

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 8 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
Spécialité/Option : Phytopharmacie et protection des végétaux
Département : Ecologie et Génie de l'Environnement

**Etude faunistique du peuplement de carabidés (Insectes auxiliaires)
dans un verger d'agrumes situé dans la région de Guelma.**

Présenté par :
Meliani Manel
Abdelkrim Asma
Kolli Zine Eddine

Devant le jury composé de :

Président : Mme Zidi S.	(MAA)	Université 8 Mai 1945 Guelma
Examineur : Mr Khaladi O.	(MAA)	Université 8 Mai 1945 Guelma
Encadreur : Mme Ouchtati N.	(MCB)	Université 8 Mai 1945 Guelma

Juin 2018

Remerciements

Tout d'abord, Nous remercions Dieu d'avoir donné à l'homme le pouvoir de raisonner, d'exploiter et d'expliquer les vérités de l'univers.

*Un immense remerciement à la personne sans qui ce travail n'aurait Pas été réalisé ; notre encadreur **Madame Ouchtati Nadia**, pour avoir accepté de diriger et suivre ce travail, pour les précieux conseils qu'elle nous a prodigués tout au long de notre travail, pour sa patience et sa bienveillance. Nous la remercions pour sa disponibilité, ses compétences qu'elle a mise à nos services, et de son extrême gentillesse.*

Nous tenons aussi à exprimer nos sincères remerciements à tous les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche :

***Madame Zidi Soror**, d'avoir accepté de présider le jury, ses remarques vont sûrement enrichir notre travail et lui donneront plus de valeurs.*

***Monsieur Khaladi Omar**, pour sa gentillesse, son aide, et d'avoir bien voulu examiner et porter jugement à ce travail.*

*Nous tenons aussi à exprimer nos sincères remerciements à **Madame Alliouï Noura**, et qui par ses compétences nous a soutenu dans la poursuite de nos études et aussi pour ses conseils.*

Dédicace

*Avec les bons sentiments je dédie ce modeste travail à mes très chers parents : **Saddek** et **Aïcha Messaadi***

Vos encouragements et vos prières m'ont toujours soutenue et guidé. En ce jour, j'espère réaliser un de vos rêves et être digne de vous. Veuillez trouver, mes très chers parents, dans cette mémoire le fruit de votre dévouement ainsi que l'expression de ma gratitude et de mon profond amour. Que Dieu vous garde et vous procure santé et longue vie.

*A mes chères frères **Salim**, **Walid** et **Yamine**, symbole de bonté, de soutien et de compréhension.*

*A mes chères soeurs **Malika** et **Aïda**, en témoignage de la fraternité, avec mes souhaits de bonheur, santé et succès.*

*Mes neveux **Rabeh**, **Mahdi**, **Mohamed**, **Lokman**, **Ayoub**, **Youcef** et **Siradj**.*

*Ma nièce **Amira**.*

*A ma très chère amie et sœur **Asma** et à toute sa famille*

Manel

Dédicace

Je dédie cet humble travail avec grand amour, sincérité et fierté :

*A mes très chers parents **Youcef** et **Djamila Fermas***

Vos encouragements et vos prières m'ont toujours soutenue et guidé.

En ce jour, j'espère réaliser un de vos rêves et être digne de vous.

*Veillez trouver, mes très chers parents, dans ce mémoire le fruit de
votre dévouement ainsi que l'expression de ma gratitude et de mon
profond amour.*

Que Dieu vous garde et vous procure santé et longue vie.

*A mon frère **Abdenour** et ma sœur **Amira** pour leurs encouragements.*

Et que dieu les protège.

*A mes tantes **Salíha** et **Fatima***

*A ma très chère amie et sœur **Manel** et à toute sa famille*

ASMA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A ma Mère.

A mon Père.

A mon frère

A ma soeur

*A tous les membres de ma
Famille.*

*A tous ceux qui aiment la nature
et la science.*

Zin eldin

Résumé

Une étude sur le peuplement de carabidés a été réalisée durant la période qui s'étale entre le mois de décembre 2017 jusqu'au mois de mai 2018 dans un verger d'agrumes (Citronnier et Oranger), situé dans une ferme de la commune d'El Fdjouj de la région de Guelma.

L'échantillonnage des carabidés effectué à l'aide de pièges d'interceptions nous a permis de mettre en évidence 1072 individus répartis en 16 espèces. L'inventaire fait ressortir des espèces dominantes telles que : *Amara subconvexa*, *Brachinus sclopeta*, *Amara sp*, *Phyla rectangulum*, *Harpalus sículus* et *percus lineatus*.

Les résultats ont montré que la richesse spécifique des coléoptères carabiques dans les quatre stations est presque similaire alors que l'abondance des carabidés est nettement plus élevée dans les stations du centre du verger que ceux de la bordure.

La majorité des espèces récoltées sont prédatrices. L'activité des espèces se situe essentiellement pendant la période du printemps.

Mots clés : Coléoptères, Carabidés, Agrume, Citronnier, Oranger, Guelma.



Abstract :

A study on the population of ground beetles was conducted during the period between december 2017 until may in a citrus orchard (Lemon and orange), located in a farm in the commune of El Fdjouj in the Guelma region.

The sampling of ground beetles (Carabidae), using pitfall traps allowed us to caught 1072 individuals divided into 16 species. The dominant species caught are : *Amara subconvexa*, *Brachinus sclopeta*, *Amara sp*, *Phyla rectangulum*, *Harpalus siculus*, and *percus lineatus*.

The results showed that the richness of ground beetles in the four stations is almost similar, whereas their abundance is much higher in the interior stations of orchard than the edge ones.

The majority of the species are predator. The activity of the species is mainly during the spring period.

Key-words : Grounds, Beetles, Orchard, Citron, Orange, Guelma.

الملخص

قمنا بإجراء دراسة على خنافس الأرض خلال الفترة الممتدة من شهر ديسمبر 2017 إلى شهر ماي 2018 في بستان الحمضيات (الليمون والبرتقال) الذي يقع في مزرعة ببلدية الفجوج بمنطقة قالمة.

وقد سمح لنا استخدام فخاخ الحلاق بأخذ عينات من خنافس الأرض، بحيث تحصلنا على 1072 فردا مقسمة إلى 16 نوعا. الأنواع السائدة متمثلة في : *Brachinus sclopeta*، *Amara subconvexa*، *Phyla rectangulum*، *Amara sp*، *Harpalus sículus*، *percus lineatus*.

أثبتت النتائج ان ثراء أنواع خنافس الأرض المتواجدة في المحطات الأربع متشابهة تقريبا، في حين ان وفرة هذه الأخيرة اعلى بكثير في المحطات المركزية للبستان منها عند الحدود.

معظم الأنواع المتحصل عليها هي أنواع مفترسة، نشاط هذا النوع هو بشكل رئيسي خلال فترة الربيع.

الكلمات المفتاحية : خنافس، خنافس الارض، حمضيات، ليمون، برتقال، قالمة.

Table des matières

<i>Résumés</i>	<i>i</i>
<i>Table des matières</i>	<i>iv</i>
<i>Liste des figures</i>	<i>vii</i>
<i>Liste des tableaux</i>	<i>viii</i>
<i>Liste des abréviations</i>	<i>ix</i>

Introduction générale	01
------------------------------------	-----------

Chapitre I : Synthèse bibliographiques sur les agrumes

1. Origine géographique et dispersion.....	03
2. Importance des agrumes.....	03
2.1 Dans le monde.....	03
2.1 En Algérie	05
3. Position systématique des agrumes	05
4. Présentation botanique	06
4.1. La partie souterraine	06
4.2. La partie aérienne.....	06
5. Phénologie des agrumes	07
6. Les exigences de l'espèce.....	08
6.1. Les exigences climatiques.....	08
6.2. Les exigences édaphiques	08
7. Principaux groupes et espèces signalés ravageurs des agrumes.....	08

Chapitre II : Synthèse bibliographiques sur les carabidés

1. Généralité et Position systématique des carabidés	11
2. Développement et cycle de vie.....	11
2.1. L'œuf.....	12
2.2. La larve	12
2.3. La nymphe	13

Table des matières

2.3.1. La mue imaginaire et la chromatogenèse	14
3. Facteurs influençant le développement des carabidés.....	15
3.1 La température	15
3.2 L'humidité.....	15
3.3 La texture et la structure du sol.....	16
4. Le régime alimentaire	16
5. Capacité de dispersion chez les carabidés.....	17
6. Habitat	17
7. Importance économique des carabidés.....	18

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude.....	19
1.1. Situation Géographique	19
1.2 Relief.....	20
1.3-Conditions climatiques	21
1.3.1 Température.....	21
1.3.2 Précipitation.....	21
1.3.3 Humidité	22
2. Matériel expérimental	22
3. Méthode de capture de la faune.....	23
4. Au laboratoire.....	27
5. Analyse de l'humidité du sol.....	27
6. Traitement des données.....	28

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Analyse de l'inventaire.....	30
2. Richesse spécifique et abondance	31
2.1. Répartition des richesses spécifiques et des abondances.....	31
3. Variation mensuelle de l'abondance	32

Table des matières

4. Indice de Diversité Shannon-Weaver et d'équitabilité	33
5. L'indice de similitude de Jaccard	34
6. Mode trophique	34
7. Taux d'humidité	35

Chapitre V : Liste commentée des espèces

1. Liste commentée des espèces	36
--------------------------------------	----

Conclusion et perspectives	43
-----------------------------------------	----

Références bibliographiques	45
------------------------------------------	----

Liste des figures

Figure01. Evolution de la production mondiale par variétés d'agrumes.....	4
Figure02. Œuf de carabidés.....	12
Figure03. Larve de carabidés	13
Figure04. Nymphe de carabidés	13
Figure05. Imago de carabidés	14
Figure06. Vue générale du plan du verger	19
Figure07. Situation géographique de la région de Guelma	20
Figure08. Piège Barber.....	23
Figure09. Centre du Verger d'oranger	24
Figure10. Bordure du verger d'oranger.....	24
Figure11. Bordure du verger de citronnier	25
Figure12. Verger de citronnier	25
Figure13. Dispositif expérimental appliqué au centre du verger	26
Figure14. Dispositif expérimental appliqué à la bordure du verger.....	26
Figure15. Conservation des spécimens dans des tubes	27
Figure16. Répartition des espèces dans les différentes stations	32
Figure17. Répartition des individus dans les différentes stations	32
Figure18. Variation mensuelle des abondances dans un verger d'agrumes..	33
Figure19. Photos des espèces de carabidés	40
Figure20. Photos des espèces de carabidés	41
Figure21. Photos des espèces de carabidés	42

Liste des tableaux

Liste des tableaux		page
Tableau.01	Classification des principaux producteurs d'agrumes et leurs parts 2016/2017	4
Tableau.02	Superficies, productions et rendements des différents agrumes en Algérie	5
Tableau.03	Classification des agrumes	6
Tableau.04	Les principaux ravageurs d'agrumes insectes et autres	9
Tableau.05	Classification des carabidés	11
Tableau.06	Températures moyennes mensuelles (TMoy) en(C°) enregistrées dans la station météorologique de Guelma au cours de la période d'étude (2017/2018)	21
Tableau.07	Précipitations moyennes mensuelles (Pmoy) en (mm) enregistrées dans la station météorologique de Guelma au cours de la période d'étude (2017/2018)	21
Tableau.08	Humidité relative (HR%) enregistrée dans la station météorologique de Guelma au cours de la période d'étude (2017/2018)	22
Tableau.09	Liste des espèces de carabidés capturés dans les quatre stations d'étude	31
Tableau.10	Indices de diversité et d'équitabilité du peuplement de carabidés dans les différentes stations	34
Tableau.11	Nombre d'espèces réparties selon les catégories trophiques	35
Tableau.12	Taux d'humidité et effectifs observés dans les différentes stations d'étude	35

Liste des abréviations

USDA : Département Américain de l'Agriculture.

FAO : Food and agriculture organisation.

ACTA : Guide pratique de défense des cultures, Association de Coordination Technique Agricole.

ANDI : Wilaya de Guelma. Agence Nationale de Développement de l'Investissement.

AEI : Agronomie, Écologie et innovation.

ITGC : Institut Technologique des grandes cultures.

Introduction générale

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

Depuis l'Antiquité, l'agriculture joue un rôle très important dans la civilisation humaine et dans la révolution socio-économique dans le monde entier. En Algérie, le secteur des agrumes est classé parmi les secteurs les plus importants de l'économie nationale.

La production des vergers agrumicoles reste encore faible puisqu'elle connaît des fluctuations qui varient d'une année à une autre. De multiples contraintes contribuent à cette faiblesse en particulier les problèmes liés aux facteurs de production et les contraintes abiotiques et biotiques, notamment les ravageurs.

Les producteurs algériens d'agrumes rencontrent des difficultés dans la gestion phytosanitaire des vergers agrumicoles, surtout contre les attaques causées par les insectes. Plusieurs moyens de lutte chimiques ont été essayés contre ces insectes, mais les résultats n'ont pas toujours été parfaits, elle exerce des pressions environnementales et présente ses limites d'application avec l'apparition de résistance des bioagresseurs et des effets nocifs sur la santé humaine.

Durant les dernières décennies, il est devenu nécessaire de réduire les procédés chimiques, un grand intérêt a été alloué aux auxiliaires des insectes nuisibles tels que les prédateurs qui sont devenu un facteur économique non négligeable en contrôlant biologiquement les populations des ravageurs. Les coléoptères sont les plus utilisés en lutte biologique, parmi lesquelles figure la famille des carabidés.

Les carabidés constituent un groupe d'insectes très diversifiés. Ce sont les arthropodes les plus abondants qui constituent la faune du sol (Derrouiche et guerfi, 2016), ils comptent plus de 40000 espèces dans le monde. La grande abondance et la large distribution des carabidés suggèrent qu'ils possèdent un vaste potentiel adaptatif (Aberkane, 2014).

Ils ont colonisé tous les milieux terrestres et sont bien présents dans les agrosystèmes, ils sont importants en termes d'agro-écologie, ils sont qualifiés d'indicateurs de biodiversité (Melnichuk *et al.*, 2003).

Les carabidés sont pour la majorité des prédateurs à l'état adulte, mais surtout à l'état larvaire. Leur proies sont très diverses en fonction des espèces et au sein d'une même espèce, ils se nourrissent préférentiellement de certains pucerons, de chenilles de lépidoptères, d'œufs, larves et pupes de diptères, d'œufs et larves de coléoptères et de limaces (Holland *et al.*, 2000).

Ils représentent donc de bons auxiliaires des cultures de par leur omniprésence et leur action de prédation. Par ailleurs, certaines espèces carabidés phytophages pourraient même être de bons régulateurs d'adventices dans les cultures (Bohan *et al.*, 2011).

Introduction générale

Dans l'optique d'une lutte biologique par conservation, visant à favoriser une régulation naturelle des populations de ravageurs en améliorant les habitats de leurs ennemis naturels.

Une étude préliminaire sur les carabidés est menée dans un verger d'agrumes situé dans région de Guelma.

Cette étude à pour objectif l'identification des espèces de carabidés liés aux milieux agricoles présentant un intérêt agronomique

La présente étude comprend 5 chapitres :

- ✓ Dans le premier chapitre nous avons fait le point, à l'aide d'une synthèse des données bibliographiques sur les agrumes en général.
- ✓ Dans le deuxième chapitre nous avons fait une synthèse bibliographique sur les carabidés.
- ✓ Le troisième chapitre est consacré à la présentation et à la caractérisation de la zone d'étude du point de vue géographique et climatique et au matériel et la méthodologie du travail.
- ✓ Le quatrième chapitre consiste à la présentation des résultats obtenus suivis par une discussion.
- ✓ Dans le dernier chapitre on présente une liste commentée des espèces répertoriées.

Chapitre I : Synthèse

bibliographique sur les

agrumes

1. Origine géographique et dispersion

Les agrumes sont originaires d'Asie et plus particulièrement en Chine. La culture des agrumes s'est intensifiée à l'échelle mondiale au cours des XIXe et XXe siècles. Elle couvre aujourd'hui plusieurs millions hectares et s'étend sur les zones tempérées chaudes aux zones tropicales entre 40° de latitude Nord et de latitude Sud (Koutti *et al.*, 2017).

La diffusion des agrumes à travers le monde s'est faite très lentement. Le cédratier a été la première espèce connue en Europe (Webber et Herbert, 1967). Le bigaradier, le citronnier et l'oranger ont été introduits dans le bassin méditerranéen vers la moitié du XIIe siècle et le mandarinier au XIXe siècle. Le bassin méditerranéen constitue à présent une importante zone de production pour ces trois dernières espèces. L'introduction des agrumes en Afrique de l'Est a été faite par les commerçants arabes et hindous vers le XIVème siècle.

La diffusion vers le bassin du Congo a été assurée par la suite par les explorateurs portugais (Spiegel-Roy et Goldschmidt, 1996).

2. Importance des agrumes

2.1. Dans le monde

Selon les données du Département Américain de l'Agriculture (USDA, 2017), la production mondiale d'agrumes tous produits confondus s'élève à plus de 90 millions de tonnes pour la campagne 2016/17.

Durant la dernière décennie, la production de tangerines a augmenté de 5,2% passant de 19 millions de tonnes en 2007/2008 à 29 million de tonnes en 2016/2017 (Fig.01). Ces petits agrumes sont principalement produits en Chine, en Espagne, au Maroc, en Turquie et dans d'autres pays méditerranéens.

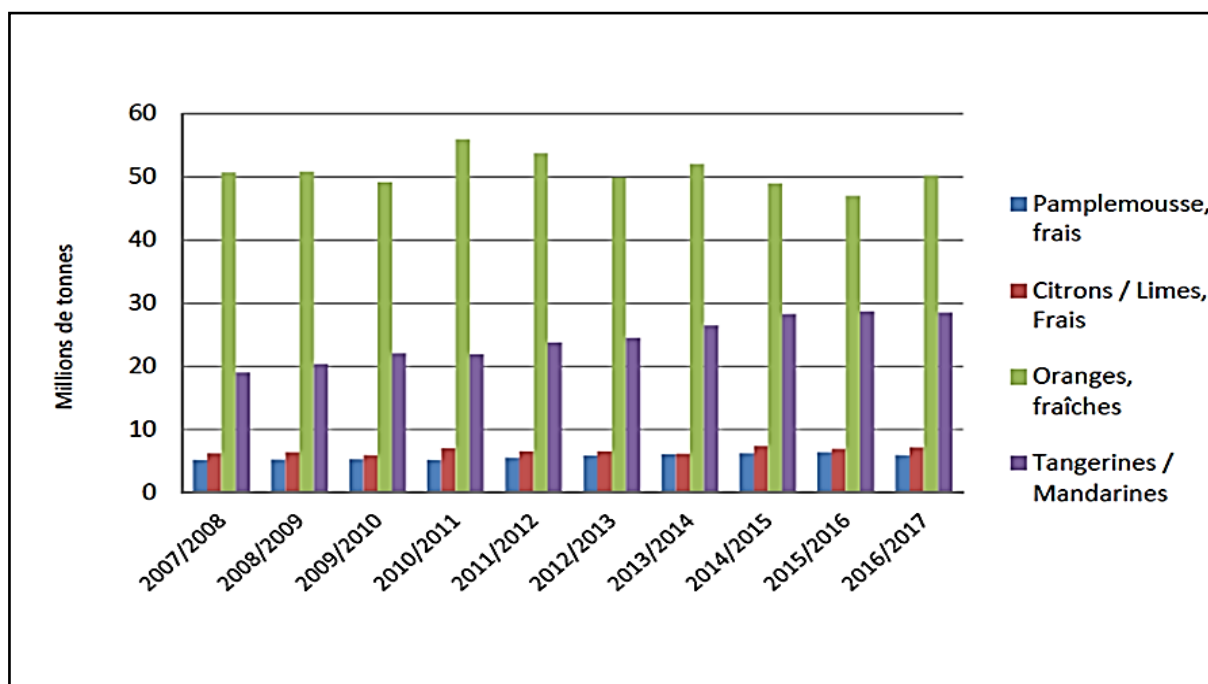


Figure 01. Evolution de la production mondiale par variétés d'agrumes (millions de tonne) (USDA, 2017).

➤ Les principaux producteurs d'agrumes dans le monde :

La Chine est le premier producteur d'agrumes dans le monde avec une part de 34% et un volume de 29,5 millions de tonnes, elle est suivie par le Brésil avec une part de 22%.

L'UE arrive au 3ème rang suivie par le Mexique (6,7 millions de tonnes) et les Etats Unis (4,6 millions de tonnes). Le Maroc occupe le septième rang, suivi par la Turquie avec une part de 1,6%. Quant à la Tunisie, sa part dans la production mondiale est de 0,7% (USDA, 2017), (Tab.01).

Tableau 01. Classification des principaux producteurs d'agrumes et leurs parts 2016/2017, (USDA, 2017).

Pays	Production en Tonnes	Part
Chine	29500000	34%
Brésil	19217000	22%
Union Européenne	10766101	13%
Mexique	6775000	7,9%
USD	4601311	5,4%
Egypt	3000000	3,5%
Maroc	2315040	2,7%
Turquie	1399000	1,6%

2.2. En Algérie

L'Algérie disposait d'une superficie de 45.000 ha en agrumes à l'indépendance. Certes en 2011, la superficie en agrumes s'étalait sur 63.323 ha, seuls 55.000 ha sont productifs sur 63.323 ha. Le centre du pays compte 56% de cette surface d'agrumes, 30% se trouvent à l'est du pays, et 14% à l'Ouest (Houaoura, 2013).

Selon koutti et *al* (2017), le verger agrumicole est constitué par tous les groupes de *Citrus* : les orangers, clémentinier, mandarinier, citronnier, et les pomelos. La gamme variétale du groupe oranger est la plus importante, elle est très diversifiée mais avec une dominance de variétés précoces, telles que la *Washington navel* et la *Thomson navel*, les productions et les rendements des différentes espèces d'agrumes, sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 02.Superficies, productions et rendements des différents agrumes en Algérie (FAO, 2016).

Agrumes	Superficies (ha)	Production (tonnes)	Rendement (qx/ha)
Oranges	41 382	890 674	215,23
Tangerines, mandarines, clémentines, satsumas	12 115	231 233	190,86
Citrons et limes	3 897	80 999	207,85
Pamplemousses et pomelos	85	1 945	228,82
Total	57 929	1 205 401	208,08

Les grandes zones de production par ordre d'importance, sont la plaine de la Mitidja (44 %), Habra à Mascara (25 %), le périmètre de Bounamoussa et la plaine de Saf Saf à Skikda (16 %) et le périmètre de la Mina et le bas Chéelif (14 %) (Biche, 2012).

3. Position systématique des agrumes

Le mot agrume provient du latin *acrumen* (aigre) et était donné dans l'antiquité aux arbres à fruits acides. En botanique, les agrumes appartiennent à la famille des Rutacées et sont répartis en 3 genres : *Fortunella* (Kumquat), *Poncirus* (Oranger trifolié) et *Citrus* (majorité des agrumes) (Tab.03), auxquels on rajoute une vingtaine d'espèces (Escartin, 2011).

Tableau 03.Classification des agrumes (Loussert, 1989).

Règne	Végétale
Embranchement	Spermaphytes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Géraniales
Famille	Rutacées
Genre	<i>Fortunella ; Poncirus ; citrus</i>

4. Présentation botanique

D'après Richard (2004), les agrumes sont composés de deux parties : la partie souterraine qui forme le porte-greffe et la partie aérienne (greffon) qui porte les fruits de la variété de l'espèce cultivée.

4.1. La partie souterraine

- Les racines principales : les racines sont très solides et ont également pour fonction de maintenir au sol un arbre généreux dont la frondaison présente, par sa persistance et son abondance, une forte prise au vent (Richard, 2004).

4.2. La partie aérienne

- Les Rameaux

Les rameaux, parfois épineux, connaissent plusieurs vagues de croissance, la plus importante étant celle du printemps (Virbei-Alonso, 2011).

- Les Feuilles

Tous les Citrus sont des arbres à feuilles persistantes, ce qui est un caractère d'adaptation à des hivers peu rigoureux. Seul le *Poncirus trifoliata* perd ses feuilles en hiver, ce qui lui permet de mieux résister aux basses températures hivernales (Loussert, 1987).

- Les Fleurs

Les fleurs sont en général blanches, composées de quatre ou cinq pétales, souvent réfléchies vers l'extérieur. Très nombreuses, elles sont soit isolées, soit disposées en grappe. L'époque de floraison varie, selon les espèces et le climat, de mars à juillet dans nos régions. La pollinisation est assurée à la fois par les insectes et par le vent (Rebour, 1966).

➤ Les Fruits

Les fruits d'agrumes présentent une diversité pomologique importante. La forme des fruits varie d'aplatie à oblongue et la couleur du jaune au rouge foncé. Le poids d'un fruit peut aller de quelques grammes (kumquat) à plusieurs kilogrammes (pamplemousse).

Malgré cette diversité les fruits d'agrumes présentent la même structure anatomique à savoir une baie pluriloculaire composée de deux parties distinctes : le péricarpe et l'endocarpe (Milind, 2008).

5. Phénologie des agrumes

Selon Loussert (1985), la croissance Végétative se manifeste sur les jeunes ramifications au cours des trois périodes suivantes :

➤ Au printemps (de la fin février au début mai), se manifeste la pousse de printemps

Les ramifications s'allongent et se développent de jeunes feuilles de coloration vert clair, très distincte des autres feuilles plus âgées colorées en vert sombre. Sur ces nouvelles ramifications apparaissent en avril –mai les pousses fructifères (boutons floraux, puis fleur).

➤ En été (courant juillet-août), se développe la pousse d'été, plus ou moins vigoureuse suivant les températures, les irrigations et la vigueur des arbres. Cette pousse est en général moins importante que les pousses de printemps et d'automne.

➤ En automne (d'octobre à la fin novembre), apparaît la troisième pousse, dite pousse d'automne. Elle assure en partie le renouvellement du feuillage.

Les trois pousses citées sont le résultat de trois flux de sève qui commandent le développement végétatif de l'arbre. Ces trois flux de sève se traduisent par une intense activité d'absorption au niveau du système racinaire et une intense activité des synthèses chlorophylliennes au niveau de la frondaison.

➤ En hiver, il n'y a pas entrée en dormance des arbres, il y a simplement un ralentissement de leur activité végétative (Loussert, 1985).

6. Les exigences de l'espèce

6.1. Les exigences climatiques

➤ L'humidité de l'air

Si l'humidité de l'air est insuffisante, la transpiration du végétal est élevée et ses besoins en eau augmentent. Cette faible humidité de l'air peut être amplifiée par des vents chauds desséchants pouvant provoquer des brûlures sur le feuillage et les fruits (Loussert, 1987).

➤ la température

Les *Citrus* sont très sensibles aux variations thermiques et ils exigent des températures élevées au moment de la croissance et la maturation des fruits (Singh et Rajam, 2009). Ces mêmes auteurs ont noté également que des températures moyennes de 20 °C la nuit et 35 °C le jour, sont nécessaires pour une croissance optimale de ces espèces. Par ailleurs, il est à mentionner que les agrumes sont généralement classés parmi les cultures moyennement sensibles au froid. Ils sont vulnérables aux dégâts de froid à des températures inférieures à - 2 °C (El-Otmani, 2005).

6.2. Les exigences édaphiques

Selon Loussert (1989), les qualités essentielles d'un bon sol agrumicoles sont :

- ✓ La perméabilité variée de 10 à 30 cm/h
- ✓ Le sol doit avoir un pH qui se situe entre 6 et 7
- ✓ La plantation doit être à 4 ou 5 m d'écartement
- ✓ Le taux de calcaire compris entre 5 à 10 %
- ✓ Une bonne teneur satisfaisante en P₂O₅ et K₂O assimilables

7. Principaux groupes et espèces signalés ravageurs des agrumes

En Algérie, les principaux ravageurs des agrumes sont les cochenilles, la mouche des fruits, les aleurodes et les pucerons ils causent divers dégâts (Tab.04), certains se nourrissent au dépend de la plante entraînent des déformations des feuilles et des fruits d'autres secrètent des substances pour la plante ou peuvent attirer des fourmis et provoquer la formation de la fumagine ; ce sont également vecteur de maladies à virus comme la Tristeza transmis par les pucerons. Le Greening véhiculés par les psylles (Agagna, 2016).

Tableau 04. Les principaux ravageurs d'agrumes insectes et autres (ACTA, 2008).

Nom scientifique	Commun	Description et dégât	Lutte
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i> (Morgan, 1889)	Pou rouge	Présence de petits boucliers de forme et de coloration variables, de 1 à 4 mm,	Pulvériser des insecticides.
<i>Lepidosaphes gloverii</i> (Packard, 1869)	Cochenille serpette	Dégâts sur feuilles, rameaux et fruits après piqures dues à différentes espèces de cochenilles.	
<i>Icerya purshasi</i> (Maskell, 1878)	Cochenille australienne		
<i>Pseudococcus citri</i> (Risso, 1813)	Cochenille blanche		
<i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)	Puceron	Avortement des fleurs et déformation des très jeunes feuilles.	Lutte chimique.
<i>Aphis spiraecola</i> (Patch, 1914)			
<i>Phyllocnistis citrella</i> (Stainton, 1856)	Mineuse des feuilles	Feuilles minées entre les deux épidermes par une chenille de micro-lépidoptère.	Un parasitisme naturel contrôle cet insecte.
<i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann, 1824)	Mouche méditerranéenne des fruits	La femelle adulte de ces mouches pond ses œufs dans les fruits. Les asticots se nourrissent de la chair des fruits et provoquent des pourritures. Lorsque les fruits commencent à jaunir, ils deviennent très attractifs pour les mouches. Cicatrice de ponte et galerie de larve dans les fruits, développement des pourritures secondaires.	Surveillance par pièges attractifs. Traitement chimique par tache. Lutte biologique possible en utilisant des parasitoïdes.
<i>Scirtothrips aurantii</i> (Faure, 1929)	Thrips	Déformations des feuilles dues aux piqûres d'insectes.	Lutte chimique

Suite du tableau 04.

<i>Trioza erytreae</i> Del (Del Guercio, 1918)	Psylles	Petites galles sur les limbes et déformations des feuilles	Les traitements insecticides sont peu efficaces
<i>Diaphorina citri</i> (Kuwayama, 1908)			
<i>Tylenchulus Semipenetrans</i> (Cobb, 1913)	Nématodes	Croissance ralentie des arbres ; pas de symptômes spécifiques.	Traiter les sols avec un nématicide.
<i>Radopholus similis</i> (Cobb, 1893 et Thorne, 1949)			
<i>Panonychus citri</i> (McGregor, 1916)	Acariens	Les tetranychus apparaissent en saison chaude et sèche, à l'approche de la récolte, parfois aussi en période chaude et humide. Décoloration des jeunes pousses et feuilles.	Contrôle naturel possible par acariens prédateurs. Lutte chimique.
<i>Tetranychus urticae</i> (Koch, 1836)			

Chapitre II : Synthèse

Chapitre II : Synthèse

bibliographique sur les

bibliographique sur les

carabidés

carabidés

1. Généralité et Position systématique des carabidés

Les carabidés sont des insectes de l'ordre des coléoptères et du sous ordre des adepaga (Tab.05), qui regroupe aussi les dytiques et gyrins (Boursault et Petit, 2010). Ce sont des arthropodes du sol. Ces insectes sont largement distribués dans le monde et très diversifiés. Plus de 40.000 espèces ont été inventoriées dans le monde (Dajoz, 2002).

Les carabidés sont des coléoptères allongés, parfois un peu aplatis. D'ordinaire, la tête, le thorax et l'abdomen sont bien différenciés. Ils peuvent être ternes ou luisants, mais la couleur la plus commune chez les carabes est le noir. Beaucoup d'espèces ont de beaux reflets métalliques [1].

Ces insectes sont caractérisés par des élytres sculptés, fossettes ou hérissés. Ils ont généralement des élytres soudés, et chaque élytre présente 9 rangés séparées par des sillons.

Cette dernière caractéristique est primordiale dans la détermination des espèces de cette famille entomologique [1].

Tableau 05. Classification des carabidés (Latreille, 1802).

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous Embranchement	Hexapoda
Classe	Insecta
Sous-classe	Pterygota
Infra-classe	Neoptera
Ordre	Coleoptera
Sous-ordre	Adepaga
Super-famille	Caraboidea
Famille	Carabidae

2. Développement et cycle de vie

Il existe deux types principaux de cycles de reproduction chez les carabidés :

Une reproduction au printemps, après une hibernation au stade adulte et une reproduction en automne (Thiele, 1977).

Les carabidés sont des insectes à métamorphose complète (œuf /larve / nymphe / imago) (Boukli hacene, 2012).

2.1. L'œuf

Les carabidés sont ovipares et les œufs sont déposés en terre, isolément, dans de mini logettes que la femelle aménage avec son ovipositeur, c'est-à-dire son organe de ponte.

Ils pondent habituellement leurs œufs au sol et la profondeur est variable selon les espèces. La femelle choisit soigneusement le site de ponte (Luff, 1987). Chez certaines espèces, la femelle crée même une petite cavité pour déposer ses œufs (Thiele, 1977).

Les œufs ont une forme de haricot (Fig.02), légèrement arqués, et sont assez variables en taille selon l'espèce. Ils éclosent en moyenne au bout de 10 à 15 jours [1].



Figure 02.Œuf de carabidés [2].

2.2. La larve

La larve des carabidés est dite "campodéiforme", et elle est carnassière à l'instar de l'adulte [3] (Fig.03).

Le développement larvaire comporte 3 stades chez la plupart des espèces. Après deux mois, et au terme du dernier la larve s'enfonce assez profondément en terre, où elle se confectionne une loge proportionnellement très spacieuse (puisque devant tenir compte de la taille de l'imago à venir). Puis, elle rentre dans une sorte de léthargie, pendant laquelle s'opère en elle, à l'abri des regards, des changements internes qui permettront à la larve de muer et donner une nymphe (Trautner et Geigenmüller, 1987).



Figure 03.Larve de carabidés [4].

2.3. La nymphe

Entre 10 et 15 jours après l'enfouissement de la larve, la mue "nymphe" va avoir lieu (Fig.04). D'abord, la partie dorsale de la larve va se fendre au niveau du thorax dans le sens de la longueur, permettant l'émergence de la nymphe. En quelques minutes, par contractions successives, la future nymphe refoule peu à peu la dépouille larvaire. Une fois libre, la nymphe d'abord très allongée va se rétracter, de façon à prendre sa forme définitive. À ce stade sont déjà visibles les pattes, mandibules et yeux du futur insecte. Puis ses téguments vont durcir, et tout l'insecte va se rigidifier pour attendre sa dernière mue. C'est une longue période pendant laquelle tout dérangement de l'insecte pourrait lui causer des dommages mortels [2].



Figure 04.Nymphe de carabidés [2].

2.3.1. La mue imaginale et la chromatogenèse

Lorsque la nymphe est arrivée à maturité, les pattes se décollent de celle-ci, et après quelques instants, se déploient d'un seul coup. L'insecte qui est sur le dos doit alors très vite se retourner, afin que les élytres puissent se dégager et croître librement.

Il rejette alors son enveloppe nymphale vers l'arrière. Puis ses élytres "poussent" jusqu'à prendre leur forme définitive.

Il est arrivé au stade final de sa croissance, qu'on appelle "imago" (Fig.05). Le jeune carabe se replie alors sur lui-même et reste immobile, pattes repliées, pour terminer sa maturation. Il est toujours complètement incolore, et il n'est pas encore au bout de ses peines : il lui faut attendre que ses téguments durcissent et prennent leurs couleurs définitives [2].



Figure 05.Imago de carabidés [2]

- La chromatogenèse, c'est à dire l'apparition progressive des couleurs, est le dernier stade du développement et commence juste après la mue imaginale. Elle se produit en même temps que le durcissement des téguments.

Lors de la chromatogenèse, l'insecte passe par toute une gamme de couleurs irisées et nacrées avant d'acquies ses couleurs définitives, ce qui prend à l'insecte fraîchement "né" entre 24 et 48 heures. Mais il lui faudra encore une bonne semaine pour obtenir le durcissement complet de ses téguments et devenir l'insecte parfait visible. Tout ceci se passe dans le cocon protecteur que constitue la loge nymphale, profondément enterrée [2].

3. Facteurs influençant le développement des carabidés

Les carabidés sont fréquemment utilisés comme groupe indicateur par les écologues. En effet, ils sont très sensibles aux conditions écologiques et aux impacts des actions anthropiques (Hurka et Sustek, 1995).

Les préférences des carabidés peuvent s'expliquer des facteurs abiotiques tel que la température et les paramètres physico-chimiques du sol (type de sol, humidité, pH) (Irmiler et Hoernes, 2003) ou des facteurs biotiques tel que le type de végétation (Woodcock et *al.*, 2005).

3.1. La température

Chez tous les insectes, la température intervient sur la vitesse de développement. Chez le Carabidé *Pterosticus oblogopunctatus* (Fabricius, 1787), le zéro de développement, c'est-à-dire la température pour laquelle la vitesse de développement est nulle est de 7,4°C (Heessen, 1981 in Dajoz, 2002).

- Chez les carabidés qui vivent en montagne au voisinage des neiges, ou dans les grottes, des espèces dont la température de mise en activité peut être voisine de zéro degré, les températures maximales supportées par les carabidés ont été déterminées pour quelques espèces. La température pour laquelle une paralysie totale apparaît a été déterminée par Lindroth, (1949).
- Chez 16 espèces du genre *Harpalus* pour lesquelles elle est comprise entre 47,4°C et 51,7°C. Des températures très voisines ont été déterminées pour des espèces des sables littoraux appartenant aux genres *Cicindela* *Dyschirius* et *Amara* (Dajoz, 2002).
- L'espèce *Abax pyrenaeus* (Dejean, 1828), est un carabidé de la région méditerranéenne occidentale qui vit surtout dans les forêts de chêne vert. Cette espèce est bien adaptée au climat méditerranéen chaud et sec par son rythme d'activité. La teneur en eau du sol n'affecte pas le rythme d'activité. Ces caractéristiques montrent que l'espèce *Abax pyrenaeus* est bien adaptée au climat méditerranéen (Serra et Vives, 2000 in Dajoz, 2002).

3.2. L'humidité

L'humidité du sol et de l'air a un impact sur le développement des Carabidés (Magura et *al.*, 2001 ; Vanbergen et *al.*, 2005). Les Carabidés se regroupent en fonction du niveau d'humidité des milieux qu'ils occupent, soit hygrophiles, mésophiles ou xérophiles (Ball et Bousquet, 2001).

Selon une étude menée en Ecosse sur différents types d'habitats forestiers, un facteur important influençant le taux d'humidité du sol est la quantité de matière organique. Ainsi dans les landes et les prairies, les Carabidés seraient directement associés aux conditions du sol, dont son contenu en matière organique (Ings et Hartley, 1999). Enfin, la litière sur le sol a un impact sur l'abondance des Carabes (Koivula et *al.*, 1999 ; Lassau et *al.*, 2005). Elle offre des conditions de température et d'humidité plus stables, deux facteurs qui influencent la dispersion des carabes (Lövei, 2008).

3.3. La texture et la structure du sol

Les carabidés sont de bons indicateurs des caractéristiques du sol (Müller- Motzfeld, 1989 in Dajoz, 2002). Les divers types de sols ont une influence qualitative et quantitative sur la composition des peuplements de Coléoptères du sol. Les principaux facteurs qui interviennent sont la composition chimique, le pH et la granulométrie. Dans beaucoup de cas le sol agit en modifiant le microclimat, l'abondance, la nature de la végétation et la quantité de nourriture disponible. Heydemann, (1964) a constaté que les sols limoneux ont une faune plus abondante que les sols sableux. En outre, beaucoup de carabidés préfèrent les sols argileux aux sols calcaires. Il existe évidemment des différences d'une espèce à l'autre en ce qui concerne les préférences vis-à-vis des caractéristiques du sol. Les espèces du genre *Amara* sont plus nombreuses sur les sols sableux, celles du genre *Bembidion* sur les sols tourbeux gorgés d'humidité ; celles du genre *Pterostichus* sur les limons et sur l'argile (Baker et Dunning, 1975 in Dajoz, 2002).

Les préférences de diverses espèces du genre *Harpalus* pour un type de granulométrie du sol ont été recherchées expérimentalement par Lindroth (1949). Les choix des diverses espèces sont très divers. *Harpalus rufitarsis* (Duftschmid, 1812), se singularise par le choix d'un substrat à granulométrie très fine et il est absent sur les substrats dont la granulométrie est supérieure à 1 mm (Dajoz, 2002).

4. Le régime alimentaire

Les carabidés sont considérés comme des prédateurs généralistes/polyphages d'où leur statut d'auxiliaire de culture d'une variété de bioagresseurs : pucerons, limaces, diptères, coléoptères et lépidoptères (Kromp, 1999, Bohan et *al.*, 2000 ; Winder et *al.*, 2005), mais aussi des graines d'adventices (Honěk et *al.*, 2003 ; Bohan et *al.*, 2011).

Trois guildes trophiques sont définies dans la littérature sur la base du régime alimentaire des adultes (Lövei et Sunderland, 1996 ; Brooks et *al.*, 2012) :

- ✓ Les carnivores, qui se nourrissent principalement de proies animales comme les limaces, pucerons, larves de diptères, de coléoptères ou de lépidoptères (Kromp, 1999).
- ✓ Les phytophages, ou granivores se nourrissant principalement des graines d'adventices (Kamenova, 2013).
- ✓ Les omnivores (appartenant principalement aux sous-familles des Harpalinae et des Pterostichinae) consomment majoritairement de la matière végétale (feuilles, fruits, pollen et graines) (Petremand et *al.*, 2016).

Le régime alimentaire des larves est très mal connu, mais il semblerait qu'elles soient plus carnivores que les adultes avec un éventail de proies moins étendu (Petremand et *al.*, 2016).

De plus, en fonction du stade de l'insecte, ou du type de période d'activité (émergence ou reproduction), les carabiques peuvent modifier leurs régimes alimentaires en réponse à leurs besoins énergétiques (Klimes et Saska, 2009).

5. Capacité de dispersion chez les carabidés

Chez les carabidés, il existe une variabilité dans la capacité de dispersion. En effet, il existe deux types de locomotion, la marche et le vol, les différences de morphologie alaires pourraient ainsi être un proxy de la capacité de dispersion (Kotze et *al.*, 2011). De nombreuses espèces sont aptères (ou brachyptères) et n'ont que la marche pour moyen de locomotion, ces espèces sont dominantes dans les milieux stables, comme les forêts. D'autres espèces, souvent de taille plus petite, possèdent des ailes fonctionnelles et sont capables de se disperser par le vol (macroptères), ce qui constitue une adaptation aux milieux perturbés (Den Boer, 1970). Enfin, il existe des espèces dimorphiques c'est-à-dire que les deux phénotypes existent pour une même espèce, certains individus possédant des ailes fonctionnelles et d'autres non (Lövei et Sunderland, 1996).

6. Habitat

En termes d'habitat, les besoins des espèces sont très spécifiques (Kromp, 1999) et la persistance dans le milieu dépend généralement du stade le plus vulnérable, à savoir le stade larvaire (Lövei et Sunderland, 1996). La sélection de l'habitat et du micro habitat est influencée par des facteurs tels que la température, l'humidité, la ressource disponible, les caractéristiques

du sol, la présence de compétiteurs et les besoins spécifiques de chaque espèce (Thiele 1977 ; Lövei et Sunderland, 1996).

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.

De nombreuses espèces sont caractéristiques des milieux ouverts, prairies naturelles ou milieux cultivés, d'autres du milieu forestier. Les espèces peuvent hiverner dans les parcelles cultivées.

Elles sont donc particulièrement sensibles aux pratiques culturales (labour, désherbage). Dans tous les cas, la préservation des infrastructures agro-écologiques est importante pour maintenir leur présence dans les cultures [3].

7. Importance économique des carabidés

Les carabidés constituent un groupe de coléoptères diversifiés. Ils occupent une place importante dans la nature. Ils jouent un rôle efficace dans la lutte biologique et se sont de véritables bioindicateurs de la bonne santé de divers milieux. Ainsi, ils sont considérés comme de précieux auxiliaires en agriculture pour certains ravageurs comme les (pucerons, taupins et limaces) (Saska, 2007 ; Nietupski *et al.*, 2015), ils jouent ainsi un rôle clef dans l'équilibre de l'écosystème (Holland et Luff, 2000).

De plus la famille des carabidés est globalement généraliste à très forte tendance polyphage (Donelsson, 2011), pouvant prédateur à la fois du matériel végétal tel que graines et pollen, ou du matériel animal comme des Acarinae, Araneidae, Opiliones, Orthoptera, Diptera, Coleoptera, Isoptera, Lepidoptera, Formicidae, Aphidae, Gastropoda (Luff, 1987).

Chapitre III : Matériel

et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude

Notre travail s'est déroulé dans un verger d'agrumes (oranger et citronnier), de la ferme Boukhmis (Fig.6) localisée dans la commune d'El Fdjouj qui est située à 2km au Nord_ouest de la wilaya de Guelma. Elle s'étend sur une superficie de 20h.

La période d'étude s'étale entre le mois de décembre 2017 jusqu'au mois de mai 2018.



Figure 06. Vue générale du plan du verger [6].

1.1. Situation Géographique

La wilaya de Guelma se situe au Nord-est de l'Algérie (Fig.07), et constitue du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi et Tébessa). Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les Hauts plateaux et le Sud. Elle s'étend sur une superficie de 3.686,84 Km² (A.N.D.I, 2013).

La wilaya de Guelma est limitrophe aux Wilayas de :

- Annaba, au Nord
- El Taref, au Nord-est
- Souk Ahras, à l'Est
- Oum El-Bouaghi, au Sud
- Constantine, à l'Ouest
- Skikda, au Nord-ouest



Figure 07. Situation géographique de la région de Guelma (A.N.D.I, 2013).

1.2. Relief

D'après l'agence nationale de développement de l'investissement (A.N.D.I, 2013), 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.

Ce relief se décompose comme suit :

- Montagnes : 37,82 % dont les principales sont
 - Mahouna (Ben Djerrah) : 1.411 M d'Altitude
 - Houara (Ain Ben Beidha) : 1.292 M d'Altitude
 - Taya (Bouhamdane) : 1.208 M d'Altitude
 - D'bagh (Hammam Debagh) : 1.060 M d'Altitude
- Plaines et Plateaux : 27,22%
- Collines et Piémonts : 26,29 %
- Autres : 8,67 %

1.3. Conditions climatiques

La région de Guelma est soumise à un climat de type méditerranéen, est caractérisée par deux périodes différentes, l'une pluvieuse humide, l'autre sèche (Laraba et Hadj Zobir, 2009).

1.3.1. Température

Selon Mostefaoui (2009), la température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métabolique et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et de communautés d'êtres vivants dans la biosphère.

Les données des températures moyennes mensuelles recueillies dans la station météorologique de Guelma pendant le mois de décembre jusqu' au mois de mai au cours de l'année 2017/2018 montrent que la plus basse température est enregistrée pendant le mois de février et la plus haute pendant le mois de mai (Tab.06).

Tableau 06.Températures moyennes mensuelles (T Moy) en (C°) enregistrées dans la station météorologique de Guelma au cours de la période d'étude (2017/2018), [7].

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
T Moy en (C°)	10.8°	11.2°	10.0°	13.6°	16.2°	24.5°

1.3.2. Précipitation

Les précipitations constituent l'ensemble des formes d'eau qui tombent à la surface de la terre (Benia, 2010). Elles jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement des écosystèmes (Boukli Hacene, 2012).

Les précipitations d'une région sont intimement liées au climat. Elles varient dans le temps et dans l'espace. Des régions sont plus arrosées que d'autres et des mois qui sont plus pluvieux que d'autres (Belarbi, 2010).

D'après le tableau 06, les précipitations les plus basses sont enregistrées pendant le mois de janvier et les plus hautes pendant le mois de mars (Tab.07).

Tableau 07.Précipitations moyennes mensuelles (P moy) en (mm) enregistrées dans la station météorologique de Guelma au cours de la période d'étude (2017/2018), [7].

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
P (mm)	63.0	35.0	46.0	84.0	40.0	72.0

1.3.3. Humidité

En bordure de la Méditerranée, l'humidité résulte principalement de l'évaporation de l'eau de mer. Celle-ci peut atteindre parfois 90% (Isnard, 1971).

Le rythme d'activité de beaucoup d'insectes est sous le contrôle de facteurs climatiques comme humidité (Dajoz, 2003).

Le tableau ci-dessous, indique que l'humidité de l'air atteint son maximum pendant le mois de février et le minimum pendant le mois de mai.

Tableau 08. Humidité relative (HR%) enregistrée dans la station météorologique de Guelma au cours de la période d'étude (2017/2018), [7].

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
(HR%)	81	80	82	77	80	76

2. Matériel expérimental

➤ Sur le terrain :

Nous avons utilisé sur le terrain le matériel suivant :

- Pot Barber
- Solution savonneuse
- Sel
- Alcool à 70°
- Flacons et étiquettes
- Pioche
- Passoires et pinceaux

➤ Au laboratoire

Au laboratoire nous avons utilisé le matériel suivant :

- Une loupe binoculaire
- Des épingles entomologiques

-Des boites de collection

-Des guides entomologiques

3. Méthode de capture de la faune

La méthode utilisée pour capturer les carabidés est le prélèvement par piégeage à l'aide de pots enterrés (ou pièges Barber).

Cette méthode est fréquemment utilisée pour capturer les insectes qui se déplacent à la surface du sol (Baghem, 2012). Les pièges sont constitués des boites de conserves métalliques de 10 cm de diamètre et de 11,5 cm de profondeur, enfoncé dans sol de façon à faire coïncider le bord supérieur du pot avec le niveau du sol (Fig.8). La terre étant tassée autour du piège afin que même les carabidés de petite taille tombent facilement sans obstacle, les insectes piégés sont bien retenus. Les pots sont remplis au 2/3 de leurs hauteurs avec un liquide conservateur (eau salée avec le savon liquide) afin de tuer et fixer les insectes qui y tombent.



Figure 08.Piège Barber (photo personnelle).

Pour la capture de la faune nous avons placé un total de 48 pièges dans le verger d'agrumes.

Nous avons choisi 4 stations pour déposer nos pièges. Une station au centre du verger d'oranger (Fig.09), et une station dans la bordure (Fig.10). Une station au centre du verger de citronnier (Fig.11), et une station dans la bordure (Fig.12).



Figure 09.Centre du Verger d'oranger (Photo personnelle).



Figure 10.Bordure du verger d'oranger (Photo personnelle).



Figure 11.Centre du verger de citronnier (photo personnelle).



Figure 12.Bordure du Verger de Citronnier (photo personnelle).

-Au niveau de chaque verger nous avons placé 12 pièges.

Dans les stations du centre du verger nous avons placés 12 pièges. Les pièges sont disposés en 3 unités d'échantillonnage chaque unité est composée de 4 pièges placés au sommet d'un carré de 5 m de côté. Les pièges sont séparés d'un intervalle de 5 mètres de façon à ce qu'il n'y ait pas d'interaction entre eux (Fig.13).

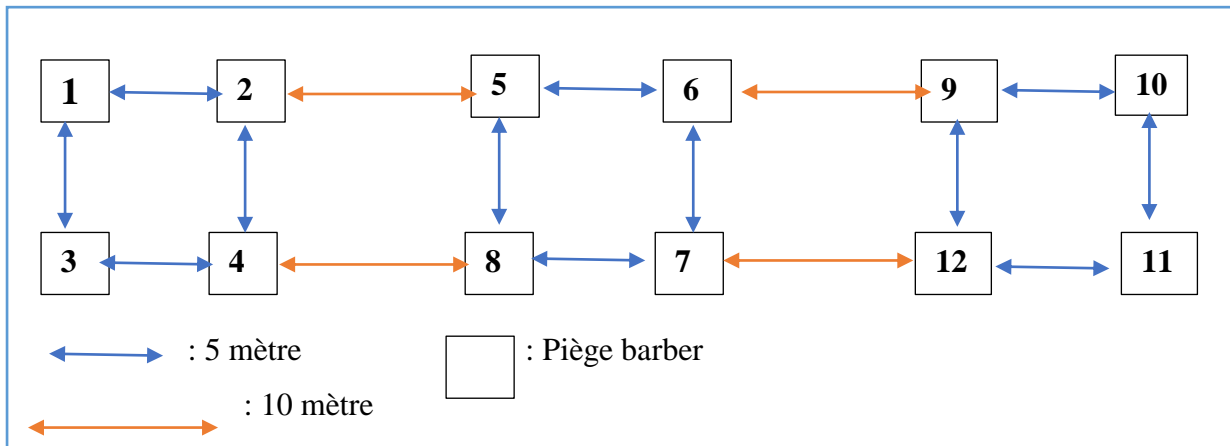


Figure 13.Dispositif expérimental appliqué au centre du verger

Dans les bordures du verger, 12 pièges distancés de 3 m sont installés en ligne droite (Fig.14).

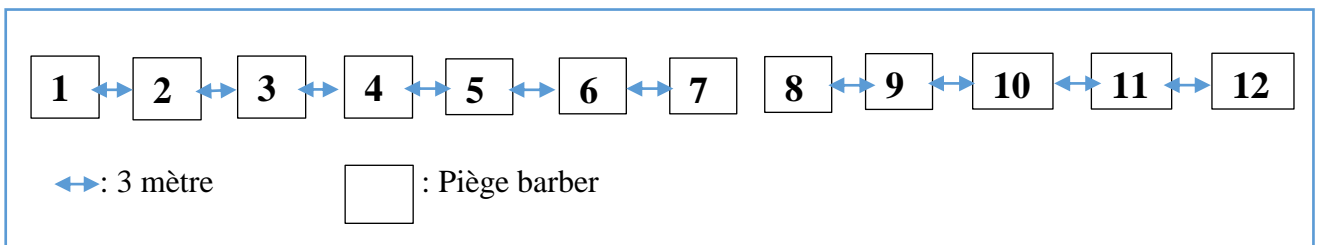


Figure 14.Dispositif expérimental appliqué à la bordure du verger

La collecte des carabidés est effectuée tous les 10 jours. Les spécimens sont récupérés dans des flacons contenant de l'éthanol à 75°, portant le nom de la station et la date du prélèvement.

4. Au laboratoire

Le tri et le dénombrement des insectes récoltés sont réalisés au niveau du laboratoire.

L'identification précise des espèces fait appel selon le cas : à des critères morphologiques visibles à l'œil nu (taille, allure générale, couleur) ; à des critères morphologiques visibles uniquement avec un grossissement plus ou moins fort (nombre et position des soies, pilosité, ponctuation, stries, etc.).

Les spécimens de grande taille sont étiquetés et rangés dans des boîtes de collection et les spécimens de petites tailles sont conservés dans des tubes remplis d'alcool (Fig.15).

Sur chacun des tubes on colle une étiquette sur laquelle on indique le lieu, la date de prélèvement et le nom de l'espèce.

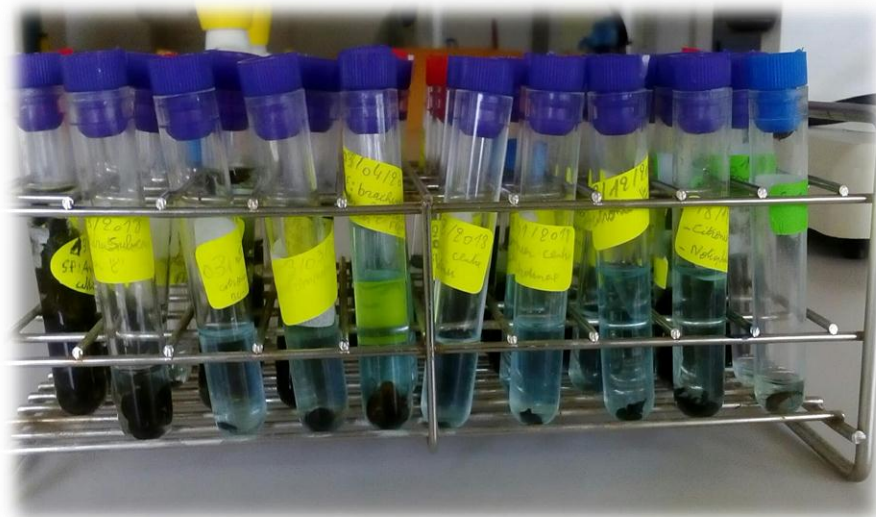


Figure 15.Conservation des spécimens dans des tubes (Photo personnelle)

5. Analyse de l'humidité du sol

Pour l'analyse de l'humidité du sol nous avons utilisé la méthode gravimétrique.

Dans chaque station d'étude nous avons effectué des prélèvements du sol au mois de février et au mois de mai. L'échantillon du sol a fait l'objet de quatre points de prélèvements pris aléatoirement et mélangés pour constituer un échantillon composite de 500g.

Au laboratoire les échantillons sont séchés pendant 24 heures dans l'étuve à 105 °c.

Le séchage à l'étuve permet par pesée finale (ramenée à la pesée initiale), le poids d'eau contenu dans l'échantillon (Parrens, 2013).

On déduit l'humidité volumique par la relation suivante (Parrens, 2013) :

$$H\% = P1 - P2 / P2 - P0 \times 100$$

Ou

P0 : Poids de la capsule vide

P1 : Poids de la capsule + poids du sol humide

P2 : Poids de la capsule + poids du sol sec

6. Traitement des données

Les données recueillies seront traitées par des indices écologiques tels que : l'abondance, l'abondance relative, la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon- Weaver, l'indice d'équitabilité et l'indice de Jaccard.

- **L'abondance** : est le nombre d'individu d'une population donnée présent par unité de surface ou de volume (Ramade, 2003).
- **L'abondance relative (Ar %)** : est donne le pourcentage d'individus récoltés dans le peuplement (Ramade, 1984).

L'abondance relative est calculée selon la formule suivante :

$$Ar \% = ni / N \times 100$$

Où **ni** : est le nombre d'individus d'une espèce

N : est le nombre total d'individus de toute l'espèce

- **La richesse spécifique (S)** : est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. La richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 2003).
- **L'indice de Shannon-Weiner (H')** : 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 (Frontier, 1983). Il est calculé par la formule suivante :

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i$$

Où P_i : représente le nombre d'individus de l'espèce i par rapport au nombre total d'individus recensés (N).

L'indice de Shannon convient bien à l'étude comparative des peuplements parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon (Ramade, 2003). Bien que l'indice de Shannon varie directement en fonction du nombre d'espèces, les espèces rares présentent un poids beaucoup plus faible que les plus communes (Dajoz, 2003 ; Ramade, 2003 ; Frontier et *al.*, 2004).

➤ **L'indice d'équirépartition ou l'équitabilité :**

Afin de pouvoir comparer la diversité de deux peuplements qui renferment des nombres d'espèces différentes, on calcule l'équitabilité (ou équirépartition), E qui est égal au rapport entre la diversité réelle H' et la diversité théorique maximale H'_{\max} .

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Où H' : est l'indice de diversité de Shannon ; $H'_{\max} = \log_2 S$

S : la richesse spécifique 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 ; Ramade, 2003 ; Frontier et *al.*, 2004).

➤ **L'indice de Jaccard :** L'indice de Jaccard est un coefficient d'association utilisé pour dégager la similarité entre les échantillons pour des données binaires. Cet indice varie de 0 à 1 et ne tient compte que des associations positives (Younesse et Saporta, 2004).

Sa formule est : $J = a / (a + b - c)$

a : Le nombre d'espèces communes aux 2 peuplements

b : Le nombre d'espèce du peuplement a

c : Le nombre d'espèce du peuplement b

Chapitre IV : Résultats

et discussion

1. Analyse de l'inventaire

Durant la période d'expérimentation qui s'étale entre le mois de décembre 2017 et le mois de mai 2018, un total de 1072 individus fut dénombré dans l'ensemble des stations du verger d'agrumes répartis en 16 espèces. En comparant nos résultats avec ceux de Haddad et Merabet (2017), qui ont travaillé sur le même verger dans les stations du centre, on remarque que le nombre d'individus capturés est similaire, par contre le nombre d'espèces récoltées diffère. Ces auteurs ont répertorié 24 espèces. Cette différence peut être attribuée à plusieurs facteurs tels que les ressources alimentaires (Lys, 1994), la température, l'humidité et le couvert végétal (Pena, 2001).

Le tableau 09 reprend la répartition de toutes les espèces recensées dans les différentes stations du verger d'agrumes. Pour chaque espèce nous avons reporté les effectifs et les abondances relatives.

Les données montrent que l'espèce *Amara subconvexa* est majoritaire avec 20.99% de la faune totale. Cette espèce semble bien tolérer les conditions écologiques régnant au niveau du verger car d'après les études menées par Haddad et Merabet (2017), cette espèce est classée aussi en première position.

Les espèces dominantes secondaires sont notamment *Brachinus sclopeta* (19,59%), *Amara sp* (19.03%), *Harpalus sicutus* (8,30%) et *Percus lineatus* (6,16%). Dans le groupe des espèces dominantes on rencontre l'espèce *Brachinus sclopeta* qui mérite une attention particulière puisqu'elle est reconnue pour son rôle dans le contrôle des ravageurs de cultures, elle consomme les limaces et les petits escargots et s'attaque également aux insectes nuisibles (Alter, 2009).

Les résultats de l'inventaire indiquent également la présence d'espèces à caractère discret qui présentent un intérêt agronomique, citons par exemple l'espèce *Notiophilus biguttatus* qui est réputée pour sa prédation de pucerons (Dajoz, 2002), l'espèce *Ophonus rufipes* qui consomme des mollusques, des vers et des pucerons (Alter, 2009), et les graines de plantes adventices (A.E.I, 2016), et l'espèce *Calathus circumseptus* qui peut s'attaquer à la mouche ravageuse de l'olivier.

Tableau 09.Liste des espèces de carabidés capturés dans les quatre stations d'étude.

Espèces et Effectifs	Citronnier centre	Citronnier bordure	Oranger centre	Oranger bordure	Abondance totale	Abondance relative %
<i>Nebria andalusia</i> (Rambur, 1837)	7	5	17	8	37	3,45
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	4	3	9	5	21	1,96
<i>Percus lineatus</i> (Dejean, 1828)	18	13	27	8	66	6,16
<i>Orthomus rubicundus</i> (Coquerel, 1856)	5	2	9	4	20	1,86
<i>Agonum nigrum</i> (Dejean, 1928)	1	0	2	0	3	0,28
<i>Calathus circumseptus</i> (Germar, 1824)	6	1	16	2	25	2,33
<i>Amara subconvexa</i> (Putzeys, 1865)	92	20	70	43	225	20,99
<i>Amara sp</i>	161	20	16	7	204	19,03
<i>Ophonus opacus</i> (Dejean, 1829)	15	5	3	8	31	2,89
<i>Pseudophonus rufipes</i> (De Geer, 1774)	9	1	0	1	11	1,03
<i>Harpalus siculus</i> (Dejean, 1829)	6	6	64	13	89	8,30
<i>Phyla rectangulum</i> (Jacquelin-Duval, 1851)	44	9	22	26	101	9,42
<i>Bembidion bipunctatum</i> (Linnaeus, 1761)	0	1	13	2	16	1,49
<i>Apristus striatipennis</i> (Lucas, 1846)	0	0	1	1	2	0,19
<i>Trechus fulvus</i> (Dejean, 1831)	1	2	2	6	11	1,03
<i>Brachinus sclopeta</i> (Fabricius, 1792)	185	8	11	6	210	19,59
Total	554	96	282	140	1072	100,00

2. Richesse spécifique et abondance

2.1. Répartition des richesses spécifiques et des abondances

D'après la figure 16, les stations abritent presque le même nombre d'espèces, alors que le nombre d'individus diffère d'une station à une autre (fig.17). La station du centre du verger de citronnier s'est avérée la plus riche en individus avec un effectif de 554. Au niveau des stations de bordures nous avons enregistré les effectifs les plus faibles. Cette différence peut s'expliquer principalement par l'influence du microclimat rencontré dans chacune des stations.

Les carabidés sont des insectes qui sont très sensibles aux conditions environnementales (Rainio et Niemelä, 2003).

Il semblerait également que les carabes préfèrent un milieu peu dense plus conforme au milieu agricole qu'à la bordure (Kromp, 1999).

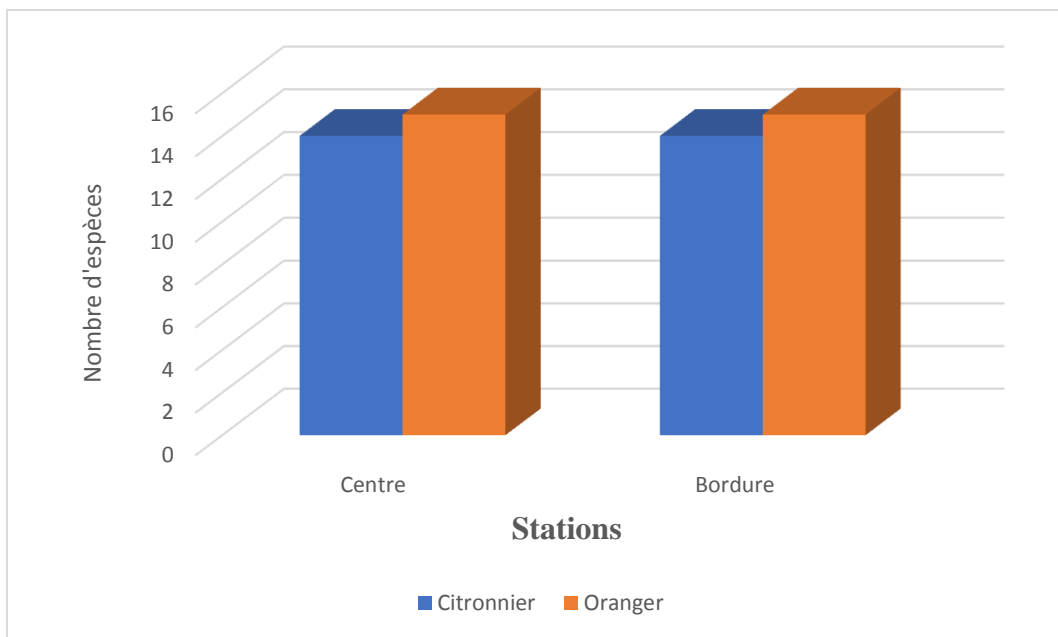


Figure 16. Répartition des espèces dans les différentes stations.

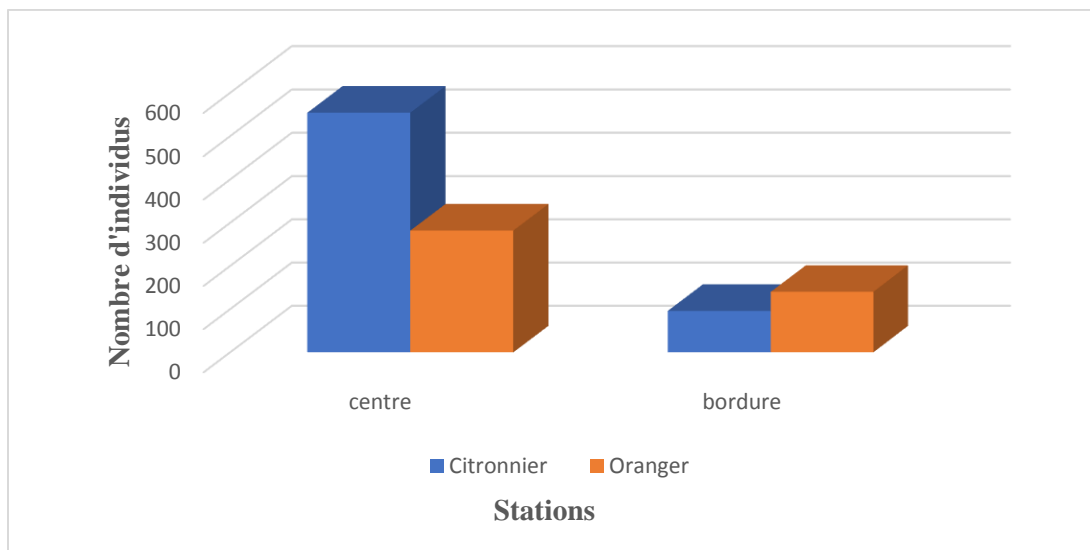


Figure 17. Répartition des individus dans les différentes stations.

3. Variation mensuelle de l'abondance

La courbe des abondances montre que les espèces sont actives pendant l'hiver et le printemps (Fig.18). L'activité est beaucoup plus prononcée au printemps, période qui coïncide avec le cycle de reproduction des espèces et la disponibilité des ressources alimentaires. Le pic d'activité des espèces enregistré au mois d'avril est dû presque exclusivement à la prolifération de *Amara subconvexa* et *Brachinus sclopeta*. Pendant le mois de février on remarque une très faible activité des espèces ceci est peut-être lié au travail du sol effectué pendant cette période. D'après Rabourdin (2011), le travail du sol a une forte influence sur les populations de carabes. Le labour modifie fortement la structure du sol, qui sert d'habitat à tous les stades immobiles du cycle de vie des carabes (œuf, diapause et nymphe). Nous avons également observé une baisse des effectifs au mois de mai ceci est probablement dû à l'application d'un insecticide le Mopistop au cours de ce mois. Plusieurs travaux ont mis en évidence l'impact toxique de ces traitements sur les carabidés (Melnychuk *et al.*, 2003 ; Norris et Kogan, 2005).

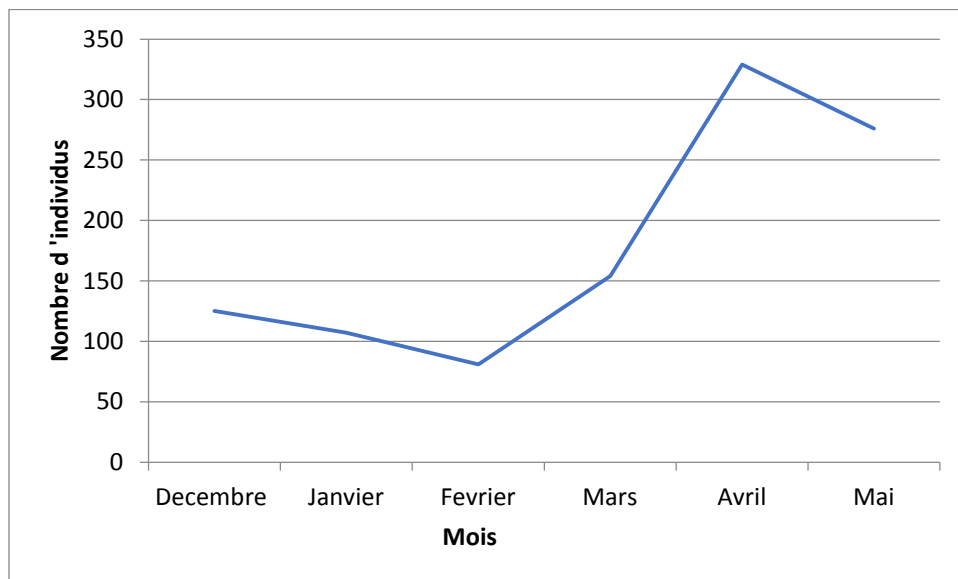


Figure18. Variation mensuelle des abondances dans le verger d'agrumes.

4. Indice de Diversité Shannon-Weaver et d'équitabilité

Les valeurs des indices de diversité et d'équitabilité (Tab.10), montrent que le peuplement de carabidés de la station du centre de citronnier est peu diversifié et peu équilibré tandis que dans les autres stations les peuplements sont très diversifiés et bien structurés. En comparant nos résultats avec ceux obtenus par Haddad et Merabet (2017), le peuplement de carabidés du centre du verger du citronnier reste toujours peu diversifié et peu structuré.

Tableau 10.Indices de diversité et d'équitabilité du peuplement de carabidés dans les différentes stations

Milieux	Effectifs	Indice de Shannon (H')bit	Équitabilité (E)bit
Citronnier centre	554	1,76	0,64
Citronnier bordure	96	2,25	0,83
Oranger centre	282	2,23	0,8
Oranger bordure	140	2,22	0,8

5. L'indice de similitude de Jaccard

La valeur de l'indice de Jaccard (0,93), révèle qu'il existe une très grande similarité entre les stations du centre et les stations de la bordure du verger. Cette forte affinité entre les milieux est certainement due au déplacement des carabidés de la bordure vers le centre du verger. Selon Nash *et al.*, (2008) et Petit *et al.*,(2015), les habitats naturels dans les paysages agricoles, tels que les bords ou les marges des cultures, ont été reconnus pour leur importance dans le soutien d'une faune diversifiée de carabes. Ces zones sont en général très riches en carabidés, ils pourraient constituer un bon refuge, permettant à ces insectes de s'abriter, d'hiverner, se reproduire, se nourrir et pouvant servir de corridor à leurs dispersions (Šeric et Durbešić, 2009).

6. Mode trophique

Sur le plan trophique nous avons classé les carabidés en deux groupes : Les prédateurs, et les phytophages (Tab.11).

Les résultats indiquent que la catégorie des prédateurs présente le pourcentage le plus élevé. Le deuxième groupe est représenté par des espèces phytophages qui peuvent occasionnellement se nourrir de matière d'origine animale, ce sont des opportunistes.

D'après Brandmayret *al.*, 2005 ; Saouache *et al.*, 2014, les espèces opportunistes sont étroitement liées aux milieux perturbés tels que les cultures.

Tableau 11. Nombre d'espèces réparties selon les catégories trophiques.

Régime alimentaire	Nombre d'espèces	% espèces
Prédateurs	11	68,75
Phytophages	5	31,25

7. Taux d'humidité

D'après Vanbergen *et al* (2005), les carabidés peuvent être influencés par l'humidité du sol. Ouchtati (2012), rapporte que le facteur humidité peut agir sur l'assemblage des espèces et même sur leur abondance.

Les résultats obtenus pour ce paramètre (Tab.12), montrent qu'il n'y a pas une influence de l'humidité du sol sur l'abondance des carabidés. D'autres facteurs peuvent être responsables de cette variation des abondances dans les stations.

Tableau 12. Taux d'humidité et effectifs observés dans les différentes stations d'étude.

Stations	Taux d'humidité %			
	Février	effectifs	Mai	Effectifs
Citronnier centre	2,03± 0,23	12	1,73±0,05	203
Citronnier bordure	2,03± 0,05	14	1,86±0,05	19
Oranger centre	2,31 ±0,36	48	1,17±0,35	35
Oranger bordure	2±0,26	7	1,69±0,05	19

Chapitre V : Liste
C H A P I T R E V : L I S T E

Commentée des espèces
C O M M E N T É E D E S E S P È C E S

1. Liste commentée des espèces

1.1. *Nebria andalusia* (Rambur, 1837) (Fig.19 ; A)

La taille de cette espèce varie entre 9 à 14 mm de longueur, le corps est noir, Les mandibules ont une dent beaucoup plus apparente et assez saillante, le dernier article des palpes est un peu plus long, les antennes ont une grande tache noirâtre sur les quatre premiers articles et le cinquième un peu plus long (Rambur, 1837). C'est une espèce prédatrice (Maachi, 1995).

D'après Boureghda (2017), cette espèce est abondante dans le verger d'olivier.

1.2. *Notiophilus biguttatus* (Fabricius, 1779) (Fig.19 ; B)

C'est une espèce de petite taille de 3,5 à 6 mm de longueur, a une couleur brillante et bronzée, les élytres avec une large tache fauve à l'apex remontant sur la partie striée. Pronotum trapézoïdal, grossièrement ponctué. Elytres un peu convexe, deux soies sur la partie apicale des élytres et généralement une seule soie discale (Du chatenet, 1990).

Espèce de milieux secs et à faible couverture végétale, diurne. Les espèces de ce genre sont prédatrices de pucerons (Dajoz, 2002).

1.3. *Percus lineatus* (Solier, 1835) (Fig.19 ; C)

Cette espèce mesure de 1 à 4 cm de longueur, possède une couleur noire brillante, avec deux fortes impressions longitudinales entre les yeux, corselet un peu cordiforme, échancré au milieu en arrière, rebordé latéralement, avec un sillon longitudinal, au milieu et une forte impression de chaque côté sur le bord postérieur (Antoine, 1957). Espèce prédatrice (Maachi, 1995).

1.4. *Orthomus rubicundus* (Coquerel, 1856) (Fig. 19 ; D)

Espèce dont la taille ne dépasse pas 8 mm. Les élytres sont également brillants dans les deux sexes, moins parallèles, légèrement élargis vers le milieu, la base du corselet non ou à peine ponctuée à peu près dépourvu d'impression externe (Antoine, 1957).

1.5. *Agonum nigrum* (Dejean, 1928) (Fig.19 ; E)

La taille de cette espèce varie entre 6 mm à 8 mm de longueur. Entièrement noir, rarement avec un léger bleuté, le premier article des antennes, les tibias et les tarses un peu éclaircis, tête courte et lisse (Antoine, 1957). C'est une espèce sténo-hygrophile (Pétrémand, 2015), espèce prédatrice (Maachi, 1995). Cette espèce est peu abondante et rencontrée seulement dans le centre du verger.

1.6. *Calathus circumseptus* (Germar, 1824) (Fig.19 ; F)

La taille de cette espèce est de 11 à 13 mm longueur. Ailé, brun de poix, estompé de flave sur les marges du corselet et des élytres, pattes et antennes flaves. Elytres amples, épaulées en angle obtus, à peine visiblement denticulées. Deux pores discaux, pas de dent mésosternale (Antoine, 1957). Elle a été capturée par Bouregghda (2017) dans un verger d'olivier. Espèce prédatrice (Maachi, 1995).

1.7. *Amara subconvexa* (Putzeys, 1865) (Fig.20 ; J)

Longueur 7-8 mm, noir bronzé peu brillant. Le dessous du corps, les pattes, les palpes et les sept derniers articles des antennes sont noirs, les trois premiers et une grande partie du quatrième article sont d'un jaune assez clair. Les jambes et les tarses ont les épines et les poils rougeâtres (Alida, 2005). Cette espèce a été capturée dans de deux stations de l'ITGC de Sétif (station de blé et station de pois chiche) par Benarour et Baabouche (2017).

1.8. *Amara sp* (Fig.20 ; H)

Cette espèce est dominante dans le verger. Les espèces appartenant à ce genre ont un régime phytophage dominant, essentiellement granivores (Garcin et Mouton, 2006).

1.9. *Ophonus opacus* (Dejean, 1829) (Fig.20 ; I)

Espèce dont la taille varie entre 11 à 14mm. noire, de poix très exceptionnellement avec un léger reflet métallique, plus déprimé et plus svelte, le corselet plus rétréci en arrière, espèce hygrophile (Antoine, 1959). Espèce phytophage qui grimpe sur les tiges des graminées pour consommer les fleurs et les graines en formations (Mériguet et Zagatti, 2003). Cette espèce a été signalée par Saouache *et al* (2014), dans une zone herbacée adjacente à des champs de cultures dans la wilaya de Constantine.

1.10. *Pseudophonus rufipes* (Degeer, 1774) (Fig.20 ; G)

Longueur de 11 à 16mm. Allongé, assez déprimé, brun foncé, la base du corselet et les élytres couverts d'une pubescence jaune, soyeuse, très courte et inclinée vers l'arrière. Appendices roux clair, tête grosse (Antoine, 1959). Espèces phytophage (Tosser *et al.*, 2015). Espèce capturée en abondance dans la bordure d'un verger de cerisiers par Saouche *et al* (2014).

1.11. *Harpalus siculus* (Dejean, 1829) (Fig.20 ; K)

Cette espèce de 8 à 11mm de longueur. Ailé, svelte, très parallèle, très brillant, noir, les élytres à fort reflet métallique violacé, vert, vert-bleu ou cuivreux, premier article des antennes roux, pattes noires, tibias un peu éclaircis, rarement les pattes sont entièrement rousses. Tête forte, lisse, yeux très saillants (Antoine, 1959)

1.12. *Phyla rectangularum* (jacquelin-Duval, 1851) (Fig.20 ; L)

Espèce dont la taille varie entre 2,8 à 3 mm, bien distinct par la forme du corselet franchement sinué avant les angles postérieurs qui sont droits. Organe copulateur à sac interne et à styles triséculés (Antoine, 1955). Cette espèce est très dominante dans le verger. Espèce prédatrice (Maachi, 1995).

1.13. *Bembidion bipunctatum* (Linnaeus, 1761) (Fig.21 ; M)

Espèce de 3,5 à 4,8 mm de longueur. Entièrement bronzé submat assez clair (exceptionnellement bleu sombre ou noir), les appendices noirs. Un corselet très convexe à gouttière marginale nette, à angles postérieurs déportés vers l'avant et raccordés à la partie médiane de la base par un pan coupé oblique, largement arrondie (Antoine, 1955). C'est une espèce prédatrice (Luff, 1993). Peu fréquente dans le verger.

1.14. *Apristus striatipennis* (Lucas, 1846) (Fig.21 ; N)

C'est une espèce de petite taille, 3,6 à 4mm de longueur. Svelte, déprimé, noir, y compris les appendices, tout le dessus, sauf le labre et l'épistome, avec un fort reflet bronzé, tégument profondément microréticulé, les élytres à reflet soyeux. Elytres amples, stries peu remarquée, irrégulièrement tracées, la première approfondie à l'apex, les externes évanescentes. Organe copulateur normal (Antoine, 1962). Espèce prédatrice (Maachi, 1995). Cette espèce est peut abondante.

1.15. *Trechus fulvus* (Djean, 1831) (Fig.21 ; O)

Insecte de 5 à 5,8 mm de longueur. Entièrement roux vifs brillant, déprimé, corselet plus longue et plus accentuée, ses épaules plus anguleuses et le quatrième article des antennes plus court par rapport au troisième (Antoine, 1955). Abonde dans les endroits humides

(Dajoz, 2002).

1.16. *Brachinus sclopeta* (Fabricius, 1792) (Fig.21 ; P)

Espèce dont la taille varie entre 4,5 mm à 7,5 mm. Ailé, élytres bleu violacé ou verdâtre, le pédoncule mésothoracique flave ainsi qu'une étroite tache suturale allant de l'écusson au tiers antérieur. Dessous rouge (Antoine, 1962), mésophile et sténotope (Pétermand, 2015), prédatrice, espèce vivant en colonies aussi bien dans les champs que dans les friches (Mériguet et Zagatti, 2003).



A ; *Nebria andalusia*
(Taille réelle : 1,2 cm)



B ; *Notiophilus biguttatus*
(Taille réelle : 5 mm)



C ; *Percus lineatus*
(Taille réelle : 1.9 cm)



D ; *Orthomus rubicundus*
(Taille réelle : 8 mm)



E ; *Agonum nigrum*
(Taille réelle : 9 mm)



F ; *Calathus circumseptus*
(Taille réelle : 1,9 cm)

Figure 19. Photos des espèces de carabidés (Photos personnelles)



J ; *Amara subconvexa*

(Taille réelle : 1 cm)



H ; *Amara sp*

(Taille réelle : 8 mm)



I ; *Ophonus opacus*

(Taille réelle : 1,3 cm)



G ; *Pseudophonus rufipes*

(Taille réelle : 1,4 cm)



k ; *Harpalus sculus*

(Taille réelle : 8.8mm)



L ; *Phyla rectangulum*

(Taille réelle : 4 mm)

Figure 20.Photos des espèces de carabidés (Photos personnelles)



M ; *Bembidion bipunctatum*
(Taille réelle : 4 mm)



N ; *Apristus striatipennis*
(Taille réelle : 5 mm)



O ; *Trechus fulvus*
(Taille réelle : 5,5 mm)



P ; *Brachinus sclopeta*
(Taille réelle : 7 mm)

Figure 21.Photos des espèces de carabidés (Photos personnelles)

Conclusion et perspectives
CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion et perspectives

La communauté de carabidés a fait l'objet d'un suivi durant la période qui s'étale entre le mois de décembre 2017 et le mois de mai 2018 dans un verger d'agrumes situé dans la commune d'El fdjouj de la wilaya de Guelma.

Ce travail nous a permis de capturer un total de 1072 individus répartis en 16 espèces de carabidés.

L'inventaire des carabidés a mis en évidence 6 espèces dominantes qui sont notamment : *Amara subconvexa* (20.99% de la faune totale), *Brachinus sclopeta* (19,59%), *Amara sp* (19.03%), *Phyla rectangulum* (9.42%), *Harpalus siculus* (8,30%) et *Percus lineatus* (6,16%).

On retrouve dans le cortège de carabidés identifiés, des espèces qui présentent un intérêt agronomique c'est le cas de *Brachinus sclopeta*, *Notiophilus biguttatus*, et *Ophonus rufipes* qui sont reconnues dans le contrôle des insectes ravageurs.

La richesse spécifique est globalement de même ordre de grandeur dans les différentes stations échantillonnées, tandis que la richesse différente vient de la différence d'effectifs collectés. Nous avons constaté que les stations de bordures abritent moins d'individus que les stations situées à l'intérieur du verger.

Cette observation est contraire avec le modèle présenté couramment que les bordures des cultures sont plus riches en carabidés.

Les valeurs des indices de diversité et d'équitabilité montrent que les peuplements sont diversifiés et répartis équitablement dans l'ensemble des stations. On note cependant une légère répartition inégale des abondances dans la station du citronnier du centre, dû certainement à la prolifération des deux espèces *Brachinus sclopeta* et *Amara subconvexa*.

L'indice de Jaccard révèle l'existence d'une connectivité entre le peuplement de carabidés du centre et celui de la bordure.

Les résultats sur le mode trophique indiquent la présence d'une faune caractérisée par la dominance d'espèces prédatrices qui pourraient avoir un potentiel intéressant en matière de régulation des populations de ravageurs de cultures. Le verger est également fréquenté par des espèces granivores telles que l'espèce *Pseudophonus rufipes*, *Ophonus opacus* et *Amara subconvexa* qui peuvent jouer un rôle dans le contrôle des adventices.

L'évolution des fluctuations montre que nos espèces sont actives pendant l'hiver et le printemps. Cette activité est beaucoup plus accentuée pendant le printemps.

Conclusion et perspectives

Les bonnes conditions climatiques et la grande disponibilité en ressources alimentaires sont certainement responsables des forts effectifs enregistrés pendant cette période.

Nos perspectives sont donc d'élargir les recherches sur la faune carabique au niveau de la région de Guelma. Il est impérativement important de poursuivre l'étude des carabidés dans d'autres biotopes afin de connaître les espèces menacées ainsi que les espèces auxiliaires, connaître leurs biologie et écologie afin de les protéger et les utiliser dans la lutte biologique contre certains ravageurs de cultures.

Références
RÉFÉRENCES

bibliographiques
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographique

A

-Aberkane, F. 2014. Diversité altitudinale des Carabidae (Insecta, Coleoptera) dans la région de Tikjda. Mémoire en Zoologie Agricole et Forestière. Ecole Nationale Supérieure Agronomique – EL Harrach- Alger, 68 p.

-A.C.T.A. 2008. Guide pratique de défense des cultures, Association de Coordination Technique Agricole, Paris, 867p.

-A.E.I. (Agronomie, Écologie et innovation). TCS N°87. Mars/avril /mai 2016 faune auxiliaire et si les carabes pouvaient contrôler le salissement ?

-Agagna, Y. 2016. Rôle d'Aphytis melinus (Hymenoptera, Aphelinidae) dans la régulation des niveaux d'infestation du pou de californie *Aonidiella aurantii* (Homoptera, diaspididae) sur citronnier à Rouïba. Mémoire de magister. El Harrach-Alger, 91p.

-Alter, A. 2009. Les carabes des auxiliaires aux proies variées. N 098.

-Alida, M. 2005. Ground beetle (Coleoptera : Carabidae) communities along a successional gradient in southwestern Quebec and notes on the range expansion of introduced species. Department of Natural Resource Sciences. McGill University, 105p.

-A.N.D.I. 2013. Wilaya de Guelma. Agence Nationale de Développement de l'Investissement, Guelma, 24 p.

-Antoine, M. 1955. Coléoptères carabiques du Maroc. 1^{ère} partie. Mémoire. Société. Sci. Natu et Phys. Maroc, Zool, 1, 1–177p.

-Antoine, M. 1957. Coléoptères carabiques du Maroc. 2^{ème} partie. Mémoire. Société. Sci. Natu et Phys. Maroc, Zool, 3, 178–314p.

-Antoine, M. 1959. Coléoptères carabiques du Maroc. 3^{ème} partie. Mémoire. Société. Sci. Natu et Phys. Maroc, Zool, 6, 315–465p.

-Antoine, M. 1962. Coléoptères carabiques du Maroc. 5^{ème} partie. Mémoire. Société. Sci. Natu et Phys. Maroc, Zool, 9, 539-693p.

Références bibliographique

B

-Baghem, O. 2012. Effet des Techniques Culturelles sur la Biodiversité Faunistique des céréales dans la zone Semi-aride. Magister en Production végétale et agriculture de Conservation. Faculté des Sciences de la nature et de la vie. Université Ferhat Abbas, Sétif, 53 p.

-Baker, A. N et Dunning, R.A. 1975. Some effects of soil type and crop density on the activity and abundance of the epigeic fauna, particularly Carabidae, in sugar-beet fields. *J.appl.Ecol.*, 12 :809-818p.

-Ball, G.E. et Bousquet, Y.2001. Carabidae Latreille. R. Arnett et M. Thomas, American Beetles. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.32-132p.

-Belarbi, F. 2010. Etude de la pluviométrie journalière dans le bassin versant de la TAFNA. Magister en Hydraulique en sciences et technologies de l'eau. Faculté de technologie. Université Abou bekr belkaid, 112 p.

-Benarour, A. et Baabouche, R. 2017. Inventaire de la faune carabique dans les milieux agricoles au niveau de la région de Sétif (El-hchaichia). Mémoire en Biologie Evolution et Contrôle des Populations d'Insectes. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri, Constantine, 57p.

-Benia, F. 2010. Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus représentatives. Thèse de Doctorat en Biologie animale. Faculté des sciences. Université Ferhat Abbas, Sétif. Algérie, 229 p.

-Biche, M. 2012. Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Ed. Institut national de la protection des végétaux et le ministère de l'agriculture et du développement durable et FAO, 36 p.

-Bohan, D.A. ; Bohan, A.C. ; Glen, D.M. ; Symondson, W.O.C. ; Wiltshire C.W. et Hughes, L. 2000. Spatial dynamics of predation by carabid beetles on slugs. *J. Anim. Ecol.* 69: 367-379p.

-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) : 888-898p.

Références bibliographique

-Boukli Hacene, S. 2012. Bioécologie des Coléoptères (Arthropodes Insectes) du marais salé de l'embouchure de la Tafna (Tlemcen).Thèse de Doctorat en Biologie animale. Faculté des sciences. Université de Tlemcen, 156 p.

-Bouregghda, W. 2017. Identification des prédateurs généralistes (Carabiés et araignées) dans un verger : cas de l'olivier, dans la région de Guelma. Mémoire en Phytopathologie et Phytopharmacie. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers. Université 08 Mai 1945, Guelma, 68p.

-Boursault, A. et Petit, S. 2010. La prédation des graines d'adventices par les carabiques. La lutte biologique : Vers de nouveaux équilibres écologiques Lydie Suty. Coéd. Quæ – Éduagricoll. Sciences en partage 332 p.

-Brandmayr, P. ; Pizzoloto, R. et Zetto Brandmayr, T. 2005. I coleoptteri carabidi per la valutazione ambientale e la conservazione della biodiversità. Manuali e line Guida, Rome.

-Brooks, D.R. ; Storkey, J. ; Clark, S.J. ; Firbank, L.G. ; Petit, S. et Woiwod, P. 2012.Trophic links between functional groups of arable plantsand beetles are stable at a national scale, *Journal of Animal Ecology*, 81, 4-13p.

D

-Dajoz, R. 2002. Les coléoptères carabidés et ténébrionidés : Ecologie et Biologie.Ed.Lavoisier Tec & Doc., Londres, Paris, New York, 522 p.

-Dajoz, R. 2003. Précis d'écologie. 7ème édition, Ed. Dunod, Paris, 615 p.

-Den Boer, P. J. 1970. On the Significance of Dispersal Power for Populations of Carabid-Beetles (Coleoptera, Carabidae). *Oecologia*, Volume 4, Issue, 1, 1-28p.

-Derrouiche, CH. Guerfi, I. 2016. Inventaire et caractérisation de la faune carabique au niveau de la région de Constantine (Localités El-Khroub, Constantine). Mémoire en Biologie animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri, Constantine, 67 p.

-Donelson, S.L. 2011. Carabid (Coleoptera : Carabidae) Ecology in Agroecosystems of the Southern Great Plains.195p.

-Du Chatenet, G.1990. Guide des coléoptères d'Europe. D&N.Planches+Cartographique, 480p.

Références bibliographique

E

-**El-Otmani, M. 2005.** Les agrumes, le maraîchage et le froid hivernal. Ed. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (Maroc), 4 p.

-**Escartin, I. 2011.** Guide des agrumes. Ed .Institut Klorane (Lavaur), 19 p.

F

-**FAO (Food and agriculture organisation). 2016.** Fiche des données statistiques pour l'oléiculture, 20p.

-**Frontier, S. 1983.** Stratégies d'échantillonnage en écologie. Ed. Masson, Paris, 494 p.

-**Frontier, S. ; Pichod-Viale, D. ; Leprêtre, A. ; Davout, D. et Luczak, Ch. 2004.** Ecosystèmes. Structure, Fonctionnement, Evolution. Ed. Dunod, Paris, 549 p.

G

-**Garcin, A. et Mouton, S. 2006.** Le régime alimentaire des carabes et staphylins. Infos CTIFL, 218, 19-24p.

H

-**Haddad, S. et Merabet, H. 2017.** Etude de la diversité des insectes auxiliaires (Carabidés) dans un verger d'agrumes de la région de Guelma. Mémoire en Phytopathologie et Phytopharmacie. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers. Université 08 Mai 1945, Guelma, 60 p.

-**Heessen, H. J. L.1981.** On reproduction and survival in two ecologically related beetle-species of the forest floor. Thèse, université d'Utrecht.In : Dajoz, 2002.

-**Heydemann, B. 1964.** Die Carabiden der Kulturbiotope von Binnenland und Nordseeküste.Ein Okologischer Vergleich (Col.Carabidae).Zool.Anz., 172 :49-86p.

-**Holland, J.M. et Luff, M.L. 2000.** The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. Integrated Pest Management Reviews 5 (2) : 109–129p.

-**Honek, A. ; Marrtinkova, Z. et Jarosik, V. 2003.** Ground beetls (Carabidae) as seed predators.European journal of Entomology, 100,531-544p.

-**Houaoura, M. 2013.** Production des agrumes : Comment augmenté le rendement ?

Références bibliographique

-**Hůrka, K. et Šustek, Z. 1995.** Coleoptera : Caraboidea. Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun. Biol., 93, 349-365p.

I

Ings, T.C. et Hartley, S.E. 1999. The effect of habitat structure on carabid communities during the regeneration of a native Scottish forest. *Forest Ecology and Management* 11: 123-136p.

-**Irmeler, U. et Hoernes, U. 2003.** Assignment and evaluation of ground beetle (Coleoptera : Carabidae) assemblages to sites on different scales in a grassland landscape. *Biodiversity and Conservation* 12 : 1405-1419p.

-**Isnard, H. 1971.** Une agriculture Algérienne moderne, les exploitations privées du Sahel et de Mitidja. Méditerranée, n°3, juil-sep, 629-635 p.

K

-**Kamenova, S. 2013.** Réseaux d'interactions, biodiversité et services éco-systémiques en milieu agricole : que nous apprennent les coléoptères carabiques, École doctorale : sciences pour l'Environnement- Gay lussac secteur de recherche : Biologie de l'Environnement, des population. *Ecologie*, 260p.

-**Klimes, P. Saska, P. 2009.** Larval and adult seed consumption affected by the degree of food specialization in *Amara* (Coleoptera : Carabidae). *Journal of applied entomology*. 134 :659-666p.

-**Koivula, M. ; Punttila, P. ; Haila, Y. et Nicnielii, J. 1999.** Leaf litter and the smallscale distribution of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in the boreal forest. *Ecography* 22: 424-435p.

-**Kotze, D. J. ; Assmann, T. ; Noordijk, J. ; Turin, H. et Vermeulen, R. 2011.** Carabid beetles as bioindicators : Biogéographical, Ecological and Environmental studies, *Proceedings of XIV European Carabidologists Meeting. Westerbork, 14-18 September 2009.* *Zookeys*, 100 : 574 p.

-**Koutti, A. ; Bounaceur, F. et RAZI, S. 2017.** Diversité et distribution spatiale des thrips sur différents variétés d'agrumes en Algérie. *Revue Agrobiologia Laboratoire de Recherche en Biotechnologie des Productions Végétales de l'Université Saad Dahlab (Blida 1)*, 263-273p.

-**Kromp, B. 1999.** Carabid beetles in sustainable agriculture : a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement *Agriculture Ecosystems & Environment*, 74, 187-228p.

Références bibliographique

L

- Laraba, A. et Hadj Zobir, S. 2009.**Organic water pollution of the Seybouse river (alluvial plain of Guelma, North-east Algeria). Bulletin of Geographic Science No. 23, Algiers, National Institute of Mapping and Teledetection. (in French).
- Lassau, S.A. ; Hochuli, D.F. ; Cassis, G. et Reid, C.A.M. 2005.** Effects of habitat complexity on forest beetle diversity : do functional groups respond consistently, *Diversity and Distributions* 11: 73-82p.
- Latreille, P.A. 1802.** Histoire Naturelle, Générale et Particulière des Crustacés et des Insectes, 3.Paris, 467p.
- Lindroth, C.H. 1949.** Die Fennoskandischen Carabidae.3. Allgemeiner Teil.Göteborgs K. Vetensk. Vitterh. Samh. Handl., Ser. B4, 1-709p.
- Loussert, R. 1985.** Les agrumes I. Ed. J.B.Bailliére. Paris, 136 P.
- Loussert, R. 1987.** Les agrumes, production. Ed.Scién.Univ. Liban, vol.1, 80p.
- Loussert, R. 1989.**Techniques agricoles méditerranéennes, les agrumes. Vol.1, 03-41p.
- Lövei G. and Sunderland K. 1996.** Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera : Carabidae). *Annual Review of Entomology*, 41 : 231-256p.
- Lövei, G. 2008.** Ecology and conservation biology of ground beetles (Coleoptera : Carabidae) in an age of increasing human dominance. Aarhus University, 145 p.
- Luff, M. L. 1987.** Adult and larval feeding habits of *Pterostichus madidus* (F) (Coleoptera, Carabidae). *J.nat.Hist.*, 8: 404-409p.
- Luff, M.L. 1993.** The carabidae (Coleoptera) larvae of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica*, Volume 27, 269p.
- Lys, J.A. et Nentwig, W. 1994.** Improvement of the overwintering sites for Carabidae, Staphylinidae and Araneae by strip-management in the cereal field. *Pedobiologia*, 38 : 238-242 p.

Références bibliographique

M

- Maachi, M. 1995.** Coléoptères ripicoles des eaux stagnantes Marocaines (étude faunistique, écologique et biogéographique).Thèse de Doctorat d'état, Université Mohammed V, Rabat, 170p.
- Magura, T. ; Tothmeresz, B. et Molnar, T. 2001.** Forest edge and diversity : carabids along forest-grassland transects. *Biodiversity and Conservation*, 10: 287-300p.
- Melnychuk, N.A. ; Olfert, O. ; Youngs, B. et Gillott, C. 2003.**Abundance and diversity of carabidae (coleoptera) in different farming systems. *Agriculture, ecosystems et environment* 95 :69-72 p.
- Meriguet, B. ; Zagatti, P. ; Turlure, C. et Boilly, O. 2003.** Forêt Régionale de Ferrières (Communes de Bussy-Saint-Georges, Chelles, Collégien, Croissy-Beaubourg, Emerainville, Favières, Ferrières-en-Brie, Jossigny, Pontault-Combault, Pontcarré, Roissy-en-Brie, Vaires-sur-Marne, Villeneuve-Saint-Denis)(Seine-et-Marne): Inventaire entomologique 2002 réalisé pour l'Agence des Espaces Verts de la région Ile-de-France. Office pour les Insectes et leur Environnement, 44 p.
- Milind, SL. 2008.** Citrus fruit : biology, technology and evaluation. *Elsevier USA* 1, 103-121p.
- Mostefaoui, H. 2009.** Effet de la qualité de la plante hôte sur l'allocation des réserves énergétiques des pucerons dans un verger d'agrumes en Mitidja centrale. *Mém. Mag. Agro. Univ, Blida*, 199p.
- Müller, R. 1976.** Zum Einfluss photischer Reaktionen auf die Auswahl des Monotops bei den steppenbewohnenden Dunkelkäfer-Arten *Pimelia echidna* und *tristis* (Coleoptera : Tenebrionidae).*Entomol.Gener.* 2 :217-31p. In : Dajoz, 2002.
- Müller-Motzfeld, G. 1989.** Laufkäfer (Coleoptera : Carabidae) als pedobiologische Indikatoren. *Pedobiologia*, 33 : 145-153p.

N

- Nash, M. A. ; Thomson, L. J. et Hoffmann, A. A. 2008.** Effect of remnant vegetation, pesticides, and farm management on abundance of the beneficial predator *notonomus gravis* (Chaudoir) (Coleoptera : Carabidae), *Biological Control*, 46, 83-93 p.

Références bibliographique

-Nietupski, M. ; Kosewska, A. ; Markuszewski, B. et Sadej, 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) : 26–34p.

-Norris, R.F. et Kogan, M. 2005. Ecology of interactions between weeds and arthropods. *Annual. Review of Entomology* 50 : 479-503 p.

O

-Ouchtati, N. 2012. Etude biosystématique des coléoptères carabiques du Parc National d'EL Kala et de la région de Tebessa .Thèses de doctorat .Université d'Annaba, 109 p.

P

-Parrens, P. 2013. Assimilation des données SMOS dans un modèle des surfaces continentales : mise en oeuvre et évaluation sur la France. Thèse de Doctorat d'état, Université de 3 Paul Sabatier (UT3 Paul Sabatier), 162p.

-Pena, M. 2001. Les Carabidae (Coleoptera) des Hauts-Sommets de Charlevoix : assemblages et cycles d'activité dans les environnements alpin, subalpin et forestier. Mémoire de Maîtrise présenté à l'Université du Québec à Rimouski, Rimouski : 65 p.

-Petit, S. ; Labruyere, S. ; Trichard, A. ; Ricci, B. et Bohan, D.A. 2015. Gestion territoriale des adventices : effets des propriétés du paysage sur les communautés adventices et sur leur régulation par les carabidae. *Innovations Agronomiques*, 43: 71-82 p.

-Pétremand, G. 2015. Trois espèces de carabes (Coleoptera : Carabidae) sur la liste rouge suisse capturées dans le vignoble du canton de Genève. *Entomo Helv.*, 8, 157-160p.

-Petremand, G. ; Fleury, D. ; Castella, E. et Delabays, N. 2016. Influence de l'enherbement viticole sur les Carabidae (Coleoptera) et intérêt potentiel pour le contrôle de certains ravageurs de la vigne. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*20(3), 375-385p.

R

-Rabourdi, N. ; Dor, C. ; Maillet, T. et Mezeraa, J. 17 novembre 2011. Impact des pratiques et des aménagements sur l'abondance et la diversité des carabidés. Les entomophages en grandes cultures : diversité, service rendu et potentialités des habitats. Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire, Paris, 20-27 p.

Références bibliographique

-Rainio, J. et Niemelä, J. 2003. Ground beetles (Coleoptera : Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 12: 487-506p.

-Ramade, F. 1984. *Eléments d'écologie : écologie fondamentale.* Ed. McGraw et Hill, Paris, 576 p.

-Ramade, F. 2003. *Éléments d'écologie fondamentale.* 3ème édition, Ed. Dunod, Paris, 690 p.

-Rambur, P. 1837. *Faune entomologique de l'Andalousie. Volume I (1ere partie).* Paris : A.Bertraand, 20p.

-Rebour, H. 1966. *Les agrumes ; manuel de culture des citrus, pour le bassin méditerranéen.* Paris, 321p.

-Richard, D. 2004. *Orange et Citron.* Ed. Devecchi S.A. Montmartre, Paris, 20-31p.

S

-Saouache, Y. et Doumandji, S.E. 2014. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) assemblages in two agricultural landscapes in North-Eastern Algeria. *ecologia mediterranea*, 40 (2) :5-16 p.

-Saska, P. 2007. Diversity of Carabids (Coleoptera: Carabidae) within two Dutch cereal fields and their boundaries. *Baltic Journal of Coleopterology*, 7(1) : 37-50p.

-Šeric, J.L. et Durbešic, P. 2009. Comparison of the body size and wing form of carabid species (Coleoptera : Carabidae) between isolated and continuous forest habitats. *Annales de la société entomologique de France*, (n.s), 45, 3, 327-338p.

-Serra, A. et Vives, J. 2000. Temporal and spatial activity of *Abax pyrenaicus* (Dejean, 1828) (Coleoptera : carabidae) in a Mediterranean forest soil. *Elytron*, 14 : 191-200p. In : Dajoz, 2002.

-Singh, S. et Rajam, M.V. 2009. Citrus biotechnology : Achievements, limitations and future directions. *Physiology and Molecular Biology of Plants* 15, 3 -22p.

-Spiegel- Roy, P. et Goldschmidt, E. 1996. Horticultural classification of cultivated citrus. In : *Biology of citrus.* Ed. Cambridge university press, 19-44p.

Références bibliographique

T

- Thiele, H.U. 1977.** Carabid Beetles in their Environments. Springer, Berlin. 369p.
- Tosser, V. ; Maillet-Mezeray, J. et Chapelin-Viscardi, J.D. 2015.** Caractérisation des communautés de carabidae en grandes cultures : Analyse descriptive et temporelle. Contribution réalisée dans le cadre du pilotage ARVALIS – Institut du Végétal du projet CASDAR 2009 – 2011 « Les Entomophages en grandes cultures », 12p.
- Trautner, J. et Geigenmueller, K. 1987.** Illustrated Key Cicindelidae and Carabidae Europe. Verlag Josef Margraf, Fr Germany. 488p.

U

- USDA (Département Américain de l'Agriculture). 2017.** 13p.

V

- Vanbergen, A. J. ; Woodcock, B.A. ; Watt, A.D. et Niemela, J. 2005.** Effect of landuse heterogeneity on carabid communities at the landscape scale. *Ecography*, 28: 3-16p.
- Virbel-Alonso, C. 2011.** Citron et autres agrumes ; Un concentré d'astuces pour votre maison, votre santé, votre beauté. Groupe Eyrolles, Paris, 220p.

W

- Webber et Herbert, 1967.** History and Development of the Citrus Industry. The Citrus Industry. Ed. Walter Ruther. California : University of California, 1-37p.
- Winder, L. ; Alexander, C.J. ; Holland, J.M. ; Symondson, W.O. ; Perry, J.N. et Woolley, C. 2005.** Predatory activity and spatial pattern : the response of generalist carabids to their aphid prey. *J. Anim. Ecol.* 74 :443-454p.
- Woodcock, B.A. ; Vanbergen, A.J. ; Watt, A.D. et Niemela, J. 2005.** Effect of land-use heterogeneity on carabid communities at the landscape scale. *Ecography*. 28 :3–16p.

Y

- Younesse, G. et Saporta, G. 2004.** Une méthodologie pour la comparaison des partitions. *Revue de statistique appliquée*.

Les sites d'internet

[1] <https://www.bio-enligne.com/coleoptere/235-carabes.html>

Consulté le 20/03/2018.

[2] <http://www.antiopa.info/103-carabe-carabus-coleoptere-insecte-carnivore-larve.htm>

Consulté le 01/04/2018.

[3] <https://www.insectes-net.fr/carabes/car4.html>

Consulté le 03/04/2018.

[4] <https://www.alamyimages.fr/photos-images/ground-beetle-larva-carabidae.html>

Consulté le 03/04/2018.

[5] <file:///D:/carabidae%20ophonus%20et%20calathus.pdf>

Consulté le 04/04/2018.

[6] <https://www.googleearth.com/>

Consulté le 20/04/2018.

[7] <https://www.infoclimat.fr/>

Consulté le 15/05/2018.