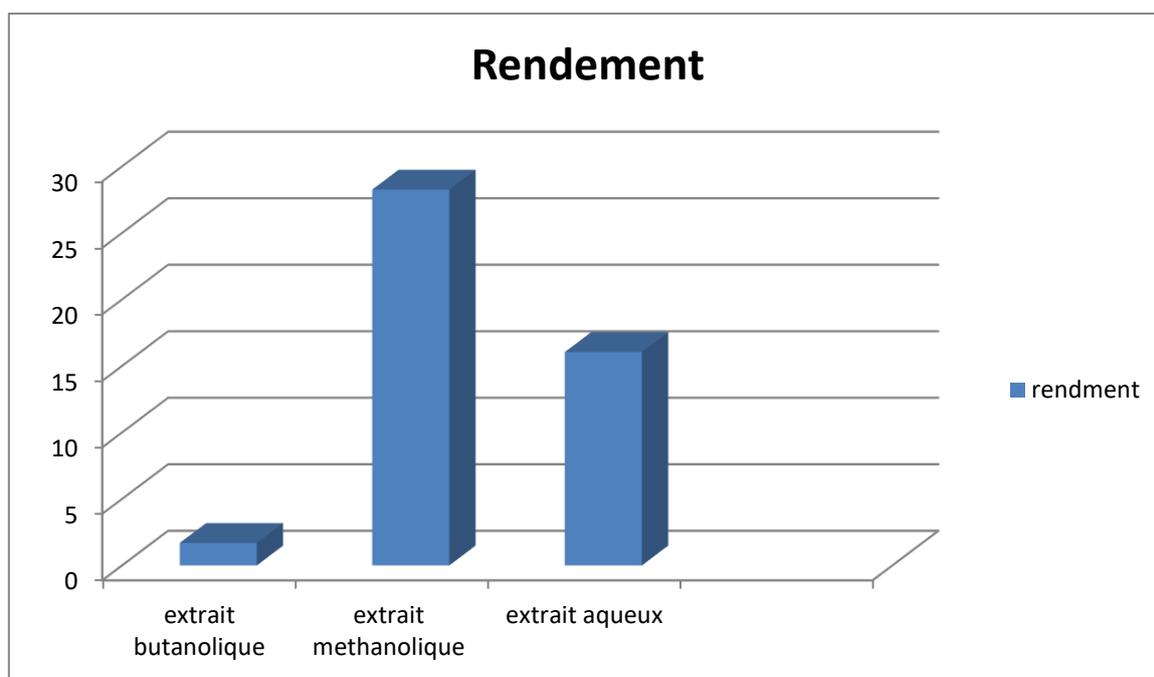


Figure 16 : Rendements de la macération des pétales frais dans différents solvants

Nos résultats montrent que l'extraction des pétales de safran par la macération donne des rendements plus ou moins importants dans les fractions méthanolique (28.260%) et fraction aqueux (16.045%), par apport aux fractions butanolique (1.693%).

I-2- Dosage des composés phénoliques :

I-2-1- Dosage des polyphénols totaux :

La courbe d'étalonnage est élaborée par une solution standard de l'acide gallique à des concentrations différentes. La formule de la régression linéaire de cette courbe est de ($Y = 4.548x$) avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,990$.

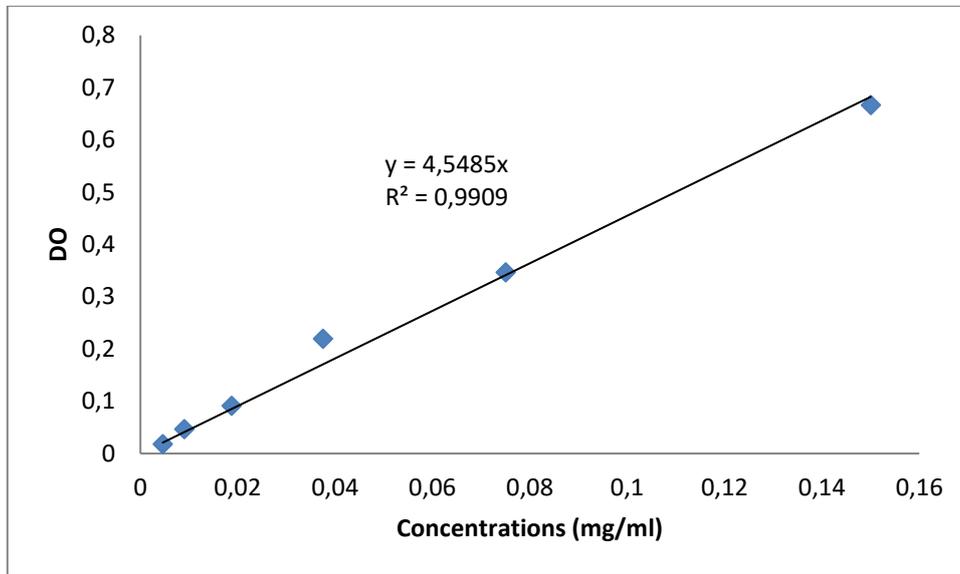


Figure 17 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols.

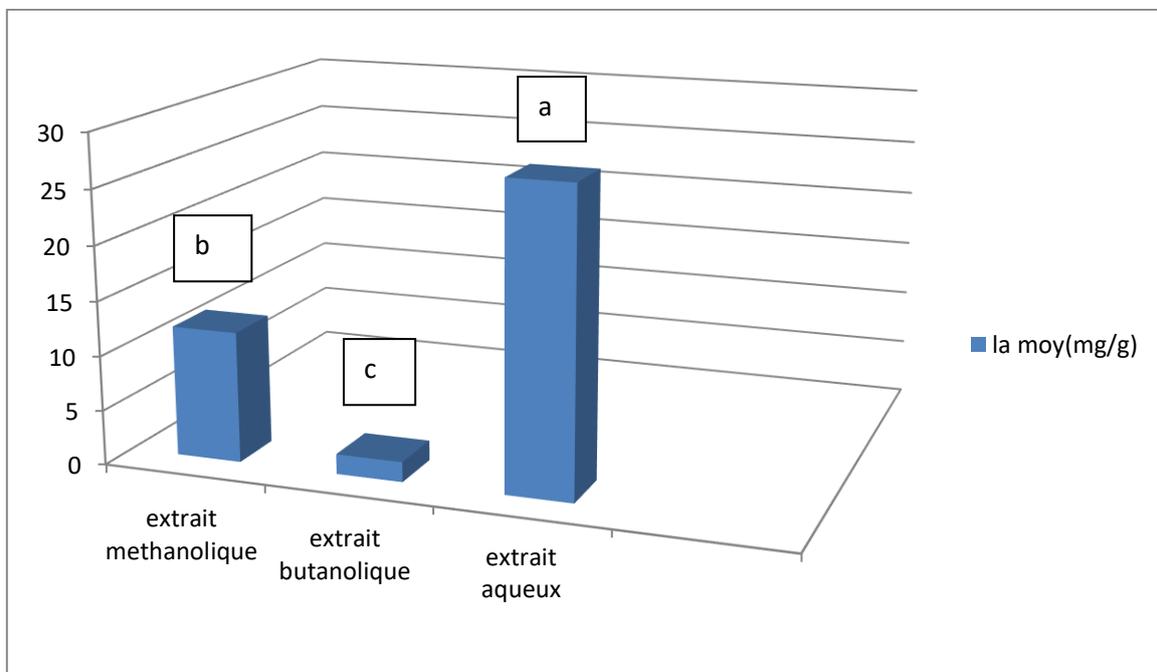


Figure 18 : La teneur en polyphénols totaux dans les trois extraits.

Résultats et Interprétations

(Data were tested by one-way ANOVA and Tukey post hoc tests. Values with different superscript letters (a.b. c) are significantly different at $p < 0.05$, $P < 0.001$.).

D'après les résultats suivants, nous avons constaté que tous les extraits préparés, contiennent des composés phénoliques, mais à des concentrations très variables. La concentration de La Fraction aqueuse est augmenté d'une manière hautement significative par rapport aux fraction butanolique et methanolique $P < 0.001$.

La concentration de la fraction méthanolique en polyphénol présente une augmentation d'une manière hautement significative par apport la fraction butanolique $P < 0.001$.

I-2-2- Dosage des flavonoïdes :

Le dosage des flavonoïdes a été effectué par la méthode spectrophotométrique au chlorure d'aluminium (AlCl₃). Les résultats obtenus basés sur la formule de la régression de ($y=2.117x$) avec un coefficient de détermination ($R^2 = 0,989$).

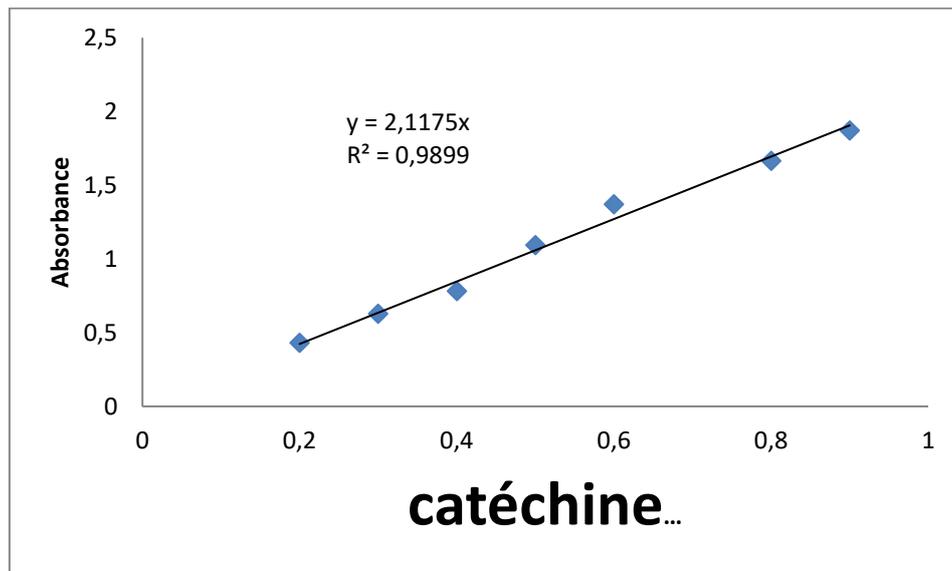


Figure 19: Courbe d'étalonnage de catéchine pour le dosage des flavonoïdes.

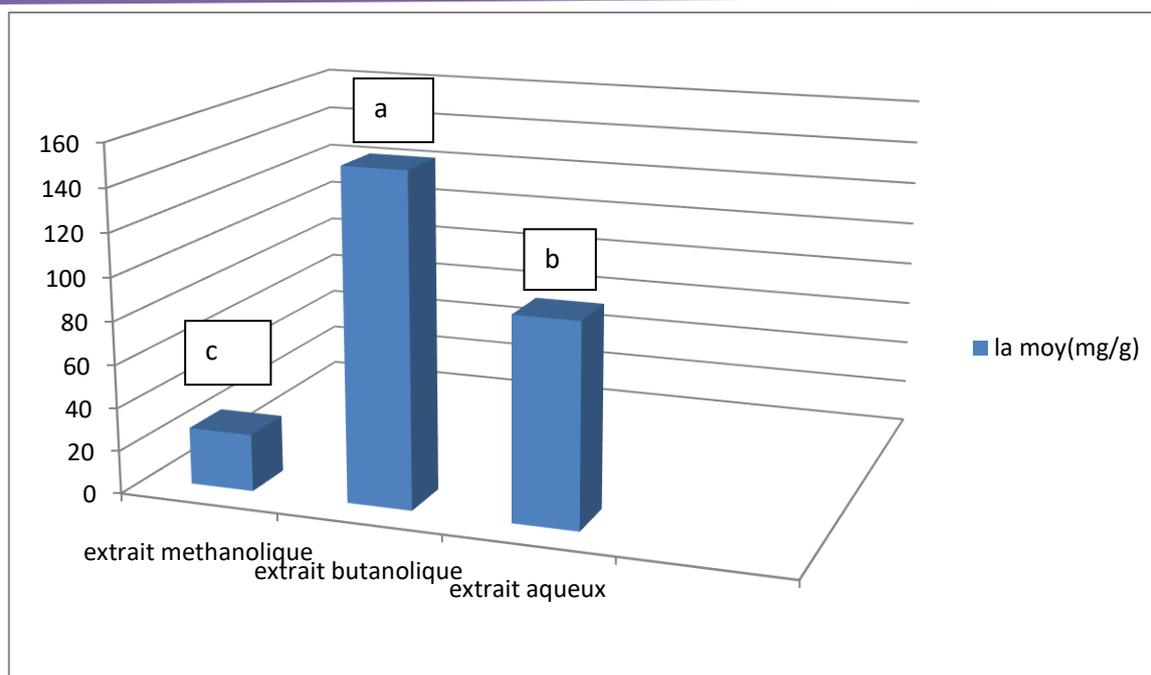


Figure 20: La teneur en flavonoïdes totaux.

Data were tested by one-way ANOVA and Tukey post hoc tests. Values with different superscript letters (a .b. c) are significantly different at $p < 0.05$, $P < 0.001$.

La fraction obtenue par la macération à partir des pétales de *Crocus sativus*. L ont montrés des teneurs plus importantes en flavonoïdes.la concentration aqueuse présente une significative modéré par apport la fraction méthanolique et butanolique $P < 0.05$

Cependant la concentration en flavonoïdes au niveau de fraction méthanolique est diminuée de manière hautement significative par apport la fraction butanolique. $P < 0.001$.

I-2-3-Dosage des tanins condensés :

Dans cette courbe en utilisant la vanilline comme référence. La formule de la régression linéaire est de ($y=0,088x + 0,013$) avec un coefficient de corrélation $R^2= 0,998$.

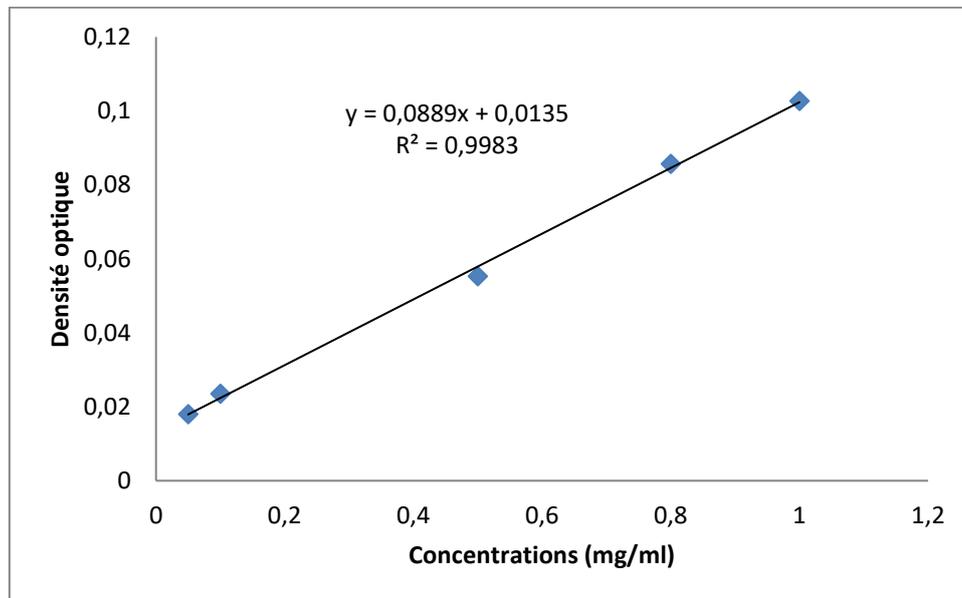


Figure 21 : courbe d'étalon de la catéchine.

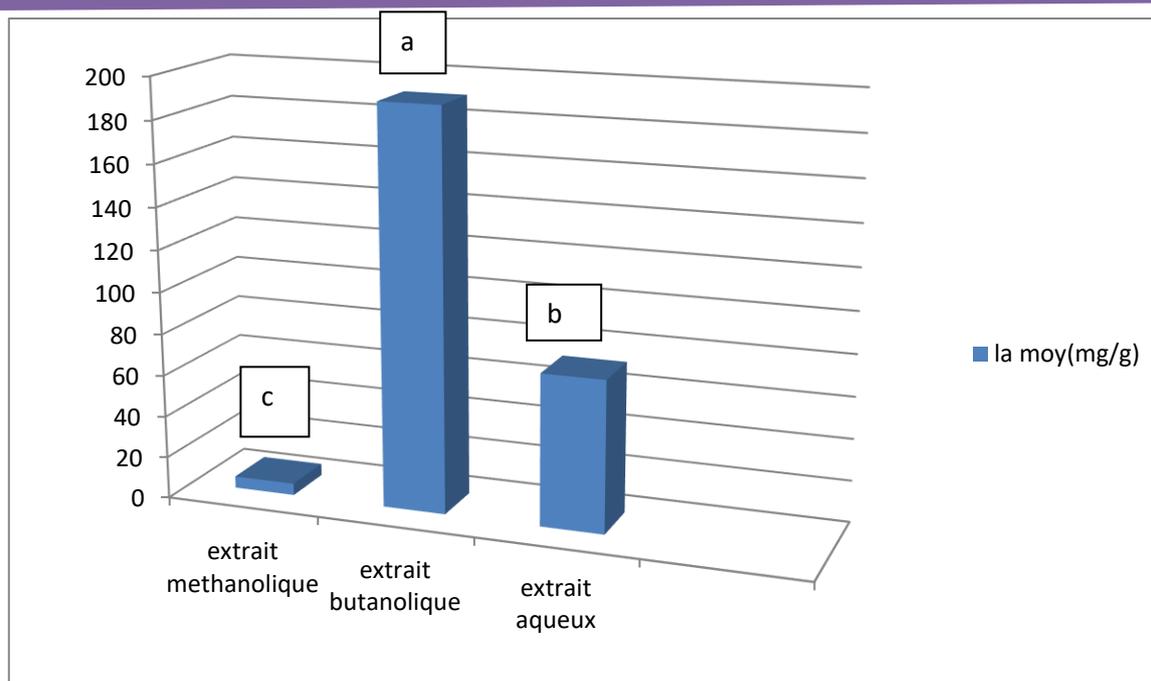


Figure 22 : la teneur en tanins condensés.

Data were tested by one-way ANOVA and Tukey post hoc tests. Values with different superscript letters (a.b. c) are significantly different at $p < 0.05$, $P < 0.001$.

Les fractions butanoliques et aqueux préparés, montrent la présence des teneurs plus importante en tanins condensés avec des concentrations déférentes. La concentration de La Fraction aqueuse est diminuée d'une manière hautement significative par rapport aux fraction butanolique $P < 0.001$.

Cependant la fraction aqueuse est augmentée d'une manière hautement significative par rapport aux fractions méthanolique $P < 0.001$.

La concentration de la fraction méthanolique est diminuée d'une manière hautement significative par apport la fraction butanolique $P < 0.001$.

I-2-4-Dosage des tanins hydrolysables :

Le taux des tanins hydrolysables a été effectué par la méthode de Mole et Waterman (1987) qui est basée sur la réaction avec le chlorure ferrique. Les résultats obtenus basés sur la formule de la régression de ($y=0.337x$) avec un coefficient de détermination ($R^2 = 0,992$)

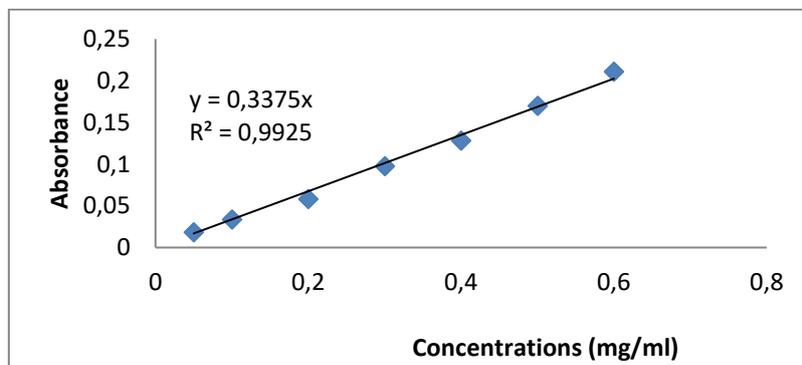


Figure 23 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

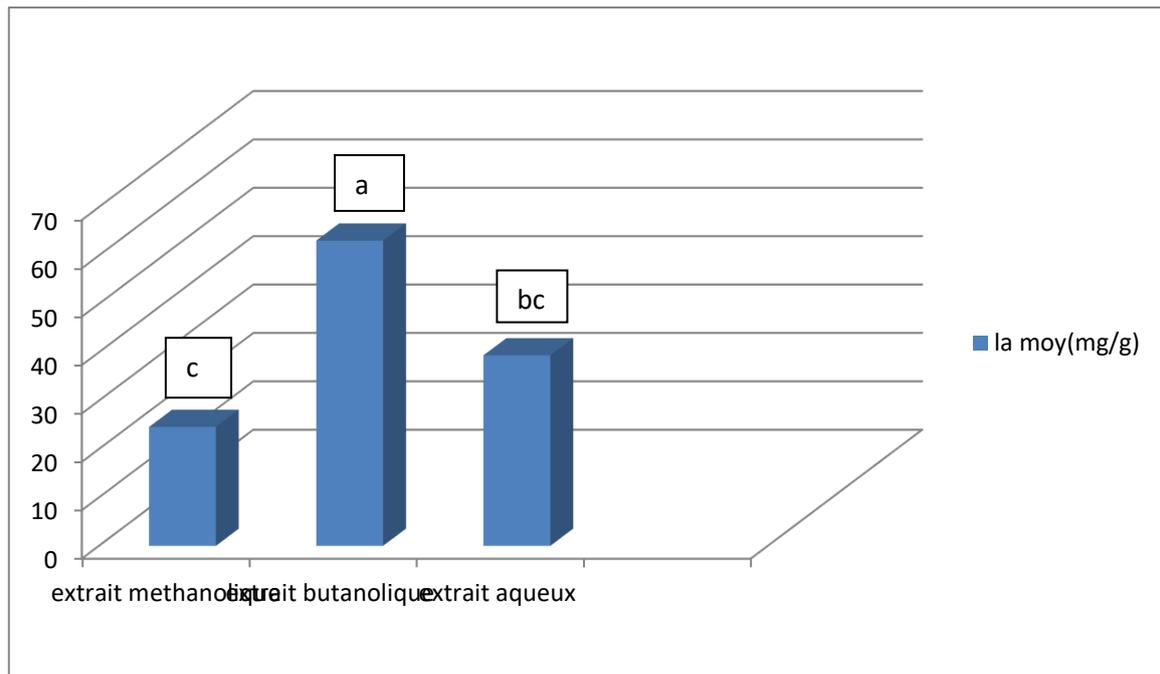


Figure 24 : la teneur des tanins hydrolysables

Data were tested by one-way ANOVA and Tukey post hoc tests. Values with different superscript letters (a.b. c) are significantly different at $p < 0.05$, $P < 0.001$.

D'après l'histogramme illustre dans la (figure : 25) nous avons constaté que la teneur en tanins hydrolysables est élevée au niveau de la fraction butanolique. La fraction aqueuse ne présente aucune différence par rapport la fraction méthanolique $P > 0.05$.

Cependant la concentration en tanins hydrolysables au niveau de la fraction méthanolique est diminuée de manière hautement significative par rapport à la fraction butanolique $P < 0.001$.

La concentration de la fraction aqueuse est très significative par rapport aux fractions butanolique $P < 0.01$.

I-2-5- Flavonols :

Le dosage des flavonols a été réalisé par la méthode de (Kumaran et al. 2007). Les résultats obtenus basés sur la formule de la régression de ($y=1.869x+0.035$) avec un coefficient de détermination ($R^2 =0,978$).

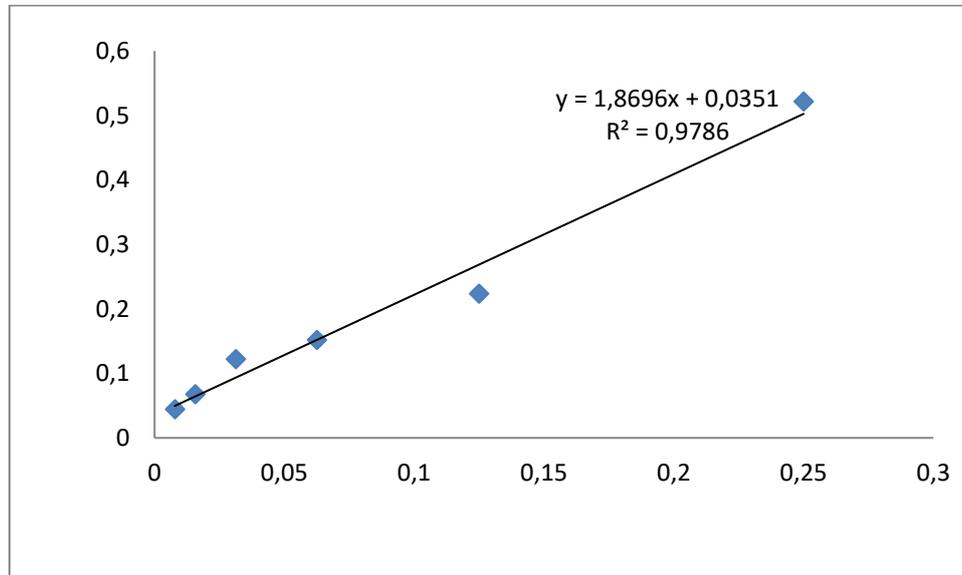


Figure 25 : courbe d'étalonnage de quercétine.

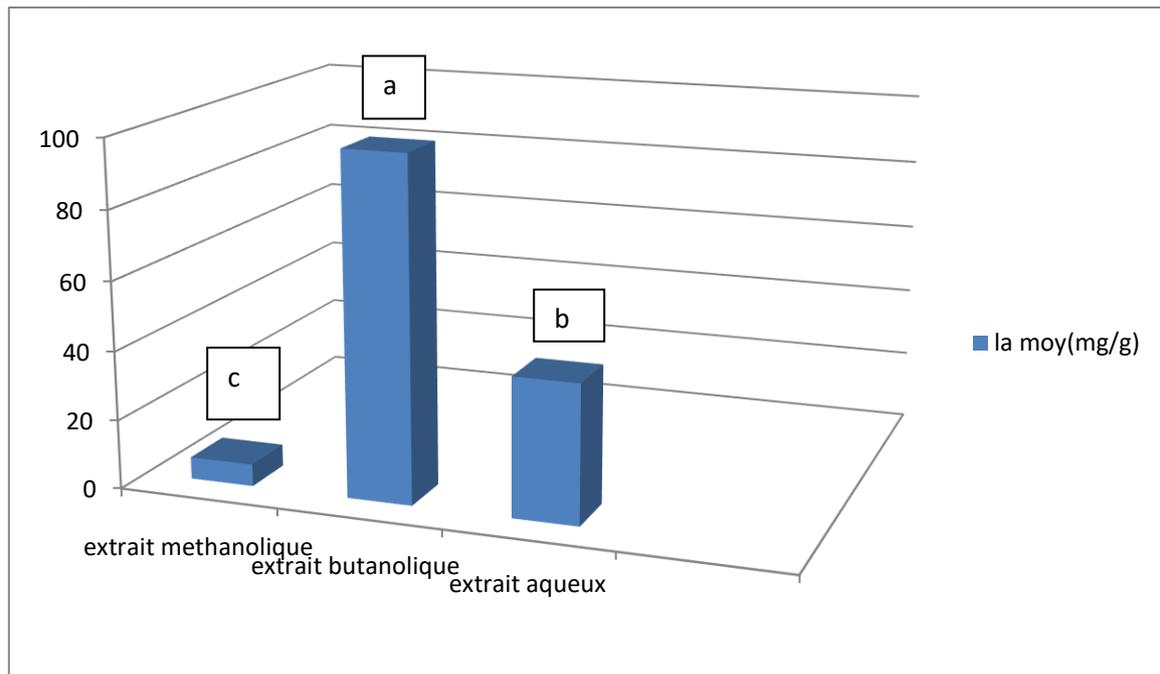


Figure 26 : La teneur en flavonols.

Data were tested by one-way ANOVA and Tukey post hoc tests. Values with different superscript letters (a .b. c) are significantly different at $p < 0.05$, $P < 0.001$.

Nous remarquons que les flavonols sont présents avec une teneur très élevée dans la fraction butanolique. La concentration de La Fraction butanolique est augmenté d'une manière hautement significative par rapport aux fraction aqueuse et methanolique $P < 0.001$

La concentration en flavonols dans la fraction méthanolique est diminuée d'une manière hautement significative par rapport aqueuse $P < 0.001$.

II-Capacité antioxydant totale(CAT):

La CAT de l'extrait brut des fruits immatures de *P. Atlantica* a été examiné par la méthode de phosphomolybdène de (prieto et al. 1999).

Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans la même condition opératoire en utilisant l'acide ascorbique comme contrôle positif. Les résultats obtenus basés sur la formule de la régression de ($y=2.855x$) avec un coefficient de détermination ($R^2 = 0,995$).

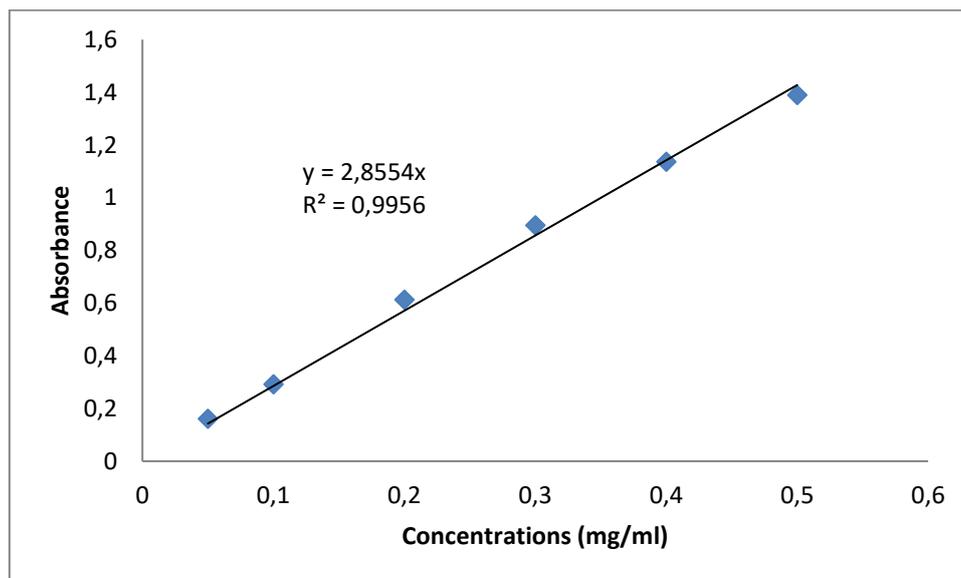


Figure 27 :courbe d'étalonnage d'acide ascorbique.

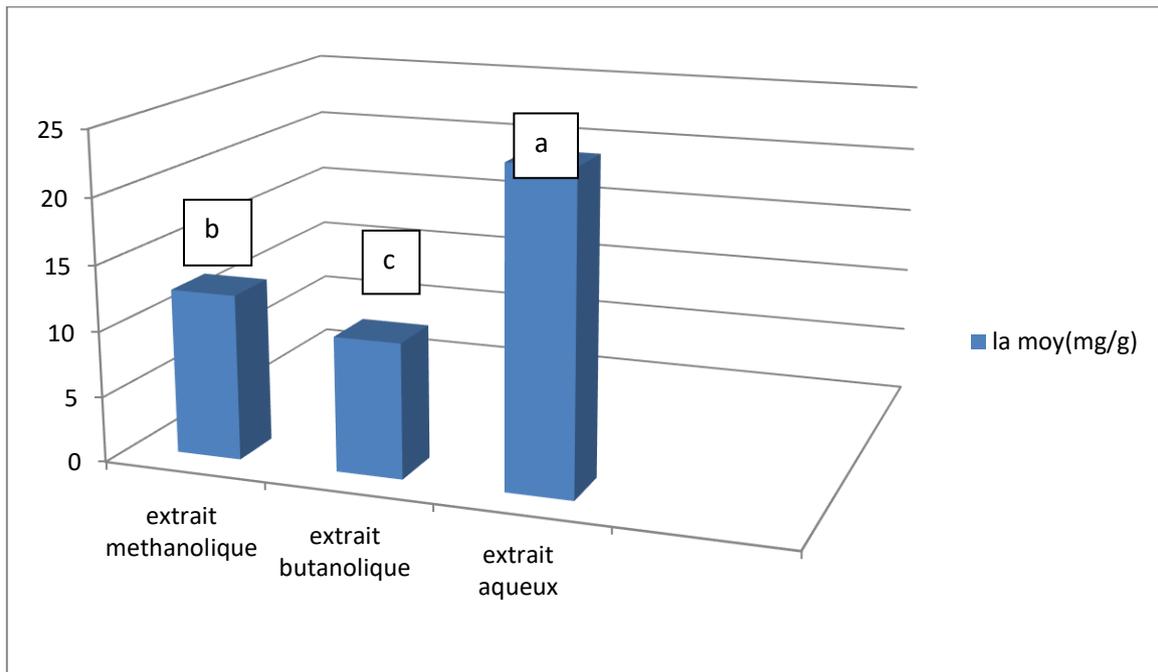


Figure 28: la teneur en capacité antioxydants totale.

Data were tested by one-way ANOVA and Tukey post hoc tests. Values with different superscript letters (a.b. c) are significantly different at $p < 0.05$, $P < 0.001$.

Nous avons observé que la concentration de la capacité antioxydant est élevé dans la fraction aqueux. la concentration de la fraction aqueuse est hautement significative par rapport la fraction aux fractions butanolique et méthanolique $P < 0.001$.

Cependant la concentration de la fraction methanolique est significative par rapport la fraction butanolique $P < 0.05$.

Discussion.

Le safran est une épice bien connue, produite depuis longtemps, principalement dans le bassin méditerranéen. Au cours des dernières années, le safran a été considéré comme une culture alternative pour la diversification de l'agriculture et une nouvelle source de revenus, du fait de son prix élevé (**Matteo Caser et al., 2020**). La richesse de *Crocus sativus* en composés phénoliques avec une teneur importante en polyphénols, en flavonoïdes et tanins montre tout son intérêt thérapeutique sur la santé (anti-oxydants, anticancéreux, anti convulsivant, antidépresseurs, sédatifs ... en médecine préventive et en nutrition) (**Al-faraji, 2017**).

Les chercheurs se basent actuellement sur les vertus attribuées au safran dans l'Antiquité afin de découvrir les molécules bioactives de cette épice. Les stigmates ne représentent qu'une très faible partie de la plante et elle reste la partie la plus étudiée par les chercheurs. Pourtant, les pétales n'ont été que très peu étudiés.

Les pétales constituent les bio-résidus les plus abondants du safran (*Crocus sativus L.*). Comme ils sont source naturelle de polyphénols aux propriétés antioxydantes, ils pourraient être transformés pour générer de précieux produits de bioraffinerie pour des applications dans les industries pharmaceutiques, cosmétiques et alimentaires, devenir une nouvelle source de revenus tout en réduisant les biodéchets. (**Matteo Caser et al., 2020**).

Nous avons réalisé des dosages quantitatifs par des réactions chimiques pour la détermination des polyphénols totaux, des flavonoïdes, flavonols et des tanins.

Nos résultats montrent que l'extraction des pétales de safran par la macération donne des rendements plus ou moins importants dans les fractions méthanolique (28.26029621%) et fraction aqueux (16.04586109%), par rapport aux fractions butanolique (1.693946653%).

Nos résultats sont plus intéressants par rapport aux d'autres études (**Jadouali et al., 2018**).

Il est difficile de comparer les résultats avec ceux de la bibliographie vu la variabilité des paramètres, car le rendement dépend de plusieurs paramètres tels que les propriétés chimiques de la plante étudiée, le solvant utilisé et l'humidité.

D'après nos résultats qui montrent une augmentation des concentrations en composés phénoliques au niveau de la fraction aqueuse d'une manière hautement significative par rapport à celles obtenus au niveau des autres fractions méthanolique et butanolique.

Nos résultats sont plus faibles comparés à ceux de **Jadouali et al, 2018 (65.43mg/g)**.

La fraction aqueuse a une affinité par rapport aux polyphénols, en comparant avec les autres fractions, nous pouvons dire que des polyphénols sont des composés phénoliques hydrosolubles.

Les concentrations en flavonoïdes sont plus élevées au niveau de la fraction butanolique (152.2152mg/g) est hautement significative par rapport à la fraction méthanolique, et pour la fraction aqueuse qui présente une significative moyenne par rapport la fraction méthanolique et butanolique.

Le fractionnement a donné des résultats plus intéressants en comparant avec d'autres études **(belyagoubi I et al, 2021)**

Dans notre étude, nous n'avons constaté que la fraction butanolique riche en flavonoïde, flavonol, tanin condensé et tanin hydrolysable par rapport aux autres fractions.

De plus les extraits des pétales de *Crocus Sativus L* sont également évalués pour leur activité antioxydante. La fraction aqueuse a montré une activité antioxydante plus élevée comparée aux autres fractions

Conclusion

Notre travail de fin d'étude a montré que les pétales de safran sont composés de différents principes actifs tels que les flavonoles, flavonoïdes, phénols totaux tanins. Les pétales de safran sont moins cher et produit en grande quantité par rapport aux stigmates du safran, il peut donc être considéré comme une source appropriée à différentes fins. Il a différents effets pharmacologiques tels que des propriétés antibactériennes, hépatoprotectrices, rénoprotectrices, antidiabétiques, antihypertensives, antidyslipidémiques, antidépressives, antioxydantes et antitumorales. La plupart des effets pharmacologiques sont liés à la présence de composants actifs dans les pétales de safran dont la plupart présentent des activités antioxydantes. Les pétales de safran peuvent être utilisés comme médicament alternatif ou complémentaire en médecine.

D'après les résultats du screening phytochimique, la fraction méthanolique à un rendement plus élevé par contre la fraction butanolique contenaient majoritairement des flavonoïdes, flavonol et les tanins. Et la fraction aqueuse a une grande activité antioxydante.

De notre étude et observation, nous avons conclu que la partie aqueuse a une plus grande affinité pour les molécules de phénol que d'autres fractions. Il a alors conseillé aux chercheurs travaillant sur le dosage des polyphénols dans les pétales de safran d'utiliser le solvant aqueux pour leurs futures études.

On peut conclure que les pétales de safran ne sont pas des déchets et ne doivent pas être jetés. Il faudra les valoriser et les exploiter.

Références bibliographiques

- Algrech C. (2001).** “Le safran du Quercy.” *Revue Quercy recherche*.
antibacterial activity of Moroccan *Crocus sativus* L petals and leaves.
- Arvy M., Gallouin F. (2003).** *Epices, aromates et condiments*. Belin Ed.
- Astareï A. R., Eskandari-Torbaghan M., Abbasi-Ali Kamar R., Editors. (2006).** Effect of saffron (*crocus sativus* L.) petals on germination and primary growth of cotton (*gossypium hirsutum* L.). II Int Symp Saffron Biol Technol.
- Atik-Bekkara F. (2021).** Valorization of Algerian Safron: Stigmas and Flowers as Source
- Balasundam N., Sundram K., Samman S. (2006).** rrence, and potential uses. *Food chemistry*, 99, 191–203. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occu.
- Belyagoubi L., Loukidi B., Belyagoubi-Benhammou N., Gismondi A., Di Marco G., Buijsse B., Feskens E. J., Kok F. J., Kromhout D (2006).** Cocoa intake, blood pressure, and cardiovascular mortality: the Zutphen Elderly Study. *Arch Intern Med*.
- by ultra-performance liquid chromatography coupled to diode array and ion trap mass
- Chahine N. (2014).** Effet protecteur du safran, contre la cardiotoxicité de la doxorubine en condition iso chimique.
- CHEVALIER A. (1926).** La culture du Safran (Suite et fin). In : *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, 6^e année, bulletin n°60.
- Clair P. (2015).** Le safran, précieuse épice ou précieux médicament ? Université de Com/phtc-kesari-webapp/ quatressences/fr/accueil/accueil. Faces.
- Comparative study of composition of essential oil from stigmas and of extract from condments et huiles essentielles Lavoisier Ed.,lllkirch.
- CONSIDERATIONS AS ANIMAL FEED.
- constituents. *Stud. nat. prod. chem*.
- corns of *Crocus sativus*. *Chemistry of natural compounds*.
- Cultivation in Alpine Environments: Stigmas and Tepals as Source of Bioactive Compounds.
- D’Agostino A., Canini A., Benmahieddine A., Rouigueb K., Ben Menni D.,**
- Dentistry.
- derived from saffron for prevention and therapy for cancer. *Curr pharm biotechnol*.
- Dupont J., (2001).** Dimensions culturelles et culturales du safran en France. *Empan*.
- Elmoslih A., Laknifli A., Mamouni R. (2018).** Chemical characterization, antioxidant and energetics and complementary medicine.
- Fahim N. K., Janati S. S. F., Feizy J., (2012).** CHEMICAL COMPOSITION OF AGRIPRODUCT SAFFRON (*CROCUS SATIVUS* L.) PETALS AND ITS

- Falleh H. (2008) in Mahmoudi S., Khali M., Mahmoudi N. (2013).** Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynarascolymus*L). Revue Nature & Technologie. B- Sciences Agronomiques et Biologiques.
- Goupy P., Vian M.A., Chemat F., Caris-Veyrat C. (2013).** Identification and
- Gregory M. J., Menary R. C., Davies N. W. (2005).** Effect of drying temperature and air flow on the production and retention of secondary metabolites in saffron. Journal of agricultural and food chemistry.
- Guignard J. L. (2000).** Biochimie végétale. 2ème édition Dunod.
- Gutheil W. G., Reed G., Ray A., Anant S., Dhar A. (2012).** Crocetin: an agent
- Hadi M. (2004).** La quercétine et ses dérivés : molécules à caractères pro-oxydants ou capteurs de radicaux libres ; études et applications thérapeutiques. (Thèse doctorat.
- Harborne J. B (1980).** Secondary Plant Products. Encyclopedia of Plant Physiology. Vol 8, Bell EA, Charlwood BV, eds, Springer-Verlag, Berlin.
- Haslam E. (1989).** Plant polyphenols, vegetal tannins revisited. Cambridge University Press, Combridge.
- Hill T. (2004).** The Contemporaray Encyclopedia of Herbs and spices: Seasonings for The Global Kitchen, Wiley.
- Hosseini A., Razavi B. M., and Hosseinzadeh, H. (2018).** Saffron (*Crocus sativus*) petal as a new pharmacological target :a review .Iran. I Basic Med.
- Hu Y., Lu-Ping Q., Qiao-Yan Z., Rahman K., Ting-Han H., Zhu Y. (2008).**
- Jadouali S.M., Atifi H., Bouzoubaa Z., Majourhat K., Gharby S., Achemchem F.,**
- Julkunen-Titto R. (1985).** "*Phenolic constituents in the leaves of northern willows methods for the analysis of certain phenolics*" Journal of Agricultural and Food chemistry, Vol.
- Kesari. (2014).** Quatresences. (En ligne) disponible sur : <http://www.quatresences>.
- Kumaran A. R., Karunakaran J., (2007).** **In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five Phyllanthus species from India.** LWT - Food Sci. Technol. (Lebensmittel-Wissenschaft -Technol.).
- Lattanzio V., Kroom P. A., Quideau S., Treutter D. (2008).** Plant phenolics
- Lazérat V et Souny (2009).** Secrets desafranière. Lucien Souny Ed. Saint-paul.
- Liakopoulou-Kyriakides M., Kyriakidis D. (2002).** Crocus sativus-biological active Lorraine.
- Macheix J. J., Fleuriet A., Billot J. (2006).** Fruit phenolics, CRC press, Boca Roton. In les Polyphenols en agroalimentaire. Sarni-Manchado P, Cheynier V. Tec et Doc Lavoisier-Paris.

Macheix J. J., Fleuriste A., le Jay- Allemand C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. PPUR Presses polytechniques.

Matteo C., Sonia D., Stefania S., Dario D., Valentina S. (2020). Crocus sativus L.

Mole S., Waterman P. G. (1987). Tannins as antifeedants to mammalian herbivores: still an open question? In: Waller GR (ed) Tannins in allelochemicals in agriculture and forestry. American Chemical Society, Washington DC.

Moshiria E., Afshin A. B., Ahamad A. N., Amir H. J., Seyed H. A., Shahin A., (2006). Crocus sativus L. (petal) in the treatment of mild-to-moderate depression: A double-blind, randomized and placebo-controlled trial.

of Bioactive Compounds.

Option Pharmacochimie). Université Louis Pasteur, Strasbourg.

Palomares C. (1988). LE SAFRAN, PRECIEUSE EPICE OU PRECIEUX MEDICAMENT. Thèse de doctorat. UNIVERSITÉ DE LORRAINE Université Mentouri de Constantine. Pham-Huy LA, He H, and Pham-Huy C. Free radicals, antioxidants, in disease and health.

Pérez-jiménez J, Neveu V., Vos F., Scalbert A (2010). Systematic Analysis of the Content of 502 Polyphenols in 452 Foods and Beverages: An Application of the Phenol-Explorer Database. J. Agric. Food Chem.

Petti S., Scully C. (2009). Polyphenols, oral health and disease, A review. Journal of

Phylactiv. (2014). Pour une beauté sans compromis. Capgeris. (En ligne) disponible sur : [http://www. Capgeris. Com/ beauté-1462 /phyl-active-pour-une-beauté-sans-compromisa13011. Htm](http://www.Capgeris.Com/beauté-1462/phyl-active-pour-une-beauté-sans-compromisa13011.Htm).

Premkumar K., Ramesh A. (2010). Anticancer, Antimutagenic and Antioxidant Potential of Saffron: An Overview of Current Awareness and Future Perspectives. Functional Plant Science and Biotechnology.

Prieto P., Pineda M., & Aguilar M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: Specific application to the determination of vitamin E. Analytical Biochemistry.

quantification of flavonols, anthocyanins and lutein diesters in tepals of Crocus sativus

Rahimi M. (2015). Chemical and Medicinal Properties of Saffron. *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.*

Renaud S., Lorgeril D. M (1992). Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heartdisease. *Lancet.*

research, (volume 1, Ed. Wiley Blackwell).

- Rezaee Khorasany A.R., Hosseinzadeh H. (2016).** Therapeutic effects of saffron (*Crocus sativus* L.) in digestive disorders: A review. Iranian Journal of Basic Medical Sciences. *sativus* L. Pharmacognosy Reviews.
- secondary metabolites with diverse functions. In: Recent advances in polyphenol
- Shadmehri A. A., Farideh N., Hamidreza M., Parichehreh Y., Mahboobeh N.M. (2019).** Cytotoxicity, Antioxidant and Antibacterial Activities of *Crocus Sativus* Petal Extract. International Journal of Research in Applied and Basic Medical Sciences; 5(1):69-76.
- Singleton V. L., Rossi J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents Am J Enol Vitic.
- spectrometry detections. Industrial crops and products.
- Spice (<http://books.google.com/books?ie=UTF-8&hl=en&id=WsUaFT713QsC>), beacon press.
- Srivastava R., Ahmed H., Dixit R. K., Dharamveer S., Saraf A. (2010).** *Crocus*
- Taylor F. A., Chom M. A. (2006).** Phenolics in Foods. The journal of NAET
- Teucher E, Anton R et Lobstein A. (2005).** Plantes aromatiques : épices, aromates,
- Willard P. (2001).** Secrets of saffron the vagabond Life of the world's Most seductive
- Winterhalter P., Straubinger M. (2000).** Saffron-renewed interest in an ancient spice. Food Rev Int.
- Zhishen J., Mengcheng T., Jianming W. (1999).** The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals.

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Butanol>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thanol>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau>

ANNEXE

Les extraits	La masse du résidu(g)	La masse de la fraction(g)	Le rendement(%)
Extrait butanolique	20.9983	0.3557	1.693946653
Extrait methanolique	19.716	5.5718	28.26029621
Extrait aqueux	10.8676	1.7438	16.04586109

Tableau 1 : rendement en extrait frais des pétales du safran.

	Masse	Volume	Dilution	DO1	DO2	DO3	mg/ml (1)	mg/ml (2)	mg/ml (3)	mg/g (1)	mg/g (2)	mg/g (3)
Fraction aqueux	1,7438	16	1/32	0,423	0,426	0,44	2,975926129	2,997031989	3,060349566	27,30520591	27,49885986	28,07982168
Fraction methanolique	5,5718	15	1/32	0,629	0,637	0,631	4,425195119	4,48147741	4,439265692	11,91319265	12,06471179	11,95107243
Fraction butanolique	0,3557	6	1/8	0,591	0,597	0,589	1,039463559	1,050016489	1,035945916	1,82823095	1,84679167	1,822044043

Tableau 2 : résultat des phénols totaux des pétales du safran

	Moyenne (mg/g)	Ecartyp
<i>Fraction aqueux</i>	<i>27,62796248</i>	<i>0,4031228281</i>
<i>Fraction methanolique</i>	<i>11,97632562</i>	<i>0,07885306225</i>
<i>Fraction butanolique</i>	<i>1,832355554</i>	<i>0,01287907346</i>

Tableau 1: synthèse des phénols totaux

	Dilution	DO1	DO2	DO3	Masse	Volume	mg/ml (1)	mg/ml (2)	mg/ml (3)	mg/g (1)	mg/g (2)	mg/g (3)
Fraction aqueux	1/25	0,44	0,44	0,44	1,7438	16	9,779516358	9,779516358	9,779516358	89,73062377	89,73062377	89,73062377
Fraction methanolique	1/25	0,429	0,426	0,427	5,5718	15	9,53502845	9,468349929	9,490576102	25,66951914	25,49001201	25,54984772
Fraction butanolique	1/25	0,168	0,359	0,358	0,3557	6	3,733997155	7,979196302	7,956970128	62,98561409	134,5942587	134,2193443

Tableau 2 : résultat du flavonoïde.

	<i>Moyenne (mg/g)</i>	<i>Ecartyp</i>
<i>Fraction aqueux</i>	89,73062377	1.442026
<i>Fraction methanolique</i>	25,56979296	0,09140055518
<i>Fraction butanolique</i>	134,4068015	0,2651044931

Tableau 3 : synthèse des flavonoïdes.

	Dilution	DO1	DO2	DO3	Masse	Volume	mg/ml (1)	mg/ml (2)	mg/ml (3)	mg/g (1)	mg/g (2)	mg/g (3)
Fraction aqueux	1/2	0,234	0,309	0,31	1,7438	16	4,960629921	6,64791901	6,670416198	45,51558593	60,99707774	61,20349763
Fraction methanolique	1/2	0,228	0,039	0,053	5,5718	15	4,825646794	0,5736782902	0,8886389201	12,9912599	1,544415513	2,392329912
Fraction butanolique	1/2	0,386	0,522	0,51	0,3557	6	8,380202475	11,43982002	11,16985377	141,3584899	192,9685694	188,4147389

Tableau 4 : résultat des tanins condensés

	<i>Moyenne (mg/g)</i>	<i>Ecartyp</i>
<i>Fraction aqueux</i>	61,10028768	0,1459609046
<i>Fraction methanolique</i>	8,624962481	0,2788008895
<i>Fraction butanolique</i>	190,6916541	3,22004446

Tableau 5 : synthèse des tanins condensés

	Masse	Volume	Dilution	DO1	DO2	DO3	mg/ml (1)	mg/ml (2)	mg/ml (3)	mg/g (1)	mg/g (2)	mg/g (3)
Fraction aqueux	1,7438	16	1/4	0,366	0,413	0,358	4,337777778	4,894814815	4,242962963	39,8006907	44,91170836	38,93073025
Fraction methanolique	5,5718	15	1/8	0,356	0,515	0,514	8,438518519	12,20740741	12,1837037	22,71757381	32,86390594	32,80009253
Fraction butanolique	0,3557	6	1/4	0,547	0,312	0,319	6,482962963	3,697777778	3,780740741	109,3555743	62,37466029	63,77409178

Tableau 6 : résultat tanins hydrolysables

	<i>Moyenne (mg/g)</i>	<i>Ecartyp</i>
<i>Fraction aqueux</i>	39,36571047	0.6151549353
<i>Fraction methanolique</i>	32,83199923	0,04512289465
<i>Fraction butanolique</i>	63,07437603	0,98954749

Tableau 7 : synthèse des tanins hydrolysables.

	Masse	Volume	Dilution	DO1	DO2	DO3	mg/ml (1)	mg/ml (2)	mg/ml (3)	mg/g (1)	mg/g (2)	mg/g (3)
Fraction aqueux	1,7438	16	1/25	0,35	0,47	0,374	4,210793753	5,815415062	4,531718015	38,63556603	53,35855086	41,580163
Fraction methanolique	5,5718	15	1/100	0,083	0,074	0,081	2,562045357	2,080658964	2,455070603	6,8973546	5,601400708	6,609364846
Fraction butanolique	0,3557	6	1/25	0,557	0,472	0,471	6,978765511	5,842158751	5,828786906	117,7188447	98,54639444	98,3208362

Tableau 8 : résultat des flavonols.

	Moyenne (mg/g)	Ecartyp
Fraction aqueux	40,10786451	2,082144483
Fraction methanolique	6,369373385	0,680493239
Fraction butanolique	98,43361532	0,1594937601

Tableau 9: synthèse des flavonols.

	Masse	Volume	Dilution	DO1	DO2	DO3	mg/ml (1)	mg/ml (2)	mg/ml (3)	mg/g (1)	mg/g (2)	mg/g (3)
Fraction aqueux	1.7438	16	1/25	0.284	0.286	0.321	2.486516775	2.504027457	2.810464383	22.81469687	22.97536375	25.78703414
Fraction methanolique	5.5718	15	1/25	0.638	0.43	0.536	5.585907404	3.764796526	4.692862646	15.03797894	10.13531496	12.63378795
Fraction butanolique	0.3557	6	1/8	0.211	0.207	0.233	0.591160608	0.5799537718	0.6527982069	9.971784222	9,782745659	11,01149632

Tableau 12: résultat du capacité antioxydante total

	Moyenne (mg/g)	Ecartyp
Fraction aqueux	23,85903159	1,671630594
Fraction methanolique	12,60236062	2,451483078
Fraction butanolique	10,25534207	0,6616349721

Tableau 10 : synthèse de la capacité antioxydante totale.

Résumé :

Crocus sativus L, est une plante dont est extrait le safran m est également désigné par l'appellation « or rouge », appellation hautement justifiée puisque, vendue entre 30 et 40 euros le gramme, la précieuse épice suit le cours de l'or, étant la plus chère au monde. Ses vertus thérapeutiques sont connues depuis l'antiquité, il est utilisé en médecine traditionnelle et dans les différentes préparations culinaires grâce à sa richesse en molécules bioactives. Notre travail consiste à valoriser cette plante plus particulièrement les fleurs qui sont considérées comme des déchets de la production du safran. La quantification des teneurs en phénols totaux, en flavonoïdes, en flavonols, et en tanins hydrolysables et condensés et l'évaluation des activités antioxydante des extraits des fleurs ont été déterminées. L'étude du pouvoir antioxydant est évaluée par la méthode : la capacité antioxydante totale (CAT). L'objectif de notre travail est d'évaluer le dosage des polyphénols des pétales de *crocus sativus* L. Pour cela notre étude a été réalisée au sein du laboratoire "n°05 biochimie" du département de biologie, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Tlemcen ; en deux parties : Préparation des différents extraits à partir des pétales de safran, tests phytochimiques de différentes préparations de la partie aérienne (pétales) d'*Crocus sativus* L.

Nos résultats révèlent que la fraction butanolique obtenus par la macération est plus riches par rapport aux autres fractions (aqueux et méthanolique) en flavonoïdes, tanins (condensé et hydrolysable) et en flavonol.

D'après les résultats notre plante a montré une bonne activité avec les trois fractions, en particulier fraction aqueuse des pétales du safran qui a présenté l'activité la plus élevée.

Les mots clés : *Crocus sativus* L, pétales, polyphénol.

Abstract :

Crocus sativus L, is a plant from which saffron is extracted m is also referred to as "red gold", a highly justified designation since, sold between 30 and 40 Euros per gram, the precious spice follows the price of gold, being the most expensive in the world. Its therapeutic virtues have been known since antiquity, it is used in traditional medicine and in various culinary preparations thanks to its richness in bioactive molecules.

Our job is to enhance this plant, especially the flowers, which are considered waste from the production of saffron. The quantification of the contents of total phenols, flavonoids, flavonols, and hydrolysable and condensed tannins and the evaluation of the antioxidant activities of the flower extracts were determined. The study of the antioxidant power is evaluated by the method : the total antioxidant capacity (CAT).

The objective of our work is to evaluate the dosage of polyphenols in *crocus sativus* L petals. Of Life and Sciences of the Earth and the Universe, University of Tlemcen ; in two parts : Preparation of different extracts from saffron petals, phytochemical tests of different preparations of the aerial part (petals) of *Crocus sativus* L.

Our results reveal that the butanolic fraction obtained by maceration is richer compared to the other fractions (aqueous and methanolic) in flavonoids, tannins (condensed and hydrolysable) and flavonol.

According to the results, our plant showed good activity with the three fractions, in particular the aqueous fraction of saffron petals which presented *Crocus sativus* L.

Key words : *Crocus sativus* L, petals, polyphenol.

ملخص:

هو نبات يُستخرج منه الزعفران ويشار إليه أيضًا باسم "الذهب الأحمر"، وهي تسمية مبررة للغاية، حيث يباع الغرام الواحد منه، ما بين 30 و40 يورو وهو من التوابل الباهظة الثمن في العالم. وقد عُرفت مزاياه العلاجية منذ العصور القديمة، فهو يستخدم في الطب التقليدي وفي مستحضرات الطهي المختلفة، بفضل ثرائه بالجزئيات النشطة بيولوجيًا.

وتتمثل مهمتنا هي تحسين هذا النبات وخاصة الأزهار التي تعتبر نفايات من إنتاج الزعفران. بحيث يتم تحديد كمية محتويات الفينولات الكلية والفلافونويد والفلافونولات والعفص المتحلل بالماء المكثف وتقييم الأنشطة المضادة للأكسدة لمستخلصات الأزهار.

يتم تقييم دراسة قوة مضادات الأكسدة بالطريقة التالية: القدرة الكلية لمضادات الأكسدة (CAT) الهدف من عملنا هو تقييم جرعة البوليفينول في بتلات الزعفران.

لهذا الغرض أجرينا دراستنا في مختبر "الكيمياء الحيوية رقم 05" التابع لقسم الأحياء، كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون، جامعة تلمسان؛ في جزئين: تحضير مستخلصات مختلفة من بتلات الزعفران، اختبارات كيميائية نباتية لمستحضرات مختلفة من الجزء الجوي (بتلات) من الزعفران.

الكلمات المفتاحية: الزعفران، بتلات، بوليفينول.