

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 08 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie
Filière: Sciences Agronomiques
Département: Écologie et Génie de l'Environnement
Spécialité/Option: Phytopharmacie et Protection des Végétaux

Thème

Étude de la biodiversité des carabidés et des papillons de jour dans un verger de grenadier

Région : Aïn Larbi -Guelma -

Présenté par:

- ❖ ADJEL Safa
- ❖ ADJEL Marwa
- ❖ KADDOUR Hadjer

Devant le jury :

Mme ALLIOUI. N	Présidente	Université de Guelma
Mme OUCHTATI. N	Encadreur	Université de Guelma
Mr KHALADI. O	Examineur	Université de Guelma

Année universitaire 2019/2020

Remerciements

Nous remercions en premier lieu ALLAH le tout- puissant pour toute la volonté et le courage qu'il nous a donné pour achever ce travail.

Nos sincères remerciements vont à notre encadreur : Mme OUCHTATI NADIA pour sa disponibilité et son aide tout au long de cette modeste recherche, qu'elle trouve ici toutes nos gratitude.

Notre respect et reconnaissance sont adressés à Madame ALLIOUI NOURA qui nous fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Nous tenons à remercier particulièrement Monsieur KHALADI OMAR, pour sa gentillesse, son aide et son soutien et pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous exprimons nos profonds remerciements à Mme HOURIA et Mme LOUIZA du laboratoire de Zoologie et Mme LAOUAR notre enseignante.

Nous remercions également tous nos enseignants, nos collègues et le personnel de la faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers.

En fin, à tous ceux et celles qui ont contribué de près et de loin à la réalisation de ce travail qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude

Merci aussi à toutes les personnes que nous avons dû probablement oubliées...

Dédicaces

Marwa Adjel

Je dédie ce mémoire à mon père KHAMISSI , en signe d'amour, de reconnaissance et de gratitude pour le soutien qu'il m'a apporté , à ma mère FATIHA, ma raison d'être, ma raison de vivre, la lanterne qui éclaire mon chemin, à mes chères frères et sœurs et mon époux HAMZA aucun mot ne pourra décrire leurs dévouements et leurs sacrifices

A tous mes amies ABIR, SAWSSEN, IBTISSEM...

Safa Adjel

Je dédie ce mémoire à mon père KHAMISSI qui m'a été d'un grand soutien, à ma mère FATIHA pour sa tendresse, à mes beaux parents pour leur encouragements, à mon époux BADRI pour son soutien, à mes frères et mes sœurs, à mes beaux-frères et mes belles sœurs, à mes amies ABIR, FATMA, SOUAAD, SOURAYA...

Hadjer Kaddour

Je dédie ce mémoire à mes chers parents KHLIFA et SOUMAYA, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, pour leur patience illimitée, leur encouragement continu leur aide, à mes chères frères et sœurs MARWA, HAWA, SAFA, RAYAN, SALAH, DOUDOU Pour leur grand amour et leur soutien.

à mon époux ZINOÛ, et mon amie BAHIA et HASSIBA...

*Et nous dédions ce travail spécialement pour Mme : **Nadia OUCHTATI** pour son aide tout au long de cette modeste recherche, qu'elle trouve ici toutes nos gratitudes.*

Résumé

L'étude de la diversité des carabidés et des papillons de jour à été entreprise dans un verger de grenadier situé dans une ferme de la commune de Aïn Larbi située dans la région de Guelma.

Durant la période qui s'étale entre le mois de décembre 2019 et le mois de mai 2020, 10 espèces de carabidés et 12 espèces de papillons de jour ont été répertoriées.

Les données sur le régime alimentaire des espèces de carabidés ont révélé que la majorité des espèces peuvent contrôler les ravageurs grâce à leurs régimes carnivores.

L'identification des papillons de jour a pu mettre en évidence l'existence d'espèces qui possèdent un grand potentiel de pollinisation, citons par exemple : *Pieris rapae*, *Polyommatus icarus* et *Iphiclides feisthamelii*.

Mots clés : Carabidés, Papillons de jour, Aïn Larbi, Verger, Grenadier.

Abstract

The study of the diversity of carabids and butterflies of the day was undertaken in a pomegranate orchard located on a farm in the town of Aïn Larbi located in the region of Guelma.

During the period between the month of December 2019 and the month of May 2020, 10 species of carabids and 12 species of butterflies have been recorded.

The trophic structure of the carabid community showed the existence of species which are of great agronomic interest.

The identification of butterflies day species revealed the presence of species that have a great pollination potential, for example: *Pieris rapae*, *Polyommatus icarus* and *Iphiclides feisthamelii*.

Keywords: Carabids, Butterflies, Aïn Larbi, Orchard, Pomegranate.

المخلص

أجريت دراسة تنوع الخنافس والفراشات النهارية في بستان رمان الذي يقع في مزرعة في بلدية عين العربي ولاية قالمة.

خلال الفترة ما بين شهر ديسمبر 2019 وشهر مايو 2020، تم تسجيل 10 أنواع من الخنافس و 12 نوعاً من فراشات النهار.

كشفت البيانات المتعلقة بالنظام الغذائي لأنواع الخنافس أن أغلبيتها يمكنها مكافحة الآفات من خلال وجباتها الغذائية آكلة للحوم.

كشفت دراسة الفراشات النهارية على وجود أنواع لديها إمكانية كبيرة للتلقيح، على سبيل المثال : *Pieris*

Iphiclides feisthamelii و *Polyammatus icarus* و *grapeae*.

الكلمات المفتاحية: الخنافس، الفراشات النهارية، عين العربي، بستان، رمان.

Table des matières

Liste des abréviations	IX
Liste des tableaux	X
Liste des figures	XI
Introduction	1

Chapitre I : Synthèse bibliographique sur le grenadier

I.1. Origine et répartition géographique	3
I.2. Le grenadier en Algérie	3
I.3. Nomenclature	3
I.4. Classification botanique.....	4
I.5. Etude morphologique du grenadier.....	4
I.5.1. Les racines.....	4
I.5.2. Les feuilles	5
I.5.3. Les fleurs	5
I.5.4. Les fruits.....	5
I.6. La culture de grenadier	6
I.6.1. Les exigences de milieu	6
I.6.2. Soins culturaux	7
I.6.3. Multiplication végétative.....	7
I.7. Ravageurs et maladies du grenadier	8
I.7.1. Puceron : <i>Aphis punicae</i> (Passerini, 1863).....	9
I.7.2. Zeuzère : <i>Zeuzera pyrina</i> (Linnæus, 1761)	9
I.7.3. La pyrale des dattes : <i>Ectomyelois ceratoniae</i> (Zeller)	10
I.7.4. La mouche méditerranéenne : <i>Cératitis capitata</i> (Wiedmann, 1824).....	10
I.7.5. Les nématodes	10
I.7.6. Champignon : <i>Aspergillus castaros</i> (P. Michelin ex. Link, 1989).....	11

Chapitre II : Synthèse bibliographique sur les carabidés et les papillons de jour

II.1. Les carabidés	12
II.1.1. Systématique	12

II.1.3. Habitat.....	15
II.1.4. Régime alimentaire	15
II.1.5. Importance des carabidés	15
II. 2. Les papillons de jour (Rhopalocères)	16
II.2.1. Position systématique.....	16
II.2.2. Morphologie.....	16
II.2.3. Reproduction.....	18
II.2.4. Cycle de vie.....	18
II.2.5. Régime alimentaire	19
II.2.6. Habitat.....	20
II.2.7. Le vol	20
II.2.8. Le rôle des papillons de jour	20

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Présentation de la zone d'étude	22
III.1.1. Situation géographique de la wilaya de Guelma	22
III.1.2. Situation géographique de la commune Ain Larbi	22
III.1.3. Situation géographique du verger d'étude	23
III.2. Données écologiques sur la région de Guelma	23
III.2.1. Le sol	23
III.2.2. Le relief.....	23
III.2.3. Le climat	24
III.3. Méthodes de travail	26
III.3.1. Matériel utilisé.....	26
III.3.2. Méthode de capture de la faune	26
III.3.3. choix des stations et échantillonnage des carabidés	28
III.4. Méthode de travail au laboratoire.....	30
III.4.1. Les carabidés	30
III.4.2. Les papillons	31
III.5. Analyse de données.....	32

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1. Analyse de l'inventaire des carabidés	33
IV.1.2. Richesse spécifique et abondance	34
IV.1.3. Evolution mensuelle des abondances	36

IV.1.4. Indice de Jaccard	37
IV.1.5. Indice de diversité Shannon –Weaver et d'équitabilité.....	37
IV.2. Analyse de l'inventaire des papillons de jour	38
IV.2.1. Activité des espèces.....	39
IV.2.2. Liste commentée des espèces	40
Conclusion.....	48
Références bibliographiques	49

Liste des abréviations

A.N.D.I : Agence Nationale de Développement de l'investissement

INRAA : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie

INPV : Institut National de la Protection des Végétaux

GRECIA : Groupe d'Etude des Invertébrés Armoricaains

Liste des tableaux

Tableau 01: Températures moyennes mensuelles (Tmoy) en (C°) enregistrées dans la station météorologique de Guelma au cours de la période d'étude (2019-2020)	25
Tableau 02: Humidité relative (HR%) enregistrée dans la station météorologique de Guelma au cours de la période d'étude (2019/2020).	25
Tableau 03: Précipitations moyennes mensuelles (P moy) en (mm) enregistrées dans la station météorologique de Guelma au cours de la période d'étude (2019/2020).	25
Tableau 04: Liste des espèces de carabidés capturées dans les différentes stations d'étude ..	33
Tableau 05: Indice de similarité de Jaccard du peuplement carabique.....	37
Tableau 06: Indices de diversité de Shannoon (H') et d'équitabilité (E) du peuplement carabique de chaque station.....	38
Tableau 07: Liste des espèces de papillons capturées dans le verger de grenadier.	39

Liste des figures

Figure 01: Destruction des fleurs causée par <i>A. punicae</i>	9
Figure 02: Critères d'identification de la famille des Carabidés.....	13
Figure 03: Cycle de vie des espèces à reproduction printanière ("spring breeders").....	14
Figure 04: Cycle de vie des espèces à reproduction automnale ("autumn breeders").	14
Figure 05: Morphologie d'un papillon de jour adulte	17
Figure 06: Cycle biologique d'un papillon de jour	19
Figure 07: Localisation géographique de la wilaya de Guelma.....	22
Figure 08: Situation géographique du verger d'étude	23
Figure 09: Piège Barber	27
Figure 10: Filet à papillons	28
Figure 11: le centre du verger de grenadier	28
Figure 12: Bordure du verger de grenadier (Photo personnelle).....	29
Figure 13: Milieu herbacé	29
Figure 14: disposition des pièges aux centre du verger et milieu herbacé.....	30
Figure 15: disposition des pièges au Bordure du verger	30
Figure 16: Tri des carabidés et conservation.....	31
Figure 17: Papillon étalé	31
Figure 18: <i>Apristus striatipennis</i> (3,5mm)	34
Figure 19: <i>Notiophilus geminatus</i> (5mm)	34
Figure 20: <i>Amara aenea</i> (8mm).....	34
Figure 21: <i>Agonum nigrum</i> (9mm)	34
Figure 22: Répartition des richesses spécifiques dans les différentes stations	35
Figure 23: Abondance des carabidés dans les différentes stations	36
Figure 24: Abondance mensuelle du peuplement de carabidés	37
Figure 25: Courbe d'abondance mensuelle des peuplements de papillons de jour.....	40

Figure 26: <i>Pieris rapae</i> (Envergure: 5cm)	41
Figure 27: <i>Pontia daplidice</i> (Envergure : 4,5cm)	41
Figure 28: <i>Colias croceus</i> (Envergure : 4,5 cm)	42
Figure 29: <i>Gonepteryx cleopatra</i> (Envergure : 5cm)	42
Figure 30: <i>Lycaena phlaeas</i> (Envergure : 2, 5cm)	43
Figure 31: <i>Polyommatus icarus</i> (Envergure : 3,5 cm)	44
Figure 32: <i>Vanessa atalanta</i> (Envergure : 5,5cm)	44
Figure 33: <i>Pararge aegeria</i> (Envergure : 4cm)	45
Figure 34: <i>Melanargia galathea</i> (Envergure : 5cm)	46
Figure 35: <i>Maniola jurtina</i> (Envergure : 3cm)	46
Figure 36: <i>Hyponephele lupina</i> (Envergure : 5,5cm).....	47
Figure 37: <i>Iphiclides feisthamelii</i> (Envergure: 9cm)	47

Introduction

Introduction

Le grenadier (*Punica granatum* L.) est une espèce bien adaptée au climat méditerranéen et aux zones arides. Elle est capable de valoriser des terres marginales et des eaux saumâtres.

Cependant, elle a été considérée, pendant longtemps, comme une espèce secondaire. La plupart des vergers sont du type traditionnel, de petite taille et où le grenadier est planté en association avec d'autres espèces comme l'olivier, les agrumes, le dattier, etc.

La culture du grenadier, en Algérie, connaît actuellement plusieurs problèmes aigus qui affectent la qualité des fruits, la rentabilité de la culture et la productivité du verger, dû en partie aux attaques des insectes ravageurs. Il existe de nombreux groupes d'insectes tels que les carabidés et les lépidoptères qui offrent de nombreux services aux agrosystèmes comme la régulation des populations de ravageurs et la pollinisation.

Les carabidés (Coleoptera : Carabidae) sont l'une des familles de coléoptères les plus diversifiées et les plus abondantes, avec plus de 40 000 espèces dans le monde (Dajoz, 2002).

Ces coléoptères constituent un des éléments du contrôle des ravageurs et font donc partie du cortège des auxiliaires (Holland, 2002). Ils sont utilisés en alternative des pesticides jouent un rôle efficace dans la lutte biologique et se sont de véritables bio-indicateurs de la bonne santé de divers milieux.

Les papillons ou lépidoptères comptent environ 150.000 espèces dans le monde. Ces insectes contribuent à l'équilibre des écosystèmes dont ils font partie intégrante. De surcroît, ils participent largement à la biodiversité et jouent un rôle majeur dans la chaîne trophique en nourrissant une grande partie d'insectivores (Lambert, 2003).

En Algérie, les travaux sur les carabidés et les papillons associés aux zones cultivées sont très fragmentaires, de ce fait nous avons entrepris une étude sur ces deux taxons qui a pour objectif de dresser l'inventaire des espèces et connaître leur écologie au niveau d'un verger de grenadier situé dans une ferme de la commune d'Ain Larbi de la région de Guelma.

Ce présent travail est structuré en quatre chapitres :

Le premier chapitre est une synthèse bibliographique exposant des généralités sur le grenadier.

Dans Le second chapitre nous avons fait le point à l'aide des données bibliographiques sur la systématique des carabidés et des papillons de jour, leur biologie, écologie et leur rôle dans le fonctionnement des écosystèmes.

Le troisième chapitre décrit les méthodes utilisées pour la réalisation de ce travail.

Le quatrième chapitre traite les résultats obtenus et leur discussion.

Chapitre I
Synthèse
bibliographique sur le
grenadier

I.1. Origine et répartition géographique

La culture de grenadier, très anciennement connue dans le monde offre plus de 1000 cultivars de *Punica granatum*, originaires d'Iran et d'Afghanistan, où il croît de façon spontanée depuis plus de 4000 ans (Amourettim et Comet, 1992).

Le grenadier est fortement représenté au Moyen-Orient, sa terre d'origine. Ainsi, on le trouve fréquemment en Turquie, Transcaucasie, et en Inde. Il est aussi beaucoup cultivé dans le bassin méditerranéen : Espagne, Italie, Grèce, Algérie, Tunisie et Maroc. On le rencontre déjà plus rarement dans le midi de la France, au Portugal, en Bulgarie et en Crimée. De même en Amérique, la culture du grenadier reste très sporadique. Il est présent en Californie, dans l'Utah, en Alabama, Louisiane et Floride (Wald, 2009).

La grande diversité de cette espèce est évidente dans différents pays. En fait, l'Espagne abrite la banque de matériel génétique en Europe avec plus de 104 variétés alors que la plus riche est celle du Turkménistan, où il y a la station expérimentale de ressources phytogénétiques, créée en 1934, avec 1117 variétés (Hmid, 2013).

I.2. Le grenadier en Algérie

Le grenadier, culture connue depuis des millénaires en Algérie, et considéré comme une espèce fruitière secondaire, prend de plus en plus d'envergure ces dernières années (Kaci-Meziane, 2015).

Bien que le grenadier soit peu exigeant, les plantations ne sont pas très importantes en Algérie. Il existe de nombreuses variétés de grenades, de qualités très différentes. Plusieurs sortes de grenadier sont signalées dans des petits jardins en Kabylie, on ne connaît que leur appellation locale (Lahlou, Elmouze, ...). Quatorze variétés sont actuellement autorisées à la production et à la commercialisation par l'Etat (INRAA, 2006).

I.3. Nomenclature

Hmid (2013) signale les noms suivants pour désigner cette espèce :

Nom scientifique : *Punica granatum* (Linné, 1753)

- Nom arabe : Rommane

- Nom français : grenadier

- Nom anglais : pomegranate
- Nom espagnol : Granada
- Nom italien : Melograno

I.4. Classification botanique

Quezel et Santa (1963) ont proposé la classification suivante du grenadier :

- Règne : Végétale
- Embranchement : Phanérophytes
- Sous Embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotyledones
- Sous classe : Gamapétales
- Ordre : Myrtiflorales
- Famille : Punicacées
- Genre : *Punica*
- Espèce : *Punica granatum* (Linné , 1753)

I.5. Etude morphologique du grenadier

Le grenadier est un arbre ou arbuste buissonnant de 2 à 5 m de hauteur, légèrement épineux, au feuillage caduc et au tronc tortueux. Il croît majoritairement dans toute la région méditerranéenne, de façon sub-spontanée ou cultivée (Garnier et *al.*, 1961).

I.5.1. Les racines

Le système racinaire est en général de surface (60 cm), très fasciculé, mais peut s'adapter selon les conditions de sol (Betioui, 2017).

La racine est un organe ramifié qui assure la fixation de la plante dans le sol et qui lui permet d'y puiser les substances nutritives nécessaires à son développement. Elle remplit parfois d'autres fonctions, comme la mise en réserve de substances nutritives et le support mécanique de la plante (Chougui, 2018).

I.5.2. Les feuilles

Les feuilles du grenadier sont opposées, elles peuvent avoir une disposition alterne sur les rejets ou être en touffes sur les pousses courtes. Ces feuilles entières, lancéolées, assez coriaces, et brillantes, présentent un limbe elliptique allongé, de 3 à 8 cm de long. Leur sommet peut être obtus ou allongé (Wald, 2009).

Elles sont munies d'un court pétiole, de 1 à 5 mm de long, qui est généralement rougeâtre dessus (Godet, 1991).

I.5.3. Les fleurs

Les fleurs axillaires, solitaires ou parfois disposées par deux, présentent un calice épais, coriace, tubuleux et turbiné à 6 lobes triangulaires. La corolle d'un rouge éclatant est formée de 5 à 7 pétales (Evreinoff, 1957).

Les fleurs du grenadier portent également le nom de balaustes (Planchon et Collin, 1875). Elles sont très ornementales.

I.5.4. Les fruits

Les grenades, contiennent en moyenne 600 graines pulpeuses. La grenade est une grosse baie ronde, de la taille d'une grosse orange, de 7 à 12 cm de diamètre, à écorce dure et coriace, de couleur rouge ou jaune beige, qui renferme de nombreux pépins de couleur rose à rouge. Seuls ses pépins sont comestibles, soit environ la moitié du fruit. Dans chaque pépin, la graine est enrobée d'une pulpe gélatineuse de chair rouge transparente, sucrée chez les variétés améliorées, sinon d'un goût plutôt âcre (Ben Abdennebi, 2012).

Les fruits du grenadier ont un taux de respiration faible et un rythme respiratoire non climatérique (Ben-Arie et *al.*, 1984).

I.6. La culture de grenadier

I.6.1. Les exigences de milieu

➤ Climat

Le grenadier est adapté au climat sub-aride et continental. Il peut tolérer des températures de 12°C l'hiver et 42°C l'été. Une courte période de froid est nécessaire à l'induction florale, certaines variétés exigent une grande quantité de chaleur pour fructifier (Walali et *al.*, 2003).

Le grenadier supporte très bien la sécheresse, mais cela compromet la qualité de ses fruits. Un climat chaud et sec sera bon pour le grenadier à condition que ses racines ne manquent pas d'eau (Chougui, 2018).

Le vent peut causer des dommages importants en limitant la croissance des plantes, mais aussi en favorisant le boisage des fruits.

Enfin, le fruit est sensible aux coups de soleil si le verger est faible ou trop aéré. Le grenadier est particulièrement adapté au climat méditerranéen (Betioui, 2017).

➤ Sol

Le meilleur développement du grenadier a lieu dans des sols profonds, riches, frais, argilo-silicieux, avec sous-sol perméable. Les terrains alcalins lui sont favorables. La qualité du fruit et le rendement dépendent beaucoup de l'humidité du sol et de sa nature (Betioui, 2017).

Il donne un bon rendement dans les sols salins, et est classé dans le groupe des espèces les plus résistantes à la salinité (Bouras, 2019).

➤ L'eau

Les arboriculteurs turcs et perses prétendent que le grenadier doit avoir «les pieds dans l'eau et la tête au soleil». En effet, il est nécessaire que ses racines soient au frais et largement irriguées, afin d'obtenir des fruits de bonne qualité et en grande quantité (wald, 2009).

I.6.2. Soins cultureux

➤ Engrais

La fertilisation organique est très négligée, c'est surtout l'azote et le phosphore qui sont apportés dans certains vergers. L'azote est réserve pour des arbres chetifs et en mauvaise santé, mais l'apport excessif risque de faire éclater les fruits sur l'arbre. En revanche le phosphore a une influence favorable sur l'enracinement des jeunes plants et sur la fructification des arbres adultes, et doit être apporté en hiver aux arbres conduits avec un système d'irrigation à la raie (Mars, 1995).

➤ Entretien régulier

Il faut procéder, une fois par an, à un ameublissement du sol et à la destruction des mauvaises herbes.

Au cours de l'été, plusieurs sarclages sont nécessaires afin de maintenir les racines humides (Wald, 2009).

I.6.3. Multiplication végétative

La multiplication du grenadier peut se faire par semis, par boutures, par marcottage, par drageons ou par greffes (Evreïnoff, 1957).

➤ Semis

Le semis a lieu au printemps, en pépinière, avec la graine récoltée la même année. Il faut choisir, pour cette opération, la graine des variétés à fruits acides et de maturité tardive (wald, 2009).

Ce procédé demande du temps et réussit difficilement. Cependant, les sujets obtenus par semis sont plus rustiques et plus résistants au froid. Sous les climats rudes la culture du Grenadier est possible grâce à ce mode de multiplication (Evreïnoff, 1957).

➤ Bouture

La bouture est un mode de multiplication végétative. Le bouturage est simple sur le grenadier et donne en général de bons résultats (Mars, 1995).

Les boutures sont prélevées en automne. Aussitôt après la chute des feuilles, sur le bois de l'année ou sur le bois de deux ans; elles doivent avoir 30 cm de longueur. Aux altitudes élevées le prélèvement des boutures est réalisé en février-mars. Dans un terrain meuble et frais, l'enracinement est rapide (Evreinoff, 1957).

➤ **Marcottage**

Le marcottage est un mode de multiplication végétative, cette technique consiste à multiplier une plante, en provoquant l'enracinement d'un rameau, alors que celui-ci est toujours solidaire de la plante mère. La partie de la plante placée en terre émet alors des racines adventives. Lorsque ces racines sont suffisamment développées, on coupe la branche pour séparer le jeune plant de la plante mère. Le marcottage est une technique de multiplication simple mais un peu long : l'enracinement n'intervient parfois qu'au bout d'une année (Wald, 2009).

➤ **Drageon**

Le drageon est également un mode de multiplication végétative, c'est un rejet issu de la racine d'une plante. Quand celui-ci a acquis suffisamment de vigueur, il est séparé de la plante mère et mis en terre. Cela donne un nouveau pied (Hmid, 2013).

La multiplication par drageons est facile à obtenir. Certains arbres en produisent en abondance (Evreinoff, 1957).

➤ **Greffage**

La greffe permet de reproduire authentiquement le matériel végétal, associant les caractéristiques du porte-greffe et du greffon. C'est une technique rarement employée chez le grenadier (Hmid, 2013).

I.7. Ravageurs et maladies du grenadier

Le grenadier et la grenade ont peu d'ennemis qui affectent la productivité du verger, la qualité des fruits et la rentabilité de la culture.

Les principaux problèmes de cultures sont liés à la fertilisation (éclatement du fruit). Toutefois certains ravageurs peuvent créer des problèmes dans les vergers (Day et Wilkins, 2009).

I.7.1. Puceron : *Aphis punicae* (Passerini, 1863)

Parmi les principaux ravageurs et maladie du grenadier il y a le puceron *Aphis punicae* qui colonise les jeunes pousses printanières.

Cette espèce manifeste une période d'infestation en avril et pouvant s'étaler jusqu'à la fin juin sur les jeunes pousses, les feuilles, les boutons floraux et même sur les jeunes fruits (Fakhour, 2006), et contribue à une forte altération qualitative et quantitative de la production (Fakhour et Sekkat, 2006). *A. punicae* est responsable d'une inhibition de la croissance observé sur jeunes plantations de grenadier (Fig. 01) (Blumenfeld et *al.*, 2000).



Figure 01: Destruction des fleurs causée par *A. punicae* [1]

I.7.2. Zeuzère : *Zeuzera pyrina* (Linnæus, 1761)

La zeuzère (*Zeuzera pyrina*) est un insecte xylophage, lépidoptère appartenant à la famille des Cossidae. Originaire d'Europe, ce papillon est aujourd'hui également répandu en Afrique du Nord, en Asie et en Amérique du Nord (Minguely et *al.*, 2015).

Elle est considérée comme un ravageur important des arbres fruitiers tels que le pommier, le poirier, le prunier, le cerisier, le cassissier, le cognassier, le grenadier..., La larve se développe dans le bois des arbres.

Les arbres attaqués par la zeuzère sont affaiblis et plus fréquemment atteints par d'autres ravageurs. Ce ravageur est dangereux car une seule chenille peut induire le dépérissement de jeunes arbres et l'affaiblissement des arbres âgés (INPV, 2014).

I.7.3. Pyrale des dattes : *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller)

E. ceratoniae communément connue sous le nom de la pyrale des dattes ou la pyrale des caroubes, appartenant à la famille des *Pyralidae* (Hached et *al.*, 2018).

C'est un lépidoptère considéré comme le plus grand ennemi des grenades, pouvant causer des dégâts considérables en affectant 90% des fruits d'une récolte (Tebassi, 1992).

Dans la grenade, la pyrale effectue tout son développement à l'intérieur du fruit, excepté la première génération. Au fur et à mesure que la larve pénètre à l'intérieur de la grenade, le fruit réagit en formant des taches, autour de l'œil, de contour irrégulier. A la suite de la pénétration des larves, de nombreux champignons saprophytes s'installent tels que: *Botrytis*, *Alternaria*, *Penicellium*, *Phomopsis* qui contribuent à la pourriture complète des fruits attaqués ainsi qu'à leur éclatement (Dhouibi, 1982).

I.7.4. La mouche méditerranéenne : *Ceratitis capitata* (Wiedmann, 1824)

C'est une espèce très polyphage qui s'est établie dans de nombreuses régions tropicales et subtropicales du monde (Sheppard et *al.*, 1992).

C'est le ravageur du fruit le plus dangereux en zone méditerranéenne où les conditions climatiques et nutritionnelles lui sont favorables (Fahad et *al.*, 2014). Elle apparaît dès le mois de juillet et dépose ses œufs dans la grenade même. Les œufs éclosent après deux ou trois jours et donnent naissance à des petites larves blanchâtres se nourrissent du fruit pendant 10 à 15 jours ce qui provoque sa désintégration, alors que la surface reste intacte (Crete et Teissedre-lemoine, 2014).

Cet insecte est très nocif, en particulier au moment de la maturation des fruits. La lutte se fait par piégeage massif (Crete et Teissedre-lemoine, 2014).

I.7.5. Les nématodes

Les nématodes Meloïdogyne (Root-knot nématodes) sont des vers ronds de la famille des Tylenchidae (Bertrand, 2001).

Ce sont des ravageurs polyphages des racines dont l'impact est estimé à l'échelle mondiale à plusieurs dizaines de milliards d'Euros par an (Jones et *al.*, 2013), ils effectuent tout leur cycle dans la racine, le seul stade libre dans le sol étant le juvénile de second stade.

Ils induisent des transformations racinaires importantes conduisant à la formation de galles typiques de l'infection au niveau des tissus conducteurs de la plante qui peut dépérir et mourir (Blok et *al.*, 2008).

Ces nématodes provoquent le dépérissement des parties aériennes (chloroses, flétrissement). La croissance est réduite ce qui donne de petits fruits de mauvaise qualité (Bertrand, 2001).

I.7.6. Champignon : *Aspergillus castaros* (P. Michelin ex. Link, 1989)

C'est un champignon capable de décolorer les fruits et les graines du fruit qui en est infesté (Mars, 1995). Il entraîne un noircissement interne du fruit qui devient nauséabond et impropre à la consommation.

Cette maladie est fréquente dans les zones fortement humides (Oukabli, 2004 ; Walali et *al.*, 2003).

Chapitre II
Synthèse
bibliographique sur
les carabidés et les
papillons de jour

II.1. Les carabidés

Les carabidés représentent l'une des plus grandes familles de coléoptères, avec près de 40000 espèces réparties dans le monde (Lôvei et Sunderland, 1996). Ils constituent un indicateur de biodiversité approprié puisqu'ils représentent un groupe taxonomiquement et écologiquement diversifié et qu'ils répondent aux modifications des conditions de leur habitat (Desbiens, 2010).

Les carabidés représentent aussi l'un des groupes d'insectes bénéfiques les plus importants, les plus diversifiés et ils ont été abondamment étudiés au cours du 20^{ième} siècle (Holland et Luff, 2000). Ils sont très sensibles aux perturbations du milieu, à la gestion du sol et aux produits phytosanitaires (Garcin *et al.*, 2011).

II.1.1. Systématique

Dans l'ordre des coléoptères, les Carabidés font partie du sous ordre des Adephaga. Les Adephaga renferment des espèces terrestres, les Geadephaga, qui constituent deux familles, les Carabidae et les Trachypachidae. Les Adéphaga aquatiques ou Hydradephaga sont divisés en six familles : Les Gyrinidae, les Haliplidae, les Noteridae, les Amphizoidae, les Hygrobiidae et les Dytiscidae (Dajoz, 2002).

La famille des Carabidae comporte plusieurs critères qui permettent son identification, les principaux étant (Fig. 02) :

- Les antennes sont filiformes et sont composées de 11 articles.
- Tous les tarses sont composés de 5 articles.
- Sternite ou segment abdominal (6 en tout).
- Les trochanters des pattes postérieures sont très développés (Roger *et al.*, 2013).

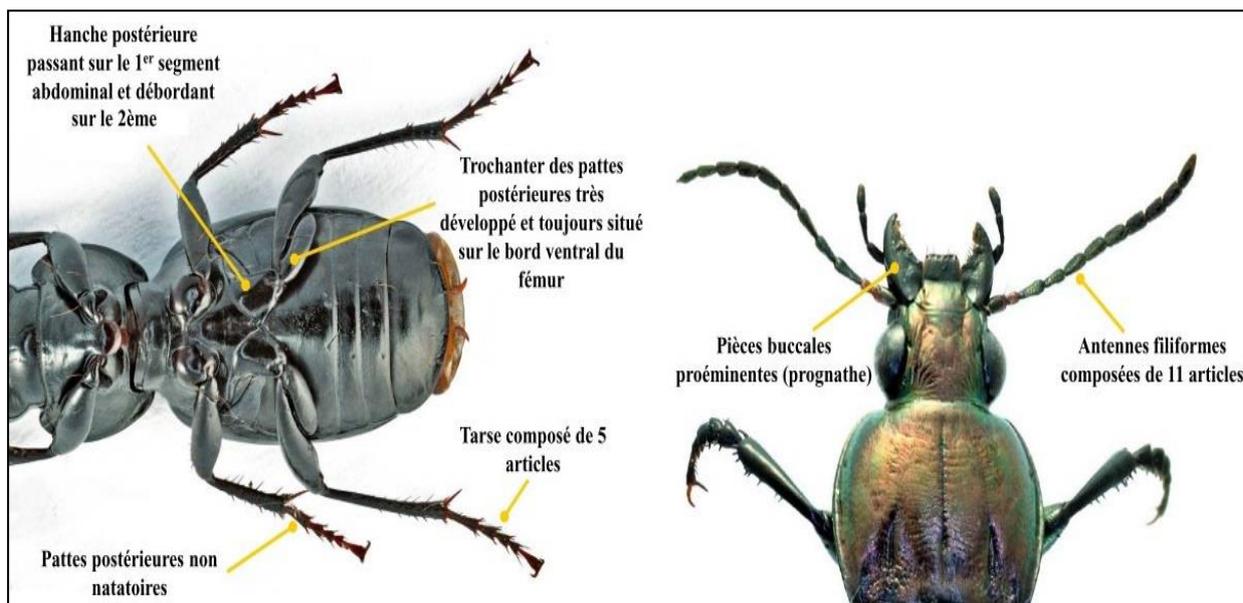


Figure 02: Critères d'identification de la famille des Carabidés (Roger et *al.*, 2013).

II.1.2. Cycle de vie

Les carabes possèdent deux à trois stades larvaires successifs, un stade nymphal (vivants à quelques centimètres dans le sol), peu mobiles, et un stade adulte durant lequel ils sont actifs à surface du sol. Les larves et les nymphes sont plus sensibles que les adultes aux conditions abiotiques, mais aussi au manque de nourriture ou à la présence de prédateurs (Dajoz, 2002).

Selon les espèces de carabidés, on rencontre deux types de reproduction :

Certaines espèces dites « spring breeders », commencent leur période d'activité (stade adulte) dès le début du printemps et se reproduisent. Le développement larvaire s'effectue durant l'été et l'automne et l'hivernation a donc lieu au stade adulte (Fig. 03). Pour d'autres, la reproduction se fait à l'automne « autumn breeders », ainsi ce sont les larves qui hivernent puis poursuivent leur développement au printemps, les adultes émergeant durant l'été (Fig. 04) (Labruyere, 2016).

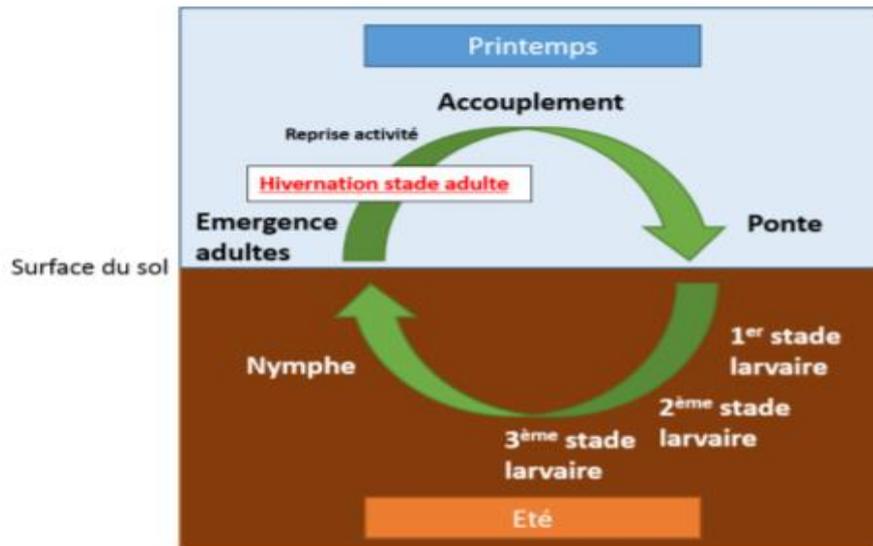


Figure 03: Cycle de vie des espèces à reproduction printanière ("spring breeders") (Labruyere, 2016).

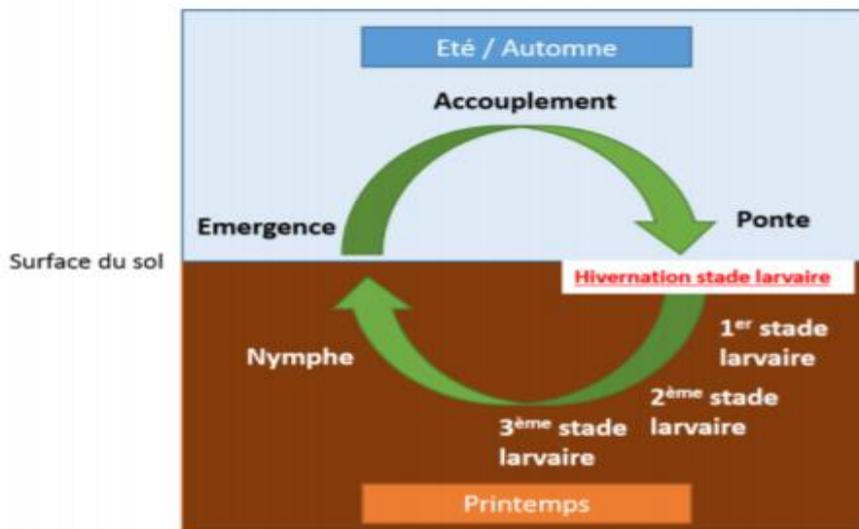


Figure 04: Cycle de vie des espèces à reproduction automnale ("autumn breeders") (Labruyere, 2016).

II.1.3. Habitat

Les Carabidés peuvent coloniser un grand nombre d'habitats terrestres, depuis le bord des eaux jusqu'aux milieux souterrains, du niveau de la mer jusqu'aux prairies alpines.

Ils sont sensibles aux facteurs abiotiques (climat, caractéristiques du sol) et au type de couverture végétale. De nombreuses espèces sont caractéristiques des milieux ouverts, prairies naturelles ou milieux cultivés, d'autres du milieu forestier (Garcin et *al.*, 2011).

II.1.4. Régime alimentaire

Selon le régime alimentaire des carabes adultes, trois types sont distingués:

Les zoophages qui représentent 80% des espèces, qui sont des prédateurs généralistes, dits « opportunistes », qui peut être très polyphages, les omnivores et les phytophage. Contrairement aux adultes, 90 % des larves sont carnivores [2].

Le régime alimentaire des carabes peut varier au sein même d'une espèce en fonction du stade de développement, du sexe de l'individu et de la disponibilité des proies (Benoit et Moronval, 2018).

II.1.5. Importance des carabidés

Les coléoptères carabiques sont importants en termes d'agro-écologie. En tant que prédateurs polyphages, ce sont d'importants agents biologiques de contrôle des ravageurs des cultures (Melnychuk et *al.*, 2003).

Plusieurs études ont aussi montré que les carabidés sont des bio-indicateurs intéressants pour mettre en évidence de la modification du milieu (Dajoz, 2002).

Les peuplements des carabidés qui se rencontrent dans les cultures ont été étudiés surtout en raison de leur valeur potentielle comme prédateurs des espèces nuisibles (Nietupski1 et *al.*, 2015 ; Saska, 2007).

Des travaux scientifiques ont aussi montré que les espèces de carabidés phytophages peuvent aussi jouer un rôle dans le contrôle des adventices (Bohan et *al.*, 2011).

II.2. Les papillons de jour (Rhopalocères)

Les Lépidoptères Rhopalocères, appelés plus communément papillons de jour figurent parmi les groupes d'insectes les plus utilisés en terme d'inventaires. Ils appartiennent aux familles suivantes : Les Lycaenidae, les Riodinidae, les Hesperidae, les Nymphalidae, les Papilionidae, et les Pieridae [03].

Ce sont des insectes diurnes et ils présentent des couleurs vives (Chinery, 1988). Ils se caractérisent donc entre autre par leurs ailes recouvertes d'écailles (lépidoptère venant du grec lépidos, écaille, et pteros, aile) (Gretia, 2009).

Le terme de rhopalocère fait référence aux antennes en forme de massue, se différenciant ainsi des hétérocères, aux antennes filiformes ou plumeuses (Gretia, 2009).

II.2.1. Position systématique

Classe : Insecta

Ordre : Lepidoptera

Sous-ordre : Rhopalocera (Gretia, 2009).

II.2.2. Morphologie

Comme tous les insectes, la morphologie d'un papillon se compose de trois parties (la tête, le thorax et l'abdomen) (Fig. 05) (Bergerot, 2011) :

➤ La tête

Cet organe, chez les papillons, est généralement arrondi, comprimé antérieurement, un peu plus étroit que le thorax ; fortement saillant et finement velu chez les diurnes, dont la mobilité est fort restreinte, possède deux gros yeux composés, lisses ou stemmate, convexes, fixes et immobiles, et d'une structure très compliquée (Dupuis, 1863). Une trompe enroulée qui tient lieu de bouche, des palpes, ainsi que deux antennes (Bergerot, 2011), ces derniers sont situées près du bord interne de chaque œil ; composées d'un grand nombre d'articles, elles varient beaucoup pour la longueur et la forme elles sont filiformes (Dupuis, 1863).

Chez les papillons de jour les antennes se terminent par une sorte de renflement qui leur donne l'aspect d'une massue ; d'où leur nom rhopalocères (Maindron, 1888).

➤ Le thorax

Le thorax, ou corselet, est formé de trois segments ou anneaux réunis étroitement : Le prothorax, segment antérieur, très court, en forme de collier ou d'anneau, port attachée en dessous la première paire de pattes. Le mésothorax, segment moyen, très développé, port en dessous la seconde paire de pattes et en dessus la première paire d'ailes. Le métathorax, le dernier, toujours soudé au précédent, se termine, en dessus, par une petite pièce triangulaire, appelée écusson. Portes en dessous la troisième paire de pattes et en dessus la seconde paire d'ailes (Maindron, 1888).

➤ L'abdomen

Dans la majeure partie des papillons, l'abdomen est ovoïde-allongé ou presque cylindrique. Il se compose de sept anneaux, dont la première, bien plus grand que les autres, en recouvrent le plus souvent les bords (Dupuis, 1863).

Il contient les nombreux organes internes liés aux processus physiologiques comme la reproduction ou encore la digestion (Bergerot, 2011). L'abdomen de la femelle contenant les œufs est d'ordinaire plus volumineux que celui du mâle (Tolmen et Lewington, 1999).

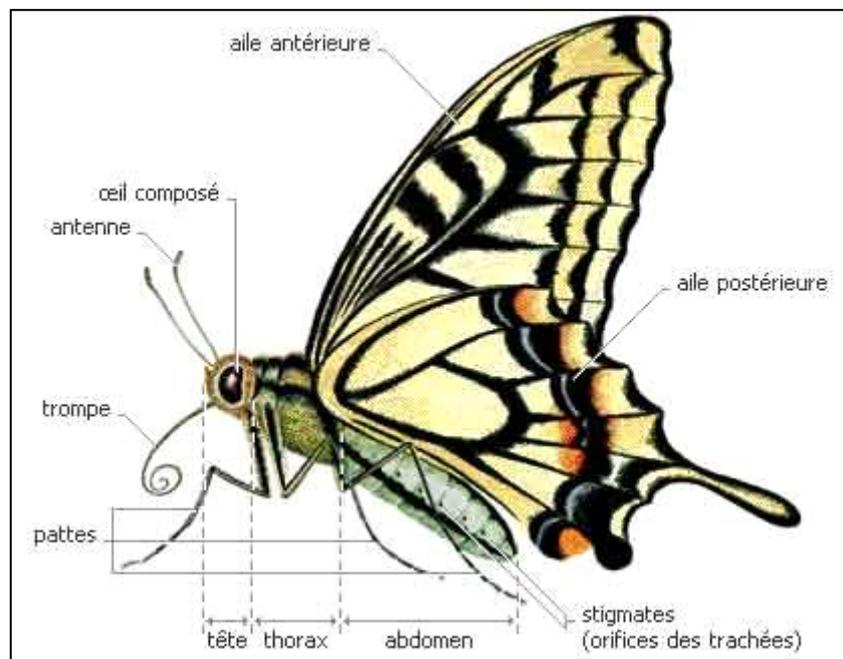


Figure 05: Morphologie d'un papillon de jour adulte [04]

II.2.3. Reproduction

Chez les Rhopalocères, la rencontre des sexes repose avant tout sur les stimuli visuels ; toutefois, des signaux olfactifs entrent en jeu vers la fin de la parade nuptiale. Chez la plupart des hétérocères, seuls interviennent les stimuli olfactifs (Chinery, 1988).

Les phéromones ayant mis la femelle dans de bonnes dispositions, le mâle est prêt à l'accouplement, quand leur organes sexuels entrent en contact et que la copulation commence, le mâle est dans une direction opposée à celle de la femelle, alors il transmet le spermatophore (capsule remplie de sperme), que la femelle reçoit dans la poche copulatoire (Chinery et Cuisin, 1994).

II.2.4. Cycle de vie

Les papillons de jour sont des insectes holométaboles, c'est-à-dire ils possèdent des métamorphoses complètes. Ils passent par quatre stades successifs : Œuf, larve (chenille), nymphe (Chrysalide), et adulte ou imago (Fig.06) (Chinery et Cuisin, 1994).

Après l'accouplement, les femelles pondent leurs œufs, visibles à l'œil nu, sur la face inférieure des feuilles de plantes hôtes qui serviront de nourriture aux futures chenilles (Forey et Mc cormick 1992).

Dans l'œuf, l'embryon se transforme peu à peu en chenille environ de 10 jours plus tard (Landais, 1837). La minuscule chenille commence à se nourrir et ronge la coquille tendre de son œuf (membrane externe) à l'aide de ces mandibules et la mange car elle lui apporte des sels minéraux et des bactéries nécessaires à son développement. En quelques semaines, la chenille peut multiplier son poids fois 100 suivant l'espèce. Pour grandir elle doit muer et pour cela elle change de peau quatre fois (Ce nombre varie de deux à dix fois suivant les espèces) (Mollier-Pierret, 2012).

La chenille se transforme en chrysalide, cette transformation s'appelle la nymphose. La plupart des chenilles de papillons de jour se fixent à un support à l'aide de quelques fils de soie. Au bout de quelques jours, l'ancienne peau de la chenille se fend et la chrysalide, dont la peau est molle, se tortille une dernière fois pour se débarrasser de cette vieille peau encombrante. Après quelques heures, sa peau devient rigide et dure (Mollier-Pierret, 2012).

Dans la chrysalide, le corps de la chenille se liquéfie complètement et se réorganise pour devenir peu à peu un papillon. Peu avant l'éclosion, la peau de la chrysalide devient transparente et laisse deviner le corps du papillon. Là encore, il gonfle son corps d'air et brise la chrysalide d'où il va s'extraire. Pour déployer ses ailes encore humides et chiffonnées, le papillon va faire circuler le sang (hémolymphe) dans les nervures des ailes et bien les faire sécher avant de s'envoler (Mollier-Pierret, 2012).

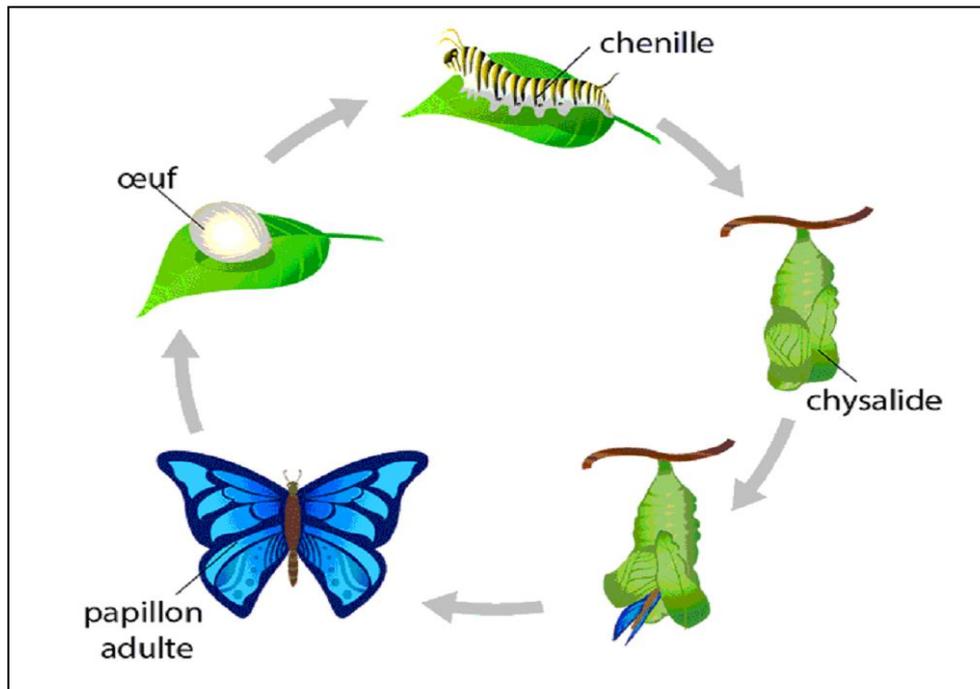


Figure 06: Cycle biologique d'un papillon de jour [05]

II.2.5. Régime alimentaire

Le mode d'alimentation des papillons contribue aussi à la pollinisation. Ils se nourrissent de nectar des fleurs mais aussi du suc de plantes pourries, d'animaux morts et d'urines d'animaux (Tolman et Lewington, 1999), grâce à un appareil buccal particulier, la trompe, résultant d'une transformation adaptative des maxilles (Karas et *al.*, 2009).

Le régime alimentaire des larves (ou chenilles) varie selon les espèces, la majorité des larves des lépidoptères sont essentiellement phytophages qui se nourrissent des parties foliaires et racinaires des plantes (Petit et Lavigne, 2019), grâce à leur pièces buccales broyeuses, elles s'attaquent à divers organes (Racines, troncs, tiges, bourgeons, feuilles, fleurs, fruits, graines...) qu'elles consomment de l'intérieur (Endophytes) ou en restant à l'extérieur (Ectophytes) (Warnau, 2011).

II.2.6. Habitat

Les papillons sont très sensibles aux conditions extérieures de l'environnement : la température, l'humidité, le soleil, et la végétation (Tolman et Lewington, 1999).

Les Lépidoptères, surtout les Rhopalocères peuvent s'observer dans tous les types d'habitats, sont nettement moins présents dans les massifs forestiers trop fermés (Jaulin et Baillet, 2007). On rencontre une plus grande diversité de papillons dans Les milieux ouverts (Bachelard, 2004) et ensoleillés : prairies, talus, landes, tourbières...etc. et les espèces les plus communes se rencontrent facilement dans les jardins (Gretia, 1999).

Les zones agricoles sont généralement moins propices aux papillons, mais on peut néanmoins y observer une assez grande variété d'espèces au moment des pics de floraison des plantes cultivées (Carrière, 2013).

II.2.7. Le vol

Le vol de la plupart des papillons est très-agile. Il a lieu, suivant les espèces, soit pendant le jour, soit après le coucher du soleil, soit durant la nuit (Dupuis, 1863).

La période de vol ne dure parfois que deux semaines pour plusieurs espèces dont la répartition est très limitée ; elle est plus longue pour la plupart, si l'on considère toute l'aire de distribution (Chinery et Cuisin, 1994). Quelques espèces polyvotines peuvent voler du début du printemps à la fin de l'été, un printemps tardif plus un été frais peuvent retarder le vol de certaines espèces arctique de plus d'un mois. Les périodes de sècheresses prolongées peuvent retarder l'émergence de certaines espèces érémoïques d'au moins une saison (Saidi, 2013).

Les papillons de jour ont en général un vol capricieux et irrégulier, ce qui tient sans doute à ce que leurs ailes ne frappent l'air que l'une après l'autre. Ils peuvent échapper ainsi aux poursuites des oiseaux, qui volent d'ordinaire en ligne droite (Dupuis, 1863).

II.2.8. Le rôle des papillons de jour

Les papillons de jour sont reconnus comme des « bio-indicateurs » de l'état de santé des milieux naturels. Au sein des écosystèmes, ces insectes remplissent plusieurs rôles : ils régulent la production végétale à travers l'alimentation des chenilles, ils constituent un maillon important de la chaîne alimentaire pour de nombreux oiseaux et petits mammifères, et

ils participent à la pollinisation des plantes à fleurs. En raison de leur facilité d'étude et de leur écologie spécifique, les papillons de jour sont utilisés par les gestionnaires d'espaces naturels pour étudier et évaluer l'état des milieux ouverts comme les pelouses naturelles, les prairies ou les friches (Bence et *al.*, 2016).

Chapitre III

Matériel et méthodes

III.1. Présentation de la zone d'étude

Notre travail s'est déroulé dans un verger de grenadier (*Punica granatum L.*) localisé dans la commune Ain Larbi de la région de Guelma, durant la période qui s'étale entre le mois de décembre 2019 jusqu'au mois de mai 2020.

III.1.1. Situation géographique de la wilaya de Guelma

La wilaya de Guelma est située au Nord-Est de l'Algérie à 60 km environ de la méditerranée. Elle est limitée au Nord par la wilaya d'Annaba, au Nord-Est par la wilaya d'El Taref, au Sud-Est par la wilaya de Souk Ahras et Oum-El Bouagui, à l'Ouest par la wilaya de Constantine et au Nord-Ouest par la wilaya de Skikda (Fig. 07), Elle s'étend sur une superficie de 3686,84 Km² (Aouissi et Houhamdi, 2009).



Figure 07: Localisation géographique de la wilaya de Guelma (A.N.D.I, 2013)

III.1.2. Situation géographique de la commune Ain Larbi

La commune d'Ain larbi est située à 30km sud-ouest de la wilaya de Guelma .Ses coordonnées géographiques sont 36°15'57"N7°23'52" E. Elle est appelé anciennement Gounod. Et réputée pour son relief montagneux, boisé et surtout ses potentialités naturelles. En effet, cette région s'illustre par son climat rigoureux en hiver, vivifiant en été, ses sources thermales, son air pur et son environnement vierge [06].

III.1.3. Situation géographique du verger d'étude

Le verger est situé à une altitude de 630m dans le nord-est de la commune de Ain Larbi Ses coordonnées géographiques sont $36^{\circ}14'34''N7^{\circ}18'43''$ (Fig. 08). Il s'étend sur une superficie de 4 ha.



Figure 08: Situation géographique du verger d'étude (photo satellitaire, 2020)

III.2. Données écologiques sur la région de Guelma

III.2.1. Le sol

D'après l'étude de la carte géologique de Guelma, la roche-mère est composée en majorité des roches sédimentaires à base de silice et de grès numidien qui couvre une grande superficie.

Le sol profond est à dominance argilo-siliceuse qui possède une certaine rétention en eau, dans d'autres endroits on trouve des sols squelettiques de faible profondeur (Beldjazia, 2009).

III.2.2. Le relief

La géographie de la wilaya se caractérise par un relief diversifié dont on retient essentiellement une importante couverture forestière et le passage de la Seybouse qui constitue le principal cours d'eau ; elle est à vocation agro-silvo pastorale avec :

- La présence d'une couverture forestière relativement importante (27%)
- L'utilisation par l'agriculture de (35%) de la superficie totale
- La dominance de maquis et de broussailles (Beldjazia, 2009).

III.2.3. Le climat

Le territoire de la wilaya se caractérise par un climat subhumide au centre et au nord et semi-aride vers le sud. Ce climat est doux et pluvieux en hiver et chaud en été. La température qui varie de 4°C en hiver à 35.4°C en été, est en moyenne de 17,3°C.

Quant à la pluviométrie, on enregistre :

- 654 mm/an à la station de Guelma
- 627 mm/an à la station d'Ain Larbi
- 526 mm/an à la station de Medjez Amar

Cette pluviométrie varie de 400 à 500 mm/an au sud jusqu'à près de 1000 mm/an au nord. Près de 57% de cette pluviométrie est enregistrée pendant la saison humide (A.N.D.I, 2013).

➤ La température

Selon Dajoz (2003), la température est l'élément du climat le plus important étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent. Elle conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2003).

En analysant les données de la période (2019-2020), il a été constaté que le mois le plus froid est Janvier avec une température moyenne de 7.7°C et le mois le plus chaud est Mai avec une moyenne de 20.2°C (Tab. 01).

Tableau 01: Températures moyennes mensuelles (T_{moy}) en (C°) enregistrées dans la station météorologique de Guelma au cours de la période d'étude (2019-2020)

Mois	Déc.	Jan.	Fév.	Mars.	Avr.	Mai.
T _{Moy} en (C°)	11.1	7.7	7.8	12.4	15.5	20.2

➤ **Humidité**

Le tableau 02 indique que l'humidité de l'air a atteint son maximum pendant le mois de Février avec 87.7 % et le minimum pendant le mois de Mai avec 67.8%.

Tableau 02: Humidité relative (HR%) enregistrée dans la station météorologique de Guelma au cours de la période d'étude (2019/2020).

Mois	Déc.	Jan.	Fév.	Mars.	Avr.	Mai.
HR (%)	79.8	80.4	87.7	76.8	76	67.8

➤ **Les précipitations**

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (Ramade, 1984).

D'après le tableau 03, les précipitations les plus basses sont enregistrées pendant le mois de Mai avec 5.3 mm et les plus hautes pendant le mois de Décembre avec 129.9 mm.

Tableau 03: Précipitations moyennes mensuelles (P_{moy}) en (mm) enregistrées dans la station météorologique de Guelma au cours de la période d'étude (2019/2020).

Mois	Déc.	Jan.	Fév.	Mars.	Avr.	Mai.
P (mm)	129.9	69.8	97.5	64.3	85.7	5.3

III.3. Méthodes de travail

III.3.1. Matériel utilisé

Le matériel que nous avons utilisé sur terrain et au laboratoire est composé de :

- Pots Barber
- Filet à papillons
- Pioche
- Acide acétique
- Alcool (éthanol à 70°)
- Passoire et pinceaux
- Flacons et étiquettes
- Une loupe binoculaire pour le triage, le comptage et la détermination des espèces
- Des épingles entomologiques
- Des boîtes de collection
- Des guides entomologiques

III.3.2. Méthode de capture de la faune

Durant notre étude, nous avons utilisé deux méthodes de piégeage des insectes, les pots Barber et le filet à papillons.

➤ Pièges Barber

Nous avons utilisé les pots Barber pour capturer les carabidés. Ce sont des pièges d'interception qui capturent les insectes au hasard de leur déplacement sans agir sur leur comportement (Barber, 1931). Il s'agit d'une méthode liée à l'activité des espèces sur le sol (Southwood, 1988). L'échantillonnage des arthropodes via des pièges Barber est le moyen le plus utilisé car peu coûteux et plus simple à mettre en œuvre pour recenser les populations d'arthropodes terrestres (Dajoz, 2002).

Les pièges que nous avons utilisés dans cette étude sont des boîtes de tomate de 10 cm de profondeur et de 9 cm de diamètre. Elles sont enfoncées dans le sol de façon à faire

coïncider le bord supérieur du pot avec le niveau du sol. La terre étant tassée autour du piège afin que même les carabidés de petite taille tombent facilement sans obstacle. Les pièges ont été remplis à moitié d'acide acétique dilué 30%, pour attirer les insectes et empêcher ainsi les piégés de s'échapper (Fig. 09).



Figure 09: Piège Barber (Photo personnelle)

➤ **Filet à papillons**

Le filet à papillon consiste en une poche faite de toile à mailles très serrées d'une profondeur de 45cm montée sur un cercle en métal dont le diamètre mesure 30cm. La manche du filet a une longueur de 120cm (Fig. 10). Il sert à chasser non seulement les lépidoptères mais les odonates, les hyménoptères et les diptères. Il est l'outil classique des chasseurs d'insectes qui volent.



Figure 10: Filet à papillons (Photo personnelle)

La méthode adoptée pour la capture des papillons est celle de la chasse à vue au moyen d'un filet à papillons. L'échantillonnage est fait au hasard sur plusieurs points d'observation du verger. La collecte est réalisée dans des temps ensoleillés en raison de deux sorties par mois.

III.3.3. choix des stations et échantillonnage des carabidés

Pour la capture des carabidés nous avons choisi 3 stations :

- Une station à l'intérieur du verger (Fig. 11)
- Une station au niveau de la bordure du verger (Fig. 12)
- Une station dans un milieu herbacé situé à proximité du verger (Fig. 13).



Figure 11: le centre du verger de grenadier (Photo personnelle)



Figure 12: Bordure du verger de grenadier (Photo personnelle)



Figure 13: Milieu herbacé (Photo personnelle)

Le dispositif d'échantillonnage se compose de 36 pièges pots placés comme suit :

- Au centre du verger et dans le milieu herbacé, 12 pièges sont disposés en 3 unités d'échantillonnage chaque unité est composée de 4 pièges au sommet d'un carré de 5 m.

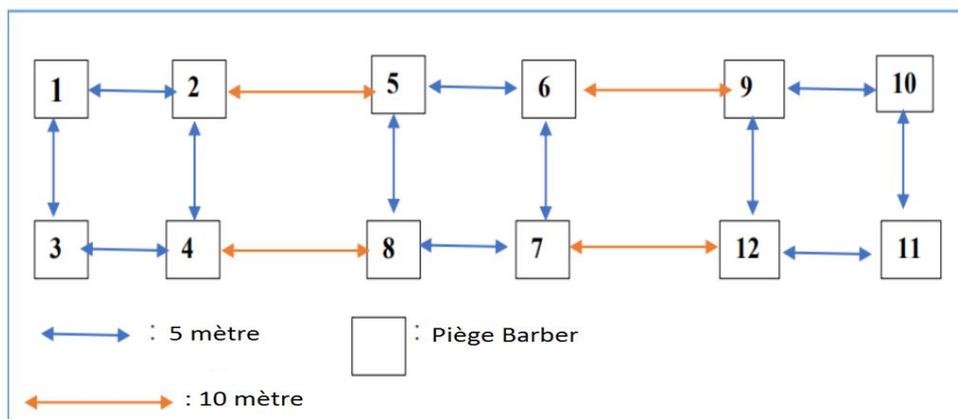


Figure 14: disposition des pièges aux centre du verger et milieu herbacé

- Au niveau de la bordure, 12 pièges distancés de 5 m sont installés en ligne droite.

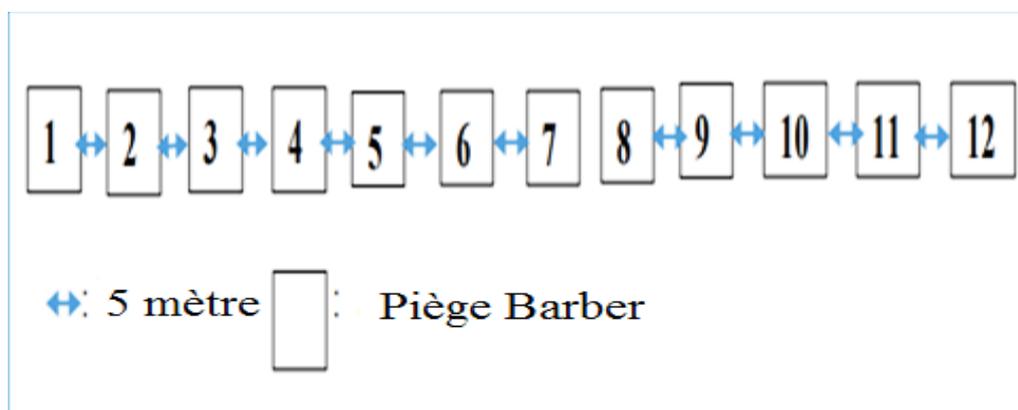


Figure 15: disposition des pièges au Bordure du verger

Les insectes sont récoltés deux fois par mois. Les spécimens sont récupérés dans des flacons contenant de l'éthanol à 70°, portant le nom de la station et la date du prélèvement.

III.4. Méthode de travail au laboratoire

III.4.1. Les carabidés

Les carabidés collectés ont été triés sous la loupe binoculaire (Fig. 14), identifiés jusqu'au rang taxonomique de l'espèce et enfin conservés dans des flacons remplis d'éthanol à 70%.

Les spécimens ont été identifiés en utilisant les clés de détermination de Bedel (1895) et d'Antoine (1955- 1962).

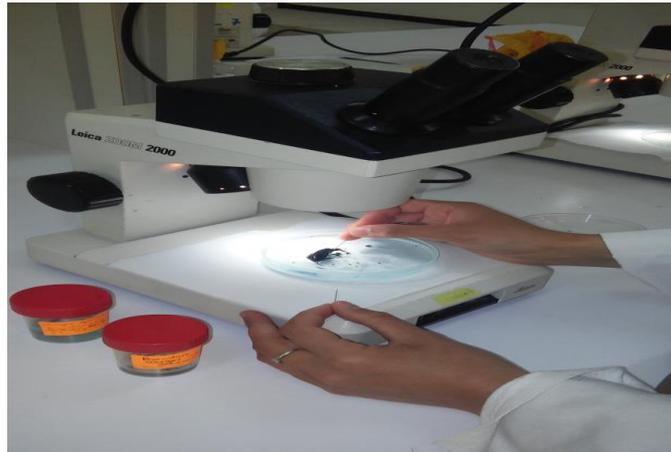


Figure 16: Tri des carabidés et conservation (Photo personnelle)

III.4.2. Les papillons

Les papillons sont sacrifiés au froid aussitôt que possible après leur capture, de crainte qu'ils n'abîment leurs ailes en essayant de voler dans un espace restreint. On procède ensuite à la technique d'étalement sur des plaques de polystyrènes à l'aide d'épingles entomologiques en notant le lieu la date de capture (Fig. 15).

L'identification des échantillons a été faite en se référant aux guides entomologiques de Tolman et Lewington (1999) et TARRIER et Delacre (2008).



Figure 17: Papillon étalé (Photo Personnelle)

III.5. Analyse de données

Nous avons analysé nos données en utilisant des descripteurs écologiques fréquemment utilisés dans les études des peuplements des insectes qui sont : l'abondance relative, la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon- Weaver, l'indice de d'équitabilité et l'indice de Jaccard.

- L'abondance relative d'une espèce correspond au nombre d'individus de cette espèce (Aa) sur le nombre total d'individus rencontré dans le peuplement (N) ; elle s'exprime en pourcentage par la formule suivante:

$$Ar (\%) = Aa/N \times 100$$

- La richesse spécifique totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 2003).
- Selon Frontier (1983) L'indice de diversité de Shannon apparaît comme étant le produit de deux termes représentant respectivement les deux composantes de la diversité : d'une part le nombre d'espèces, exprimé en logarithme ; d'autre part la répartition de leurs fréquences relatives résumée par le rapport de l'indice obtenu à la valeur qu'il aurait si toutes les espèces étaient également abondantes. Les indices de Shannon-Weaver s'expriment par la formule suivante :

$$H' = -\sum [(ni / N) \log_2 (ni / N)]$$

ni = Nombre d'individus d'une espèce i.

N = Nombre total des individus toutes espèces comptées.

Cet indice s'exprime en bit, quand il est égal à zéro c'est-à-dire quand l'échantillon contient une seule espèce. L'indice de diversité fluctue généralement entre 0,5 et 4,5.

Un indice de diversité élevé correspond à un peuplement diversifié et équilibré.

- **L'indice d'équitabilité** : est souvent donnée à partir de l'indice de Shannon .La valeur maximale de l'indice de Shannon est obtenue quand la distribution est parfaitement régulière.

L'équitabilité est calculée comme suit :

$$E = H'/H'_{\text{Max}}$$

Où : H' est l'indice de Shannon, $H'_{\text{max}} = \log_2 S$ Où S est la richesse totale.

L'équitabilité (E) tend vers 0 lorsqu'une espèce domine largement le peuplement et elle est égale à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Dajoz, 2003).

- **L'indice de Jaccard** : est utilisé pour comparer la composition spécifique des communautés dans les différentes stations, prises deux à deux. Il est basé sur la présence et l'absence des espèces.

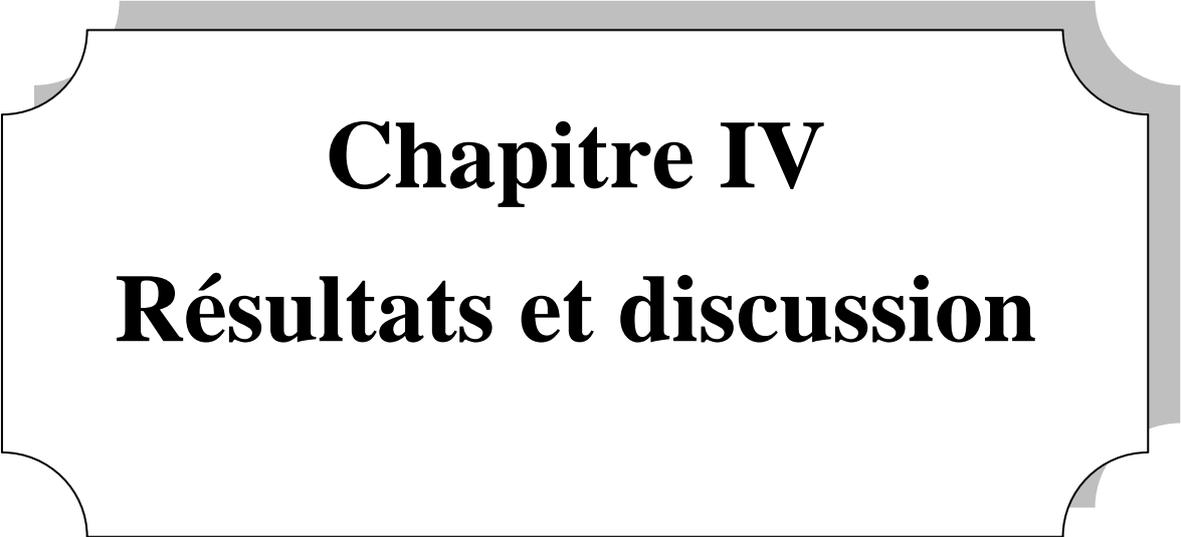
Sa formule est:

$$J = c / (a+b-c)$$

c = Représente le nombre d'espèces qui sont communes aux deux relevés ou stations.

a, b = Représente le nombre d'espèces dans la zone ou le relevé (a) et le nombre d'espèces dans la zone ou le relevé (b).

Les valeurs de l'indice de Jaccard sont comprises entre 0 et 1. Plus les valeurs sont proches de 1, plus les deux peuplements sont qualitativement semblables.



Chapitre IV
Résultats et discussion

IV.1. Analyse de l'inventaire des carabidés

Pendant la période d'étude qui s'est étalée sur six mois, à partir du mois de décembre de l'année 2019 jusqu'au mois de mai 2020, nous avons pu recueillir un total de 58 individus répartis en 10 espèces de carabidés (Tab. 04).

Tableau 04: Liste des espèces de carabidés capturées dans les différentes stations d'étude

Espèces et effectifs	Stations			Abondance Totale	Abondance relative %
	Centre	Bordure	Milieu herbacé		
<i>Macrothorax morbillosus</i> (Fabricius, 1792)	0	0	1	1	1.72
<i>Nebria andalusia</i> (Rambur, 1837)	1	0	0	1	1.72
<i>Calathus circumseptus</i> (Germar, 1824)	2	0	0	2	3.45
<i>Agonum nigrum</i> (Dejean, 1828)	1	2	0	3	5.17
<i>Odontonyx elongatus</i> (Wolaston, 1854)	0	1	0	1	1.72
<i>Amara aenea</i> (Dejean, 1926)	0	1	9	10	17.24
<i>Notiophilus geminatus</i> (Dejean, 1926)	1	14	1	16	27.59
<i>Hesperophonus pumilio</i>	2	0	0	2	3.45
<i>Bembidion rectangulum</i> (Jacquelin du Val, 1852)	1	0	0	1	1.72
<i>Apristus striatipennis</i> (Lucas, 1848)	6	2	13	21	36.20

Les résultats de l'inventaire indiquent que les espèces de carabidés les plus dominantes dans le verger sont notamment : *Apristus striatipennis* (36.20% de la faune totale) (Fig. 16), *Notiophilus geminatus* (27.59%) (Fig. 17), *Amara aenea* (17.24%) (Fig. 18) et *Agonum nigrum* (5.17%) (Fig. 19).

Notons que la majorité des espèces récoltées sont prédatrices donc elles peuvent être utiles de point de vue agronomique.



Figure 18: *Apristus striatipennis* (3,5mm)
(photo personnelle)



Figure 19: *Notiophilus geminatus* (5mm)
(photo personnelle)



Figure 20: *Amara aenea* (8mm) (photo
personnelle)



Figure 21: *Agonum nigrum* (9mm) (photo
personnelle)

IV.1.2. Richesse spécifique et abondance

D'après la figure 20 nous observons que la station à l'intérieur du verger renferme le plus grand nombre d'espèces par rapport aux autres stations.

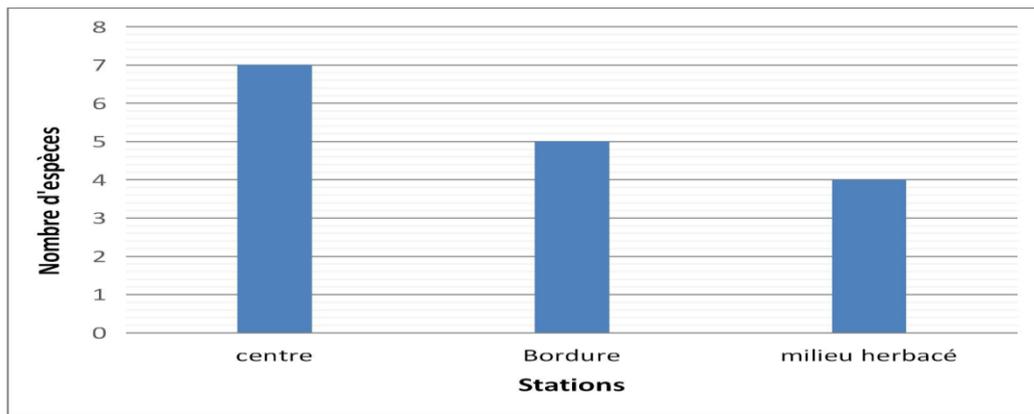


Figure 22: Répartition des richesses spécifiques dans les différentes stations

Les résultats obtenus sur les abondances montrent que les plus grands effectifs ont été enregistrés au niveau de milieu herbacé (24 individus) puis la Bordure du verger (20 individus). Tandis que le plus faible effectif a été noté dans le centre du verger avec une valeur de 14 individus (Fig. 21).

Le nombre important d'individus recensés dans la zone herbacée et la bordure est peut être lié à la densité du couvert végétal qui est très importante par rapport au centre du verger.

Selon Xiang Li et *al* (2018), les carabidés sont fortement influencés par la diversité des plantes. Le couvert végétal peut maintenir une humidité élevée au niveau du sol et améliore les conditions microclimatiques qui favorisent le développement d'un grand nombre de carabidés (Nietupski et *al.*, 2008 ; Olejniczak 1998). Selon Roume (2011), les habitats semi-naturels tels que les bordures des champs et les zones herbacées situées à proximité des champs, abritent une faune importante de carabidés.

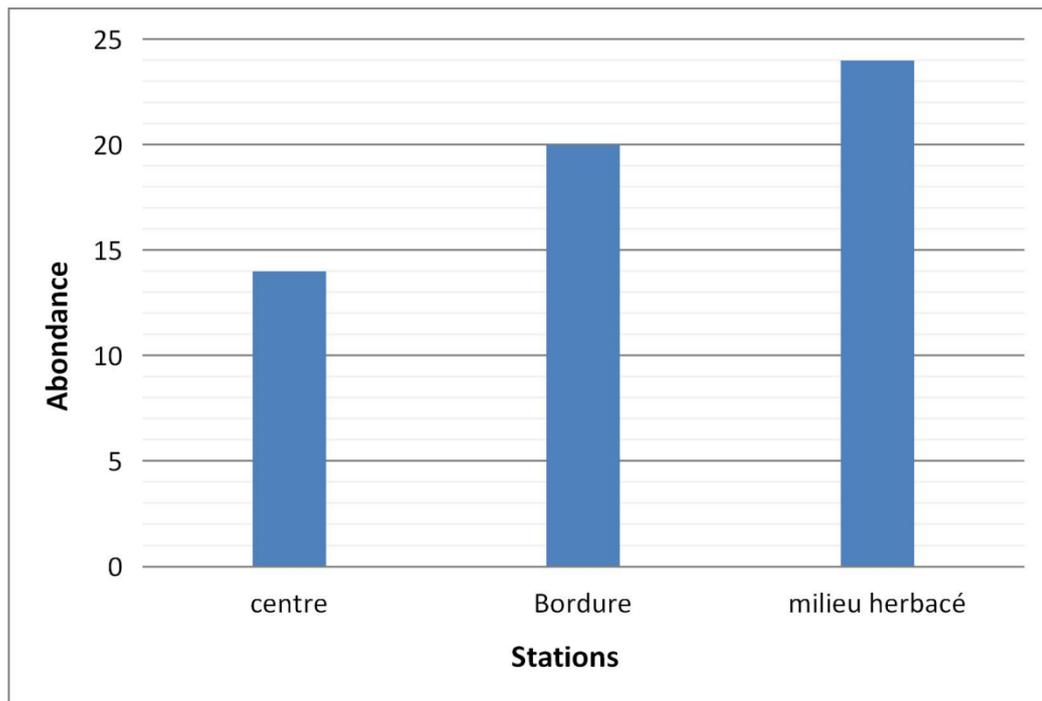


Figure 23: Abondance des carabidés dans les différentes stations

IV.1.3. Evolution mensuelle des abondances

La courbe d'abondance des espèces (Fig. 22) montre que les carabidés sont peu actives pendant le mois de décembre, ceci est peut être lié aux mauvaises conditions climatiques qui règnent pendant cette période.

Pendant le mois de janvier et le mois de février le peuplement est plus dense et l'activité est plus prononcée, ceci est probablement liée au cycle de reproduction des espèces. D'après Paarmann (1970), beaucoup d'espèces de carabidés du nord de l'Afrique sont des reproducteurs d'hiver.

Nous avons remarqué qu'à partir du mois de mars, l'activité des espèces devient faible jusqu'à une disparition complète pendant le mois d'avril et mai alors que cette période est normalement propice pour la propagation des carabidés, nous pouvons expliquer cette disparition des espèces par l'utilisation de pesticides pendant cette période.

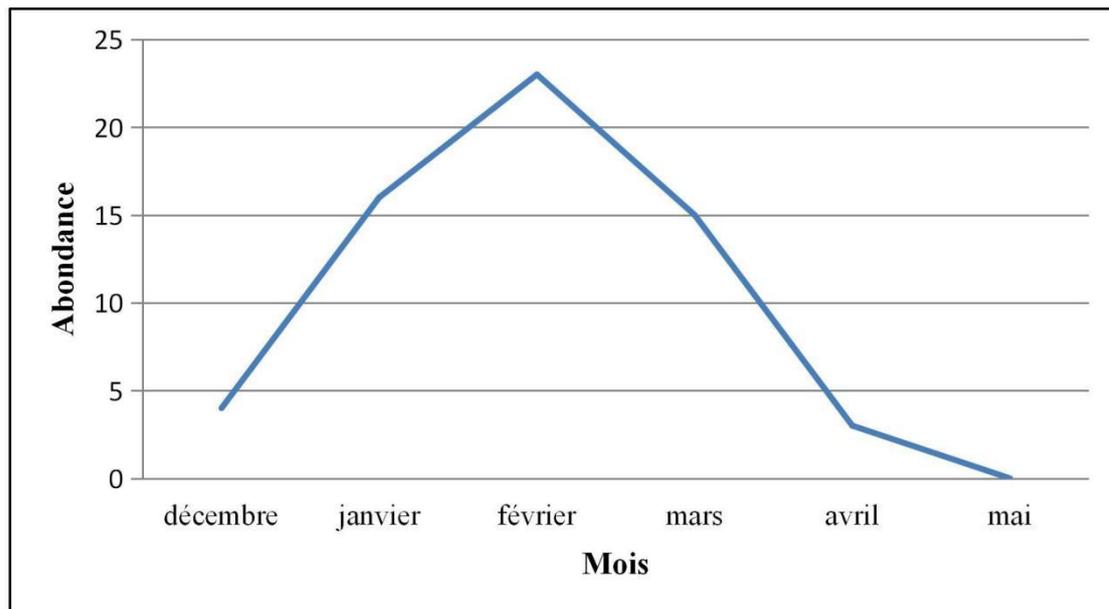


Figure 24: Abondance mensuelle du peuplement de carabidés

IV.1.4. Indice de Jaccard

Les valeurs obtenues de l'indice de Jaccard comprises entre 0,22 et 0,33 (Tab. 05) indiquent une très faible affinité entre les peuplements carabiques malgré la proximité des stations.

Tableau 05: Indice de similarité de Jaccard du peuplement carabique.

Stations	Indice de Jaccard
Centre – Bordure	0.33
Centre – Milieu herbacé	0.22
Bordure – Milieu herbacé	0.28

IV.1.5. Indice de diversité Shannon –Weaver et d'équitabilité

Nous constatons que les valeurs de l'indice de diversité sont comprises entre 0.96 et 1.67 (Tab. 06). La valeur la plus élevée est enregistrée au centre du verger, et la valeur la plus faible est observée dans le milieu herbacé.

Concernant les valeurs de l'équitabilité, une faible différence a été observée entre les stations, la valeur maximale de l'équitabilité est observée au centre du verger (0.59), par

contre la valeur minimale est enregistrée à la bordure du verger (0.43).

Globalement, les résultats montrent que le peuplement de carabidés est plus diversifié et équilibré au centre du verger.

Tableau 06: Indices de diversité de Shannon (H') et d'équitabilité (E) du peuplement carabique de chaque station.

Stations	H' (bit)	H' max (bit)	E
Centre	1.67	2.80	0.59
Bordure	1	2.32	0.43
Milieu herbacé	0.96	2	0.48

IV.2. Analyse de l'inventaire des papillons de jour

Durant la période d'étude qui s'est étalée du mois de décembre 2019 jusqu' au mois de mai 2020, 12 espèces de papillons de jour (Rhopalocères) ont été inventoriées dans le verger du grenadier. Ils sont représentés par 4 familles : Pieridae, Lycaenidae, Nymphalidae et Papilionidae (Tab. 07). On remarque que la famille des Pieridae semble être la famille la plus représentée avec (81.06%), suivie des Nymphalidae (11,46%), puis les Lycaenidae (6.75%) et enfin les Papilionidae (0.67%). Nos résultats sont similaires aux travaux effectués par Zouara et Mohamedatni dans un verger d'agrumes situé dans la région de Guelma (Elfedjoudj) dans l'année 2019.

Un total de 148 individus à été récolté durant la période d'étude. Les espèces dominantes sont notamment : *Pieris rapae* avec (69.59%), puis *Pararge aegeria* avec (7.43%), et *Pontia daplidice* avec (6.75%). En revanche, les moins abondantes sont : *Colias croceus* avec (4,05%), *Lycaena phlaeas* avec (4.05%) et *Polyommatus icarus* avec (2.70%) et *Melanargia galathea* avec (2.02%).

Tableau 07: Liste des espèces de papillons capturées dans le verger de grenadier.

Sous ordre	Familles	Espèces	Effectifs	Abondance relative %
Rhopalocères	Pieridae	<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)	103	69.59
		<i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus, 1758)	10	6.75
		<i>Colias croceus</i> (Geoffroy, 1785)	6	4.05
		<i>Gonepteryx Cleopatra</i> (Linnaeus, 1767)	1	0.67
	Lycaenidae	<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)	6	4.05
		<i>Polyammatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)	4	2.70
	Nymphalidae	<i>Vanessa atalanta</i> (Godart, 1819)	1	0.67
		<i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758)	11	7.43
		<i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758)	3	2.02
		<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.67
		<i>Hyponephele lupina</i> (Muschamp, 1915)	1	0.67
	Papilionidae	<i>Iphiclides feisthamelii</i> (Duponchel, 1832)	1	0.67

IV.2.1. Activité des espèces

Selon la figure 23, les rhopalocères sont inactifs en hiver en raison des mauvaises conditions. D'après Tolman et Lewington (1999), Les papillons sont très sensibles aux conditions extérieures de l'environnement car se sont des insectes fragiles, affectés négativement par les températures basses ce qui entraîne leur mort quelque soit le stade de développement.

Pendant le printemps les papillons deviennent actifs et ceci est certainement lié aux bonnes conditions climatiques qui favorisent le développement des plantes et fleurs que les papillons utilisent comme source alimentaire. Pendant le mois de mai le pic d'activité est

atteint. Notons que cette forte activité est marquée par l'espèce *Pieris rapae*.

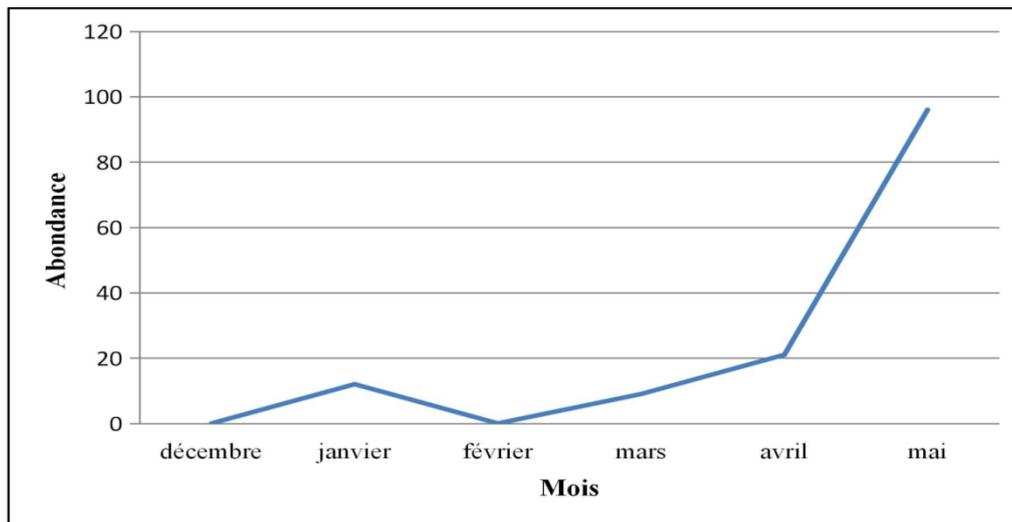


Figure 25 : Courbe d'abondance mensuelle des peuplements de papillons de jour

IV.2.2. Liste commentée des espèces

➤ *Pieris rapae* (Linnaeus, 1758)

Pieris rapae ou pieride de la rave est un papillon blanc à activité diurne et a plusieurs générations par an. Les ailes sont blanches avec une zone noire près de l'extrémité de chaque aile antérieure et une petite tache noire sur le bord avant de l'aile. La femelle a deux taches noires sur chaque aile antérieure. , tandis que le mâle n'en a qu'une (Common et Waterhouse, 1981).

La piéride de la Rave est une espèce mésophile qui, lorsque ses densités deviennent importantes, peut occasionner des dégâts dans les jardins et les cultures. Les femelles déposent leurs œufs isolément au revers des feuilles. Ils éclosent une semaine plus tard. Les chenilles se nourrissent, pendant le mois que dure leur développement, de nombreuses *Brassicacées*, mais aussi de *Résédacées* et de *Tropaeolacées* : divers Choux (dont le Chou potager, *Brassica oleracea*), Cardamines (dont la Cardamine hérissée, *Cardamine hirsuta*), Réséda jaune (*Reseda lutea*) et Grande Capucine (*Tropaeolum majus*). Ce sont les chrysalides de la dernière génération qui hivernent (Fig. 24) [07].



Figure 26: *Pieris rapae* (Envergure: 5cm) (photo personnelle)

➤ ***Pontia daplidice* (Linnaeus, 1758)**

L'espèce *Pontia daplidice* ou Le marbré de vert est un petit papillon blanc (44 - 50 mm) avec une bordure noire maculée de blanc à l'apex de l'aile antérieure. Il présente : une tache noire dans la cellule vue du dessus. Le revers des ailes postérieures est orné de marbrures vertes à jaune verdâtre (Fig. 25). La femelle a des motifs plus accentués que le mâle [08]. Le marbré-de-vert est une espèce atlanto-méditerranéenne thermophile, de réputation migratrice, Les adultes se nourrissent principalement du nectar des fleurs, les chenilles dévorent les plantes hôtes [09].



Figure 27: *Pontia daplidice* (Envergure : 4,5cm) (photo personnelle)

➤ ***Colias croceus* (Geoffroy, 1785)**

Colias croceus est une espèce migratrice, 2 à 3 générations par an. Son envergure varie de 35 à 50 mm. Le dessus des ailes est jaune orangé avec une grosse tache noire discoïdale et une large bande noire marginale parallèle à la bordure externe. Chez le mâle, cette bande noire est striée de jaune au niveau des nervures (Fig. 26). Chez la femelle, elle est parsemée de taches jaunes. Le dessous des ailes antérieures est jaune d'or avec une bande marginale verdâtre. Le dessous des ailes postérieures est verdâtre. Les femelles ont parfois une couleur

de fond blanchâtre (forme hélice) [10].

Les adultes se nourrissent principalement du nectar des luzernes et trèfles, les chenilles dévorent ses plantes hôtes [11].



Figure 28: *Colias croceus* (Envergure : 4,5 cm) (photo personnelle)

➤ ***Gonepteryx cleopatra* (Linnaeus, 1767)**

Gonepteryx cleopatra ou citron de Provence possède une taille qui varie entre 25 à 30 mm (Fig. 27). Le mâle est jaune citron avec une grande partie de l'aile antérieure orange. Le dessus de la femelle est blanc-vert clair avec une nuance de jaune vers la base de l'aile postérieure. La chenille est de couleur verte. Le citron de Provence réalise entre une et deux générations par an [12]. Cette espèce fréquente les maquis et les bois secs clairsemés. La chenille se nourrit de *Rhamnus spp* [13].



Figure 29: *Gonepteryx cleopatra* (Envergure : 5cm) (photo personnelle)

➤ ***Lycaena phlaeas* (Linnaeus, 1761)**

Lycaena phlaeas, ou cuivré commun est un papillon aux couleurs vives dont la répartition englobe l'Europe, l'Asie tempérée, le nord-est de l'Amérique du Nord et l'Afrique

du Nord et de l'Est du Centre). Cette espèce a plusieurs générations par an (Tolman et Lewington, 2008) et mesure seulement 26 mm d'envergure. Les ailes antérieures sont de couleur orange avec des points noirs sur le bord extérieur presque noir. Les ailes postérieures sont de couleur brune-grise avec une bande sur le bord de couleur orange. Il présente sur l'angle anal un petit appendice. Le dessous des ailes postérieures est gris clair (Langdon, 2015) (Fig. 28).

Le cuivré commun fréquente principalement les milieux ouverts, en général bien drainés, exposés au soleil : jachères, prairies mésophiles, talus et bords de routes, chemins de terre, lisières et jardins. Les oseilles sauvages (*Rumex* spp.) sont les plantes-hôtes des chenilles [14].



Figure 30: *Lycaena phlaeas* (Envergure : 2, 5cm) (photo personnelle)

➤ ***Polyommatus icarus* (Rottemburg, 1775)**

Polyommatus icarus ou l'azuré de la Bugrane est une espèce polyvoltine, c'est-à-dire qu'elle présente plusieurs générations successives chaque année. Ce papillon est d'envergure 27 à 30 mm (Fig. 29). La Face supérieure des ailes présente un dimorphisme sexuel marqué; bleu-violet avec une fine bordure noire pour le mâle ; brun à lunules oranges près de la marge sur les ailes antérieures et postérieures pour la femelle. Et la face inférieure est brun clair, points noirs cerclés de blanc, ligne de lunules oranges près de la marge, franges blanches ; aile antérieure à 1 ou 2 points cellulaires ; aile postérieure avec un triangle blanc, ligne post discale de points noirs régulières (Mallard, 2019).

L'Azuré de la Bugrane est le plus commun de tous les « Petits Bleus ». Euryèce et mésophile, il fréquente toutes sortes de milieux ouverts tels que les pelouses sèches, les prairies de fauche, les pâtures, les cultures fourragères, les jachères, les chemins et les accotements des routes ; il s'aventure jusqu'en ville dans les jardins.

C'est une espèce très floricole, les imagos butinent entre autres les menthes, les trèfles, les marguerites et les Lotiers [15].



Figure 31: *Polyommatus icarus* (Envergure : 3,5 cm) (photo personnelle)

➤ ***Vanessa atalanta* (Godart, 1819)**

Le vulcain est un papillon de jour associé aux zones herbacées bien exposées au soleil et riches en plantes nectarifères. Grand papillon 50 à 60 mm d'envergure, le vulcain peut migrer à la bonne saison jusqu'aux limites du cercle polaire (Angot, 2016).

Ce papillon chez le mâle comme chez la femelle a le fond du dessus des ailes noir, coupé sur l'aile antérieure par une bande rouge et marqué au bout par des taches blanches. Sur l'aile postérieure, une bande rouge marquée de points noirs borde l'aile. Sur le dessous, les ailes antérieures portent, en plus terne, les mêmes marques que sur le recto. Le dessous des ailes postérieures est par contre marron marbré, assurant un bon camouflage (Fig. 30) [16].



Figure 32: *Vanessa atalanta* (Envergure : 5,5cm) (photo personnelle)

➤ ***Pararge aegeria* (Linnaeus, 1758)**

Pararge aegeria ou tircis est un petit papillon de 35 à 45 mm (la femelle un petit peu plus grande que le mâle). Il possède une couleur très variable, allant du brun foncé à l'orange. Ledessus des ailes présente un fond brun, marqué de multiples taches fauves formant comme un vitrail, plus lumineux chez la femelle. Un ocelle noir, à la pupille blanche, se trouve près de l'extrémité de l'aile antérieure, trois autres sont placés en arc sur l'aile postérieure (Fig. 31) Les taches et les ocelles sont les principaux critères distinctifs. (Anne et *al.*, 2017). Le tircis est une espèce mésophile sylvicole largement courante, habitant tous les milieux boisés [17].



Figure 33: *Pararge aegeria* (Envergure : 4cm) (photo personnelle)

On voit rarement ce papillon sur les fleurs mais le plus souvent perché sur une tige ou une feuille le long des haies [18].

➤ ***Melanargia galathea* (Linnaeus, 1758):**

Melanargia galathea ou demi-deuil est une espèce de papillon d'envergure 37 à 52mm. Le dessus des ailes est blanc avec de larges taches noires. Leurs revers est de couleur plus terne, avec une série incomplète de points marginaux (Fig. 32) [19].

Le demi-deuil est plutôt thermophile et se retrouve sur des prairies maigres parsemées de buissons. Les adultes butinent un grand nombre de fleurs rose ou pourpre, notamment des *Rubus sp.* La chenille consomme des feuilles de graminées [20].



Figure 34: *Melanargia galathea* (Envergure : 5cm) (photo personnelle)

➤ ***Maniola jurtina* (Linnaeus , 1758)**

Maniola jurtina ou myrtil est un papillon de taille moyenne se posant presque toujours ailes relevées. Le gros ocelle subapical bien visible sur sa plage fauve (Fig. 33). Le mâle est totalement brun sur le dessus, sauf autour de l'ocelle. À l'émergence, les mâles sont plus sombres. La femelle présente une livrée plus contrastée, pourvue de plages fauves d'étendue variable sur le dessus des ailes antérieures.

C'est une espèce ubiquiste présente dans tous les milieux ouverts herbacés, en campagne ou en montagne [21].



Figure 35: *Maniola jurtina* (Envergure : 3cm) (photo personnelle)

➤ ***Hyponephele lupina* (Muschamp, 1915)**

Le louvet est un papillon de taille moyenne : 21 à 24 mm (Fig. 34). Sa Plante hôte est *Aegilops geniculata*. Le dessus du mâle: est de couleur brun-jaunâtre avec un reflet cuivré, large avec une épaisse bande androconiale. Présente un ocelle aveugle noir aux ailes antérieures. La femelle est plus grande et porte deux ocelles aveugles noirs entourés d'un large cerne jaune. Le bord des ailes postérieures est fortement festonné. Le dessous des ailes antérieures est de couleur orange-brunâtre [22].

Hyponephele lupina habite le plus souvent des habitats très pauvres en nutriments, secs, caillouteux ou rocheux [23].



Figure 36: *Hyponephele lupina* (Envergure : 5,5cm) (photo personnelle)

➤ ***Iphiclides feisthamelii* (Duponchel, 1832):**

Iphiclides podalirius ou flambé se caractérise par un fond alaire blanc jaunâtre, zébré de longues rayures transversales noires. Les individus de la génération estivale sont plus clairs, avec l'extrémité de l'abdomen blanche. Les bordures marginales, noires, sont rehaussées de lunules bleues aux ailes postérieures, mais surtout, ces dernières sont prolongées par de très longues queues. Une tache orange clair orne l'angle anal (Fig. 35) [24].

Le Flambé est un puissant volateur que l'on peut observer un peu partout. Méso-xérophile, il fréquente préférentiellement les pelouses sèches parsemées de buissons, les corniches, les parties sommitales des bois clairs et les friches bien exposées, mais sa tendance à l'erratisme peut le conduire jusque dans des plaines alluviales, le long des haies des secteurs bocagers, voire dans les jardins et les parcs urbains. Très floricole, il apprécie entre autres les Chardons, les Scabieuses, les Vipérines et les Bud-dléias [25].



Figure 37: *Iphiclides feisthamelii* (Envergure: 9cm) (photo personnelle)

Conclusion

Conclusion

Cette étude qui s'est déroulée à partir du mois de décembre 2019 jusqu'au mois de mai 2020 dans un verger de grenadier et un milieu herbacé dans la région de Guelma (Ain Larbi) nous a permis d'inventorier 10 espèces de carabidés et 12 espèces de papillons de jour.

Les données sur les abondances indiquent que les papillons sont majoritaires face aux carabidés.

L'analyse de l'inventaire des carabidés nous a permis d'identifier des espèces dominantes qui peuvent contrôler les ravageurs grâce à leur régime alimentaire carnivore, citons par exemple les espèces *Apristus striatipennis*, *Notiophilus geminatus*, et *Agonum nigrum*.

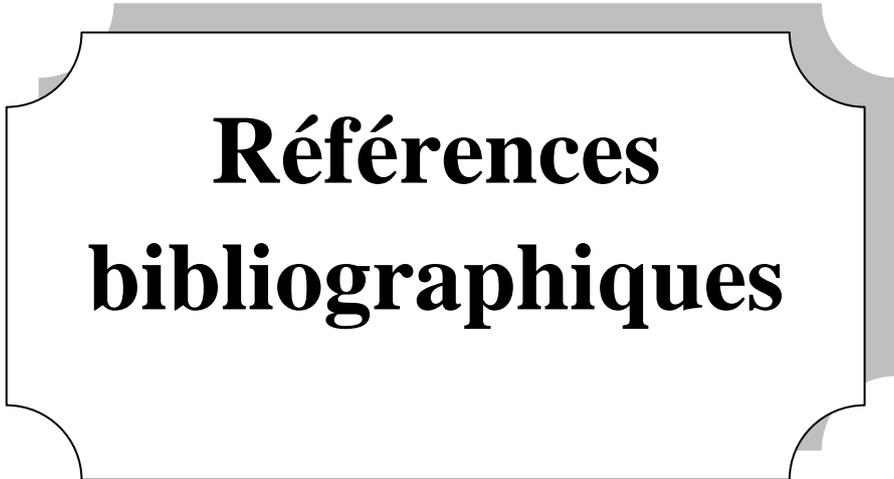
La comparaison des abondances entre les différentes stations (centre du verger, bordure et milieu herbacé) a révélé que le milieu herbacé recèle le plus grand nombre d'individus, ce qui peut être expliqué par l'absence de facteurs perturbateurs tels que le labour, et l'utilisation des pesticides dans ce biotope.

Les résultats sur les indices de Jaccard et de diversité de Shannon ont montré qu'il existe une faible affinité entre les stations et que le centre du verger est plus diversifié.

L'étude du peuplement de papillons de jour a mis en évidence l'existence d'espèces qui sont reconnues par leur grand rôle de pollinisatrices telles que *Pieris rapae*, *Polyammatus icarus* et *Iphiclides feisthamelii*.

Concernant l'activité des espèces, une forte activité a été enregistrée au printemps qui est certainement lié à la disponibilité des ressources alimentaires pendant cette période.

Enfin, il est important de noter que les carabidés et les papillons de jour sont des insectes qui apportent de grands services aux écosystèmes terrestres, de ce fait il est impérative de poursuivre cette étude en prospectant d'autres vergers pour dresser une liste complète des espèces auxiliaires de carabidés et des espèces de papillons qui possèdent un grand potentiel de pollinisation.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

- **Amourettim C., et Comet G., 1992.** Cahier d'histoire des techniques Des hommes et des plantes : plantes méditerranéennes, vocabulaire et usages anciens. Publications de l'université de Provence, 81 p.
- **A.N.D.I., 2013.** Wilaya de Guelma. Agence Nationale de Développement de l'investissement, Guelma, 19 p.
- **Angot D., 2016.** Présentation et répartition des Papillons (Lépidoptères Rhopalocères), Atlas de la Biodiversité Chalonnaise. Ville de Chalonnnes sur Loire, 84 p.
- **Antoine M., 1955.** Coléoptères carabiques du Maroc.1^{ère} partie. Mémoire de la Société des Sciences Naturelles Physiques. Maroc Zoologie, 1: p. 1-177.
- **Antoine M., 1959.** Coléoptères carabiques du Maroc.3^{ème} partie. Mémoire de la société des Sciences Naturelles Physiques. Maroc Zoologie, 6: p. 315-465.
- **Aouissi A., et Houhamdi M., 2009.** Contribution à l'étude de la qualité de l'eau de quelques sources et puits dans les communes de Belkheir et Boumahra Ahmed (Wilaya de Guelma, Nord-est Algérien). Séminaire National sur la Santé et Bio-Surveillance des Ecosystèmes Aquatiques. Université. Mohamed Chérif Messaadia, 12 p.
- **Assumani N., 2007.** Contribution à l'étude de la biodiversité des papillons du jour (lépidoptera, rhopalocera) dans la réserve forestière de la yoko à kisangani (ubundu - r.d.congo). Mémoire de Master en Sciences. Université de kisangani, 80 p.
- **Baali H., 2018.** L'Algérie profonde / Est Guelma Aïn Larbi, nouveau pôle touristique.
- **Bachelard P., 2004.** Inventaire des papillons diurnes (Rhopalocères et Zygaenidae) sur le site naturel d'Arvie (Puy-de-Dôme). Rapport d'étude Conservatoire des Espaces et Paysages d'Auvergne et Alcide-d'Orbigny, Clermont-Ferrand. Rapport d'étude du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne et Alcide-d'Orbigny, 6 p.
- **Barbault R., 1981.** Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Masson, Paris,

200 p.

- **Barber H.S., 1931.** Traps for cave-inhabiting insects. Journal Elisha Mitchell Scientific Society, 46: p. 259-266.
- **Bedel L., 1895.** Catalogue raisonné des coléoptères du nord de l'Afrique (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine) avec notes sur les îles de Canaries. Nabu Press, Paris, 402 p.
- **Beldjazia A., 2009.** Etude écologique et cartographique de la végétation du massif de la Mahouna. Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba, 96 p.
- **Bence S., Delauge J., Richaud S., Dorothee M., et Hayot C., 2016.** Liste rouge régionale des papillons de jour de Provence-Alpes-Côte d'azur. Conservation d'espèces naturelles. Provence-Alpes-Côte d'azur, 20 p.
- **Ben Abdennebi M.A., 2012.** Le grenadier tunisien (*Punica granatum*) stimule le transport de glucose dans les cellules musculaires C2C12 via la voie insulino-dépendante de l'Akt et la voie insulino-indépendante de l'AMPK. Mémoire. Maîtrise en pharmacologie. Université de Montréal. Tunis, 82p.
- **Ben-Arie R., Segal N., et Guelfat-Reich S., 1984.** The maturation and ripening of the 'Wonderful' pomegranate. Journal of the American Society for Horticultural Science (USA), Vol. 109(6) : p. 898- 902.
- **Benoit M., et Moronval J.R., 2018.** Le système de culture concept d'agronome. objet opérationnel de décideur. 1^{ère} édition. Educagi, 250 p.
- **Bergerot B., 2011.** Sur la piste des papillons l'amateur de nature. Ed. Dunod. Paris, 192 p.
- **Bergerot B., 2016.** Sur la piste des papillons (papillons d'ici et d'ailleurs, sachez les reconnaître). Guide de terrain pour comprendre la nature. Ed. muséum national d'histoire naturelle et Dunod, Paris, 191 p.
- **Bertrand C., 2001.** Lutte contre les nématodes à galles (*Meloïdogyne spp*) en agriculture biologique. Itab– GRAB, 4 p.

- **Betioui M., 2017.** Etude de la possibilité d'amélioration de la culture et de la production du Grenadier commun, *Punica granatum L.* dans la région de Tlemcen. Mémoire de Master en Agronomie: Amélioration végétale. Université de Tlemcen, 80 p.
- **Blok V.C., Jones J.T., Phillips M.S., et Trudgill D.L., 2008.** Parasitism genes and host range disparities in biotrophic nematodes: the conundrum of polyphagy versus specialisation. *BioEssays: news and reviews in molecular, cellular and developmental biology*, 30(3): p. 249-259.
- **Blumenfeld A., Shaya F., et Hillel R., 2000.** Cultivation of pomegranate. *Options Méditerranéennes*, 42: p. 143-147.
- **Bohan D.A., Boursault A., Brooks D.R., et Petit S., 2011.** National scale regulation of the weed seedbank by carabid predators. *Journal of Applied Ecology*, 48(4) : p. 888-898.
- **Bouras H., 2019.** Biodiversité et Multiplication *in vitro* du grenadier *Punica granatum L.* Master Académique : biotechnologie Végétale. Université Mohamed Boudiaf. M'sila, 44 p.
- **Carriere M., 2013.** Les papillons par la photo. Livre électronique. Ed. Les-Snats (Taillebourg, 17), collection Pense-bêtes, 120 p.
- **Chinery M., 1988.** Insectes d'Europe Occidentale. Ed. Arthaud, Paris, 320 p.
- **Chinery M., et Cuisin M., 1994.** Les papillons d'Europe (Rhopalocères et Hétérocères diurnes). Ed. Delâchaux et Niestlés, Paris, 320 p.
- **Chougui H., 2018.** Etude du comportement physiologique avec application d'hormone de boutures de quatre variétés de grenadier (Maadam, Lahmar, Mrinie et Sefri) (F.P CASA OLIVES DJDIOUIA, W. RELIZANE). Mémoire de Master : Amélioration des productions végétales. Université Abdelhamid Ibn Badis. Mostaganem, 56 p.
- **Colas G., 1974.** Guide de l'Entomologie. Ed. Boubée et Cie. Paris, 323 p.

- **Common I.F.B., et Waterhouse D.F., 1981.** Butterflies of Australia. Revised edition, Angus and Robertson Publishers. Sydney, 682 p.
- **Crete X., et Teissedre-lemoine H., 2014.** Le grenadier. CEHM, 2 p.
- **Dajoz R., 2002.** Les Coléoptères Carabidés et Ténébrionidés : Ecologie et Biologie. Ed. Lavoisier Tec & Doc. Paris, 522 p.
- **Dajoz R., 2003.** Précis d'écologie. 7ème édition, Ed. Dunod, Paris, 615 p.
- **Day K.R., et Wilkins E.D., 2009.** Commercial Pomegranate (*Punica granatum L.*) Production in California. Acta Hortic, 890 : p. 275-285.
- **Desbiens P., 2010.** Evaluation des populations de carabidés (coleoptera : carabidae) dans les haies brise-vent intégrant des arbustes porteurs de produits forestiers non ligneux. Mémoire de Master. Fac, étude sup. Université Laval. Québec, 81 p.
- **Dhouibi M.H., 1982.** Etude bioécologique d'*Ectomye/ois ceratoniae* zeller (*Lepidoptera, Pyralidae*) dans les zones présahariennes de la Tunisie. Thèse de docteur-ingénieur en Biologie Animale. Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, 145 p.
- **Dozieres A., Valarcher J., et Clement Z., 2017.** Papillons des jardins des prairies et des champs. Guide de terrain pour les observatoires de sciences participatives, 133 p.
- **Dupuis A., 1863.** Les papillons : guide de l'amateur des lépidoptères. Ed. C. Albessard. Paris, 259 p.
- **Evreïnoff V.A., 1957.** Contribution à l'étude du Grenadier. Agriculture tropicale et de botanique appliquée, vol 4. n°3-4 : p. 124-138.
- **Fahad K., Gmira N., Benziane T., et Sekkat A., 2014.** Etude de la bio-écologie de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) sur rosacées dans la région de sefrou (Maroc). Entomologie Faunistique, 67 : p. 85-95.
- **Fakhour S., 2006.** Contribution à l'élaboration d'une approche de lutte intégrée contre les principaux ravageurs du grenadier dans le Tadla. Rapport de Titularisation, INRA, 52 p.

- **Fakhour S., et Sekkat A., 2006.** Première liste des insectes nuisibles sur grenadier dans la plaine du Tadla. 6ème Congrès de l'AMPP, Rabat, Maroc, 9 p.
- **Franck Forey P., et Mc Cormick S., 1992.** Les papillons. Ed. Gründ, Paris, 123 p.
- **Franck A., 2013.** Capture conditionnement expédition mise en collection des insectes et acariens en vue de leur identification. Cirad Réunion, 50 p.
- **Frontier S., 1983.** Stratégies d'échantillonnage en écologie. Ed. Masson, Paris, 494 p.
- **Garcin A., Picault S., et Ricard J.M., 2011.** Le Point sur les Carabes en cultures fruitières et Légumières. Ctifl, N°31: p. 1-8.
- **Garnier G., Bezanger-Beauquesne L., et Debraux G., 1961.** Ressources médicinales de la flore française. Ed. Vigot Frères. Vol 2, Paris, 1511 p.
- **Godet J.D., 1991.** Arbres et arbustes aux quatre saisons. Les guides pratiques du naturaliste. Ed. Delachaux et Niestlé, 170 p.
- **Gretia., 2009.** Etat des lieux des connaissances sur les invertébrés continentaux des Pays de la Loire. bilan final. Rapport GRETIA pour le Conseil Régional des Pays de la Loire, 395 p.
- **Hached H., Ben Romdhane S., Sahraoui H., et Grissa-Lebdi K., 2018.** Control trials against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller 1881 (Lepidoptera: Pyralidae) under controlled conditions and in citrus orchard. Agriculture and Biotechnology, 49(3) : p. 2961-2970.
- **Hmid I., 2013.** Contribution à la valorisation alimentaire de la grenade marocaine (*Punica granatum L.*) : caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leur jus frais. Thèse de doctorat. Université d'Angers. France, 177 p.
- **Holland J.M., et Luff M.L., 2000.** The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. Integrated Pest management, 5: p. 109-129.
- **INPV., 2014.** Institut National de la Protection des Végétaux. Bulletin d'informations phytosanitaires. N° 35, 4 p.

- **INRAA., 2006.** Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, 68 p.
- **Jaulin S., et Baillet Y., 2007.** Identification et suivi des peuplements de Lépidoptères et d'Orthoptères sur l'ENS du Col du Coq - Pravouta. Rapport d'étude de l'OPIE-LR, Perpignan, 107 p.
- **Jones J.T., Haegeman A., Danchin E.G.J., Gaur H.S., Helder J., Jones M.G.K., Kikuchi T., Manzanilla-Lopez R., Palomars-Rius J.E., Wesmael W.M.L., et Perry R.N., 2013.** Top 10 des nématodes parasites des plantes en pathologie moléculaire des plantes, 14 (9) : p. 946-961.
- **Karas F., Bebcan R., et Nicolle M., 2009.** Lépidoptères rhopalocères, invertébrés continentaux des pays de la Loire .Gretia : p. 297-307.
- **Kaci-meziane Z., Boutekrabt L., Laidoudi D., Moussaoui T., Melahi N., Ait Ouarab D., Djeghboub M., et Meguetaoui A., 2017.** Évaluation phytochimique, et potentiel antioxydant, Antibactérien de trois cultivars de fruit de grenadier "*Punica Granatum L.*" du nord est d'Algérie. Agrobiologia, 7(2): p. 589-602.
- **Labruyere S., 2016.** Déterminants multi-échelles de la dynamique spatio-temporelle des coléoptères carabiques prédateurs de graines d'adventices. thèse de doctorat : Biologie des populations et Ecologie. Université de Bourgogne, 233 p.
- **Landais N., 1837.** Alphabet illustré du dictionnaire général et grammatical des dictionnaires français. Ed. Bureau Central. Paris, 112 p.
- **Langdon W., 2015.** Egg-laying Preferences of the Small Copper (*Lycaena phlaeas*), 9 p.
- **Lôvei G.L., et Sunderland K.D., 1996.** Ecology and behaviour of ground beetles (Coleoptera : Carabidae). Entomology, 41: p. 231-256.
- **Maindron M., 1888.** les papillons. Ed. Hachette et Cie. Paris, 272 p.
- **Mallard F., 2019.** Relations entre les cycles biologiques de *Polyommatus icarus* avec *Lasius niger*, *Lotus corniculatus* et *Trifolium repens*. Exploratory Ecology : p. 1-22.

- **Mars M., 1995.** La culture du grenadier (*Punica granatum* L.) et du figuier (*Ficus carica* L.) en Tunisie. CIHEAM. Options Méditerranéennes : p. 85-95.
- **Melnychuk N.A., Olfert O., Youngs B., et Gillott C., 2003.** Abundance and diversity of Carabidae (Coleoptera) in different farming systems. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 95: p. 69-72.
- **Minguely C., Rochefort S., et Lefortm F., 2015.** *Zeuzera pyrina*: La zeuzère du poirier. Institut Terre, Nature et Environnement. hepia de Genève, 2 p.
- **Mollier-Pierret M., 2012.** Le monde des papillons. Ed. Maison Des parcs et de la montagne. Chambéry, 4 p.
- **Nietupski M., Kosewska A., Markuszewski B., et Sądej W., 2015.** Soil management system in hazelnut groves (*Corylus* sp.) versus the presence of ground beetles (Coleoptera:Carabidae). *Journal of Plant Protection Research*, 55 (1): p. 26-34.
- **Nietupski M., Kosewska A., Ciepiewska D., et SĄDEJ W., 2008.** Assemblages of Carabidae in a forest peat nature reserve located in an urban agglomeration. *Sylvan*, 11: p. 16-25.
- **Olejniczak I., 1998.** The carabid communities of natural and drained peatlands in the Biebrza Valley, NE Poland. *Polish journal of ecology*, 46 (3): p. 243-260.
- **Oukabli A., 2004.** Le grenadier: des variétés performantes pour la culture. *Bulletin Mensuel d'Information et de Liaison du PNTTA. Transfert de Technologie en Agriculture*. N° 123, 4 p.
- **Paarmann W., 1970.** Untersuchungen über die Jahresrhythmik von Laufkäfern (Coleoptera, Carabidae) in der Cyrenaika (Libyen, Nordafrika). *Oecologia (Berlin)*, 5: p. 325-333.
- **Pestmal-saint-sauveur R.D., 1978.** Comment faire une collection de papillon et autres insectes. Ed. Gauthier. Paris, 171 p.
- **Petit S., et Lavigne C., 2019.** Paysage, biodiversité fonctionnelle et santé des plantes. 1^{ère} édition, Quae. Paris, 240 p.

- **Planchon G., et Collin E., 1875.** Traité pratique de la détermination des drogues simples d'origine végétale. Ed. Librairie F. Savy. Vol 2. Paris, 824 p.
- **Quezel P., et Santa S., 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. Centre National de la recherche Scientifique. Paris, 1170 p.
- **Ramade F., 1984.** Eléments d'écologie : écologie fondamentale. Ed. Marc Graw-Hill, Paris, 403 p.
- **Ramade F., 2003.** Elément d'écologie écologie fondamentale. 3ème édition, Ed. Dunod. Paris, 690 p.
- **Roger J.L., Jambon O., et Bouger G., 2013.** Clé de détermination des Carabidés. Paysages agricoles du Nord-Ouest de la France, 256 p.
- **Roume A., 2011.** Quelle est la contribution des milieux semi-naturels à la diversité et à la répartition des assemblages de carabidae circulants et hivernants dans un paysage ruraltempéré?. Thèse Doctorat : Ecologie et biodiversité et évolution. Univ. Toulouse, 194 p.
- **Saidi A., 2013.** Contribution à l'étude de la relation fleurs-papillons de jours au Parc National de Gouraya (Bejaia). Mémoire de Magister : Sciences Naturelles de l'Environnement. Université Abderrahmane mira de Bejaia, 68 p.
- **Saouache Y., 2015.** Etude biosystématique des Coléoptères Carabiques de la région de Constantine. Thèse doctorat Sciences: Biologie Animale. Université. Badji Mokhtar. Annaba, 115 p.
- **Saska P., 2007.** Diversity of Carabids (Coleoptera: Carabidae) within two Dutch cereal fields and their boundaries. *Baltic Journal of Coleopterology*, 7(1): p.37-50.
- **Sheppard W.S., Steck G.J., et McPherson B., 1992.** Les populations géographiques de la mouche méditerranéenne peuvent être différenciées par la variation de l'ADN mitochondrial. *Experientia*, 48: p.1010-1013.
- **Southwood T.R.E., 1988.** Ecological methods: With particular reference to the study of insect population. 2ème édition. Chapman and Hall. New York, 548 p.

- **Tarrier M., et Delacre J., 2008.** Les papillons de jour du Maroc .Guide d'identification et bio-indication. Biotope, Mèze (Collection Parthénope), Ed. Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 480 p.
- **Tebassi S., 1992.** Lutte contre *Ectomyelois ceratoniae* Zellar sur le grenadier dans les oasis littorales. Rapport de stage de fin d'études. I.R.A. Médecine, 4 p.
- **Tolman T., et Lewington R., 1999.** Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord. Ed. Delâchaux et Niestlés, Paris, 320 p.
- **Tolman T., et Lewington R., 2008.** Collins Butterfly Guide. Ed. Collins, London, 384 p.
- **Walali L.D., Skiredj A., et Elattier H., 2003.** L'amandier, l'olivier, le figuier, le grenadier. Bulletin Mensuel d'Information et de Liaison du PNTTA. Transfert de Technologie en Agriculture. Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, N° 105, 4 p.
- **Wald E., 2009.** Le grenadier *Punica granatum* : Plante historique et évolution thérapeutique récentes. Thèse de doctorat: Sciences pharmaceutiques. Université Henri Poincaré - Nancy 1, 158 p.
- **Warnau G., 2011.** L'atlas des animaux. Ed. Scholastic Markham Ontario, 301 p.
- **Xiang L., Yunhui L., Meichun D., Zhenrong Y., et Jan C.A., 2018.** Different response patterns of epigaeic spiders and carabid beetles to varying environmental conditions in fields and semi-natural habitats of an intensively cultivated agricultural landscape. Agriculture Ecosystems & Environment : 264, p. 54-62.

Références Web

- 1- https://centre-valdeloire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Centre-Val-de-Loire/122_Inst-Centre-Val-deLoire/Agro_environnement/Paysages_biodiversite/Documents/Fiches_descriptives_faune/5_Carabes. Consulté le 10-08-2020.
- 2- https://inpn.mnhn.fr/docs/LR_FCE/Dossier_presse_Liste_rouge_Rhopaloceres_metropole_Mars_2012. Consulté le 10-08-2020.
- 3- <https://papillon-butterfly.skyrock.com/2981019139-Morphologie-du-papillon.html>
consulté le 09-06-2020
- 4- <https://lululataupe.com/decouverte/animaux/175-cycle-de-vie-du-papillon>. Consulté le 05-10-2020
- 5- http://www.bourgogne-nature.fr/fichiers/bnhs13-cahiers-ld-p178-179-pieride-de-la-rave_1456226393. Consulté le 20-05-2020
- 6- <https://www.liberte-algerie.com/est/ain-larbi-nouveau-pole-touristique-295540/print/1>.
Consulté le 09-10-2020.
- 7- https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/54362/tab/fiche. Consulté le 24-05-2020
- 8- http://www.bourgogne-franche-comte-nature.fr/fr/moteur-de-recherche_285.html?search=pontia+daplidice . Consulté le 04-08-2020
- 9- https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/641941/tab/fiche. Consulté le 17-07-2020
- 10- http://www.bourgogne-franche-comte-nature.fr/fr/moteur-de-recherche_285.html?search=colias. Consulté le 17-07-2020
- 11- https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/54419 Consulté le 06-08-2020
- 12- http://www.pyrgus.de/Gonepteryx_cleopatra_en.html. Consulté le 17-07-2020
- 13- <https://studylibfr.com/doc/4319755/lycaena-phlaeas--linnaeus--1761----bourgogne>
Consulté le 05-8-2020

- 14- http://www.bourgogne-nature.fr/fr/encyclopedie-de-la-nature/azure-de-la-bugrane-l-polyommatus-icarus_45_T54279.html. Consulté le 17-07-2020
- 15- http://www.abcvilleneuve.fr/img/outils_img/Fiche-espece-Vulcain. Consulté le 06-08-2020
- 16- http://www.bourgogne-nature.fr/fichiers/bnhs13-cahiers-ld-p406-407-tircis_1456222496. consulté le 08-08-2020
- 17- <https://www.sciences-participatives-au-jardin.org/pdf/Guide-papillons>. Consulté le 07-07-2020
- 18- <https://www.lepidofrance.com/melanargia-galatea-variations/>. Consulté le 17-07-2020
- 19- http://www.bourgogne-nature.fr/fichiers/bnhs13-cahiers-ld-p358-359-demi-deuil_1455724979. Consulté le 08-08-2020
- 20- http://www.bourgogne-franche-comte-nature.fr/fr/moteur-de-recherche_285.html?search=maniola. Consulté le 17-07-2020
- 21- http://www.naturedugard.org/doc/faune/papillons/2012_pap_lib.pdf. Consulté le 15-07-2020
- 22- http://www.pyrgus.de/Hyponephele_lupina_en.html. Consulté le 08-08-2020
- 23- http://www.bourgogne-nature.fr/fichiers/bnhs13-cahiers-ld-p118-119-flambe_1456133634.pdf. Consulté le 17-07-2020
- 24- http://www.bourgogne-franche-comte-nature.fr/fr/moteur-de-recherche_285.html?search=iphiclide. Consulté le 20-07-2020
- 25- <http://cbnfc-ori.org/fiche-espece/insectes-invertebres/116e/16272>. Consulté le 09-08-2020