



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des sciences Exactes et des sciences de la Nature et de la vie  
Département des sciences Agronomiques

# MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie  
Science Agronomie  
Protection des végétaux

Réf. :

---

Présenté et soutenu par :  
CHENAFI Chiraz

Le : dimanche 3 juillet 2022

## Contribution à l'étude de la faune entomologique associée au safran cultivé dans la région de Biskra

---

### Jury :

<b>Mr.</b> ACHOURA Amar	<b>Président</b>	Université de Biskra
<b>Mr.</b> TARAI Nacer	<b>Encadreur</b>	Université de Biskra
<b>Mr.</b> BENAZIZA Abdelaziz	<b>Examineur</b>	Université de Biskra

Année universitaire : 2021/2022

## المخلص

- يركز عملنا على دراسة الزعفران (Asparagales) ، (Iridaceae)، وهو نبات عطري وطبي معروف دوليا. يستخدم هذا الأخير بشكل خاص في إعداد الطهي ومستحضرات التجميل والعطور
- الغرض الرئيسي من هذا العمل هو دراسة الحشرات المرتبطة بزراعة الزعفران في بسكرة ، من أجل العثور على الآفات المتوطنة وغيرها من الآفات التي أبلغ عنها الباحثون. في الواقع ، يتعرض هذا الأخير للهجوم من قبل العديد من الآفات ، وخاصة الخنافس في الجزء تحت الأرض.
- تتكون الأطروحة من جزأين، نظري وعملي.
- ✓ الجزء النظري مع فصلين ، نظرة عامة على الزعفران ، معروض في الفصل الأول. الفصل الثاني مخصص لدراسة آفات الزعفران والطفيليات.
- ✓ ويتألف الجزء العملي من فصلين، الفصل 3، المواد والأساليب، والفصل 4، النتائج والمناقشات.
- ✓ استنتاج عام

## Résumé :

Notre travail porte sur l'étude du safran ( Asparagales, Iridaceae ) , est une plante aromatique et médicinales est connue à échelle internationale. Cette dernière est utilisée spécialement dans la préparation culinaires, produits cosmétiques, parfums

Le but principal de ce travail est l'étude des insectes associés à la culture du safran à Biskra, afin de trouver les ravageurs endémiques et autres signalés par les chercheurs. En effet cette dernière est attaquée par plusieurs ravageurs, spécialement les coléoptères sur la partie sous terraine.

La thèse est composée de deux parties, théoriques et pratiques

- ✓ La partie théorique avec deux chapitres, un aperçu sur le safran, présenté dans le chapitre I . Le deuxième chapitre est consacré à l'étude des ravageurs et parasites du safran.
- ✓ La partie pratique est composée de deux chapitres, chapitre 3 , Matériels et méthodes et chapitre 4 , résultats et discussions.
- ✓ Une conclusion générale

## **Abstract**

Our work focuses on the study of saffron (*Asparagales*, *Iridaceae*), is an aromatic and medicinal plant is known internationally. The latter is used especially in culinary preparation, cosmetics, perfumes

The main purpose of this work is the study of insects associated with saffron cultivation in Biskra, in order to find endemic and other pests reported by researchers. Indeed the latter is attacked by several pests, especially beetles on the underground part.

The thesis is composed of two parts, theoretical and practical

- ✓ The theoretical part with two chapters, an overview on saffron, presented in chapter I. The second chapter is devoted to the study of saffron pests and parasites.
- ✓ The practical part is composed of two chapters, chapter 3, Materials and methods and chapter 4, results and discussions.
- ✓ A general conclusion

# *Remerciement*

**Avant tout, je rend grâce à DIEU, pour la force qu'il m'a donnée, et qu'il a donné aux personnes qui nous ont aidés et soutenus.**

**La réalisation de cette recherche a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.**

**Premièrement je suis reconnaissant beaucoup à l'encadreur professeur N. TARAÏ pour son soutien et son suivi tout au long de la période de ma recherche. Je tiens à remercier spécialement les jurys d'avoir accepté ma humble recherche.**

**Ainsi que mes sincères remerciements pour toute l'équipe de laboratoire d'université, pour tous les moments qu'on a partagés et pour l'ambiance qu'on a vécu pendant ces cinq dernières années.**

**Un grand merci également à tous les enseignants de département  
Département des sciences Agronomiques**

**Je souhaite remercier de tout mon cœur mes parents, qui m'ont toujours soutenu et qui ont toujours été fiers de moi.**

**C'est grâce à vous que je suis ici aujourd'hui, merci pour tous les efforts que vous avez fournis**

**À tous ceux qui par leur sourire, leur gentillesse et espoir m'ont encouragé à poursuivre mes études.**

**Et pour tous ceux qui aiment la science**

# *Dédicaces*

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

## A mes très chers parents

Mon adorable papa lakhdar et ma meilleure maman Dalinda.

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 côtés 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.

## Grand-mère omaboba et omahafssa

C'est à la personne la plus idéale dans ce monde que je le dédie

C'est vrai qu'elle n'est pas avec nous pour récolter le fruit de ses sacrifices mais elle reste toujours la plus présente

## A mon cher fiancé Mounji

Ta présence à mes côtés 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 là pour moi.

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

## Mes copines

Kawther Chaima ines doussa mouna romaissa fatima nahla Ibtissem bouthaina hadil dorsaf je vous remercie pour votre présence, votre disponibilité et vos précieux conseils

## Mes frères :

Amine ramzi Mohamed Rakan

## Liste des figures

Figure N °	Titre	Page
01	<b>Principaux pays producteurs du safran</b>	03
02	<b>Culture du safran en Algérie</b>	03
03	<b>Caractéristique morphologiques du Safran</b>	05
04	<b>Maladie cryptogamique observée sur bulbe et feuille du Safran</b>	10
05	<b>Caractéristiques morphologiques de <i>Macrophominaphaseolina</i></b>	11
06	<b>Caractéristiques des colonies de <i>Penicillium cyclopium</i></b>	12
07	<b>Caractéristiques des colonies de <i>Fusarium</i> sp.</b>	14
08	<b>Caractéristiques morphologiques de <i>Rhizoglyphus robin</i></b>	15
09	<b>Caractéristiques de Thrips jaune du safran</b>	16
10	<b>Caractéristiques morphologiques de <i>Mylabris macilenta</i></b>	17
11	<b>Situation géographique de la zone d'étude</b>	20
12	<b>Etapes de préparation de la parcelle</b>	23
13	<b>Choix des bulbes de calibre moyenne et irrigation de la parcelle avant plantation</b>	24
14	<b>Installation des pièges jaunes</b>	25
15	<b>Piège barber installé au niveau de la parcelle</b>	26
16	<b>les insectes identifiés au niveau du laboratoire d'agronomie</b>	26

<b>17</b>	<b>Abondance des familles par ordre d'insectes signalées sur culture de Safran , station expérimentale de Biskra</b>	<b>29</b>
<b>18</b>	<b>Abondance des familles d'insectes rencontrés sur culture de Safran au niveau de la station expérimentale, Université de Biskra</b>	<b>30</b>
<b>29</b>	<b>Anthidium manicatum (Hymenoptera, migachilidae</b>	<b>31</b>
<b>20</b>	<b>Tachina magnicornis</b>	<b>32</b>
<b>21</b>	<b>Empis ciliata (Diptera, Empididae )</b>	<b>33</b>
<b>23</b>	<b>Athalia rosae ( Hymenoptera , Tenthredinidae)</b>	<b>34</b>
<b>24</b>	<b>Lucilia caesar ( Diptera , calliphoridae )</b>	<b>34</b>



## Liste des tableaux

<b>Tableaux N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	<b>Températures moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période</b>	<b>20</b>
<b>02</b>	<b>Précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période</b>	<b>21</b>
<b>03</b>	<b>Vitesse moyenne mensuelle du vent de la région de Biskra durant la période 1989 – 2020</b>	<b>21</b>
<b>04</b>	<b>Humidité relative de l'air de la région de Biskra durant la période de 1989 à 2020</b>	<b>22</b>
<b>05</b>	<b>Insolation mensuelle moyenne de la région de Biskra durant la période 1989 _ 2020</b>	<b>22</b>

## Sommaire

Titre	Page
ملخص	
Abstract	
Résumé	
Dédicaces	
Remerciements	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	01
<b>Chapitre I : Généralités sur le Safran</b>	
1- Origine.....	02
2- Répartition.....	02
2-1- A l'échelle internationale.....	02
2-2- En Algérie.....	03
2-3- A Biskra.....	04
3- Caractéristiques botaniques.....	04
4- Propriétés nutritives/médicinales.....	05
4-1- Composition Phytochimiques de la fleur.....	05
4-2- Composition phytochimique des cormes et des bulbes.....	06
5- Exigences climatiques et édaphiques.....	06
5-1- Température.....	06
5-2- Eau.....	07.
5-3- Sol.....	07
6- Contrôle des mauvaises herbes.....	07

<b>7- Récolte et rendement du safran.....</b>	<b>07</b>
<b>8- Rotation culturale.....</b>	<b>08</b>

## **Chapitre II : Aperçu général sur les maladies et ravageurs du safran**

<b>1- Principales maladies du Safran.....</b>	<b>10</b>
<b>1-1 Rhizoctoniaviolacea.....</b>	<b>10</b>
<b>1-2 Macrophominaphaseolina.....</b>	<b>11</b>
<b>1-3 Penicillium cyclopium.....</b>	<b>12</b>
<b>1-4 Fusariumsp.....</b>	<b>13</b>
<b>2- Ravageurs.....</b>	<b>14</b>
<b>2-1 Rongeurs.....</b>	<b>14</b>
<b>2-1-1 Lutte.....</b>	<b>14</b>
<b>2-2 Acariens.....</b>	<b>15</b>
<b>2-2-1 Rhizoglyphusrobin.....</b>	<b>15</b>
<b>2-3 Insectes.....</b>	<b>15</b>
<b>2-3-1 Thrips.....</b>	<b>15</b>
<b>2-3-2 Coleoptères.....</b>	<b>16</b>
<b>a- MeloeproscarabaeusL.</b>	

## **Chapitre III : Matériels et méthodes**

<b>1- Objectif du travail.....</b>	<b>19</b>
<b>2- Présentation de la région d'étude.....</b>	<b>19</b>
<b>2-1- Conditions climatique.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Température.....</b>	<b>19</b>
<b>2. Conditions climatiques.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Température.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 Pluviométrie.....</b>	<b>20</b>

<b>3.3</b>	<b>Le vent.....</b>	<b>22</b>
<b>3.4</b>	<b>Humidité relative.....</b>	<b>21</b>
<b>3.6</b>	<b>Sol.....</b>	<b>22</b>
<b>4-</b>	<b>Méthodologie.....</b>	<b>22</b>
<b>4-1</b>	<b>Préparation de terrain.....</b>	<b>22</b>
<b>4-2</b>	<b>Plantation.....</b>	<b>23</b>
<b>.4.2.1</b>	<b>Date de plantation.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2.2.</b>	<b>Dose et densité de plantation.....</b>	<b>23</b>
<b>4-3</b>	<b>Installation des pièges.....</b>	<b>25</b>
<b>4-3-1</b>	<b>Pièges à eau.....</b>	<b>25</b>
<b>4-3-2</b>	<b>Pièges barber.....</b>	<b>25</b>
<b>5-</b>	<b>Exploitation des résultats.....</b>	<b>26</b>
<b>Chapitre IV : Résultats et discussion</b>		
<b>1-</b>	<b>Abondance des familles d'insectes.....</b>	<b>28</b>
<b>2-</b>	<b>Abondance des espèces d'insectes.....</b>	<b>29</b>
<b>3-</b>	<b>Caractéristiques de quelques espèces d'insectes .....</b>	<b>31</b>
<b>3-1</b>	<b>Anthidium manicatum.....</b>	<b>31</b>
<b>3-2</b>	<b>Tachina magnicornis.....</b>	<b>31</b>
<b>3.3</b>	<b>Empis ciliata.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.</b>	<b>Athalia rosae.....</b>	<b>34</b>
<b>3.5</b>	<b>Lucilia caesar.....</b>	<b>34</b>
<b>Conclusion générale</b>		<b>36</b>
<b>Références bibliographiques</b>		<b>37</b>

# Introduction



# Introduction

---

Le safran ( Asparagales, Iridaceae ) , est une plante aromatique et médicinales est connue à échelle internationale. Cette dernière est utilisée spécialement dans la préparation culinaires, produits cosmétiques, parfums (MAZARI, 2019/2020)

Cette espèce est connue par la couleur vive et saveur délicate. C'est un ingrédient essentiel dans de nombreux plats gastronomique. Elle est également utilisée en médecine. En plus Cette plante est riche en sels minéraux, vitamines, protéines et d'acides aminés. C'est un antioxydant, relaxant, stimule la digestion et riche en minéraux et vitamines, fer magnésium et vitamine B6.

D'après Cirujeda et *al.* (2016) , l'acarien *Rhizoglyphus robini*, est l'un des plus importants ravageurs du safran . Ce dernier à été détecté à la fois dans les cormes et dans le sol. Le nématode *Aphelenchoides blastophorus*, parasite des plantes ornementales, a été trouvé dans les cormes de deux plantations en Espagne . Par ailleurs , et selon le même auteur , des infections par le potyvirus est occasionnellement détectées. Les mauvaises herbes *Lolium rigidum* et *Descurainia sophia* pourraient causer des diminutions de rendement par compétition.

Le but principal de ce travail est l'étude des insectes associés à la culture du safran à Biskra, afin de trouver les ravageurs endémiques et autres signalés par les chercheurs. En effet cette dernière est attaquée par plusieurs ravageurs, spécialement les coléoptères sur la partie sous terrain.

La thèse est composée de deux parties, théoriques et pratiques

La partie théorique avec deux chapitres, un aperçu sur le safran, présenté dans le chapitre I . Le deuxième chapitre est consacré à l'étude des ravageurs et parasites du safran.

La partie pratique est composée de deux chapitres, chapitre 3 , Matériels et méthodes et chapitre 4 , résultats et discussions.

Une conclusion générale

# **Chapitre I :**

## **Généralités sur le**

### **Safran**



# Chapitre I : Généralités sur le safran

---

## 1- Origine

D'après plusieurs auteurs, le safran a deux origines géographiques différentes. La première est

méditerranéenne, Grèce et l'autre, Asie centrale occidentale.

D'après Mathew (1977), la Crète, Grèce orientale, est l'origine principale du safran. Par ailleurs, Alavi-Kia et *al.* (2008) indiquent que le safran est originaire de la Mésopotamie.

Grilli Caiola et *al.* 2004, soutiennent l'hypothèse selon laquelle, *C. sativus* et *C. cartwrightianus*

## 2- Répartition

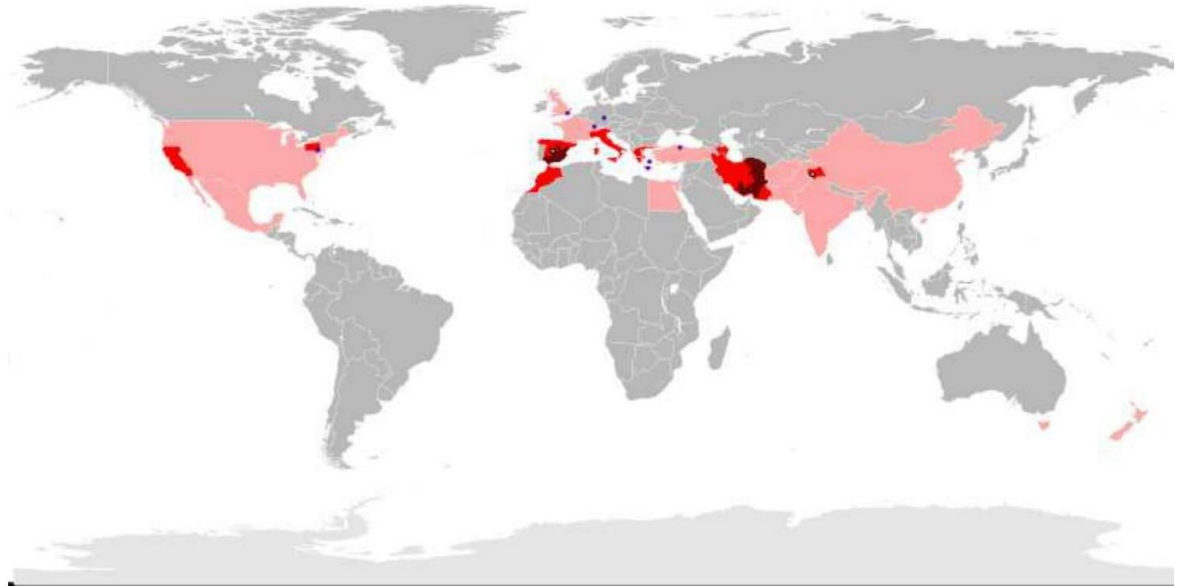
### 2-1 A l'échelle internationale

Les principaux pays producteurs du safran sont l'Iran, l'Inde, Grèce, Maroc, l'Azerbaïdjan, l'Afghanistan et l'Espagne. La plus grande part de la production mondiale, de l'ordre de 300 tonnes par an avec les poudres et stigmates dont 200 tonnes pour les stigmates, provient d'une large ceinture s'étendant de la mer Méditerranée jusqu'au Cachemire occidental à l'est.

L'Iran domine le marché à 90 %. En dépit de nombreux efforts de pays comme l'Autriche, l'Angleterre, l'Allemagne ou la Suisse, seules quelques régions continuent l'exploitation du safran en Europe du Nord et centrale. On trouve également quelques petites exploitations en Tasmanie, Chine, Égypte, Israël, Mexique, Nouvelle-Zélande ou en Turquie ( Anonyme, 2013 ) ( Fig. 1 )



# Chapitre I : Généralités sur le safran



Régions productrices: ■ majeur ■ mineur  
Pays producteurs: ■ majeur ■ mineur  
Centres commerciaux: ■ présenter ■ passé

Fig. 1 Principaux pays producteurs du safran (Anonyme ,2013 )

## 2-1 En Algérie

Le safran est cultivé en Algérie depuis le début du 21<sup>ème</sup> siècle. Ce n'est que durant les cinq dernières années qu'une véritable réalité est remarquée par des projets familiaux soutenus et des expérimentations documentées et ce à la wilaya de Constantine, Khenchela, Tiaret, Souke ahras et Béjaïa



Fig. 02 : Culture du safran en Algérie ( Tozanli , 2018)

# Chapitre I : Généralités sur le safran

---

La culture du safran, une épice très prisée et aux vertus médicinales reconnues, existe dans 25 wilayas, à l'Ouest, mais surtout dans les Hauts-Plateaux et au naissance de la première Association nationale des producteurs de safran algériens à Oran. ( CRSTRA, 2010).

## 2-2 A Biskra

Le premier essai de culture du safran en région arides est effectué à El Kantara (470 m d'altitude) et T'Kout (1050 m d'altitude). En Octobre 2010. l'essai a été installé sur une parcelle bien préparée d'une superficie de 3m x 3m, divisée en trois billons distant de 70 cm (Bengouga, 2019 )

## 3- Caractéristiques botaniques

C'est une plante de petite taille, géophyte herbacée, sans tige, érigée, vivace. de 20-30 cm de haut, avec un cornet souterrain globuleux déprimé de 3-5 cm de diamètre, entouré d'une tunique finement réticulée et fibreuse. Elle s'enracinant à la base. Cataphylles jusqu'à jusqu'à 5, membraneuses, blanches, entourant le rameau aérien. Feuilles environ 8,. Fleurs 1-3, bisexuelles, régulières, chacune sur un court pédicelle souterrain, sous- tendu par des bractées membraneuses. Périanthe avec un long tube cylindrique de 4 cm de long et six segments oblancéolés en deux verticilles, 2,5-4 cm × 1-2 cm, violet lilas foncé ou mauve.

L'ovaire inférieur, style de 2,5-3,5 cm de long, divisé de long, rouge orangé brillant, se divisant en trois branches à pointe élargie portant le stigmate.( Anonyme, 2014)( Fig. 02)



Fig. 3 Caractéristiques morphologiques du Safran (Anonyme, 2014)

### 4- Propriétés nutritives/médicinales

#### 4-1 Composition Phytochimiques de la fleur

Le safran contient plus de 150 composés volatils et autres non volatils ; de 40 à 50 constituants ont été identifiés (Abdullaev 2002). Des études ont montré que le safran contient trois principaux métabolites pharmacologiquement actifs (Rödel et Petrzika 1991 ; Abdullaev 2002) : (1) des composés de couleur safran appelés crocins, des caroténoïdes inhabituels solubles dans l'eau (esters mono- et diglycosyliques d'un acide polyène dicarboxylique, appelé crocétine) ; l'ester digentiobiosylique, crocétine - l' $\alpha$ -crocine est signalé comme le principal composant du safran.

Par ailleurs, la picrocrocine est la principale substance responsable du goût amer du safran ; et le safranal, constituant de l'huile volatile responsable de l'odeur et de l'arôme caractéristiques du safran. En outre, le safran contiendrait également des protéines, des sucres, des vitamines, des flavonoïdes, des acides aminés, minéraux, des gommes et d'autres composés chimiques.

### 4-3 Composition phytochimique des cormes et des bulbes

Des acides aminés, amidon, acides gras et stérols ont été retrouvés dans les bulbes de *C. sativus* (Loukis et al. 1983). En effet, Au cours de la germination, la teneur en amidon a diminué et les sucres totaux ont augmenté régulièrement

Par ailleurs, l'activité spécifique de l'amylase liée à la protéine a augmenté régulièrement au fur et à mesure de la germination. L'activité spécifique

de l'amidon phosphorylase soluble n'a pas changé de façon marquée au cours de la période de développement mai et octobre, mais celle de l'enzyme liée aux granules

Les composés phénoliques détectés dans les bulbes de safran comprennent le catéchol, la vanilline, acide salicylique, acide cinnamique, acide p -hydroxy benzoïque, acide gentisique , l'acide syringique, l'acide p -coumarique, l'acide gallique, acide t -ferulique et l'acide caféique (Esmaeili et al. 2011 ). Le contenu phénolique le plus élevé dans les cormes est acide gentisique (5,693 µg/g) et la plus faible pour l'acide gallique (0,416 µg/g) ; également ces deux composés phénoliques sont les plus élevés (0,929 µg/g) et les plus faibles (0,017 µg/g) dans les cormes dormants, respectivement. Un mélange de triterpénoïdes hautement glycosylés (CS5) a été isolé des cormes de *Crocus sativus* (Rubio-Moraga et al. 2011).

### 5- Exigences climatiques et édaphiques

Le safran est cultivé généralement dans des zones montagneuses. Les altitudes variant entre 650 et 1200 m. C'est une plante rustique, pouvant supporter des conditions climatiques très sévères (Anonyme 2022 b)

#### 5-1 Température

Le safran est une plante de jours courts et peut résister à des températures inférieures à -10 voire -15°C ou supérieures à +40°C durant plusieurs jours. Il faut

que ces températures ne coïncident pas avec l'une des phases sensibles de la plante.

## **5-2 Eau**

Les besoins en eau de la plante sont 600 à 700 mm/an , les apports en eau doivent être bien répartis le long du cycle de la plante. Si dans certaines régions humides les irrigations sont inutiles, pour les régions méditerranéennes sèches et à pluviométrie irrégulière, la culture nécessite une irrigation régulière. ( Anonyme, 2022b)

## **5-3 Sol**

Le bulbe est un organe fragile craignant l'asphyxie dans les sols très argileux et imperméables et une dessiccation dans des sols très sablonneux.

Les études réalisées sur le safran montrent que la culture s'adapte à une large gamme de sols pourvus qu'ils soient profonds et bien drainants.

Les sols à teneurs élevées en argile ainsi que les sols très légers ne conviennent pas à la culture.

Le safran peut, néanmoins, tolérer des sols à teneurs relativement élevées en calcaire (parfois supérieures à 20%).

Le safran est indifférent au pH du sol. Il se porte aussi bien dans des sols acides que dans des sols basiques. (Anonyme, 2022b).

## **6- Contrôle des mauvaises herbes**

Le désherbage est généralement manuel. La protection contre les mauvaises herbes nécessite un herbicide de pré-émergence ou de post-émergence. La meilleure période d'application est juin à août quand le safran est en repos végétatif. ( Anonyme, 2022 b).

## **7- Récolte et rendement du safran**

Les fleurs apparaissent 4 à 6 semaines de la plantation. L'opération de ramassage des fleurs de safran est très délicate et exige une main d'œuvre importante. La floraison du safran est étalée sur plusieurs semaines avec un pic où plus de 60 % des fleurs émergent en même temps à la dernière semaine d'octobre.

L'ensemble de la fleur est récolté. Les bulbes d'une grande taille fleurissent les premiers, alors que les petits bulbes et les plantations tardives fleurissent plus tardivement.

Les fleurs sont récoltées avant leur ouverture, tôt le matin avant l'arrivée des

chaleurs du jour, afin d'éviter la fanaison des stigmates qui survient quelques heures de l'ouverture de la fleur.

Le poids frais moyen des stigmates de 100 fleurs est légèrement supérieur à 3g et le poids sec est de près de 600 mg.

Le rendement moyen d'un hectare de safran est très aléatoire. Cette dernière ne dépasse pas 2 à 3 kg/ha . (Anonyme, 2022b).

## **8- Rotation culturale**

Il est important de procéder à un renouvellement de la safranière à partir de la 3<sup>ème</sup> année de plantation. Dans d'autres situations, le renouvellement n'est effectué qu'après 5 à 7 ans de production.

La rotation est peut être avec les céréales, légumes, etc.

# **Chapitre II :**

## **Aperçu général sur les maladies et ravageurs du safran**



## Chapitre II : Aperçu général sur les maladies et ravageurs du safran

---

### 1- Principales maladies du Safran

Les principales maladies du safran sont : *Rhizoctoniaviolacea*, *Macrophominaphaseolina*, *Penicillium cyclopium* et *Fusarium* sp.

#### 1-1 *Rhizoctoniaviolacea*

Le Rhizoctone violet s'attaque aux racines charnues des plantes. Signalée sur plusieurs espèces végétales asperge, betterave, luzerne, pomme de terre et safran. Il existe aussi sur les plantes sauvages, chénopodes, liseron, mercuriale, plantain, renouée, oseille. (INRA , 2022) ( Fig. 04)



Fig.04 Maladie cryptogamique observée sur bulbe et feuille du Safran (FIORI, 2011)



### *1-2 Macrophominaphaseolina*

*Macrophominaphaseolina* est un champignon du sol généraliste signalé dans tous les pays. Affectant au moins 500 espèces végétales dans plus de 100 familles.

Il provoque des maladies de la pourriture des tiges et des racines, la pourriture du charbon de bois et la brûlure des semis (Dhingra et Sinclair, 1978 ; Ghosh et al., 2018).

Sous températures élevées (30-35 °C) et une faible humidité du sol (inférieure à 60 %). ( Fig. 05)



Fig. 05 Caractéristiques morphologiques de *Macrophominaphaseolina* (Sarr , 2014)

### 1-3 *Penicillium cyclopium*

Ce champignon est caractérisé par une formation en masse de conidies bleues de type *Penicillium*. Dans les derniers stades la pourriture a progressé à l'intérieur du bulbe, laissant une croûte dure, rétrécie et brun jaunâtre à la surface, sur le bulbe. brun jaunâtre à la surface de la zone pourrie.

Le bulbe présente une pourriture humide avec d'abondantes spores de *Penicillium*. Certains bulbes sont devenus entièrement pourris. (Singh , 1938)( Fig. 06)



Fig. 06 Caractéristiques des colonies de *Penicillium cyclopium*( xema.medica.com )

## Chapitre II : Aperçu général sur les maladies et ravageurs du sufran

---

### 1-4 *Fusarium* sp.

Le genre *Fusarium* contient un grand nombre d'espèces, dont beaucoup sont pathogènes pour les plantes ou produisent des mycotoxines nocives.

Ce sont des agents pathogènes pour les plantes ou produisent des mycotoxines nocives pour les humains et animaux domestiques (Desjardins, 2006 ; Leslie et Summerell, 2006).

Le complexe d'espèces *Fusarium fujikuroi* (FFSC) contient un sous-ensemble substantiel de ces espèces de *Fusarium* et a été évalué en profondeur sur le plan taxonomique (Kvas et al., 2009 ; Leslie et Summerell, 2006 ; Yilmaz et al., 2021).

Les membres de ce groupe d'espèces synthétisent divers métabolites secondaires et des mycotoxines comme les fumonisines, l'acide gibbérellique, la moniliformine, la beauvéricine et la fusaproliférine (Desjardins, 2006 ; Desjardins et Proctor, 2007 ;

Ezekiel et al., 2020).

De nombreuses espèces de la FFSC provoquent d'importantes maladies des plantes dans un large éventail d'espèces végétales, par exemple

*F. circinatum* sur *Pinus* spp. (Pfenning et al., 2014 ; Steenkamp et al., 2012), *F. mangiferae*, *F. mexicanum*, *F. sterilihyphosum* et *F. tuiense*. (Fig.7)



Fig. 07 Caractéristiques des colonies de *Fusarium* sp. (Srinivas, 2019)

## 2- Ra va ge ur s

### 2-1 Rongeurs

Parmi les rongeurs, les rats et souris qui creusent des galeries dans le sol et

causent d'importants dégâts sur les bulbes de safran.

#### 2-1-1 Lutte

La lutte mécanique par piégeage aux trappes est la méthode la plus recommandée en utilisant des appâts biologiques. Le remplissage des galeries des rongeurs à l'eau. (FAO, 2011)

### 2-2 Acariens

#### 2-2-1 *Rhizoglyphusrobin*

C'est un acarien signalé sur bulbe. En effet, la durée du cycle de vie (de l'œuf à l'adulte) sur le bulbe du safran : 13-14 jours 15 générations par an.( Fig. 08)

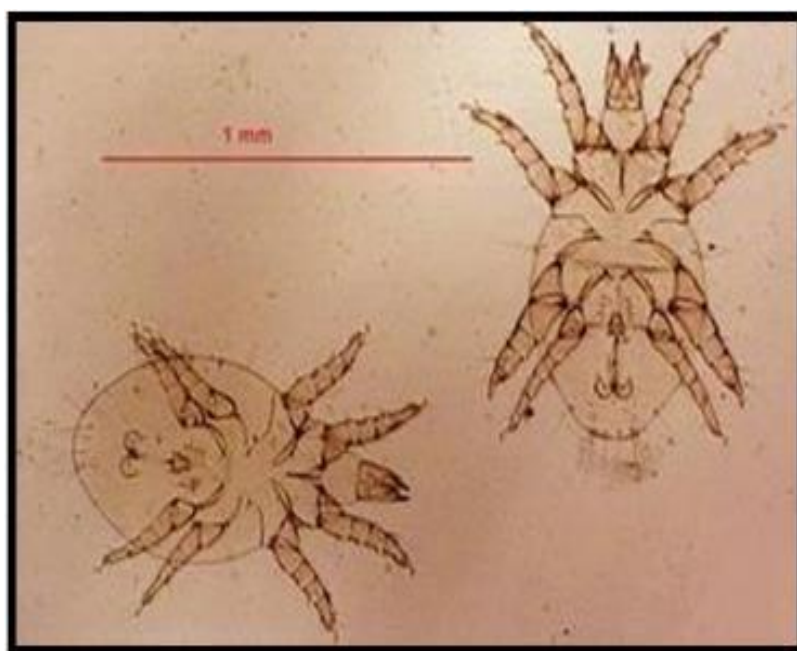


Fig. 08 Caractéristiques morphologiques de *Rhizoglyphusrobin*( Parker, 2020)

### 2-3 Insectes

Le contrôle régulier de la culture est important. Premièrement, il faut détruire les plantes et bulbes attaqués. Si l'attaque est importante, il est conseillé d'utiliser un bio pesticide autorisé. Par ailleurs, il est recommandé d'éviter l'utilisation du fumier non suffisamment mûr qui pourrait être à l'origine de certains insectes.

#### 2-3-1 Thrips

La femelle pond de 80 à 100 œufs dans les tissus végétaux. Ils éclosent après 4 jours.(Fig. 09)



Fig.09 Caractéristiques de Thrips jaune du safran ( Parker , 2020)

### 2-3-2 Coleoptères

La famille des Meloidae, les coléoptères vésiculés, compte environ 2 500 espèces.

#### a- *Meloeproscarabaeus*L.

Cette espèce est signalée sur safran, mais il existe une nouvelle espèce décrite par FAO en 1996, *Mylabris macilentata* ( Fig. 10 )



**Fig. 10** Caractéristiques morphologiques de *Mylabris macilenta*( Parker,2020)

il est également possible que les bulbes apparaissent en surface sur les parcelles très âgées, ce qui les expose aux attaques d'oiseaux. il est recommandé de déplacer les bulbes exposés en surface sur une autre parcelle ou récolter la totalité des bulbes si l'âge de la parcelle le permet (5- 6 ans).

# Chapitre III :

## Matériels et méthodes





## Chapitre III :Matériels et méthodes

---

### 1. Objectif du travail

L'objectif de ce travail est l'étude de la faune entomologique associée au safran cultivé au niveau de la région de Biskra

#### 1- Présentation de la région d'étude

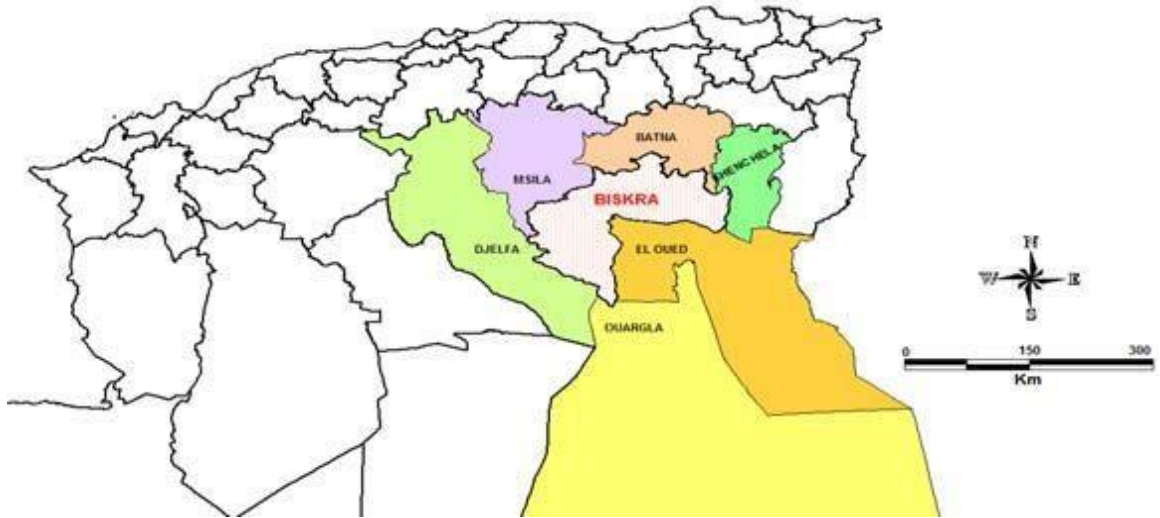
La Wilaya de Biskra est une zone de transition entre les régions semi-aride et les hautes plaines. Cette dernière est caractérisée par une formation végétale riche en espèces endémiques. SALEMKOUR,( 2012), signale que, le plateau prés- saharien est caractérisé par des steppes buissonneuses à *Halloxylon articulatum* et *Astragalus armatus* et des dayas dont les quelles on trouve *Pistacia atlantica* et *Zizyphus lotus*. Par ailleurs, les dépressions salées sont caractérisées par des groupements halophiles formés spécialement par *Salsola vermiculata* et *Atriplex halimus*. Alors que les groupements psammophiles sont localisés au niveau d'accumulations sableuses, nebkas les sioufs et voiles sableux.

### 2. Conditions climatiques

#### 3.1 Température

La région de Biskra est caractérisée par des températures élevées dont la moyenne annuelle de 23°C. Les mois les plus chauds durant la période (1989-2020) sont Juin, Juillet et Août présentant une moyenne mensuelle de 31.1°C, 34,35°C et 33.9°C. Les plus froids sont Décembre avec 13.05°C, le mois de Janvier 11.9°C et le mois de février 13,7°C. ) Tab 01) .

## Chapitre III : Matériels et méthodes



**Fig. 11:** Situation géographique de la zone d'étude ( MADR, 2020)

**Tableau 01 :** Températures moyennes mensuelles de la région de Biskra durant lapériode.(1989-2020)

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
T°min	17	19.2	23.3	26.8	32.3	37.6	40.8	40.1	34.7	29	22.2	18	28.4
T°max	6.8	8.2	11.5	15.2	20	24.6	27.9	27.7	23.4	18.2	12	8.1	17
T y	11.9	13.7	17.4	21	26.15	31.1	34.35	33.9	29.05	23.6	17.1	13.05	22.7

### 3.2 Pluviométrie

La région de Biskra est caractérisée par une pluviométrie faible, en plus des précipitations annuelles insuffisantes, il faut signaler aussi l'irrégularité de cette dernière durant toute l'année. (Hachani , 2021)( Tab. 02)

## Chapitre III : Matériels et méthodes

**Tableau 02:** Précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra durant lapériode (1989-2020).

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
P mm	19.3	11.3	13.6	16.9	11.6	7.4	1.6	4.2	16	15.9	15	13.2	12.1

### 3.3 Le vent

Le vent est un facteur qui favorise l'évapotranspiration qui contribue à dessécher l'atmosphère (Ozanda, 1983). La vitesse moyenne du vent au niveau de la région d'étude durant la période 1989-2020 la plus élevée est enregistrée en avril , 6,7 m/s (Tab. 03 )

**Tableau 03 :** Vitesse moyenne mensuelle du vent de la région de Biskra durant lapériode 1989 – 2020. (ONM, 2020).

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Vent	5.2	5	5.8	6.7	6.2	6	5.2	5.5	6	6.4	4.6	4.8

La vitesse moyenne du vent la plus faible est enregistrée en aout et décembre avec 4.6m/s. (ONM, 2020).

### 3.4 Humidité relative

La moyenne de l'humidité relative de l'air de la région de Biskra est variable durant la période 1989 à 2020. En effet, la moyenne de l'humidité relative, la plus élevée est enregistrée durant le mois de décembre ( Tab. 04).

## Chapitre III :Matériels et méthodes

**Tableau 04 :** Humidité relative de l'air de la région de Biskra durant la période de 1989 à 2020

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Humidité	54	46	41	37	32	28	25	27	38	46	51	56	40

### 3.5 Insolation

L'insolation est un facteur important dans la mesure où il influence directement le degré d'activité végétative des cultures (Khadraoui, 2007) (Tab. 05)

Le nombre moyen mensuel d'heures d'insolation est de 8.7h, le phénomène est régulier

**Tableau 05:** Insolation mensuelle moyenne de la région de Biskra durant la période 1989 \_ 2020 (ONM, 2020)

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Ensol h	7.2	8	8.4	9.4	10.3	11	11.5	10.6	8.6	8.2	7.4	7	8.7

Passant d'un minimum en décembre de 7 heures à un maximum en Juillet de 11.5 heures.

## Chapitre III :Matériels et méthodes

---

### 3.6 Sol

Le sol de la région-Est est alluvionnaires, argileux fertile.

Alors que, la région Nord ou zones montagneuse, le sol est peu-évolué et moins fertile. Par ailleurs, le sol de la plaine située au Nord-Ouest de la Wilaya de Biskra est argileux-sodique irrigué par des eaux fortement minéralisées constituant le caractère de la pédogénèse au niveau de cette région (Merdaci,2020).

### 4- Méthodologie

#### 4-1 Préparation de terrain

La parcelle choisie est aménagée et nivelée de manière à assurer un bon drainage et une bonne répartition de l'eau d'irrigation . ( Fig. 12)

Selon les exigences du safran, il faut que le taux d'argile doit être faible, pourvu en matière organique et en calcaire d'un bon drainage interne. Le pH optimal du sol est de 7-7,5.



A



B

Fig. 12 Etapes de préparation de la parcelle ( A, B)

### 4-2 Plantation

#### .4.2.1 Date de plantation

Les plantations précoces d'été favorisent la productivité du safran sur le plan quantitatif et qualitatif. Il est préférable d'avancer la date de plantation (mai à juillet)

#### 4.2.2. Dose et densité de plantation

Les doses et la densité doivent être optimales de manière à obtenir des fleurs et des stigmates de bonne qualité. ( Fig. 13)



A



B

Fig. 13 Choix des bulbes de calibre moyenne et irrigation de la parcelle avant plantation

### 4-3 Installation ds

#### pièges

#### 4-4 4-3-1 Pièges

##### eau

Ce sont des assiettes de couleur jaune pour attirer les insectes dont les quelles en ajoute de l'eau et un détergeant. ( Fig. 14).



A



B

Fig. 14 Installation des pièges jaunes

#### 4-3-2 Pièges barber

Le piège barber installé est une bouteille en plastique découpée en deux, la partie basse est enterrée dans le sol pour attraper les insectes rampants.

Le pot Barber permet de piéger de manière passive les invertébrés qui vivent à la surface du sol ( Fig. 14)



A



B

Fig. 15 Piège barber installé au niveau de la parcelle

### 5- Exploitation des résultats

Les espèces d'insectes collectées durant la période hivernale et printanière sont identifiées au niveau du laboratoire d'agronomie.

Après comptage, les spécimens de référence sont conservés.

L'analyse des résultats est effectuée à l'aide du logiciel Xlstat .



A



B



C

Fig 16: les insectes identifiés au niveau du laboratoire d'agronomie



# **Chapitre IV :**

## **Résultats et**

### **discussion**

## ChapitrIV :Résultats et discussion

Les espèces d'insectes associés au safran cultivé au niveau de la station expérimentale, Université de Biskra, leurs ordres, familles, abondance et dominance des individus sont présentées.

### 1- Abondance des familles d'insectes

Durant cette étude, 23 familles appartenant aux cinq ordres sont présentes durant la période d'échantillonnage. Coleoptera , Hymenoptera et lepidoptera sont les plus représentatifs ( Tab. 6 ) et Figure

Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> (Linné, 1758)
Heteroptera	Lygaeidae	<i>Lygaeus militaris</i> (Fabricius, 1775) <i>Lygaeus saxatilis</i> (Scopoli, 1763)
	Pentatomidae	<i>Eurydema ( strachia ) picta</i> (Linné, 1758) <i>Nezara viridula</i> (Linné, 1758) <i>Carpocoris fuscispinus</i> (Boheman, 1850)
	Reduviidae	<i>Reduvinus personatus</i> (Linné, 1758)
Coleoptera	Cetonidae	<i>Tropinota squalida pilosa</i> (Brullé, 1832) <i>Cetonia sp</i> <i>Oxythyrea funesta</i> (Poda, 1761)
	Meloïdae	<i>Mylabris oleae</i> (Laporte de Castelnau, 1840 ) <i>Mylabris variabilis</i> (Pallas, 1781)
	Tenebrionidae	<i>Tentyria sp</i> <i>Blaps sp</i>
	Coccinelidae	<i>Coccinella algerica</i> (Kovâr 1977) <i>Adonia variegata</i> (Goeze, 1777) <i>Epilachna chrysomelina</i> (Fabricius, 1775)
	Chrysomelidae	<i>Crioceris sp</i>
Hymenoptera	Tenthredinidae	Tenthrède sp indéterminée
	Vespidae	<i>Polistes gallicus</i> ( <a href="#">Latreille, 1802</a> )
	Formicidae	<i>Messor barbara</i> (Linné, 1767) <i>Formica rufa</i> ( <a href="#">Linnaeus, 1761</a> )
	Scoliidae	<i>Scolia sp</i>
	Migachilidae	<i>Anthidium manicatum</i> ( <a href="#">Linnaeus, 1758</a> )
Lepidoptera	Pieridae	<i>Colias croceus</i> (Geoffroy, 1785) <i>Pieris rapae</i> ( <a href="#">Linné, 1758</a> ) <i>Euchloe sp</i> (Staudinger, 1885)
	Nymphalidae	<i>Vanessa cardui</i> ( <a href="#">Linné, 1758</a> )
	Satyridae	<i>Hyponephele tithonus</i> = <i>Pyronia tithonus</i> (Linné, 1767)
	Lycanidae	<i>Heodes phlaeas</i> (Linné, 1761)
	Danaidae	<i>Danaus chrysippus</i> (Linné, 1758)
Diptera	Asilidae	<i>Asilius sp</i>
	Calliphoridae	<i>Lucilia caesar</i> ( <a href="#">Linnaeus, 1758</a> )

## ChapitrIV :Résultats et discussion

	Tachinidae Empidae	<i>Tachina magnicornis</i> (Zetterstedt, 1844) <i>Empis ciliata</i> ( Fabricius, 1787)
Hymenoptera		
	Formicidae	<i>Formica rufa</i> ( <a href="#">Linnaeus, 1761</a> )
Trichoptera	<u>Psychomyiidae</u>	<i>Tinodes assimilis</i> ( McLachlan, 1865)

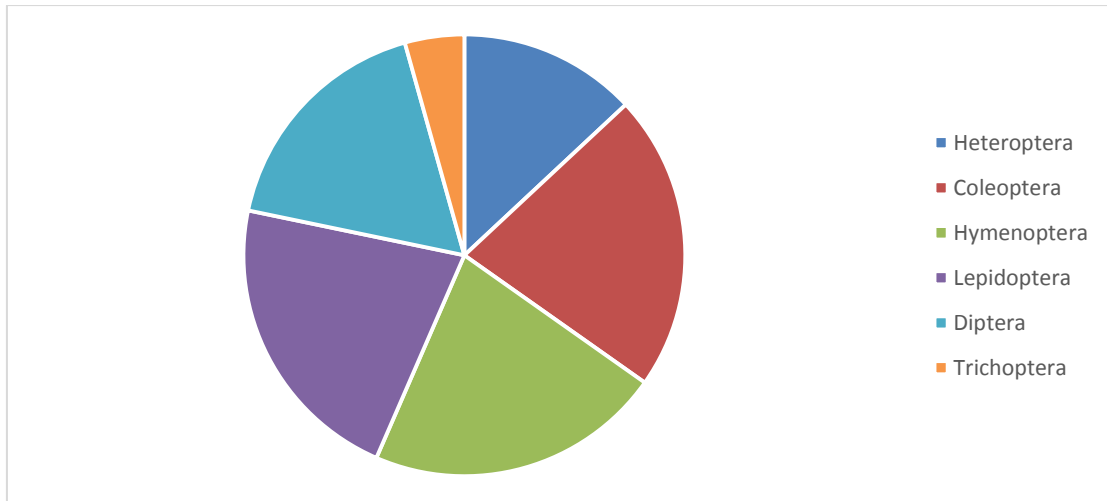


Fig17 Abondance des familles par ordre d'insectes signalées sur culture de Safran , station expérimentale de Biskra

### 2-Abondance des espèces d'insectes

Plus de 34 espèces d'insectes sont signalées durant la période d'échantillonnage appartenant à 23 familles, les familles les plus représentatives sont Pieridae, Coccinelidae et Pentatomidae.

15 familles sont représentées seulement par une seule espèce. ( Fig. 17 )

## ChapitrIV :Résultats et discussion

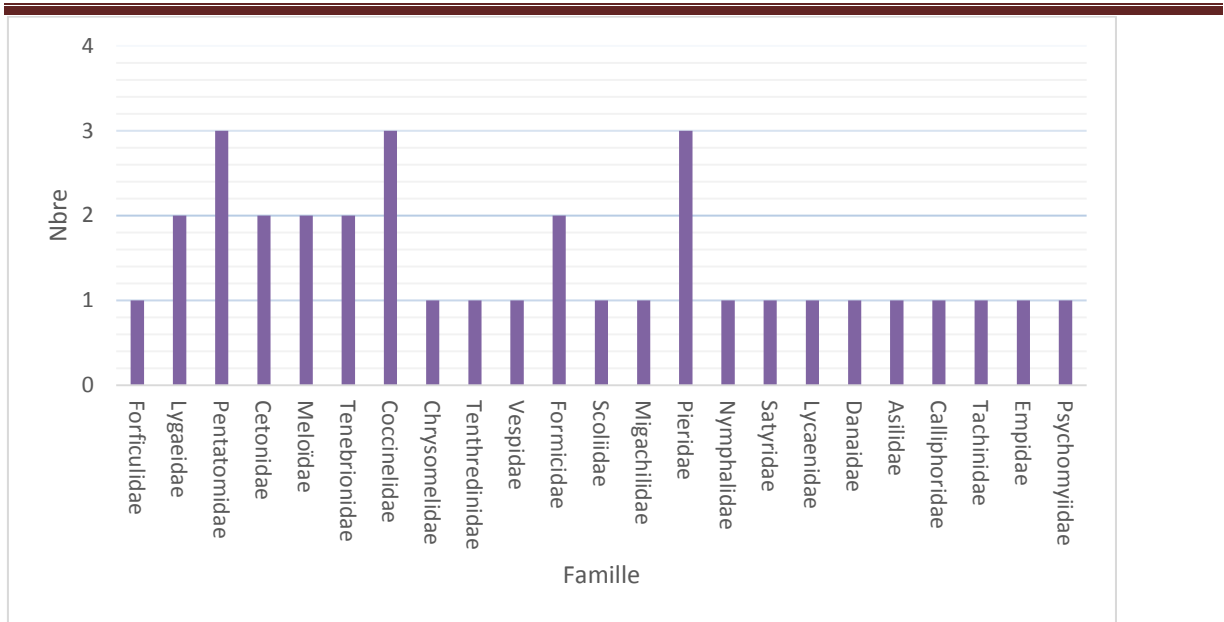


Fig.18 Abondance des familles d'insectes rencontrés sur culture de Safran au niveau de la station expérimentale, Université de Biskra

Les insectes sont considérés comme étant la base du monde animal et végétal (Hoffman et Vaughan, 2003). Nowak, 2011, montre aussi qu'aucune vie ne serait possible si les insectes sont absents. Ils sont des agents indispensables pour la fécondation des plantes (Deghiche-Diab, 2020). Les insectes sont aussi classés en fonction de leurs régimes alimentaires, zoophages polyphages, nécrophages.

La dominance des coléoptères au niveau de la station est peut-être due à la fois à leur importance dans l'oasis de Biskra. En effet, les coléoptères sont les insectes les plus représentatifs dans le monde vivant. Elles représentent 25% des espèces connues (Erwin, 1982).

Deghiche-Diab et al., (2015). Signalent que, les coléoptères sont parmi la faune entomologique la plus dominante dans les milieux semi-naturels.

## ChapitrIV :Résultats et discussion

---

### 3- Caractéristiques de quelques espèces d'insectes

#### 3-1 *Anthidium manicatum*

L'abeille européenne *Anthidium manicatum* (Linnaeus) est une espèce d'abeille solitaire, nichant dans une cavité. les mâles sont très charismatiques et aiment les voir poursuivre les autres abeilles qui envahissent leur territoire, tandis que d'autres les qualifient de brutes en raison de leurs tendances agressives envers les autres abeilles lorsqu'ils défendent des ressources florales.( IFAS , 2020) ( Fig. 18 )



Fig 19 *Anthidium manicatum* (Linnaeus,1758) (Hymenoptera, migachilidae)

#### 3-2 *Tachina magnicornis*

*Tachina magnicornis* est une [espèce d'insectes](#) appartenant à l'ordre des [diptères brachycères](#) et de la famille des [Tachinidae](#). La larve parasite des chenilles de papillons. (Biolib, 2020)( Fig 18. )



Fig. 20 *Tachina magnicornis* (Zetterstedt, 1844)

### 3.3 *Empis ciliata*

C'est une mouche avec un corps, une tête, des antennes et des pattes de couleur noir brillant. Les haltères sont noirs et les soies méta pleurales sont partiellement blanchâtres. La base de l'abdomen porte des poils blanchâtres. Les pattes sont très velues, avec des cuisses en forme de brosse, surtout chez les femelles. Les ailes sont longues, robustes, brun très foncé ou noires. Ils ont un long museau noir pointu vers le bas, utilisé pour sucer leur nourriture.( Nature guide , 2020) ( Fig.20 )



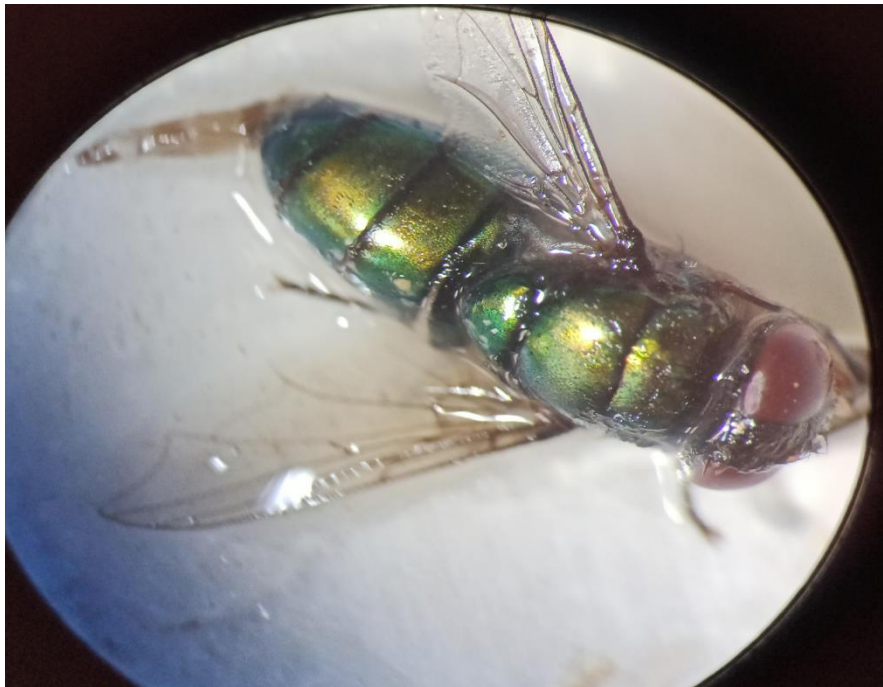
Fig21 *Empis ciliata* ( Fabricius, 1787 ) (Diptera, Empididae )

### 3.4. *Athalia rosae*

Après des accouplements entre sœurs et frères, la mouche du navet produisait des mâles et femelles diploïdes. Cette caractéristique est différente des haplodiploïdes chez les hyménoptères. En raison de l'absence d'hyménoptère primitif à l'état actuel, la tenthrède du navet fait l'objet de travaux pour le séquençage du génome. Cet effort s'ajoutera au projet i5K, qui vise à séquençer 5 000 génomes d'insectes en 5 ans.( i5K initiative , 2022)



**Fig 22** *Athalia rosae* ( Hymenoptera , Tenthredinidae)



**Fig 23 :** *Lucilia caesar* ( Diptera , calliphoridae )



# Conclusion générale



## Conclusion générale

---

Les résultats obtenus durant cette étude, premièrement sur la culture de Safran nouvellement introduit à Biskra et deuxièmement sur la faune entomologique associéesont encourageante.

L'inventaire mené sur une années de septembre 2021 jusqu'au mois de mai 2022 au niveau de la station expérimentale de l'Université de Biskra , à savoir les parcellesdu Safran irriguées avec de l'eau de poisson et culture du Safran avec la technique aquaponique sous conditions contrôlées.

. Il ressort que, plus de 34 espèces d'insectes sont signalées durant la période d'échantillonnage appartenant à 23 familles, les familles les plus représentatives sontPieridae, Coccinelidae et Pentatomidae.

La dominance des coléoptères et marquée avec la présence de 05 familles et 11 espèces surtout sur le safran cultivé sur champs au niveau de la station expérimentale

Ce ci , peut être due à la fois à leur importance dans l'oasis de Biskra et la diversité de d'autres cultures proches aux parcelles cultivées par le safran .

Les coléoptères sont les insectes les plus représentatives dans l'écosystème oasisien .

Par ailleurs, l'abondance des lépidoptères est peut être liée à la strate végétale coposéepar des espèces végétales adventices annuelles.

Parmi les espèces rencontrées les zoophages, *Tachina magnicornis* appartenant à l'ordre des diptères brachycères et de la famille des Tachinidae. La larve parasite deschenilles de papillons.

Les polyphages représentent uniquement 25 % de la totalité des espèces collectées.

## Références bibliographiques

Alavi-Kia SS, Mohammadi SA, Aharizad S, Maghaddam M (2008) Analysis of genetic diversity and phylogenetic relationships in *Crocus* genus of Iran using interretrotransposon amplified polymorphism. *Biotechnol Biotechnol Equip* 22(3):795–800.

Abdullaev JF, Caballero-Ortega H, Riverón-Negrete L, Pereda-Miranda R, Rivera-Luna R, Manuel Hernández J, Pérez-López I, Espinosa-Aguirre JJ (2002) In vitro evaluation of the chemopreventive potential of saffron. *Rev Invest Clin* 54(5):430–436 (in Spanish)

Anonyme 2013 - conseil spécialisé p a m -- séance du 31 janvier 2013 ---  
-- focus plante : cas du safran ( Frncagrimer, 2013)

Anonyme 2014- T.K. Lim, *Edible Medicinal and Non Medicinal Plants: Volume 8, Flowers*, 77 DOI 10.1007/978-94-017-8748-2\_3, © Springer Science+Business MediaDordrecht 2014

Anonyme 2022 - Cultiver du safran au jardin: le mode d'emploi.

<https://www.notretemps.com/vie-pratique/jardin/cultiver-du-safran-au-jardin-le-mode-d-emploi>.

Anonyme 2022 b Culture du safran

<https://www.fellah-trade.com/fr/filiere-vegetale/fiches-techniques/safran>

Bengouga Khalila, Lahmadi Salwa, Zeguirou Reguia, Maaoui Moufida, Halis Youcef , 2019 Livestock in rural piedmont regions of Algeria , *Biotechnology in AnimalHusbandry* 35(2):199-208.

Esmaeili N, Ebrahimzadeh H, Abdi K, Sarfarian S (2011) Determination of some phenolic compounds in *Crocus sativus* L. corms and its antioxidant activities study. *Pharmacog Mag* 7(25):74–80.

Loukis A, Al-Kofahi A, Philianos S (1983) Etude des constituants des bulbes de *Crocus sativus* L. *Plant Med Phytother* 17:89–91

Mathew B (1982) *The Crocus. A revision of the genus Crocus (Iridaceae)*. B.T.Batsford Ltd., London.

Grilli Caiola M, Caputo P, Zanier R (2004) RAPD analysis in *Crocus sativus* L. and related *Crocus* species. *Biol Plant* 48:375–380.

CRSTRA 2010, Culture du safran en Algérie, Brochure CRSTRA, 10 pages

Tozanli Salma , 2018 Etude du marché algérien , export-import , 30 pages  
<https://docplayer.fr/152871775-Etude-du-marche-algerien-interieur-et-import-export-de-la-pistache-de-la-capre-de-l-amande-amere-et-du-safran.html>

Rödel W, Petrzika M (1991) Analysis of the volatile components of saffron. *J HighResol Chromatogr* 14:771–774