



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique

Université des Frères Mantouri Constantine

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة

Faculté des Sciences de la Nature et de la vie

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Microbiologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Science de la Nature et de la vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie Microbienne

Intitulé :

Evaluation de l'activité biologique et antimicrobienne de *Crocus sativus* L.

Préparé par : ZBIRI RYM FARRAH SAMIHA ZARMENE
RACHA

Le : 23.09.2021

Jury d'évaluation :

Président du jury : M^{me} ABDELAZIZ.W (MCB- UFM Constantine).

Rapporteur : M^f CHABBI.R (MAA- UFM Constantine).

Examinatrice : M^{me} BOUZERAIB .L (MAA- UFM Constantine).

Année universitaire 2020-2021

Remercimennt

• Je rends grâce à Allah le tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage et la force la patience d'accomplir ce modeste travail, c'est un devoir agréable d'exprimer en quelques lignes la reconnaissance que je dois à tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à l'élaboration de ce travail.

• Nous tenons à remercier notre encadreur **Mr CHABBI.R**

• On remercie aussi les membres de jury :

Mme ABDELAZIZ.W ET Mme BOUZERAIB .L

Département de microbiologie UFM Constantine.

• Un grand merci également tous les enseignants de département De la Microbiologie spécialement **Mme Bouchloukh.W et Mme Oulmi.L** pour leur conseils avisés, leur aide et leur gentillesse et pour leurs cours qui nous ont beaucoup aidé.

• Merci pour tous les enseignants de notre université constantine 1 et département de la microbiologie spécifiquement pour toutes ces années d'études ainsi, A tous Les collègues de notre promotion pour les sympathiques moments qu'on a passé ensemble.

• Nous remercions en fin tous ceux qui n'ont pas été cités dans ces Quelques lignes et qui ont contribué de près ou de loin par leur aide au bon déroulement de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

- *Mes très chers parents qui m'ont offert leur amour, leur soutien et qui n'ont cessé de m'encourager et m'enseigner persévérance durant toutes mes années d'études.*
- *Mes sœurs INES et SIRINE, mon petit frère Raouf ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail, ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon cursus .*
- *A ma famille, mes proches, mes cousins et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.*
- *A tous mes amis et mes camarades qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.*
- *Mes enseignants durant tous mon parcours qui m'ont beaucoup appris.*
- *A mes binômes Samiha et Rachia merci pour tous les beaux moments de joie, de rires, de soutien, et mêmes dans les moments difficiles.*
Vous êtes les meilleurs amies et le meilleur support.
- *A tous ceux que j'aime.*

Rym

Dédicaces

Avec l'aide de DIEU, tout puissant qui m'a donné le courage et la volonté pour achever ce modeste travail que je dédie :

● *A ceux qui ont donné un sens pour mon existence, à ceux qui ont été toujours un synonyme de sacrifices, confiance, d'aide et compréhension, à la lumière de mes yeux, « MAMA et PAPA ». Là où je suis arrivée aujourd'hui, c'est à vous mes chers parents que je le dois, que DIEU vous garde.*

● *A mes chères sœurs HIBA, HALIMA et sa petite ange MAYANE*

● *A mes chers frères : ZINE ELABIDINE et NAOUFEL et sa petite LAMISSE et leurs femmes KHAOULA ET SOUHIELA*

● *A ma chère tante ZAHRA et ma cousine KHAOULA Un grand merci pour votre soutien, vos encouragements, votre aide. Avec toute mon affection et estime*

● *A mes adorables amies : AMIRA, SANAA, YASSMINE, NOUHA,*

● *A mes binômes, RYM et RACHA. Je tiens à vous remercier pour votre soutien permanent et vous souhaiter une vie pleine de santé et de bonheur*

● *Je n'oublierai pas de remercier vivement les enseignants qui ont assuré ma formation du niveau primaire jusqu'au niveau universitaire. A tout ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.*

Samia

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

À mon cher père, qui a mis à ma disposition tous les moyens depuis mes études primaires jusqu'à présent, que Dieu le protège.

À ma très chère mère, symbole de sacrifice, que Dieu la protège.

À mes chers frères : Hamza, Boubaker, Walide, Fouad et leurs femmes : Fatima, Wafa et ahlem.

À mes très chères sœurs : Laila, Fouziya, Wafia, Rahma et leur époux : Mostafa, Ahmed, et Adel

À mes nièces : Imane, Rayene, Amani, Nada, Soundese, Loudjaine. Maya,

A mes neveux : Saif, Abed asmade, Djaber, Abde alarahmane, Wasime et Anes.

À mes cousines: hadjer, Faiza Et toute la famille zermane et Mazzi.

À ma tante salima et mon oncle abed essalem

À mes chères copines : Samiha ; Rym et Amira

À mes collègues et amis très proches.

À mes enseignants à l'Université de Constantine et à tous ce qui m'ont aidé pour l'accomplissement de ce mémoire

Racha

Liste d'abréviation

L	Liliopsida
IUPAC	International union of pure and applied chemistry.
EAU	Extraction assistée par ultrasons.
KHz	Kilohertz.
UV	Radiation ultra violette
MAE	L'extraction assistée par ultrasons
SFE	L'extraction par un fluide supercritique
DL50	La dose semi-létale
SPF	Facteur de protection solaire
MCI	La concentration minimale inhibitrice
CMB	La concentration minimale bactéricide
MES	La saisie maximale par électrochoc.
PTZ	Pentylènetétrazole
Tr	Tour
DMSO	Diméthylsulfoxyde.
MCI	Concentration minimal inhibitrice.
MBC	Minimale bactéricide concentration.
MFC	Minimale fongicide concentration.
Spss16	Statistical package for the social sciences 16

Liste des figures

Figure 1 : Aspect général de <i>Crocus sativus</i> L.	07
Figure 2 : Les fleurs de safran après la floraison.....	10
Figure 3 : Le processus de récolte des fleurs du safran.....	10
Figure 4 : Emondage de <i>Crocus sativus</i>	11
Figure 5 : Stigmates obtenus après émondage.....	11
Figure 6 : Les Structures moléculaires des principaux composants du safran à activité biologique.....	17

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les différentes espèces de crocus automnal.....	08
Tableau 2 : Calendrier de la culture du <i>Crocus</i>	09
Tableau 3 : Activités antimicrobiennes des extraits d'éther de pétrole et de méthanol de stigmates de <i>C. sativus</i> en utilisant la méthode de diffusion par puits d'agar.....	34
Tableau 4 : Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) des extraits d'éther de pétrole et de méthanol de <i>C. sativus</i> stigmates.....	35
Tableau 5 : Détermination de la concentration minimale bactéricide/fongicide (MBC/MFC) des extraits d'éther de pétrole et de méthanol des stigmates de <i>C. sativus</i>	36

Résumé

La culture de la plante de *Crocus sativus* L. ; dont le safran, est extrait a fait le tour du monde et commence à prendre de l'ampleur en Algérie. La structure chimique des stigmates du *Crocus sativus* L. a fait l'objet de plusieurs études au cours des dernières années car elle comprend trois métabolites principaux : la crocine, la picrocrocine et le safranal responsables de la couleur, la saveur et l'arôme respectivement. L'obtention de tous ingrédients précieux de cette plante fait appel à différentes techniques d'extractions et de purifications ainsi que des processus de caractérisations afin de garder l'intégrité des substances bioactives. Cette composition riche du safran en molécules bioactives lui confère plusieurs propriétés bénéfiques dans le domaine thérapeutique à savoir, les activités anti-oxydantes, anticancéreuses, anti-inflammatoires, antitussives, anti-convulsivantes..., mais aussi, elle a pu franchir le domaine cosmétique d'une manière fructueuse pour contribuer à la protection de la peau contre différents facteurs.

Mots clés : *Crocus sativus* L., crocine, picrocrocine, safranal, méthodes d'extraction, antimicrobien.

Abstract

The cultivation of the *Crocus sativus* L ; plant from which saffron, is extracted has gone around the world and is beginning to grow in Algeria. The chemical structure of the stigmas of *Crocus sativus* L. has been the subject of several studies in recent years as it includes three main metabolites: crocine, picrocrocine and saffranal responsible for colour, flavour and aroma respectively. Obtaining all the precious ingredients of this plant requires different extraction and purification techniques as well as characterization processes in order to maintain the integrity of the bioactive substances. This rich composition of saffron in bioactive molecules gives it several beneficial properties in the therapeutic field, namely, anti-oxidant, anticancerous, anti-inflammatory, antitussive, anti-convulsant ..., but also, it has been able to cross the cosmetic field in a fruitful way to contribute to the protection of the skin against various factors.

Keywords: *Crocus sativus* L., crocine, picrocrocine, saffranal, extraction methods.

المخلص

انتشرت زراعة نبات *Crocus sativus* L. الذي يُستخرج منه الزعفران في جميع أنحاء العالم وبدأت تكتسب زخمًا في الجزائر. كان التركيب الكيميائي لوصمات *Crocus sativus* L. موضوعًا للعديد من الدراسات في السنوات الأخيرة لأنه يتضمن ثلاثة نواتج رئيسية هي: الكروسين والبيكروكروسين والصفرانال المسؤولة عن اللون والنكهة والرائحة على التوالي. يتطلب الحصول على جميع المكونات الثمينة من هذا النبات تقنيات استخراج وتنقية مختلفة بالإضافة إلى عمليات توصيف من أجل الحفاظ على سلامة المواد النشطة بيولوجيًا. هذه التركيبة الغنية من الزعفران في الجزيئات النشطة بيولوجيًا تمنحه العديد من الخصائص المفيدة في المجال العلاجي ، وهي: مضادات الأكسدة ، ومضادة للسرطان ، ومضادة للالتهابات ، ومضادة للسعال ، ومضادة للتشنج ... ، ولكن، كان قادر أيضا على عبور مجال التجميل بطريقة مثمرة للمساعدة في حماية البشرة من العوامل المختلفة.

الكلمات المفتاحية

Crocus sativus L. ، كروسين ، بيكروكروسين ، سافرانال ، طرق الاستخلاص.

Table des matières

Liste d'abréviation.....	i
Liste des figures	ii
Liste des tableauxiii
Résumé.....	.iii
Introduction	01

Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre I : la plante du safran

I- Historique du safran.....	04
I -1- Etymologie.....	04
II- Origine et aire de répartition.....	05
III-Taxonomie et classification.....	05
IV- Etude botanique de <i>Crocus sativus</i> L.....	06
IV-1-La description générale de la plante.....	06
V- Les différentes espèces de <i>Crocus</i>	07
VI- Culture du safran.....	08
VII- Les étapes nécessaires pour obtenir le safran.....	09
1- La culture.....	09
1-1 La plantation.....	09
1-2 La floraison.....	09
2-La récolte.....	10
2-1-Emondage.....	11
2-2-Séchage.....	11
2-3-Stockage et conditionnement.....	11
VII-1-La Production mondiale	12

VII-2-La Production en Algérie.....	12
-------------------------------------	----

VII-3-La Production à Constantine.....	13
--	----

Chapitre II : Propriété phytochimique du safran

I-Les principaux composants du safran.....	15
--	----

I-1-Les composants généraux.....	15
----------------------------------	----

I-2-Les composants biologiquement actifs.....	15
---	----

II- L'huile essentielle de safran.....	16
--	----

II-1-définition.....	16
----------------------	----

II-2-Les composants majeurs de l'huile de safran.....	17
---	----

III- L'obtention de l'huile essentielle de safran.....	17
--	----

III-1-L'hydro-distillation.....	17
---------------------------------	----

III-2-Extraction par macération.....	17
--------------------------------------	----

III-3-Extraction assistée par micro-ondes (nouvelle technique).....	18
---	----

III-4-Extraction assistée par ultrasons (nouvelle technique).....	18
---	----

III-5- Extraction par un fluide supercritique.....	18
--	----

III-6-Autres techniques.....	19
------------------------------	----

III-6-1-Extraction assistée par des enzymes	19
---	----

III-6-2-Extraction au soxhlet	19
-------------------------------------	----

IV-Toxicité et effets secondaires.....	19
--	----

V-Usage de safran.....	20
------------------------	----

V-1-Culinaire.....	20
--------------------	----

V-2-Cosmétique.....	20
---------------------	----

V-2-1-Utilisation du safran dans la production de crème hydratante.....	21
---	----

V-2-2-Utilisation du safran dans la production des huiles essentielles.....	21
---	----

V-3-Médical.....	21
------------------	----

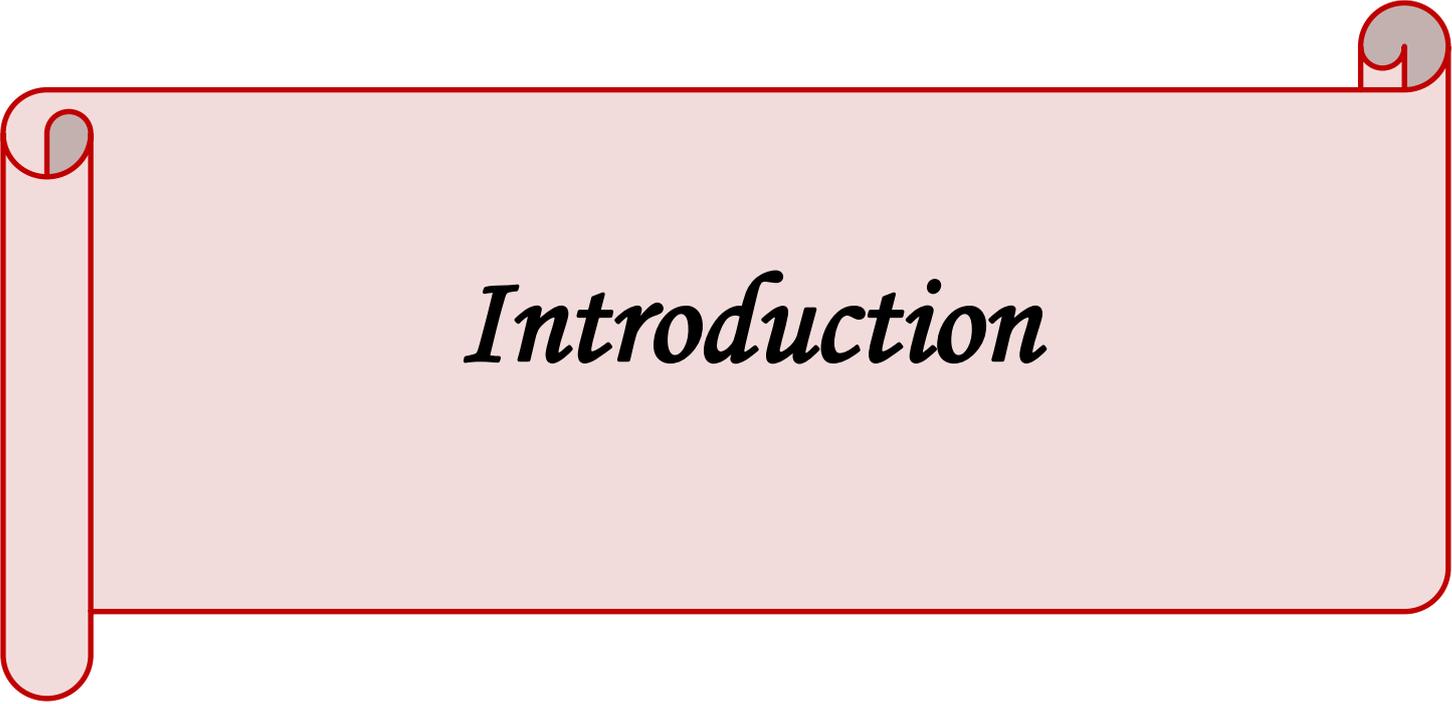
Chapitre III : Le pouvoir du safran

I-Le pouvoir biologique de safran.....	24
I-1-Le pouvoir antimicrobien.....	24
I-2- Le pouvoir antibactérien.....	24
I-3-Le pouvoir antifongique.....	25
I-4-Autres activités de safran	26

Partie II : Partie expérimentale

Chapitre IV : Analyse d'un article scientifique

1- Matériels et méthodes.....	30
1-1-Collecte d'échantillons.....	30
1-2-Préparation de l'extrait brut.....	30
1-3-Organismes d'essai pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne.	30
1-4-Activité anti-microbienne.....	31
1-5-Concentration minimale inhibitrice.....	31
1-6-Détermination de la concentration minimale bactéricide/fongicide...	31
2-Analyse statistique.....	32
3-Résultats et discussion.....	32
3-1-Activité antimicrobienne des extraits de <i>C. sativus</i>	32
3-2-Concentration minimale inhibitrice	34
3.3. Détermination de MBC et MFC.....	36
4-Conclusion.....	37



Introduction

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à celle des civilisations. En effet, l'histoire des peuples à travers les régions du monde atteste que ces plantes ont toujours occupées une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires **(Lahmadi et al., 2013)**.

Parmi ces plantes aromatiques, nous nous sommes intéressées au *Crocus sativus L.*, autrement dit le safran, qui appartient à la famille des iridacées et qui se caractérise par des stigmates de la fleur qui représente le safran en lui-même. Le safran est également désigné par l'appellation « or rouge », appellation hautement justifiée par sa grande valeur commerciale due à la cherté de la main d'œuvre.. Egalement, sa pratique peut contribuer à la mise en valeur de terre en régions arides et semi arides et son développement s'inscrit dans la stratégie du développement durable **(Lahmadi et al., 2013)**.

Crocus sativus L. peut supporter des conditions climatiques très sévères du fait de sa morphologie et physiologie; ceci dit, le bulbe de safran est très fragile, craignant les sols très argileux. Pour qu'il pousse, sa culture doit se faire à différentes altitudes au-dessus de 650 m et les sols doivent être bien drainants avec des niveaux élevés d'argile; par conséquent, les sols très légers ne conviennent pas à la culture en effet sa culture exigeante fait du safran une ressource à haute valeur ajoutée permettant la création d'emplois et l'amélioration du revenu familial, notamment, en zones rurales

L'importance de cette espèce est due à l'origine des propriétés de ses stigmates secs, tels que : couleur jaune or, saveur amère et arôme fascinant; ces trois caractéristiques sont attribuées, respectivement, à trois molécules chimiques essentielles : la crocine, la picrocrocine et le safranal. Les différents bienfaits du safran sont dus à sa composition riche en substances bioactives. Énormément de chercheurs se sont intéressés à cette épice, en vue d'apprendre d'avantage sur sa composition, dans le but d'identifier le maximum de vertus à exploiter et à valoriser. Ils se sont aussi intéressés aux autres parties du *Crocus sativus L.*, à savoir le bulbe, les feuilles et la fleur, afin de déterminer les bienfaits qu'ils puissent y avoir **(Palomares, 2015)**.

L'activité antifongique et antibactérienne du safran a été étudiée par des chercheurs antérieurs et qui ont conclus qu'il y a une signification remarquable.

Ainsi, le but de notre travail de revue bibliographique, est d'établir l'état de l'art des connaissances récentes sur le safran, surtout en ce qui concerne sa composition en fractions bioactives et les différentes applications.

Dans le premier chapitre, nous allons nous pencher sur l'origine, l'histoire et ces différentes espèces, Nous établirons ensuite les étapes essentielles pour l'obtention du safran bio et l'étude du marché mondiale de *Crocus sativus* L.

Viendra ensuite le deuxième chapitre, dans lequel nous allons vous communiquer des principaux composants du safran, le mécanisme d'obtention de l'huile essentielle et puis son usage.

Par la suite dans le troisième chapitre nous parlons du pouvoir biologique de *Crocus sativus* L. (antibactérienne, antifongique et antimicrobienne) ainsi d'autres activités.

Pour finir, le dernier chapitre sera consacré à l'analyse d'un article scientifique.

Chapitre I

La plante du safran

I- Historique du safran

Le safran est connu dans la culture et les coutumes humaines date de plus de 3000 ans (Deo, 2003), il est présent dans de nombreuses cultures, continents et civilisations. C'est un géophyte herbacé pérenne dans la famille Iridacée, il se propage par voie végétative par corme, sa reproduction ne peut se multiplier sans la main de l'homme (Chahine, 2014).

I-1-Etymologie

Nous pouvons comprendre de part leur écriture et leur prononciation que les mots *Crocus sativus* et safran proviennent d'origines différentes. En effet « *Crocus sativus* », nom adopté par le scientifique Linné en 1754 serait une transcription en latin du mot grec « krokos » qui signifie filament, poil, en référence à la forme des stigmates qui donneront une fois séchés, cette fameuse épice (Aucante, 2000).

Quant au mot safran, celui-ci a une origine latine : « safranum », tiré de l'arabo-persan «za'faran » dérivant « d'asfar » signifiant jaune (fleur jaune) (Crozet, 2012).

L'origine arabo-persane est donc incontestable et nous pouvons de plus mentionner l'existence d'un village existant sur les bords de l'Euphrate, il y a plus de 4 300 ans, nommé Azupirano signifiant « ville du safran ».

Le terme « *sativus* » signifie « cultivé », car *Crocus sativus* est peu connu pour se développer à l'état sauvage, mais est cultivé depuis très longtemps pour ses stigmates. On retrouve une origine mythologique commune dans les dénominations internationales du mot safran (Favre, 2008):

Français : safran

Anglais : saffron

Allemand : Safran

Espagnol : azafrán

Italien : zafferano

Arabe : za'faran

Polonais : szafran

Grec : zafora

Chinois : fan huong hua (épice), Xi hong hua (remède)

Russe : schafran

II-Origin et aire de répartition

L'histoire du safran, que ce soit au niveau de sa culture ou de son usage, remonte à plus de 3500 ans et traverse plusieurs sociétés, continents et civilisations. Il existe un mystère sur l'origine du safran :

Il serait né quelque part entre la Turquie et l'Inde, se propageant ensuite autour du bassin méditerranéen oriental.

La fleur de safran serait en fait issue d'un ancêtre sauvage certainement d'origine grecque : *Crocus Cartwrightianus*, une plante diploïde qui, à force de croisements, donna une forme mutante : *Crocus sativus*, espèce triploïde stérile apparue en Crète (Delaveau, 2006).

Les principales régions de culture sont : l'Iran (Khorasan), la Grèce (Macédoine), l'Espagne (Albacete, Alicante, la Mancha, Murcie), l'Inde (dans les massifs montagneux du Cachemire) la Turquie (région du safran Bolu), le Maroc (province de Taroudant), le Pakistan (province du Baloutchistan), la Chine, le Japon et les États-Unis.

III-Taxonomie et classification

Selon la classification botanique de Cronquist de 1981, qui est basée sur des critères anatomiques, morphologiques et chimiques dans le but de différencier les angiospermes, *Crocus sativus* L. appartient à :

- Règne : plantae.
- Embranchement : Spermatophyte
- Sous-embranchement : Angiospermes (Magnoliophyta)
- Classe : Monocotylédones (Liliopsida)
- Sous-classe : Liliidae
- Ordre : Liliales
- Famille : Iridaceae
- Sous-famille : Crocoïdeae
- Genre : *Crocus*
- Espèce : *Crocus sativus* L.

IV-Etude botanique de *Crocus sativus* L.

IV-1-La description générale de la plante

Le Crocus domestique (*Crocus sativus* L.) est une espèce de plante bulbeuse (ou à corne de 5 cm de diamètre entouré d'un réseau de fibres brunes) et vivaces, géophytes de 10 à 30 cm de long émergent du sol, glabrescente à floraison automnale (de septembre à novembre), inexistence à l'état sauvage (**Chevalier, 1926**). Triploïde, stérile et peu rustique orange de réserve ressemblant à un bulbe (**Arvy et Galouin, 2003**). La fleur de safran en forme de coupe ou entonnoir dressé, odorantes, de couleur violette clair ou foncé, aux nervures violet sombre et aux taches sombres à la base, possède de longues et fines feuilles varient de 5 à 11 par bourgeon et se développeront avec ou après la fleur, avec 6 tépales (trois pétales et trois sépales pétaloïdes). (**Abbara, 2017**). Les 3 étamines jaunes de long de 22 mm et d'un pistil de 10 cm de long se compose d'un style mince, jaune orange et se divise en 3 longs stigmates de couleur rouge orangé ou rouge. (**Abbara, 2017**) d'une longueur de 3 à 4 cm (**Crozet, 2012**). Ces stigmates ont la forme d'une corne et très étroit .Ils ont un aspect brillant à l'ouverture de la fleur, fins à la base et plus larges à l'extrémité, les styles aussi appelé les tiges reliant un stigmate avec le reste de la plante (**Rau, 1997 ; Hill, 2004**) (**Figure 1**) et les parties utilisées de la plante sont Les stigmates (trois stigmates rouges foncés).

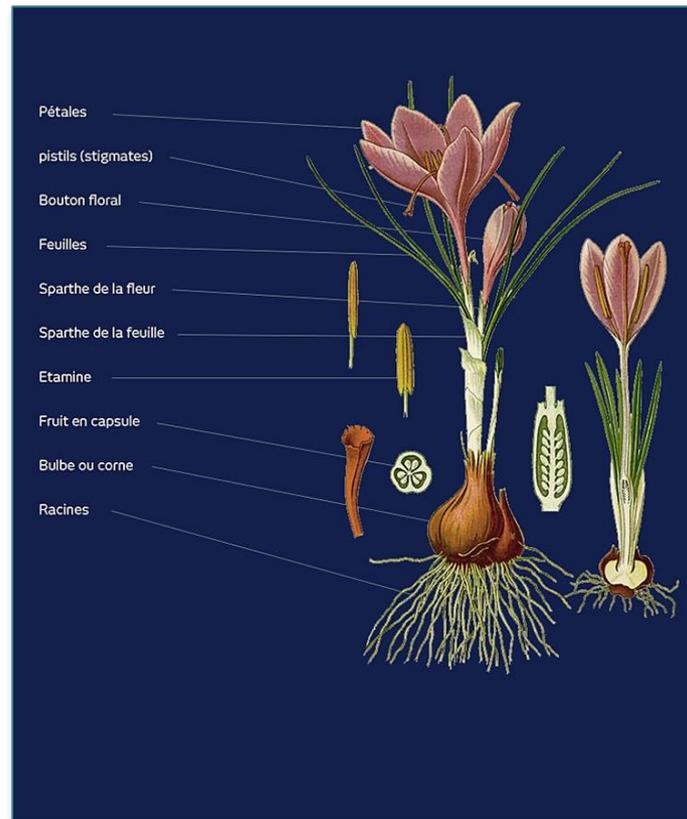


Figure 1: Aspect général de *Crocus sativus* L. (Arvy et Gallouin, 2003).

V-Les différentes espèces de crocus

Le genre crocus comprend environ 90 espèces dont un tiers fleurit en automne. Ces plantes sont pour la plupart originaires des montagnes de la méditerranée (Bathaie et al., 2013). Nous pourrions citer *Crocus vernus*, aussi connu sous le nom de safran printanier, que l'on peut retrouver sous nos latitudes. En effet, il fleurit dans nos jardins dès le printemps voire même en février lorsque l'hiver a été doux. Au sein de cette même espèce, nous pouvons apercevoir des crocus à sépales de couleurs blanches tel *Crocus vernus subsp. albiflorus* et d'autres à sépales violets tel *Crocus vernus subsp. Vernus*, il existent également des Crocus aux sépales jaunes : *Crocus flavus*, *Crocus angustifolius*, *Crocus korolkowii*, originaires des Balkans et d'Asie.

Dans la série des crocus à floraison automnale, possédant des anthères jaunes et un style à trois branches, on retrouve des variétés botaniques anciennes de crocus à safran. Afin de ne pas donner une liste trop exhaustive, nous en citons dans le (Tableau 1) (Addadi et Ferradji, 2014).

Tableau 1 : Les différentes espèces de crocus automnal (Addadi et Ferradji, 2014).

Les noms de différentes espèces de <i>Crocus</i> avec des photos.	Description de chaque espèce.
<p><i>Crocus carwrightianus</i></p> 	<p>Probablement le précurseur sauvage du <i>Crocus sativus</i> espèce diploïde ; la fleur et le gynécée étant deux fois plus petits. Bulbe très florifère.</p>
<p><i>Crocus hadriaticus</i></p> 	<p>Proche du <i>Crocus sativus</i>. Fleurs blanches veinées de pourpres et des feuilles plus petites. Stigmates rouges consommables.</p>
<p><i>Crocus oreocreticus</i></p> 	<p>Très semblable au <i>Crocus carwrightianus</i>.</p>
<p><i>Crocus thomasii</i></p> 	<p>Fleur violette au coeur blanchâtre, gynécée très court, fleurs pouvant polliniser <i>Crocus sativus</i> et donnant des graines.</p>

VI- Culture du safran

La culture du crocus suit des critères particuliers en fonction du développement de la plante (**Tableau 2**) et de la région (Ursat, 1913 et Algrech, 2001), il s'octroie une culture à contre saison puisque la végétation a lieu en hiver et l'entrée en dormance commence dès le début de l'été et pour une bonne production de la safranière, le suivi de techniques culturelles adéquates est primordial.

Tableau 2 : Calendrier de la culture du *Crocus*. (Ursat, 1913 et Algrech, 2001)

Janv.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Croissance des Feuilles			récolte Feuilles		récolte bulbes	plantation bulbes	-	-	Récolte safran/fleurs		

Pour obtenir le safran, différentes étapes sont nécessaires : (Ursat, 1913 ; Algrech, 2001),

- Plantation et floraison
- Récolte manuelle de la fleur dans des paniers
- Émondage (récupération des stigmates)
- Séchage des stigmates

VII- Les étapes nécessaires pour obtenir le safran

1- La culture

C'est une culture d'altitude variant entre 650 et 1200 m Avec des besoins en eau relativement moyens (600 à 700 mm/an), (Fellah, 2021). Requiert un sol léger et bien drainé (Jardins de l'écoumène, 2021)

1-1 La plantation : Il faut respecter plusieurs critères pour l'identification du milieu favorable pour la plantation, avec une préparation des bulbes de diamètre inférieur à 2.5 cm, (Fellah, 2021).

Elle peut se faire soit par groupage de 3 à 4 bulbes par trou ou d'un seul bulbe par trou d'une distants de 10 à 15 cm et de profondeur.

1-2 La floraison : Vers fin août, le bulbe «se réveille» et son activité métabolique augmente. Ce processus fini par la sortie de la fleur (**figure 2**), de l'état végétatif à un état floral (Lazérat, 2009).



Figure 2: Les fleurs de safran après la floraison (<http://www.festivalinternationalsafran.com>).

2- La récolte

Procéder à la récolte sans délai, idéalement le matin après que la rosée se soit évaporée.

Coupez alors le pistil avec ses trois stigmates à l'aide d'un petit ciseau ou avec vos ongles (**figure 10**) (**Jardins de l'écoumène, 2021**).



Figure 3 : Le processus de récolte des fleurs du safran (Djbel elouaheche Constantine)
(**photographie personnelle**).

2-1-Emondage

l'émonnage conseillé le même jour de récolte. Avec des conditions très hygiéniques (Figure 4) (Fellah, 2021).



Figure 4 : Emondage de *Crocus sativus* (photographie personnelle le 2 novembre 2017).

2-2- Séchage

C'est une opération délicate, une fois les stigmates sont isolés, ils sont séchés à l'ombre ou sur le feu (Fellah, 2021).



Figure 5 : Stigmates obtenus après émondage (photographie personnelle).

2-3-Stockage et conditionnement

La meilleure façon de conserver tout l'arôme de «l'or rouge » est de l'entreposer dans un bocal de verre (Figure 5) à l'abri de la lumière et de l'humidité, (Jardins de l'écumène, 2021).

VII-1- La Production mondiale.

La plus grande part de la production mondiale provient d'une large ceinture qui s'étend de la mer Méditerranée au Cachemire occidental. Environ 300 tonnes de safran sont produites par an, incluant les poudres et les stigmates, dont 200 tonnes pour les stigmates seuls. L'Iran domine ce marché à plus de 90 % (**france agrimer, 2013**).

VII-2- La Production en Algérie

La culture du safran en Algérie débute en 2010, par le couple L. et M. Aknouche ; ce couple acquis une expérience dans le domaine et suivi une formation de safranier, et gère une exploitation à Cuers, dans le département français du Var, comme une première expérience lorsque il venait à Constantine chez leur famille. Ils ont constaté que le climat et l'altitude sont très favorables à ce type de culture.

Précisément dans la commune de Benbadis, située à 40 km de Constantine à lieu les essais. La rencontre avec A. Benhamadi, un céréaliculteur qui s'est intéressé à leur projet, leur permettra d'avoir un lot de terrain pour les essais. Après les essais les résultats sont positifs. Et pour assurer la qualité du safran bio produit, les échantillons da la première cueillette sont analysée dans un laboratoire français, et ce dernier a certifié que ce type de safran cultivé à Constantine est le meilleur du monde au point de vue arôme, goût et odeur. <https://www.agroligne.com/actu/24858-algerie-louiza-et-mustapha-aknouche-la-belle-aventure-des-pionniers-de-l-or-rouge-en-algerie.html>.

Ce résultat encourage le couple pour lancer une seconde expérience l'année suivante. Les succès se suivent, et le couple exposera les résultats de son expérience et lui commercialisé sous le nom Safran Tariki (Safran, ma route).

Le couple organise des formations sur la culture du safran et des journées d'information dans des salons nationaux et encadrer ceux qui souhaitent entrer sur le terrain. Car cette opportunité pourra générer des ressources financières importantes pour l'Algérie et permettra aussi d'offrir des postes d'emplois aux jeunes.

Depuis 10 ans sur le sol Algérien, Le couple a créé 90 safranières dans plusieurs Willayas : Constantine, Oum El Bouaghi, Oran, Biskra, Khanchela et Tizi Ouzou, Djelfa et Sétif.

VII-3- La Production à Constantine

En 2016 une autre safranière s'installe au niveau du « Djbel el ouaheche» à Constantine avec le partenaire « Mr Zermane M.», avec une production de 2 kilogrammes de safran bio pendant 4 ans.

Chapitre II

Propriétés phytochimiques du safran

I-Les principaux composants du safran

La partie active et la plus importante de *Crocus sativus* sont les stigmates, malgré sa composition très complexe, car elle suppose une identification botanique correcte, des stigmates non adultérés et sans déchets floraux (Basker, 1999) et (Moghaddasi, 2010). Mais des analyses chimiques sont faites sur ces derniers et des résultats ont révélé la présence de plus de 150 composants volatils et aromatiques. Il possède également plusieurs composés non-volatils (Abdulleave, 2002).

I-1-Les composants généraux

- 10 % d'eau.
- 12 % de protéines et d'acides aminés.
- 5 % de graisses, - 5 % de minéraux (Mn, Mg, P, Cu, Ca, Zn, Fe,...).
- 5 % de fibres brutes
- 63 % de sucres incluant l'amidon, les sucres réduits, les pentosanes, les gommages, les pectines et les dextrines.
- Des quantités infimes de vitamine B2 (riboflavine) et de vitamine B1 (thiamine).

Cependant, les proportions de ces constituants peuvent varier en raison des conditions de croissance et du pays d'origine (Melnyk et al., 2010).

I-2-Les composants biologiquement actifs

Les principaux constituants contribuent non seulement au profil sensoriel du safran (couleur, goût, arôme) mais aussi aux propriétés intéressantes pour la santé (Melnyk et al., 2010).

- **La crocine et la crocétine** : qui sont deux pigments caroténoïdes responsables de la couleur jaune-orangée, en effet, l'application principale du safran concernant ses propriétés antioxydantes et antitumorales, proviennent essentiellement de la crocine (Gutheil et al., 2012) (Figure 6).
- **La picrocrocine** : apportant au safran sa saveur et son goût amer, elle est formée par l'union d'un aldéhyde connu comme étant le safranal et d'un glucide (Tarantilis et al., 1995), le clivage des doubles liaisons adjacentes aux cycles de la zéaxanthine entraîne la formation d'une molécule de crocétine et de deux molécules picrocrocine (Schmidt et al., 2007) (Figure 6).

- **Le safranal ou huile essentielle** : est le composé volatil responsable de l'arôme et de l'odeur si spécifique au safran (Melnyk et al., 2010) (Figure 6).

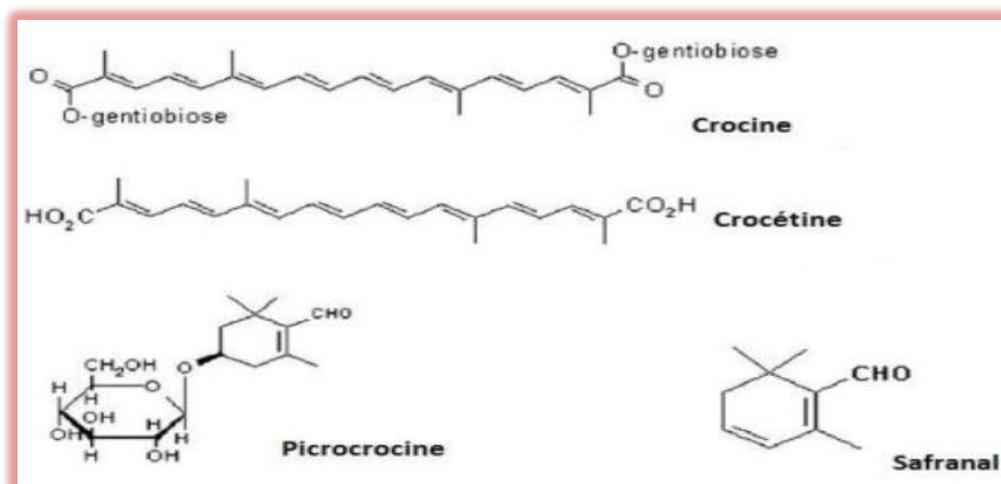


Figure 6 : Les Structures moléculaires des principaux composants du safran à activité biologique (Palomares, 2015).

- **Les flavonoïdes**

Ils sont aussi présents dans le safran. Nous pouvons nommer des flavonols, plus précisément des kaempférols tels :

- le kaempferol 3-O-sophoroside.
- le kaempferol 3-O-sophoroside 7-O-glucoside.
- le kaempferol 3,7,4'-O-triglucoside <http://phenol-explorer.eu/contents/food/814>

D'autres flavonols, en plus des kaempférols, ont été identifiés dans les tépales de *Crocus sativus* comme la quercétine et l'isorhamnétine (Abert-vian et al., 2013).

II- L'huile essentielle de safran

Le safran contient 0,4 à 1,3 % d'huile essentielle.

II-1-définition

- Formule brute : $C_{10}H_{14}O$
- Nom selon la nomenclature IUPAC: 2,6,6-Triméthyl-1,3-cyclohexadiène-1-carboxaldehyde (Hu, 2008).

L'huile de safran est préparée à partir du stigmate d'une fleur par différentes méthodes d'extraction. Il s'agit d'un extrait pur et naturel provenant de plante (Roulier, 1990), (Wegrzyn et Lamendnh, 2005), il a presque les mêmes caractéristiques que l'épice (Nafees et Mohamed, 2016).

Il contient des substances odorantes, volatiles, de consistance huileuse, très concentrées, offrant une forte concentration en principes actifs (Lardry et Haberkorn, 2007).

II-2- Les composants majeurs de l'huile de safran

C'est le safranal : un aldéhyde aromatique et l'un des principaux composants de l'huile essentielle de safran qui est biologiquement actif. En effet, il représente 82,82 % des composants volatils (Hu, 2008). ce composé est formé dans le safran par l'hydrolyse de la picrocrocine pendant le séchage et le stockage et est responsable de l'arôme de l'huile essentielle de safran (D'Auria et al., 2006)

III- L'obtention de l'huile essentielle de safran

Il existe différents procédés d'extraction, mais le choix de la méthode utilisée définit obligatoirement la nature de l'essence ainsi que son éventuelle utilisation. L'entraînement par la vapeur ou l'hydro-distillation de la plante fraîche ou sèche reste la technique la plus utilisée.

III-1- L'hydro-distillation

Cette technique est utilisée pour extraire le safranal et récupérer les huiles essentielles. L'hydro-distillation de l'huile essentielle est un processus d'extraction de composants volatils dans lequel la vapeur d'eau pénètre dans les cellules végétales et agit comme un transporteur de composés volatils. Dans cette méthode, les stigmates de safran séchés sont trempés dans de l'eau (ou un mélange d'eau et d'alcool) pendant un certain temps, puis en chauffant le mélange jusqu'au point d'ébullition, les substances volatiles sont transportées dans la vapeur vers un condensateur refroidi par un courant d'eau, ce qui liquéfie les composés pour la collecte (El Asbahani et al., 2015).

III-2- Extraction par macération

Un large spectre de molécules spécifiques du safran a été extrait par macération, cette technique est initiée en mélangeant une quantité appropriée de safran et de solvant, une agitation est effectuée pendant un temps, à une vitesse prédéterminée et se termine par la filtration (Sarfarazi et al., 2015).

Cette extraction par macération de stigmates de fleurs de safran dans le liquide, comprend une concentration en poids de stigmates dans ce liquide étant supérieure ou égale à 0,55 g/L, et la macération étant réalisée sous vide à une température comprise entre 45°C et 55°C pendant une durée comprise entre 40 heures et 52 heures. De préférence, les stigmates sont retirés du liquide après l'étape d'extraction.

Ce procédé permet d'obtenir, sans intervention d'un agent chimique extérieur, un extrait de safran ayant une concentration en picrocrocine et en safranal compris dans les stigmates de fleurs de safran utilisés pour la macération (file:///C:/Users/DELL/Downloads/Documents/EP19212460NWA1.pdf)

III-3-Extraction assistée par micro-ondes (nouvelle technique)

La crocine, le safranal, la picrocrocine et les anthocyanes sont obtenus par l'extraction assistée par micro-ondes (MAE) dans diverses conditions. La fréquence des ondes, le temps, la température, le type de matière végétale et le solvant appliqué sont les principaux facteurs étudiés pour la récupération des substances bioactives du safran. Afin d'extraire ces dernières, la solution est chauffée jusqu'au point d'ébullition, permettant au solvant de pénétrer dans la structure cellulaire des tissus de la plante et dissolvant les solutés bioactifs (**Muzaffar et al., 2015**).

III-4-Extraction assistée par ultrasons (nouvelle technique)

L'extraction assistée par ultrasons (EAU) est utilisée pour l'extraction des crocétines, crocines, safranal, picrocrocines et les glycosides présents dans le safran en utilisant des solvants aqueux et/ou organiques tels que l'éther diéthylique et du cyclohexane, dans la gamme de fréquences allant de 20 à 60 kHz (**Farhad et said , 2019**). L'EAU a été développée pour libérer les composants organiques et inorganiques piégés des matières végétales en exacerbant les transferts massiques et en accélérant le contact entre le solvant et les composés cibles (**Garavand et al., 2017**).

III-5- Extraction par un fluide supercritique

L'extraction par un fluide supercritique (SFE) est une technique qui utilise des fluides supercritiques comme solvants d'extraction tel que le dioxyde de carbone (CO₂). Le taux élevé de l'affinité du (CO₂) supercritique avec les composants non polaires permet la récupération considérable de safranal par rapport aux crocines.

Le temps d'extraction, la vitesse volumique du (CO₂), la pression et la température du gaz ont été considérés comme des paramètres opérationnels afin d'optimiser les conditions d'extraction des composés bioactifs du safran (**Farhad, 2019**).

III-6-Autres techniques

III-6-1-Extraction assistée par des enzymes

Des études ont été effectuées afin de développer une extraction des anthocyanes présents dans le safran par solvant à médiation enzymatique. Pour ceci, l'utilisation de cellulase, d'hémicellulase et de pectinase à différents niveaux a révélé une augmentation de 40% du taux des anthocyanines obtenue par l'extraction assistée par des enzymes (EAE). Cette méthode a été optimisée par rapport à l'extraction par l'éthanol considéré comme solvant de référence, sachant que la qualité de l'extrait assistée par enzyme était plus stable et la couleur était distincte (**Lotfi et al., 2015**).

Une libération accélérée de pigments hydrophiles ou hydrophobes, de composés phénoliques et volatils et d'autres matières bioactives à partir de la matrice végétale peuvent être obtenue par l'action des différents enzymes comme prétraitements d'extraction (**Puri et al., 2012**).

III-6-2-Extraction au soxhlet

L'extraction au soxhlet successive et exhaustive est utilisée pour l'extraction de la picrocrocine, à l'aide de différents solvants à savoir, le pétrole léger, le diéthyl éther, et le méthanol qui représente le solvant préféré pour l'extraction des composants du safran.

Dans cette méthode, le safran séché est placé dans une cartouche d'extraction et est extrait à l'aide d'un solvant approprié (**Goleroubary et Ghoreishi, 2016**).

IV-Toxicité et effets secondaires

Des effets toxiques sont rapportés à partir de 5 g, avec une dose semi-létale DL50 (dose provoquant 50% de mortalité dans la population étudiée, pendant un temps donné, par administration unique) d'approximativement 20,7 g/kg de poids vif (**Abdulaev et Espinosa-Aguirre, 2004**). Par comparaison, la dose semi-létale du sel de table sur le rat, par voie orale est de 3,3 g/kg http://omnilogie.fr/O/DL_50.

Il semble qu'à des doses de plus de 10 g, le safran peut induire l'avortement avec des effets secondaires comprenant un appétit diminué, un état de somnolence, des nausées et des vomissements, des hémorragies utérines, des hématuries, des épistaxis, des saignements de la muqueuse gastro-intestinale et des vertiges. Le tissu conjonctif, la peau et les muqueuses peuvent se colorer en jaune et imiter ainsi un ictère.

Des descriptions d'effets secondaires sont en grande partie exposées dans une littérature plus ancienne (avant 1925). Selon ces sources, des nausées ont été observées pour des doses comprises entre 1,2 et 2 g suivies de vomissements, de diarrhées et de saignements. Apparemment, il n'y avait aucune corrélation entre la posologie et les effets secondaires. Dans certains cas, l'ingestion quotidienne de 4 g de safran pendant plusieurs jours n'a pas causé de désagréments, même chez les femmes enceintes, tandis que cette même dose a été spécifiée comme mortelle dans d'autres cas. Cette anomalie étonnante ne serait pas due au safran mais plutôt à une substitution telle que le « safran des prés », *Colchicum autumnale*. De plus, de nombreux cas similaires ont été signalés en Allemagne, où le safran n'est pas une culture typique, tandis que le colchique d'automne est relativement abondant. Le colchique d'automne, également surnommé « safran bâtard » se distingue de *Crocus sativus* de par ses styles blanchâtres et ses six étamines. Toutes les parties de cette plante sont toxiques.

Comparé aux essais humains, les études in vivo chez les animaux indiquent une toxicité très basse voire même inexistante du safran et de ses extraits. Dans seulement de très rares cas, l'extrait de safran est la cause de réactions allergiques (Melnyk et al., 2010) (Betti et al., 2007).

V-Usage de safran

V-1-Culinaire

Le safran est très apprécié dans les recettes en tant qu'épice. Il parfume avec subtilité les aliments, comme il agit avec d'autres aromes donc un exhausteur de goût. (Chahine, 2014).

V-2-Cosmétique

Le safran, dans les traditions des populations locales, est un produit qui incarne les à la fois les signes de beauté et les vertus de protection contre les mauvais esprits, il est utilisé comme tache histologique, c'est-à-dire en tant que colorant pour le tissu conjonctif

(Srivastava et al., 2010). Et actuellement dans les produits cosmétiques pour ses effets adoucissants et antioxydant comme les crèmes hydratantes (<http://www.festivalinternationalsafran.com/utilisations-du-safran/>).

V-2-1- Utilisation du safran dans la production de crème hydratante

Des extraits secs de safran ont été utilisés comme ingrédients dans une crème hydratante. Les propriétés de cette formulation ont été examinées à l'aide de tests épicutanés sur divers sujets âgés de 18 à 28 ans. Les résultats ont montré une augmentation de la brillance et de l'éclaircissement de la peau par rapport à cette crème à base de safran.

À cette fin les cosmétologues de la société L'Oréal ont examiné les effets antioxydants et anti-inflammatoire des crocines sur les kératinocytes et les fibroblastes humains normaux in vitro. Ils ont découvert que la production de pro-inflammatoires est inhibée en présence de l'ester de crocétine, tandis que la défense antioxydante est augmentée. Sur la base de leur conclusion, ils ont suggéré que l'ester de crocétine pourrait être exploité comme un agent cosmétique prometteur pour la prévention du vieillissement de la peau (Fagot et al., 2018).

V-2-2- Utilisation du safran dans la production des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont extraites par la technique d'hydrodistillation des stigmates de *Crocus sativus* L. Grâce à sa molécule bioactive qui est le safranal.

Les effets protecteurs du safran contre les UV ont été en surbrillance. En particulier, les émulsions huile essentiel de safran dans l'eau préparée, ont été examinés pour leur activité antisolaire en mesurant leur facteur de protection solaire (SPF) et ont montrés que le safran est utilisé comme agent naturel absorbant les UV dans les produits de protection solaire (Ntohogian et al., 2018).

V-3- Utilisation médicale

Le safran est très réputé par ses propriétés médicinales depuis longtemps. Il est utilisé par les populations locales pour se soigner de certains problèmes de santé : antidote aux poisons, apaiser les maux relatifs aux rhumes et aux problèmes respiratoires, calmer les douleurs de l'accouchement et de la première dentition ainsi que pour traiter les cicatrices du nouveaux circoncis.

Pour la nouvelle médecine, les résultats de 14 travaux de recherche sur les effets du safran sur la santé ont confirmé ces connaissances empiriques mais aussi que le safran peut être utilisé Pour: la dépression, l'Alzheimer, le syndrome prémenstruel, les problèmes oculaires et le régime (<http://www.festivalinternationalsafran.com>)

La science médicale moderne reconnaît au safran seulement ses propriétés de stimulant du système nerveux et digestif à dose de (0,20 à 2 g), mais à forte dose, le safran peut être très dangereux : délire, vertiges, pesanteur de tête, hypotonie musculaire, somnolence, pâleur, bradycardie et la mort (<https://www.aly-abbara.com/museum/photographie/Iridaceae/Crocus/Safran-Crocus-sativus-02.html>)

Chapitre III

Le pouvoir de safran

I- Le pouvoir biologique de safran

Malgré les progrès réalisés en médecine au cours des dernières décennies, de nombreux traitements médicamenteux restent insuffisants face aux fléaux tels que: le paludisme, le cancer, les infections virales, bactériennes et fongiques. Cependant le développement de nouveaux agents thérapeutiques s'avère indispensable pour lutter contre ces fléaux (Djaman, 2020).

I-1- Le pouvoir antimicrobien

Les micro-organismes multi résistants aux antibiotiques augmentent de façon alarmante dans le monde. En tant que module de traitement contre les micro-organismes, les produits naturels ou dérivés de plantes médicinales représentent un symbole de bonne source d'agents antimicrobiens sans aucun effet secondaire indésirable. Différentes parties de *Crocus sativus*, telles que l'étamine et la corolle, ont été utilisées comme une bonne source d'agents antimicrobiens. Des extraits de *Crocus sativus* contre diverses souches bactériennes ont confirmé une activité améliorée contre les bactéries et les champignons utilisés comme organismes d'essai. En outre, antibactérien les effets d'autres mélanges comme les extraits aqueux, éthanoliques et méthanoliques de pétales ont été mesurés contre les agents pathogènes d'origine alimentaire et les résultats ont confirmé que ces extraits présentent une activité antimicrobienne contre la plupart des bactéries pathogènes (Rahmani et al., 2017) (<http://fulltxt.org/article/190>)

I-2- Le pouvoir antibactérien

Les activités antibactériennes de divers extraits totaux et de différentes parties des tépales et des étamines de safran contre les micro-organismes qui causent des maladies d'origine alimentaire ont été estimées. Recherche sur cinq souches microbiennes : *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Shigella dysenteriae* et *Escherichia coli*. Déterminer le potentiel d'activité microbienne. En utilisant la méthode de diffusion, la concentration minimale inhibitrice (MCI) et la concentration minimale bactéricide (CMB), ces valeurs sont déterminées par la méthode de la macro dilution.

Cette expérience est basée sur des extraits et des fractions de tépales et d'étamines isolées de crocus par imprégnation au méthanol. Après séchage, l'extrait brut a été extrait avec du chloroforme, de l'acétate d'éthyle, du méthanol et de l'eau. Le solvant de l'extrait et

les fractions ont été éliminés sous pression réduite dans un évaporateur rotatif jusqu'à ce qu'ils soient complètement secs.

Les résultats montrent que l'extrait au méthanol du morceau de périanthe a une activité antibactérienne significative contre *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et le bacille typhoïde. Le diamètre de la zone d'inhibition de *Bacillus cereus* et *Streptococcus dysenteriae* varie de 13 à 22 mm, et le composant acétate d'éthyle a la meilleure activité antibactérienne contre *Bacillus cereus*, avec un diamètre de 15 mm. La partie eau et chloroforme a un faible effet sur les souches étudiées. La partie acétate d'éthyle des étamines de safran a la meilleure activité antibactérienne contre *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* et la dysenterie à *Salmonella*. Le diamètre de la zone d'inhibition varie de 14 à 21 mm. L'extrait le plus actif est l'extrait total (Nouioua et Sofiane, 2019).

Dans une autre étude, pour déterminer la propriété antibactérienne de l'extrait de stigmates, les chercheurs ont utilisé quatre souches bactériennes pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Shigella flexneri*) en utilisant la méthode de diffusion et la concentration minimale inhibitrice (MCI).

L'extrait de stigmate méthanolique du safran s'est avéré plus efficace pour inhiber toutes les souches pathogènes (Parray et al., 2014).

I-3-Le pouvoir antifongique

Afin de déterminer les propriétés antifongiques du *Crocus sativus*, contre les infections par les champignons qui provoquent une détérioration importante au niveau des organes. Deux expériences indépendantes basées sur les parties externes lyophilisées et stérilisées (Pelage) et internes du bulbe de la souche.

Cinq champignons (*Aspergillus niger*, *Bipolaris spicifera*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium raistricki*, *Rhizopus nigricans*) ont été isolés de bulbes infectés en août. Les résultats ont montré que les concentrations minimales inhibitrices (MCI) après 30 Jours de traitement du pelage étaient de 5,4% contre *Aspergillus Niger*, 3,9% contre *Bipolaris Spicifera*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium raistricki* et 2,3% contre *Rhizopus nigricans*, tandis que l'IFC interne n'a pas été détecté pour *A. Niger* et *B. spicifera* ; Cependant, 7,0% contre *F. oxysporum* et *P. raistricki* et 3,9% contre *R. nigricans* (Rubio-Moraga et al., 2013).

La toxicité plus élevée de la partie externe vis-à-vis des champignons a conduit les chercheurs à étudier l'influence de la saponine (molécules produites naturellement à partir de plantes ou d'animaux caractérisées par une propriété de toxicité), qui ne sont détectées qu'à la partie externe du bulbe, principale influence de ces composés. sur la toxicité était contre *F. oxysporum*, l'agent pathogène le plus commun dans les bulbes de safran, suivi de *B. spicifera* et *A. niger*. L'inhibition de la croissance de *P. raistriicki* et *R. nigricans* est presque négligeable. Cependant, d'autres composés tels que les composés phénoliques peuvent également être responsables de l'activité fongicide détectée (**Rubio-Moraga et al., 2013**).

I-4- Autres activités de safran

I-4-1- Activité thérapeutique

La littérature scientifique rapporte de nombreux travaux sur les propriétés thérapeutiques du safran : activités anticancéreuses, antitussives, anticonvulsivants, anti-inflammatoires et lutte contre le stress oxydatif.

• Activité anti-tumorale et anticancéreuse

Le safran exerce des effets anti-tumoraux et anticancéreux dans divers types de cancers, à savoir le cancer des poumons, le cancer du sein, la leucémie, le cancer de la peau et le cancer de la prostate. Cela semble provenir de divers mécanismes, notamment : l'induction de l'apoptose, l'arrêt de la progression du cycle cellulaire et la diminution de l'expression des molécules inflammatoires sont des mécanismes potentiels d'effets anticancéreux induits par le safran.

La crocine, dérivée du safran dispose d'un effet inhibiteur puissant sur la formation des colonies cellulaires tumorales (**Abdullaev et al., 2003**).

• Activité antitussive

En médecine traditionnelle, les extraits de *Crocus sativus* L. sont utiles dans le traitement de la toux. En détail, il a été signalé que l'extrait d'éthanol des stigmates de Safran et du safranal chez les cobayes mâles et femelles de manière significative réduit le nombre de toux en intervalles de 10minutes (**Hosseinzadeh et Ghenaati, 2006**).

- **Antidépresseur**

Grâce au safranal contenu dans ses parties volatiles, le safran agit sur le système nerveux. Il traite les insomnies, car il est légèrement sédatif, tout en étant précieux en cas de dépression légère, de stress, d'anxiété et de fragilité émotionnelle. **(Fleurentin, 2013)**.

- **Activité anti-convulsivante**

Dans la médecine traditionnelle iranienne, le safran était utilisé comme anticonvulsif de recours. Dans des expériences avec des souris utilisant la saisie maximale par électrochocs (MES) et pentylènetétrazole (PTZ) les tests de toxicité ont montré que les extraits aqueux et éthanoliques de safran possèdent une activité anticonvulsive **(Rahimi, 2015)**.

- **Activité antinociceptifs et anti-inflammatoires**

Le *Crocus sativus* et son constituant safranal ont montré effets préventifs sur les marqueurs inflammatoires **(Gholamnezhad et al., 2013)**.

Il a soigné les otites, les douleurs anales, la goutte, les gonflements, les douleurs dentaires et lombaires ainsi que les abcès **(Hosseinzadeh et Nassiri-Ask, 2013)**.

- **Effet sur le stress oxydatif**

Les caroténoïdes, dont font partie les crocines et les crocétines, jouent un rôle important sur la santé en agissant en tant qu'antioxydants naturels. Ils protègent les cellules et les tissus des radicaux libres et des espèces réactives de l'oxygène qui sont les facteurs les plus importants des dommages oxydatifs dans le corps humain **(Palomares, 2015)**.

Le safran étant riche en vitamine B2 et en provitamine A, il représente un des meilleurs antioxydants naturels pour lutter contre le vieillissement des cellules **(Serrano et al., 2012)**.

- **Hypocholestérolémiant**

Le safran permet de lutter contre l'excès de cholestérol. Il participe à la prévention des accidents cardio-vasculaires **(Minker, 2013)**.

- **Anti Alzheimer**

Le principal constituant caroténoïde, le trans-crocin-4, le digentibiosylester de la crocétine, a inhibé la fibrillogénèse A-beta formé par l'oxydation des fibrilles de bêta-peptide

Amyloïdes dans la maladie d'Alzheimer. L'extrait de *Crocus* à l'eau : méthanol (50:50, v / v)
Les stigmates de *sativus* ont inhibé la fibrillogénèse A-beta dans une concentration et une durée de vie Constante à des concentrations inférieures à celles d'une autre diméthylcrocétine constitutive (**Rahimi, 2015**).

● **Activité anti hypertensive**

L'effet de l'extrait de pétale de *Crocus sativus* a été étudié sur la pression artérielle chez le rat anesthésié (**Fatehi et al., 2003**).

Chapitre IV

Analyse d'un article scientifique

***In vitro* bactericidal and fungicidal activities of various extracts of saffron (*Crocus sativus* L.) stigmas from Jammu & Kashmir, India**

Cet article consiste en une étude de l'activité antimicrobienne des extraits méthanoïque et éthers de pétrole des stigmates de *Crocus sativus* L. qui ont été testés contre diverses souches bactériennes (*Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*) et des champignons (*Candida albicans*, *Aspergillus niger* et *Aspergillus fumigatus*) par la méthode de diffusion en puits d'agar (Syed et al., 2016)

1- Matériels et méthodes

1-1- Collecte des échantillons

Des échantillons (*Crocus sativus* L.) ont été collectés à Pampore Pulwama, Cachemire, Inde au cours d'octobre à novembre 2014. Les stigmates frais ont été séparés manuellement des fleurs entières de safran par la procédure traditionnelle. Les échantillons ont été séchés sous vide et conservés à 4°C à l'abri de la lumière jusqu'à leur analyse. Tous les solvants utilisés ont été achetés auprès de Hi Media, Pvt. Ltd. Mumbai, Inde.

1-2- Préparation de l'extrait brut

Dix grammes de stigmates frais de *C. sativus* de matériel végétal ont été extraits avec 200 ml de méthanol dans un agitateur incubateur (100 tr/min) pendant une nuit à température ambiante. Les extraits méthanoïques ont été filtrés en utilisant du papier filtre Whatman n°1. De même, 10 g de stigmates de *C. sativus* ont été utilisés pour l'éther de pétrole extraction au soxhlet (6 h pour chaque solvant). Les extraits ont été évaporés sous une pression réduite et séché à l'évaporateur rotatif. Les extraits séchés ont été conservés dans des flacons stériles étiquetés avec bouchon à -vis à - 20°C.

1-3- Organismes d'essai pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne

Les micro-organismes d'essai utilisés dans cette étude étaient des bactéries ssp. (*Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*

et *Escherichia coli*) et des espèces fongiques (*Candidose albicans*, *Aspergillus niger* et *Aspergillus fumigatus*) obtenus à partir de laboratoire de bactériologie et de mycologie section du département de microbiologie, SKIMS, Soura, Srinagar et microbiologie vétérinaire et Division d'immunologie, Faculté des sciences vétérinaires et d'élevage, SKUAST-Cachemire, Shuhama.

1-4- Activité anti-microbienne

Le test d'activité antimicrobienne in vitro a été réalisé par la méthode de diffusion en puits d'agar. Liège standard foreur de 5 mm de diamètre a été utilisé pour faire des puits. Chloramphénicol et Amphotéricine-B (Sigma- Aldrich) ont été utilisés comme contrôle positif pour les bactéries et les champignons, respectivement, et le DMSO seul comme contrôle négatif. Chaque boîte de Pétri a été scellée avec du para film pour éviter la contamination. Les plaques étaient alors incubées à $37 \pm 1^\circ\text{C}$ pendant 16-20 h pour les souches bactériennes et à $35 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 36-48 h pour les souches fongiques. Enfin, la zone d'inhibition a été mesurée à la taille la plus proche en mm à l'aide d'une échelle standard (Norrel et Messley, 1997).

1-5- Concentration minimale inhibitrice

Le test de sensibilité au bouillon de micro-dilution a été utilisé pour l'évaluation de la concentration minimale inhibitrice (CMI) tel que recommandé par (Clinical & Laboratory Standards Institute, 2012). Après incubation, le premier puits sans turbidité a été déterminé comme étant la CMI.

1-6- Détermination de la concentration minimale bactéricide/fongicide

Le volume total des différentes concentrations de chaque extrait et du bouillon Mueller Hinton (Hi-Media, Pvt. Ltd. Mumbai, Inde) ont été mélangés dans des micro- tubes pour constituer 0,5 ml de solution. Puis 0,5 ml de l'organisme en suspension a été ajoutée à chaque tube (Shahidi Bonjar, 2004). Les tubes ont été incubés en aérobie à 37 et 25°C pendant 24 h pour les souches bactériennes et fongiques. Deux tubes témoins ont été maintenus pour chaque lot d'essai. Il s'agit notamment du tube contenant de l'extrait sans inoculum et du tube

contenant le milieu de croissance et les inoculums. Le MBC et le MFC ont été déterminés en repiquant le test de dilution sur milieu gélosé nutritif /gélose dextrose de pomme de terre et incubation supplémentaire pendant 24 h. La dilution la plus élevée qui n'a donné aucune colonie bactérienne unique a été prise comme concentration bactéricide minimale (**Akinyemi, et al., 2005**).

2- Analyse statistique

Toutes les expériences ont été réalisées en triple. Valeurs moyennes, écart type et analyse de la variance a été calculée à l'aide d'un logiciel statistique commercial SPSS 16 (USA). Les données ont ensuite été comparées à l'aide des tests de gammes multiples de Duncan à des niveaux de signification de 5 %.

3- Résultats et discussion

3-1- Activité antimicrobienne des extraits de *C. sativus*

Le test d'effet antimicrobien de l'éther de pétrole et des extraits méthanoïques de stigmates de *C. sativus* représente une source importante de substances ayant une activité antimicrobienne. Les résultats de l'étude fournissent des preuves que les stigmates de *C. sativus* peuvent être une source potentielle de nouveaux agents antimicrobiens. L'activité antimicrobienne des extraits à différentes concentrations (500, 750 et 1 000 g/disque) a été évaluée par la présence ou l'absence de zone d'inhibition et le diamètre de cette zone (**Tableau 3**). L'extrait d'éther de pétrole a montré une inhibition de zone maximale contre *P. vulgaris*, *Bacillus subtilis* et *Pseudomonas aeruginosa*, respectivement. Alors que l'extrait méthanoïque a montré une inhibition de zone maximale contre *S. aureus* et *E. coli*, respectivement. Les extraits se sont avérés différer de manière significative dans leur activité contre différents micro-organismes d'essai ($p < 0,05$). De plus, à mesure que la concentration des différents extraits augmentait, le spectre antimicrobien des extraits a également augmenté de manière significative ($p < 0,05$). Résultats similaires ont été signalés par des chercheurs antérieurs (**Soureshjan et Heidari, 2014**), qui ont constaté une augmentation des activités des extraits de *Glaucium elegans* et *Crocus stavius* avec des concentrations croissantes. Les résultats ont également indiqué qu'aucune activité antimicrobienne n'a été observée contre *A.*

niger et *A. fumigatus* par éther de pétrole et contre *C. albicans* et *A. niger* par des extraits méthanoïques au dosage niveau 500 µg/disque. Les composés antimicrobiens standards ont montré une zone d'inhibition significativement plus élevée contre micro-organisme testé ($p < 0,05$). Dans d'autres études, les extraits méthanoïques de divers *Crocus spp.* Mais sont avérés avoir un effet antimicrobien significatif contre différentes bactéries (Acar, et al., 2010). Les activités antimicrobiennes des extraits de safran ont été rapportées par le safranal et les composés de crocine (Carmona et al., 2007). Ces composés peuvent facilement atteindre les micro-organismes contaminants en raison de leur volatilité et/ou de leur solubilité dans l'eau et contribuent à la destruction des microbes (Pintado et al., 2011). Par conséquent, l'activité antimicrobienne des extraits de stigmate de *C. sativus* décrite représente ici une valeur ajoutée pour le safran comme moyen d'utilisation dans l'industrie pharmaceutique et alimentaire.

Tableau 3 : Activités antimicrobiennes (diamètre des zones d'inhibition) des extraits d'éther de pétrole et de méthanol de stigmates de *C. sativus* en utilisant la méthode de diffusion par puits d'agar.

Table 1. Antimicrobial activities (inhibition areas diameter) of petroleum ether and methanol extracts of <i>C. sativus</i> stigmas using agar well diffusion method										
Compounds and extracts tested	Concentration (µg/disc)	Inhibition zone (mm)								
		Bacterial strains						Fungal strains		
		P.v.	K.p.	B.s.	P.a.	S.a.	E.c.	C.a.	A.n.	A.f.
Petroleum ether extract	500	3 ± 0.11 ^{ab}	2 ± 0.07 ^a	3 ± 0.00 ^{ab}	3 ± 0.11 ^{ab}	2 ± 0.22 ^a	2 ± 0.12 ^a	1 ± 0.41 ^a	ND	ND
	750	8 ± 0.12 ^{bc}	6 ± 0.00 ^{ab}	9.2 ± 0.13 ^{bc}	9 ± 0.22 ^{bc}	7 ± 0.17 ^{bc}	6 ± 0.00 ^{ab}	4 ± 0.31 ^{ab}	2 ± 0.17 ^a	3 ± 0.24 ^a
	1,000	14 ± 0.11 ^{cd}	13 ± 0.12 ^{cd}	13.96 ± 0.32 ^{cd}	14 ± 0.07 ^{cd}	12 ± 0.11 ^{cd}	13 ± 0.24 ^{cd}	6 ± 0.22 ^{cd}	5 ± 0.11 ^{ba}	4 ± 0.11 ^a
Methanolic extract	500	2 ± 0.20 ^a	1 ± 0.12 ^a	2 ± 0.23 ^a	2 ± 0.22 ^a	4 ± 0.10 ^{ab}	3 ± 0.09 ^{ab}	ND	ND	1.23 ± 0.10 ^a
	750	7 ± 0.20 ^{bc}	6 ± 0.21 ^{bc}	6 ± 0.14 ^{bc}	7 ± 0.14 ^{bc}	9 ± 0.22 ^{bd}	7.84 ± 0.22 ^{bcd}	3 ± 0.12 ^a	2 ± 0.13 ^a	4 ± 0.22 ^{ab}
	1,000	12 ± 0.03 ^{cd}	10 ± 0.70 ^{cd}	11 ± 0.33 ^{cd}	12 ± 0.24 ^{cd}	15 ± 0.14 ^{cd}	14 ± 0.23 ^{cd}	5 ± 0.11 ^{ba}	4 ± 0.07 ^{ba}	6 ± 0.13 ^{cd}
Amphotericin-B	10 µL	ND	ND	ND	ND	ND	ND	38 ± 0.12 ^{cd}	33 ± 0.11 ^{cd}	31 ± 0.14 ^{cd}
Chloramphenicol	10 µL	28 ± 0.11 ^{cd}	34 ± 0.00 ^{cd}	31 ± 0.22 ^{cd}	25 ± 0.03 ^{cd}	27 ± 0.11 ^{cd}	33 ± 0.22 ^{cd}	ND	ND	ND

Toutes les valeurs sont des moyennes ± écart-type de trois répétitions. Les moyennes dans la même ligne (A–D) et colonne (a–d) avec des exposants différents diffèrent significativement :

* $p < 0,05$. Diamètre en mm de la zone d'inhibition ;

ND : Non déterminé,

P.v. : *Proteus vulgaris*,

K.p. : *Klebsiella pneumoniae*,

B.s. : *Bacillus subtilis*.

P.a. : *Pseudomonas aeruginosa*.

S.a. : *Staphylococcus aureus*.

E.c. : *Escherichia coli*.

C.a. : *Candida albicans*.

A.n. : *Aspergillus niger*.

A.f. : *Aspergillus fumigatus*.

3-2-Concentration minimale inhibitrice

Certaines des utilisations du safran en médecine traditionnelle ont été liées à son activité antimicrobienne en raison de la présence des composants tels que le safranal et la crocine (Pintado et al., 2011 ; Soureshjan & Heidari, 2014). Dans la présente étude, la CMI des extraits de stigmate de *C. sativus* a été testée contre six espèces de bactéries et de trois espèces de champignons. Le CMI de l'éther de pétrole brut et l'extrait méthanoïque est présenté dans (Tableau 4). La CMI de l'extrait d'éther de pétrole variait de 0,4 à 0,66 mg/ml pour les souches bactériennes et de 2,13 à 3,2 mg/ml pour les souches fongiques, respectivement. De même, le CMI des extraits méthanoïques variaient de 0,40 à 0,80 mg/ml pour les souches bactériennes et de 3,13 à 3,2 mg/ml pour les souches fongiques, respectivement. Les résultats indiquent que les extraits d'éther de pétrole ont montré les valeurs de CMI les plus efficaces pour *P. vulgaris* et *Pseudomonas aeruginosa* et les extraits méthanoïques ont montré pour les souches bactériennes *E. coli* et *S. aureus*. Cependant, les deux extraits ont montré des valeurs de CMI significativement plus élevées que le chloramphénicol antibactérien standard ($p < 0,05$). Dans le cas où les valeurs de CMI d'extraits de *C. sativus* pour les souches fongiques, l'extrait d'éther de pétrole a montré la valeur CMI la plus efficace pour *C. albicans* et l'extrait méthanoïque a montré la valeur la plus efficace pour les *fumigatus d'Aspergillus* ($p < 0,05$). Les valeurs de CMI étaient significativement plus élevées que l'amphotéricine B antifongique standard ($p < 0,05$). Dans notre étude, l'éther de pétrole et les extraits méthanoïques ont montré les valeurs de CMI les plus efficaces que les premiers chercheurs (Vahidi, Kamalinejad et Sedaghati, 2002) qui

utilisaient des extraits d'acétate d'éthyle de différents Parties de *C. sativus* contre les souches bactériennes et fongiques.

Tableau 4 : Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) des extraits d'éther de pétrole et de méthanol de *C. sativus* stigmates.

Table 2. Determination of minimum inhibitory concentration (MIC) of petroleum ether and methanol extracts of <i>C. sativus</i> stigmas									
Compounds and extracts tested	MIC (mg/ml)								
	Bacterial strains						Fungal strains		
	P.v.	K.p.	B.s.	P.a.	S.a.	E.c.	C.a.	A.n.	A.f.
Petroleum ether extract	0.4 ± 0.0 ^{aA}	0.66 ± 0.23 ^{bC}	0.53 ± 0.23 ^{bB}	0.4 ± 0.0 ^{aA}	0.53 ± 0.23 ^{bB}	0.66 ± 0.23 ^{cC}	2.13 ± 0.92 ^{dD}	3.2 ± 0.0 ^{eE}	3.2 ± 0.0 ^{eE}
Methanolic extract	0.66 ± 0.23 ^{bC}	0.8 ± 0.0 ^{cC}	0.8 ± 0.0 ^{cC}	0.53 ± 0.23 ^{bB}	0.4 ± 0.0 ^{aA}	0.4 ± 0.0 ^{aA}	3.2 ± 0.0 ^{eE}	3.2 ± 0.0 ^{eE}	2.13 ± 0.92 ^{dD}
Amphotericin-B	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0003 ± 0.0001 ^{aA}	0.0006 ± 0.0003 ^{bB}	0.0006 ± 0.03 ^{bB}
Chloramphenicol	0.008 ± 0.0 ^{dD}	0.004 ± 0.0 ^{aA}	0.004 ± 0.0 ^{bB}	0.128 ± 0.0 ^{eE}	0.0066 ± 0.0023 ^{cC}	0.004 ± 0.0 ^{aA}	ND	ND	ND

Déterminé (ne montrant aucune inhibition de la croissance jusqu'à 12,8 mg/ml, la concentration testée la plus élevée). Toutes les valeurs sont des moyennes ± écart-type de trois répétitions. Les moyennes dans la même ligne (A–E) et la même colonne (a–c) avec des exposants différents diffèrent significativement :

*p < 0,05. Diamètre en mm de la zone d'inhibition.

ND : Non déterminé.

P.v. : *Proteus vulgaris*.

K.p. : *Klebsiella pneumoniae*.

B.s. : *Bacillus subtilis*.

P.a. : *Pseudomonas aeruginosa*.

S.a. : *Staphylococcus aureus*.

E.c. : *Escherichia coli*.

C.a. : *Candida albicans*.

A.n. : *Aspergillus niger*.

A.f. : *Aspergillus fumigatus*.

3.3. Détermination de CMB et CMF

Les concentrations minimales bactéricides et fongicides (CMB et CMF) de l'extrait d'éther de pétrole compris entre 3,2–6,4 mg/ml et 10,67–12,8 mg/ml, respectivement, pour les souches bactériennes et fongiques (**Tableau 5**). De même, les MBC et les MFC de l'extrait méthanoïque variaient entre 1,6 et 6,4 mg/ml et 8,53– 12,8 mg/ml, respectivement, pour les souches bactériennes et fongiques (**Tableau 5**). Les résultats indiquent que les deux extraits de stigmates de *C. sativus*, l'éther de pétrole et les extraits méthanoïques étaient actifs contre micro-organismes testés. L'extrait méthanoïque a montré des activités antimicrobiennes significativement plus faibles contre *S. aureus*, *E. coli* et *C. albicans* ($p < 0,05$). Cependant, les deux extraits étaient moins actifs contre les micro-organismes testés que le chloramphénicol standard et l'amphotéricine-B les composés antifongiques et antibactériens ($p < 0,05$).

Tableau 5 : Détermination de la concentration minimale bactéricide et fongicide (CMB/CMF) des extraits d'éther de pétrole et de méthanol des stigmates de *C. sativus*.

Table 3. Determination of minimum bactericidal/fungicidal concentration (MBC/MFC) of petroleum ether and methanol extracts of <i>C. sativus</i> stigmas									
Compounds and extracts tested	MBC and MFC (mg/ml)								
	Bacterial strains						Fungal strains		
	P.v.	K.p.	B.s.	P.a.	S.a.	E.c.	C.a.	A.n.	A.f.
Petroleum ether extract	3.200 ± 0.0	6.400 ± 0.0	4.260 ± 1.85	3.200 ± 0.0	6.400 ± 0.0	4.260 ± 1.85	10.670 ± 3.69	12.800 ± 0.0	10.670 ± 3.69
Methanolic extract	5.330 ± 1.85	4.260 ± 1.85	3.200 ± 0.0	6.400 ± 0.0	1.600 ± 0.0	1.600 ± 0.0	8.530 ± 3.69	10.670 ± 3.69	12.800 ± 0.0
Amphotericin-B	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0013 ± 0.0006	0.0066 ± 0.0023	0.0066 ± 0.0023
Chloramphenicol	0.064 ± 0.0	0.008 ± 0.0	0.064 ± 0.0	0.512 ± 0.0	0.0533 ± 0.0185	0.064 ± 0.0	ND	ND	ND

ND : non déterminé (ne montrant aucun effet bactéricide jusqu'à 12,8 mg/ml, la concentration la plus élevée testée).

P.v. : *Proteus vulgaris*.

K.p. : *Klebsiella pneumonia*.

B.s. : *Bacillus subtilis*.

P.a. : *Pseudomonas aeruginosa*.

S.a. : *Staphylococcus aureus*.

E.c. : *Escherichia coli*.

C.a. : *Candida albicans*.

A.n. : *Aspergillus niger*.

A.f. : *Aspergillus fumigatus*.

4-Conclusion

Les résultats ont conclu que les extraits à l'éther de pétrole et au méthanol des stigmates de *C. sativus* ont grand potentiel en tant que composés antimicrobiens contre les bactéries et les champignons. Cependant, les résultats ont montré que les extraits présentaient de forts effets bactéricides que fongicides. Ainsi, ils peuvent être utilisés dans le traitement des maladies infectieuses causées par des microbes résistants et peut avoir de larges applications dans domaines pharmaceutique, alimentaire et médical.

Conclusion générale

Conclusion générale

Toute plante s'adapte à son climat et aux changements environnementaux pour pouvoir synthétiser des substances miraculeuses, spécifiquement. Le safran qui fait vraiment partie de dix plantes médicinales les plus utilisées dans le monde, pour ses nombreuses vertus : son utilisation comme colorant et arôme alimentaire par le grand public est largement répandue acceptée dans le monde entier et par de nombreux groupes culturels, qui fait de lui une épice onéreuse. Ainsi pour se défendre contre les maladies comme agents médicinaux, pour ses pouvoirs antimicrobien, antifongique, thérapeutique, cosmétique... et c'est pour ça que les scientifiques dans le monde sont plus attirés par le potentiel du safran pour ces propriétés biologiques ou pharmacologiques, Cette plante a fait l'objet d'un grand nombre d'étude en vue d'optimiser l'analyse de ses molécules bioactives par des méthodes d'extraction les plus récentes, et les plus pratiques de ces principes actifs spécifiques qui le compose à savoir, les crocines, les picrocrocines et le safranal, comptés dans les différentes parties de cette plante et qui donnent un accès au moyen des productions à différents usages à partir de plusieurs préparations, typiquement à partir de leurs stigmates.

Le travail effectué a dévoilé que la consommation de safran peut être potentiellement utile dans la prévention des troubles métaboliques et positivement est en corrélation avec un risque plus faible de maladies et de troubles de la santé, et selon les études les différents extraits de *Crocus sativus* présentent des effets bactéricides et fongicides utilisés dans le traitement des maladies infectieuses causées par des microbes résistants.

Références bibliographiques

Référence bibliographique

Abbara, A. (2017). <https://www.aly-abbara.com/museum/photographie/Iridaceae/Crocus/Safran-Crocus-sativus-02.html> (Page consultée avril 2021).

Abdullaev, F. Espinosa-Aguirre, J. (2004). Biomedical properties of saffron and its potential use in cancer therapy and chemoprevention trials. *Cancer Detection and Prevention*, 28 (6), P 426-432

Abdullaev, F. I. (2002). Cancer chemopreventive and tumoricidal properties of saffron (*Crocus sativus* L). *Experimental biology and medicine*, 227 (1), 20-25.

Abdullaev, F. I. Riverón-Negrete, L. Caballero-Ortega, H. Manuel Hernández, J. Pérez-López, I. Pereda-Miranda, R. et Espinosa-Aguirre. (2003). Use of *in vitro* assays to assess the potential antigenotoxic and cytotoxic effects of saffron (*Crocus sativus* L.). *Toxicology in vitro*, 17(5-6), P 731-6.

Abert Vian, M. Caris-Veyrat, C. Chemat, F. Goupy, P. (2013). Identification and quantification of flavonols, anthocyanins and lutein diesters in tepals of *Crocus sativus* by ultra performance liquid chromatography coupled to diode array and ion trap mass spectrometry detections. *Industrial crops and products*, 44, P 496-510.

Acar, G. Dogan, N. M. Duru, M. E. et Kivrak, I. (2010). Phenolic profiles, antimicrobial and antioxidant activity of the various extracts of *Crocus* species in Anatolia. *African Journal of Microbiology Research*, 4, 1154–1161.

Addadi, H. Ferradji, S. (2014). Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme Licence en chimie organique, extraction d'huiles essentielles d'une plante médicinale université Saida.

Akinyemi, K. O. Oladapo, O. Okwara, C. E. Ibe, C. C. et Fasure, K. A. (2005). Screening of crude extracts of six medicinal plants used in southwest Nigerian unorthodox medicine for antimethicillin resistant *Staphylococcus aureus* activity. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 5, (6). <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6882-5-6>

Arvy, M. Gallouin, F. (2003). Epices, aromates et condiments. Belin Ed, P 216-219.

Aucante, P. (2000). Le safran - chroniques du potager. Actes sud Ed, P 101.

Bathaie, S. Bolhassani, A. Khavari, A. (2013). Saffron and natural carotenoids : Biochemical activities and anti-tumor effects. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1845, P 20-30.

Betti, G. Hensel, A. Schmidt, M. (2007). Saffron in phytotherapy : pharmacology and clinical uses. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 157 (13-14), P 315-319.

Carmona, M. Zalacain, A. Salinas, M. R. et Alonso, G. L. (2007). A new approach to saffron aroma. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47, P 145–159.

<http://dx.doi.org/10.1080/10408390600626511>

Chahine, N. (2014). Effet protecteur du safran contre la cardiotoxicité de la doxorubicine en condition ischémique (Doctoral dissertation, Reims).

Chevalier, A. (1926). La culture de safran In : *Revue de botanique appliquée et L'agriculture coloniale*, 6 ans bulletin (59), juillet 1926, P 407-419.

Crozet, A. Durfort, S. et Sus-Rousset, H. (2012). *Crocus sativus* L. (Iridaceae), le safran. *Phytothérapie*, 10 (2), P 121-125.

D'Auria, M. Mauriello, G. Racioppi, R. et Rana, G.L. (2006). Use of SPME–GC–MS in the Study of Time Evolution of the Constituents of Saffron Aroma: Modifications of the Composition during Storage. *Journal of Chromatographic Science*, 44, P 18. [[Crossref](#)], [[PubMed](#)], [[Web of Science ®](#)], [[Google Scholar](#)]

Delaveau, P. (2006). Expliquez-moi les épices ; aromates ou médicaments ? *Pharmathèmes* Ed, P 140-153.

Deo, B. (2003). Growing saffron—the world’s most expensive spice. Crop and Food Research Broad Sheet 20, New Zealand Institute for Crop and Food Research.

El Asbahani, A. Miladi, K. Badri, W. Sala, M. Addi, E.A. Casabianca, H. et Elaissari, A. (2015). Essential oils: From extraction to encapsulation. International Journal of Pharmaceutics, 483(1–2), P 220–243.

Fagot, D. Pham, D.M. Laboureau, J. planel, E. Guerin, L.et Nègre, C. (2018). Crocin, a natural molecule with potentially beneficial effects against skin ageing. International Journal of Cosmetic Science, (40), P 388-400.

Farhad, Somaye. Nooshin. Et Seid, M. J. (2019). Different techniques for extraction and micro/nanoencapsulation of safron bioactive ingredients. Trends in Food Science & Technology, (89), P 26-44.

Fatehi, M. Rashidabady, T. et Fatehi-Hassanabad, Z. (2003). Effects of *Crocus sativus* petals extract on rat blood pressure and on response induced by electrical field stimulation in the rat isolated vas deferens and guinea-pig ileum. J Ethnopharmacology, 84, P 199-203.

Favre, E. (2008). Le safran - l'anti kilo l'anti déprime. Terre d'hommes Ed, P 177.

Fleurentin, 2013. <https://mr-ginseng.com/safran/> (Page consultée mars 2021).

Garavand, F. Madadlou, A. et Moini, S. (2017). Determination of phenolic profile and antioxidant activity of pistachio hull using high-performance liquid chromatography–diode array detector–electro-spray ionization–mass spectrometry as affected by ultrasound and microwave. International Journal of Food Properties, 20(1), P 19–29.

Gholamnezhad, Z. Koushyar, H. Byrami, G. et Boskabady, MH. (2013). The extract of *Crocus sativus* and its constituent safranal, affect serum levels of endothelin and total protein in sensitized guinea pigs. Iran J Basic Med Sci, 16, P 1022-1026.

Goleroudbary, M. G. et Ghoreishi, S. M. (2016). Response surface optimization of Safranal and Crocin extraction from *Crocus sativus* L. via supercritical fluid technology. The Journal of Supercritical Fluids, (108), P 136–144.

Gutheil, W. G. Reed, G. Ray, A. Anant, S. et Dhar, A. (2012). Crocetin: an agent derived from saffron for prevention and therapy for cancer. CurrPharmBiotechnol. 13(1), P 173-9.

Hu, Y. Lu-Ping, Q. Qiao-Yan, Z. Rahman, K. Ting-Han, Ting-Ting, H. Yu-Zhu. (2008). Comparative study of composition of essential oil from stigmas and of extract from corms of *Crocus sativus*. Chemistry of natural compounds, 44 (5), P 666-667.

Hosseinzadeh, H. et Ghenaati, J. (2006). Evaluation of the antitussive effects of stigma and petals of saffron (*Crocus sativus* L.) and its components, safranal and crocin in Guinea pigs. Fitoterapia, 77, P 446-448.

Hosseinzadeh, H. et Nassiri-Ask, M. (2013). Avicenna's (Ibn Sina) the Canon of Medicine and Saffron (*Crocus sativus*) : a review. Phytotherapy Research. 27 (4), P 475-783.

Lahmadi S., Guesmia H., Zeguerrou R., Maaoui M., & Belhamra M. (2013). La culture du safran (*Crocus sativus* L.) en régions arides et semi arides : cas du sud est Algérien. Journal Algérien des Régions Arides, 18-27.

Lardry, J.M. et Haberkorn, V. (2007). Les Huiles Essentielles : principes d'utilisation.

Lazérat V. (2009). Secrets de safranière. Lucien Souny Ed. Saint-Paul, P 125.

Lotfi, L. Kalbasi-Ashtari, A. Hamed, M. et Ghorbani, F. (2015). Effects of enzymatic extraction on anthocyanins yield of saffron tepals (*Crocus sativus*) a long with its color properties and structural stability. Journal of Food and Drug Analysis, 23(2), P 210–218.

Melnyk, J. Marcone, M. Wang, S. (2010). Chemical and biological properties of the world's most expensive spice: Saffron. Food Research International, 43 (8), P 1981-1989.

Minker, 2013. <https://mr-ginseng.com/safran/>, (Consulté mai 2021).

Moghadasi, M. S. (2010). Journal of medicinal plants research, 4(6), P 427-430.

Muzaffar, S. Khan, K. Z. Riaz, M. Mir J. A. et Ahmed, A. (2015). Aroma of Kashmir saffron (*Crocus sativus* L.) and variation of safranal content by different drying methods. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 7(1), P 111–115.

Nafees, A. et Mohamed, E. (2016). Wagih, in [Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety](https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/saffron), <https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/saffron>

Norrel, S. A. et Messley, K. E. (1997). Microbiology laboratory manual principles and applications .Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. Pintado, C., de Miguel, A., Acevedo, O., Nozal, L., Novella, J. L., P 85-90.

Nouioua, W. et Sofiane, G. 2019. Antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory activities development of methanol extract of *Saxifraga veronicifolia* Pers. *PhytoChem & BioSub Journal*, 13.

Ntohogian, S. Gavriliadou, V. Christodoulou, E. Nanaki, S. Lykidou, S.,et Naidis, P. (2018). Chitosan nanoparticles with encapsulated natural and UF- purified annatto and saffron for the preparation of UV protective cosmetic emulsions. *Molecules*, 23 (9), P 2107.

Palomares, C. (2015). Le safran précieuse épice ou précieux médicament. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de lorraine, Faculté de pharmacie, P 14-105.

Parray, J. A. Kamili, A. N. Hamid, R. Reshi, Z. A. et Qadri, R. A. 2014. Antibacterial and antioxidant activity of methanol extracts of *Crocus sativus* L. cv. Kashmirianus. *Frontiers in Life Science*, P 1-7.

- Pintado, C. de Miguel, A. Acevedo, O. Nozal, L. Novella, J. L. et Rotger, R. (2011).** Bactericidal effect of saffron (*Crocus sativus* L.) on *Salmonella enterica* during storage. *Food Control*, 22, 638–642. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.09.031>
- Puri, M. Sharma, D. et Barrow, C. J. (2012).** Enzyme-assisted extraction of bioactives from plants. *Trends in Biotechnology*, 30(1), P 37–44.
- Rahimi, M. (2015).** Chemical and medicinal properties of saffron. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 4, P 69-81.
- Rahmani, A. Khan, A. et Aldebasi, Y. (2017)** Saffron (*Crocus sativus*) and its Active Ingredients: Role in the Prevention and Treatment of Disease. *Pharmacognosy Journal* [en ligne], 9 (6), <http://fulltxt.org/article/190> (Page consultée juin 2021).
- Rau, S. R. (1969).** *The Cooking of India*, Time Life Education, P 53. ISBN0-8094-0069-3 **et**
- Hill, T. (2004).** *The Contemporaray Encyclopedia of Herbs and spices : Seasonings for The Global Kitchen*, Wiley, P 272, ISBN 0-471-21423-X.
- Roulier, G. (1999).** *Les huiles essentielles pour votre santé : traité pratique d'aromathérapie. Propriétés et indications thérapeutiques des essences de plantes.* Editions Dangles.
- Rubio-Moraga, Á. Gomez-Gomez, L. Trapero, A. Castro-Diaz, N. et Ahrazem, O. 2013.** Saffron corm as a natural source of fungicides: The role of saponins in the underground. *Industrial Crops and Products*, 49, P 915-921.
- Sarfarazi, M. Jafari, S. M. et Rajabzadeh, G. (2015).** Extraction optimization of saffron nutraceuticals through response surface methodology. *Food Analytical Methods*, 8(9), P 2273-2285.
- Schmidt, M. Betti, G. et Hensel, A. (2007).** Saffron in phytotherapy: pharmacology and clinical uses. *WMW Wiener Medizinische Wochenschrift*, 157(13), P 315-319.

Serrano-Díaz, J. Sánchez, AM. Maggi, L. Martínez-Tomé, M. García-Diz, L. Murcia, M. A. et Alonso, G. L. (2012). Increasing the applications of *Crocus sativus* flowers as natural antioxidants. *Journal of Food Sciences*, 77(11), P C1162-8.

Shahidi Bonjar, G. H. (2004). Evaluation of antibacterial properties of Iranian medicinal plants against *Micrococcus aureus*, *Serratia marcescens*, *Klebsiella pneumoniae* and *Bordetella bronchiseptica*. *Asian Journal of Plant Science*, 3, P 82–86.

Soureshjan, E. H., Heidari, M. (2014). In vitro Variation in antibacterial activity plant extracts on *Glaucium elegans* and Saffron (*Crocus sativus* L.) Onions. *Electronic Journal of Biology*, 10, 64–67.

Srivastava, R. Ahmed, H. et Dixit, R. K. (2010). *Crocus sativus* L.: a comprehensive review. *Pharmacognosy reviews*, 4(8), P 200.

Syed Muzaffar, Sajad A. Rather et Khaliq Zaman, K. (2016). In vitro bactericidal and fungicidal activities of various extracts of saffron (*Crocus sativus* L.) stigmas from Jammu & Kashmir, India, *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1158999, DOI: 10.1080/23311932.2016.1158999.

Tarantilis, P. A. Tsoupras, G. et Polissiou, M. (1995). Determination of saffron (*Crocus sativus* L.) Components in crude plant extract using high-performance liquid chromatography-UV-visible photodiode-array detection-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 699(1-2), P 107-118.

Ursat, J. (1913). Le safran du Gatinais. Ed. Gauthier L et **Algrech, C. (2001).** Le safran du Quercy. *Revue Quercy recherche*, 97 et 98 (1-2-4), P 20-27; 9-16; 18-26.

Vahidi, H., Kamalinejad, M., & Sedaghati, N. (2002). Antimicrobial properties of *Crocus sativus* L. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 1, 33–35.

Wegrzyn, R. Lamendinh, H. (2005). Huiles essentielles et aromathérapie bucco-dentaire. *Chir. Dent. Fr.*, (1225), P 62-66.

Sites web:

Clinical and Laboratory Standards Institute (2012). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; Twenty second international supplement, M100-S22, Vol. 32.

<http://dx.doi.org/10.1080/23311932.2016.1158999>

Demande de brevet europeen. (2020). Procédé d'extraction de safran [0016, 0018, 0019], P 1-3. <file:///C:/Users/DELL/Downloads/Documents/EP19212460NWA1.pdf>

DL50. Omnilogie le manuel des castors séniors. [En ligne] disponible sur :

http://omnilogie.fr/O/DL_50. (Page consultée le 14/07/21).

France agrimer - établissement national des produits de l'agriculture et de la mer. Conseil spécialisé des plantes à parfum aromatiques et médicinales (PPAM) ; focus plante : cas du safran. Rapport de séance du 31/01/2013, P 15. [En ligne] disponible sur :

<http://www.franceagrimer.fr/content/download/21314/174562/file/2.2%20-%20Safran.pdf>.

(Page consultée le 10/03/2021).

<http://phenol-explorer.eu/contents/food/814> (Page consultée mars 2012)

<http://www.festivalinternationalsafran.com> (Page consultée avril 2021).

<http://www.festivalinternationalsafran.com/> (Page consultée avril 2021).

<http://www.festivalinternationalsafran.com/utilisations-du-safran/> (Page consultée avril 2021).

<https://www.agroligne.com/actu/24858-algerie-louiza-et-mustapha-aknouche-la-belle-aventure-des-pionniers-de-l-or-rouge-en-algerie.html>. (Page consultée février 2021).

<https://www.aly-abbara.com/museum/photographie/Iridaceae/Crocus/Safran-Crocus-sativus-02.html> (page consultée avril 2021)

<https://www.ecoumene.com/2019/06/19/divin-safran/>

<https://www.fellah-trade.com/fr/filiere-vegetale/fiches-techniques/safran?fbclid=IwAR3fvmK8Pr-pVwclvPGo6kxql1FzbqV5LY1CUxqOPRRqOt00Jcyaex14FY> (Page consultée mars 2021).

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Ecologie et environnement
Spécialité : Ecologie microbienne,.

Titre

Evaluation de l'activité biologique et antimicrobienne de *Crocus sativus* L.

Résumé

La culture de la plante de *Crocus sativus* L. dont le safran est extrait a fait le tour du monde et commence à prendre de l'ampleur en Algérie. La structure chimique des stigmates du *Crocus sativus* L. a fait l'objet de plusieurs études au cours des dernières années car elle comprend trois métabolites principaux : la crocine, la picrocrocine et le safranal responsables de la couleur, la saveur et l'arôme respectivement. L'obtention de tous ingrédients précieux de cette plante fait appel à différentes techniques d'extractions et de purifications ainsi que des processus de caractérisations afin de garder l'intégrité des substances bioactives. Cette composition riche du safran en molécules bioactives lui confère plusieurs propriétés bénéfiques dans le domaine thérapeutique à savoir, les activités anti-oxydantes, anticancéreuses, anti-inflammatoires, antitussives, anti-convulsivantes..., mais pas seulement, elle a pu franchir le domaine cosmétique d'une manière fructueuse pour contribuer à la protection de la peau contre différents facteurs.

Mot clés : *Crocus sativus* L., picrocrocine, , crocine, safranal, méthodes d'extractions

Membre du jury :

Président : M^{me} ABDELAZIZ. W
Rapporteur : M^r CHABBLR
Examineur : M^{me} BOUZERIAB .L

Présentée par :

ZBIRI RYM, FARRAH SAMIHA, ZERMANE RACHA

Année universitaire : 2020-2021

