

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR 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 : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Département : Ecologie et Génie de l'Environnement

Spécialité /Option : Phytopharmacie et protection des végétaux

THEME

Etude de la diversité des coléoptères carabique de la Forêt de la Maouna (Guelma : Nord-Est Algérien)

Présenté par :

- ❖ BENABDA Amel
- ❖ CHEKROUB Meriem
- ❖ BENMARCE Yasmine

Devant la commission composée de :

Président :	Mme ALLIOUI. N	(MCB)	Université de Guelma
Examineur :	Mr KHALADI. O	(MAA)	Université de Guelma
Encadreur :	Mme OUCHTATI. N	(MCB)	Université de Guelma

Année Universitaire 2019/2020

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

Nos remerciements aux membres de jury :

Mme **ALLIOUI Nora**, nous sommes très honorés de l'avoir comme présidente du jury de notre mémoire.

Mr **KHALADI Omar**, d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre travail pour le valoriser.

Nous tenons à remercier notre encadreur Madame **OUCHTATI Nadia**, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Nos vifs remerciements vont également au Directeur et personnel de la conservation des forêts de Guelma, pour nous avoir créé un climat agréable de travail afin de mener à bon terme notre projet de fin d'études.

Enfin, nous voudrions aussi remercier l'ensemble des enseignants qui interviennent dans le parcours phytopharmacie et protection des végétaux.



Dédicace



Je dédie ce travail à :

À Mes très chers **parents**

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien être.

Votre soutien et votre encouragement m'ont toujours donné de la force pour préserver et prospérer dans la vie.

Merci d'être mes parents et que Dieu leur procure la bonne santé et la longévité...

À Mon très cher frère aîné **Nabil** et son épouse **Samira**

Et leurs enfants

À Mon très cher frère **Mohssen** et ma jolie sœur **Rachida**

Pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

Merci d'être toujours là pour moi.

Amel

Dédicace



Les études sont avant tout

Notre unique et seul atout, pour cela

Je dédie ce travail qui est le fruit de plusieurs années d'étude à :

À la mémoire de mes grands **parents**

À mon support dans ma vie qui m'a appris à supporter les fardeaux de la vie et se diriger vers la réussite dans mes études, mon père.

À la lumière de mes jours, l'être le plus cher de ma vie, ma mère, quoi que je fasse ou je dise, je ne pourrais pas te remercier autant qu'il faut, ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles. J'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

À mes chères sœurs **Manel, Maroua, Madjeda** et **leurs maris Mohamed, Mourad** et **Nour Eddine** pour leurs encouragements permanents et leur soutien moral.

À mes cousines **Yousra** et **Asma**

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit possible, je vous dis merci.

Meriem

Dédicace



Je dédie ce travail à :

À Mes très chers **parents**

Qui n'ont jamais cessés, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

À ma grande sœur **Labiba** et son **mari**

Et leurs enfants

À mon très cher mari **Yousri** et mon adorable petite sœur **Lina**

Pour leurs supports dans les moments difficiles

Puisse Dieu vous donner santé, bonheur, courage et surtout réussite

Merci pour toute la famille.

Yasmine

Sommaire

Sommaire	i
Résumés	iv
Liste des abréviations	vii
Liste des tableaux	viii
Liste des figures	ix
Introduction générale.....	1

Etude bibliographique

Chapitre I : Aperçu bibliographique sur la forêt

I.1. La Forêt dans le monde.....	3
I.2. La Forêt méditerranéenne	4
I.2.1. La biodiversité de La forêt méditerranéenne.....	5
I.3. Présentation de la forêt Algérienne	5
I.3.1. Etat du patrimoine forestier Algérien.....	6
I.4. Couverture forestière de la wilaya de Guelma.....	7
I.5. Le chêne liège	8
I.5.1. Les ennemis du chêne liège	8
I.6. Le Chêne-zéen	8
I.6.1. Les ennemis du Chêne-zéen	9
I.7. Le Chêne eucalyptus	9
I.7.1. Ennemis et maladies des eucalyptus	9

Chapitre II : Aperçu bibliographique sur les carabidés

II.1. Généralité.....	10
II.2. Classification.....	10
II.3. Reproduction	11
II.4. Cycle de développement	11
II.5. Régime alimentaire	12
II.6. Taille et mobilité.....	13
II.7. Habitat.....	13
II.8. Importance des carabidés en forêt.....	13

Partie pratique

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Présentation de la zone d'étude.....	15
III.2. Situation Géographique de la wilaya de Guelma	15
III.3. Le climat	16
III.3.1. Température.....	16
III.3.2. Précipitation	17
III.3.3. Humidité.....	17
III.4. Choix des milieux.....	18
III.5. Matériel.....	20
III.6. Méthodes de travail sur terrain.....	20
III.6.1. Technique de la récolte.....	21
III.6.2. Dispositif d'échantillonnage.....	22
III.7. Méthode de travail au laboratoire	22
III.7.1. Le tri des insectes	22
III.7.2. Identification de la faune	23
III.8. Traitement des données.....	23

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1. Analyse de l’inventaire 25

IV.2. Comparaison entre les différents milieux 27

IV.2.1. Richesse spécifique et abondance 27

IV.3. Indices écologiques..... 29

IV.3.1 Indice de Jaccard 29

IV.3.2. Indice de Shannon-Weaver et d’équitabilité 29

IV.4. Activité des espèces 30

Conclusion 31

Bibliographie et webographie

Les références bibliographiques 32

Les références webographiques 40

Résumé

Les communautés de coléoptères carabiques sont étudiées au niveau de différents peuplements forestiers (Chêne liège, chêne zéen, eucalyptus et pin d'Alep) de la montagne Maouna située dans la région de Guelma.

Les prélèvements effectués durant la période qui s'étale entre le mois de décembre 2019 et le mois de mai 2020 nous ont permis de capturer 16 espèces.

Parmi les 16 espèces répertoriées, une majorité d'espèces joue un rôle important dans le bon fonctionnement des écosystèmes forestiers.

La comparaison entre les différents peuplements a révélé que le chêne liège, l'eucalyptus et le pin d'Alep sont plus diversifiés que le chêne zéen.

Mots clés : Carabidés, forêt, Chêne liège, chêne zéen, eucalyptus, pin d'Alep, Maouna, Guelma.

Abstract

The communities of carabid beetles are studied in different forest stands (cork oak, Zen oak, eucalyptus and Aleppo pine) of the Maouna mountain located in the Guelma region.

During the period between December 2019 and May 2020 we captured 12 species.

Among the sixteen species recorded, a majority of species provide forest ecosystem services.

The comparison between the different stands revealed that the cork oak, the eucalyptus and the Aleppo pine are more diverse than the zen oak.

Keywords: Carabid beetles, forest, Cork oak, Zen oak, eucalyptus, Aleppo pine, Maouna, Guelma.

تم دراسة مجتمعات الخنافس الكارابيدية في مجموعات غابات مختلفة (بلوط الفلين، وبلوط الزن، والأوكالبتوس، والصنوبر الحلبي) في غابة ماونة الواقع في منطقة قالمة. خلال الفترة ما بين ديسمبر 2019 ومايو 2020، تم احصاء 12 نوعًا.

من بين الأنواع الاثنا عشر المسجلة، توفر غالبية الأنواع خدمات النظام الإيكولوجي للغابات.

أظهرت المقارنة بين الأجنحة المختلفة أن بلوط الفلين والأوكالبتوس والصنوبر الحلبي أكثر تنوعًا من بلوط الزن.

الكلمات المفتاحية: خنافس كارابيد، غابة، بلوط الفلين، بلوط الزن، أوكالبتوس، صنوبر حلبي، ماونة، قالمة.

Liste des abréviations

DGF : direction générale des forêts

FAO : Food and Agriculture Organisation

ANDI : Agence Nationale de Développement de l'Investissement

Liste des tableaux

Tableau 1 : Températures moyennes mensuelles (T moy) en °C enregistrées au cours de la période d'étude (2019-2020).....	17
Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles (P moy) en mm enregistrés au cours de la période d'étude (2019-2020).....	17
Tableau 3 : Humidité relative (HR %) enregistrées au cours de la période d'étude (2019-2020).....	17
Tableau 4 : Liste des espèces de carabidés capturées dans les milieux d'étude	25
Tableau 5 : Valeurs des indices de Jaccard des peuplements dans les différents milieux.....	29
Tableau 6 : Indices de diversité de Shannon (H') et d'équitabilité (E) du peuplement de Chaque milieu	29

Liste des figures

Figure 1 : Principaux types de forêts (FAO, 2006).....	3
Figure 2 : Bassin méditerranéen.....	4
Figure 3 : <i>Abax parallelepipedus</i>	10
Figure 4 : Cycle de développement des carabidés (Benoit et Moronval, 2018)	12
Figure 5 : Photo satellitaire de la forêt Maouna (Google earth, 2020).....	15
Figure 6 : Situation géographique de la wilaya de Guelma	16
Figure 7 : Chêne-liège (photo originale).....	18
Figure 8 : forêt mixte (photo originale).....	19
Figure 9 : Chêne-zèen (photo originale)	20
Figure 10 : Piège Barber (photo originale)	21
Figure 11 : Schéma explicatif du Piège Barber (Schéma personnelle).....	22
Figure 12 : <i>Nebria andalusia</i> (Taille : 13mm) (Photo personnelle).....	26
Figure 13 : <i>Trechus quadristriatus</i> (Taille : 4,5mm) (Photo personnelle).....	26
Figure 14 : <i>Notiophilus geminatus</i> (Taille : 5mm) (Photo personnelle)	26
Figure 15 : <i>Amara aenea</i> (Taille : 5mm) (Photo personnelle)	26
Figure 16 : <i>Percus lineatus</i> (Taille : 19mm) (Photo personnelle).....	27
Figure 17 : Répartition des richesses spécifiques dans les différents milieux	28
Figure 18 : Répartition des individus dans les différents milieux.....	28
Figure 19 : Variation mensuelle des abondances dans les différents milieux.....	30

Introduction

Introduction

Les forêts recouvrent un peu plus du quart de la surface terrestre et jouent un rôle essentiel dans la régulation du climat et l'amélioration des sols. Elles abritent une grande richesse écologique, concentrant 80 % de la biodiversité terrestre mondiale recensée [1].

Les forêts sont aussi un milieu de vie et une source de revenus pour l'être humain ; près de 1,6 milliard de personnes en dépendent pour leur subsistance, elles produisent des biens dont certains ont une valeur marchande comme le bois, des produits pharmaceutiques et bien d'autres encore [1].

Sans la diversité biologique des forêts et sans les espèces pollinisatrices qu'elles hébergent, la productivité agricole sera moins stimulée, les cultures et notre alimentation seront mises en danger [1].

La biodiversité forestière (carabes, coccinelles, syrphes, insectes carnassiers) garantit aux cultures une protection contre les ravageurs qui détruisent 30% des récoltes [1].

Les forêts ont été longtemps menacées par une grande variété d'agents destructeurs. Aujourd'hui, la fréquence, l'intensité et l'époque des incendies, ouragans, sécheresses, tempêtes de verglas et infestations d'insectes tendent à évoluer sous l'effet des activités humaines et des changements climatiques mondiaux, ce qui rend les écosystèmes forestiers encore plus vulnérables aux attaques [2].

Les forêts algériennes ne sont pas à l'abri et chaque année, la dégradation des sols, les incendies, le surpâturage, les maladies fongiques et les attaques d'insectes ravageurs font disparaître des surfaces considérables (Messaoudene, 2000).

Les insectes représentent en effet une part prépondérante, plus de 80% de la biodiversité animale forestière (Nageleisen & Bouget, 2009), leurs attaques entraînent d'une façon directe ou indirecte une réduction graduelle de la vigueur des arbres et accélèrent ainsi le cycle de mortalité de ces arbres (Sousa & Debouzie, 1993). C'est pourquoi, la lutte contre les ravageurs des forêts passe par la connaissance de l'entomologie forestière science à laquelle s'intéressent beaucoup de chercheurs (Abgrall & Soutrenon, 1991). Les insectes sont de ce fait de bons indicateurs de la qualité de l'écosystème et de l'impact de la gestion sur le milieu forestier (Nageleisen & Bouget, 2009).

En Algérie les travaux sur l'entomofaune qui fréquente les écosystèmes forestiers sont très fragmentaires, de ce fait, nous avons entrepris une étude sur le groupe de carabidés qui sont reconnus pour leurs qualités de bio-indicateurs et auxiliaires, au niveau de différents peuplements forestiers de la montagne Maouna qui est située dans la région de Guelma.

Ce travail vise à dresser l'inventaire des espèces et analyser leur répartition dans les différents types de peuplements forestiers que recèle la montagne Maouna.

Ce travail s'articule en 4 chapitres :

- Dans le premier chapitre nous avons fait une description de certaines essences forestières qui dominant en Algérie.
- Dans le second chapitre nous avons présenté des données bibliographiques sur la systématique, la biologie et l'écologie des carabidés.
- Dans le troisième chapitre les sites d'études et la méthodologie adoptée sont présentés.
- Le quatrième chapitre est consacré à la discussion des résultats.

Etude bibliographique

Chapitre I : Aperçu bibliographique sur la forêt

Chapitre II : Aperçu bibliographique sur les carabidés

I.1. La Forêt dans le monde

Les forêts couvrent 3,9 milliards d'hectares, soit 26 % des terres émergées de la planète. Elles pourraient s'étendre sur une surface de 5,7 milliards d'hectares si l'homme, depuis des millénaires, ne les avait pas défrichées pour cultiver ses champs et bâtir ses villes. Le domaine naturel de la forêt n'a pas toujours été aussi vaste. Au temps de Cro-Magnon, lors du dernier maximum glaciaire, il y a un peu plus de 20 000 ans, la forêt mondiale ne couvrait que 2 milliards d'ha. D'après la FAO (2006), 47 % des forêts se situent entre les tropiques, 9 % en zone subtropicale, 11% en zone tempérée et 33 % en zone boréale (**Fig.1**).

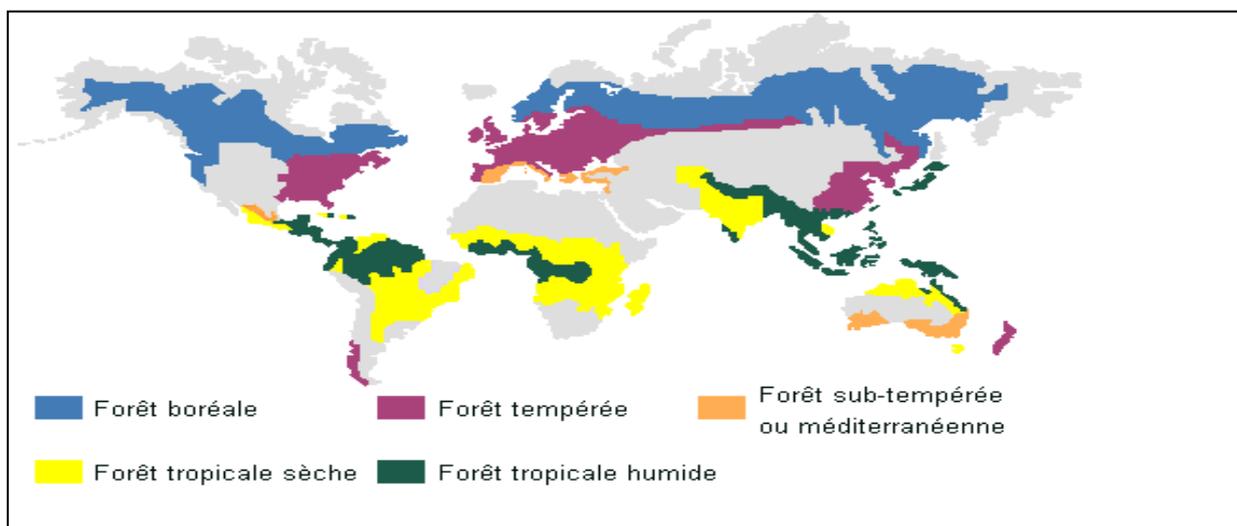


Figure 1 : Les principaux types de forêts (FAO, 2006).

Les forêts possèdent une multitude de ressources utilisées par les êtres humains et permettent de répondre à une panoplie de besoins. Par exemple, elles sont une ressource matérielle, alimentaire, vestimentaire, médicinale, etc (FAO, 2012).

Les forêts du monde sont menacées. Elles sont soumises à de nombreuses pressions qui causent une constante diminution des surfaces boisées, une dégradation de la structure des peuplements et une détérioration de l'écosystème forestier (Schlaepfer, 1987).

Les dommages liés à des insectes ravageurs des forêts ont été estimés à 35 millions d'hectares par an pour l'ensemble des forêts du monde. La déforestation n'est pas un phénomène nouveau et l'exploitation forestière est exercée depuis toujours. Cependant, avant l'avènement de l'ère industrielle, il existait un équilibre entre l'exploitation de la ressource forestière disponible et les besoins des populations (FAO, 2010).

I.2. La Forêt méditerranéenne

Sur le plan géographique, la région méditerranéenne s'étend des Alpes au Sahara et de l'océan Atlantique à la mer Caspienne (**Fig.2**). Elle englobe 25 pays qui peuvent être divisés en quatre groupes : Europe du Sud-Ouest (Espagne, France, Italie, Portugal) ; Europe du Sud-Est (Albanie, Bulgarie, Chypre, Grèce, Malte, Roumanie, Slovénie (ex-Yougoslavie), Turquie) ; Afrique du Nord (Algérie, Egypte, Jamahiriya arabe libyenne, Maroc, Soudan, Tunisie) ; partie orientale de la méditerranée (Jordanie, Liban, Arabie Saoudite, République arabe syrienne, Yémen) (Ramade, 1991). En 2010, la surface forestière des pays méditerranéens s'élevait à 85 millions d'hectares, représentant environ deux pour cent de la surface forestière mondiale (FAO, 2010).

Les zones protégées ne couvrent que 9 millions d'hectares, soit 4,3 % de la superficie totale de la région dont la majeure partie de ces zones protégées se situent dans la partie nord de la méditerranée. C'est un environnement très complexe en fonction de multiples facteurs tels que le climat, la géomorphologie, les sols, l'hydrologie et l'usage des terres [3].



Figure 2 : Le bassin méditerranéen [4].

La forêt méditerranéenne est ainsi, jusqu'au XIX^{ème} siècle, une « forêt de subsistance » fournissant bois de feu, charbon de bois, tanin, champignons et fruits, fourrage, abri pour les troupeaux, miel, ... (Blondel, 2009 ; Léonard, 2003 ; Vernet, 1997). Dans les pays méditerranéens, les loisirs, les paysages et la protection de l'eau sont tous des services

écosystémiques essentiels, mais beaucoup d'autres peuvent être pertinents dans des contextes locaux (comme la biodiversité, la séquestration de carbone, le contrôle de l'érosion des sols, etc... (Blondel, 2006).

I.2.1. La biodiversité de la forêt méditerranéenne

La couverture végétale constitue une des composantes principales des milieux naturels. La végétation joue un rôle fondamental dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes dont elle constitue une expression du potentiel biologique (Bouayed, 2018).

Le bassin méditerranéen est riche en termes de diversité végétale (Mittermeier & al., 2004). Sa variété d'écosystèmes marins et côtiers procure à la région l'une des faunes et des flores les plus riches du monde et une grande diversité d'habitats. Elle est caractérisée comme une zone de biodiversité exceptionnelle, comportant un nombre important d'espèces endémiques et des niveaux critiques de perte d'habitats [5].

Selon Greuter (1995), 28000 espèces et sous espèces sont présentes dans la zone méditerranéenne. Vingt-cinq pour cent de presque 200 espèces d'animaux terrestres de la région sont endémiques auxquelles il convient d'ajouter environ 350 espèces d'oiseaux. La diversité des vertébrés est fortement influencée par les changements climatiques du Pléistocène et des récentes décades ainsi que par les pressions humaines (FAO, 2013).

La végétation de la région méditerranéenne est particulière et présente des caractères xérophiles et pyrophytes en même temps. La végétation est constituée dans sa majorité d'arbres à feuilles persistantes tels le Chêne vert (*Quercus ilex*), le Chêne liège (*Quercus suber*), les Cistes ainsi que divers pins et plus riche en espèces prophétiques qui sont les plantes dont la propagation, la multiplication ou la reproduction sont stimulés par le feu (Lopez & Rognon, 1996).

I.3. Présentation de la forêt Algérienne

L'Algérie fait partie intégrante du bassin méditerranéen, qui est l'un des berceaux des plus anciennes civilisations au monde et l'une des régions où les ressources naturelles (faune, sol et végétation) ont fait l'objet de sollicitations précoces, ce qui n'a pas été sans répercussions sur leur bon état et leur pérennité. Comme dans toute la région méditerranéenne, l'Algérie a connu des agressions humaines contre son milieu naturel et par conséquent la destruction de sa composante biologique en flore et faune (Louni, 1994).

Le patrimoine forestier couvre près de 4,1 millions d'hectares correspondant à 11,5 % du territoire national, soit un taux de boisement de 16,4 % pour le nord de l'Algérie et de 1,7 % seulement si les régions sahariennes sont également prises en considération. Il est constitué de plusieurs écosystèmes à base d'essences principales réparties entre 70 % de résineux et 30 % de feuillus (FAO, 2006).

La forêt algérienne est directement liée au climat méditerranéen qui caractérise tout le nord de l'Algérie. Ces forêts sont hétérogènes et inégalement réparties en fonction de la distribution des méso-climats, de l'orographie et de l'action anthropique. Les caractères du milieu confèrent à la forêt une vulnérabilité et une fragilité accentuée par une exploitation qui dure depuis quelques millénaires. Les forêts climaciques sont assez réduites, de grandes superficies sont remplacées par des formations de dégradation telles que les maquis, les garrigues et les pelouses (Benderradji & *al.*, 2006).

I.3.1. Etat du patrimoine forestier Algérien

En Algérie, la dégradation du patrimoine forestier est signalée depuis l'époque coloniale, où furent détruits quelques 116 000 ha de forêts au profit de l'extension de la viticulture, ce qui a entraîné le refoulement de la paysannerie pauvre sur les piémonts aux abords des forêts [6].

La forêt algérienne apparaît comme une formation végétale dont les arbres sont en état de lutte continue contre les facteurs de dégradation. Compte tenu de tous les éléments historiques qui la marquèrent et des pressions anthropiques exercées sans cesse sur elle. La forêt semble glisser rapidement sur la voie d'une dégradation progressive des essences principales et son remplacement par le maquis et les broussailles. C'est pourquoi elle est clairsemée en formation ouverte, entrecoupée par de nombreux vides et les forêts méritant leur appellation sont plutôt rares (DGF, 2004).

La surface forestière productive est faible et ne représente que 17 % de la surface totale des forêts, 21% sont susceptibles d'être améliorés et 62 % sont fortement dégradées (Kadik, 1986).

Selon Ouelmouhoub (2005), elle est concentrée surtout dans l'Algérie du nord. La forêt est très inégalement répartie dans l'ensemble de cette partie du territoire.

De façon générale, les principales essences couvrent 1491000 ha, et se répartissent en principaux groupes sur des différentes wilayas :

- **Les forêts de pin d'Alep** : sont localisées dans les Wilayas des Sidi Bel Abbès, Saida, Tiaret, Relizane, Chlef, Ain Defla, Tipaza, Blida, Médéa, Bouira, Bordj Bou Arréridj, Djelfa, M'Sila, Batna, Khenchela, Tébessa ;
- **Les forêts de chêne liège** : sont concentrées dans les Wilayas de Bou Merdes, Tizi Ouzou, Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba, Tarf, Guelma, Souk Ahras ;
- **Les forêts de chêne zèen et afarès** : dans les Wilaya de Bejaia, Jijel et Guelma, Souk Ahras et Taref.
- **Les forêts de cèdre** : sont concentrées dans les Wilayas de Batna, Khenchela et disséminées en petites tâches dans les Wilayas de Tissemsilt, Blida et Tizi Ouzou.
- **Les forêts de pin maritime** : existent dans les Wilaya de Bejaia, Skikda, Jijel et Annaba où elles colonisent les forêts de Chêne liège (Ouelmouhoub, 2005).

I.4. La Couverture forestière de la wilaya de Guelma

Dans la région de Guelma on compte une grande variété d'écosystèmes forestiers et la superficie de toutes ces terres forestières couvre plus de 1/3 de la wilaya. Elle représente 116 864,95 ha, avec un taux de couverture de 31,70% de la superficie totale de la wilaya et qui se répartissent selon les domaines suivants :

- Les maquis représentent une superficie de 70 384,4 ha soit 60% de la couverture forestière totale ;
- Les forêts représentent une superficie de 32 588,55 ha soit 28% de la couverture forestière totale et, Les terrains nus disposent d'une superficie de 13 982 ha soit 12% de la superficie forestière (Cité In : Benmarce k, 2007).

Selon la conservation des forêts de la wilaya de Guelma les principales forêts sont :

- ✓ Forêts de Béni Salah.
- ✓ Forêt de la Mahouna.
- ✓ Forêt de Houara.
- ✓ Forêt dense de Beni Medjaled à Bouhamdane.

Selon Zouaidia (2006) les principales essences sont le chêne liège (localisé dans Beni Salah, Houara, Djellaba, Mahouna), l'eucalyptus, le pin d'Alep, le pin maritime, le chêne zèen et le cyprès.

I.5. Le chêne liège

Selon Boudy (1952) le chêne liège est un arbre de moyenne grandeur, atteignant 10 à 12 mètres de hauteur et exceptionnellement 20 à 22 m et 5 à 10 mètres de tour ; les arbres de 4 à 5 mètres de circonférence sont encore assez fréquents dans les vieux peuplements. Le tronc est court : 4 mètres environ ; la cime est globuleuse et étalée quand l'arbre est isolé ou que la forêt est claire, mais dans le peuplement serré le chêne liège prend une forme élancée en chandelle.

L'arbre est fortement enraciné : la racine est normalement pivotante ; les feuilles sont petites, coriaces, avec de petites dents, tomenteuses et blanchâtres en dessous, elles sont persistantes en ce sens qu'elles vivent plus d'une année (Boudy, 1952).

I.5.1. Les ennemis du chêne liège

Les ennemis du chêne-liège sont : le feu, les animaux, principalement les insectes, les maladies cryptogamiques.

Les forêts de chêne-liège sont toutefois parmi les plus vulnérables et les plus sensibles au feu, qui s'y propage avec une violence et une rapidité difficile à contenir. Cela tient à ce que la subéraie, avec son puissant sous-bois d'essences secondaires inflammables, au premier rang desquelles se range la bruyère arborescente, offre un aliment exceptionnel à la propagation des incendies (Boudy, 1952).

Selon Haffaf (2011), les principaux insectes qui attaquent le chêne-liège appartiennent à l'ordre des coléoptères comme le grand capricorne (*Cerambyx cerdo L*), qui attaque le bois du tronc et des branches. Les lépidoptères comme le bombyx disparate (*Lymantria dispar L*) et la tordeuse verte (*Tortrix viridana*), qui attaquent les feuilles et les bourgeons. En plus, on cite le carpocapse des glands (*Cydia agiglandana*) et la fourmi du liège (*Crematogaster scutellaris*).

I.6. Le chêne-zèen

La section du genre *Quercus* des chênes à feuilles caduques comprend trois espèces en Afrique du Nord : le Chêne zéen, le Chêne afarès, le Chêne tauzin (peu commun).

Le Chêne zèen est le plus important : en Algérie et en Tunisie, il occupe une place spéciale dans la hiérarchie des essences en raison de son utilisation comme bois d'œuvre (Boudy, 1952).

Le chêne zèen est un arbre à feuilles caduques, marcescentes, c'est-à-dire pouvant persister jusqu'au printemps suivant. Ces feuilles sont de formes très variables, à limbe plus

ou moins découpé, plus ou moins pubescentes en dessous. L'espèce est extrêmement polymorphe et s'hybride très facilement.

Le chêne zéen est un arbre de première grandeur atteignant et même dépassant 30 mètres de hauteur, avec un fût de 20 mètres et une circonférence de 6 mètres et plus, à cime développée et à couvert épais (Boudy, 1952).

I.6.1. Les ennemis du chêne-zéen

En raison de l'absence presque complète de sous-bois, les peuplements purs de chêne-zéen sont peu vulnérables au feu. Mais s'il y a beaucoup de chêne-liège en mélange, il subit cependant de gros dommages en cas d'incendie.

Il est sujet aux attaques des mêmes insectes que toutes les espèces de *Quercus*, en particulier à celles du *Lymantria dispar*, mais y résiste généralement bien. Il n'est pas attaqué non plus par l'*Hypoxylon sertatum* (Boudy, 1952).

I.7. L'eucalyptus

L'eucalyptus est originaire de l'Australie, son introduction en Algérie date de 1863 (Abderahim, 1983). La plantation massive de ces arbres ne se fera qu'à partir de 1950. Grâce à leur facilité d'adaptation, les espèces *E. globulus*, *E. camaldulensis*, *E. gomphocephala*, sont les plus répandues dans la région méditerranéenne (Metro, 1970). Près de 600 espèces sont connues dans le monde (Foudil, 1991).

Les Eucalyptus sont de très grands arbres, mais leur taille est très variable : il semble qu'ils ne dépassent généralement pas 100 mètres ; la moyenne est de 40 à 50 mètres pour les espèces les plus connues. (Boudy, 1952).

I.7.1. Ennemis et maladies des eucalyptus

L'eucalyptus est très sensible aux ravageurs et aux maladies. Très nombreux sont les insectes les microorganismes qui l'affectent. L'action des ravageurs est bien remarquable sur les jeunes peuplements. Tandis que le vieillissement des arbres favorise l'attaque de certains ravageurs qui à leur tour rendent le sujet plus vulnérable à l'agression d'autres parasites secondaires (Mazari, 1982).

Chapitre II

Aperçu bibliographique sur les carabidés

II.1. Généralités

Les carabidés font partie de la famille de coléoptères qui comptent environ 40000 espèces(**Fig. 3**), soit dix fois plus que les mammifères. Ils sont présents sur tous les continents sauf l'Antarctique, ainsi que dans la plupart des îles même les plus isolées. Ces insectes ont colonisé tous les milieux depuis le littoral marin jusqu'à plus de 5000 mètres d'altitude. Ils dominent dans les régions à climat tempéré et/ou humide, et ils se raréfient lorsque le climat devient plus chaud et plus aride (Dajoz, 2002).



Figure 3: *Abax parallelepipedus* [7].

II.2. Classification

Les carabidés sont des insectes appartenant à l'ordre des coléoptères et au sous ordre des adéphage (Dajoz, 2002).

Les carabidés comptent un grand nombre de sous-familles différentes morphologiquement entre elles, de sorte qu'elles ont longtemps été considérées comme des familles à part entière (Dajoz, 2002).

Actuellement, les critères utilisés pour établir la classification et l'identification des carabidés sont très divers. Les principales étant les suivantes :

- Morphologie externe.
- Anatomie de l'appareil reproducteur mâle et femelle.
- Morphologie larvaire.
- Les trochanters des pattes postérieures sont très développés et tous les tarse se composent de 5 articles.
- Les antennes sont filiformes et portent 11 articles (Pearce & *al.*, 2006).

II.3. Reproduction

Larsson (1939) fut le premier à reconnaître deux types principaux de cycles de reproduction chez les carabidés (reproducteurs d'automne et les reproducteurs de printemps). Les premiers se reproduisent en automne et passent l'hiver sous forme de larves dans le sol, les seconds se reproduisent au printemps et passent l'hiver au stade adulte (Holland, 2002). Des travaux ultérieurs ont montré que les cycles de développement sont plus complexes. Chez certaines espèces, les femelles peuvent pondre plus d'une fois dans l'année : chez les reproducteurs d'automne des adultes peuvent hiverner et se reproduire à nouveau l'année suivante : chez Certains autres reproducteurs d'automne, les adultes qui émergent au printemps présentent une période de dormance estivale avant de se reproduire quelque mois plus tard (Larsson, 1939).

II.4. Cycle de développement

Les carabidés sont des insectes à métamorphose complète (œuf, larve, nymphe, imago) (**Fig. 4**). La ponte a lieu généralement dans le sol : les œufs sont déposés isolément. L'œuf des carabidés a la forme d'un petit boudin un peu arqué et opalescent. L'éclosion a lieu une dizaine de jours après la ponte (Jeannel, 2007).

Il existe 3 stades larvaires suivis d'un stade nymphal chez les Carabidés. Les exceptions sont rares, cas de *Harpalus erraticus*, qui connaît deux stades larvaires et *Brachinus pallidusa* en a cinq. Chez *Thermophilum sexmaculatum* des zones arides de Tunisie et d'Algérie, le nombre de stade larvaire est seulement de deux (Paarmann, 1979 ; Paarmann & al., 1986).

Chez la plupart des espèces, les stades larvaires sont caractérisés par une mobilité assez réduite comparativement à celle des adultes et par une faible chitinisation. Cela explique que les larves et les nymphes sont plus sensibles que les adultes aux conditions du milieu, telles que le manque de nourriture ou la présence de prédateurs (Lövei & Sunderland, 1996).

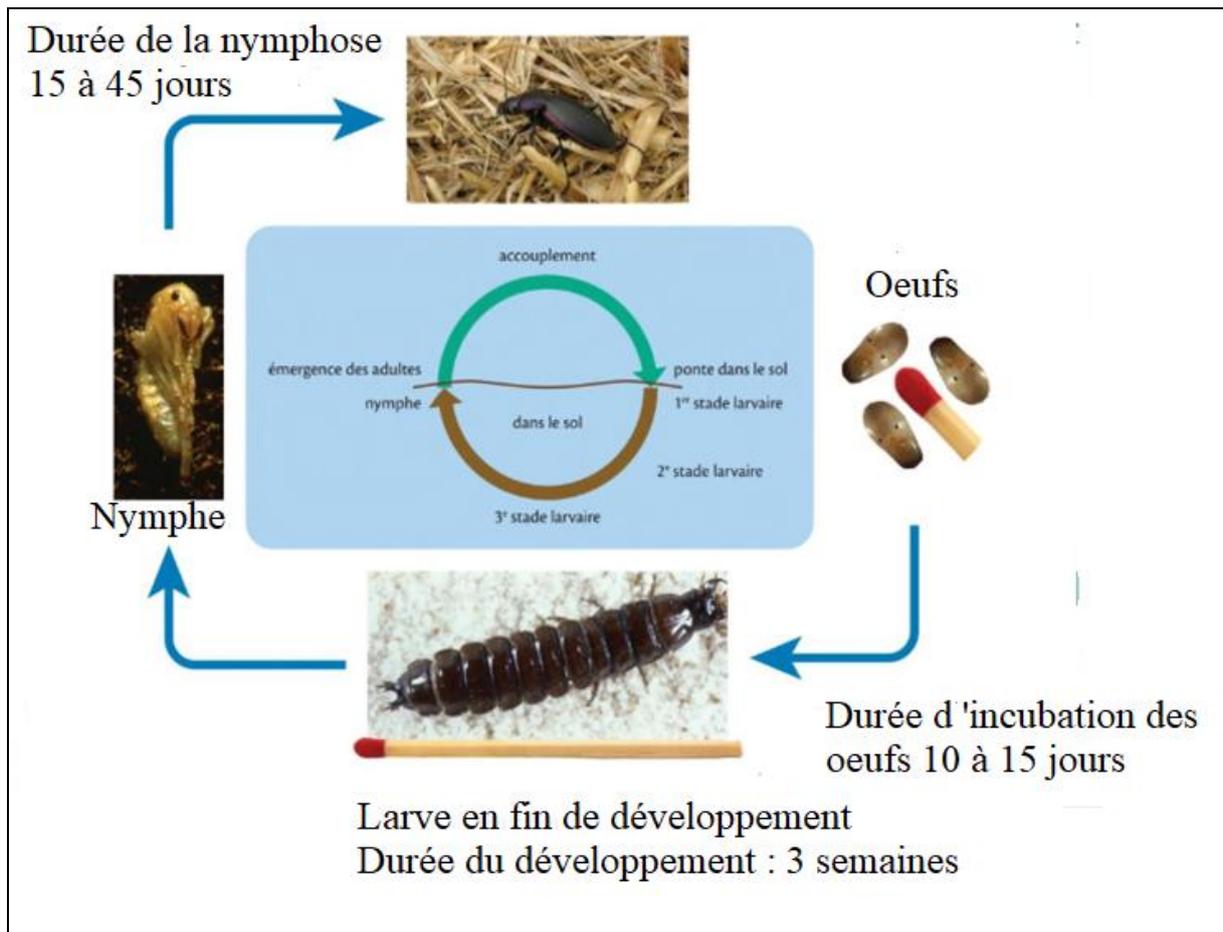


Figure 4 : Cycle de développement des carabidés (Benoit & Moronval, 2018).

II.5. Régime alimentaire

Beaucoup d'espèces sont carnivores durant au moins une période de leur vie et leur régime alimentaire peut être très varié. Les larves ont souvent un régime carnivore plus accentué que les adultes. Le genre *Carabus* a un régime carnivore varié, alors que d'autres carabidés sont plus spécialisés. Certains sont des prédateurs stricts d'escargots et de limaces, comme les espèces des genres *Cychrus* et *Licinus*. D'autres tels que les *Calosoma* consomment les chenilles défoliatrices. Les espèces plus petites négligent les mollusques et préfèrent les arthropodes, ou les microarthropodes (collemboles, acariens) pour les plus petites d'entre elles. Beaucoup d'espèces ont une alimentation mixte animale et végétale. Ces espèces omnivores appartiennent essentiellement aux sous-familles des Harpalinae et des Zabrinae. D'autres sont phytophages quasi exclusivement, et souvent granivores. Il existe quelques rares espèces ectoparasites, dans les genres *Lebia* et *Brachinus* [8].

II.6. Taille et mobilité

La taille des Carabidés est très variable. Les déplacements au sol (selon que l'espèce est grande ou petite) ne sont donc pas du même ordre de grandeur, les grandes espèces pouvant marcher beaucoup, plus rapidement et sur de plus longues distances que les plus petites. Cependant, la mobilité des espèces dépend aussi de leur capacité à voler. De nombreuses espèces, notamment parmi les plus grosses, sont aptères (ou brachyptères) c'est à dire que les ailes des individus ne sont pas (ou peu) développées. Ces espèces dont le seul moyen de déplacement et la marche vivent principalement dans des milieux peu perturbés, comme les forêts. Au contraire, les individus appartenant aux espèces macroptères possèdent des ailes fonctionnelles et peuvent voler. Ces espèces, en particulier les plus petites vivent souvent dans les milieux « perturbés » comme les champs cultivés. Enfin, il existe aussi des espèces dimorphiques, une partie seulement des individus possède des ailes fonctionnelles, les autres ne pouvant pas voler [9].

II.7. Habitat

Les carabidés fréquentent plusieurs types d'habitats on les retrouve dans les zones côtières jusqu'aux zones montagnardes en passant par différents écosystèmes (prairies, zones humides, forêts etc.). L'aptérisme de ces espèces favorise les isolats géographiques. On observe une forte présence de carabidés dans des écosystèmes peu perturbés (prairies, forêts, marécages). Les opérations humaines leur sont très souvent préjudiciables [10].

II.8. Importance des carabidés en forêt

Les carabidés peuvent être utilisés comme indicateurs de la qualité des habitats forestiers. Plusieurs études ont révélé que ces insectes sont très sensibles aux changements qui se déroulent dans l'écosystème forestier (Magura & al., 2000 ; Yu & al., 2010). D'après Yu & al (2006), les carabidés se divisent en généralistes et spécialistes. Les généralistes n'ont pas d'exigences spécifiques vis-à-vis des habitats forestiers et sont capables de survivre dans une variété de types de forêts, tandis que les spécialistes ont des exigences strictes vis-à-vis des habitats forestiers et ne sont répartis que dans des types de forêts spécifiques (Yu & al., 2006, 2009 ; Jung & al., 2014). Les activités humaines, telles que l'exploitation forestière, la

déforestation et l'agriculture, entraînent des changements qui peuvent être la conséquence de la disparition des espèces spécialistes ou même leur extinction (Niemela, 2001).

Les carabidés peuvent aussi jouer un rôle dans le contrôle des ravageurs dans les forêts, c'est le cas par exemple de l'espèce forestière *Calosoma sycophanta* qui est prédatrice de chenilles de *lymantria dispar* (Lepidoptera Erebidae) (Lepri & Mériguet, 2018).

Partie pratique

Chapitre III

Matériel et méthodes

III.1. Présentation de la zone d'étude

L'étude est menée au niveau de la forêt de la Maouna qui se trouve dans la commune de Bendjerrah située au Sud de la ville de Guelma. Elle est limitée au sud par la commune d'Ain el Larbi, à l'est par la commune de Belkhier et à l'ouest par la commune de Houari Boumediene (**Fig. 5**).

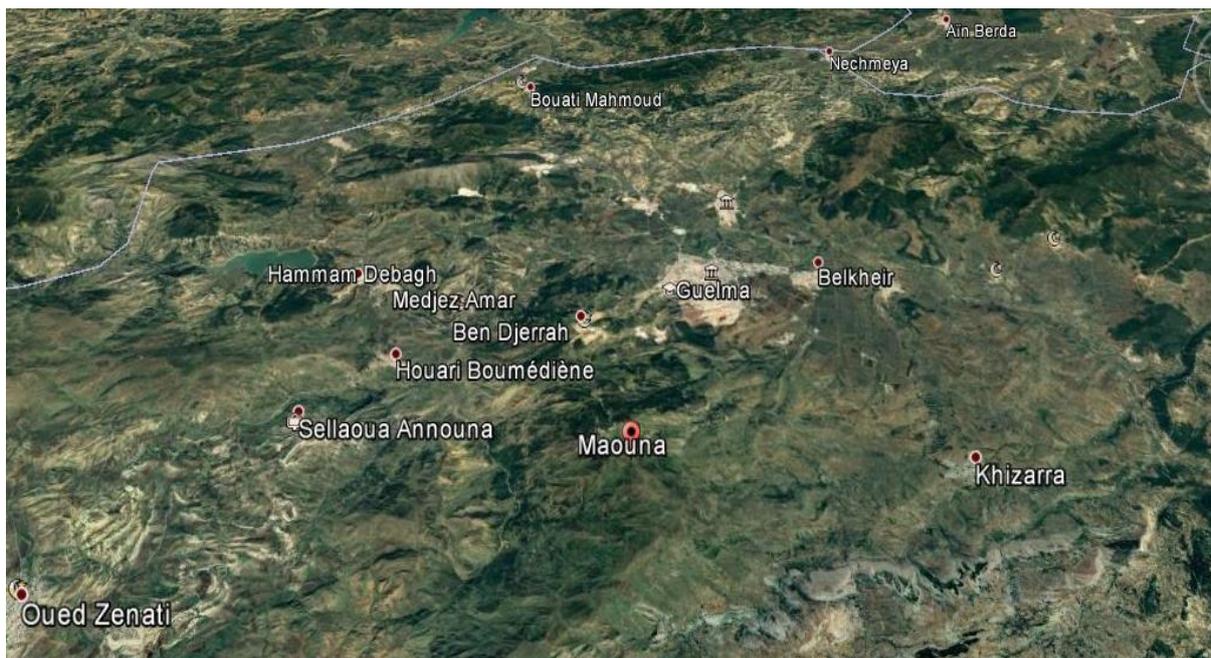


Figure 5 : Photo satellitaire de la forêt Maouna (Google earth, 2020).

III.2. Situation géographique de la wilaya de Guelma

La Wilaya de Guelma se situe au Nord-est du pays 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 (**Fig. 6**). La wilaya de Guelma s'étend sur une superficie de 3.686,84 Km² et 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 et ;
- Skikda, au nord-ouest (ANDI, 2013).

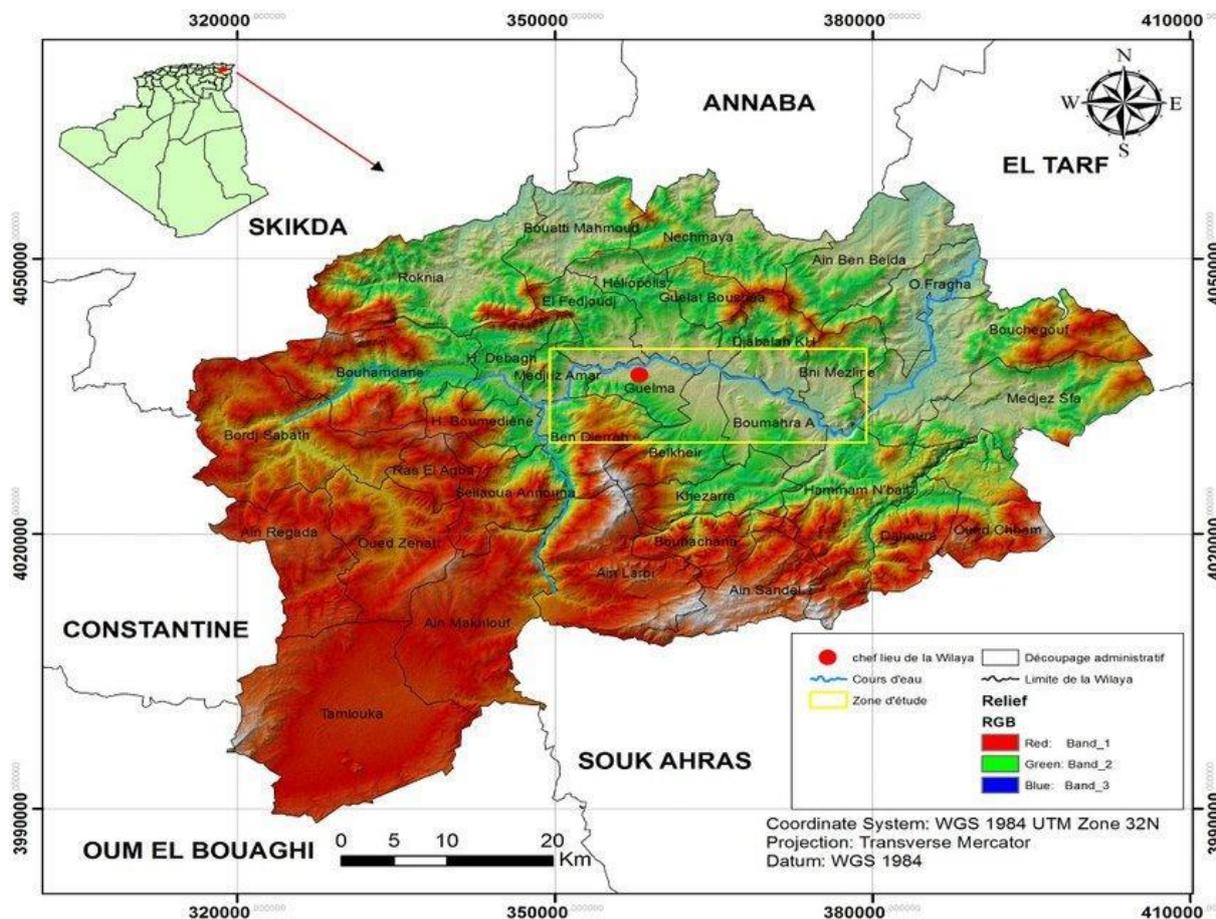


Figure 6 : Situation géographique de la wilaya de Guelma [11].

III.3. Climat

Le territoire Guelmois se caractérise par un microclimat sub-humide au centre et au nord, et semi-aride vers le sud. La diversité des microclimats est due à l'influence de plusieurs paramètres qui participent simultanément surtout à l'élévation du taux d'humidité comme son rapprochement par rapport à la mer (60Km), la présence d'oued Seybouse, le massif forestier intense, les sources thermales et les barrages (Cité In : Guechi, 2018).

III.3.1. Température

Les données météorologiques recueillies au cours de la période qui s'étale entre le mois de décembre 2019 jusqu'au mois de mai 2020 font ressortir que la température moyenne la plus

basse est enregistrée au mois de janvier (10,5°C) et la température la plus élevée est enregistrée au mois de mai (20,8°C) (**Tab. 1**).

Tableau 1 : Températures moyennes mensuelles (T_{moy}) en (°C) enregistrées au cours de la période d'étude (2019-2020) [12].

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
T_{Moy}	15,3	10,5	12,4	14,4	18,8	20,8

III.3.2. Précipitations

Les précipitations représentent la source principale d'eau nécessaire pour une production de la biomasse, caractérisées par trois principaux paramètres : leur volume, leur intensité, et leur fréquence qui varient selon le jour, les mois et aussi selon les années (Guyot, 1997).

D'après le tableau (2), la répartition des précipitations est marquée par une valeur minimale pendant le mois de février et l'essentielle de la pluviosité est observée pendant le mois de décembre.

Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles P_{moy} en mm enregistrées au cours de la période d'étude (2019-2020) [12].

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
P (mm)	68,8	38,4	1,0	60,3	39,8	8,0

II.3.3. Humidité

Le tableau (3) indique que l'humidité de l'air a atteint son minimum pendant le mois de mai (69%) et son maximum pendant le mois (81%.)

Tableau.3 : Humidité relative (HR %) enregistrées au cours de la période d'étude (2019-2020) [12].

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
(HR %)	81,6	80,4	76,5	70,1	69	60,6

III.4. Choix des milieux

Nous avons sélectionné deux sites qui se trouvent dans la forêt récréative des monts Maouna qui est :

- La forêt de chêne liège (**Fig. 7**), qui présente une surface de 3 ha. Elle est située à une altitude de 1080m, aux coordonnées géographiques suivantes, (Google earth, 2020) :

- Longitudes : $X1 = 7^{\circ}22'24''E$ et $X2 = 7^{\circ}23'31''E$;

- Latitudes : $Y1 = 36^{\circ}23'24''N$ et $Y2 = 36^{\circ}23'25''N$



Figure 7 : Chêne liège (photo personnelle).

- La forêt mixte (Fig. 8) constituée de feuillus (Eucalyptus) et de conifères (Pin d'Alep) avec une superficie de 2ha. Elle est située à une altitude de 1060 m aux coordonnées géographiques suivantes (Google earth, 2020) :

- Longitudes : $X1 = 7^{\circ}22'99''E$ et $X2 = 7^{\circ}22'35''E$;

- Latitudes : $Y1 = 36^{\circ}23'98''N$ et $Y2 = 36^{\circ}23'31''N$.



Figure 8 : forêt mixte (photo personnelle).

Nous avons choisi un troisième site constitué d'un peuplement de chêne zèen (**Fig. 9**) occupant une superficie de 10ha. Il est situé à une altitude de 1196m aux coordonnées géographiques suivantes (Google earth, 2020) :

- Longitudes : $X1 = 7^{\circ}22'50''E$ et $X2 = 7^{\circ}23'02''E$;

- Latitudes : $Y1 = 36^{\circ}22'48''N$ et $Y2 = 36^{\circ}22'52''N$.



Figure 9 : Chêne zèen (photo personnelle).

III.5. Matériel

Le matériel employé sur terrain et au laboratoire durant notre étude est le suivant :

- Pots Barber
- Pioche
- Des gants
- Sel
- Vinaigre
- Passoire à mailles fines
- Alcool à 70°
- Flacons et étiquettes.
- Une loupe binoculaire

III.6. Méthode de travail sur terrain

Ce travail expérimental s'est déroulé durant six mois à partir du mois de décembre 2019 jusqu'au mois de mai 2020.

III.6.1. Technique de récolte

Il existe plusieurs techniques d'interception et de capture des insectes du sol. Dans notre étude nous avons choisi une technique de piégeage qui est connu sous le nom de « piège Barber ». L'avantage de la méthode des pièges d'interception est sa simplicité d'utilisation et ne nécessite pas beaucoup de matériel. C'est une méthode adéquate pour échantillonner de manière approfondie une faune qui a tendance à rester discrète durant la journée (Dajoz, 1975).

Les pièges Barber ou pièges fosses sont des pots cylindriques. Nous avons utilisé dans notre cas des boîtes de conserve métalliques d'un diamètre de 9cm et d'une hauteur de 10 cm (**Fig. 10**). Ces pots sont enterrés verticalement de façon à ce que l'ouverture se trouve au niveau du sol ou bien au ras du sol. La terre étant tassée autour des pots, un puits dans lequel les insectes marcheurs vont chuter. Ces pièges ont été rendus plus efficaces par addition du vinaigre et du sel (conservateurs) (**Fig. 11**).



Figure 10 : Piège Barber (photo personnelle).

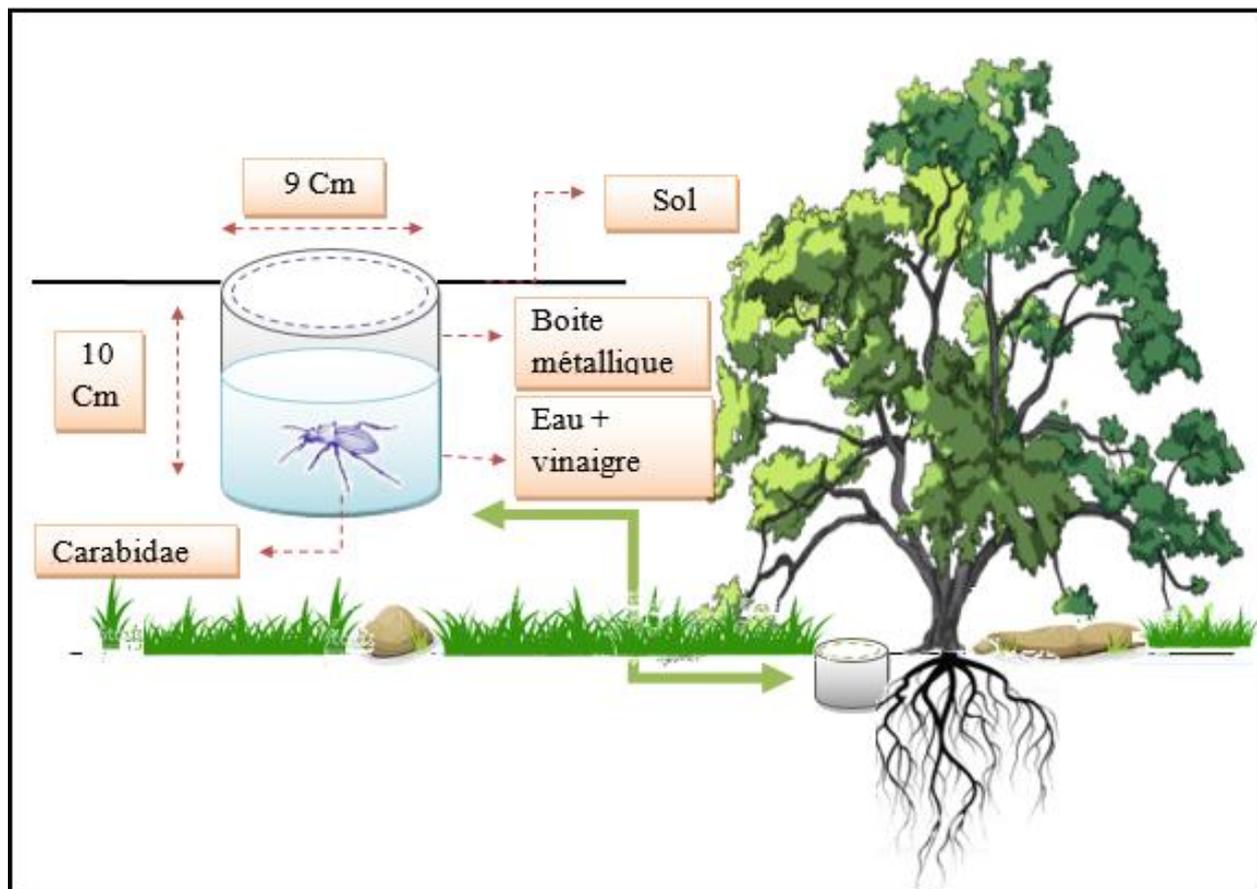


Figure 11 : Schéma explicatif du piège Barber (Schéma personnelle).

III.6.2. Dispositif d'échantillonnage

Dans chaque milieu d'étude nous avons placé 12 pièges en ligne droite distancés de 5 mètres. Les pièges sont visités 2 fois par mois.

III.7. Méthode de travail au laboratoire

III.7.1. Le tri des insectes

Au niveau du laboratoire, le contenu des pièges est trié à l'aide d'une loupe binoculaire pour séparer les carabidés des autres taxons. Une fois cette opération est terminée, les carabidés sont conservés dans des flacons en fonction de leur lieu de provenance.

III.7.2. Identification de la faune

Les insectes récoltés, sont identifiés en consultant des guides entomologiques. Les ouvrages que nous avons consultés pour identification des carabidés sont essentiellement ceux de Bedel (1895) et d'Antoine (1955 - 1962).

III.8. Traitement des données

L'analyse de nos données a été faite à partir de descripteurs écologiques tels que l'abondance relative, la richesse spécifique, l'indice de Shannon-Weaver, l'indice d'équitabilité et l'indice de Jaccard.

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

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

- La richesse spécifique totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 2003).
- L'indice H' de Shannon-Weaver permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu et d'observer son évolution au cours du temps (Daget, 1976, Blondel, 1979). Cet indice a l'avantage de n'être subordonné à aucune hypothèse préalable sur la distribution des espèces et des individus (Chardy & Glemarc, 1976).

Cet indice s'exprime selon la formule suivante :

$$H' = -\sum (P_i \times \log_2 P_i)$$

$$P_i = n_i / N$$

S = Nombre d'espèces contenues dans l'échantillon

P_i = fréquence de l'espèce i

n_i : nombre d'individus d'une espèce de rang i.

Cet indice a pour unité le bit, sa valeur dépend du nombre d'espèces présentes, de leurs proportions relatives et de la base logarithmique.

H' est minimal quand il est égal à zéro ; c'est-à-dire quand l'échantillon contient une seule espèce. Il est maximal (théoriquement infini) lorsque tous les individus appartiennent à des espèces différentes, dans ce cas H' est égale à $\log_2(S)$, (Frontier, 1983).

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

L'équitabilité est calculée comme suit :

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

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

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

- L'indice de Jaccard est un test de similarité entre deux habitats qui s'exprime selon la formule suivante :

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

a : représente le nombre d'espèces communes entre deux habitats,

b : représente le nombre d'espèces unique pour l'habitat 1

c : représente le nombre d'espèce uniques pour l'habitat 2

Si l'indice J augmente, un nombre important d'espèces se rencontre dans les deux habitats évoquant ainsi que la biodiversité inter habitat est faible (conditions environnementales similaires entre les habitats).

Dans le cas contraire, si l'indice diminue, on ne rencontrera qu'un faible nombre d'espèces présentes sur les deux habitats. Ainsi, les espèces pour les deux habitats comparés sont totalement différentes indiquant que les différentes conditions de l'habitat déterminent un « Turn-over » des espèces importantes (De Bello & *al.*, 2007).

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV.1. Analyse de l'inventaire

Les prélèvements effectués pour la capture des carabidés à l'aide des pots Barber durant la période d'échantillonnage qui s'étend du mois de décembre 2019 jusqu'au mois de mai 2020, nous ont permis de collecter 87 individus répartis en 12 espèces et 10 genres, (**Tab. 4**).

Des études similaires menées par Belhadid (2015) au niveau du parc national de Chrea ont révélé l'existence d'un nombre plus élevé d'espèces, cette auteur a noté la présence de 25 espèces. En revanche les travaux effectués par Ouchtati (2013) dans différents peuplements forestiers du parc national d'El kala et ceux de Gennaoui & *al.*, 2020 au niveau de la forêt de ouled Bechich indiquent la présence respective de 9 espèces et 14 espèces seulement. Cette différence observée dans la richesse spécifique peut être attribuée à plusieurs facteurs tels que : le type de climat, la technique d'échantillonnage adoptée, l'effort d'échantillonnage et le type de peuplement forestier étudié.

Tableau 4 : Liste des espèces de carabidés capturées dans les milieux d'étude.

Espèces Abondance relative	Milieux		
	Chêne liège	Forêt mixte	Chêne zèen
	Ar%	Ar%	Ar%
<i>Macrothorax morbillosus</i> (Fabricus, 1792)	0	6.77	0
<i>Carabus famitti</i> (Dejean, 1826)	6.66	5.08	0
<i>Nebria andalusia</i> (Ramber, 1837)	0	3.38	61.53
<i>Leistus fulvibarbis</i> (Djean, 1826)	0	0	7.69
<i>Percus lineatus</i> (Djean, 1828)	13.33	6.77	7.69
<i>Calathus solieri</i> (Bassi, 1834)	0	3.38	0
<i>Calathus circumseptus</i> (Germar, 1824)	0	0	7.69
<i>Laemostenus algerinus</i> (Gorry, 1833)	6.66	10.16	0
<i>Amara aenea</i> (Dejean, 1926)	40	1.69	0
<i>Notiophilus geminatus</i> (Dejean, 1926)	13.33	25.42	7.69
<i>Trechus quadristriatus</i> (Shrank, 1781)	6.66	33.89	7.69
<i>Apristus sp</i>	6.66	3.38	0

La composition trophique du peuplement révèle que la majorité des espèces sont des prédateurs et qui peuvent donc participer au bon fonctionnement des écosystèmes forestiers. Prenons l'exemple des *Notiophilus* qui peuvent se nourrir d'acariens et de l'espèce *Trechus quadristriatus* qui peut manger des pucerons ainsi que des œufs et des larves de diptères. (Skuhrahy, 1959).

Les espèces qui dominent dans les milieux sont notamment : *Nebria andalusia* (21.63 %) (**Fig.12**), *Trechus quadristriatus* (16.08%) (**Fig.13**) *Notiophilus geminatus* (15.48%), (**Fig.14**), *Amara aenea* (13.89%) (**Fig. 15**) et *Percus lineatus* (9.26%) (**Fig.16**).



Figure 12 : *Nebria andalusia*
(Taille : 13mm) (Photo personnelle)



Figure 13 : *Trechus quadristriatus*
(Taille : 4,5mm) (Photo personnelle)



Figure.14 : *Notiophilus geminatus*
(Taille : 5mm) (Photo personnelle)



Figure.15 : *Amara aenea*
(Taille : 5mm) (Photo personnelle)



Figure .16 : *Percus lineatus*
(Taille : 19mm) (Photo personnelle)

IV.2. Comparaison entre les différents peuplements

VI.2.1. Richesse spécifique et abondance

La comparaison des richesses spécifiques et des abondances entre les différents sites d'études (**Fig. 17 ; 18**) montre que la forêt mixte abrite un nombre plus important d'espèces et d'individus par rapport aux peuplements de chêne liège et de chêne zéen. Cette différence peut être expliquée par la diversité des habitats rencontrés dans la forêt mixte. De nombreuses études ont montré, que la biodiversité est plus riche dans les forêts mélangées que dans les forêts pures et elle augmente avec le nombre d'essences en mélange (Spellerberg & Sawyer ; 1996 ; Norton, 1998 ; Hartley, 2002).

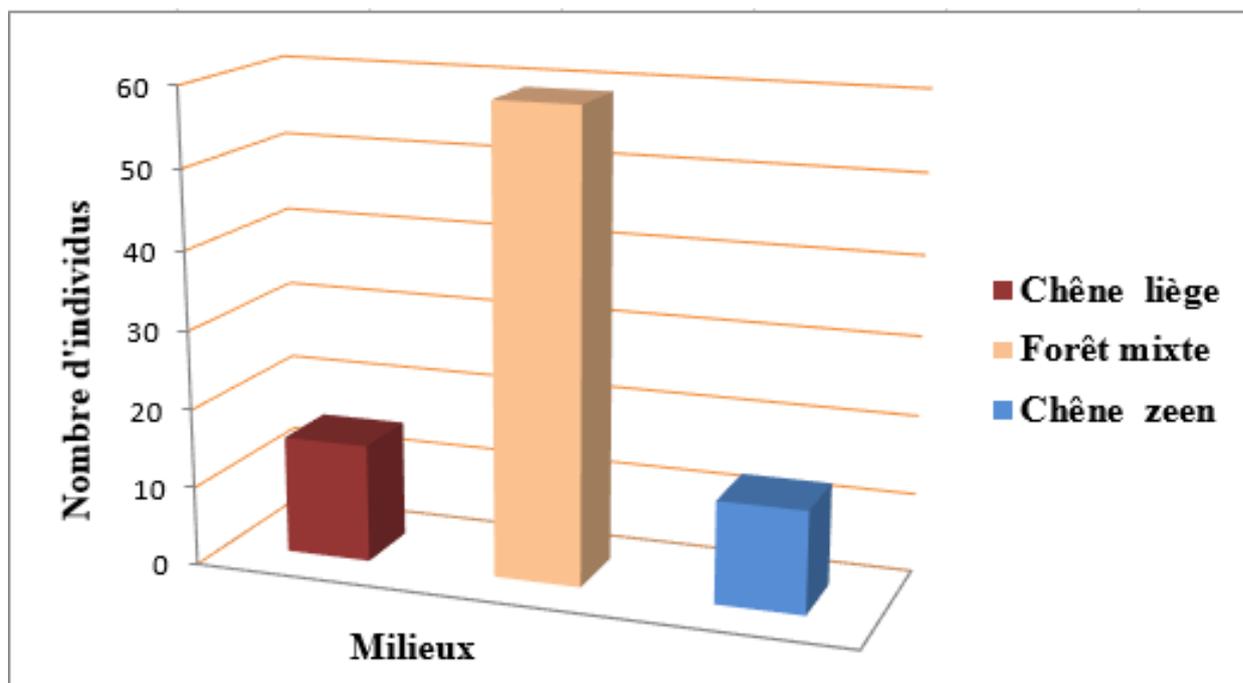


Figure 17 : Répartition des richesses spécifiques dans les différents milieux.

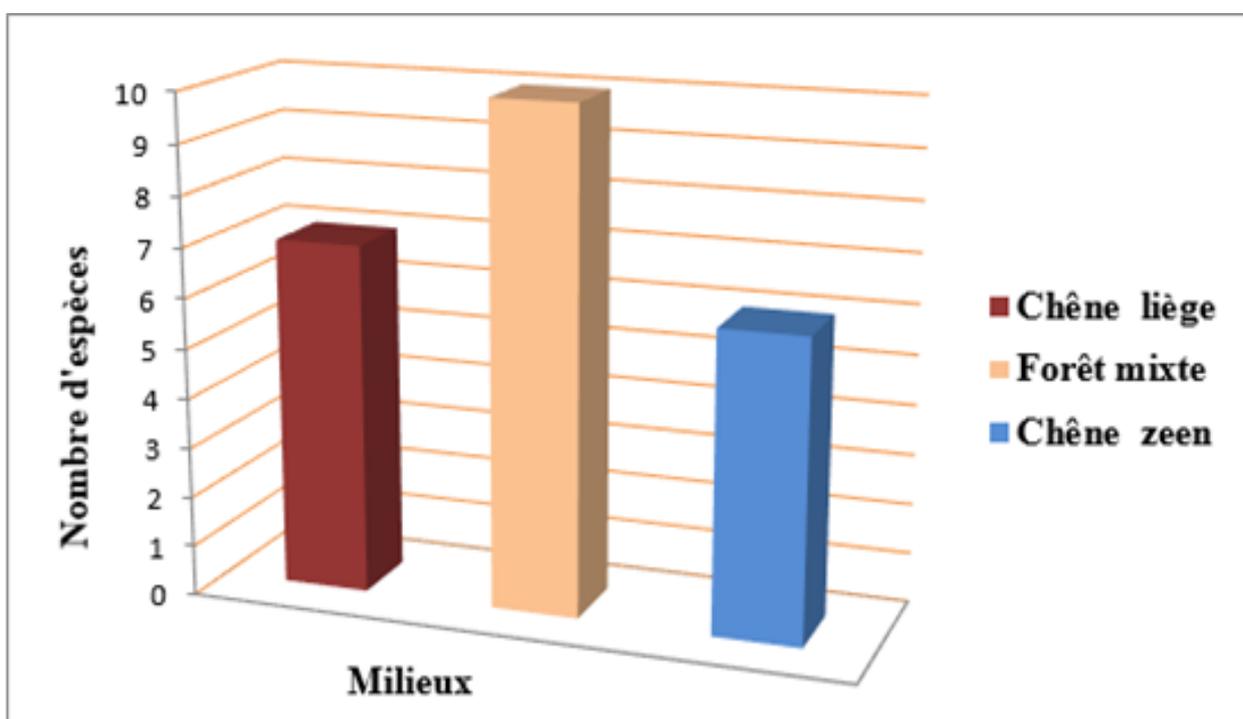


Figure18 : Répartition des individus dans les différents milieux.

IV.3. Indices écologiques

IV.3.1. Indice de Jaccard

D'après le tableau 5, la valeur de l'indice de Jaccard montre qu'il existe une très grande affinité entre le peuplement de chêne liège et les peuplements de la forêt mixte. Cette similarité faunistique est certainement dû à la proximité de ces milieux entre eux.

Par ailleurs, les valeurs de l'indice de Jaccard entre le peuplement de chêne zéen et le peuplement de chêne liège et les peuplements de la forêt mixte révèlent une faible affinité entre les sites. Ces résultats peuvent être liés à plusieurs facteurs tels que la végétation.

L'altitude, etc. D'après Pena (2001), dans les milieux forestiers, La couverture végétale, la nature et la force du vent, l'accumulation de la neige en hiver, les perturbations du milieu (le feu, les coupes forestières, les changements climatiques), la compétition interspécifique et l'altitude constituent les facteurs qui influencent la distribution de ces espèces.

Tableau 5 : Valeurs des indices de Jaccard des peuplements dans les différents milieux.

Milieux	Indice de Jaccard
Chêne liège – Forêt mixte	0,7
Chêne liège – Chêne zéen	0,3
Chêne zéen-Forêt mixte	0,3

IV.3.2. Indice de diversité Shannon –Weaver et d'équitabilité

Les valeurs des indices de diversité et d'équitabilité (**Tab. 6**), montrent que le peuplement de carabidés de la forêt mixte et de chêne liège est plus diversifié et plus équilibré que le peuplement du chêne zéen.

Tableau 6 : Indices de diversité de Shannon (H') et d'équitabilité (E) du peuplement de Chaque milieu.

Milieux	H' (bit)	H'_{max} (bit)	E
Chêne liège	1,67	2,80	0,59
Forêt mixte	1,87	3,32	0,57
Chêne zéen	1,28	3,70	0,48

IV.4. Activité des espèces

Le graphique de la variation mensuelle des abondances (**Fig. 19**) montre que l'activité des espèces pendant l'hiver (décembre, janvier) s'avère sensiblement élevée.

Pendant le mois de février et mars, nous avons observé une disparition presque totale des espèces, puis l'activité a repris à partir du mois d'avril pour atteindre le pic pendant au mois de mai.

Une étude menée par Paarman (1970) sur la faune carabique en Cyrénaïque (Libye, Nord de l'Afrique) a révélé des résultats similaires.

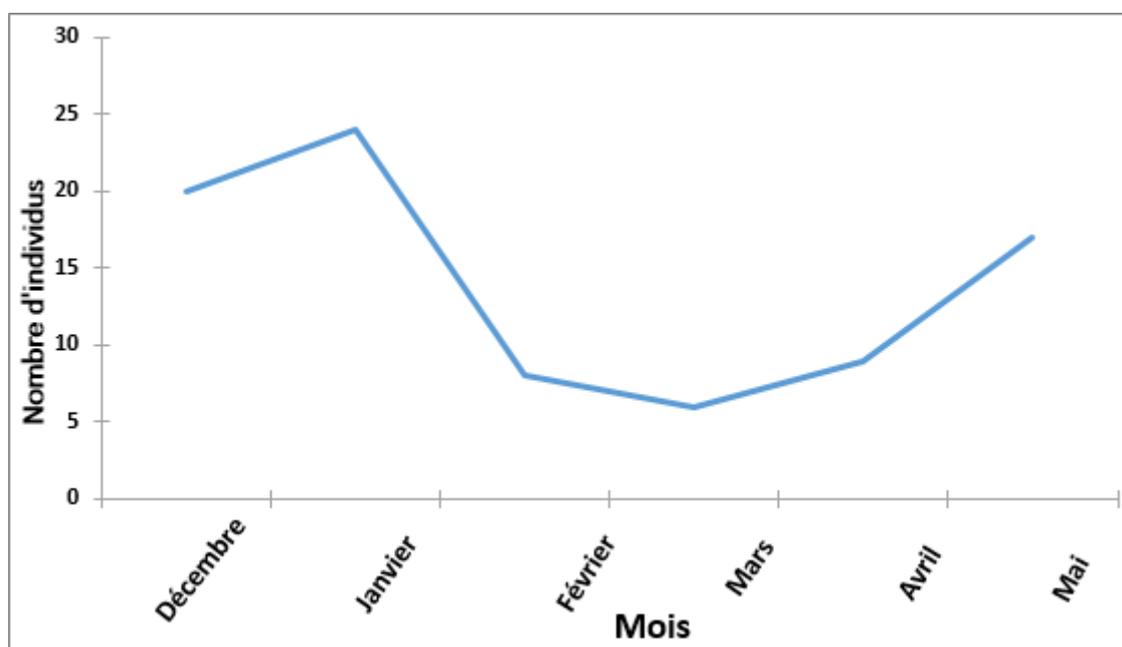


Figure 19 : Variations mensuelles des abondances dans les différents milieux

Conclusion

Conclusion générale

L'étude de la diversité des carabidés a été réalisée pendant une période de six mois (décembre 2019 à mai 2020) au niveau de trois types de peuplements forestiers (chêne zèen, chêne liège et, forêt mixte d'eucalyptus et pin d'Alep) situés dans la montagne de Maouna de la région de Guelma.

L'ensemble des prélèvements nous a permis de recenser 87 individus répartis en 12 espèces.

L'inventaire a mis en évidence l'existence de 5 espèces dominantes qui sont notamment : *Nebria andalusia*, *Trechus quadristriatus*, *Notiophilus geminatus*, *Amara aenea*, *Percus lineatus*.

L'évaluation de la richesse spécifique a montré une variabilité d'un milieu à un autre. La forêt mixte accueille le nombre d'espèce le plus élevé.

Les valeurs de l'indice de Jaccard montrent qu'il y a uniquement une affinité entre le peuplement de chêne liège et la forêt mixte, ce qui peut être attribué au grand échange faunistique entre ces deux milieux très rapprochés par rapport au peuplement de chêne zèen qui est très éloigné.

L'indice de diversité de Shannon révèle que le peuplement de chêne liège et la forêt mixte sont plus diversifiés que le peuplement de chêne zèen.

Les valeurs de l'indice d'équitabilité illustrent une homogénéité dans la répartition des individus dans le peuplement de chêne liège et la forêt mixte.

Les données sur les variations des abondances mensuelles des espèces montrent qu'elles sont actives pendant l'hiver et le printemps.

Au terme de ce travail, il est à noter que la liste des espèces de carabidés est loin d'être exhaustive. Il serait donc bienvenu de poursuivre cette étude en prospectant d'autres peuplements forestiers similaires dans la région afin de dresser une liste complète des espèces utiles.

Bibliographie et webographie

Les références bibliographiques

- **A.N.D.I., (2013).** Agence Nationale de Développement de l'Investissement : Rapport interne, monographie de la wilaya de Guelma. 19p.
- **Abderahim, A. (1983).** Comportement des trois espèces d'eucalyptus introduite à Bâinem. Thèse d'étude (D.E.S). Université S.T.H.B. Alger. 87p.
- **Abgrall, J. F. & Soutrenon, A. (1991).** La forêt et ses ennemis. Ed. CEMAGREF. France.400p.
- **Antoine, M. (1955).** Coléoptère scarabiques du Maroc. 1ère partie. Mémoire de la Société des Sciences Naturelles Physiques. Maroc Zoologie 1 : 1–177.
- **Antoine, M. (1957).** Coléoptères carabiques du Maroc. 2ère partie. Mémoire de la Société des Sciences Naturelles Physiques. Maroc Zoologie 3 : 178–314.
- **Antoine, M. (1959).** Coléoptères carabiques du Maroc. 3ème partie. Mémoire de la Société des Sciences Naturelles Physiques. Maroc Zoologie 6 : 315–465.
- **Antoine, M. (1962).** Coléoptère carabiques du Maroc. 4ème partie. Mémoire de la Société des Sciences Naturelles Physiques. Maroc Zoologie 8 : 466–537.
- **Bedel, L. (1895).** Catalogue raisonné des coléoptères du Nord de l'Afrique (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine) avec notes sur les îles de Canaries. Ed. Nabu Press. Paris, 401p.
- **Beldjazia, A. (2009).** Etude écologique et cartographique de la végétation de la Mahouna (Guelma). Mémoire de magister. Université Badji Mokhtar, Annaba. 124p.
- **Belhadid, Z. (2015).** Recherche taxonomique et écologique sur les peuplements des
• Carabes du Parc National de Chréa (Blida-Algérie). Thèse Doctorat. Ecole National
• Supérieur Agronomique, Alger. 106 p.
- **Benderradji, M. H., Alatou, D., Arfa, A. & Benachour, K. (2006).** Problèmes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation Impact du phénomène en Algérie. Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment N°4 : 15-22.

- **Benmarce, K. (2007).** Caractéristiques Physico-chimiques Et Isotopiques Des Eaux Souterraines Dans La Région De Guelma (NE algérien). Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar, Annaba. 115p.
- **Benoit, M. & Moronval J. (2018).** Le système de culture: Concept d'agronome, objet opérationnel et décideur.educ agri,Dijon-Paris, 255p.
- **Bensaid, S., Hamimi, S. & Tabti, W. (1998).** La question du reboisement en Algérie. Sécheresse. N° 1, vol 9: 5-11.
- **Blondel, J., (2006).** The ‘design’ of Mediterranean landscapes: a millennial story of humans and ecological systems during the historic period. *Human Ecology*, 34(5) : 713–729.
- **Blondel, J., (2009).** La production durable de biens et services en forêt méditerranéenne : le point de vue de l’écologue, *Forêt Méditerranéenne*. Tome XXX, n°2 : 133-138.
- **Blondel, J. (1979).** Biogéographie et écologie. Masson ed., Paris. 173p.
- **Boudy, P., (1952).** Guide du forestier en Afrique du Nord. 505p.
- **Boudy, P., (1955).** Economie forestière nord-africaine. Tome quatrième. Description forestière de l’Algérie et de la Tunisie, Paris. 489p.
- **Bouayed, I., (2018).** Etude des groupements à *Withania frutescens* (Solanacées) dans la région de Tlemcen, Algérie Occidentale. Université de Tlemcen, 400p.
- **Chardey, P., Glemarc, M. & Laurec, A. (1976).** Application of inertia methods to Benthic marine ecology: practical implications of the basic options. *Estuarine and coastal marine Science*. 4 :176- 205.
- **Daget, J., (1976).** Les modèles mathématiques en écologie, Masson ed. Paris, 172p.
- **Dajoz, R. (2002).** Les Coléoptères Carabidés et Ténébrionidés : Ecologie et Biologie. Ed. Lavoisier Tec & Doc. Londres.Paris, 522p.

- **Dajoz, R. (1975).** Précis d'Ecologie. Ed., Bordas, Paris, 550p.
- **Dajoz, R. (2003).** Précis d'écologie. Paris, France, Dunod. 615p.
- **De Bello, F., Lepš, J., & Sbastià, M.T. (2007).** Grazing effects on the species-area relationship: Variation along a climatic gradient in NE Spain. *Journal of Vegetation Science* 18: 25-34.
- **DGF., (2004).** Programme d'Action National sur la lutte contre la Désertification. 104p.
- **FAO., (2000).** Etude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA) : Algérie. 50p.
- **FAO., (2006).** L'Etude Prospective du Secteur Forestier en Afrique (FOSA) : Algérie. 21p.
- **FAO., (2010).** Global Forest Resources Assessment 2010. 343p.
- **FAO., (2012).** Global Ecological zone for FAO forest reporting: 2010 update. 42p.
- **FAO., (2013).** Cadre Stratégique pour les Forêts Méditerranéennes. 27p.
- **Foudil, C. Y., (1991).** Etude comparative des huiles essentielles algériennes d'Eucalyptus globulus labill et camaldulensis. Thèse magister. Université S.T.H.B., Alger. 159p.
- **Frontier, S. (1983).** Stratégies d'échantillonnage en écologie. Ed. Masson, Paris. 494p.
- **Gauberville, C. et Riou-Nivert P., (2008).** Forêts et changements climatiques : les attentes des sylviculteurs privés. *Forêt méditerranéenne*. t.XXIX, n°2 :235-236.
- **Guechi, I., (2018).** L'influence des contraintes physiques sur l'urbanisations des établissement humains, cas de l'agglomération de Guelma. Thèse de Doctorat. Université Mouhamed Khider-Biskra. 299p.
- **Gennaoui, N., Menna, M., Abderaouf, C., Dechir, B., & Maazi, M. (2020).** Évaluation de la biodiversité des peuplements de coléoptères dans trois types d'habitats forestiers

(*Quercus Suber*, *Quercus Canariensis*, forêt mixte) la forêt de Ouled Bechih, Nord-est de l'Algérie. *Bull. Soc. Zool.* 145(1) : 11-33.

- **Greuter, W. (1995).** Origin and peculiarities of Mediterranean island floras. *Ecologia Mediterranea.* 20 : 1–10.
- **Guyot, G., (1997).** Climatologie de l'environnement de la plante aux écosystèmes. Masson ed., Paris. 505p.
- **Haffaf, S. (2011).** Contribution à l'étude de l'entomofaune du chêne liège (*Quercus suber* L) dans la forêt - de Zariffet (wilaya de Tlemcen). Mémoire de Master en Foresterie : Ecologie, gestion et conservation de la biodiversité. Université Abou bekr Belkaïd, Tlemcen. 62p.
- **Hartley, M. J. (2002).** Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests. *Forestry ecology and management.*155: 81-95.
- **Holland, J.M., (2002).** The agroecology of ground beetles. intercept limited. 356p.
- **Jeannel, R., (2007).** Coléoptères carabiques,rapport interne,coléoptères carabiques.Fédération française des sociétés de science naturelles,.Office central de faunistique,.Montpellier-France.577p.
- **Jeannel, R., (1941).** Faune de France. Coléoptères Carabiques première partie Fédération Française des Sociétés de sciences naturelles. Pierre André imp. 571p
- **Jung, J. K., Kim, S.T., Lee, S. Y., Park, C. G., Park, J. K., & Lee, J. H. (2014).** A comparison of diversity and species composition of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) between conifer plantations and regenerating forests in Korea. *Ecological research.* 29 : 877–887.
- **Kadik, B., (1986).** Les espèces ligneuses à usages multiples de la zone méditerranéenne. Rapport de mission. Saragosse. 41p.
- **Larsson, S.G., (1939).** Entwicklungstypen und Entwick-lunszeiten der danischen. Carabiden *Entomologische Meddelser.*20 : 277-560.

- **Leonard, J.P., (2003).** Forêt vivante ou désert boisé ? la forêt française à la croisée des chemins, L'Harmattan, Paris. 311 p.
- **Lopez-bermudez, F., & Rognon P., (1996).** Érosion hydrique, désertification et aménagement dans l'environnement méditerranéen semi-aride, Méd-Campus, Murcia.258 p
- **Lepri, E., & Mériguet, B., (2018).** Présence de *Calosoma sycophanta* (L., 1758) en Île-de-France (Coleoptera Carabidae). L'entomologiste. Tome 74, n° 1 : 17 – 21
- **Louni, D.J., (1994).** Les forêts Algérienne. Forêt méditerranéenne. Tome. xv, n° 7 : 59-63.
- **Lövei, G.L. & Sunderland. (1996).** Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). Annual Review of Entomology. 41: 231- 256.
- **Lamoreux, J. & da Fonseca, G.A.B. (2004).** Hotspots Revisited: Earth' Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions.Ed. Cemex, Mexico, 380p.
- **Magura, T., Tóthmérész B., & Bordán, Z. (2000).** Effects of nature management practice on carabid assemblages (Coleoptera: Carabidae) in a non-native plantation. Biological Conservation. 93: 95–102.
- **Mansourian, S., Rossi, M. & Vallauri, D. (2013).** Ancient Forests in the Northern Mediterranean: Neglected High Conservation Value Areas. Marseille.280 p.
- **Mazari, G. (1982).** Etudes de quelques aspects biologiques de *phoracantha semipunctata* et d'autres ravageurs d'eucalyptus dans la Mtidja et dans certaines stations avoisinantes. Mem.Ing.
- **Messaoudene, M. (2000).** Réflexion sur la structure des peuplements de chêne-liège (*Quercus suber* L) en Algérie. La forêt algérienne 3, 5–9.
- **Metro, A. (1970).** Les eucalyptus dans le monde méditerranéen. Ed.masson et cie.Paris. p513.

- **Mittermeier, R.A., Gil, P., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C. G., Lamoreux, J. & da Fonseca, G.A.B. (2004).** Hotspots Revisited: Earth' Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions.Ed. Cemex, Mexico, 380 p.
- **Nageleisen, L. M., & Bouget, C. (2009).** L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt » Les Dossiers Forestiers.n°19, 144p.
- **Niemela, J. (2001).** Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) and habitat fragmentation: a review. European journal of Entomology .98: 127–132.
- **Norton, D. A. (1998).** Indigenous biodiversity conservation and plantation forestry: options for the future. New Zealand Forestry. 43(2) :34–39.
- **Ouchtati, N. (2013).** Etude biosystématique des Coléoptères Carabiques du Parc National d'El-Kala et de la région de Tébessa. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba. 121p.
-
- **Ouelmouhoub, S. (2005).** Gestion multi- usage et conservation du patrimoine forestier : cas des Subéraies du parc national d'Elkala (Algérie). Thèse de doctorat Institut agronomique méditerranéen (Montpellier). CIHEAM-IAMM. 127p.
- **Paarmann, W. (1970).** Untersuchungen über die Jahresrhythmik von Laufkäfer carabiden (Coleoptera, Carabidae) in der Cyrenaika (Lybien, Nordafrica). Oecologia (Berlin) 5: 325-333.
- **Paarmann, W. (1979).** Ideas about the evolution of various annual reproduction rhythms in carabid beetles of the different climaticzones. Miscell. Papers L.H. Wageningen 18 :119- 132.

- **Paarmann, W., Erbeling, L. & Spinnler, K. (1986).** Ant and ant brood preying larva: an adaptation of carabid beetles to arid environment: In: Den Boer, PJ., Luff, ML., Mossakowski, D., & Weber, F. Carabid beetles Their Adaptations and Dynamics – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York: 79-90.
- **Pearce, J. & Venier, L. (2006).** The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. *Ecological Indicators* 6:781–793.
- **Pena, (2001).** Les carabidae (coleoptera) des hauts sommets de charle voix : assemblage Et cycle d’activité dans les environnements alpin.sub alpin forestier. Mémoire Université. Québec.Remouski. 59p.
- **Ramade, F. (1991).** Conservation des écosystèmes méditerranéens : enjeux et perspectives. Les fascicules du Plan Bleu, 3. Economica, Paris. 185 p.
- **Ramade, F. (2003).** Elément d’écologie écologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris. 690p.
- **Schlaepfer, R. (1987).** L’aménagement des forêts instrument de la sauvegarde et de la reconstitution des forêts du monde. *Revue forestière française* 5 : 419-424.
- **Skhuravy, V. (1959).** Die Nahrung der Feld-carabiden. *Acta Soc.ent.cech.*, 56 :1-18.
- **Sousa, E. & Debouzie, D. (1993).** Contribution à la connaissance de quelque variable sylvicole écologique au coléoptère *Platypus Cylindrus*, ravageur du chêne liège au Portugal. *Silva Lusitana*.1(2) :183-197.
- **Spellerberg, I. F. & Sawyer, JWD. (1996).** Standards for biodiversity: a proposal based on biodiversity standards for forest plantations. *Biodiversity and Conservation*. 5:447–459.

- **Stewart-Jones, A., Pope, T.W., Fitzgerald, J.D. & Poppy, G.M. (2008).** The effect of ant attendance on the success of rosy apple aphid populations, natural enemy abundance and apple damage in orchards. *Agricultural and Forest Entomology* .10 : 37–43.
- **Villenave-Chasset, J. (2006).** Etude de la Bio-écologie des Névroptères dans une perspective de lutte biologique par conservation. Thèse de Doctorat. Institut National d'Horticulture Angers. 120p.
- **Vernet, J. L., (1997).** L'homme et la forêt méditerranéenne de la préhistoire à nos jours, Ed. Errance, Paris. 248p.
- **Wyss, E. (1995).** The effects of weed strips on aphids and aphidophagous predators in an apple orchard. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 75 : 43–49.
- **Yu, X. D., Luo, T. H. & Zhou, H. Z. (2010).** Distribution of ground-dwelling beetle assemblages (Coleoptera) across ecotones between natural oak forests and mature pine plantations in North China. *Journal of Insect. Conservation*.14: 617–626.
- **Yu, X. D., Luo, T. H. & Zhou H. Z. (2006).** Distribution of carabid beetles among regenerating and natural forest types in Southwestern China. *Forest. Ecology and Management*.231: 169–177.
- **Yu, X. D., Luo, T. H., & Zhou, H. Z. (2009).** Distribution of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) across ecotones between regenerating and mature forests in southwestern China. *Environmental. Entomology*. 38 : 1053–1060.
- **Zouaidia, H. (2006).** Bilan des incendies de forêt dans l'Est algérien cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk-Ahras. Mémoire de magister : Ecologie végétale. Université Mentouri, Constantine. 153p.

Les Références webographiques

- [1]: <http://envol-vert.org/forets-services/role-foret/2013/02/les-services-rendus-par-la-foret/> (Consulté le 17/09/2020).
- [2]: <http://www.fao.org/3/y5507f/y5507f01.htm> (Consulté le 18/09/2020).
- [3]: https://wdpa.s3.amazonaws.com/UN_List_2018/2018%20List%20of%20Protected%20Areas_FR.pdf (Consulté le 16/02/2020).
- [4]: <http://pairault.fr/med/index.php/15-references/691-les-pays-riverains-de-la-editerranee-prm> (Consulté le 14/02/2020).
- [5] : https://www.cepf.net/sites/default/files/mediterranean_ep_final_french.pdf (Consulté le 20/02/2020).
- [6]: www.fao.org/3/a-x6771f.pdf (Consulté le 02/03/2020).
- [7]: <http://michel-ehrhhardt.e-monsite.com/album-photos/mes-amis/coleopteres/carabidae/coleoptera-carabidae-abax-parallelus-13-avr-2013-img-3082-ema-93.html> (Consulté le 15/03/2020).
- [8] : <https://www.animateur-nature.com/Sites/pdf/PSCarabes.pdf> (Consulté le 04/06/2020).
- [9] : <https://dynafor.toulouse.inra.fr/carabagri/index.php?sujet=carabidae> (Consulté le 16/05/2020).
- [10] : https://www.supagro.fr/ress-pepites/processusecologiques/co/3_HabitatsetLarves.html (Consulté le 04/06/2020).
- [11] : https://www.researchgate.net/figure/Situation-geographique-de-la-region-detude_fig1_322927222 (Consulté le 21/06/2020).
- [12] : <https://www.infoclimat.fr> (Consulté le 31/06/2020).