

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université A.MIRA-BEJAIA Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des Sciences Alimentaires**  
**Spécialité Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire**



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

**MASTER**

Ref : .....

Thème :

**Etude de la bioactivité du safran (*Crocus sativus* L.) :**  
**Etat de l'art sur les applications alimentaires,**  
**thérapeutiques et cosmétiques.**

Réaliser par :

AMOKRANE Celia                      et                      ATROUN Sarra

Soutenu le : 30 juin 2020

Devant le jury composé de :

M<sup>me</sup> Smail Lila

Présidente

M<sup>r</sup> Bachir bey Mustapha

Examineur

M<sup>r</sup> KATI Djamel Edine

Encadreur

**Année universitaire : 2019/2020**

## **Remerciement**

Après achèvement, M<sup>r</sup> KATI Djamel Edine, nous vous accordons nos remerciements.

Nous tenons aussi à remercier les membres du jury, M<sup>me</sup> Smail Lila et M<sup>r</sup> Bachir bey Mustapha qui ont pris le temps d'évaluer notre étude.

Nous remercions également l'équipe de « Safran Tariki », Louisa et Mustapha AKNOUCHE, d'avoir partagé avec nous leur passion et leur savoir faire sur la culture du safran.

**Sarra, Celia**

# Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance je dédie ce modeste travail :

## *A mes très chers parents*

Mon adorable papa Rachid et ma meilleure maman Louisa. Quoi que je fasse ou que je dise je ne saurai point vous remercier comme il se doit, vous m'avez doté d'une éducation digne, vous n'avez jamais dit non a mes exigences et vous n'avez épargné aucun effort pour me rendre heureuse, votre présence a mes cotés a toujours été ma source de force, votre amour, votre affection, votre soutien, votre encouragement, vos conseils et vos prières a mon égard ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Vous devez ma vie, ma réussite et tout mon respect. Je vous aime.

## *A mon cher fiancé Rabah*

Ta présence a mes cotés a tout moments, ton indéfectible soutien, ta patience infini, tes précieux conseils, ton amour, ta tendresse, tu m'a chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours et tu a toujours été la pour moi.

Aucun mot ne saurait exprimer ma reconnaissance, que dieu te protège et te garde pour moi.

## *A ma meilleure sœur jumelle Ilhem,*

Pour ton encouragement permanent, ton aide, ton soutien moral et la vivacité que tu me donne.

## *A ma chère sœur Imen et mes adorables neveux Dylane et Aylane*

Loin des yeux prêts du cœur .Votre amour me comble et procure le bonheur et la joie pour toute la famille.

## *Sans oublier ma compatible binôme Célia*

Pour sa compréhension, sa motivation, son soutien et sa disponibilité tout au long de ce travail.

Sarra

---

Avec l'expression de ma reconnaissance je dédie ce modeste travail à :

## *Mes parents*

- ♥ Maman, ma meilleure amie, je te remercie pour ton soutien, ton écoute et ta présence, sans toi je n'en serais clairement pas la.
- ♥ Papa, le meilleur des papas, le plus doux, le plus gentil, merci pour tout ce que tu fais pour nous.

## *Mes frères et sœurs*

- ♥ Lyna, merci pour tous les moments de douceurs et d'amour.
- ♥ Elissa, merci pour ton énergie, tes blagues et ton sourire.
- ♥ Axel, ton accompagnement durant la rédaction a été indispensable, je t'en remercie.
- ♥ Roselane, ma sœur de cœur, malgré la distance tu as su m'épauler et m'encourager, et cela depuis toujours. Je tiens à remercier tes parents aussi, HAMMOUM Malek et Salima, pour leurs soutien.

## *Mes copines*

Nina, Dounia, Kamelia et Hannane, je vous remercie pour votre présence, votre disponibilité et vos précieux conseils.

## *Ma coéquipière*

Sarra, je suis très chanceuse de t'avoir comme binôme vu notre entente, merci pour tout.

J'aimerais clôturer en dédiant ce travail pour la personne omniprésente dans ma vie, qui m'accompagne depuis toujours, l'amour de ma vie, Idder, ton aide a été plus que précieuse, je te remercierais jamais assez pour tout ce que tu m'apporte.

Que dieu vous protège et vous garde pour moi  
Je vous aime

Celia

## Liste des abréviations

<b>APG</b>	Angiosperme phylogeny group
<b>CPG</b>	Chromatographie en phase gazeuse
<b>EAE</b>	Extraction assistée par des enzymes
<b>EAU</b>	Extraction assistée par ultrasons
<b>HD</b>	Hydrodistillation
<b>HPLC</b>	Chromatographie liquide a haute performance
<b>ISO</b>	Organisation internationale de normalisation
<b>MAE</b>	Extraction assistée par micro-ondes
<b>MES</b>	Saisie maximale par électrochocs
<b>MS</b>	Spectrométrie de masse
<b>PTZ</b>	Pentylénetétrazole
<b>SFE</b>	Extraction par un fluide supercritique
<b>SPF</b>	Facteur de protection solaire
<b>UV</b>	Ultra-violet
<b>Vis</b>	Visible

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Pays producteurs du safran (carte tirée du site d-maps.com et adaptée sur les données de Teusher, 2005).....	04
<b>Figure 02</b> : Aspect général de <i>Crocus sativus</i> L.....	06
<b>Figure 03</b> : Organes de la plante <i>Crocus sativus</i> L. : (a) la fleur ; (b) les stigmates ; (c) les bulbes ; (d) les feuilles (photos présent par AMOKRANE Celia au niveau de Boukhlifa, Bejaia (2019))......	07
<b>Figure 04</b> : Cycle annuel du <i>Crocus sativus</i> L .....	13
<b>Figure 05</b> : Différentes étapes de la culture, récolte et de la commercialisation du safran : plantation (a), floraison (b), cueillette (c), émondage (d), séchage (e), conditionnement (f) .....	16

## Liste des tableaux

<b>Tableau I</b> : Les wilayas productrices du safran en Algérie.....	05
<b>Tableau II</b> : Composition macromoléculaire des différentes parties de la plante <i>Crocus sativus</i> L .....	08
<b>Tableau III</b> : Composition des pétales de la fleur du safran.....	09
<b>Tableau IV</b> : Composition des stigmates de la fleur du safran .....	10
<b>Tableau V</b> : Composition du bulbe de <i>Crocus sativus</i> L. ....	11
<b>Tableau VI</b> : Composition des feuilles de <i>Crocus sativus</i> L. ....	12
<b>Tableau VII</b> : Avantages et inconvénients des nouvelles techniques d'extraction .....	22

# Table des matières

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>I. Généralités sur le <i>Crocus sativus</i> L.....</b>	<b>3</b>
I.1. Historique et origine .....	3
I.2. Le marché mondial .....	3
I.2.1. Le safran en Algérie.....	5
I.3. Description de la plante .....	5
I.3.1. Caractères botaniques .....	5
I.3.2. Aspect général.....	6
I.3.3. Les différentes parties de la plante.....	7
I.4. Composition des différentes parties de la plante .....	8
I.4.1. Composition macromoléculaire des différentes parties de la plante .....	8
I.4.2. Composition micromoléculaire des différentes parties de la plante .....	8
I.5. Aspect agronomique .....	12
I.5.1. Culture du safran.....	12
I.5.2. Récolte du safran.....	15
<b>II. Techniques d'extraction et d'analyses des molécules d'intérêts du safran.....</b>	<b>17</b>
II.1. Principaux composants bioactif du safran .....	17
II.1.1 Les crocines .....	17
II.1.2. Les picrocrocines .....	17
II.1.3. Le safranal .....	17
II.2. Techniques d'extraction et de purification des molécules bioactives du safran.....	17
II.2.1. Techniques conventionnelles.....	18
II.2.2. Inconvénients des méthodes conventionnelles .....	18
II.2.3. Nouvelles techniques .....	19
II.2.4. Avantages et inconvénients des nouvelles techniques .....	20
II.3. Caractérisation des composés bioactifs du safran .....	20

II.3.1. Spectrophotométrie UV-Vis .....	20
II.3.2. Chromatographie liquide à haute performance.....	21
II.3.3. Chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse .....	21
<b>III. Domaines d'applications du safran.....</b>	<b>22</b>
III.1. Domaine alimentaire .....	22
III.1.1. Pouvoir colorant .....	22
III.1.2. Pouvoir antioxydant .....	22
III.1.3. Pouvoir aromatisant.....	22
III.2. Domaine thérapeutique.....	23
III.2.1. Activité anti-tumorale et anticancéreuse .....	23
III.2.2. Activité antitussive .....	23
III.2.3. Activité anti-convulsivante .....	23
III.2.4. Activité anti-inflammatoire .....	23
III.2.5. Effet sur le stress oxydatif .....	24
III.2.6. Activité antidiabétique .....	24
III.2.7. Activité antidépressive .....	24
III.2.8. Anti Alzheimer .....	24
III.2.9. Effets sur le flux sanguin oculaire et la fonction rétinienne.....	25
III.2.10. Effet sur l'apprentissage et le comportement de la mémoire.....	25
III.2.11. Effets sur la tension artérielle.....	25
III.2.12. Effet sur les Troubles respiratoires.....	25
III.2.13. Activité antidépressive .....	26
III.2.14. Effets sur l'utérus .....	26
III.2.15. Cardioprotection.....	26
III.2.16. Prévention de l'inhibition de la potentialisation à long terme induite par l'acétaldéhyde chez le rat.....	26
III.3. Domaine cosmétique .....	26



III.3.1. Utilisation du safran dans la production de crème hydratante .....	27
III.3.2. Utilisation du safran dans la production des huiles essentielles.....	27
III.3.3. Crème de bain.....	27
III.3.4. Crème pour le visage.....	27
III.3.5. Crème pour les mains .....	28
III.3.6. Crème pour blanchir les taches de rousseur .....	28
III.3.7. Crème blanchissante à l'aloès .....	28
III.3.8. Crème réparatrice .....	28
III.3.9. Masque pour le traitement de l'acné commune .....	28
III.3.10. Savon pour l'acné provoquée par l'huile.....	29
<b>Conclusion.....</b>	<b>30</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>32</b>

### 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. 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. 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**).

Cette épice historique, réputée depuis l'antiquité pour son usage culinaire, est bien moins connue du grand public pour son emploi dans les domaines de la médecine et de la cosmétique. Pourtant, les anciens, n'ont cessé de l'utiliser et de la cultiver pour ses nombreuses vertus (**Palomares, 2015**).

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 a 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.

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 biactives et les différentes applications.

Dans le premier chapitre, nous allons nous pencher sur l'origine, l'histoire et le marché mondial du safran. Nous établirons ensuite la description et l'aspect agronomique de la plante *Crocus sativus* L., ainsi que la composition de ses différentes parties.

## **Introduction**

---

Viendra ensuite le deuxième chapitre, dans lequel nous allons vous communiquer les différentes méthodes utilisées, pour l'analyse des principaux composants actifs de la drogue végétale, à savoir leur extraction, purification et caractérisation.

Pour finir, le dernier chapitre sera consacré au classement des emplois du safran, selon ses usages alimentaire, thérapeutique et cosmétique qui en découlent.

# Chapitre I

Généralités sur le *Crocus sativus* L.

## I. Généralités sur le *Crocus sativus* L.

### I.1. Historique et origine

Entre 1600-1700 ans avant J-C, le safran a été déjà trouvé sur une fresque du palais de Minos en Crète, représentant des personnages cueillant ce dernier (**Algrech, 2001**).

Le safran est un produit agricole classé dans la famille des épices. Il découle de la culture de l'espèce *Crocus sativus* L. depuis la plus haute Antiquité (**Santha., et al., 1969 ; Algrech, 2001**).

Le nom "safran" est dérivé du latin safranum, lui-même inspiré de l'arabe "zaferân" dont la racine est porteuse d'une notion essentielle « asfar », qui signifie la couleur jaune. Le scientifique Linné a adopté le nom *Crocus sativus* en 1754 (**Aucante, 2000**). Concernant le nom du genre, *crocus*, il vient du grec Krokos, qui veut dire "fil, filament", par allusion aux stigmates de la plante (**Algrech, 2001**), et le terme «Krokos » proviendrait de l'hébreu : « Karkôm », mentionné dans les Cantiques de la Bible (**Aucante, 2000**). Le terme "sativus", quand à lui, signifie "cultivé", car le *Crocus sativus* L., par sa reproduction végétative, ne peut se multiplier sans la main de l'homme (**Dupont, 2001**).

De par leur écriture et leur prononciation, on constate que les mots *Crocus sativus* L. et safran proviennent d'origines différentes. 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* L., espèce triploïde stérile apparue en Crète (**Delaveau, 2006**). D'autres études démontrent qu'il serait né quelque part entre la Turquie et l'Inde, se propageant ensuite autour du bassin méditerranéen oriental. Quoi qu'il en soit, il s'est lentement propagé à travers l'Eurasie, atteignant plus tard l'Afrique du Nord et l'Océanie (**Boutet, 1991**).

Cette épice, qui a parcourue différentes époques et contrées du monde, est également une drogue au sens pharmaceutique, c'est-à-dire qu'une partie de cette plante est utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Ce sont les stigmates séchés de la fleur de *Crocus sativus* L. qui constituent la drogue végétale. (**Cardon, 2003 ; Funel, 1990**). Depuis plus de 3 000 ans, le safran est considéré comme une panacée, selon les médecines Ayurvédiques, mongoles, chinoises, égyptiennes, grecques et arabes (**Lazérat, 2009**).

### I.2. Le marché mondial

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 % (Palomares, 2015).

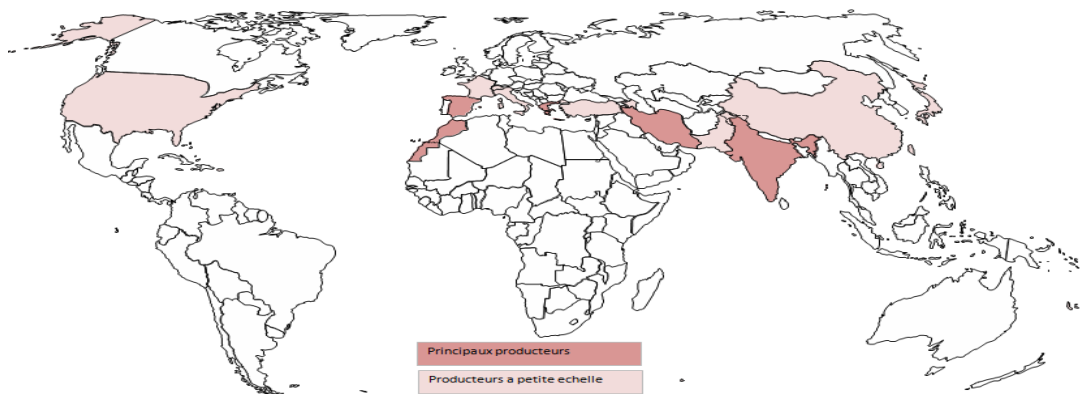
Selon Teusher (2005), les principales régions de culture et les premiers exportateurs mondiaux de safran sont :

- L'Iran (province du Khorassan) : 150 à 170 t/an
- L'Inde (dans les massifs montagneux du Cachemire) : 30 à 40 t/an.
- La Grèce (Macédoine) : 5 à 7 t/an
- Le Maroc (ville de Talouine) : 2 à 3 t/an
- L'Espagne (Albacete, Alicante, La Mancha, Murcia) : 1 t/an

A plus petite échelle, on retrouve :

- La France (Gâtinais, Quercy)
- La province de Baloutchistan au Pakistan
- Le canton du Valais en Suisse
- La Chine
- L'Italie
- Le Japon
- La région de Safranbolu en Turquie
- La Pennsylvanie aux Etats-Unis
- L'Azerbaïdjan.

La carte ci-dessous (figure 01) rassemble les pays producteurs du safran.



**Figure 01** : Pays producteurs du safran (carte tirée du site d-maps.com et adaptée sur les données de Teusher, 2005).

Le prix du safran varie de 30 à 40 euros le gramme, d'où son appellation or rouge (Abdelallah Berrabah et Allal, 2017). Ce prix élevé s'explique par la difficulté d'extraction, qui s'effectue manuellement, d'un grand nombre de petits stigmates, seules parties de la fleur à posséder les propriétés aromatiques désirées (Willard, 2001).

### I.2.1. Le safran en Algérie

Durant la période coloniale, beaucoup d'essais de culture du safran ont été réalisés avec succès en Algérie (**Chevalier, 1926**). Depuis 2009, l'Algérie s'est lancée dans la production du safran à travers 25 wilayas représentées dans le tableau 01 ci-dessous. En 2018, la production nationale de safran a atteint les 15 kg (**Loukil, 2018**). Le 11 mai 2020, le ministère de l'Agriculture et du Développement rural a fixé la liste des filières agricoles en Algérie dans laquelle figure la culture du safran, ce qui a été publié dans le journal officiel (**Ouremdane, 2020**).

**Tableau I** : Les wilayas productrices du safran en Algérie.

Wilayas	Références
Khenchla	(Nacer, 2018)
Gherdaia	(Nacer, 2018)
Oran	(Nacer, 2018)
Constantine	(Gadiri, 2011)
Batna	(Lahmadi <i>et al.</i> , 2013)
Biskra	(Lahmadi <i>et al.</i> , 2013)
Blida	(Zobeidi et Benkhalifa, 2014)
Tipaza	(Zobeidi et Benkhalifa, 2014)
Ain defla	(Zobeidi et Benkhalifa, 2014)
Tizi ouazou	(Belgacem, 2018)
Oum El-Bouaghi	(Nacer, 2018)

### I.3. Description de la plante

#### I.3.1. Caractères botaniques

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

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

La classification phylogénétique selon l'APG III (Angiosperms Phylogeny Group) est quant à elle basée sur une approche moléculaire suivant des analyses de plusieurs gènes chloroplastiques et d'un gène nucléaire du ribosome. Le safran, selon cette classification appartient donc à l'ordre des Asparagales, à la famille des Iridaceae, au genre *Crocus* ainsi qu'à l'espèce *sativus* L. (Palomares, 2015).

La famille des Iridaceae comprend 1 800 espèces dont les iris, les glaïeuls, les *Crocus*. Ces plantes ont pour caractéristiques communes un ovaire infère et un androcée comportant trois étamines disposées en un seul verticille (Dupont, 2007).

Parmi les 85 espèces appartenant au genre *crocus*, le safran est l'espèce la plus fascinante, notons qu'il existe deux groupes de *Crocus* : les *Crocus* à floraison automnale comme *Crocus sativus* L. et les *Crocus* à floraison printanière tels que *Crocus vernus* L. (Palomares, 2015).

### I.3.2. Aspect général

Le *Crocus sativus* L. est une plante vivace à floraison automnale, inexistante à l'état sauvage. Triploïde et stérile, il se reproduit par multiplication végétative grâce à son corme, organe de réserve ressemblant à un bulbe. Son corme en fait une plante vivace puisqu'il lui permet d'emmagasiner des réserves tout au long de l'hiver (Arvy, 2003).

Les fleurs, au nombre de 1 à 8 par bulbe, possèdent 6 pétales de couleur mauve. Cette dernière possède 3 étamines de couleur jaune, c'est le pistil, formé d'un style long et fin et de 3 stigmates de couleur rouge-orangé, qui constitue le safran en tant que tel. Les feuilles sont longues, étroites et sont en nombre de 6 à 10 par bulbe (voir figure 03).

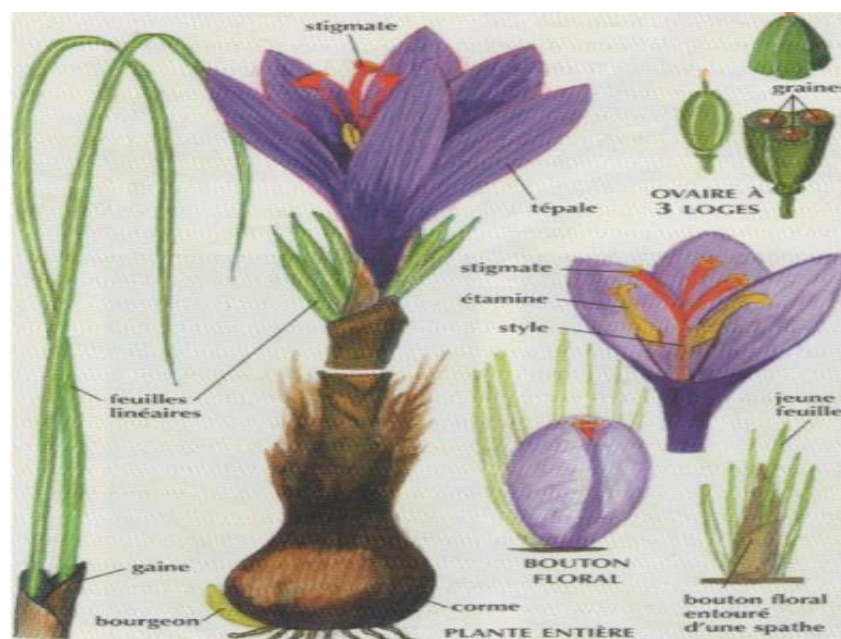
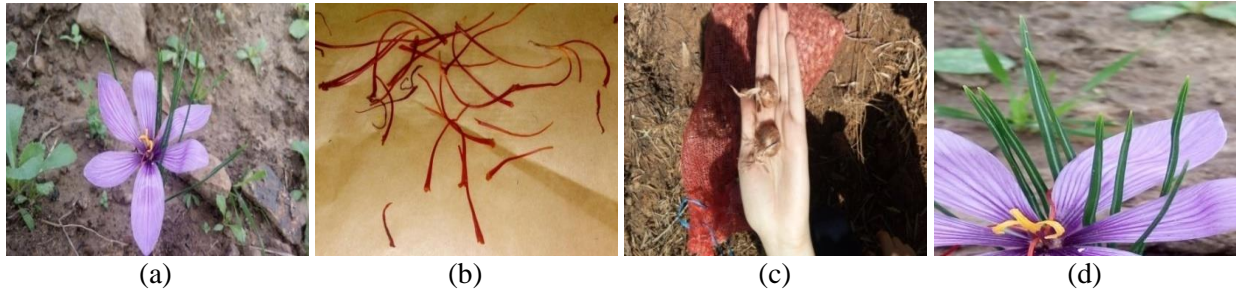


Figure 02 : Aspect général de *Crocus sativus* L. (Arvy et Gallouin, 2003)



### I.3.3. Les différentes parties de la plante

La figure 04, représente les différents organes de la plante (fleur, stigmates, bulbe et feuilles). Ce matériel végétal (bulbes) a été gracieusement offert par l'association nationale des producteurs de safran et a été cultivé au niveau de la localité de Boukhlifa à Bejaia durant la saison de 2019.



**Figure 03 :** Organes de la plante *Crocus sativus* L. : (a) la fleur ; (b) les stigmates ; (c) les bulbes ; (d) les feuilles (photos présent par AMOKRANE Celia au niveau de la commune de Boukhlifa, Bejaia (2019)).

#### a. La fleur

La fleur, de couleur violette, est hermaphrodite, régulière, elle est composée de 6 pétales, de 3 étamines jaunes et d'un pistil se divisant en 3 longs stigmates de couleur rouge vif brillant et velouté de 3 à 4 cm (Winterhalter, 2000).

#### b. Les stigmates

Mesurant entre 20 et 40 mm, fins à la base et plus larges à l'extrémité. D'un rouge vif brillant et velouté, les stigmates sont très odorants. Ils constituent le safran du commerce après avoir été desséchés (Ferrence, 2004).

#### c. Le bulbe

La plante herbacée, est pourvue d'une sorte de bulbe nommé cormus, qui correspond à un rhizome court et vertical ayant environ 4 cm d'épaisseur et 3 cm de diamètre. La partie blanchâtre et charnue à l'intérieur est riche en amidon, la partie extérieure, quant à elle, est composée de plusieurs tuniques brunes, à fibres réticulées ayant un rôle de protection et aussi de genèse des futures feuilles et fleurs.

Comme la reproduction se fait de manière végétative, chaque corme après floraison donnera naissance sur sa partie supérieure à plusieurs petits cormus, tout en dégénéralant, ce qui explique l'élévation en terre de 2 cm environ chaque année. Un corme ne fleurit donc qu'une seule fois et la floraison s'amplifie d'années en années. Lors de sa première année, un bulbe peut donner une à trois fleurs (Crozet, 2012 ; Arvy, 2003).

**d. Les feuilles :** Le *Crocus sativus* L. produit une importante quantité de feuilles d'octobre à mai. Ces feuilles vertes pâles, dressées et étroites prennent naissance dans une gaine

membraneuse au départ du corne. La production d'un kg de safran est accompagnée par la croissance de 1,5 t de feuilles pouvant dépasser un mètre de long (Marjorie, 2005).

#### I.4. Composition des différentes parties de la plante

##### I.4.1. Composition macromoléculaire des différentes parties de la plante

Le tableau n°2 regroupe la composition macromoléculaire des différentes parties de la plante *Crocus sativus* L. rapportée par plusieurs auteurs :

- Les pétales (Jadouali S.M., *et al.*, 2019)
- Les stigmates (Palomares, 2015)
- Les bulbes (Marjorie, 2005 ; Hassan-Beygy *et al.*, 2009)
- Les feuilles (Jadouali *et al.*, 2018).

**Tableau II:** Composition macromoléculaire des différentes parties de la plante *Crocus sativus* L.

	Eau	Protéines	Lipides	Glucides	Fibres	Minéraux Na, k, Ca, Fe, Zn (mg/kg)						N(%)
						Na	K	Ca	N	Fe	Zn	Minéraux totaux
Pétales	92%	6.35%	0.03%	71.16%	11.25%	45.85	23.75	39.25	1.01	149.5	47.23	7.3%
Stigmates séchés	10%	12%	5%	63%	5%	5% minéraux						
Bulbe	62-65.5%	2%	-	14%	-	-						
Feuilles	76.48%	7.24%	6	-	-	55.4	20.15	13.85	1.15	985.59	20.59	5.36%

(-) : signifie absence d'information

Les taux de composition en molécules organiques des pétales sont exprimés en matière sèche

Le taux d'humidité a été mesuré sur un bulbe frais, tant dis que le taux de protéines et de glucides s'est fait sur un bulbe sec en octobre.

La composition macromoléculaire des organes du safran révèle de très forte différence d'un organe à l'autre. En effets, une forte proportion de glucide au niveau des pétales et stigmates par apport au bulbe (14%) est constatée. Concernant les minéraux les pétales de la fleur du safran ainsi que les feuilles de la plante sont très riches en fer (149.5) et (985.59 mg/kg) respectivement.

##### I.4.2. Composition micromoléculaire des différentes parties de la plante

###### a. Composition de la fleur

Le tableau n°3 regroupe la composition micromoléculaire des pétales de la fleur du safran, ayant des propriétés biologiques.

**Tableau III** : Composition des pétales de la fleur du safran (Mykhailenko *et al.*, 2019).

Classes	Composés	Quantités
Diterpènes	<i>Trans/Cis</i> -Crocétine	-
Monoterpénoides	Picrocrocine	-
	Safranal	-
	Crocusatine C	-
	Crocusatine D	-
	Crocusatine I	-
	Crocusatine J	-
	Crocusatine K	-
	Crocusatine L	-
Flavonoïdes	Kaempferol	-
	Astragaline	-
	Populine	-
	Taxifoline	-
	Quercitine	-
	Isoramnetine	-
	Naringine	-
Dérivés de molécules mono, di et tri-phénoliques et d'acides phénoliques	Acide P-coumarique	66.41 %
	Acide cinnapique	
	Acide protocatechuique	
	Acide vanillique	
	Acide P-hydroxybenzoïque	
	Acide hydroxy-methoxybenzoïque	
	Acide dihydroxybutyrique	
	Methylparaben	
Composés azotés	Adenosine	-
	Harmane	-
	Trubulusterine	-
Phytosterols	B -Sitrosterol	-
	Stigmasterol	-
	Fagasterol	-
	Fucosterol	-
Anthocyanines	Delphinidine	1609.11 mg/l

Selon l'auteur les pétales de la fleur du safran contiennent des triterpènes (crocétines), des monoterpénoides (picrocrocines, safranal), des phytostérols, des anthocyanines, quelques composés azotés et sont très riches en acides phénoliques et flavonoïdes.

### b. Composition des stigmates

Le tableau n°4 regroupe la composition micromoléculaire des stigmates de la fleur du safran, ayant des propriétés biologiques.

Tableau IV : Composition des stigmates de la fleur du safran (Mykhailenko *et al.*, 2019).

Classes	Composés	Quantités
Diterpènes	Crocétine	38.6%
	<i>Trans/Cis</i> -crocétine	
	Dimethylcrocétine	-
Tetraterpènes	Phytoéne	-
	Zéaxanthine	-
	$\alpha$ - Carotène	-
	$\beta$ - Carotène	-
	Lycopène	-
	Phytofluène	-
	Tétrahydrolycopène	-
Monoterpénoides	Picrocrocine	5mg/g
	Safranal	0.4/1.3''%
	$\alpha$ - Pinène	-
	Crocusatine C	-
	Crocusatine J	-
	$\beta$ - Isophorone	-
	Isophrone	-
	$\beta$ - Ionone	-
	$\beta$ - Cyclocitrale	-
	Oxoisophorone	-
	Crocusatine E	-
	Crocusatine G	-
	Crocusatine H	-
Flavonoïdes	Kaempférol	5.88%
	Quercétine	
	Taxifoline	
	Isorhamnétine	
	Myricétine	
Dérivés de molécules mono, di et tri-phénoliques et d'acides phénoliques	Acide chlorogénique	11%
	Acide caféique	
	Acide gallique	
	Méthylparabène	
Vitamines	Vitamine B <sub>2</sub>	-
	Vitamine B <sub>1</sub>	-
	Vitamine B <sub>6</sub>	-
	Vitamine C	-
	Vitamine A	-
	Vitamine E	-
Dérivés du furane	Hydroxy-dihydrofurane	-
	Méthoxyfurane	-
	Dihydrobenzofurane	-
	Méthyl-furane	-
Phytostérols	$\beta$ - Sitostérol	-
	Stigmastérol	-
Autres composés	Sodium lactate	-
	Pyrogallol	-

Outre la fraction terpénique (les triterpènes, notamment la crocétine et les tetraterpènes) contenue dans les stigmates l'auteur rapporte la présence de flavonoïdes, de polyphénols, de

vitamines, de phytostérols, de dérivés du furane. A noter que les stigmates sont très riches en monoterpénoides (picrocrocines, safranal).

### c. Composition du bulbe

Le tableau n°5 regroupe la composition micromoléculaire du bulbe de la plante *Crocus sativus* L., ayant des propriétés biologiques.

**Tableau V** : Composition du bulbe de *Crocus sativus* L. (Mykhailenko *et al.*, 2019).

Classes	Composés	Quantité
Diterpènes	Crocétines	-
Dérivés de molécules mono, di et tri-phénoliques et d'acides phénoliques	Acide caféique Acide cinnamique Acide férulique Acide P-comarique Acide gallique Acide P-hydrox benzoïque Acide syringique Acide benzoïque	4.49%
	Acide salicylique	-
	Acide sinapique	-
Phytostérols	$\beta$ -Sitostérol	-
	Stigmastérol	-
	Campestérol	-
Saponines triterpénoides	Azafrine 01	-
	Azafrine 02	-
Autres composés	Catéchol	-
	Vanilline	-
	Acide hexadécanoïque	-
	Acide octadécadiénoïque Acide ursolique Acide oléanolique Acide palmitique Acide palmitoléique Acide oléique Acide linoléique Acide linoléique	-

Contrairement aux autres organes de la plante, le bulbe de *Crocus sativus* L. contient des acides gras et des saponines en plus des terpénoides, des phytostérols, et de plusieurs acides phénoliques.

### d. Composition des feuilles

Le tableau n°6 regroupe la composition micromoléculaire des feuilles de la plante *Crocus sativus* L., ayant des propriétés biologiques.

**Tableau VI:** Composition des feuilles de *Crocus sativus* L. (Mykhailenko *et al.*, 2019 ; Somayeh T., 2019).

Classes	Composés	Quantité
Flavonoïdes	Kaempférol	50%
	Vitexine	
	Orientine	
	Naringinine	
	Quercétine	
	Apigénine	
	Acacétine	
	Lutéoline	
	Tricine	
Acides phénoliques	Acide gallique	81%
	Acide cinnamique	
	Acide coumarique	
	Acide caféique	
	Acide ferulique	
	Acide salicylique	

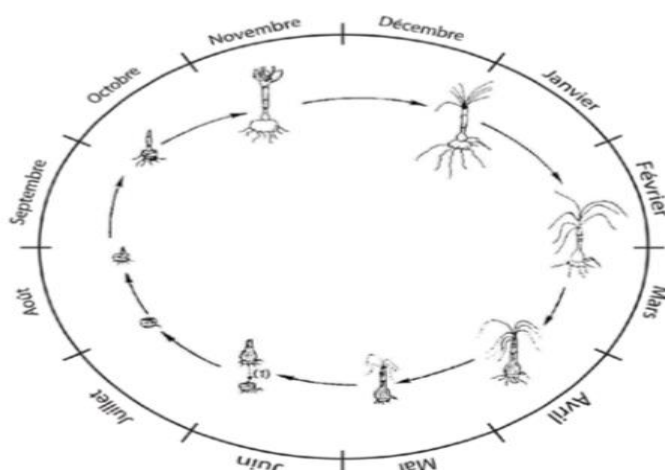
Les feuilles de *Crocus sativus* L. sont riches en divers acides phénoliques et flavonoïdes. Concernant les autres types de biomolécules, la littérature ne rapporte que très peu de travaux sur la composition des feuilles du safran.

## I.5. Aspect agronomique

### I.5.1. Culture du safran

La culture du *Crocus sativus* L. se fait dans des safranières à contre saison, c'est-à-dire que la végétation a lieu en hiver et il entre en dormance au printemps, son feuillage disparaît complètement quand éclatent les bourgeons de la plupart des plantes (Teusher, 2005).

Le cycle de la culture du safran, présenté ci-après (Figure 04), est caractérisé par deux stades au cours de l'année : la phase d'activité ou de végétation et la phase de dormance. La période d'activité s'étend du mois d'août ou septembre jusqu'au mois d'avril-mai. Au début, la plante reprend son activité métabolique, les racines, le bourgeon, les fleurs, le feuillage commencent à pousser et on assiste à la nouvelle phase de bourgeonnement. Pendant la période de dormance, les bulbes restent inchangés après avoir atteint leur maturité. Entre ces deux périodes se situe une période de transition, pendant laquelle le bulbe continue à produire des mitoses et à se différencier, même si cette tendance s'estompe au fur et à mesure que s'accomplit le cycle. Les cycles de production durent de trois à sept ans (Douglas and Perry, 2003).



**Figure 04 :** cycle annuel du *Crocus sativus* L. (Livre blanc, 2007)

Afin d'avoir du safran avec une floraison optimale et surtout de bonne qualité, il est nécessaire de prendre en compte certaines conditions qui s'avèrent indispensables citées dans des fiches techniques de culture du safran (Garcia, 2008 ; Les plantes à haute valeur ajoutée (Le safran. *Crocus sativus* L.) CRSTRA, 2012) et par des chercheurs (Palomares, 2015 ; Mollafilabi, 2004) :

- Le *Crocus* aime les étés secs et chauds et les automnes doux et frais. La température optimale pour la mise en fleur se situe entre 10 et 17°C. L'hiver doit être tonifiant sans être trop rigoureux car les bulbes peuvent mourir si la température est inférieure à -15 °C.
- Les besoins en pluie se situent à la fin de l'été ou au début de l'automne pour déclencher la floraison, et lors du mois de mars pour le grossissement des bulbes qui donneront les fleurs de l'automne suivant. Tout au long de sa croissance, le *Crocus* doit tout de même bénéficier d'une irrigation régulière (600 à 700 mm/an).
- Idéalement, le safran doit être exposé en plein soleil, au sud ou au sud-est afin de se trouver directement face à la lumière du soleil tout en étant éloigné des arbres. De plus, au moment de la saison hivernale, l'ensoleillement contribue au développement des cormus fils grâce à la photosynthèse réalisée par les feuilles.
- Les conditions édaphiques sont primordiales puisque c'est dans le sol que la racine puise ses éléments nutritifs. La texture du sol doit être moyenne, ayant une bonne structure, perméable, bien drainée, riche en matière organique (1.5 à 2%) mais pauvre en matières minérales, le taux d'humidité doit varier entre 1 et 6% et le pH doit quant à lui être neutre, compris entre 6,5 et 7. L'idéal est de planter le *Crocus* sur un terrain non cultivé depuis des années, à prédominance calcaire ou argilo-calcaire.

- Il faut prévoir un amendement organique de fond (fertilisation) en azote, phosphore et potasse au minimum 3 mois avant la plantation. Les engrais minéraux sont apportés 20 à 30 jours avant la plantation et régulièrement chaque année avant la floraison.
- Enfin, le safran est une culture d'altitude variant entre 650 et 1200 m.

### a. Plantation

Concernant la plantation du safran, la méthode utilisée par un grand nombre de cultivateurs en Algérie est celle donnée par l'Association Nationale des Producteurs.

Une sélection des bulbes est faite dans le but d'assurer la floraison : une circonférence du bulbe supérieure à 07 cm assure l'obtention de fleurs dès la première année de plantation. Les bulbes doivent être plantés à une profondeur entre 15 à 20 cm. Une fois déposés à même le sol, les bulbes sont écartés entre eux de 5 à 10 cm et les rangées ou sillons sont distants de 20 à 25 cm. La densité de plantation en fonction du calibre des bulbes varie entre 50 à 70 bulbes par mètre carré (m<sup>2</sup>).

Une profondeur de plantation de 20 cm est conseillée afin de protéger les bulbes de la chaleur estivale comme de la froideur hivernale. De plus, chaque année le bulbe remonte de terre d'environ 2 cm puisqu'il se multiplie supérieurement pour donner de nouveaux bulbes (**Marjorie, 2005**).

Les plantes illustrées dans la figure 04, ont été obtenue en 2019 suivant la méthode décrite ci-dessus.

### b. Floraison

*Crocus sativus* L., ayant une végétation inversée, fleurit en automne. La floraison s'étale sur quatre à six semaines entre octobre et décembre selon les années et les régions. Cependant, c'est sur une période de trois semaines que plus de la moitié des fleurs apparaissent et il n'est pas rare d'observer de grands pics de floraison (**Palomares, 2015**).

La floraison s'amplifie d'année en année grâce à la multiplication des bulbes. En effet, lors d'une première mise en terre, il est possible de n'avoir aucune fleur (le bulbe accumule des réserves) ou d'en voir sortir une à trois par bulbe, les années suivantes, on apercevra entre trois et dix fleurs selon le calibre et la pluviométrie. La durée de vie de cette fleur pourpre-violacée est très éphémère, elle s'épanouit en vingt-quatre à quarante-huit heures avant de faner (**Lazérat, 2009**).



### I.5.2. Récolte du safran

La planification de la récolte des fleurs est très importante, car la période de floraison est éphémère et la fleur perd ses qualités si elle reste longtemps *in planta*.

Avant d'entamer les différentes étapes de la récolte, il est bon de savoir ces quelques chiffres importants, il faut environ 130 à 200 fleurs pour arriver à 5 g de stigmates frais qui, une fois séchés, donneront 1 g de safran. On estime que la récolte de 1 000 fleurs par personne de *Crocus* se fait approximativement durant une heure et que l'étape de l'émondage peut durer deux à trois heures (Casamayou, 2011).

#### a. Cueillette

Sur les six semaines de floraison (en général de fin septembre à mi-décembre), on peut apercevoir deux grands pics de floraison. Traditionnellement, la cueillette des fleurs est faite manuellement et quotidiennement dès le petit matin, puisqu'une fois les fleurs épanouies, elles sont rapidement sensibles à l'action de la lumière et de l'air, ce qui peut donner une décoloration des stigmates et une diminution de leur parfum. On coupe la fleur à la base de sa corolle et on la dépose dans des petites corbeilles, en faisant attention à ce que les fleurs ne soient pas écrasées par leur poids. La récolte est une tâche pénible, en raison des conditions météorologiques défavorables et de la position peu confortable que doivent adopter les cueilleurs. Le rendement de la récolte est variable et il dépend de plusieurs facteurs, tels que la composante humaine, les conditions de culture, ou les conditions météorologiques (Douglas and Perry, 2003 ; Favre, 2008).

#### b. Emondage

Il s'agit d'une opération traditionnelle, qui consiste à séparer le stigmate des autres organes de la fleur de *Crocus*. L'objectif est de couper le style ni trop haut ni trop bas afin de garantir une qualité optimale. Bien que l'émondage se fait encore manuellement, certains gros producteurs utilisent des machines semi-automatiques qui séparent les stigmates du reste de la fleur à travers l'action de l'air produit par un ventilateur. Toutefois, ils pratiquent également l'émondage à la main, ce qui permet d'obtenir un safran de meilleure qualité. Cette étape s'effectue en coupant le style juste à la base des trois stigmates, en faisant attention à ne pas les séparer, et en éliminant ensuite la partie blanche du style (Douglas and Perry, 2003). Ceci est réalisé le jour même, juste après la récolte, et les précautions prises lors de la récupération des stigmates conditionnent la qualité du produit (Negbi, 1999).

### c. Séchage

Le séchage demeure la partie la plus délicate et la plus critique. En effet, c'est cette étape qui conditionne la qualité du safran et sa conservation ultérieure garantissant la préservation de sa couleur, sa saveur mais également son pouvoir aromatique ainsi que ses propriétés médicinales.

La manière de sécher les stigmates s'avère différente selon les pays et les régions : poêle à bois, séchoir à pollen, air libre, abrité ou non du soleil, four électrique, dessiccateur, séchoir électrique, étuve ventilée etc. D'où les différentes variations de qualité que l'on peut observer d'un safran à l'autre.

Le séchage prend fin lorsqu'au toucher on jugera le safran comme léger, cassant avec des filaments parfaitement raides. Les stigmates ne mesurent plus que 2 cm en moyenne et au poids, le safran sec perd 4/5 du poids frais de départ (Ursat, 1913). Le taux d'humidité restant doit être au maximum de 12 % selon la norme internationale ISO 3632-1 de 2011.

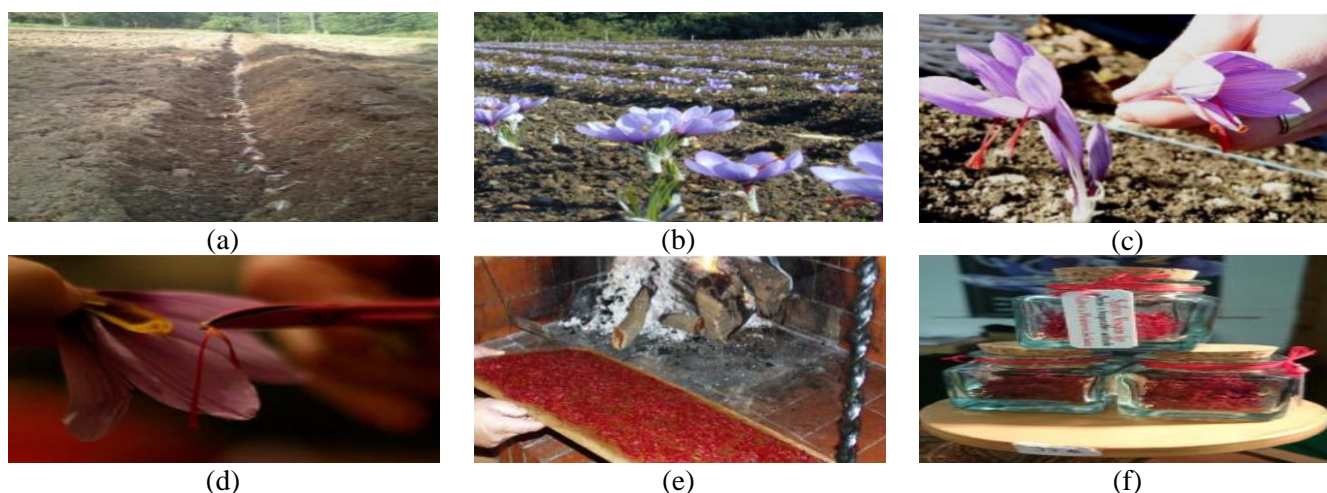
### d. Conservation et conditionnement

Le safran étant très hygroscopique, doit être conservé après séchage dans un endroit sec pour éviter l'humidité qui lui fait perdre son arôme et le noircit (Ursat, 1913).

L'idéal est de mettre les stigmates dans des pots en verre fermés par des bouchons de liège et les mettre à l'ombre.

Le safran peut se consommer un mois après le séchage, sachant que la maturité optimale, aromatique s'acquiert en dix à douze mois. Le safran gardera ses qualités gustatives durant deux à trois ans pour laisser ensuite place à l'amertume.

Les étapes d'obtention et de conditionnement du safran sont indiquées dans la figure 05.



**Figure 05** : Différentes étapes de la culture, récolte et de la commercialisation du safran : plantation (a), floraison (b), cueillette (c), émondage (d), séchage (e), conditionnement (f). (Photos tirées de : (a), (f) Palomares, 2015 ; (b), (e) Livre Blanc, 2007 ; (c), (d) Benmostafa et Guellil, 2017).

# **Chapitre II**

**Techniques d'extraction et d'analyse des  
molécules d'intérêts du safran**

## **II. Techniques d'extraction et d'analyses des molécules d'intérêts du safran**

Sur la base du potentiel bioactif du safran précédemment illustré dans le chapitre I, de nombreux travaux ont été menés pour optimiser l'analyse des molécules responsables des différentes propriétés fonctionnelles (thérapeutiques, alimentaires et cosmétiques). Ce second chapitre recueille les techniques d'extraction et de purification conventionnelles et nouvelles ainsi que les techniques de caractérisation.

### **II.1. Principaux composants bioactif du safran**

Diverses études analytiques ont été conduites pour caractériser un grand nombre de composés biologiquement actifs trouvés dans le safran :

#### **II.1.1 Les crocines**

Les crocines ( $C_{44}H_{64}O_{24}$ ), famille de C20-caroténoïdes estérifiées, rouges et solubles dans l'eau, sont les métabolites biologiquement actifs du safran. Elles constituent approximativement 6 à 16 % du total des matières sèches du safran selon la variété, les conditions de culture et de croissance (**Palomares, 2015**).

#### **II.1.2. Les picrocrocines**

Les picrocrocines ( $C_{16}H_{26}O_7$ ) sont les seconds composés les plus importants en masse, représentant 1 à 13 % des matières sèches du safran. Il s'agit en fait d'un monoterpène glycosylé, issu de la dégradation du caroténoïde zéaxanthine et précurseur d'un autre composé chimique important : le safranal. Le goût présent dans l'épice est tiré principalement de cet hétéroside amer (**Melnyk *et al.*, 2010**).

#### **II.1.3. Le safranal**

C'est le composé majoritaire de la fraction volatile du safran se présentant sous forme d'huile essentielle, en effet, il représente 82 % des composants volatils. Il est produit au cours de la déshydratation suite à l'hydrolyse de la picrocrocine consistant à une libération du safranal (**Hu, 2008**).

### **II.2. Techniques d'extraction et de purification des molécules bioactives du safran**

Les techniques décrites dans ce chapitre sont basées sur le principe de l'extraction liquide-solide.

### **II.2.1. Techniques conventionnelles**

#### **a. 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 (**Goleroudbary and Ghoreishi, 2016**).

#### **b. 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**).

#### **c. Hydrodistillation**

Cette technique est utilisée pour extraire le safranal et récupérer les huiles essentielles.

L'hydrodistillation (HD) 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**).

### **II.2.2. Inconvénients des méthodes conventionnelles**

L'extraction au soxhlet, par macération et l'HD sont simples et économiques pourtant elles présentent des inconvénients :

- Un long temps de traitement
- Faible efficacité
- Non écologiques car elles consomment une grande quantité de solvant
- Les bioactifs acquis par les solvants peuvent contenir des traces de résidus et de contaminants les rendant dangereux pour les applications pharmaceutiques
- Ne convient pas aux produits thermosensibles (**Sarfarazi et al., 2015**).

### **II.2.3. Nouvelles techniques**

#### **a. Extraction assistée par micro-ondes**

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**).

#### **b. Extraction assistée par ultrasons**

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, 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**).

#### **c. 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 (CO<sub>2</sub>). Le taux élevé de l'affinité du (CO<sub>2</sub>) supercritique avec les composants non polaires permet la récupération considérable de safranal par rapport aux crocines.

Le temps d'extraction, la vitesse volumique du (CO<sub>2</sub>), 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**).

#### **d. 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).

### II.2.4. Avantages et inconvénients des nouvelles techniques

Les avantages et les inconvénients des nouvelles techniques d'extraction utilisée pour les molécules bioactives du safran sont énumérés dans le tableau 07.

**Tableau VII :** Avantages et inconvénients des nouvelles techniques d'extraction.

Nouvelles techniques	Avantages	Inconvénients	Références
<b>MAE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sélectivité et fourniture d'extrait de haute qualité</li> <li>• Temps d'extraction court</li> <li>• Rendement élevé</li> <li>• Rentabilité par rapport à l'extraction traditionnelle</li> <li>• Technique simplement exploitable et économiquement réalisable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non respectueux de l'environnement en raison de l'utilisation de solvant organique</li> <li>• Faible rendement d'extraction pour les molécules non polaires</li> <li>• Appareil et équipement couteux</li> <li>• Ne convient pas aux produits thermosensibles.</li> </ul>	(Sagar <i>et al.</i> , 2018)
<b>EAU</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilité d'utilisation</li> <li>• Méthode rapide et économique</li> <li>• Approprié pour les bioactifs thermosensibles</li> <li>• Facilité de couplage avec d'autres vois d'extraction</li> <li>• Moins d'interaction avec les bioactifs</li> <li>• Facilite la pénétration des solvants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Génération de radicaux libres a un niveau de sonication élevé</li> <li>• Procédure nécessitant un solvant</li> <li>• Difficulté de mise à l'échelle pour l'utilisation industrielle</li> </ul>	(Farhad, 2019)
<b>SFE-CO<sub>2</sub></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction des solvants organique et du temps d'extraction</li> <li>• Transfert de masse important</li> <li>• Respect de l'environnement et capacité a recyclé les fluides supercritiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les molécules polaires ne peuvent pas être dissoutes</li> <li>• Système couteux</li> <li>• Ne convient pas aux échantillons pharmaceutiques.</li> </ul>	(Nerome <i>et al.</i> , 2016)
<b>EAE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voie verte grâce à l'utilisation de l'eau au lieu des solvants chimiques</li> <li>• Taux d'extraction considérable et de qualité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prix élevé des enzymes</li> <li>• Sensibilité des enzymes</li> <li>• Difficulté de mise a l'échelle pour l'utilisation industrielle</li> </ul>	(Sagar <i>et al.</i> , 2018)

## II.3. Caractérisation des composés bioactifs du safran

### II.3.1. Spectrophotométrie UV-Vis

La détection et l'estimation de la teneur en crocines, picrocrocines et safranal dans un échantillon de safran ont été effectuées jusqu'à présent presque exclusivement à l'aide de la spectrophotométrie UV-Vis. Après la préparation d'un extrait aqueux de safran, un spectre est

enregistré dans la gamme 200-700 nm. Les valeurs d'absorbance aux longueurs d'ondes spécifiques de 440, 250 et 330 nm sont utilisées pour estimer le contenu de crocines, de picrocrocines et de safranal respectivement dans un échantillon de safran. En outre, la "coloration", la "saveur" et la force de "l'arôme" dépendent de la concentration et de l'intégrité des crocines, picrocrocines et de safranal respectivement (**Rajabi et al., 2019**).

### **II.3.2. Chromatographie liquide à haute performance**

La chromatographie liquide à haute performance (HPLC) est une technique qui permet la séparation rapide et l'identification des composés du safran (picrocrocines, *cis/trans*-crocines et safranal).

La séparation des apo-caroténoïdes du safran est effectuée sur des colonnes chromatographiques RP C18 avec une longueur comprise entre 100 et 250 mm, un diamètre interne de 2,1 à 4,9 mm et une taille de particules d'environ 410 µm. L'analyse est généralement effectuée à température ambiante, même si des températures plus élevées de 30°C ont été également rapporté. L'élution par gradient est presque exclusivement utilisée pour la séparation des apo-caroténoïdes du safran. La phase mobile comprend généralement de l'eau et des solvants organiques polaires tels que le méthanol ou l'acétonitrile (**Rocchi et al., 2018**).

### **II.3.3. Chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse**

La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG-SM) a été utilisée pour déterminer la teneur en safranal, et d'autres substances volatiles présentes dans le safran. Des colonnes chromatographiques capillaires sont utilisées avec des longueurs allant de 30 à 60 m, un diamètre interne de 0,22 à 0,32 mm et une taille de particules de 0,25 à 0,5 µm. En ce qui concerne le safranal, sa quantification est généralement effectuée à l'aide de courbes d'étalonnage appropriées d'étalons de haute pureté disponibles dans le commerce (**Liu et al., 2018**).



# **Chapitre III**

**Domaines d'applications du safran**

### III. Domaines d'applications du safran

#### III.1. Domaine alimentaire

Depuis l'antiquité à nos jours, la plus grande partie du safran produite est utilisée dans le domaine culinaire, pour la préparation du poisson, du riz et de différents plats traditionnels (Joukar *et al.*, 2010) de part sa composition : crocines, picrocrocines et le safranal, qui contribuent à la couleur, saveur et arôme respectivement (Palomares, 2015).

##### III.1.1. Pouvoir colorant

L'utilisation de colorants alimentaires est importante dans l'industrie alimentaire, car ils améliorent l'apparence des aliments et les rendent éventuellement plus sûrs et plus sains.

Le safran est depuis la plus haute antiquité un colorant alimentaire. Les stigmates du safran, même en faible quantité, produisent une couleur jaune translucide. Plus la quantité de safran est importante, plus la couleur tend vers le rouge. Le composé responsable de la couleur du safran est sa molécule bioactive, la crocine (*cis* et *trans*) (D'Archivio *et al.*, 2016).

##### III.1.2. Pouvoir antioxydant

Les antioxydants naturels pouvant être utilisés comme additifs alimentaires, sont largement plébiscités, non seulement pour leur propriété de piégeage radicalaire, mais aussi grâce à l'allégation de produits d'origines naturels.

En effet, les extraits éthanoliques et aqueux du safran ont une activité antioxydante avérée en *in vitro*. Les crocines, caroténoïdes majeurs du safran et le safranal, un aldéhyde monoterpénique, jouent un rôle important dans l'activité antioxydante, par leur intervention dans la diminution du niveau de la peroxydation des lipides (Assimopoulou et Sinakos, 2005).

##### III.1.3. Pouvoir aromatisant

Le safran est traditionnellement utilisé comme colorant et/ou aromatisant. Toutefois, au cours du processus de déshydratation, des modifications importantes en termes de couleur, de goût et d'arôme ont lieu dans le safran. Le safranal (2,6,6-triméthyl-1,3-cyclohexadiène-1-carboxaldéhyde) étant le principal composé volatil responsable de l'arôme caractéristique du safran (Urbani *et al.*, 2015), sa concentration dépend fortement des conditions de séchage et de stockage. Le safranal n'est cependant pas perceptible dans les stigmates récemment cueillis, il n'est libéré qu'après dégradation enzymatique et thermique pendant la phase de stockage (Condurso *et al.*, 2016).

### III.2. Domaine thérapeutique

Même si le safran est principalement utilisé dans l'industrie alimentaire comme épice, il possède diverses propriétés pharmacologiques.

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

#### III.2.1. 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**).

#### III.2.2. 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 réduisent le nombre de toux en intervalles de 10minutes (**Hosseinzadeh et Ghenaati, 2006**).

#### III.2.3. 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**).

#### III.2.4. Activité anti-inflammatoire

Le safran a longtemps fait partie des remèdes traditionnels pour son action en tant qu'anti-inflammatoire et analgésique, 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**).

Les extraits aqueux et alcooliques des stigmates et des pétales de safran possèdent une activité anti-nociceptive et anti-inflammatoire que ce soit pour des douleurs aiguës ou chroniques en réalisant des tests sur des souris (**Hosseinzadeh et Younese, 2002**).

### III.2.5. 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**).

### III.2.6. Activité antidiabétique

La crocétine, le principe actif du safran, possède une activité antidiabétique chez les rats nourris au fructose, car elle a atténué l'insensibilité à l'insuline induite par les acides gras libres et a dérégulé l'expression de l'ARNm de l'adiponectine, du TNF-alpha et de la leptine dans les adipocytes de rats de culture primaire, ce qui suggère la possibilité d'un traitement à la crocétine comme stratégie de prévention de l'insulinorésistance et des maladies connexes. Les produits finaux de glycation avancée sont connus pour provoquer la réaction d'oxydation qui aboutit généralement à l'apoptose des cellules endothéliales et donc entraînent des complications vasculaires diabétiques. La crocétine, en raison de sa bonne capacité antioxydante, son activité antagoniste du calcium et sa stabilisation peut être un bon remède pour le diabète vasculaire des complications (**Shen & Qian, 2006**).

### III.2.7. Activité antidépressive

Les pétales de *Crocus sativus* et les extraits hydro-alcooliques des stigmates ont démontré une activité antidépressive lors d'un essai de 6 semaines en double aveugle, randomisé et contrôlé par placebo, ainsi que lors d'études précliniques sur des animaux. Cette activité antidépressive était similaire à l'activité des médicaments standards imipramine et fluoxétine (**Fatehi, Rashidabady & Fatehi-Hassanabad, 2003**).

### III.2.8. Anti Alzheimer

Le principal constituant caroténoïde, le trans-crocine-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).

### III.2.9. Effets sur le flux sanguin oculaire et la fonction rétinienne

Les analogues de la crocine isolés de *Crocus sativus* ont été révélés pour augmenter le flux sanguin par vasodilatation à la rétine et à la choroïde, facilitant également la récupération de la fonction rétinienne, empêchant ainsi la rétinopathie ischémique et la dégénérescence maculaire liée à l'âge qui entraîne une cécité (Bhargava, 2011).

### III.2.10. Effet sur l'apprentissage et le comportement de la mémoire

Des études comportementales et électrophysiologiques ont démontré que l'extrait de safran affecte l'apprentissage et la mémoire dans les animaux. Un extrait aqueux de safran aurait amélioré les troubles du comportement d'apprentissage induits par l'éthanol chez les souris et l'inhibition de la potentialisation à long terme de l'hippocampe induite par l'éthanol, une forme de plasticité synaptique dépendante de l'activité qui peut sous-tendre l'apprentissage et la mémoire. Ces effets de l'extrait de safran étaient attribués à la crocine (ester de crocétine digentiobiose), mais pas à la crocétine.

L'extrait de safran ou ses composants actifs, la crocétine et la crocine, peuvent être utiles pour le traitement des maladies neurodégénératives et les troubles de la mémoire qui l'accompagnent. Il a également été démontré que la crocine prévient la mort des neurones provoquée par des stimuli apoptotiques en supprimant le TNF- $\alpha$  a induit la mort cellulaire (Sofiyan, 2006).

### III.2.11. Effets sur la tension artérielle

Les extraits aqueux et éthanoliques des pétales de *Crocus sativus* ont montré une diminution de la pression artérielle en fonction de la dose chez les rats anesthésiés, dans les canaux déférents isolés de rats, l'iléon de cobaye, etc. où les réponses ont été déclenchées par stimulation électrique. Cette diminution de la pression artérielle a été proposée comme moyen de médiation postsynaptique (Soeda *et al.*, 2001).

### III.2.12. Effet sur les Troubles respiratoires

L'effet relaxant du *Crocus sativus* sur les muscles lisses était évident, comme l'a montré l'expérience de la chaîne trachéale chez les cobayes. La relaxation produite avec l'extrait aqueux-éthanolique et le safranal par rapport à la solution saline comme témoin négatif, et à la théophylline, était comparable, voire supérieure à la relaxation produite avec la théophylline,

ce qui suggère son utilisation dans le traitement de divers troubles respiratoires comme l'asthme (Xiang *et al.*, 2006).

### III.2.13. Activité antidépressive

Les pétales de *Crocus sativus* et les extraits hydro-alcooliques des stigmates ont démontré une activité antidépressive lors d'un essai de 6 semaines en double aveugle, randomisé et contrôlé par placebo, ainsi que lors d'études précliniques sur des animaux. Cette activité antidépressive était similaire à l'activité des médicaments standards imipramine et fluoxétine (Fatehi, Rashidabady & Fatehi-Hassanabad, 2003).

### III.2.14. Effets sur l'utérus

En médecine traditionnelle, la plante est utilisée pour promouvoir et réguler les périodes menstruelles. Elle apaise également les douleurs de bois, qui accompagnent les menstruations. Le safran est également bénéfique dans le traitement d'autres affections concernant les femmes, telles que la leucorrhée et l'hystérie. Les pessaires de safran étaient utilisés dans les conditions douloureuses de l'utérus (Akhondzadeh *et al.*, 2007).

### III.2.15. Cardioprotection

La crocétine, principal principe actif du safran, a été trouvée diminuer le niveau du marqueur cardiaque - activité de la lactate déshydrogénase et augmentent également le potentiel de mitochondrie dans un myocyte cardiaque traitée à la noradrénaline, ce qui suggère son action cardioprotectrice (Premkumar, 2001).

### III.2.16. Prévention de l'inhibition de la potentialisation à long terme induite par l'acétaldéhyde chez le rat

L'extrait alcoolique de *Crocus sativus* a empêché l'inhibition de la potentialisation à long terme de l'hippocampe induite par l'éthanol et l'acétaldéhyde dans le gyrus denté de rats anesthésiés, ce qui suggère son utilisation pour prévenir les effets aversifs induits par l'éthanol, l'acétaldéhyde et son métabolite primaire (Ochiai *et al.*, 2004).

## III.3. Domaine cosmétique

Compte tenu de l'ensemble des actions pharmacologiques du safran, un intérêt renouvelé pour son explication sous différentes formes de cosmétiques est apparue.

Les extraits du safran sont utilisés dans la production des crèmes hydratantes, des lotions pour le corps, des shampoings, des produits de soins capillaires, des savons liquides ainsi que dans la production des huiles essentielles.

### III.3.1. 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).

### III.3.2. 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).

### III.3.3. Crème de bain

La crème de bain préparée à partir de safran est composée d'eau de fruit de citron, de tensioactif, de monooléate de glycérol, de safran sec, d'extrait de plante, d'huile de fleur d'oranger, d'acide lactique, de glycérol, d'alcool benzylique et d'eau déionisée. La crème de bain au safran a des effets bénéfiques sur l'organisme, notamment en rafraîchissant et en blanchissant la peau, en accélérant la circulation sanguine circulation, et résister aux effets du vieillissement (Cheng *et al.*, 2015).

### III.3.4. Crème pour le visage

La crème pour le visage est un produit à base de safran qui embellit la peau et la rend saine. Le safran contenu dans la crème pour le visage a un effet important sur la santé de la peau. rôle dans l'alimentation du sang et la réduction de l'hyperpigmentation. Après une utilisation continue de cette crème deux fois par jour, dans les deux le matin et le soir, la peau obtient un aspect jeune (Yaocheng, 2006).

### III.3.5. Crème pour les mains

La crème à base de plantes pour les mains est capable de protéger la peau des mains contre un dessèchement excessif. Les crèmes traditionnelles sont moins efficaces que les crèmes à base de plantes en raison de leur teneur en matières grasses et de leur manque d'ingrédients nourrissants. Actuellement, cette crème pour les mains résout ces problèmes et l'extrait de safran contenu dans cette crème possède des propriétés analgésiques et anti-inflammatoires. Le safran contenu dans la crème pour les mains prévient également le rougissement de la peau et lui donne de l'éclat (**Baoquan, 2016**).

### III.3.6. Crème pour blanchir les taches de rousseur

Cette crème blanchissante composée principalement du safran est efficace pour l'élimination de la mélanine et le rétrécissement des pores de la peau. De plus, son utilisation permet de résister au vieillissement, de stimuler métabolisme, activer la circulation sanguine, éliminer la stase et détoxifier la peau du mercure, du plomb et des toxines. La crème blanchissante pour les taches de rousseur peut également réparer les taches noires, les cyasmes, les chloasmes, les taches de rousseur rebondissantes, les coups de soleil, la peau noire, la peau jaune, et la peau rugueuse (**Li, 2009**).

### III.3.7. Crème blanchissante à l'aloès

Le safran, avec sa forte activité physiologique, est l'un des principaux ingrédients de cette crème blanchissante. Il joue un rôle important dans l'augmentation de la circulation sanguine et le refroidissement de la détoxification du sang. La crème blanchissante à l'aloès contient du safran qui éclaircit la peau et possède de légers bienfaits hydratants (**Zhenbiao, 2015**).

### III.3.8. Crème réparatrice

Cette crème réparatrice contient du safran, de la gelée de collagène, du ginseng rouge, du céleri, des vitamines C et E, etc. Les principaux avantages de cette invention sont qu'elle améliore les rides et ridules de la peau autour des yeux, réduit les poches, les cernes et les poches sous les yeux, et répare la peau endommagée (**Yang, 2016**).

### III.3.9. Masque pour le traitement de l'acné commune

Ce masque contre l'acné est composé de 80% d'extrait de safran et de 6% d'huile essentielle de safran. Il est utilisé pour traiter efficacement l'acné commune et les plaies telles que l'acné vulgaire. La présence de safran dans le masque active la circulation sanguine et provoque une réduction des gonflements ainsi que l'évacuation du pus (**Chen et al., 2015**).



**III.3.10. Savon pour l'acné provoquée par l'huile**

Ce savon à base de plantes anti-acnéiques est composé de plantes naturelles pures telles que le ginseng, le safran et l'angélique. L'utilisation à long terme de ce savon peut améliorer les rides du visage, les ridules, la circulation capillaire, le métabolisme et nourrir la peau endommagée. En outre, le savon élimine les tennissures, jaunissement et la couperose, en plus de ses bienfaits sur l'acné (**Zhen, 2015**).

### Conclusion

Le travail effectué a dévoilé la difficulté de la culture du *Crocus sativus* L. communément appelé safran, qui fait de lui une épice onéreuse. Cette plante a fait l'objet d'un grand nombre d'étude en vue d'optimiser l'analyse de ses molécules bioactives.

Nous avons abordé les méthodes d'extraction et d'analyse, des substances bioactives du safran les plus récentes, et les plus pratiques, telle que l'extraction assistée par micro-ondes et par ultrasons, car elles permettent le maintien de l'intégrité des molécules bioactives, en un temps minime et a moindre coût.

Suite à ça, nous avons illustré les bienfaits du safran dans les domaines alimentaire et thérapeutiques grâce aux molécules bioactives spécifiques qui le compose à savoir, les crocines, les microcrocines et le safranal. Nous avons ainsi pu faire l'inventaire des bienfaits du safran, telles que relatées dans la littérature au vu des nombreuses études réalisées ces dernières décennies. Il en est ressorti des propriétés anticancéreuse, antitussive, anti-convulsivante, anti-inflammatoire et lute contre le stress oxydatif.

Aujourd'hui, le safran fait son entrée avantageuse dans le domaine cosmétique par son introduction dans plusieurs produits, en vu de protéger la peau contre le vieillissement et les rayons du soleil.

En termes de perspectives et dans le but de compléter ce travail, il serait intéressant :

- De réaliser une étude comparative entre les safrans produits dans différentes régions à Bejaïa ;
- De récupérer les feuilles produites au cours de la culture à Bejaïa et réaliser leur analyse en faisant l'extraction des composés bioactifs, leurs caractérisations ainsi que la quantification de ces derniers dont le but serait d'utiliser cette partie de la plante dans différents domaines ;
- D'effectuer une étude approfondie sur l'utilisation du safran en cosmétique et ceci en réalisant un essai de fabrication de crème hydratante à base de safran au niveau de l'université de Bejaïa.

## **Conclusion**

---

- Réaliser une étude sur les bulbes et les pétales de *Crocus sativus* L. dans le but d'en faire des alternatives vu qu'ils renferment également les substances actives spécifiques du safran, permettant ainsi leur utilisation dans le domaine thérapeutique.

# **Références bibliographiques**

### Références bibliographiques

Abdallah Berrabah W., & Allal H. (2017). Contribution d'étude phytochimique du safran naturel. Mémoire Master en chimie des polymères. Centre Universitaire Belhadj Bouchaib, Ain Temouchent, Institut des Sciences, 43 p.

Abdullaev FI., Riverón-Negrete L., Caballero-Ortega H., Manuel Hernández J., Pérez-López I., Pereda-Miranda R., & 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): 731-6.

Akhondzadeh B.A, Moshiri E, Noorbala AA, Jamshidi AH, Abbasi SH, Akhondzadeh S. (2006). "Comparison of petal of *Crocus sativus* L. *Bhargava et al. Int J Pharm Pharm Sci, Vol 3, Suppl 3, 2011, 2226* 26 and fluoxetine in the treatment of depressed outpatients: a pilot double-blind randomized trial." *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. 2007; 31(2): 439-42.

Algrech C. (2001). Le safran du Quercy. *Revue Quercy recherche*, 1-4 ; 9-16; 18-26 ; 20-27; 97-98.

Arvy M., & Gallouin F. (2003). *Epices, aromates et condiments*. Edition Belin. France, 216-219 p.

Assimopoulou A., & Sinakos Z. (2005). L'activité de Papageorgiou VP Radical de *Crocus sativus* L. extraits et ces constitutants bioactifs. *Phytotherapy Research*. 19 (11) : 997-1000.

Aucante P. (2000). *Le safran - chroniques du potager*. Edition Actes sud, France, 101 p.

Baoquan L. (2016). Hand Cream. China Patent Application CN106137907A.

Belgacem F. (2018). Cultiver le safran en Haute Kabylie est désormais possible. *Quotidien national d'information liberté*, 16 p.

Benmostafa I., & Guellil Z. (2017). Dosage des polyphénols de la fleur de *Crocus sativus* L. Mémoire en Master en alimentation et nutrition. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers, 62 p.

## Références bibliographiques

---

- Bhargava V. (2011). Medicinal uses and pharmacological properties of *Crocus sativus* Linn (Saffron). *Int J Pharmacy Pharmaceutical Science*, 3(3), 22-26.
- Boutet G. (1991). Ils étaient de leur village, Edition Jean-Cyrille Godefroy, Paris, France. 169-171 p.
- Cardon D. (2003). Le monde des teintures naturelles. Edition Belin, France. 234-239 p.
- Casamayou A. (2011). Le safran, l'or rouge des épices. Edition Anagramme, Paris, France. 79 p.
- Chen Y., Dong Q., Huaying F. (2015). Mask for Treating Common Acne. China Patent Application CN104398426A.
- Cheng J., Jingjia S., Yuan W., Xiaodong H. (2015). One Kind of Saffron Shower Gel and Preparation Method. China Patent Application CN103263373A
- Chevalier A. (1926). La culture du Safran (Suite et fin). *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, 6<sup>e</sup> année, bulletin n°60 .490- 501 p.
- Condurso C., Cincotta F., Tripodi G., & Verzera A. (2016). Bioactive volatiles in Silician (south of Italy) saffron: Safranal and it related compounds. *Journal of Essential Oil Research*, 29(3): 221-227 p.
- Crozet A., Durfort S., & Sus-Rousset H. (2012). *Crocus sativus* L. (Iridaceae), le safran. *Phytothérapie*, 10 (2), 121-125 p.
- D'Archivio A., Giannitto A., Maggi M., & Ruggieri F. (2016). Geographical classification of Italian saffron based on chelical constituents determined by high performance liquid-chromatography and by using linear discriminate analysis. *Food Chemistry*, 212: 110- 6.
- Delaveau P. (2006). Expliquez-moi les épices ; aromates ou médicaments ? Editions Pharmathèmes, ville, Pays. 140-153 p.
- 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.
- Dupont G. (2007). *Abrégé de botanique systématique moléculaire*. 14<sup>ème</sup> édition. Edition Masson, France. 108 p.

## Références bibliographiques

---

- Dupont J. (2001). Dimensions culturelles et culturales du safran en France. *Empan*, 41: 34-38.
- El Asbahani A., Miladi K., Badri W., Sala M., Addi E. A., Casabianca H., & Elaissari A. (2015). Essential oils: From extraction to encapsulation. *International Journal of Pharmaceutics*, 483(1–2): 220–243.
- Fagot D., Pham D.M., Laboureau J., planel E., Guerin L., & Nègre C. (2018). Crocin, a natural molecule with potentially beneficial effects against skin ageing. *International Journal of Cosmetic Science*, 40: 388-400.
- Farhad., Somaye., Nooshin., & Seid M. J. (2019). Different techniques for extraction and micro/nanoencapsulation of safran bioactive ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 89 : 26-44.
- Fatehi M, Rashidabady T, Fatehi-Hassanabad Z. (2003) “Effects of *Crocus sativus* petals' extract on rat blood pressure and on responses induced by electrical field stimulation in the rat isolated vas deferens and guinea-pig ileum”. *J Ethnopharmacol.* 84(2-3): 199-203.
- Favre E. (2008). *Le safran - l'anti kilo l'anti déprime*. Edition Terre d'hommes. ville, Pays,177 p.
- Ferrence S.C., & Bendersky G. (2004). Therapy with Saffron and the Goddess at Thera. *Perspectives in Biology and Medicine*, 47 : 199-226.
- Funel M-T. Arrêté du 24 août 1990 portant mise en application des additions et modifications à la dixième édition de la Pharmacopée française. Legifrance.
- Gadiri N. (2011). Introduction de la culture du safran (*Crocus Sativus* L.) dans les petites exploitations rurales de M'sara (Khenchela). Atelier sur la recherche - développement rural : Cas du bassin versant de Isser - Sekak (Tlemcen) et des Monts des Aures (M'sara), INRF, Bainem, Alger, 21 Décembre 2011. Communication.
- Garavand F., Madadlou A., & 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): 19–29.

## Références bibliographiques

---

Garcia J. (2008). Synthèse régionale « Alternatives Agricoles à l'arrachage de la vigne » 2 Partie 2 : Fiche Safran. Fiche technique : filière plantes aromatiques & a parfums. Chambre Régionale d'Agriculture du Languedoc-Roussillon.

Goleroubary M. G., & 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: 136–144.

Hassan-Beugy S.R., Ghanbarian D., Kianmehr M.H., & Farahmand M. (2009). Some physical properties of saffron *Crocus corm*. *Cercetari Agronomice in Moldova XLIII 1 (141)*: 17-29.

Hosseinzadah H., & Younese H. (2002). Petal and stigma extracts of *Crocus sativus* L. have antinoceptive and anti-inflammatory effects in mice. *BMC Pharmacology and Toxicology*, 2 : 7.

Hosseinzadeh H., & 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 : 446-448.

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

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), pp 666-667.

Jadouali S. M., Atifi H., Bouzoubaa Z., Majourhat K., Gharby S., Achemchem F., & Mamouni, R. (2018). Chemical characterization, antioxidant and antibacterial activity of Moroccan *Crocus sativus* L petals and leaves. *Journal of Materials and Environmental Science*, 9 (1): 113-118.

Jadouali S. M., Atifi H., Mamouni R., Majourhat K., Bouzoubaâ Z., Laknifli A., & Faouzi, A. . (2019). Chemical characterisation and antioxidant compounds of flower parts of Moroccan *Crocus sativus* L. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18: 476-480.



## Références bibliographiques

---

- Joukar S., Najafipour H., Khaksari M., Sepehri G., Shahrokhi N., Dabiri S., Gholamhoseinian S., & Hasanzadeh S. (2010). The effect of saffron consumption on biochemical and histopathological heart indices of rats with myocardial Infarction. *Cardiovasc toxicol* 10:66–71.
- 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.
- Lazérat V. (2009). *Secrets de safranière*. Edition Lucien Souny, Saint-Paul, pays. 125 p.
- Le comité technique ISO/TC 34. Norme ISO 3632-1. (2011). Épices – Safran (*Crocus sativus* L.) – Partie 1 : spécifications.
- Les plantes à haute valeur ajoutées (Le safran. *Crocus sativus* L.) CRSTRA. Janvier 2012. Atlas des semences locales ou acclimatées dans les Oasis de l’oued Righ. Centre de recherches scientifique et technique sur les régions arides Omar El Bernaoui station milieu biophysique Nezla, Touggourt.
- Li L. (2009). Traditional Chinese Medicine Freckle Whitening Makeup. China Patent Application CN101606899A.
- Liu J., Chen N., Yang J., Yang B., Ouyang Z., & Wu C. (2018). An integrated approach combining HPLC, GC/MS, NIRS, and chemometrics for the geographical discrimination and commercial categorization of saffron. *Food Chemistry*, 253: 284–292.
- Livre Blanc. (2007) : *Le safran en Europe*, Edition ALEXANDROS\_SRL, 10 rue Kaplanon, Athènes.
- Lotfi L., Kalbasi-Ashtari A., Hamedi M., & 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), 210–218.
- Loukil D. (2018). Vers un label algérien pour l’or rouge. *Quotidien national d’information liberté*. N° 7893, 10/07/2018. 1111- 4290.
- Marjorie B. (2005). Application du concept de raffinage végétal au safran du Quercy (*Crocus sativus*) pour la valorisation intégrée des potentiels aromatiques et colorants. Thèse de

## Références bibliographiques

---

doctorat. Ecole doctorale : Sciences des Procédés. Institut national polytechnique de Toulouse. 1-50 p.

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

Mollafilabi A. (2003). Experimental findings of production and echo physiological aspects of saffron (*Crocus sativus* L.). In I International Symposium on Saffron Biology and Biotechnology 650 : 195-200.

Muzaffar S., Khan K. Z., Riaz M., Mir J. A., & 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): 111–115.

Mykhailenko O., Volodymyr K., Olga G., Liudas I., & Victoriya G. (2019). Biologically active compounds and pharmacological activities of species of the genus *Crocus* : *Phytochemistry review*, 162: 56-89.

Nacer B. (2018). Culture du safran Oum à El-Bouaghi. *Quotidien national d'information liberté*. N° 7925. du 16/08/2018. ISSN 1111- 4290.

Negbi, M. (1999). Saffron cultivation: past, present and future prospects. *Saffron Crocus sativus* L., 1-17.

Nerome H., Ito M., Machmudah S., Kanda H., & Goto M. (2016). Extraction of phytochemicals from saffron by supercritical carbon dioxide with water and methanol as entrainer. *The Journal of Supercritical Fluids*, 107, 377–383.

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

Ochiai T, Ohno S, Soeda S, Tanaka H, Shoyama Y, Shimeno H. (2004). “Crocic acid prevents the death of rat pheochromocytoma (PC-12) cells by its antioxidant effects stronger than those of alpha-tocopherol”. *Neurosci Lett*. 362(1): 61-4.

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

## Références bibliographiques

---

- Premkumar K, Abraham SK, Santhiya ST, Gopinath PM, Ramesh A. (2001). "Inhibition of genotoxicity by saffron (*Crocus sativus* L.) in reply to cyclophosphamide mice". *Drug Chem Toxicol.* 24(4): 421-8.
- Puri M., Sharma D., & Barrow, C. J. (2012). Enzyme-assisted extraction of bioactives from plants. *Trends in Biotechnology*, 30(1): 37–44.
- Rahimi M. (2015). Chemical and medicinal properties of saffron. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 4: 69-81.
- Rajabi H., Jafari S.M., Rajabzadeh G., Sarfarazi M., & Sedaghati, S. (2019). Chitosan-gum Arabic complex nanocarriers for encapsulation of saffron bioactive components. *Colloid Surface A* 578: 123644.
- Rocchi R., Mascini M., Sergi M., Compagnone D., Mastrocola D., & Pittia P. (2018). Crocins pattern in saffron detected by UHPLC-MS/MS as marker of quality, process and traceability. *Food Chemistry*, 264: 241249.
- Sagar N. A., Pareek S., Sharma S., Yahia E M., & Lobo M. G. (2018). Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(3), 512–531.
- Santha Ram R., & Eliot E. (1969). *The Cooking of India*, Time Life Education, ISBN 0-8094-0069-3. *Crocus sativus* L.– Paris. Partie 1 : spécifications. 53 p.
- Sarfarazi M., Jafari S. M., & Rajabzadeh G. (2015). Extraction optimization of saffron nutraceuticals through response surface methodology. *Food Analytical Methods*, 8(9): 2273-2285.
- Serrano-Díaz J., Sánchez AM., Maggi L., Martínez-Tomé M., García-Diz L., Murcia MA & Alonso GL. (2012). Increasing the applications of *Crocus sativus* flowers as natural antioxidants. *Journal of Food Sciences*, 77(11):C1162-8.
- Shen XC, Qian ZY. (2006) "Effects of crocetin on antioxidant enzymatic activities in cardiac hypertrophy induced by norepinephrine in rats". *Pharmazie*. 61(4): 348-52.
- Soeda S, Ochiai T, Paopong L, Tanaka H, Shoyama Y, Shimeno H. (2001). "Crocins suppresses tumor necrosis factor-alpha-induced cell death of neuronally differentiated PC-12 cells". *Life Sci.* 69(24): 2887-98.

## Références bibliographiques

---

- Sofiyan S. (2006). "Effect of Saffron (*Crocus sativus*) on Neurobehavioral and Neurochemical Changes in Cerebral Ischemia in Rats". *Journal of Medicinal Food*. (2): 246-253
- Tajik S., Zarinkamar F., Soltani B. M., & Nazari M. (2019). Induction of phenolic and flavonoid compounds in leaves of saffron (*Crocus sativus* L.) by salicylic acid. *Scientia Horticulturae*, 257 : 108751.
- Teusher E., Anton R., & Lobstein A. (2005) *Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles*. Edition Tec et Doc. 429-435 p.
- Urbani E., Blasi F., Chiesi C., Maurizi A., & Cossignani L. (2015). Characterization of volatile fraction of saffron from central Italy (Cascia, Umbria). *International Journal of Food Properties*, 18: 2223-30.
- Ursat J. (1913). *Le safran du Gatinais*. Pithiviers. 45 p.
- Willard P. (2001). *Secrets of saffron: the vagabond life of the world's most seductive spice*. Beacon press, Editor, Hiram Poetry Review. 01-201 p.
- Winterhalter P., & Straubinger M. (2000). Saffron-renewed interest in an ancient spice. *Food Reviews International*, 16(1): 3959.
- Xiang M, Yang M, Zhou C, Liu J, Li W, Qian Z. (2006). "Crocetin prevents AGEs-induced vascular endothelial cell apoptosis". *Pharmacological Research*. 54(4): 268-274.
- Yang L. (2016). *Fu Yang Repair Cream*. China Patent Application CN104188880A.
- Yaocheng Y. (2006). *Face Cream for Retaining Youthful Looks*. China Patent Application CN1561955A
- Zhen Y. (2015). *Herbal Essential Oil Acne-Removing Soap*. China Patent Application CN104293542A.
- Zhenbiao L. (2015). *Aloe Vanishing Cream Capable of Removing Spots and Whitening*. China Patent Application CN105055272A.
- Zobeidi Z., & Benkhalifa A. (2014). *La culture du Safranier (Crocus sativus L.) en Algérie*. Première exposition ethnobotanique et deuxième Atelier d'initiation à la Phytothérapie. 7 Juin: Jardin d'essai du Hamma Alger, Algérie.

## Références bibliographiques

---

### Webographie

Ouremdane M. (31 mai 2020). Agriculture : 30 filières agricoles ont été fixées. Algérie Eco. Site web : <https://www.algerie-eco.com/2020/05/31/agriculture-30-filieres-agricoles-ont-ete-fixees/>. (Consulté le 25 mai 2020).

Anonyme 01 : D maps. Site web : [https://d-maps.com/carte.php?num\\_car=34295&lang=fr](https://d-maps.com/carte.php?num_car=34295&lang=fr) (consulté le 22 mai 2020).

## 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'arome 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.

**Mots clés :** *Crocus sativus* L., Safran, crocine, picrocrocine, safranal, méthodes d'extractions, processus de caractérisation.

---

## 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 not only, 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., saffron, crocine, picrocrocine, saffranal, extraction methods, characterization process.