



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Larbi Tébessi -Tébessa-



Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Des êtres vivants

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de **MASTER**

En : Science de la Nature et de la vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Ecophysiologie animale

Suivi des insectes pollinisateurs et leurs préférences en réponse à l'abondance et la richesse des espèces florales

Présenté par :

Oudjani Aya

Bouaoune Zakaria

Devant le jury

M. Bouazdia Kamel	M.C.A	Université de Tébessa	Président
M ^{me} Benarfa Noujoud	M.C.B	Université de Tébessa	Examinatrice
M ^{me} Djellab Sihem	M.C.A	Université de Tébessa	Promotrice
M ^{me} Hioun Soraya	M.A.A	Université de Tébessa	Co-promotrice

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier -DIEU, notre créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail.

*En second lieu, -au terme de ce mémoire, nous tenons à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous ont aidées à le réaliser, et plus spécialement notre Promotrice **Djellab S.** et notre Co - Promotrice **Hioun S.** qui ont fourni tous les apports adéquats pour que nous réalisons un travail convenable et acceptable.*

*Nos remerciements vont aussi en l'occurrence à tous les membres du jury Mme **Benarfa N.** et Mr **Bouazdia k.** ainsi que tous les enseignants de la Biologie Animale.*

*Nous remercions aussi ceux qui tout au long de ces années d'études, nous ont aidés et conseillés surtout les enseignants du département **de** biologie des êtres vivants et spécialement Mme **Mebarkia N.** Nous sommes reconnaissants à tous les membres de nos familles, surtout nos parents qui nous ont soutenus tout au long de nos études. Enfin, nous remercions toute personne ayant apporté son appui pour la réalisation de ce travail.*

Dédicace

A mes Parents

Ce que je ressens aujourd'hui, je ne pourrai pas le traduire par des mots. Vous m'avez comblé de votre amour sans faille sans jamais montrer le moindre signe de fatigue, de mécontentement ou de besoin. Vous vous êtes toujours sacrifiés pour que je réussisse dans mes études. J'imagine votre bonheur et votre satisfaction en ce jour solennel.

A mon frère : Islam, A ma sœur Imen ainsi que toute ma famille et mes amies Hanine et Loujain

*Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et votre encouragement. Il me serait difficile de vous citer tous, vous êtes dans mon cœur.
Affectueusement.*

AQA

Dédicace

C'est avec grand plaisir que je dédie ce modeste travail :

À l'être le plus cher de ma vie, ma mère.

À celui qui a fait de moi un homme, mon père.

À Mes chers Frères

À l'âme de mon oncle Abd El madjid que j'ai perdu récemment, que Dieu lui fasse miséricorde.

À mes amis Chaabane, Abd El Momen

À toute personne qui occupe une place dans mon cœur.

À tous les membres de ma famille et toute personne portant le nom « Bouaoune ».

Je dédie ce travail à tous ceux qui ont participé à ma réussite.

Zakaria

Résumé

La relation indissociable entre fleurs et insectes, par le biais du grain de pollen a conduit à la diversité des espèces que l'on connaît actuellement. Une grande variété de stratégies a été développée pour assurer le transport du pollen par les insectes (la pollinisation entomophile). Cette étude se base sur la relation pollinisateurs - plantes à partir des grains de pollen collectés sur le corps des insectes capturés.

Ce travail a été mené dans la région de Bekkaria wilaya de Tébessa à climat semi-aride, au niveau de deux stations de djebel Bourouméne (une lisière et une forêt).

Les résultats ont montrés que les Hyménoptères sont majoritaires par la présence des Andrenadae suivi de l'ordre des coléoptères et des Diptères.

Le plus grand nombre de grain de pollen a était signalé chez les Hyménoptères suivi des Coléoptères.

Les Hyménoptères ne fréquentent pas tous les mêmes espèces de plantes mais ils ont une préférence pour *Astragalus armatus* (Fabaceae). Les familles botaniques les plus visitées par les coléoptères sont les Brassicaceae (*Brassica sp.*).

Mots clés : Pollen, pollinisation entomophile, relation plante-insecte, Hyménoptères, Coléoptères, Diptères.

Abstract

The inseparable relationship between flowers and insects, through the pollen grain, has led to the diversity of species we know today. A wide variety of strategies have been developed to ensure the transport of pollen by insects (entomophilic pollination). This study is based on the pollinator-plant relationship using pollen grains collected from the bodies of captured insects. This work was carried out in the region of Bekkaria wilaya of Tébessa with semi-arid climate, at two stations of Djebel Bourouméne (an edge and a forest).

The results showed that Hymenoptera are in the majority by the presence of Andrenadae followed by the order of Coleoptera and Diptera.

The highest number of pollen grains was reported by Hymenoptera followed by Coleoptera.

The Hymenoptera do not all frequent the same plant species but they have a preference for *Astragalus armatus* (Fabaceae). The botanical families most visited by beetles are Brassicaceae (*Brassica* sp)

Keywords: Pollen, entomophilous pollination, plant-insect relationship, Hymenoptera, Coleoptera, Diptera

ملخص

أدت العلاقة بين الزهور و الحشرات من خلال حبوب اللقاح زيادة وانتشار الأنواع التي نعرفها اليوم وقد تم تحديث مجموعة واسعة من الاستراتيجيات لتحقيق النقل عبر الحشرات (تلقیح حشري).

تستند هذه الدراسة إلى العلاقة بين الملقحات - النباتات من حبوب اللقاح التي تم جمعها من أجسام الحشرات المأخوذة. اجري هذا العمل في ولاية تبسة في مناخ شبه جاف (بكارية) في محطتين (غابة و حافة طريق) .

وكانت رتبة غشائيات الأجنحة أكثر الرتب حضور ممثلة بعائلة Andrenadae تليها غمديات الأجنحة ثم ثنائيات الأجنحة. من خلال دراستنا تبين أن أكبر عدد من حبوب الطلع تم نقله من طرف رتبة غشائيات الأجنحة تلتها رتبة غمديات الأجنحة

لا تتكرر غشائيات الأجنحة جميعاً من نفس الأنواع من النباتات ولكن لديهم تفضيل *Astragalus armatus* (Fabaceae)

أكثر العائلات النباتية التي تزورها غمديات الأجنحة هي Brassicaseae (*Brassica sp*)

الكلمات المفتاحية : حبوب اللقاح، التلقیح الحشري، العلاقة بين النبات والحشرات، غشائيات الأجنحة , غمديات

الأجنحة, ثنائيات الأجنحة

Tables des matières

Résumé	i
Abstract	ii
ملخص	iii
Tables des matières	iv
Liste des figures	v
Liste des tableaux	vii
Introduction générale.....	1

Chapitre I. Matériel et Méthodes

1. Présentation générale de la région de Tébessa	10
1.1 Situation géographique	10
1.2 Relief	11
1.3 Climat	11
1.3.1 Températures	11
1.3.2 Précipitation	12
1.3.3 Vent	12
1.4 Végétation.....	12
2. Situation géographique de la station d'étude « Bekkaria »	13
2.1 Les sites d'échantillonnage.....	14
2.2 Contexte géographique de Djebel Bourouméne	15
2.3 Données écologiques de djebel Bouroumane	16
3. Méthodes de travail	16
3.1 Méthode de capture des insectes butineurs.....	16
3.2 Conservation des insectes	16
3.3 La flore	17
3.4 Identification des grains de pollen	17
3.5 Mesures et comptage des grains de pollen	17
4. Traitement des donnés.....	17
4.1 L'abondance relative	17
4.2 Indice de Jaccard.....	18

Chapitre II. Résultats

1. Etude climatique.....	19
2. Inventaire et caractéristique de la Flore des sites d'échantillonnage	20
3. Etude synécologique de la faune entomologique	22
3.1 Ordre des Hyménoptères	24
3.2 Ordre des Coléoptères	26
3.3 Ordre des Diptères.....	27
4. Relations Insecte-Grains de pollen.....	28
4.1 Relations faune entomologique et grains de pollen collectés pour chaque ordre.....	31
4.1.1 Grains de pollen collectés chez l'ordre des hyménoptères	31
4.1.2 Grains de pollen collectés chez l'ordre des Coléoptères.....	34
4.1.3 Grains de pollen collectés chez l'ordre des Diptères	36

Chapitre III. Discussion

Conclusion.....	42
Références bibliographiques	44
Annexes	56

Liste des figures

Figure 1. Localisation géographique de la région et du site d'étude.....	10
Figure 2. Situation géographique de la station d'étude (Wikipédia, 2021).	14
Figure 3. Sites d'échantillonnage à djebel Bouroumene à Bekkaria (Google maps,2022).....	15
Figure 4. Stations d'échantillonnage à djebel Bouroumane. A : Forêt, B : Lisière. (Photos personnelles, avril 2022).	15
Figure 6. Abondance relative des genres d'insectes collectés dans les deux sites.	24
Figure 7. Abondance relative des hyménoptères dans la station A (forêt).....	25
Figure 8. Abondance relative des hyménoptères dans la station B (Lisière).	26
Figure 9. Nombre de grains de pollen collectés chez l'ordre des Hyménoptères.	34
Figure 10. Espèces végétales préférées et nombre des graines pollen collectés par le genre <i>Andrena</i>	34
Figure 11. Nombre de grains de pollen collectés chez les Coléoptères.	35
Figure 12. Nombre de grains de pollen collectés chez les Diptères.	37

Liste des tableaux

Tableau 1. Situation géographique des stations d'échantillonnage à djebel Bouroumene (Bekkaria).....	14
Tableau 2. Inventaire et caractéristique de la Flore de djebel Bouroumene dans les deux sites d'étude.....	21
Tableau 3. Nombre d'individus, et l'abondance relative de tous les genres.....	23
Tableau 4. Nombre d'individus, abondance relative et indices écologiques des genres de l'ordre hyménoptères dans chaque station d'étude.....	25
Tableau 5. Nombre d'individus, abondance relative et indices écologiques des genres de l'ordre des coléoptères dans chaque station d'étude.	26
Tableau 6. Nombre d'individus, abondance relative des genres de l'ordre des Diptères dans les sites d'étude.	27
Tableau 7. Caractéristiques des grains de pollen collectés sur le corps des insectes.	28
Tableau 8. Nombre de grains de pollen collectés chez les Hyménoptères.....	32
Tableau 9. Nombre de grain de pollen collectés chez les Coléoptères.	35
Tableau 10. Nombre de grain de pollen collectés chez les Diptères.....	36

Listes des annexes :

Introduction générale

Introduction générale

La pollinisation est une étape importante dans la reproduction sexuée des angiospermes et des gymnospermes. Elle correspond au transfert des grains de pollen (gamètes mâles) provenant des anthères vers la structure réceptive femelle, le stigmate (**Abrol, 2011**). Il s'agit d'une étape précédant la fécondation dans le cycle de vie des plantes, primordiale pour la formation des fruits et des graines. Il existe deux modes de pollinisation chez les plantes à fleurs : l'autopollinisation et l'allopollinisation ou pollinisation croisée (**Dutuit & Gorenflot, 2016**).

Le mode qui nous intéresse dans notre étude est le transfert de pollen entre les fleurs de deux plantes différentes et de même espèce. Dans ce cas, la pollinisation nécessite l'intervention d'un vecteur, pouvant être abiotique ou biotique. Les vecteurs abiotiques sont le vent (anémophilie), l'eau (hydrophile) et la gravité, tandis que les vecteurs biotiques comprennent certains animaux. Il peut s'agir d'insectes (entomophilie), d'oiseaux (ornithophilie), de chauves-souris (chiropterophilie), de petits mammifères non volants (thérophilie) ou encore de mollusques gastéropodes.

La pollinisation animale est dite zoïdophile (**Abrol, 2011; Dibos, 2010; Jones & Jones, 2001**). Dans le monde, au moins 130 000 espèces animales, et probablement jusqu'à 300 000, visitent des fleurs de façon régulière et représentent ainsi des pollinisateurs potentiels (**Willmer, 2011**).

La zoïdophilie est le mode de pollinisation le plus commun, dont dépendent 78% des angiospermes dans les écosystèmes tempérés et 94% des angiospermes dans les écosystèmes tropicaux (**Ollerton et al., 2011**).

Parmi les espèces sauvages, 60 à 80% nécessitent une pollinisation animale et une fraction plus élevée en tire des bénéfiques (**Kremen et al., 2007**). Dans les écosystèmes agricoles, 75% des 115 principales espèces cultivées dans le monde pour l'alimentation humaine dépendent directement (quantité et/ou qualité de fruit) ou indirectement (production de semences, multiplication sexuée, programmes de sélection) de la pollinisation animale (**Gaillai, 2009; Klein et al., 2006**). Il s'agit principalement des cultures fruitières et légumières, ainsi que celles d'oléagineux et de protéagineux (**Klein et al., 2006; Terzo & Rasmont, 2007**). Toutefois, seulement 35% de la production alimentaire mondiale provient de ces cultures, tandis que 65% de la production provient de cultures ne dépendant pas de la pollinisation animale. Celles-ci, sont principalement des cultures de Poaceae, telles que le riz, le blé et le maïs, qui sont anémophiles ou autofécondées. Pour bon nombre des cultures dépendantes de la pollinisation animale, une diminution de la qualité de cette dernière entraîne une baisse du rendement

agricole ou une diminution de la qualité de la production, faisant de la pollinisation un facteur incontournable dans le calcul du rendement de nombreuses cultures (**Terzo & Rasmont, 2007**).

La pollinisation entomophile est réalisée grâce aux interactions entre plantes visitées et insectes visiteurs. Parmi les insectes visiteurs (insectes floricoles), on distingue ceux qui participent à la pollinisation de manière plus ou moins efficace grâce à des traits comportementaux et morphologiques particuliers (comme la présence de poils sur le corps), qualifiés de pollinisateurs, et ceux qui n'y participent pas ou très peu (**Abrol, 2011**).

Les premiers font généralement partie des hyménoptères, des diptères et des lépidoptères, tandis que les seconds appartiennent aux coléoptères, aux hémiptères, aux neuroptères ou encore aux thysanoptères (certains appartiennent également aux hyménoptères, dont les fourmis et les guêpes) (**Kevan & Baker, 1983 ; Ouvrard, 2018 ; Terzo & Rasmont, 2007**).

Ces derniers voyagent peu de fleur en fleur et ne présentent pas ou peu de caractères morphologiques favorisant le transfert de pollen. Certains peuvent influencer négativement la pollinisation des fleurs qu'ils visitent en détruisant les tissus floraux (**Kevan & Baker, 1983 ; Terzo & Rasmont, 2007**). Il faut toutefois noter que l'efficacité des pollinisateurs dépend également des espèces végétales.

La pollinisation entomophile implique une relation mutualiste entre plantes visitées et insectes visiteurs, réciproquement bénéfique pour les deux espèces. Le transport de pollen n'est pas un comportement volontaire des insectes pollinisateurs, mais plutôt un service rendu par ceux-ci lorsqu'ils se nourrissent grâce aux fleurs, en y cherchant un abri ou un site de ponte ou en pensant trouver un partenaire (**Abrol, 2011 ; Denis Michez & Vastrade, 2017 Willmer, 2011**).

Ainsi, les plantes à fleurs fournissent du nectar et du pollen ainsi que de l'huile aux insectes, leur permettant de satisfaire leurs besoins nutritionnels. Les fleurs peuvent également leur servir de refuge contre la pluie, le vent ou le froid, les prédateurs et les parasitoïdes (**Jarvis et al. 2012 ; Kevan & Baker, 1983 ; Willmer, 2011**). En contrepartie, les insectes pollinisateurs provoquent par leur passage la libération des grains de pollen contenus dans les anthères, qu'ils transportent d'une fleur à l'autre via leurs poils (**Abrol, 2011 ; Dibos, 2010 ; Palumbo, 2019**).

Certaines espèces sont capables de déclencher la libération du pollen chez les espèces végétales où les anthères ne s'ouvrent pas spontanément (déhiscence poricide), en produisant des vibrations via leurs muscles de vol (**Buchmann, 1985**).

Des structures morphologiques peuvent ensuite favoriser le transport du pollen, comme les scopae (masses de poils plus ou moins longs, denses et plumeux formant des brosses), présentes sur la face ventrale de l'abdomen et/ou sur les pattes postérieures, ou les corbicules (modifications des tibias en plaques plates entourées de longs poils formant des corbeilles) situées au niveau des tibias postérieurs (**Thorp, 2000**).

Pour attirer les visiteurs et optimiser leur pollinisation, les plantes à pollinisation entomophile ont développé des caractères spécifiques. Elles présentent ainsi des pièces florales voyantes par leur forme, leur taille et leur couleur, sécrètent des molécules odorantes qui attirent les insectes et produisent du nectar, source de nourriture pour les insectes (**Abrol, 2011 ; Faegri & Pijl, 2013 ; Gumbert, 2000**). La qualité du pollen (teneur en acides aminés et en phytostérol) ainsi que la concentration en sucre du nectar et son volume influencent également le choix floral des pollinisateurs (**Fowler et al., 2016 ; Somme et al., 2015**).

Les parfums émis par les fleurs peuvent être simplement agréables pour certains insectes (désagréables pour d'autres) ou imiter des phéromones attirant des insectes mâles (**Dötterl et al., 2006 ; Zandonella et al., 1981**).

La densité florale, la répartition spatiale (**Nielsen et al., 2012**) et la période de floraison jouent également un rôle dans ce choix (**Willmer, 2011**).

Certaines plantes à pollinisation entomophile sont impliquées dans des relations qui mènent à une exploitation excessive de leur pollen, pouvant réduire leur succès reproducteur (**Vanderplanck et al., 2014**). Le phénomène s'observe dans les interactions impliquant des Apoidea, dont les adaptations morphologiques permettent de collecter parfois jusqu'à plus de 95% du pollen disponible en une seule visite (jusqu'à 95,5% chez *Campanula*) (**Declèves, 2014 ; Schlindwein et al., 2005**).

Certaines des espèces impliquées dans ce type de relation ont développé des morphologies florales et stratégies particulières, comme la symétrie bilatérale (chez les Fabaceae et Lamiaceae) ou la déhiscence poricide des anthères (chez les Ericaceae et les Solanaceae) (**Declèves, 2014 ; Schlindwein et al., 2005**).

D'autres produisent du pollen toxique, chimiquement protégé contre certains visiteurs (chez les espèces de genre *Ranunculus*, présence de toxine protoanémone), contenant de faibles teneurs en protéines (chez les Asteraceae, 11,7 à 34,4% de protéines seulement en moyenne) ou montrant une exine et une intine difficilement digérables (requérant des enzymes spécifiques) (**Praz et al., 2008**).

Seuls les insectes ayant développé des stratégies spécifiques permettant le métabolisme ou la détoxification de ces types de pollen peuvent exploiter ces ressources (**Praz et al., 2008**).

Au cours du temps, les plantes à pollinisation entomophile ont ainsi évolué afin de bénéficier du meilleur compromis entre l'attraction des insectes favorisant la dissémination du pollen et la perte de pollen destiné à leur alimentation. Quant aux insectes, ils ont évolué dans le sens d'une spécialisation permettant l'exploitation d'un nombre restreint d'espèces végétales ou au contraire vers une généralisation leur permettant de se nourrir à partir d'une large gamme de plantes (**Müller & Kuhlmann, 2008**).

Une plante à fleurs qui n'est fréquentée que par une seule espèce ou quelques espèces de pollinisateurs est dite spécialiste. Elle est au contraire généraliste quand elle est visitée par de nombreuses espèces. On peut néanmoins noter qu'une plante peut être successivement ou simultanément visitée par des pollinisateurs de types différents, mais de manière générale, un vecteur sera plus efficace que les autres.

Du côté des insectes, ils sont spécialistes lorsqu'ils ne visitent qu'une seule espèce végétale ou un très petit nombre d'espèces voisines tandis qu'ils sont généralistes s'ils fréquentent un grand nombre de genres ou d'espèces de fleurs. Des espèces se situent entre les deux cas (**Declèves, 2014 ; Gosselin et al., 2018 ; Pesson & Louveaux, 1984**).

Les deux ressources florales principales dont dépendent les pollinisateurs sont le nectar et le pollen (**Gosselin et al., 2018 ; Parachnowitsch et al., 2018**).

Ces derniers leur apportent les éléments nécessaires à leur survie et à leur développement (**Regali, 1996**).

Il faut noter que les pollinisateurs spécialistes sont dépendants des ressources qu'ils sont capables d'exploiter.

Le nectar est une solution composée principalement d'hydrates de carbone (saccharose, fructose et glucose), de 5 à 80% selon l'espèce végétale et d'eau (**Regali, 1996**).

Il contient également d'autres composés en plus faibles proportions : acides aminés, protéines, lipides, antioxydants ainsi que des éléments minéraux et des composés secondaires. C'est la source d'énergie des pollinisateurs, leur permettant de voler et de se réchauffer (**Declèves, 2014 ; Regali, 1996**). Une plus grande consommation en nectar peut également compenser un régime à base de pollen de moindre qualité chez les *Bombus* (**Vanderplanck et al. 2014**).

Le nectar peut être consommé directement par l'insecte lors de sa collecte, ce qui lui permet d'adapter son choix floral sur place.

La composition chimique du pollen varie selon l'espèce végétale dont il provient. Bien que celui des espèces apparentées présentent un profil chimique similaire, il peut sensiblement différer (**Declèves, 2014**).

Le pollen est composé de protéines (7 à 40%), de lipides (1 à 20%), de minéraux (2 à 10%), de sucres et d'amidon (0,8 à 11%) (**Regali, 1996**), apportant ces éléments aux insectes qui le collectent et à leur descendance. Le pollen n'est pas consommé par l'insecte lors de la collecte mais est transporté jusqu'au nid par celui-ci. Il peut être véhiculé via des canaux alimentaires internes ou via des structures externes, telles que les scopae et les corbicules. Ces dernières permettent le transport des pelotes de pollen, fabriquées à l'aide de structures en peigne situées sur les pattes et de nectar régurgité (**Thorp, 2000**).

Mais alors comment un insecte peut-il polliniser les fleurs sans même le savoir ?

Ce sont des caractéristiques morphologiques qui le leur permettent, souvent poilus ou possédant des outils spécialisés les insectes sont très bien adaptés pour récolter le pollen.

Les coléoptères

Ce groupe d'insectes regroupe plus de 300 000 espèces dans le monde, Les coléoptères adultes se distinguent facilement par leurs ailes antérieures qui sont totalement dures et rigides et forment une solide carapace qui protège l'abdomen et les ailes postérieures membraneuses. L'espèce emblématique par excellence est la coccinelle à sept points. Les adultes sont très souvent de gros consommateurs de pollen et certaines espèces, comme la cétoine dorée, ont des pièces buccales adaptées à ce régime alimentaire. Quelques longicornes ont le thorax et la tête très effilés ce qui leur permet de s'alimenter plus facilement en nectar et certaines petites espèces pour les nitidulides sont capables de pénétrer dans les fleurs fermées et ont un rôle majeur dans la pollinisation de plantes comme les magnolias. Mais de manière générale, les coléoptères sont considérés comme des pollinisateurs peu performants. (**Alleaume, 2012**)

Lépidoptères

Les lépidoptères dépendent du nectar comme source de sucres et d'acides aminés (**Inouye et Ogilvie, 2017**). Bien qu'il existe des exemples de relations de pollinisation spécialisées entre les lépidoptères et les plantes, la plupart des lépidoptères adultes visitent des fleurs de plusieurs espèces végétales (**Gosselin et al. 2018 ; Inouye et Ogilvie 2017**).

Diptères

Les diptères sont légers, avec un vol rapide et sûr, les rendant aptes à se poser sur les fleurs délicates. Ils sont utiles pour la pollinisation de petites fleurs dont la faible quantité de nectar ne les rend pas attractives (nombreuses ombellifères) (**Benachour, 2008**). Les Syrphidae sont également essentiellement floricoles et consomment du nectar mais aussi du pollen, contrairement à la plupart des autres diptères polyphages (**Gosselin et al. 2018** **Pouvreau, 2004**). Le pollen sert à nourrir les adultes uniquement (**Civam, 2013**).

Les hyménoptères

Les abeilles et les bourdons se sont spécialisés dans la récolte du pollen et du nectar pour nourrir leur progéniture, butiner leur est donc indispensable pour se reproduire... Tout le monde connaît les fourmis, les abeilles et les guêpes. Mais ils ne sont que les porte-drapeaux des hyménoptères qui rassemblent près de 280 000 espèces dans le monde. Les insectes pollinisateurs les plus importants, sont les apoïdes. Ces derniers sont des insectes sociaux. À la différence des bourdons et de l'abeille domestique, les abeilles sauvages elles, sont solitaires. Toutes ces espèces récoltent le pollen et le nectar pour leur propre alimentation mais surtout pour l'alimentation de leurs larves. La disponibilité florale est donc un paramètre essentiel pour leur survie. (**Alleaume, 2012**)

Il est donc évident que les insectes pollinisateurs dépendent largement de l'environnement et de sa diversité, à la fois temporellement et spatialement, car les besoins ne sont pas les mêmes selon les espèces et la période de l'année. Ainsi, pour qu'ils persistent en paysages agricoles, il est essentiel qu'ils disposent de ressources florales suffisantes durant l'entièreté de leur période d'activité (**Russo et al., 2013 ; Timberlake et al., 2019**).

Un déficit dans la disponibilité en ressources de 15 jours peut sérieusement affecter l'activité et le développement de ces insectes, principalement pour les espèces qui ne disposent pas de réserve de miel (**Henry et al., 2017 ; Requier et al., 2017 ; Timberlake et al., 2019**).

Dans un but de préservation des pollinisateurs, il est donc primordial de connaître la phénologie des ressources florales ainsi que les besoins des pollinisateurs tout au long de la saison.

Les insectes pollinisateurs sont impliqués dans plus de la moitié de la reproduction des angiospermes sauvages et cultivés dans le monde. Ce service considérable a fourni, en plus de contribuer au rendement et à la qualité de certains produits végétaux et assurer la survie de nombreuses plantes, contribuent aussi au maintien de la biodiversité et assurent l'équilibre de l'écosystème.

L'étude a été effectuée dans la région semi-aride de la wilaya de Tébessa, daïra de Bekkaria, le couvert végétal de la région est caractérisé par des arbrisseaux, des plantes herbacées annuelles et bisannuelles et notamment une pinède qui fait l'objet de notre étude. Le travail consiste à étudier la relation pollinisateurs-plantes à partir de l'étude des grains de pollen collectés sur le corps des insectes, des familles (Lépidoptères, Hyménoptères, Coléoptères, Diptères) de trouver des liens entre l'insecte, la forme de la fleur et du grain de pollen qui est l'objet de transport et lien entre la plante et l'insecte. En parallèle on vise à faire une comparaison entre deux stations, une pinède et une bande en bordure de route vu la composition floristique de ces derniers.

Chapitre I.

Matériel et Méthodes

1. Présentation générale de la région de Tébessa

1.1 Situation géographique

La wilaya de Tébessa se situe à l'extrémité de l'est Algérien, aux portes du désert, à environ 230 Km au sud d'Annaba, à 200 Km au sud de Constantine et à environ 330 Km au nord d'El-Oued. Avec ses 13 878 Km², elle se rattache naturellement à l'immense étendue steppique du pays, elle est limitée au nord par la wilaya de Souk-Ahras, à l'ouest par la wilaya d'Oum El Bouaghi et Khenchela, au sud par la wilaya d'El Oued et à l'est, sur 300 Km de frontières, par la Tunisie (**Fig.1**) (**Wikipédia, 2021**).



Figure 1. Localisation géographique de la région et du site d'étude.

La superficie totale de la wilaya se divise en quatre zones homogènes du côté des données climatiques, édaphiques et couvert végétal :

- **Zone A** : Zone Nord de la wilaya, à vocation céréalière et élevage, d'une superficie de 135000 ha (10% de la superficie de la wilaya)
- **Zone B** : Zone pré-steppique des hauts plateaux de la wilaya, d'une superficie de 229450 ha (17%)
- **Zone C** : Zone pastorale et steppique (alfa, atriplex, armoise) -Groupes D : Zone présaharienne, représente 15 % de la superficie de la wilaya (202457 ha) (**Mayouf, 2015**).

1.2 Relief

Les monts de Tébessa font partie de l'atlas saharien oriental. Ils forment un prolongement des Nemamcha, le terme «monts de Tébessa »est un ensemble hétérogène dont le seul lien apparent est encadré par le fossé Morsott-Tébessa. Le passage des hautes plaines du Mellègue aux monts de Tébessa se manifeste par le resserrement des plaines et par l'agrégation des unités géomorphologiques tel que le val perché du Dyr et celui de Bourabaia.

- Au sud, le fossé d'effondrement (Meddoud - Ain chabro) tranche brutalement les monts de Tébessa, interrompant des formes de reliefs sans être d'une symétrie parfaite.
- Les sommets parallèles du Djebel Serdiess et djebel Gourrigueur font ensemble le haut synclinal perché du Djebel Serdiess.
- Il n'en est plus de même à l'est de djebel Doukkane, où le relief est à la fois plus complexe et original entre Tébessa et El Malabiod, où se dresse en effet une barrière orientée de l'ouest vers l'est avant de s'incliner vers le nord-est, où elle forme la plaine de la Merdja. La chaîne montagneuse se morcelle en petits massifs (djebel Anoual, djebel Azmor, djebel Bouroumène et djebel Djebissa).
- Le fossé Chabro-Tébessa-Bekkaria : nommé fossé de Tébessa borde au nord les massifs qui révèlent leurs formes avec une évidence d'autant plus impressionnante qu'il y est formé profondément un fossé dont la surface de remblais descend progressivement de 900 m à Bekkaria et à 770m à Ain Chabro (Hammamet) (**Benarfa, 2005**).

1.3 Climat

1.3.1 Températures

Les températures enregistrées de 2000 à 2022 et la période d'étude montrent que le mois le plus froid de cette période est le mois de janvier avec une température moyenne annuelle de 6,30 °C, et le mois le plus chaud est le mois de juillet avec une température moyenne mensuelle de 26,60 °C. Selon Djebaili (1984), l'Algérie présente une amplitude annuelle de la température de l'air comprise entre 20°C et 22°C ; avec des moyennes mensuelles comprises entre 19,85°C et 23,35°C. Par contre le régime thermique de la steppe est continental avec une moyenne mensuelle de 6,5°C pour janvier (le mois le plus froid) (**Annexe 1**).

1.3.2 Précipitation

La zone semi-aride est marquée par de grands contrastes climatiques entre l'été et l'hiver. Les hivers sont rigoureux caractérisés par des pluies irrégulières et les étés sont chauds secs avec de faibles précipitations. La plupart des régions semi-arides sont situées au-dessous des zones de haute pression dans lesquelles un système frontal porteur de pluie ne peut que rarement pénétrer. En conséquence, ces régions connaissent une pluviosité faible et clairsemée, variable selon les saisons et les années, avec 300 mm à 600 mm de pluie (**Houérou, 1995**).

Dans la région de Tébessa, les précipitations ont connu des fluctuations au cours des mois et des années, selon les données climatiques de la période de 2000 à 2021. Des teneurs maximales de 237,7 mm au mois de décembre ont été notées, ce qui est naturel pour une saison hivernale, viennent en second lieu le mois d'avril avec 187.6 mm, suivi par les mois d'aout et septembre avec 136,6 mm et 138 mm respectivement liées à des pluies orageuses. Pour les teneurs minimales, les valeurs de 0,0 mm et 0,2 mm ont été enregistrées aux mois de juin et juillet (mois secs). La pluviométrie moyenne annuelle pour les 22 ans est de 394,51 mm. Cette valeur correspond aux précipitations des zones semi arides allant de 300 à 600 mm (**Annexe 1**)

1.3.3 Vents

Les vents dominants sont ceux du nord-ouest, sud-est et ouest. Il est à noter la faible fréquence des vents du Nord. Les vents du Sud-est et Sud-ouest sont généralement des vents secs qui accentuent les fortes chaleurs en été, leur fréquence importante représente 32 % par rapport au total. Les vents de direction Sud sont marqués par le Sirocco, qui est un vent chaud et sec et qui souffle en été en direction général du sud vers le nord. La partie nord de la wilaya n'est pas très exposée au Sirocco. Les monts de Tébessa et les Nemamchas constituent une barrière naturelle qui atténue l'intensité de ce vent (**Benarfa, 2005**).

1.4 Végétation

Selon **Hioun et al., (2010)** les inventaires effectués de 2007 à 2010 de la wilaya de Tébessa sur plusieurs sites a permis, de recenser 61 familles et plus de 300 espèces, basé en majorité sur les sous arbrisseaux et plantes herbacées spontanés ; le massif forestier est composé de pinacées naturels essentiellement de *Pinus halepensis* mais en majorité ,il est le fruit d'un reboisement avec d'autres essences tels que *Eucalyptus globulus*, *Schinus molle* ainsi que des acacias, des frênes (*Fraxinus angustifolia*) et *Quasuarina* à nombre réduit. La région est connue comme étant agro-pastorale notamment par la culture des céréales, des oliviers, d'arbres fruitiers (grenadier, abricotier, figuier, amandier ...mais restreint à de petites parcelles privées) et le

figuier de barbarie (*Opuntia ficus-indica*). En grande partie la région est caractérisée essentiellement par ses parcours steppiques à formation basse et ouverte et en formation pure ou en mélange. Les principales formations prépondérantes sont l'*Atriplexe halimus*, *Stipa tenassicima* (alfa) et le *Lygeum spartum* (sparte) formant des touffes éparses à densité variable selon les sites. D'autres formations très répandues sont rencontrées sous forme de sous-arbrisseaux tels que *Artemisia herba-alba* (armoïse blanche), *Thymus algeriensis* (Thym), *Salvia rosmarinus* (romarin) et *Marrubium vulgare* (marrube vulgaire) certaines en associations avec des Poacées. La région est connue aussi par la présence des genévriers (*Juniperus communis* et *Juniperus oxycedrus*) et de l'éphédra (*Ephedra fragilis*), certaines autres plantes notamment médicinales sont très répandues telle que *Peganum harmala*, *Artemisia campestris* et peu répandues comme le *Teucrium polium* et *Globularia alypum*. La région de Tébessa est très riche en plantes médicinales d'où l'appréciation de son cheptel. La répartition des espèces spontanées est variable et tributaire de leur adaptation et du mode de dissémination des graines surtout par les vents. Les familles inventoriées ont présentées des différences par le nombre d'espèces, le nombre d'individus par espèces et une présence générale ou spécifique aux sites d'étude. Les familles dominantes par le nombre d'espèces sont les Astéracées, Poacées, Fabacées, Caryophyllacées, Brassicacées, Lamiacées, Borraginacées, Liliacées, Apiacées, Cistacées, Plantaginacées, Renonculacées et Scrofulariacées. Les familles dominantes par le nombre d'individus sont les Astéracées.

2. Situation géographique de la station d'étude « Bekkaria »

La région de Bekkaria est liée à la wilaya de Tébessa par la route nationale N°10, Bekkaria couvre une superficie de 152 km² (**Fig. 2**). La commune se situe à 894 mètres d'altitude, caractérisée par un climat semi-aride sec et froid. Les coordonnées géographiques sexagésimales de Bekkaria sont : latitude nord 35° 22' 20" et longitude est 8° 14' 32" (**Wikipedia, 2021**).



Figure 2. Situation géographique de la station d'étude (Wikipédia, 2021).

Elle est limitée comme suit :

- Au nord par la commune d'El kouif.
- Au sud par la commune d'El Houdjbet.
- L'ouest par le chef-lieu wilaya de Tébessa.
- A l'est par la frontière Tunisienne.

2.1 Les stations d'échantillonnage

Deux stations ont été choisies pour notre étude, une station en amont de Djebel Bouroumene composé de plantes spécifiques à la région steppique et une 2^{ème} station en aval de la montagne en bordure de la route présentant une végétation différente de la première station le plus souvent rudérale (**Tab. 1, Figs. 3 et 4**).

Tableau 1. Situation géographique des stations d'échantillonnage à djebel Bouroumene (Bekkaria).

Lieux	Latitude	Longitude	Altitude
Station 1	35°21'53.40"N	8°14'3.81"E	930 à 950
Forêt	35°21'52.87"N	8°14'24.83"E	m
Station 2	35°21'52.87"N	8°14'19.84"E	916 m
Lisière	35°21'41.81"N	8°14'40.44"E	

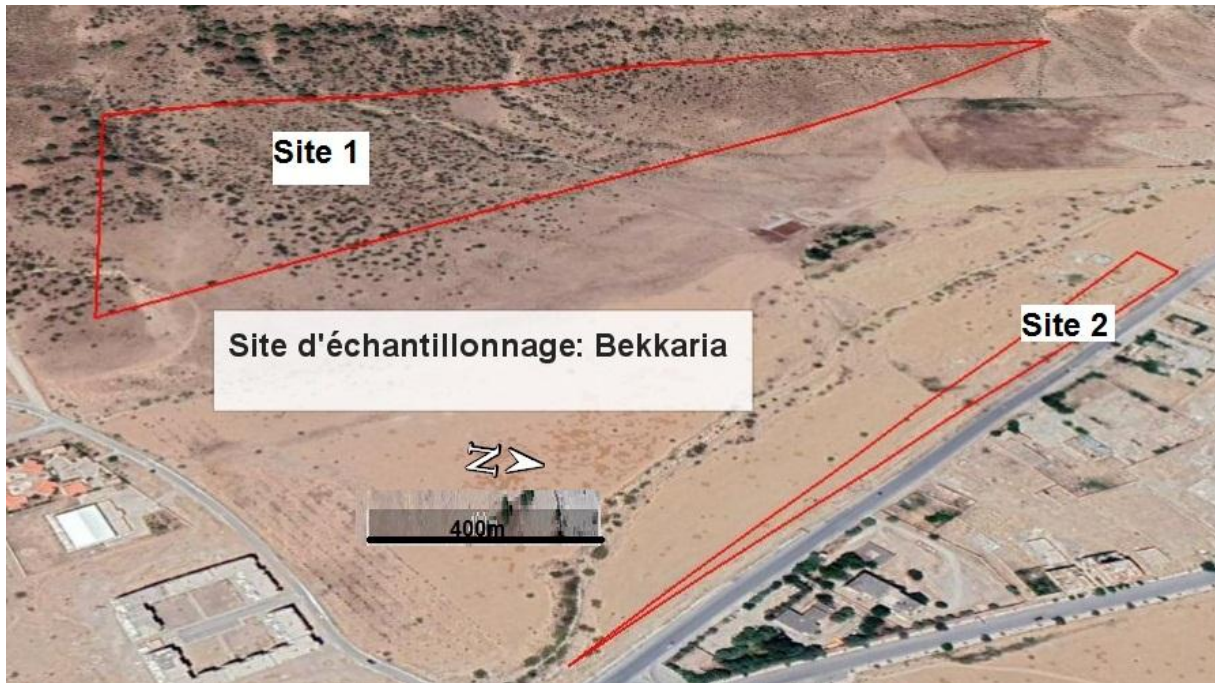


Figure 3. Sites d'échantillonnage à djebel Bouroumene à Bekkaria (Google maps,2022).



Figure 4. Stations d'échantillonnage à djebel Bouroumane. A : Forêt, B : Lisière. (Photos personnelles, avril 2022).

2.2 Contexte géographique de djebel Bouroumene

Le lieu-dit forêt domaniale de djebel Bouroumene est d'une superficie 2 335,00 ha. Cette masse montagneuse semble isolée et présente une forme assez particulière. Ses dimensions sont 3,5 x 3 km au Sud et 3,5 x 0,80 km au nord. Son allure générale est N-S. Elle s'élargie au sud en présentant une forme semi-arquée dans sa limite méridionale et devient étroite et allongée vers le nord avec des altitudes de plus de 1200 m. Le site d'étude appartient à la sous parcelle N°1

au niveau de la parcelle N°30 qui s'étend sur une surface de 51,07 ha, atteignant jusqu'à 1300 m d'altitude.

2.3 Données écologiques de djebel Bouroumene

- Exposition : Est
- Pente: supérieure à 40% (très forte)
- Roche mère : Mélange
- Profondeur du sol : superficiel « 6-25 cm »
- Strate basse
- Couvert clair « 10-30% ».

3. Méthodes de travail

Les sorties ont été menées du 29 mars 2022 au 24 avril 2022 avec 3 sorties espacées de 12 à 15 jours, Un volume horaire moyen de 3 heures par sortie (de 9 h à 12h). Pour chaque sortie réalisée nous avons noté les conditions climatiques (température et pluviométrie), la plante hôte sur laquelle a été capturé l'insecte et la flore du site.

3.1 Méthode de capture des insectes butineurs

Les insectes sont capturés pendant le butinage sur les fleurs par approche directe avec un filet entomologique. Il s'agit d'un filet cylindrique composé d'une manche de 0,6 m de long et d'un cercle métallique de 0,3 m de diamètre sur lequel est monté un sac en toile blanche. A l'aide du filet, des mouvements latéraux sont faits. Une fois l'insecte dans le fond du filet, on l'enferme en tournant rapidement le manche de façon à faire passer le sac par-dessus l'anneau.

3.2 Conservation des insectes

On doit transférer les insectes dans un petit flacon, généralement de petites bouteilles à couvercle qui se visse. On a noté sur une étiquette, pour chaque insecte capturé :

- Un numéro (ce numéro doit être inscrit sur une étiquette accompagnant l'insecte récolté).
- La localité et la date de la capture.
- L'heure (le moment du jour) et les conditions météo.
- Le nom de la plante.

La fixation des insectes est faite au laboratoire. Cette technique consiste à tuer l'insecte sans l'abîmer, en le mettant dans un congélateur pendant quelques heures. Les insectes sont ensuite étalés sur une plaque de polystyrène à l'aide d'épingles entomologiques.

Il est très important d'épingler l'insecte au bon endroit. Cet endroit varie selon les ordres d'insectes. L'épingle doit être enfoncée à angle droit par rapport au corps de l'insecte. En laissant une distance de 10 mm entre l'extrémité de l'épingle et l'insecte.

3.3 La flore

Au cours des sorties, un herbier est réalisé pour identifier toutes les plantes du site d'étude à Bekkaria. Les plantes sont identifiées selon **Quezel et Santa (1962, 1963)**.

3.4 Identification des grains de pollen

La récupération des grains de pollen portés par chaque insecte se fait par la mise de l'insecte dans de l'alcool dans un eppendorf (lavage). L'alcool est ensuite évaporé et remplacé par de la glycérine le contenu de chaque eppendorf correspondant à chaque insecte est observée au microscope optique après préparation entre lame et lamelle.

3.5 Mesures et comptage des grains de pollen

Un micromètre oculaire est utilisé pour la mesure des axes polaires et équatoriaux du grain de pollen afin de déterminer sa grandeur et sa forme. Les mesures sont au micromètre (μm) avec 4 répétitions puis comptage des grains de pollen par insecte. Identification des grains de pollen selon **Reille (1992, 1995, 1999) (Annexe 2)**.

4. Traitement des données

Afin d'exploiter les résultats obtenus, nous avons utilisé des indices écologiques qui pourraient nous permettre de caractériser leur répartition dans la région durant la période d'étude.

4.1 L'abondance relative

L'abondance relative (%) est le pourcentage des individus de l'espèce (n_i) par rapport au total des individus N toutes espèces comptées (**Faurie et al. 2003**). Elle permet de préciser la place occupée par les effectifs de chaque espèce trouvée dans les biotopes. Elle s'exprime :

$$\text{AR \%} = (n_i / N) \cdot 100$$

n_i : Nombre d'individus d'une espèce i .

N : Nombre total des individus toutes espèces comptées.

4.2 Indice de Jaccard

L'indice de similarité de Jaccard (J) est utilisé pour évaluer la similarité entre les mois de capture. (Jaccard, 1912)

$$J = \frac{c}{a+b-c}$$

a : est le nombre total de taxons du site a,

b : le nombre total de taxons du site b,

c : le nombre de taxons communs à « a et b ».

Chapitre II.

Résultats

1. Etude climatique

La région de Tébessa fait partie du haut plateau tellien de l'étage bioclimatique semi-aride, caractérisé par un hiver froid et un été très chaud.

Les données climatiques de la wilaya de Tébessa sur une durée de 22 ans (2000-2021) et les 4 premiers mois de 2022 que nous exposant en (annexe 1) ne sont pas spécifique à la région de Bekkaria mais englobe toutes les daïras de la wilaya.

Les données climatiques exploitées (2000-2022) sont fournies par la station météorologique de Tébessa que nous retrouvons sur le site Tutiempo (code : 604750) située à 35°4"N ; 8°13"E, altitude : 813 m (**Fig. 5**).

L'analyse des variations mensuelles des précipitations et des températures 2021-2022 a révélé que le maximum de précipitations est enregistré en mars 2022 (75.44mm), contre un minimum en juillet 2021 (1.27 mm) et une température de 29,7 °C, alors que le mois le plus frais est janvier 2022 avec 5,5 °C (**Fig. 6**).

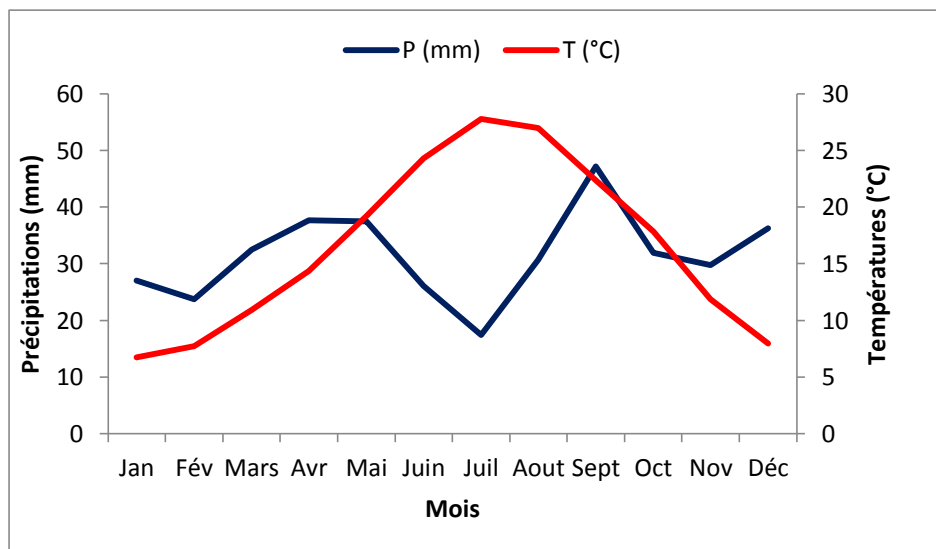


Figure 5. Diagramme ombrothermique de la région de Tébessa de 2000 à 2021.

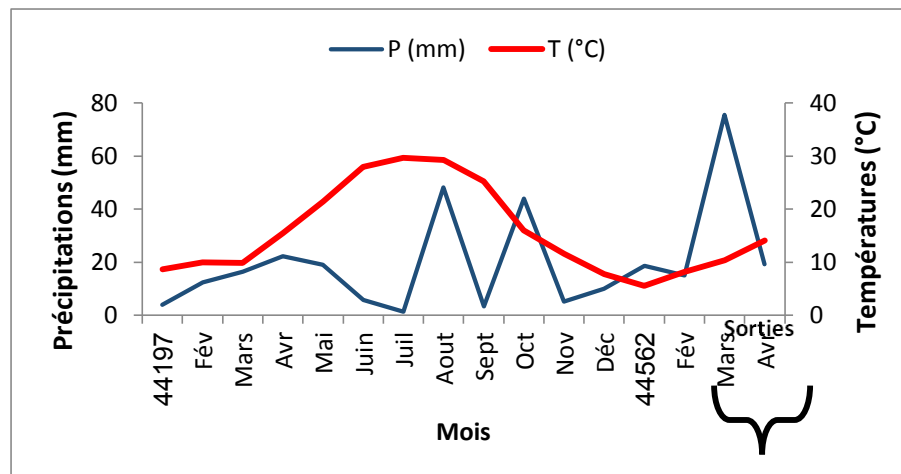


Figure 6. Diagramme ombrothermique de la région de Tébessa de l'année 2021 jusqu'aux mois de sorties de notre étude en 2022.

2. Inventaire et caractéristique de la Flore des sites d'échantillonnage

Cet inventaire nous a permis de comparer les deux stations d'étude, la première constatation pour la première station, est l'absence d'arbres à l'exception d'une lisière de pins à 200 m, avec un cortège de plantes pérennes se caractérisant par la présence de sous-arbrisseaux tels que quelques *Thymelaea hirsuta* (Thymelaceae) et *Astragalus armatus* (Fabaceae) accompagnant une aire étendue de *Salvia rosmarinus* (Lamiaceae), d'*Artemisia herba-alba*, et *Artemisia campestris* (Asteraceae), *Pituranthos scoparius* (Apiaceae) et *Ampelodesmos mauritanicus* (Poaceae). Ainsi que des plantes annuelles tels que *Ononis natrix* et des *Medicago* (Fabaceae) à faible abondance (observation visuelle) (Tab. 02)

La station B montre l'existence d'espèces communes entre les deux stations avec une abondance des plantes annuelles.

Le nombre total des familles inventoriées est 10, regroupant 17 espèces. La famille la plus diversifiée est l'Asteraceae qui comprend cinq espèces puis viennent les Lamiaceae et les Fabaceae.

Tableau 2. Inventaire et caractéristique de la Flore de djebel Bouroumene dans les deux sites d'étude.

Famille	Flore de djebel Bouroumene	Station A	Station B	Fleur	
				Forme	Couleur
Apiaceae	<i>Thapsia garganica</i>		+	Ombelle	Jaune
	<i>Pituranthos scoparius</i>	+		Ombelle	Blanche
Asteraceae	<i>Artemisia herba-alba</i>	+		Capitule	Jaune
	<i>Artemisia campestris</i>	+		Capitule	Jaune
	<i>Anacyclus clavatus</i>	+	+	Capitule	Jaune
	<i>Scorzonera undulta</i>	+	+	Capitule	Mauve
	<i>Reichardia picroides</i>	+	+	Capitule	Jaune
Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i>	+	+	Tube	Jaune
Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	+	+	Tube	Mauve
Fabaceae	<i>Ononis natrix</i>	+	+	Tube	Jaune
	<i>Astragalus armatus</i>	+		Tube	Mauve
Lamiaceae	<i>Salvia rosmarinus L.</i>	+		Tube	Bleu
	<i>Thymus algeriensis</i>	+		Tube	Mauve
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i>	+	+	Capitule	Mauve
Pouaceae	<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	+		Epillet	Verte
Papaverceae	<i>Papaver roheas</i>	+	+	Capitule	Rouge
Thymelaceae	<i>Thymeleae hirsuta</i>	+	+	Tube	Jaune
Richesse spécifique	17	16	10		
Indice de Jaccard	0.52				

3. Etude synécologique de la faune entomologique

Les sorties réalisées dans le site de Bekkaria au niveau des deux stations d'étude durant la période d'expérimentation (fin mars 2022 à fin Avril 2022), ont permis d'obtenir les résultats ci-dessous et de faire des comparaisons partielles pour chaque ordre et globale (tous les genres confondus) en fonction de l'abondance relative et des indices écologiques

D'après les résultats du Tableau 03, nous avons signalé la présence de trois ordres : hyménoptères, diptères et coléoptères.

L'ordre des hyménoptères était représenté par trois familles (Apidea, Andrenidea, Megachilidae) et 07 genres (*Anthophora*, *Eucera*, *Tetralonia*, *Apis*, *Andrena*, *Rhodanthidum*, *Osmia*) suivent de l'ordre des diptères qui présente trois familles (Empidae, Bombylidae, Conopidae) et trois genres (*Neoepitriptus*, *Bombylus*, *Conops*) suivi par l'ordre des coléoptères qui a été représenté par deux familles (Melolonthidae, Carabidae) et 02 genres (*Melolontha*, *Calosima*)

Concernant la station A (la forêt), nous avons capturé 35 individu appartenant aux trois ordres (hyménoptères, diptères, coléoptères) l'ordre des hyménoptères contient 06 genres (*Anthophora*, *Eucera*, *Apis*, *Andrena*, *Rhodanthidum*, *Osmia*); suivi par l'ordre de diptère qui contient deux genres (*Neoepitriptus*, *Bombylus*, *Conops*), suivi par l'ordre des coléoptères qui a été représenté par deux genres (*Melolontha*, *Calosima* sp).

L'abondance relative montre que le genre *Andrena* était le plus abondant (34.28%) par contre les genres les moins abondants était : *Anthophora*, *Osmia*, *Calosima* et *Conops* (2.85%).

Concernant la station B (lisière), on a capturé 31 individus appartenant aux trois ordres (hyménoptères, diptères, coléoptères) l'ordre des hyménoptères contient 06 genres (*Anthophora*, *Eucera*, *Tetralonia*, *Andrena*, *Rhodanthidum*, *Osmia*) et suivi par l'ordre des diptères qui contient deux espèces (*Neoepitriptus*, *Bombylus*) suivi par l'ordre des coléoptères avec un seul genre (*Melolontha*).

L'abondance relative montre une abondance du genre *Andrena* (35.48%) et faible abondance des genres *Neoepitriptus* et *Bombylus* (3.22%).

Tableau 3. Nombre d'individus, et l'abondance relative de tous les genres.

Ordre	Famille	Genre	Totale des insectes capturés		Insectes capturés dans les deux stations			
			Nombre d'individu	Abondance Relative (%)	Forêt (site A)		Lisière (site B)	
					Nb	A(%)	Nb	A(%)
Hymenoptera	Apidea	<i>Anthophora</i>	3	4.54	1	2.85	2	6.45
		<i>Eucera</i>	12	18.18	4	11.42	8	25.80
		<i>Tetralonia</i>	1	1.51	0	0	1	3.22
		<i>Apis</i>	2	3.03	2	5.71	0	0
	Andrenidae	<i>Andrena</i>	23	34.84	12	34.28	11	35.48
	Megachilidae	<i>Rhodanthidium</i>	5	7.57	3	8.57	2	6.45
<i>Osima</i>		3	4.54	1	2.85	2	6.45	
Coleoptera	Melolonthidae	<i>Melolontha</i>	11	16.66	8	22.85	3	9.67
	Carabidae	<i>Calosima</i>	1	1.51	1	2.85	0	0
Diptera	Empidae	<i>Neoepitriptus</i>	3	4.54	2	5.71	1	3.22
		<i>Setosulus</i>						
	Bombylidae	<i>Bombylus</i> <i>Minor</i>	1	1.51	0	0	1	3.22
	Conopidae	<i>Conops</i>	1	1.51	1	2.85	0	0
Total	8	12	66	100	35	100	31	100

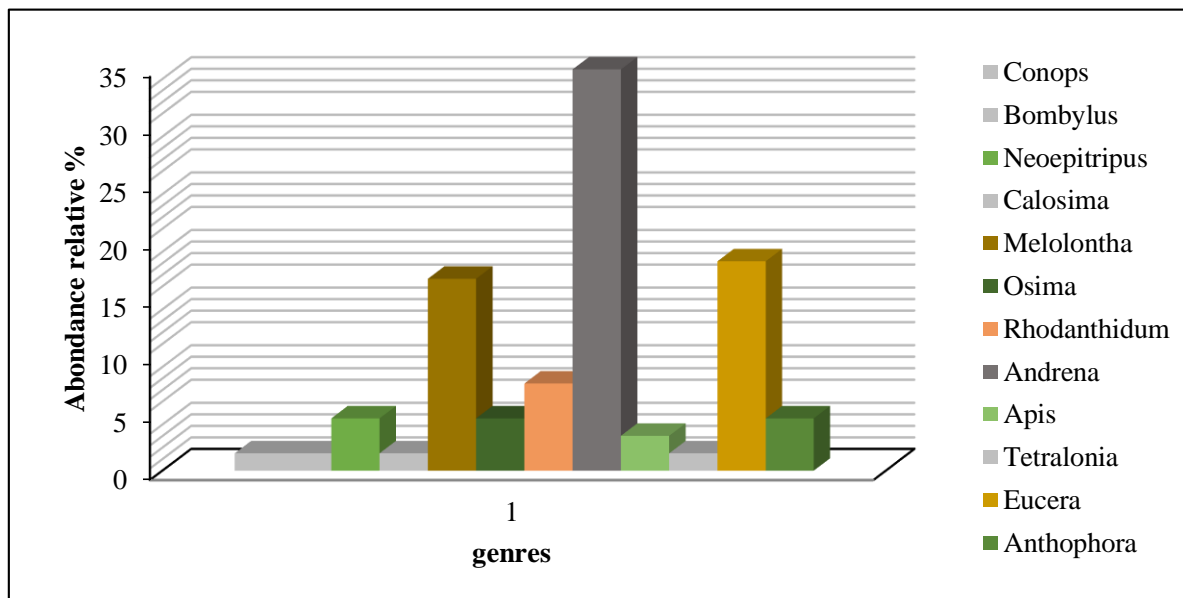


Figure 5. Abondance relative des genres d'insectes collectés dans les deux sites.

3.1 Ordre des Hyménoptères

Les résultats concernant l'ordre des hyménoptères sont consignés dans le Tableau 4, un nombre total de 49 individus a été signalé dans les deux sites appartenant à trois familles (Apidea, Andrenidae, Megachilidae) et 07 genres (*Anthophora*, *Eucera*, *Tetralonia*, *Apis*, *Andrena*, *Rhodanthidum*, *Osmia*)

- Station A

Le site est représenté par 03 familles (Apidea, Andrenidae, Mégachilidae) et 06 genres (*Anthophora*, *Eucera*, *Apis*, *Andrena*, *Rhodanthidum*, *Osmia*).

L'abondance relative montre que le genre *Andrena* est le plus abondant (52.17%), par contre le genre le moins abondant était le genre *Osmia* (34.34%) (Tab.04).

- Station B

On a signalé la présence des 03 familles (Apidea, Andrenidae, Megachilidae) et 06 genres (*Anthophora*, *Eucera*, *Tetralonia*, *Andrena*, *Rhodanthidum*, *Osmia*)

L'abondance relative montre que le genre *Andrena* est également le plus abondant (42.30%) alors que le genre *Tetralonia sp* ne présente que (3.84%) (Tab.04).

La comparaison des sites A et B pour les Apidea, montre qu'il y a des spécificité avec le genre *Apis* en station A et le genre *Tetralonia* en station B.

Le genre le plus abondant dans les deux sites était le genre *Andrena* suivi du genre *Eucera*.

Tableau 4. Nombre d'individus, abondance relative et indices écologiques des genres de l'ordre hyménoptères dans chaque station d'étude.

Ordre	Famille	Genre	Nombre total d'individus	Abondance Relative (%)	Forêt		Lisière	
					Nb	A%	Nb	A%
Hymenoptera	Apidea	<i>Anthophora</i>	3	6.12	1	4.34	2	7.69
		<i>Eucera</i>	12	24.48	4	17.39	8	30.76
		<i>Tetralonia</i>	1	2.04	0	0	1	3.84
		<i>Apis</i>	2	4.08	2	8.69	0	0
	Andrenidae	<i>Andrena</i>	23	46.93	12	52.17	11	42.30
	Megachilidae	<i>Rhodanthidum</i>	5	10.20	3	13.04	2	7.69
		<i>Osmia</i>	3	6.12	1	4.34	2	7.69
	Total			49	100	23	100	26

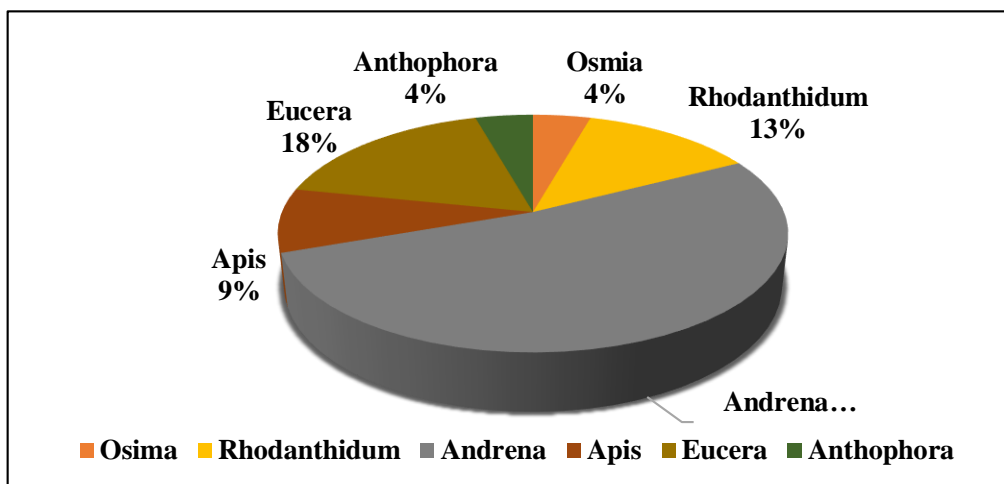


Figure 6. Abondance relative des hyménoptères dans la station A (forêt).

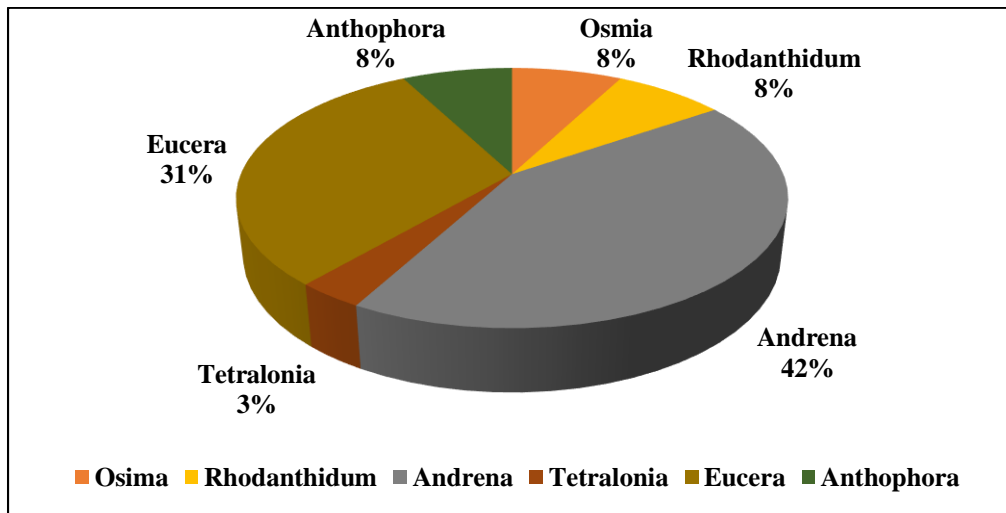


Figure 7. Abondance relative des hyménoptères dans la station B (Lisière).

3.2 Ordre des Coléoptères

Pour cet ordre un nombre total de 12 individus était signalé dans les deux sites, appartenant à deux familles (Melolonthidae, Carabidae) représentés par deux genres : *Melolontha* et *Calosima*, ce dernier est signalé uniquement au niveau de la station A.

L'abondance relative des deux sites montre une nette présence de la famille des Melolonthidae (91.66%) et une faible présence de la famille des Carabidae (8.33%).

Tableau 5. Nombre d'individus, abondance relative et indices écologiques des genres de l'ordre des coléoptères dans chaque station d'étude.

Ordre	Famille	Genre	Nombre total d'individu	Abondance Relative (%)	Forêt		Lisière	
					Nb	%A	Nb	A%
Coleoptera	Melolonthidae	<i>Melolontha</i>	11	91.66	8	88.88	3	100
	Carabidae	<i>Calosima</i>	1	8.33	1	11.11	0	0
	Total		12	100	9	100	3	100

3.3 Ordre des Diptères

Pour cet ordre un nombre total de 05 individus appartenant à 03 espèces a été signalé dans les deux sites, appartenant à trois familles (Empididae, Bombylidae, Conopidae) et trois genres (*Neoepitriptus*, *Bombylus*, *Conops*).

- Station A

La station est représentée par deux familles (Empididae, Conopidae) représenté par deux genres (*Neoepitriptus*, *Conops*).

- Station B

La station est représentée par deux familles (Empididae, Bombylidae) qui contiennent deux espèces (*Neoepitriptus*, *Bombylus*) (**Tab. 06**).

L'abondance relative montre une nette abondance de la famille des Empididae dans les deux sites (**Tab. 06**).

Tableau 6. Nombre d'individus, abondance relative des genres de l'ordre des Diptères dans les sites d'étude.

Ordre	Famille	Genre	Nombre Total d'individu	Abondance Relative (%)	Forêt		Lisière	
					Nb	A%	Nb	A%
Diptera	Empididae	<i>Neoepitriptus</i>	3	60	2	66.66	1	50
		<i>Setosulus</i>						
	Bombylidae	<i>Bombylus</i>	1	16.66	0	0	1	50
		<i>Minor</i>						
Conopidae	<i>Conops</i>	1	16.66	1	33.33	0	0	
Total			5	100	3	100	2	100

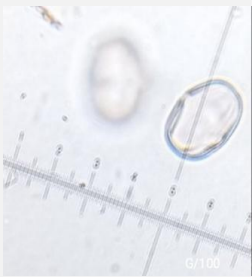
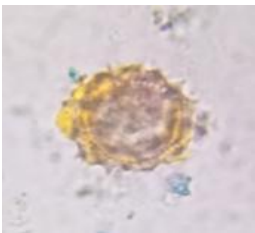
4. Relation insecte-grains de pollen

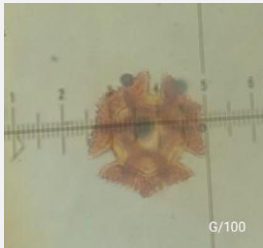
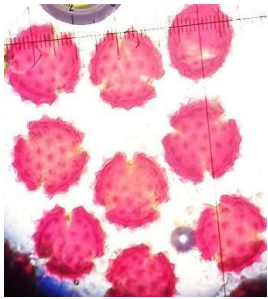
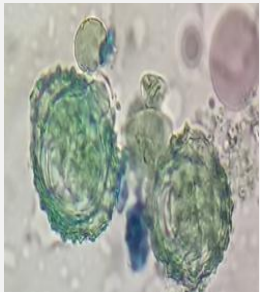
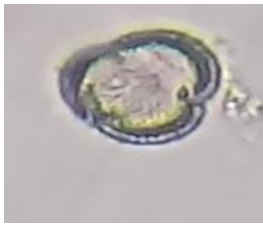

Le **Tableau 07** résume les caractéristiques des grains de pollen prélevé sur les familles d'insectes qui se nourrissent de fleurs .




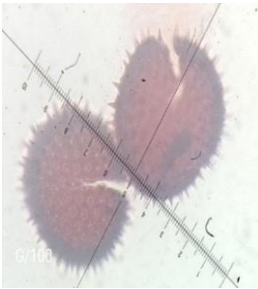
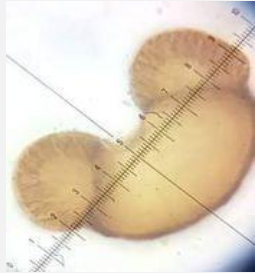
La majorité des grains de pollen sont à exine réticulé comme *Salvia rosmarinus* ,*Thapsia garganica* ou echinulée comme *Malva Sylvestris*, ou vésiculé avec des ballonets du *Pinus halepensis*. Certains grains de pollen sont à exine non tectée, donc lisse tel que chez les Poaceae.

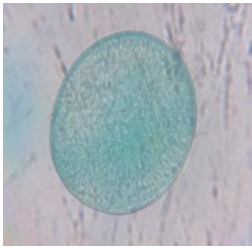
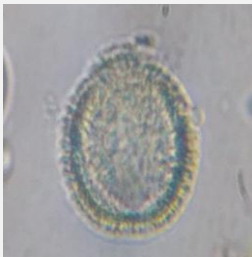
La taille du pollen est moyenne pour tous, sauf pour *Malva sylvestris* avec 100 µm en étant le plus grand et *Echium plantagineum*, petit longiaxe avec 19,5/10,5 µm. Toutes les Asteraceae sont à exine tectée ornementée, il est de même pour les Lamiaceae sauf que l'exine est moins tecté. Il est à noter, la présence sur les insectes de pollen dont l'espèce ne faisait pas partie de la liste floristique de la station, il s'agit de Cistaceae (*Helianthemum sp*), cependant celle-ci peut être retrouvée à 500 m des deux sites.

Tableau 7. Caractéristiques des grains de pollen collectés sur le corps des insectes.

Famille	Taxon	Grain de pollen vu par microscope-optique	Forme	Type Pollinique	Ornementation de l'exine	Taille (µm)
Apiaceae	<i>Thapsia garganica</i>	 Gr/100	Longiaxe	Tricolporé	Granulée	PP'=24±1 EE'=14.5±0. 5
Asteraceae	<i>Anacyclus Clavatus</i>	 Gr/40	Sphérique	Tricolporé	Echinulée	PP'=20±0 EE'=20±0

	<i>Scorzonera undulata</i>	 Gr/100	Sphérique	Fenestré	Echinulée	PP'=25±0.4 EE'=25±0.5
	<i>Senecio sp</i>	 Gr/100	Sphérique	Tricolporé	Echinelé	PP'=36±0.5 EE'=36±0.5
	<i>Calendula arvensis</i>	 Gr/40	Bréviaxe	Tricolporwé	Echinelé	PP 0.5±34=' EE'=36±0.5
Brassicaceae	<i>Brassica Sp</i>	 Gr/40	Sphérique	Tricolpé	Lisse	
Citaceae	<i>Helianthemum sp</i>	 Gr/40	Bréviaxe	Tricolporé	Lisse	PP'=32±0.5 EE'=34±0.5

Convolvulaceae	<i>Convolvulus Arvensis</i>	 Gr/40	Sphérique	Tricolpé	Tectée	PP'=53±0.5 EE'=50±0.5
Fabaceae	<i>Astragalus armatus</i>	 Gr/40	Longiaxe	Tricolporé	Lisse	PP'=35±0.5 EE'=26±0.5
Lamiaceae	<i>Salvia rosmarinus</i>	 Gr/100	Sphérique	Stéphanocolpé	Lisse	PP'=36±0.5 EE'=36 ±0.5
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i>	 Gr/100	Sphérique	Périporé	Echinulée	PP'=100±00 EE'=100±00
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i>	 Gr/100	Sphérique	Vésiculé	Lisse	PP'=45.5±0.5 EE'=22±0.5

Poaceae	<i>Stipa parviflora</i>	 Gr/40	Sphérique	Monopore	Lisse	PP'=21±00 EE'=20±00
Thymelaceae	<i>Thymelaea hirsuta</i>	 Gr/40	Sphérique	Périporé	Granulée	PP'=22±0.5 EE'=22±0.5

4.1 Relation faune entomologique et grains de pollen collectés pour chaque ordre

4.1.1 Grains de pollen collectés chez l'ordre des hyménoptères

Le Tableau 8 représente le nombre et le type de grain de pollen retrouvés sur l'ordre des Hyménoptère capturés au niveau des deux stations d'étude. Les stations A et B sont représentée, par un nombre total de grains de pollen de 9 983 provenant de 14 espèces végétales collectés sur 7 genres d'Hyménoptères (*Anthophora*, *Eucera*, *Tetralonia*, *Apis*, *Andrena*, *Rhodanthidium*, *Osmia*).

L' *Andrena* est le genre qui a collecté le plus de grain pollen avec un total de 5 420 grains en grande partie de Fabaceae (*Astragalus armatus*) avec (2 479 grains), suivie par les Brassicaceae (*Brassica*) (1736grains).

Les Poaceae (4 72grains) et les Thymelaceae (543 grains) en nombre très importants par rapport aux Convolvulaceae (61grains), les Pinaceae (27 grains) et les Citaceae (38 grains) et les Malvaceae qui ne sont représentées que par 06 grains de pollen.

Tableau 8. Nombre de grains de pollen collectés chez les Hyménoptères.

Genre des Hymenoptera	Nb d'individus	Nb total de grains de pollen	Grains de pollen collectés
<i>Anthophora</i>	3	35	<i>Thymeleae hirsuta</i>
		32	<i>Brassica sp</i>
		8	<i>Pinus halepensis</i>
		623	<i>Astragalus armatus</i>
		10	<i>Senecio sp</i>
<i>Eucera</i>	12	246	<i>Thymeleae hirsuta</i>
		811	<i>Brassica sp</i>
		10	<i>Pinus halepensis</i>
		8	<i>Helianthemum sp</i>
		1	<i>Thapsia garganica</i>
		215	<i>Stipa parviflora</i>
		29	<i>Convolvulus arvensis</i>
		1102	<i>Astragalus armatus</i>
		39	<i>Senecio sp</i>
<i>Tetralonia</i>	1	5	<i>Astragalus armatus</i>
		86	<i>Brassica sp</i>
		8	<i>Convolvulus arvensis</i>
		9	<i>Stipa parviflora</i>
		13	<i>Thymeleae hirsuta</i>
		39	<i>Senecio sp</i>
<i>Apis</i>	2	438	<i>Astragalus armatus</i>
		14	<i>Brassica sp</i>
		8	<i>Salvia rosmarinus</i>
		85	<i>Stipa parviflora</i>
		15	<i>Thymeleae hirsuta</i>
		10	<i>Senecio sp</i>
<i>Andrena</i>	23	543	<i>Thymeleae hirsuta</i>
		1736	<i>Brassica sp</i>
		27	<i>Pinus halepensis</i>

		38	<i>Helianthemum sp</i>
		472	<i>Stipa parviflora</i>
		61	<i>Convolvulus Arvensis</i>
		2479	<i>Astragalus armatus</i>
		8	<i>Fabaceae</i>
		4	<i>Anacyclus clavatus</i>
		6	<i>Malva sylvestris</i>
		26	<i>Senecio sp</i>
		20	<i>Scorzonera undulata</i>
Rhodanthidum	5	84	<i>Thymeleae hirsuta</i>
		65	<i>Brassica sp</i>
		13	<i>Fabaceae</i>
		7	<i>Salvia rosmarinus</i>
		98	<i>Stipa parviflora</i>
		3	<i>Convolvulus arvensis</i>
		13	<i>Senecio sp</i>
		29	<i>Astragalus armatus</i>
Osmia	3	45	<i>Thymeleae hirsuta</i>
		166	<i>Brassica</i>
		4	<i>Fabaceae</i>
		75	<i>Astragalus armatus</i>
		58	<i>Stipa parviflora</i>
		4	<i>Convolvulus arvensis</i>
Total	49	9983	

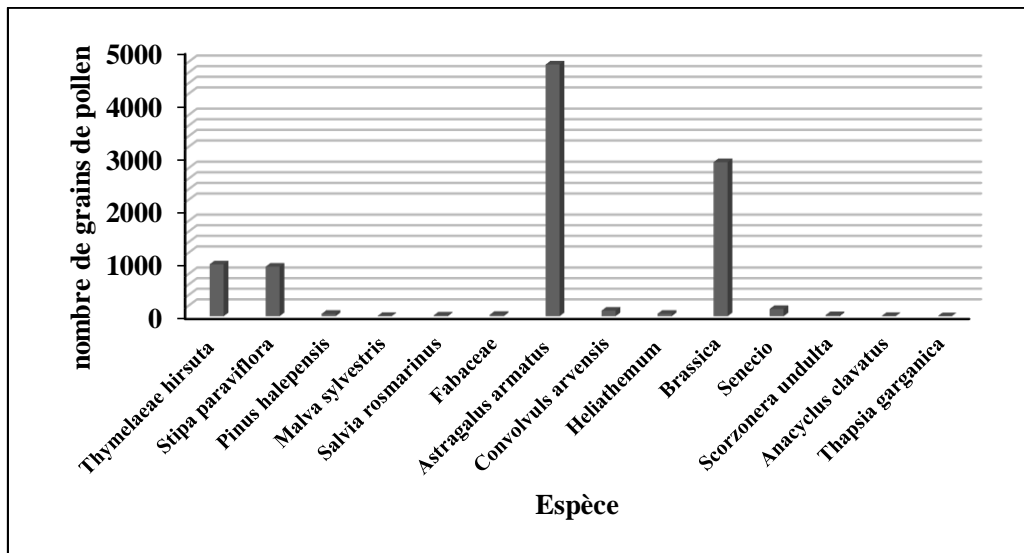


Figure 8. Nombre de grains de pollen collectés chez l'ordre des Hyménoptères.



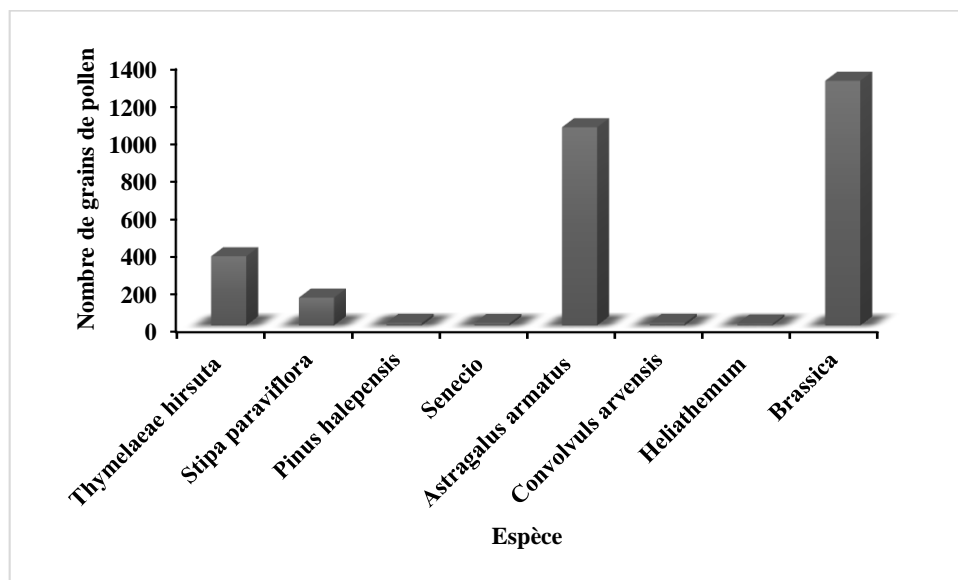
Figure 9. Espèces végétales préférées et nombre des graines pollen collectés par le genre *Andrena*.

4.1.2 Grains de pollen collectés chez l'ordre des Coléoptères

D'après le tableau 09 les familles botaniques les plus visitées par les différents genres de Coléoptères sont les Fabaceae (*Astragalus armatus*) suivi des Brassicaceae. Le genre entomologique le plus présent est *Melolontha* avec une totalité de 1 860 grains de pollen

Tableau 9. Nombre de grain de pollen collectés chez les Coléoptères.

Genre des Coléoptères	Nb d'individus	Nb total de grains de pollen	Grains de pollen collectés
<i>Melolontha</i>	11	121	<i>Thymeleae hirsuta</i>
		491	<i>Brassica sp</i>
		13	<i>Pinus halepensis</i>
		1054	<i>Astragalus armatus</i>
		13	<i>Convolvulus arvensis</i>
		9	<i>Helianthemum sp</i>
		147	<i>Stipa parviflora</i>
		12	<i>Senecio sp</i>
<i>Calosima</i>	1	246	<i>Thymeleae hirsuta</i>
		811	<i>Brassica sp</i>
Total	12	2917	

**Figure 10.** Nombre de grains de pollen collectés chez les Coléoptères.

4.1.3 Grains de pollen collectés chez l'ordre des Diptères

Le Tableau 10 résume la collecte pollinique effectuée par les 3 genres de diptères, le nombre des grains pollen collecté par *Bombylus minor*, *Neoepitriptus Setosulus* et *Conops* est inférieur en comparaison avec les autres ordres avec une totalité de (607 grains). *Neoepitriptus* est l'espèce qui a collecté le plus de grain pollen dans cet ordre avec (575 grains) en grande partie de l'*Astragalus Armatus* (394 grains), suivie par les Poaceae (101 graine). Les Brassicaceae et les Thymelaceae en nombre très importants. Par contre, les Convolvulaceae, les Malvaceae et Citaceae sont représentées par un faible nombre de grain de pollen. Les genres, *conops* sp et *Bombylus minor* sont les moins collecteurs de pollen.

Tableau 10. Nombre de grain de pollen collectés chez les Diptères.

Genre des Diptères	Nb d'individus	Nb total de grains de pollen	Grains de pollen collectés
<i>Bombylus minor</i>	1	10	<i>Thymeleae hirsuta</i>
		10	<i>Brassica sp</i>
		3	<i>Stipa parviflora</i>
		6	<i>Convolvulus arvensis</i>
<i>Neoepitriptus setosulus</i>	3	18	<i>Thymemeae hirsuta</i>
		24	<i>Brassica sp</i>
		17	<i>Pinus halepensis</i>
		4	<i>Helianthemum sp</i>
		7	<i>Malva sylvestris</i>
		101	<i>Stipa parviflora</i>
		5	<i>Convolvulus arvensis</i>
		394	<i>Astragalus armatus</i>
		5	<i>Senecio sp</i>
<i>Conops</i>	1	4	<i>Brassica sp</i>
		2	<i>Thymeleae hirsuta</i>
Total	5	607	

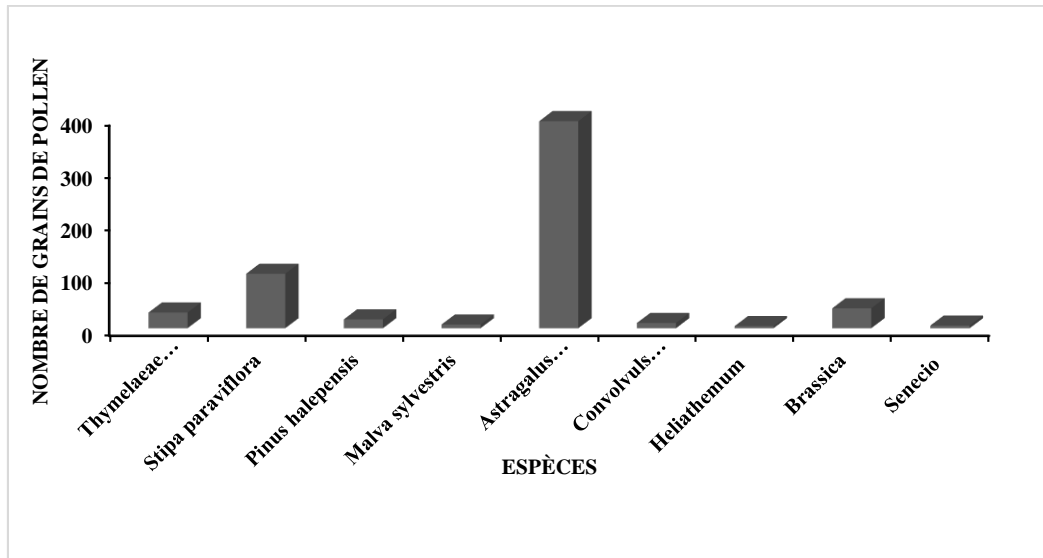


Figure 11. Nombre de grains de pollen collectés chez les Diptères.

Chapitre III.
Discussion

Ce travail consiste à étudier la relation pollinisateurs - plantes à partir de l'étude des grains de pollen collectés sur le corps des insectes capturés durant environ 1 mois (29 mars 2022 au 24 avril 2022) avec une totalité de 3 sorties. L'expérimentation est effectuée dans la région de Bekkaria au niveau de deux stations : la première, un terrain dégagé sans arbres sur au moins 200 m (A) et en bordure de route (B) présentant une différence floristique.

Les inventaires floristiques et entomologiques ont permis de dresser des listes pour chaque station de notre étude.

Le couvert végétal a présenté au niveau de la station « A » (en amont de djebel Bouroumane) ,12 familles et 16 taxons contre 07 familles et 10 taxons pour la seconde station (au pied de la montagne en bordure de route) « B ». Sur l'ensemble des taxons, la flore commune entre les deux sites est de 09 taxons. La plupart de ces derniers sont des plantes annuelles, leur présence est liée à leur cycle de vie selon la saison. Le reste de la végétation est composé par des pérennes et ne seront utiles pour les insectes butineurs qu'en période de floraison. La spécificité des plantes par rapport à l'insecte ne peut être vu qu'après observation sur terrain ou/et par le biais des grains de pollen collectés sur les insectes. L'inventaire entomologique des insectes capturés a abouti au global de 35 individus répartis sur 10 genres 08 familles et 3 ordres dans la station « A ». L'effectif total de la station « B » est de 31 individus répartis sur 09 genres, 06 familles et 3 ordres.

Le nombre des genres communs entre les deux sites est de 05 genres pour les Hyménoptères, 01 genre pour les coléoptères, de même pour les diptères. En fonction du temps nous remarquons que le nombre d'insectes capturés est différent d'une quinzaine à l'autre augmentant avec les températures de mars à avril.

Le recensement montre l'abondance de l'ordres des Hyménoptères ce qui est similaire avec les travaux de **Benarfa (2005); Touahria et Gadouri (2015); Belala et Nacer (2016); Baseli et Djellab (2017)** suivi par les coléoptères concordant avec les travaux de **Bouabida et Bendar (2000); Amara (2001); Sbiki (2008); Gherissi (2010); Belghit et Rebiai (2010); Khelili (2012)**. On peut expliquer la dominance des Hyménoptères et les coléoptères par l'adaptation de cet ordre aux conditions climatique annuelles ce qui montre l'augmentation du nombre d'individus.

Dans les deux sites la famille la plus nombreuse durant la période d'étude est la famille des Andrenidae, par ailleurs les travaux réalisés dans la région de Bekkaria ont

enregistrés l'abondance des Apidae (**Benarfa ,2005; Touahria et Gadouri, 2015; Belala et Nacer, 2016; Baseli et Djellab, 2017**).

Certaines spécificités ont été notées au niveau des sites : les genres *Apis*, *Calosima*, *Conops* sont signalés seulement dans la station A ; pour la station B, on a noté la présence les genres *Tetralonia*, *Bombylus* .

Les plantes et les insectes étant tous deux des éléments particulièrement complexes et affichant une incroyable diversité ; la relation de Plante-Insecte est liée aux besoins de l'insecte au végétal (habitat, nourriture...etc.) et réciproquement de la plante à l'insecte pour la pollinisation.

L'appareil des pièces buccales chez les insectes se diffère en, type broyeur-lécheur chez les Hyménoptères, de type piqueur pour les Diptères et également les Hyménoptères. Les pièces buccales particulièrement reconnaissables du type suceur comportant une trompe pour aspirer le nectar chez les Lépidoptères.

Chacun de ces ordres d'insectes va devoir choisir sont fournisseurs de nectar et de pollen selon la morphologie de la fleur. La forme des fleurs détermine en grande partie les espèces de pollinisateurs capables d'atteindre le nectar. Celles dont la corolle s'ouvre largement, comme les Asteraceae, offrent une plage d'atterrissage aux Lépidoptères et autres insectes.

Les fleurs tubulaires comme les convolvulacées, accueillent les insectes qui peuvent voler tout en plongeant leur pièce buccale au cœur de la corolle (Syrphidés).

La forme des fleurs des Scrophulariaceae favorise les minuscules insectes qui peuvent se glisser dans ses replis. Certaines espèces de Ranunculaceae possèdent des fleurs fermées que seuls les plus puissants pollinisateurs, comme le bourdon, peuvent forcer. Certaines espèces arborent des pétales de couleur claire et de forme elliptique qui attirent les pollinisateurs en concentrant la chaleur au cœur de la fleur (**Alleaume, 2012**).

L'odeur des fleurs peut aussi exercer un attrait sur les pollinisateurs, comme Les coléoptères sont souvent trouvés chez les *Artemisia herba alba* attirés par leur forte odeur malgré leur fleurs minuscules.

Les insectes pollinisateurs visitent par conséquence des fleurs à nectar facilement accessible : Asteraceae. Par contre, d'autres insectes appartenant aux familles des Megachilidae, Anthophoridae et Apidae, possédant une longue qui leur permet d'atteindre le nectar au fond des corolles plus profondes comme chez Lamiaceae et les Fabaceae (**Chifflet, 2010**).

Les visites florales basées sur le dénombrement de grain pollen, mettent en évidence que les Hyménoptères ne fréquentent pas tous les mêmes espèces de plantes mais une préférence pour *Astragalus armatus* (Fabaceae) avec 4 238 grains suivis des Brassicaceae et Thymelaceae.

On peut expliquer ce résultat par l'adaptation morphologique de cet ordre (l'appareil buccal de type broyeur-lécheur et leur abdomen poilu) avec le type des fleurs de ces plantes.

Les familles botaniques les plus visitées par les coléoptères sont les Brassicaceae (*Brassica*) avec 1 302 grains suivis par les Fabaceae et les Thymelaceae. Les coléoptères ont des pièces buccales adaptées à ce régime alimentaire quelques longicornes ont le thorax et la tête très effilés ce qui leur permet de s'alimenter plus facilement en nectar.

Les Diptères à pièces buccales longues de type suceur-lécheur tels que la famille Conopidae ne sont pas de bons transporteurs de pollen.

Les grains de pollen les plus collectés par l'ordre des Hyménoptères sont liés aux familles des Fabaceae, Brassicaceae, Thymelaceae, Poaceae et beaucoup moins de chez les Asteraceae et Malvaceae. On peut expliquer ce résultat par l'adaptation morphologique des Hyménoptères au type floral. Cependant, il faut mettre la lumière sur l'importance de l'exine chez le pollen et son rôle à faciliter son transport par l'insecte. Il est évident que l'insecte butineur ou simple visiteur joue un rôle dont l'importance augmente avec la morphologie de son corps et la présence de poils. Lorsque l'exine du pollen est tectée et ornementée celui-ci s'accroche facilement aux poils de l'insecte sans parler des spécialistes de collectes du pollen comme les abeilles. Les grains de pollen lisses peuvent se coller à l'insecte par des substances collantes tel que le nectar que ce dernier aurait sucé. En général les grains de pollen de Poaceae en tendance à être disséminés par les vents. Le nombre de grains de pollen collectés par chaque insecte est une composante de faits tels que : la quantité de pollen produit par l'espèce, la floraison tardive ou précoce par rapport aux différentes espèces et les atouts attractifs de chaque plante pour attirer l'insecte.

Les résultats obtenus montrent la richesse de la forêt en espèces végétales par rapport à la lisière, les grains de pollen collectés sur les insectes mettent en évidence que les plantes visitées ne sont pas spécifiques à un taxon ou une famille entomologique donnée. Il est à signaler que la bordure de route est une fin de pente qui peut emmagasinée l'eau de ruissellement, favorisant les plantes annuelles.

Pour la faune pas de différence notable entre les deux stations.

Les grains de pollen ne faisant pas partie de la liste floristique des deux stations mettent en évidence le déplacement des insectes d'une zone à une autre pouvant faire de longue distance, comme pour le pollen de la plante Citaceae (*Helianthemum*) trouvé sur certains insectes (cette plante fait partie de la végétation de Bekkaria mais elle est en dehors des stations d'étude).

Nos résultats montrent que la relation entre la plante et l'insecte est représenté comme suit :

- Plus l'insecte est poilu (Hyménoptère) plus la collecte en nombre de grains de pollen est importante vu les grains pollen à exine tectée, récoltés sur les insectes.
- La forme de la fleur notamment tubulaire incite l'insecte à pénétrer à l'intérieur de la corolle d'où un frottement du corps de ce dernier avec les anthères.
- Il est de même pour la forme et l'ornementation du grain de pollen ainsi que pour le type pollinique, ces paramètres regroupés permettent un meilleur transport de ces derniers par les insectes.

Conclusion

Conclusion

Ce travail a été mené dans la wilaya de Tébessa à climat semi-aride (Bekkaria) sur deux stations (une lisière et une forêt).

Ce travail est en vue d'inventorier la flore et la faune entomologique, les Hyménoptères sont majoritaire par la présence des Andrenadae suivi par l'ordre des coléoptères et des Diptères

L'ordre des Hyménoptères était représenté par trois familles (Apidea, Andrendae, Megachilidae) et 07 genres suivi de l'ordre des Diptère qui contient trois familles (Empidae, Bombylidae, Conopidae) et trois genres suivi par l'ordre des Coléoptères qui a été représenté par deux familles (Melolonthidae, Carabidae) et 02 genres.

Le nombre total des familles botaniques inventoriées est de 10, regroupant 17 espèces. La famille la plus diversifiée est celle des Asteraceae qui comprend cinq espèces puis les Lamiaceae et les Fabaceae.

Donc, la pollinisation entomophile implique une relation mutualiste entre plantes visitées et insectes visiteurs, réciproquement bénéfique pour les deux espèces.

Le transport de pollen n'est pas un comportement volontaire des insectes pollinisateurs, mais plutôt un service rendu par ceux-ci lorsqu'ils se nourrissent grâce aux fleurs. La faune entomologique est donc généraliste et les pièces buccales ne sont pas d'un rôle principal dans la pollinisation.

Ces résultats ne sont que préliminaires ils ouvrent la brèche sur des corrélations intéressantes en ciblant un genre d'insecte ou un complexe florale pour dégager au mieux les relations insectes plantes.

Vue la courte période d'investigation nous proposons d'étaler les travaux sur les saisons pour mieux cerner ce sujet.

*Références
bibliographiques*

1. Abrol, D. P. (2011). *Pollination Biology : Biodiversity Conservation and Agricultural Production*. Springer Science & Business Media.
2. Alleaume, C. (2012). *L'abeille domestique (Apis mellifera) exemple pour l'étude de l'attractivité des plantes cultivées sur les insectes pollinisateurs*. Thèse doctorat vétérinaire. Créteil. France : p 7-41
Amsterdam: p 237-240
3. Basli, N ; Djellab, K. (2017). *Relation faune entomophile pollinisatrice à pièces buccales*
Mémoire de master en Ecologie Animale
4. Baude, M ; Muratet , A ; Fontaine, C ; Pellaton, M ; *Plantes pollinisateurs. Observés dans les terrains vagues de Seine-Saint-Denis.*
5. Belala, J ; Nacerkh. (2016) *Comparaison de la pollinisation entomophile de la flore de la région de Bekkaria (Forestier et plaine) mémoire de master en Biodiversité et préservation des écosystèmes*
6. Belghit, N et Rebiai L. (2012). *Composition du régime alimentaire de deux colonies de cigogne blanche (Ciconiaciconia) nichant dans la Wilaya de Tébessa et d'Oum El-Bouaghi. Mem. Ingénieur d'état, Université de Tébessa, p 156*
7. Benachour, K. (2008). *Diversité et activité pollinisatrice des abeilles (Hymenoptera: Apoidea) sur les plantes cultivées, Thèse de doctorat en sciences en entomologie appliqué : p 19-25*
8. Benarfa, N. (2005). *Inventaire de la faune apoidienne dans la région de Tébessa. Mémoire de Magister en entomologie.*
9. Bouabida, H ; Bendar, A. (2000). *Contribution à l'étude de régime alimentaire de la cigogne blanche (Ciconiaciconia) dans la région de régime de Tébessa période d'étude : février-mars-avril 1999. Uni. De Tébessa, Ingénieur d'état. p 35-36.*
10. Buchmann, S, L. (1985). *Bees Use Vibration to Aid Pollen Collection from Non-Poricidal Flowers. Journal of the Kansas Entomological Society, 58(3), 517-525. JSTOR.*
11. Chifflet, R. (2010). *Faune pollinisatrice, paysage et échelle spatiale des flux de pollen chez Brassica napus (Brassicaceae). Thèse Doctorat science agronomique : p 37-42.*
12. Declèves, S. (2014). *Qualité diététique du pollen : Le paradoxe des Asteraceae [Mémoire].Université de Mons.*

13. Dibos, C. (2010). Interactions plante—Pollinisateur : Caractérisation de la qualité du pollen de deux cucurbitacées durant son ontogénèse, sa présentation et son transport sur le corps de l'abeille domestique [Biologie végétale, Université d'Avignon].
14. Djebaili, S. (1984). Steppes algériennes. Phytocologie et écologie. Ed : OPU : p 135.
15. Dötterl, S; Jürgens, A; Seifert, K; Laube, T; Weißbecker, B; & Schütz, S. (2006). Nursery pollination by a moth in *Silenelatifolia* : The role of odours in eliciting antennal and behavioural responses. *New Phytologist*, 169(4), p 707-718.
16. Dutuit, P ; & Gorenflot, R. (2016). Unité du monde vivant et développement durable : Glossaire. Educagri Editions.
17. Faegri, K; & Pijl, L. V. D. (2013). Principles of Pollination Ecology. Elsevier.
18. Fowler, R. E; Rotheray, E. L; & Goulson, D. (2016). Floral abundance and resource quality influence pollinator choice. *Insect Conservation and Diversity*, 9(6), p 481-494. Gaillai, N., Salles, J.-M., & Vaissière, B. (s. d.). Evaluation de la contribution économique du service de pollinisation à l'agriculture européenne. Consulté 11 juin (2020).
19. Faurie C., Ferra C., Medori P., Devaux J., 2003 - Écologie-approche scientifique et pratique. Ed. TEC & DOC, Paris, 399p
20. Gherissi, W. (2010). Analyse comparative du spectre alimentaire de la cigogne blanche (*Ciconiaciconia*) de la région de Tébessa durant deux étapes du cycle biologique. Mem. S. Ingénieur d'état .Uni . De Tébessa, p 93
21. Gosselin, M; Moerman, R., Terzo, M., Vereecken, N., & Rasmont, P. (2018). Abeilles sauvages, bourdons et autres insectes pollinisateurs. Agrinature.
22. Gumbert, A. (2000). Color choices by bumble bees (*Bombusterrestris*) : Innate preferences and generalization after learning. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 48(1), p 36-43.
23. Hioun, S ; Brahmia, N ; Messaoudi, H ; Saoud, A ; Zerrouki, N. (2010). Inventaire floristique d'une région semi-aride du nord-est algérien : Tébessa (2007-2010). Colloque: Gestion et Conservation de la biodiversité Continentale dans le Bassin Méditerranéen. Tlemcen 11-13 Octobre 2010 : p 2.
24. Houérou, E. (1995). Botanique systématique. Une perspective phylogénétique. De Boeck, p : 83-84.
25. Inouye, D , W ; & Ogilvie, J. E. (2017). Pollinators, Role of. In Reference Module in Life Sciences, Inst. Biol. Apl., Barcelona : p 9 – 27

26. Jaccard, J. 1912. Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles 37, 241-272
27. Jarvis, A. I; Padoch, C; & Cooper, H. D. (2012). Gestion de la biodiversité dans les écosystèmes agricoles (Bioversity International).
28. Jones, G. D ; & Jones, S. D. (2001). The uses of pollen and its implication for Entomology. Neotropical Entomology, 30(3), p 314-349.
29. Kevan, P. G; & Baker, H. G. (1983). Insects as Flower Visitors and Pollinators. Annual Review of Entomology, 28(1), p 407-453.
30. Khelili, N. (2012). Contribution à l'étude écologique de la reproduction des Cigognes blanches *Ciconia ciconia* dans la Wilaya de Tébessa (Est de l'Algérie). Mem. Magister, Uni. De Tébessa, p 122
31. Legendre, L P. (1998). Numerical Ecology Second English Ed. Elsevier Science B.V.
32. Longues et la flore de Bekkaria mémoire de master en Ecologie Animale
33. Mayouf, R. (2015). Mayouf Rabah. Evaluation pastorale des parcours du Sud de la wilaya de Tébessa: Influence de la saison sur la valeur nutritive. Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences
34. Michez, Denis. Vastrade, M. (2017). Comparaison entre plantes herbacées et ligneuses comme ressource de pollen pour les bourdons (Mémoire en Biologie des Organismes et Écologie). Université de Mons, Faculté des sciences, Laboratoire de Zoologie.
35. Müller, A; & Kuhlmann, M. (2008). Pollen hosts of western palaeartic bees of the genus *Colletes* (Hymenoptera : Colletidae): the Asteraceae paradox. Biological Journal of the Linnean Society, 95(4), p 719-733.
36. Nielsen, A; Dauber, J; Kunin, W. E; Lamborn, E; Jauker, B; Moora, M; Potts, S. G; Reitan, T; Roberts, S; Söber, V; Settele, J; Steffan-Dewenter, I; Stout, J, C; Tscheulin, T; Vaitis, M; Vivarelli, D; Biesmeijer, J. C; & Petanidou, T. (2012). Pollinator community responses to the spatial population structure of wild plants : A pan-European approach. Basic and Applied Ecology, 13(6), p 489-499.
37. Ouvrard, P. (2018). Estimation of pollinating insect populations in agro-ecosystems : Comparing oilseed-rape fields and AES flower-strips. [Thèse, Université catholique de Louvain, Faculté des bioingénieurs].
38. Palumbo, S. (2019). Variation de la qualité des ressources florales des abeilles en milieu agricole. [Mémoire en Sciences Biologiques – Biologie des Organismes et Ecologie à finalité approfondie, Université de Mons, Faculté des sciences, Laboratoire de Zoologie]. p 86

39. Parachnowitsch, A. L; Manson, J. S; & Sletvold, N. (2018). Evolutionary ecology of nectar (Vol. 123).
40. Pesson, P ; & Louveaux, J. (1984). Pollinisation et productions végétales. Quae.
41. Pouvreau, A. (2004). Les insectes pollinisateurs. La bibliothèque du naturaliste, p 190.
42. Praz, C. J ; Müller, A ; & Dorn, S .(2008). SPECIALIZED BEES FAIL TO DEVELOP ON NON-HOST POLLEN : DO PLANTS CHEMICALLY PROTECT THEIR POLLEN. *Ecology*, 89(3), p 795-804.
43. Quezel, P. et Santa, S. 1963. Nouvelle flore de l' Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I et II. Ed : CNRS. Paris. 1170p.
44. Regali, A. (1996). Contribution à l'étude des besoins alimentaires en stéroïdes de *Bombus terrestris* (L.) [Thèse - Sciences zoologiques, Université de Mons-Hainaut, Faculté des Sciences].
45. Reille, M. 1992. pollen et spores d'Europe et de l'Afrique du nord. Livre 01. Laboratoire de botanique ésotérique et palynologie. Marseille, France. 446p.
46. Reille, M. 1995. pollen et spores d'Europe et de l'Afrique du nord. Supplément N°: 1 et 2. Laboratoire de botanique ésotérique et palynologie. Marseille, France. 711p.
47. Reille, M. 1999. pollen et spores d'Europe et de l'Afrique du nord. Index. Laboratoire de botanique ésotérique et palynologie. Marseille, France. 242p.
48. Requier, F ; Odoux, J,F ; Henry, M ; & Bretagnolle, V. (2017). The carry-over effects of pollen shortage decrease the survival of honeybee colonies in farmlands. *Journal of Applied Ecology*, 54(4), p 1161-1170.
49. Somme, L ; Vanderplanck, M ; Michez, D ; Lombaerde, I ; Moerman, R ; Wathelet, B ; Wattiez, R ; Lognay, G ; & Jacquemart, A.L. (2015). Pollen and nectar quality drive the major and minor floral choices of bumble bees. *Apidologie*, 46(1), p 92-106.
50. Terzo, M ; & Rasmont, P. (2007). Abeilles sauvages, bourdons et autres insectes pollinisateurs. Les livrets de l'agriculture.
51. Thorp, R. W. (2000). The collection of pollen by bees. In A. Dafni, M. Hesse, & E. Pacini (Éds.), *Pollen and Pollination* p. 211-223. Springer Vienna.
52. Timberlake, T. P; Vaughan, I. P; & Memmott, J. (2019). Phenology of farmland floral resources reveals seasonal gaps in nectar availability for bumblebees. *Journal of Applied Ecology*, 56(7), p 1585-1596.

53. Touahria, I et Gadouri K. (2015). Relation insectes pollinisateurs-biodiversité florale de la région de Tébessa. Mémoire Master p 63-65.
54. Vanderplanck, M ; Gilles, H ; Nonclercq, D ; Duez, P ; & Gerbaux, P. (2020). Asteraceae Paradox : Chemical and Mechanical Protection of Taraxacum Pollen. Insects, 11, p 304.
55. Vanderplanck, M; Moerman, R; Rasmont, P; Lognay, G; Wathelet, B; Wattiez, R; & Michez, D. (2014). How Does Pollen Chemistry Impact Development and Feeding Behaviour of Polylectic Bees? PLoS ONE, 9(1).
56. Willmer, P. (2011). Pollination and Floral Ecology. Princeton University Press.
57. Zandonella, P ; Dumas, C ; & Gaude, T. (1981). Sécrétions et biologie florale. Nature, origine et rôle des sécrétions dans la pollinisation et la fécondation : Revue des données récentes. 12(4), p 383-396.

Site :

1. <https://fr.tutempo.net/climat/ws-604750.html>
2. https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_T%C3%A9bessa

Annexes

Annexe 1 : données climatiques de Tébessa (2000-2022)

Tableau 01 : Températures moyennes °C de 2000 à 2022.

moins année	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sept	octo	nov	dec	moyenne
2000	4,10	7,80	11,70	16,10	21,00	22,40	27,50	26,80	22,10	15,90	12,80	9,40	16,47
2001	8,00	7,50	15,60	14,00	19,60	25,00	28,40	27,10	22,30	21,10	11,80	6,80	17,27
2002	6,30	9,00	12,50	13,00	19,40	25,10	26,60	24,90	21,20	17,80	12,20	8,80	16,57
2003	6,90	6,10	10,00	14,10	18,90	25,20	29,20	27,40	21,50	19,60	12,30	7,00	16,52
2004	6,90	9,60	11,20	12,80	15,90	22,40	26,20	27,00	20,80	20,50	10,20	8,10	15,92
2005	4,50	4,90	11,20	14,20	21,50	23,70	28,50	25,90	21,60	17,80	12,10	6,50	16,00
2006	4,90	7,20	11,80	16,60	21,30	24,80	26,50	25,90	21,40	19,00	12,10	7,90	16,61
2007	8,80	9,20	9,70	13,50	18,50	25,30	26,50	26,70	22,00	17,60	10,50	6,90	16,26
2008	7,00	8,30	10,90	13,50	19,30	23,40	28,70	27,20	22,20	16,90	10,10	6,30	16,31
2009	1,10	6,40	9,10	11,50	19,00	24,20	28,70	26,80	21,00	15,70	12,40	10,70	16,10
2010	8,30	10,10	13,10	15,90	17,40	24,00	27,20	27,10	21,70	16,80	11,90	8,80	16,85
2011	7,60	6,10	9,50	10,80	17,40	22,40	27,50	27,00	23,50	15,70	12,30	7,90	16,00
2012	5,90	4,10	10,50	14,40	19,30	27,10	28,80	28,80	22,40	19,30	14,20	8,80	16,96
2013	7,20	6,70	12,90	15,70	18,80	23,10	27,00	25,40	22,60	21,30	10,90	7,90	16,57
2014	7,80	8,90	8,70	15,20	19,00	23,60	27,40	28,30	24,60	19,10	14,00	8,80	21,45
2015	8,10	6,10	9,80	15,10	20,20	22,50	26,50	26,30	22,70	18,30	11,00	7,20	16,22
2016	7,80	8,90	8,70	15,20	19,00	23,60	27,40	28,30	24,60	19,10	14,00	7,90	17,04
2017	5,80	9,50	12,10	13,80	21,20	25,70	28,20	28,50	22,10	15,60	10,50	6,60	16,70
2018	8,8	7,80	12,10	16,90	17,80	22,90	30,00	23,70	22,90	16,00	11,40	7,90	16,50
2019	6,8	5,90	9,30	13,30	15,60	26,80	28,50	27,10	22,10	17,20	10,20	9,20	16,00
2020	6,6	9,60	10,11	15,00	21,10	23,60	26,70	28,10	21,40	16,10	12,60	8,00	16,60
2021	8,7	10,00	9,90	15,50	21,40	28,00	29,70	29,30	25,20	16,00	11,60	7,80	17,90
2022	5,5	8,20	10,40	14,10									
moyenne	6,72	7,71	10,93	14,37	19,21	24,31	27,80	26,98	22,36	17,84	11,87	7,96	16,76

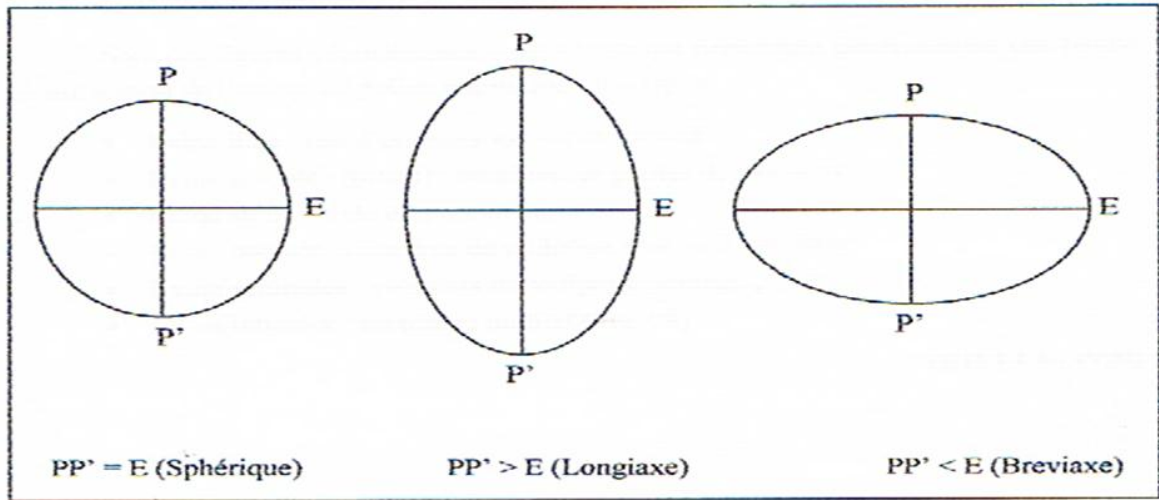
Tableau 2 : Précipitations (mm) de 2000 à 2020.

mois année	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sep	oct	nov	déc	moyenne
2000	3,70	4,10	10,00	14,70	86,50	76,40	21,60	18,80	51,00	18,30	17,00	13,70	335,80
2001	27,10	15,80	15,10	2,70	49,30	2,40	7,60	1,40	55,00	10,70	23,30	7,10	217,50
2002	17,00	11,80	5,20	29,00	40,60	13,30	58,00	84,70	36,50	38,00	76,40	30,30	440,80
2003	100,40	38,90	18,00	97,80	29,20	9,50	2,80	12,10	70,20	45,60	17,50	168,40	610,30
2004	20,60	3,20	72,60	29,40	39,40	91,60	16,40	44,00	19,00	26,00	117,00	66,90	546,10
2005	29,20	34,00	24,00	20,40	1,20	31,30	1,40	46,60	33,30	94,10	31,60	77,30	424,60
2006	34,90	14,40	5,50	43,60	37,60	26,90	8,40	26,00	6,40	12,00	3,70	63,20	368,10
2007	5,20	11,00	61,00	59,10	13,80	38,80	30,20	54,40	49,70	15,40	9,30	28,70	375,60
2008	6,10	7,00	36,40	28,00	67,40	12,90	4,30	18,70	84,50	52,00	12,80	47,10	376,20
2009	76,90	11,60	26,70	111,90	65,90	0,00	23,06	12,70	96,70	2,00	2,00	7,00	436,40
2010	38,70	3,10	13,10	79,30	35,00	25,90	20,20	2,40	77,00	17,00	55,10	5,50	372,30
2011	26,50	66,70	60,60	43,40	47,20	28,40	54,20	10,20	3,00	86,10	3,40	8,90	438,60
2012	46,40	57,20	39,40	24,10	27,80	2,10	3,50	35,50	41,00	51,90	13,20	2,60	344,70
2013	20,10	8,60	25,00	33,40	9,00	0,70	14,80	26,50	46,80	38,70	40,00	28,40	292,00
2014	38,70	48,40	27,90	2,30	19,90	29,00	22,50	8,70	49,30	7,10	43,20	49,50	346,50
2015	5,00	64,00	39,00	1,00	20,00	66,00	39,00	80,00	38,00	30,00	55,00	20,00	457,00
2016	38,70	48,40	27,90	2,30	19,90	29,00	22,50	8,70	49,30	7,10	43,20	49,50	346,50
2017	22,35	11,18	11,68	48,26	30,99	18,29	17,27	9,91	41,14	49,53	24,37	17,03	302,00
2018	0,51	30,21	20,31	26,92	97,02	12,95	2,80	73,41	13,96	11,40	5,89	13,20	391,36
2019	21,35	19,05	86,62	65,36	55,90	0,25	4,06	51,80	94,98	24,89	29,71	35,81	478,78
2020	11,93	0,00	73,14	43,17	10,92	52,07	6,85	0,00	78,48	20,07	26,66	47,50	370,79
2021	4,06	12,45	16,50	22,34	19,06	5,85	1,27	48,25	3,30	43,95	5,09	9,90	192,90
2022	18,55	14,99	75,44	19,31									
moyenne	27,06	23,69	32,53	37,66	37,44	26,07	17,40	30,67	47,21	31,90	29,79	36,25	384,77

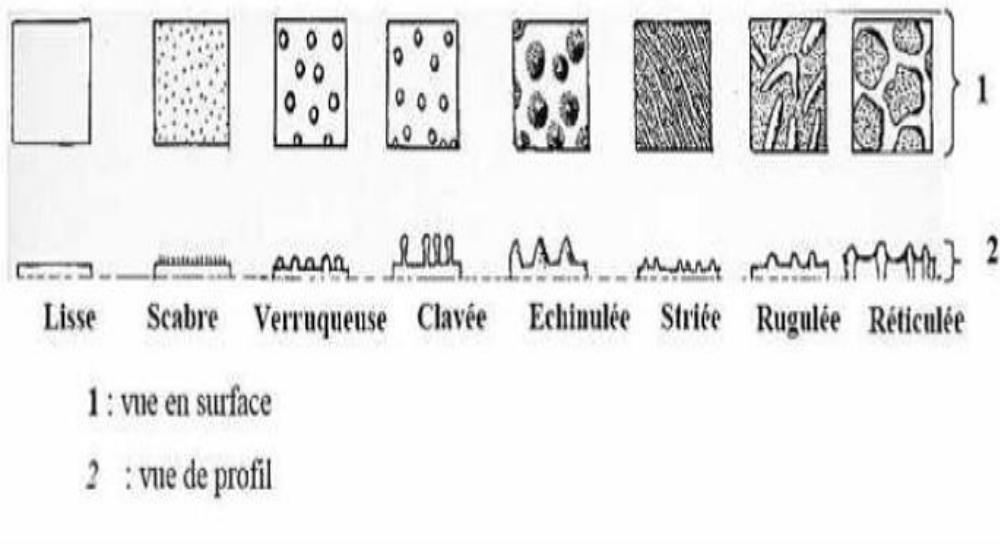
Tableau 3 : Vents (km/h)

mois année	Jan	Fév	mars	avril	mai	Juin	juil	aout	sep	oct	nov	déc	moyenne
2000	6,10	12,60	10,80	16,00	11,9	9,60	10,70	6,60	9,20	11,00	9,50	10,40	10,30
2001	10,60	14,10	13,40	15,40	14,9	13,40	14,30	11,60	11,60	10,30	15,30	12,90	13,10
2002	10,00	12,20	14,20	16,80	13,5	11,20	11,20	8,40	8,70	7,20	14,20	10,20	10,80
2003	13,10	11,80	8,40	12,30	13,1	7,40	8,00	7,60	10,20	8,60	8,20	13,50	10,10
2004	11,60	10,10	12,30	10,70	10,8	8,90	8,20	8,10	7,90	6,00	10,20	11,30	9,70
2005	11,50	14,90	11,50	13,80	10,2	9,30	10,80	10,70	7,60	5,30	3,00	8,90	9,70
2006	10,10	12,80	16,50	12,00	12,7	15,10	10,90	14,20	10,70	10,10	8,00	8,20	11,80
2007	8,30	13,40	14,30	15,40	13	13,40	10,10	11,70	9,80	14,70	11,00	13,10	12,30
2008	8,60	8,40	15,10	15,80	15,5	11,90	13,40	11,20	11,60		11,90	10,40	12,10
2009	12,90	17,80	14,70	12,10	10	10,80	10,60	10,80	11,20	12,00	10,40	18,00	12,50
2010	16,20	16,50	13,40	14,30	14,1	12,90	12,20	11,40	12,20	11,70	12,60	14,80	13,50
2011	7,90	15,80	13,50	12,30	12,1	9,80	12,00	10,60	10,10	9,50	12,10	12,10	11,40
2012	11,60	14,70	12,10	16,00	11,9	11,90	11,90	9,80	10,60	9,60	10,70	12,50	11,90
2013	17,90	18,30	17,90	16,90	15,3	15,30	11,80	13,20	9,30	8,70	15,70	8,40	14,00
2014	12,90	12,50	17,60	14,70	14,5	14,50	13,40	10,40	9,10	9,60	11,30	14,80	12,80
2015	16,40	17,40	16,40	6,30	11,9	11,90	8,10	8,00	8,40	8,90	7,80	2,70	10,30
2016	7,40	11,50	14,70	13,30	12,6	12,60	10,30	9,60	8,60	7,70	8,90	8,70	10,50
2017	14,20	14,10	14,10	12,20	10,3	10,30	11,40	10,40	11,40	10,20	12,40	12,60	12,00
2018	13,8	14,50	16,00	13,40	12,8	12,80	11,70	9,50	10,00	91,18	10,70	9,40	12,20
2019	15,3	12,60	10,60	13,00	12,5	12,40	11,10	10,00	10,20	10,00	11,90	13,20	11,90
2020	10,3	10,90	15,40	10,50	12,5	12,00	10,90	11,70	10,20	9,60	10,80	12,40	11,40
2021	14,1	13,30	12,10	12,50	11,2	13,40	11,90	11,20	10,10	10,50	10,10	12,70	11,90

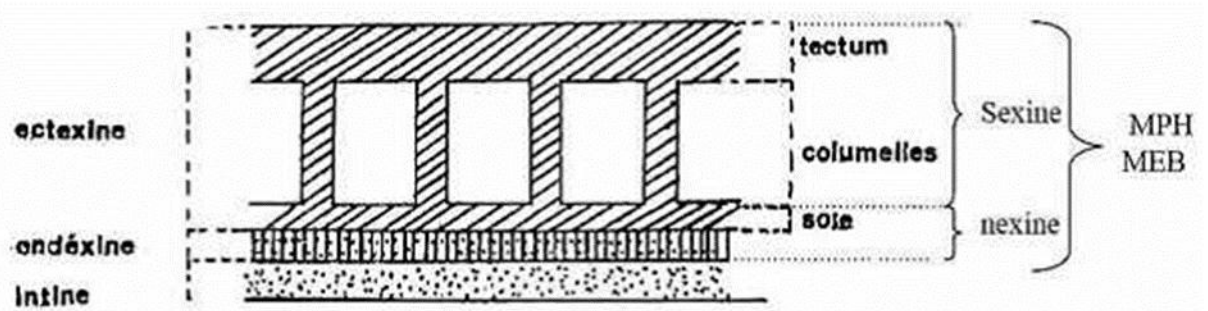
Annexe 2 : Caractéristiques des grains de pollen



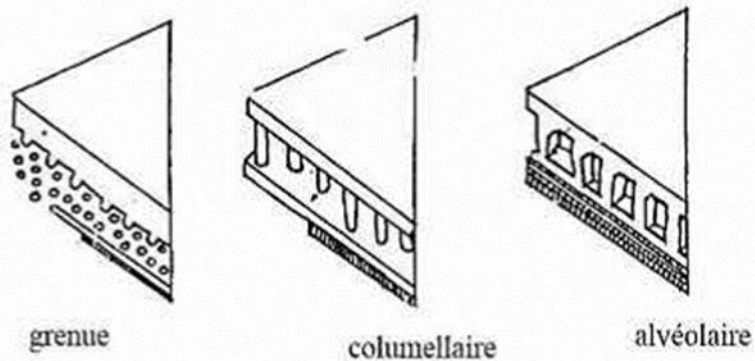
2.1. Les formes des grains de pollen



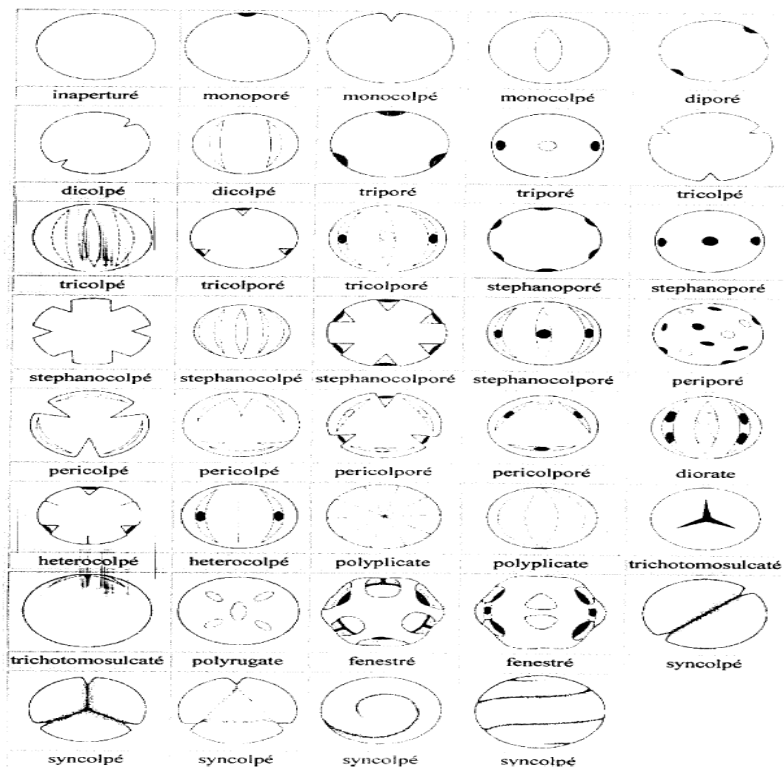
2.2. Les types de l'exine du pollen (Razoloarijao, 2013).



Suivant les groupes taxonomiques, la structure de la couche infratectale est différente :



2.3. La structure de l'exine



2.4. Principaux types d'ouvertures (Albore, 1998)

Annexe 3 : la faune entomophile

Ordre 1 : Hyménoptères



Anthophora sp
(Cliché par Oudjani et Bouaoune)



Eucera sp
(Cliché par Oudjani et Bouaoune)



Tetralonia sp
(Cliché par Oudjani et Bouaoune)



Apis sp
(Cliché par Oudjani et Bouaoune)



Andrena sp
(Cliché par Oudjani et Bouaoune)



Rhodanthidium sp
(Cliché par Oudjani et Bouaoune)

Ordre 02 : coléoptères



Melolontha Sp
(Cliché par Oudjani et Bouaoune)



Calosima sp
(Cliché par Oudjani et Bouaoune)

Ordre 03 : Diptères



Neoepitriptus setosulus
(Cliché par Oudjani et Bouaoune)



Bombylus minor
(Cliché par Oudjani et Bouaoune)



Conops sp
(Cliché par Oudjani et Bouaoune)

