

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Abou Bekre Belkaid-Tlemcen-
Faculté de science de la nature et de la vie
et science de la terre et de l'univers

Laboratoire de recherche Valorisation des actions de l'homme pour la protection de
l'environnement et application en santé publique



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du
Diplôme de MASTER

En : **Ecologie et Environnement**
Spécialité : **écologie animale**

Par : ***BELMADANI Wissam Fatima Zahra***

Thème

Ecologie des Coléoptères saproxyliques de
la forêt de Zarifet

Soutenu le//2021, devant jurys composé de :

Président	M.	BOUCHIKHI TANI Zoheir	M.A.A	Université Tlemcen
Examineur	Mme.	ABDELLAOUI HASSAINE Karima	Prof	Université Tlemcen
Encadreur	Mme.	BOUKLI HACENE Samira	M.A.A	Université Tlemcen

Année universitaire : 2020-2021

بيئة خنافس saproxyliques في غابة زاريفات

الدراسة البيئية، التي أجريت خلال الفترة من أبريل إلى مايو 2015، في غابة زاريفات (تلمسان - الجزائر) على خنافس **saproxylique**، سمحت بجمع مجموعة إجمالية من 167 نوعاً موزعة على 14 نوعاً تم تمثيلها بشكل غير متساو بين خمس عائلات، ثمانية فروع. 13 جنساً. استعملنا المصائد علب المصبرات المحفورة في الأرض ومصائد السكر المعلقة. المجموعة الغذائية المهيمنة هي من الحيوانات المفترسة، والعائلات الممثلة من حيث عدد الأفراد وعدد الأصناف هي Carabidae و Tenebrionidae و Scarabeidae و Curculionidae ؛ Staphylininidae. لا تزال الأصناف مهيمنة بقوة (Atrecus (36 ind.)، Ténébrionidae (31 ind.)، Akisacuminata (23 ind.)، مؤشرات التنوع تظهر أن تنوع و انتظام.

الكلمات المفتاحية: الخنافس، السابروكسيل، التنوع، الأخشاب الميتة، الغابة، المجموعة الغذائية

Ecologie des coléoptères saproxyliques de la forêt de Zarifet

L'étude écologique, menée durant la période d'avril à mai 2015, dans la forêt de Zarifet (Tlemcen – Algérie) sur les coléoptères saproxyliques, a permis la récolte d'une collection totale de 167 spécimens répartis entre 14 espèces inégalement représentées entre cinq familles, huit sous familles et 13 genres. Deux types de piégeages ; pièges Barber et pièges à sucre ont été utilisés.

Le groupe trophique dominant est celui des prédateurs, Les familles représentatives aussi bien en nombre d'individus qu'en nombre de taxons sont les Carabidae, les Ténébrionidae et les Scarabeidae, Curculionidae ; Staphylininidae. Des taxons restent fortement dominants *Atrecus* (36 ind.), Ténébrionidae (31 ind.), *Akis acuminata* (23 ind.), indicateurs de diversité montrent que les peuplements sont diversifiés, réguliers

Mots clés : coléoptères, saproxyliques, diversité, bois mort, forêt, groupe trophique.

Ecology of saproxylic beetles in the Zarifet forest

The ecological study, carried out during the period from April to May 2015, in the Zarifet forest (Tlemcen - Algeria) on saproxylic beetles, allowed the collection of a total collection of 167 specimens distributed among 14 species unevenly represented between five families, eight sub-families and 13 genera. Two types of trapping; Barber traps and sugar traps.

The dominant trophic group is that of predators. The representative families in terms of number of individuals and number of taxa are Carabidae, Tenebrionidae and Scarabeidae, Curculionidae; Staphylininidae. Taxa remain strongly dominant *Atrecus* (36 ind.), Ténébrionidae (31 ind.), *Akisacuminata* (23 ind.), Diversity indicators show that the populations are diversified, regular.

Key words: beetles, saproxylics, diversity, deadwood, forest, trophic group.

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes chers parents, BELMADANI Sedik et BOUCHIKRI Nadja, qui ont su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Vos conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain, je ferai de mon mieux pour vous rendre fiers.

A mon encadreur BOUKLI HACENE Samira que je ne saurai jamais assez remercier pour tout le courage et le soutien qu'elle m'a apporté pour la réalisation de cet ouvrage.

Je dédie aussi ce travail à tous mes frères mes amis, pour m'avoir soutenue, encouragée dans mes moments de doutes et de fatigue.

Remerciement

En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Le travail présenté dans cette thèse a été réalisé au laboratoire de recherche Valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en saut publique, sous la direction de Madame BOUKLI HACENE Samira, ma plus grande gratitude va à mon encadreur, pour sa disponibilité et la confiance qu'elle m'a accordée. J'ai profité pendant longtemps du savoir et du savoir-faire dont j'ai pu bénéficier au cours de nombreuses discussions. J'aimerais aussi la remercier pour l'autonomie qu'elle m'a accordée, et ses précieux conseils qui m'ont permis de mener à bien ce travail.

En second lieu, je remercie le président Monsieur BOUCHIKHI Zoheir. Je suis très honorée que vous acceptiez de présider mon travail. Trouvez ici le témoignage de ma gratitude et respect.

Mes sincères remerciements vont également à Mme ABDELLAOUI HASSAINE Karima d'avoir accepté de juger et d'examiner ce modeste travail. Veuillez agréer l'expression de mes sentiments les plus distingués.

Je remercie mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi. Je remercie mes sœurs et mes frères, pour leurs encouragements.

Afin de n'oublier personne, mes vifs remerciements s'adressent à tous ceux qui m'ont aidée à la réalisation de ce modeste mémoire

SOMMAIRE

INTRODUCION	1
CHAPITRE I.....	4
1. Description de la zone.....	4
1.1 Les facteurs abiotiques de la foret.....	5
1.1.1 La flore.....	5
1.1.2 La faune	5
2. Les facteurs édaphiques de la région	6
2.1. Réseau hydrographique	6
2.1 Facteur climatique	7
2.1.1 Les précipitations	7
2.1.2 Température	8
➤ Diagramme ombrothermique Bagnouls et Gausen.....	10
➤ Quotinet pluviothermique d'Emberger	11
➤ Régime saisonnier des précipitations	12
3. Etude des coléoptères saproxyliques	13
3.1.1 Caractéristiques principales.....	13
3.1 Intérêt et rôle des coléoptères saproxyliques.....	14
3.1.1 La forêt et sa compartimentation autotrophe et hétérotrophe	15
3.1.2 La niche écologique d'un coléoptère saproxylique.....	16
3.1.3 Traits de vie des adultes déterminant l'occupation	18
3.1.4 Importance et diversité taxonomiques des coléoptères saproxyliques.....	18
3.2 Morphologie des coléoptères	20
3.4. Les principales familles des coléoptères saproxyliques.....	20
3.4.1. Les Tenebrionidae.....	21
3.4.2. les Curculionidae.....	21
3.4.3. Les Carabidae.....	22
3.4.4. Les staphilinidae.....	23
3.4.5. les Scarabaeidae.....	23
CHAPITRE II : Matériels et méthodes	25
1.1. Choix de site d'étude	25
1.2. Présentation de la zone d'étude.....	25
1.2.1. La dégradation de la forêt	26
1.2.2. Le choix de zone d'étude et l'emplacement des pièges	26
1.3. Matériel utilisé et technique de collecte.....	28
1.4. Tri et identification des espèces	29
1.5. Détermination des espèces récoltées	29
2.1. méthodes d'analyses de la structure des peuplements	29
2.1.1. étude indicielle	29
1. Composition taxonomiques de la faune récoltée.....	32
1.1. Liste des espèces	32
CHAPITRE III : Résultats et discussion.....	32
1.2. Analyse de composition faunistique	32

2. Etude indicielle de la diversité spécifique	34
2.1. Variation temporelle l'indice de Shannon -wiener.....	35
2.2. Variation temporelle d'équitabilité de Pièlou de la faune récoltée	35
2.3. Variation temporelle de l'indice de l'indice de Simpson de la faune	36
3.1. analyse des groupes trophiques de coléoptères récoltés.....	37
3.1. analyse de groupe trophique	38
3.1.1. variation de la richesse spécifique des coléoptères saproxyliques en qualité de bois	39
CONCLUSION.....	44
BIBLIOGRAPHIE	46

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Localisation géographique de la station de zarifet.....	4
Figure 2	Précipitations moyenne mensuelles de la station de Zenata durant la période (2010-2020).....	8
Figure 3	Moyennes des températures de la station de Zenata.....	9
Figure 4	Diagramme Ombrothermique de la station de Zenata de Bagnouls et Gausson	10
Figure 5	Positionnement de la station météorologique de Zenata (2010-2020) sur la climatogramme d Emberger.....	12
Figure 6	Le système <<niche écologique>> d'un coléoptère saproxylique.....	17
Figure 7	Anatomie d'un coléoptère	20
Figure 8	<i>Akis acuminata</i> (fabricius,1787)	21
Figure 9	<i>Curclio sp</i>	21
Figure 10	<i>Agonum marginatum</i> (linnars,1875)	22
Figure 11	<i>Ocupus olens</i> (O.F. Muller ;1764)	23
Figure 12	<i>Acrossus depressus</i> (Kugelann)	24
Figure 13	Situation géographique de la station d'étude.....	25
Figure 14	Photo de la station d'étude	25
Figure 15	Chêne liège de Zarifet.....	26
Figure 16	Incendie de la forêt de Zarifet.....	17
Figure 17	Action anthropique	27
Figure 18	Matériel de capture des coléoptères utiliser sur le terrain.....	28
Figure 19	Représentation graphique des abondances relatives des espèces Coléoptères dans la forêt de Zarifet	33
Figure 20	Représentation graphique de répartition Coléoptères par famille.....	34
Figure 21	Représentation graphique de la variation temporelle de l'indice de Shannon -Wiener.....	35
Figure 22	Représentation graphique de la variation temporelle de l'équitabilité de Piélou	36
Figure 23	Représentation graphique de la variation temporelle de l'indice de Simpson	37
Figure 24	Fluctuation de l'abondance et la richesse spécifique des groupes trophiques dans la forêt de Zarifet.....	39
Figure 25	L' abondance des coléoptères dans le matériel ligneux vivant et ligneux mort	40
Figure 26	Organisation générale des coléoptères dans le bois de la forêt de Zarifet	41
Figure 27	La nourriture des Staphilins	42

LISTE DE TABLEAU

Tableau 1	Précipitations moyennes mensuelles en (mm) pendant la période (2010-2020)	8
Tableau 2	Température moyennes mensuelles maximales et minimales en degrés Celsius de la station de Zenata pendant la période (2010-2020).....	9
Tableau 3	Moyennes mensuelles des précipitations (en mm) et température (en C°) de la station de Zenata	10
Tableau 4	Caractéristiques mésoclimatiques pour la station météorologique de Zenata.....	11
Tableau 5	Coefficient relatif saisonnier De Musset.....	13
Tableau 6	Calendrier de piégeages	28
Tableau 7	Liste des coléoptères récoltés	32
Tableau 5	Les indices de diversité	34
Tableau 9	Groupe trophique des coléoptères récoltés.....	37

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'ordre des coléoptères constitue dans la classe des insectes, un ordre très important. Il est considéré comme étant un élément majeur de la biodiversité (DALY et al.1998 ; HAMMOND, 1992 ; ODEGAARD, 2000).

Les coléoptères saproxyliques constituent à eux seuls près de 20 % de cette diversité et, avec près de 2500 espèces en France, se positionnent comme le second groupe saproxylique le plus diversifié après les champignons lignicoles (BOUGET, 2009). Le terme saproxylique délimite les contours d'un groupe écologique et non taxonomique, celui-ci renferme une grande diversité d'organismes. La complexité chimique du bois en décomposition a en effet imposé de longues chaînes trophiques, de nombreuses interactions et dépendances entre espèces et finalement une richesse spécifique importante (SWIFT et al, 1979).

Le rôle des coléoptères en tant qu'auxiliaires est loin d'être négligeable et cela concerne plusieurs familles à savoir les Carabidae, les Silphidae, les Cleridae, les Anthribidae, les Lampyridae et plusieurs centaines d'espèces. Ce sont principalement des prédateurs généralistes mais certaines groupes ou familles sont plus ou moins spécialisés, c'est le cas des Coccinellidae qui sont, selon les genres et les espèces, consommateurs de pucerons, de cochenilles ou encore d'acariens.

Les coléoptères représentent aussi une biomasse importante en particulier sous les tropiques. Ils sont, entre-autre, un maillon essentiel dans les chaînes alimentaires et leur impact en tant que décomposeurs et consommateurs est immense (MARTINEZ, 2013).

La faune entomologique est un élément essentiel dans la dynamique et le fonctionnement des écosystèmes forestiers. Le rôle écologique ainsi que le caractère bio-indicateur de certaines espèces d'insectes peuvent indiquer l'état sanitaire des forêts et déterminer certains facteurs liés à la dégradation de celles-ci.

Les forêts méditerranéennes couvrent actuellement environ 81 millions d'hectares, soit 9,4% de la surface totale de la région, ce qui représente une portion fort réduite par rapport à leur ancienne extension. Le caractère particulier des forêts méditerranéennes est en rapport, d'une part avec leur grande hétérogénéité biogéographique, historique, climatique et physiologique et, d'autre part avec leur instabilité et leur vulnérabilité liées à la fois à l'environnement méditerranéen et à l'activité humaine.

INTRODUCTION

Le bois mort fait partie du cycle forestier naturel et constitue une base vitale pour de nombreuses espèces. Par bois mort, on entend des arbres ou parties d'arbres dépéris de dimensions et de qualités différentes des rameaux de très petit diamètre ou de gros troncs, sur pied ou au sol, frais ou en décomposition. S'y ajoutent les résidus de la récolte de bois issus de l'exploitation forestière – souches d'arbres, branches de houppier, sections de tronc de moindre qualité – restés au sol en forêt. Sans oublier les parties dépériées d'arbres vivants, branches mortes du houppier ou bois pourri dans les cavités du tronc par exemple. Les branches sèches, les mousses et les cavités sont des caractéristiques importantes des arbres-habitat qui demeurent en forêt pendant le processus de maturation et de vieillissement jusqu'au dépérissement.

Le bois mort est avant tout une base vitale importante pour nombre d'espèces animales et végétales. De plus, il joue un rôle essentiel dans le rajeunissement des forêts et en emmagasinant le carbone et l'eau, influant ainsi positivement sur le bilan nutritif et le régime hydrique en forêt (THIBAUT et al, 2014).

De nombreux travaux ont été réalisés dans ce sens à savoir en 1981 BORCARD à démontrer l'importance des types de de piégeage dans l'étude des Carabides forestiers dans Marais – Chasseral. En 2001 un inventaire entomologique des coléoptères a été réalisé par MERIGUET et ZAGATTI dans la forêt domaniale de Fontainebleau .

En Algérie MEHENNI en 1994 a fait des recherches écologiques et biologiques sur les coléoptères de cédraie Algériennes suivi en 2013 par BELHADID et al qui ont expliqué la distribution des caraboidea dans différents peuplements forestiers du parc national de chréa. ABDELHAMID et al en 2017 ont signalé aussi l'importance des coléoptères sylvatiques associé au cèdre de l'Atlas au niveau du parc national de Theniet El Had.

A Tlemcen et spécifiquement au laboratoire de recherche « Valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique » on compte celui de MERAD en 2016 qui a réalisé une étude préliminaire des Coléoptères de la forêt de Zariffet suivi des travaux de MEZIANE en 2017 qui a inventorié les coléoptères saproxyliques des Monts d'Ouarsenis (Nord-Ouest Algérien).

L'objectif de notre étude est de :

- ✓ réaliser un inventaire complémentaire des coléoptères saproxyliques de la forêt de Zariffet

INTRODUCTION

- ✓ définir la composition taxonomique de ces spécimens et leur l'impact sur le fonctionnement de l'écosystème forestier
- ✓ Décrire et comprendre la répartition spatiale du peuplement à travers une étude indicielle.

Le travail est présenté d'une manière classique selon une approche qui s'énonce en trois chapitres

Le premier chapitre est consacré d'une part à une synthèse des données de littérature qui a pour but de donner un aperçu sur les coléoptères saproxyliques. La faune est présentée sur le plan systématique, la morphologie et intérêts et rôles des coléoptères et sur l'aire d'étude d'autre part.

Le second chapitre traite la méthodologie adoptée et du matériel et des méthodes qui ont été utilisés pour échantillonner les coléoptères, et les diverses méthodes et tests statistiques employés pour le traitement des données.

Les résultats obtenus sont présentés dans le troisième chapitre.

CHAPITRE I
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

L'histoire de la forêt méditerranéenne est actuellement assez bien connue et les phytogéographes sont tout à fait capables de définir les pourtours méditerranéens et l'extension potentielle des essences majeurs (QUEZEL *et al*, 1991).

Le monde méditerranéen représente un véritable puzzle, tant par son modèle fragmenté et hétérogène que par sa géologie (QUEZEL&Medail, 2003).

La région de Tlemcen fait partie du paysage d'Afrique du nord où la notion *climax* est plutôt théorique (DAHMANI.1997).

Malgré la forte pression anthropozoogène, la région reste forestière par excellence même si la végétation se présente sous forme de matorrals à différents étapes de la dégradation (LETREUCH, 2002).

1. Description de la zone

La région de Zarifet (Fig. 1) est située au sud-ouest de la ville de Tlemcen, avec une altitude qui varie entre 830 et 1480 km. Elle est parcourue au Nord par la route nationale n°22 et desservie par les pistes carrossables, l'un relie la maison forestière de Zarifet et l'autre la piste venant de la localité de Sabra (GUELLIL, 2013).

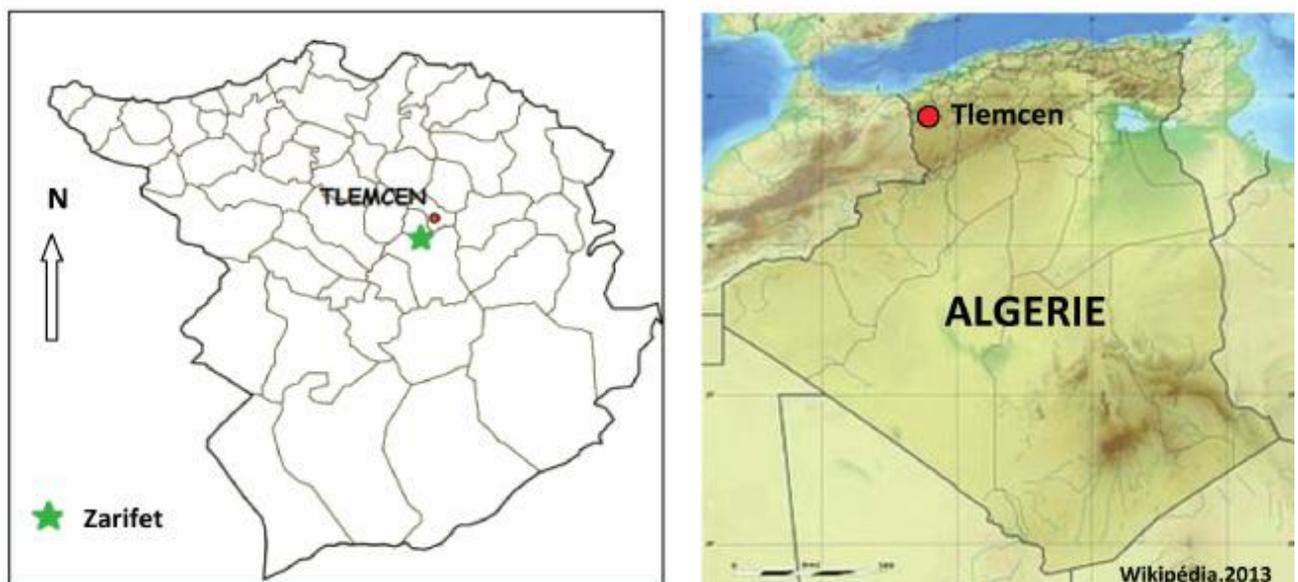


Figure 1 : Localisation géographique de la station de Zarifet (BABALI et KREUT ,2013)

Cette forêt d'une superficie de 931 Ha, est limitée au nord par le territoire de Mansourah et Béni-Mester, au sud par la commune de Terny, à l'Est par la commune de Mansourah et à l'ouest par la forêt domaniale de Hafir (HAFFAF, 2011).

Elle relève de la circonscription des forêts de Tlemcen et du Parc National de Tlemcen. Cette forêt est une forêt naturelle, caractérisée par trois groupements végétaux à base de chêne liège, chêne vert et chêne zeen (BOUMAZA, 2012).

Cette région se divise en 4 canton :

-Canton de Zarifet : 535 ha

-Canton de Fernana : 58 ha

-Canton de Guendouza : 63 ha -Canton de Ain

-Merdjane : 306ha (HAFFAF, 2011).

1.2. Les facteurs biotiques de la forêt de Zarifet :

1.2.1. La flore :

Selon (BOUDY ,1955 ; BOUHRAOUA, 2003) la forêt de Zarifet estimait à 962 ha était composée exclusivement (8/10) de peuplements denses de chêne liège issus de souche et de taillis médiocres de chêne Zéen (1/10) et de chêne vert (1/10). Elle est constituée actuellement de quelques lambeaux de forêt très dégradés, à dominance de chêne vert, riche en espèces épineuses et en arbustes de plus 2m de hauteur, recouvrant entre 10 et 80% du sol.

Les différentes formations végétales qui composent l'étendue du territoire du parc lui donnent une grande diversité floristique et un habitat apprécié par la faune.

Les formations forestières couvrent une superficie de 400 ha soit de 48% de la superficie du parc dont 2076 ha 25% des forêts localisées dans l'ouest au niveau de la région de Hafir alors que les maquis couvrent 1929, 13 ha 23%, sont situés pratiquement dans une partie de la forêt de Zarifet suite aux incendies successifs qui ont touché la région.

Vers l'est apparaît une colonisation progressive des sols par une végétation dégradée et qui occupe les 30 % (2467 ha) de la surface totale par contre la répartition des terrains nus qui est de 5% (412 ha) se manifeste dans la région du Meffrouche alors que les terrains agricoles sont de l'ordre de 985 has soit de 12% de la superficie totale du parc (P.N.T, 2003).

1.2.2. La faune

L'équipe technique du parc a mis en évidence une liste de 305 espèces, dont 61 protégées. Cette liste reste exhaustive vu le manque enregistré pour certaines classes. On peut citer quelques mammifères parmi les 21 recensés comme le chacal doré, le chat forestier, le renard famélique, le caracal. Certaines espèces sont menacées de disparition, tel le porc-épic, le chat

sauvage, la belette, la mangouste et l'épervier. Les ornithologues ont identifié 124 espèces. Une liste de vingt espèces de reptiles a été confirmée par le chercheur britannique Édouard. Pour les insectes, l'unique base de données est la thèse de BOUHRAOUA (2002) qui établit une liste de 33 espèces d'insectes appartenant à 22 familles et 6 ordres

4. Les facteurs abiotiques

4.1 . Les facteurs édaphiques de la région

Le sol est l'un des principaux éléments de l'environnement car il règle la répartition de la végétation. Il se développe en fonction de la nature de la roche mère, la topographie et les caractéristiques du climat (OZENDA, 1977).

La région de Tlemcen possède un sol brun et rouge fersialitique et mosaïque dolomie. (GAOUAR, 1980).

La wilaya de Tlemcen est caractérisée par trois types de sol:

A/ Sols bruns-rouges fersialitiques non lessivés : trouvés en climat semi-aride à faible pluviométrie, généralement là où la végétation est très dégradée, ils se caractérisent tous par les matorrals à Doum ou à Diss : vers Nedroma, Remchi, Marnia, sortie nord de Tlemcen...

B/ Sols bruns-rouges fersialitiques lessivés : En zone de sub-humide ils sont en réalité rouge, caractérisés par le phénomène de sédimentation et sont accélérés en forêt au sous-bois moins dense.

C/ Sols bruns-rouges fersialitiques dits Tarra Rossa : se trouvent un peu partout dans les matorrals à Doum et à Diss, ils sont bien répartis dans les dolomies en particulier dans des poches, Terny, et au nord-ouest vers Beni-Bahdel (GAOUAR, 1980).

2.2.Réseau hydrographique :

Le régime d'écoulement temporaire (caractérisé par un régime hydrique irrégulier) est lié par un grand nombre de petits cours d'eau (KAZI, 1996).

La forêt de Hafir se trouve dans le versant septentrional où on distingue un réseau d'oueds :

- OuedIndouz
- OuedZarifet
- OuedMagramane
- OuedReyene
- Oued Alla

Les oueds les plus importants sont :

-Oued Tlat avec une longueur réelle de 4250m, qui déverse dans l'oued de Tafna qui à son tour découle dans la mer Méditerranéen.

-Oued Talouanes avec une longueur réelle de 1500m (BENDIS, 2017).

2.2.Facteurs climatiques

Le climat méditerranéen est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été très chaud et très sec, tempéré seulement en bordure de la mer, l'hiver est très frais et plus humide. Ce climat est qualifié de xérothermique (BENABADJI et BOUAZZA).

Les climatologues caractérisent la nature du climat méditerranéen par sa sécheresse estivale. La saison chaude et sèche contraste nettement avec la saison froide plus humide (MEDIOUNI, 2000).

Selon (BOURLIERE, 1950) le climat correspond à la distribution statistique des conditions atmosphériques dans une région donnée pendant une période de temps donnée. C'est un facteur déterminant pour le développement des plantes de la formation et de l'évolution des sols. Agissant aussi à tous les stades du développement des oiseaux en limitant l'habitat de l'espèce.

Les deux principaux paramètres qui déterminent le climat sont : précipitation et température. Ces paramètres varient en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaînes de montagnes et donc de l'exposition. Les régions climatiques se différencient par la présence ou l'absence de périodes sèches ; par la durée et l'intensité de ces périodes. Pour une classification générale des climats, la répartition au cours de l'année de la chaleur et de l'eau et, surtout, la combinaison de ces deux facteurs importent davantage que les quantités de chaleur et d'eau (BAGNOULS & GAUSSEN, 1957).

2-3-1 Les précipitations

Les précipitations représentent un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes, mais aussi pour certains écosystèmes limniques tels que les mers, les lacs temporaire et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement (RAMADE, 2003).

La figure 2 montre que la répartition des précipitations dans notre zone d'étude est assez variable dans le temps. Le régime pluvial est plus marqué entre les mois de novembre et avril

(39.1mm à 44.2 mm). Les autres mois affichent des tranches pluviométriques moins accusées surtout les mois de juin et août (6.6 mm à 2.3 mm) (Tab 1).

Tableau n°01 : Précipitations moyennes mensuelles en (mm) pendant la période (2010-2020). (<https://fr.tutiempo.net/climat/ws-605310.html>)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	At	S	O	N	D
P (mm)	46.6	30.5	31.9	44.2	25.7	6.6	0.8	2.3	8.1	27.4	39.1	36.5

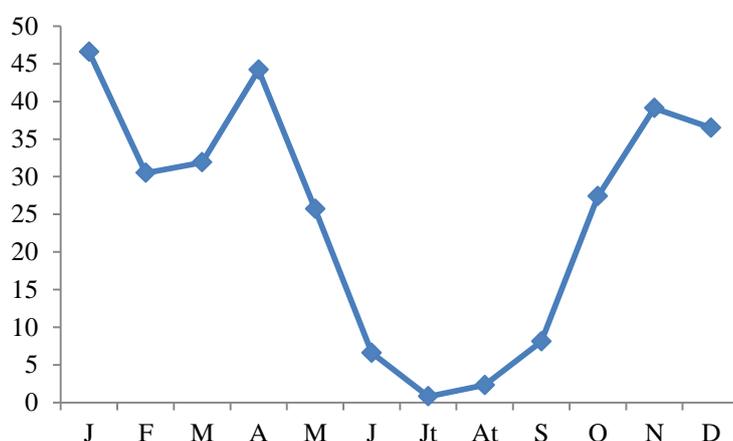


Figure n°2: Précipitations moyennes mensuelles de la station de Zenata durant la période (2010-2020). (<https://fr.tutiempo.net/climat/ws-605310.html>)

2-3-2 Température :

La température est essentielle pour la végétation c'est d'une part, la « quantité totale » de chaleur reçue pendant la période de végétation (courbe thermique positive), et d'autre part les plus basses températures atteintes pendant la période froide, et il faut considérer le rythme de la température au cours de l'année. Ce rythme est sous la dépendance de la latitude, l'altitude et de la continentalité (BAGNOULS & GAUSSEN, 1957).

(EMBERGER1955) a utilisé la moyenne des maxima du mois le plus chaud(M), La moyenne des minima du mois le plus froid (m) et l'amplitude thermique (M-m) ; ces derniers ayant signification biologique. La caractéristique de la température en un lieu donne se fait généralement à partir de la connaissance des variables suivantes :

- Températures moyennes (T)

- Moyenne des maxima (M)
- Moyenne des minima (m)

La température moyenne mensuelle la plus élevée est de 24.7°C en août (Tabl :2) et (Fig 3), par contre le mois de janvier expose la température la plus basse (9.5°C.).

La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (M) est de 31,3 °C, celle des minima du mois le plus froid (m) est de 4,9 °C.

Tableau n°2 : Températures moyennes mensuelles maximales et minimales en degrés Celsius de la station de Zenata pendant la période (2010-2020). (<https://fr.tutiempo.net/climat/ws-605310.html>)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
T	9.5	10.3	12.3	14.6	17.9	21.05	23.9	24.7	21.6	18.05	13.4	10.6
M	15.6	14.6	16.6	20.6	24.2	27.3	30.5	31.3	25.5	24.8	19.3	16.5
m	4.9	5.9	6.9	9.3	11.7	15.05	17.9	18.8	16.1	12.5	8.7	6.1

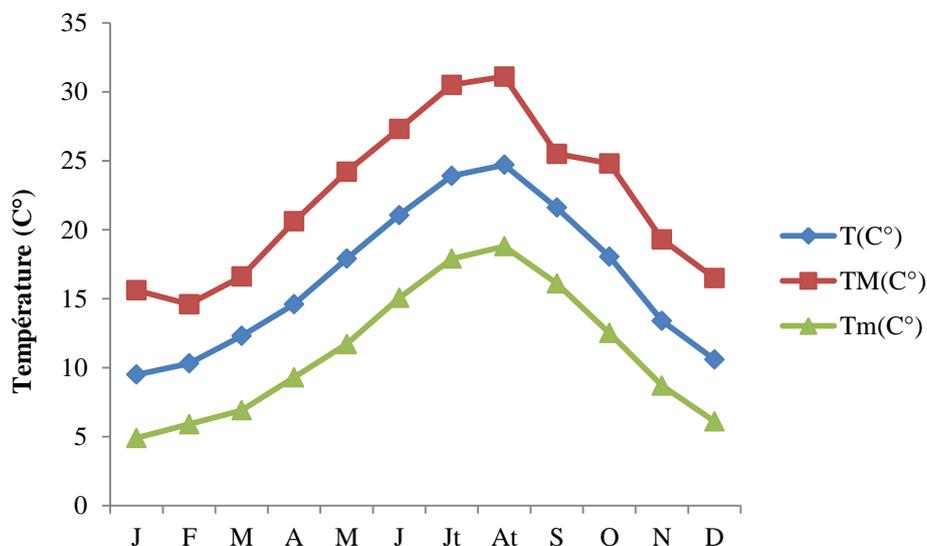


Figure 3 : Moyenne des Températures de la station de Zenata (2010-2020)
(<https://fr.tutiempo.net/climat/ws-605310.html>)

➤ **Diagramme ombrothermique BAGNOULS ET GAUSEN(1957)**

Ce diagramme ombrothermique est d'un grand intérêt pour exprimer les conditions climatiques d'une plante.

L'analyse du diagramme (**Fig.4**) permet de visualiser une période sèche qui s'étende à 6 mois, cette accentuation apparait nettement surtout au niveau de la station de Hafir.

Une période pluvieuse qui s'étend généralement d'octobre à décembre et de janvier à avril (Tab 3).

Tableau 3 : Moyennes mensuelles des précipitations (en mm) et des températures (en °C) de la station de Zenata pour la période (2010-2020). (<https://fr.tutiempo.net/climat/ws-605310.html>)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
P (mm)	46.6	30.5	31.9	44.2	25.7	6.6	0.8	2.3	8.1	27.4	39.1	36.5
T(°C)	9.5	10.3	12.3	14.6	17.9	21	23.9	24.7	21.6	18.05	13.4	10.6

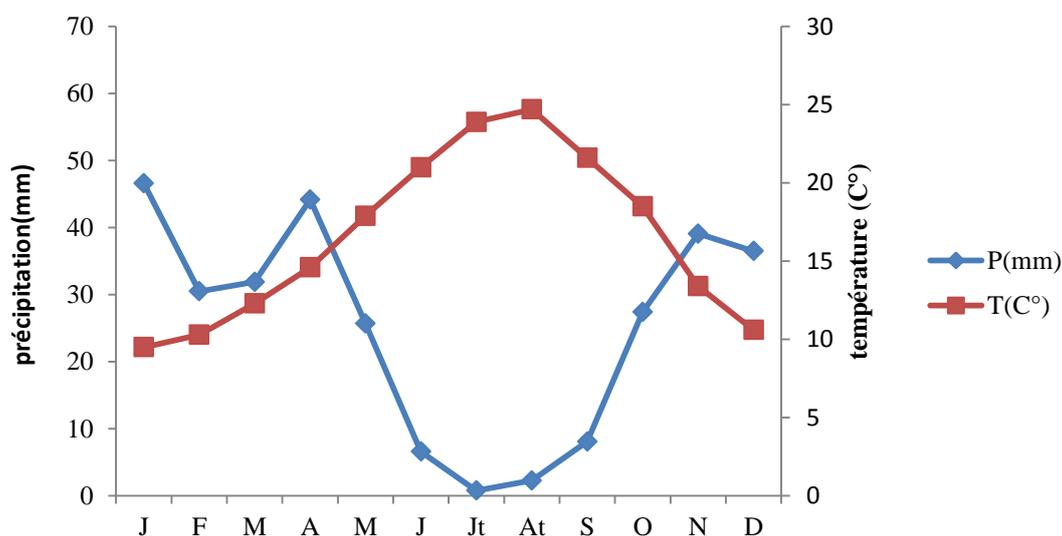


Figure 4 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la station de Zenata

(<https://fr.tutiempo.net/climat/ws-605310.html>)

➤ **Quotient pluviothermique d'EMBERGER Q₂ :**

Emberger (1930-1955) a établi un quotient pluviothermique le Q₂ qui est spécifique au climat méditerranéen.

Ce quotient permet de visualiser la position d'une station météorologique et il est possible de délimiter l'aire bioclimatique d'une espèce voire un groupement végétal (AYACHE, 2007).

Le quotient est défini de la façon suivante :

$$Q_2 = 2000P/M^2-m^2$$

Dans lesquelles :

P : moyenne des précipitations annuelles (mm)

M : moyenne des maximaux du mois le plus chaud

m : moyenne des minimaux du mois le plus chaud

Le tableau 4 consigne les valeurs du Q₂ et l'ambiance bioclimatique correspondante pour la station d'étude ; tandis que la figure 5 illustre la position de cette station dans la climagramme d'Emberger et qui confirme son emplacement dans un étage bioclimatique semi-aride inférieur à hiver doux.

Tableau 4 : Caractéristiques mésoclimatiques pour la station météorologique de Zenata 2010/202

	P (mm)	M(C°)	m(C°)	Q ₂	Ambiance
Zenata (2010-2020)	299.7	31.3	4.9	38.99	Semi-aride inférieur à hiver doux

➤ **Régime saisonnier des précipitations :**

Le régime saisonnier permet de classer les saisons par ordre de pluviosité décroissante, en désignant chaque saison par son initiale P.H.E.A (Tab5).

$$\text{Crs} = \text{Ps} \times 4 / \text{Pa}$$

P : printemps, H : hiver, E : été, A : automne.

Ps : Précipitations saisonnières.

Pa : Précipitations annuelles.

Crs : coefficient relatif saisonnier de MUSSET (CHAABANE, 1993).

Tableau5 : Coefficient relatif saisonnier de Musset.

P mm	Automne		Hiver		Printemps		Eté		P a	Régime saisonnier
	Ps	Crs	Ps	Crs	Ps	Crs	Ps	Crs		
(2010-2020)	74.6	0.99	133.6	1.78	101.8	1.35	9.7	0.12	299.7	HPAE

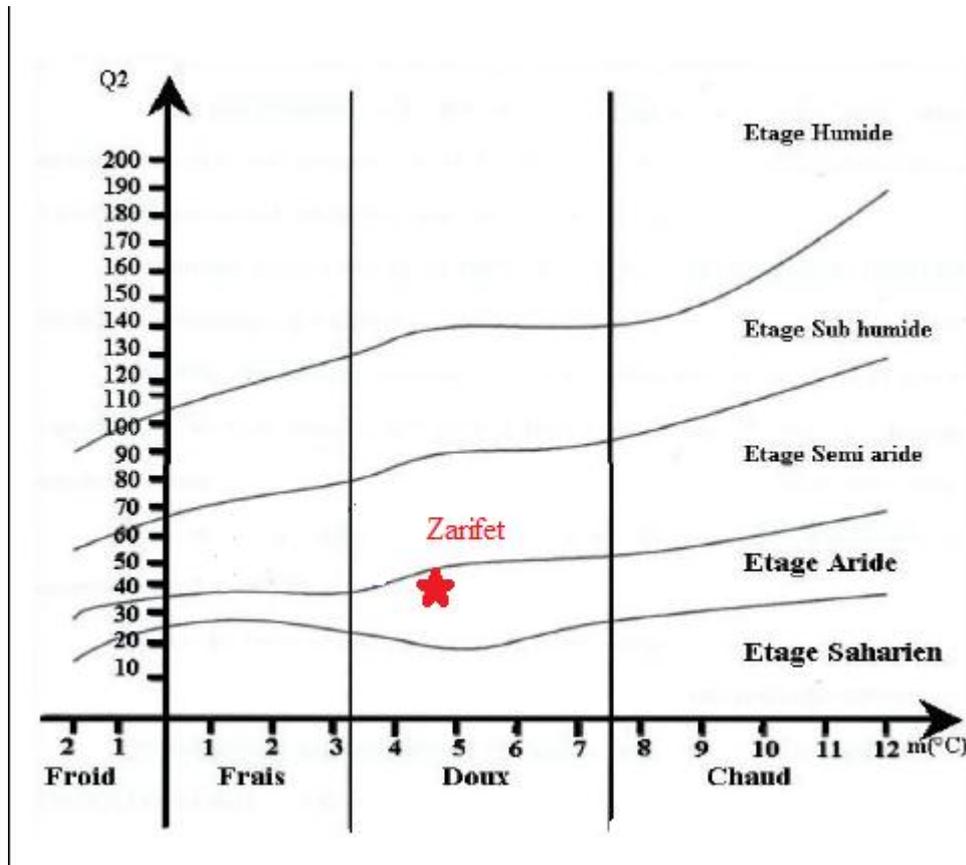


Figure 5 : positionnement de la station météorologique de Zenata (2010-2020) sur la climagramme pluviothermique D EMBERGER (1952)

3. Etude des coléoptères saproxyliques

3.1.Introduction

Les organismes Saproxylique (de sapos pourri et xylo bois) sont des espèces impliquées ou dépendantes du processus de décomposition fongique du bois, ou des produits de cette décomposition. Elles sont associées à des arbres tant vivants que morts. Par convention deux autres regroupements d'organismes sont inclus dans cette définition : I) les espèces associées aux écoulements de sève et à leurs produits de décomposition, et II) les organismes autres que les champignons qui se nourrissent directement du bois. » (ALEXANDER, 2008).

Au sein de ce groupe fonctionnel, les insectes constituent le groupe le plus abondant et le plus divers, dominé par les diptères et surtout les coléoptères. 25 % des espèces de coléoptères appartiendraient en France au cortège saproxylique soit plus de la moitié des coléoptères forestiers (NAGELEISEN *et al*, 2009).

Les coléoptères saproxyliques sont les fossoyeurs des arbres, ils ne sont plus des destructeurs, bien qu'ils aillent parfois à l'encontre des desseins des hommes. Tant pis pour les hommes qui ont cru éternelle une matière, telle que le bois ouvré, lequel au regard de la Nature n'est autre chose qu'un débris de cadavre qui tôt ou tard doit périr et disparaître pour refaire de la vie » (CAILLOL, 1935).

3.1.1. Caractéristiques principales

Les coléoptères sont des représentants de l'embranchement des Arthropodes et de la classe des Insectes. De l'approche systématique de cet ordre (PAULIAN, 1988 ; DELVARE *et al*, 1989 ; ELZINGA, 1997), il convient de retenir trois caractéristiques majeures qui leur confèrent certaines propriétés.

√ Ils sont ailés (Pterygotes) : deux ailes antérieures sclérifiées appelées élytres et deux ailes postérieures membraneuses. En dehors du cas général où ces ailes fonctionnelles confèrent une mobilité aux imagos, il convient de signaler quelques transformations adaptatives qui concernent quelques familles, comme par exemple les Vesperidae ou Cebionidae dont les femelles possèdent seulement des élytres plus ou moins atrophiés, ou quelques genres, comme par exemple les femelles de Lampyris, Pachypus ou Rhipidius dont les femelles sont totalement aptères.

- ✓ Ils sont dotés d'un appareil buccal de type broyeur, autant chez les larves que chez les adultes.
- ✓ Ils présentent un développement de type holométabole (métamorphose dite complète où larves et adultes d'une même espèce sont différents sur le plan morphologique et généralement aussi au niveau éthologique et des exigences biologiques).

3.1.2. Intérêts et rôles des Coléoptères saproxyliques

Les intérêts fonctionnels des organismes saproxyliques sont détaillés dans le travail de SPEIGHT (1989) et de GUTOWSKI (1988), ce dernier propose une longue démonstration des multiples rôles des coléoptères Cerambycidae et Buprestidae dans l'écosystème forestier, en particulier sur la rapidité de la dégradation des plus gros volumes de bois.

Les Coléoptères saproxyliques jouent un rôle important dans la décomposition, la transformation et le recyclage naturel du bois. Par leur action dans la dégradation du bois mort, ils contribuent à la restitution au sol des éléments nutritifs capitalisés dans les tissus ligneux et corticaux. Ils permettent aussi l'accélération du processus de décomposition du bois

mort et donc le cycle énergétique et nutritif du milieu (BRUSTEL, 2004). Ce groupe fonctionnel constitue aujourd'hui un outil d'évaluation biologique en particulier dans les forêts gérées.

Certains saproxylophages cavicoles ont également, par le biais d'endosymbiotes fixateurs d'azote atmosphérique, l'occasion d'enrichir le substrat environnant (JONSSON *et al*, 2004).

L'ensemble des produits de la saproxylation est réutilisé par le cycle sylvigénétique suivant (bois dégradés supports des régénérations de forêts de montagne...) (VALLAURI, 2005). Par conséquent les Coléoptères saproxyliques participent au bon fonctionnement des écosystèmes forestiers et le maintien de leurs habitats spécifiques est primordial en raison :

de leur rôle dans le cycle de vie d'une forêt équilibrée : ces insectes jouent un rôle important dans le recyclage des matières organiques gage de la fertilité des sols. Les

- ✓ adultes de certaines espèces sont pollinisateurs et les larves servent de nourriture à de nombreux animaux (autres insectes, oiseaux...).
- ✓ l'innocuité de ces insectes pour les arbres sains et en pleine croissance : Sauf rares cas connus (essentiellement sur Epicéa commun et Pin maritime), le maintien des bois dépérissant et morts ne favorise pas la prolifération d'insectes prédateurs qui infesteraient les arbres sains car les insectes ravageurs forestiers sont biologiquement inféodés aux arbres vivants et ne représentent qu'une douzaine d'espèces spécifiquement en France. Au contraire, les bois morts abritent tout un ensemble de prédateurs et de parasitoïdes qui contribuent au contrôle des populations d'insectes potentiellement dangereux pour les peuplements.

Donc Les coléoptères saproxyliques par conséquent jouent un rôle essentiel dans la survie et la régénération des forêts (CALMONT, 2012).

3.1.3. La forêt et sa compartimentation autotrophe et hétérotrophe

La succession, avérée, des groupes végétaux lors de la sylvigénèse a fondé le concept ambigu de climax, état théorique ultime et « stable » d'un système qui, paradoxalement, ne l'est pas (RAMEAU, 1988; EMBORG *et al*, 2000).

L'écosystème forestier est une organisation biologique intégrée capable de se perpétuer dans l'espace et le temps. Des fonctions anaboliques (organisation au sens propre du mot) et cataboliques (désorganisation au sens propre) définissent la physiologie de cet ensemble. En

correspondance avec cette physiologie, les organismes forestiers peuvent être groupés en deux systèmes biologiques que nous définissons d'après ODUM (1976; 1989) et ANDRE (1997) comme les compartiments autotrophe (CA) et hétérotrophe (CH). Ces compartiments peuvent aussi s'entendre comme des phases de processus dynamiques.

Le CA intègre la somme des éléments (organismes, processus et matériaux) liés à l'organisation de la matière. L'énergie motrice de cette organisation est l'énergie solaire. Les acteurs sont les organismes photosynthétiques, principalement les arbres, auxquels s'ajoutent les fixateurs du N₂ atmosphérique, présents à certains moment du cycle seulement (RICE *et al*, 1972).

Le CH est constitué de l'ensemble des longues chaînes trophiques menant à la minéralisation de la matière organisée par le CA. Cette désorganisation s'alimente à partir de l'énergie organique contenue dans les liaisons C-C. Les acteurs du CH sont les organismes décomposeurs capables de respiration (champignons, bactéries, animaux).

3.1.4. La niche écologique d'un coléoptère saproxylique

Après son développement, passant par plusieurs stades larvaires avant métamorphose, l'imago d'un coléoptère saproxylique émerge de son habitat larvaire et doit perpétuer son espèce. Les réserves accumulées pendant le développement larvaire ou l'alimentation des adultes répondent aux besoins énergétiques des tâches les plus élémentaires qu'ils ont à accomplir : s'apparier et assurer une descendance. Pour les femelles, il faut trouver, au moment de la ponte, des conditions spécifiques et adaptées au développement complet de leurs larves peu mobiles. Les coléoptères saproxyliques connaissent donc deux écophases majeures dans l'occupation des milieux : lors de l'émergence imaginale qui traduit la dispersion depuis l'habitat larvaire et lors de l'éclosion de la descendance larvaire qui suit la ponte, marquant ainsi le relais de la population adulte précédente et la colonisation d'un éventuel nouvel habitat.

L'habitat d'une espèce ne peut pas être seulement « un domaine de tolérance vis-à-vis des principaux facteurs de milieu » (HUTCHINSON in FRONTIER et PICHOD-VIALE, 1998), car cette notion stipule que les espèces subissent leur milieu et non choisissent, au moins lors de la ponte, les conditions utiles à leur développement. Dans ces conditions, nous parlerons pour caractériser l'écologie d'une espèce : de milieux fréquentés par les adultes, d'habitat pour les seules phases larvaires (Fig. 6), et de régime alimentaire des adultes ou des larves, ce qui les situe en différentes positions dans les réseaux trophiques. Ceci stipule que les espèces subissent leur milieu et non choisissent, au moins lors de la ponte, les conditions

utiles à leur développement. Dans ces conditions, nous parlerons pour caractériser l'écologie d'une espèce : de milieux fréquentés par les adultes, d'habitat pour les seules phases larvaires (Fig. 6), et de régime alimentaire des adultes ou des larves, ce qui les situe en différentes positions dans les réseaux trophiques.

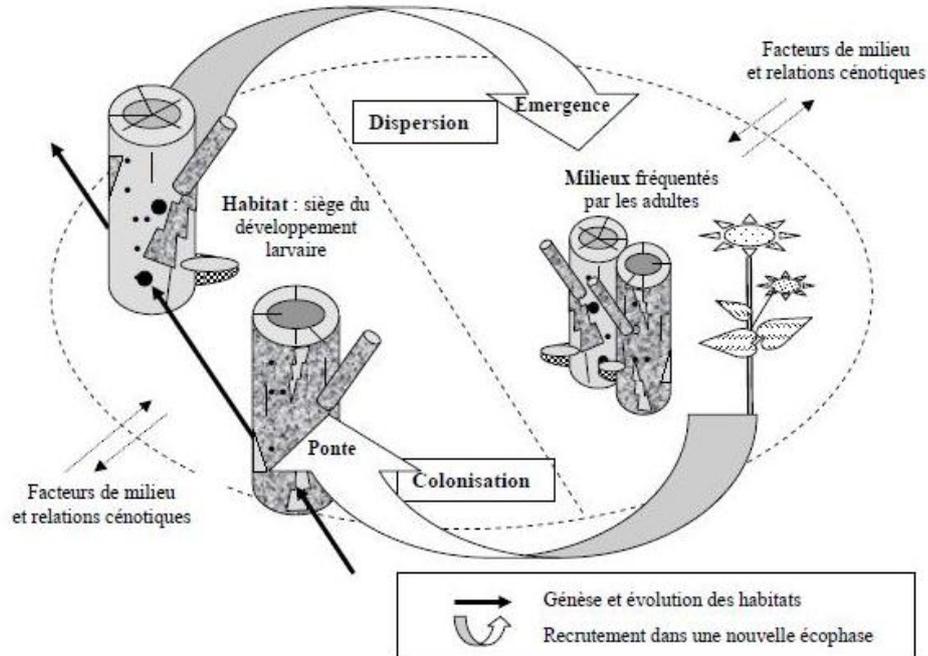


Figure 6 : Le système « niche écologique » d'un coléoptère saproxylique (BRUSTEL, 2002).

Certain volume localisé de bois au bon niveau de pourriture, de chaleur et d'humidité, une cavité particulière, une carie de bois abritant telle proie, une interface écorce-bois avec une espèce donnée de champignon... Cette notion d'habitat peut donc correspondre à quelques dm³ de bois ou de terreau d'arbre pour un coléoptère alors qu'elle se chiffrera en dizaines d'hectares, avec une multitude de composantes, pour un grand mammifère. C'est pour cette raison que l'on parle de « micro-habitat », de microcaverne pour les cavités d'arbres (et de coléoptères microcavernicoles comme les cétoines dont les larves se développent dans ce contexte (Luce, 1995), ou demicrobiocénoses (terme révélateur de l'échelle d'approche et de la définition de l'habitat des coléoptères saproxyliques).

Cette approche invite surtout à parler des microconditions qui implique l'évolution qualitative des cortèges faunistiques localisés dans le temps et dans l'espace, sur une surface ou un volume réduit, d'un bois mort particulier (essence, taille, position sur l'arbre, situation de l'arbre dans son contexte local ...).

3.1.1. Traits de vie des adultes déterminant l'occupation des niches

Les coléoptères saproxyliques peuvent être rangés dans trois catégories principales en fonction des traits de vie des adultes et de leurs larves. Il est utile de distinguer les organismes saproxyliques stricts qui dépendent directement et durant les phases clés de leur développement du complexe saproxylique et les organismes occasionnellement saproxyliques, ou saproxyliques facultatifs, qui sont des espèces où seuls les adultes sont liés au complexe saproxylique, ou des espèces indirectement liées à la ressource trophique du complexe mais qui y trouvent d'autres déterminants de leur survie. Les saproxyliques stricts correspondent schématiquement aux deux catégories suivantes :

- ✓ Des espèces dont les larves sont saproxyliques et dont les adultes sont absents de ce processus de recyclage des matériaux ligneux. Dans ce cas, les imagos ont des régimes
 - ❖ alimentaires variés, assez souvent floricoles, mais peuvent aussi ne pas s'alimenter. Ce premier cas de figure est largement représenté.
 - ❖ Des espèces dont larves et adultes occupent le complexe saproxylique (prédateurs ou mycétophages le plus souvent).

3.1.5. Importance et diversité taxonomique des coléoptères saproxyliques

Le cortège saproxylique représente 20 à 25% des espèces forestières et selon (BOUGET, 2005) et (CALMONT, 2015) les coléoptères saproxyliques ajoutent une grande diversité écologique, aux stades larvaires et adultes. Sur le plan trophique, leur régime et l'état de dégradation du bois, on distingue plusieurs types de Coléoptères saproxyliques qui lui sont associés.

- ✓ Les xylophiles primaires ou pionniers : Ce sont des coléoptères capables d'attaquer des essences végétales vivantes. Le forestier les scinde en deux groupes : les « ravageurs primaires » pour les quelques espèces qui peuvent éventuellement attaquer des arbres en pleine vitalité, et ceux dits « ravageurs secondaires » pour les espèces attaquant les arbres dépérissant ou morts. Les ravageurs primaires sont surtout des défoliateurs et c'est essentiellement parmi les ravageurs secondaires que l'on rencontre les coléoptères saproxyliques. Les xylophiles primaires ont la caractéristique d'être les premiers à attaquer des arbres (vivant plus ou moins stressés, déhiscent*, moribonds ou morts brutalement et depuis peu : coupe ou chablis par exemple).

- ✓ Les xylophiles secondaires : Ces insectes occupent des bois morts qu'ils colonisent en relais des espèces précédemment évoquées, par vagues successives, en fonction de leur régime alimentaire. Ils sont donc tous saprophytes. Il s'agit d'insectes capables d'exploiter directement la cellulose des bois en raison d'une activité cellulosique adaptée, ou d'espèces qui bénéficient d'une dégradation préalable du matériau par d'autres organismes. Les xylophages vrais sont équipés de leurs propres enzymes pour dégrader la cellulose et les hémicellulose du bois, y compris au niveau du bois de cœur. Ces insectes présentent généralement les cycles de vie les plus longs. On retrouve parmi cette catégorie nombre de Cerambycidae, des Anobiidae, des Bostrichidae et quelques Buprestidae.

Les saproxylophages : sont des coléoptères qui sont incapables de digérer directement la cellulose. On les retrouve davantage dans du bois plus dégradé et plus déstructuré. Ces coléoptères ont donc besoin d'humidité et d'un matériau souple pour évoluer, se retrouvant ainsi au milieu de leurs crottes et de sciures ou débris générés par d'autres xylophages.

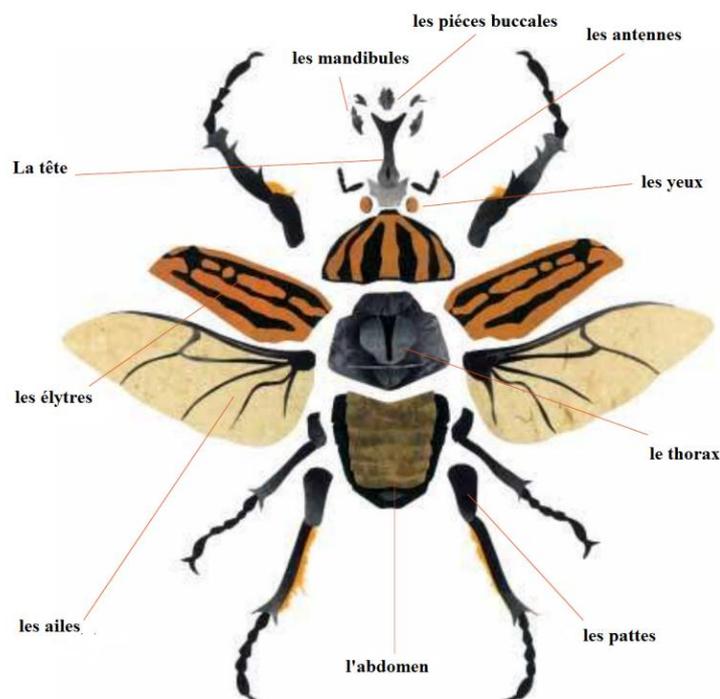
- ✓ Les mycétophages des carpophores: Les champignons du bois, dits lignicoles sont très variés et hébergent également des coléoptères saproxyliques qui leur sont plus ou moins inféodés.
- ✓ Les zoophages prédateurs : Ce sont des coléoptères prédateurs d'espèces saproxyliques, on les retrouve donc parmi ces dernières dans le bois. Ils sont généralement plus spécialisés envers le stade de décomposition du bois qu'envers un type de proie. Cela s'explique sans doute par leurs faibles capacités de forage et de déplacement à l'intérieur des différents matériaux qu'exploitent leurs proies.
- ✓ Les Polyphages : Ce sont des coléoptères qui à l'état larvaire sont aussi bien capables de se nourrir de matière végétale que d'être prédateur occasionnel de diverses larves, nymphes ou même d'imago d'insectes.

Au stade imaginal, de nombreuses espèces vivent hors du bois mort, ne se nourrissant presque pas et puisant dans les réserves de graisses stockées par la larve, ou cherchant des sources de glucides pour couvrir leurs besoins énergétiques (sève, nectars floraux) et du pollen pour la maturation des œufs. En sus de leur grande diversité taxonomique et

écologique, les Coléoptères dominent la biomasse des invertébrés saproxyliques (jusqu'à 95%) (DAJOZ, 1966).

3.2. Morphologie des Coléoptères

Les coléoptères se caractérisent par des métamorphoses complètes (Holométaboles), une morphologie caractéristique: tête, prothorax, ptérothorax, abdomen et des élytres qui protègent les ailes postérieures qui sont repliées (**Fig. 7**).



**Figure 7: Anatomie d'un coléoptère
(GROUPE NASR, 2020)**

3.3. Les principales familles de Coléoptères saproxyliques

Les principales familles de Coléoptères saproxyliques retrouvées lors de notre échantillonnage dans la forêt de Zarifet sont les suivantes :

3.2.1. Tenebrionidae

Les Tenebrionidae (Fig. 8) sont des coléoptères de taille comprise entre 2 mm et 80 mm, de forme très variée. Ils montrent un tégument le plus souvent rigide, épais, noir mat ou

luisant, de teinte sombre, coloré ou «métallique» par interférence, avec des yeux généralement grands, ovales ou ronds chez certaines sous-familles. Les antennes de 11 articles, plus rarement 10 aptères ou ailées présentent une nervation alaire du type primitif. Ils possèdent 5 sternites abdominaux, leur pattes sont souvent longues ou tout au contraire, contractées, souvent fouisseuses (BALACHOWSKY, 1962).



Figure 8 : *Akis acuminata* (Fabricius, 1787)

<https://www.galerie-insecte.org/galerie>

3.3.1. Curculionidae

La famille des Curculionidae (Fig. 9) est composée d'insectes facilement identifiables à leurs têtes prolongées en un bec allongé en rostre à l'extrémité duquel se trouvent situés les organes buccaux broyeurs (LEPESME, 1944). Cette famille a été étudiée par HOFFMAN(1954) elle compte environ 60.000 espèces; elle est divisée en 9 sous familles.



Figure 9 : *Curculiosp*

<https://www.galerie-insecte.org/galerie>

3.2.2. Carabidae

Cette famille se caractérise par les sutures notopleurales du prothorax qui sont visibles à l'extérieur, ainsi que par les nervations alaires (Fig. 10) PORTEVIN, (1929) et JANNEL (1940). Les Carabidés sont des insectes rapides, vivant généralement au niveau du sol, et sont souvent de couleur métallique.

Leurs pièces buccales sont développées et sont liées au régime alimentaire de type broyeur avec des mandibules et des maxilles de grande taille fortement dentées ou ciliées, notamment chez les espèces prédatrices (DU CHATENET, 1990).

Les caractères morphologiques pour l'identification des Carabidés sont (Fig. 9):

- ✓ Le nombre de soies au niveau de l'œil,
- ✓ La présence des points enfoncés sur les inters striés et des soies des palpes et des tarses,
- ✓ La taille des trochanters par rapport au fémur, et sur la présence de l'échancrure sur les tibias antérieurs sont des éléments à prendre en considération (PERRIER, 1927).



Figure 10: *Agonum marginatum* (Linnaeus, 1875)

<https://www.galerie-insecte.org/galerie>

3.2.3. Les Staphylinidae

Ce sont des coléoptères qui se caractérisent par au corps allongé en 3 parties (Fig.11) (tête, thorax, abdomen).

- ✓ Abdomen allongé qui se fini souvent par de petits prolongements,
- ✓ 3 paires de pattes,

- ✓ 1 paire d'antennes,
- ✓ 2 paires d'ailes : élytres (ailes coriaces caractéristiques des coléoptères) très courts recouvrant une petite partie de l'abdomen (seule la famille des Staphylinidae a cette particularité, ce qui permet de bien reconnaître les staphylins parmi les coléoptères) et 1 paire d'ailes repliées permettant le vol,
- ✓ pièces buccales de type broyeur. Certains peuvent être très grands comme le staphylin odorant (*Ocypus olens*) qui mesure 2 cm de long tandis que d'autres sont bien plus petits comme *Paederus riparius* mesurant quelques millimètres de long.
- ✓ Les larves de staphylins ne ressemblent pas à l'adulte et ont un corps allongé avec des cerques en arrière du corps et 3 paires de pattes.

Les staphylins pondent leurs œufs au printemps dans le sol. Les larves vont muer 2 à 3 fois avant de devenir une nymphe qui se transformera en adulte (AUCLERC, 2019).

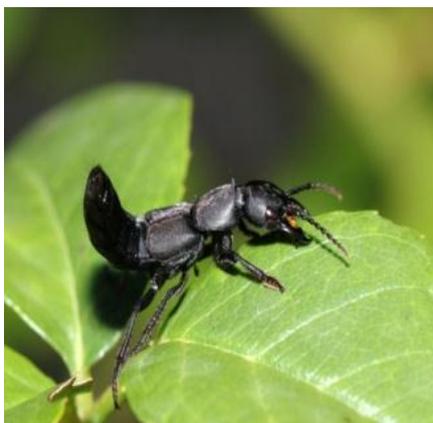


Figure 11 : *Ocypus olens* (O.F.Muller, 1764)

<https://www.galerie-insecte.org/gal>

3.2.4. Les scarabaeidae

Les scarabaeidae sont des coléoptères au corps souvent arrondi (Fig.12), en 3 parties (tête, thorax, abdomen),

- ✓ 3 paires de pattes.
- ✓ 2 antennes en forme de massue (se terminant parfois en lamelles pouvant s'ouvrir en éventail).

- ✓ 2 paires d'ailes dont une paire correspond à des élytres robustes (caractéristiques des coléoptères) qui recouvrent la deuxième paire d'ailes permettant le vol.
- ✓ Pièces buccales de type broyeur.

Les scarabées pondent leurs œufs dans le sol. Les scarabées ont un cycle de vie plus ou moins long selon des espèces (trois ans pour le hanneton commun *Melolonthamelolontha* par exemple). Les larves restent dans le sol ou dans les matières en décomposition (bois mort, compost...) durant leur développement et sortent une fois adulte (AUCLERC, 2019).

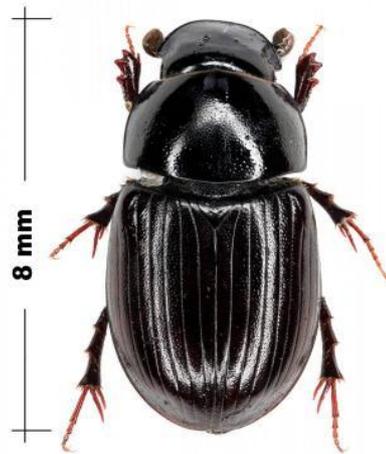


Figure 12 : *Acrossus depressus* (Kugelann, 1792)

<https://www.galerie-insecte.org/galerie>

CHAPITRE II

MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1 Choix du site d'étude

La station d'étude a été choisie au niveau de la forêt de Zarifet (fig. 14).

Le choix du site a été effectué en tenant compte de certains paramètres tels que l'altitude, la diversité du biotope et spécifiquement pour l'accessibilité du terrain d'étude.

1.2. Présentation de la zone d'étude

L'aire d'étude se situe dans la forêt de zarifet à peu près à quatre kilomètres de la ville de Tlemcen. Il est caractérisé par un relief légèrement incliné sur une pente de 10%. Les coordonnées géographiques sont entre 34°51' 09'' latitude nord et 1°21' longitude ouest (fig. 13).

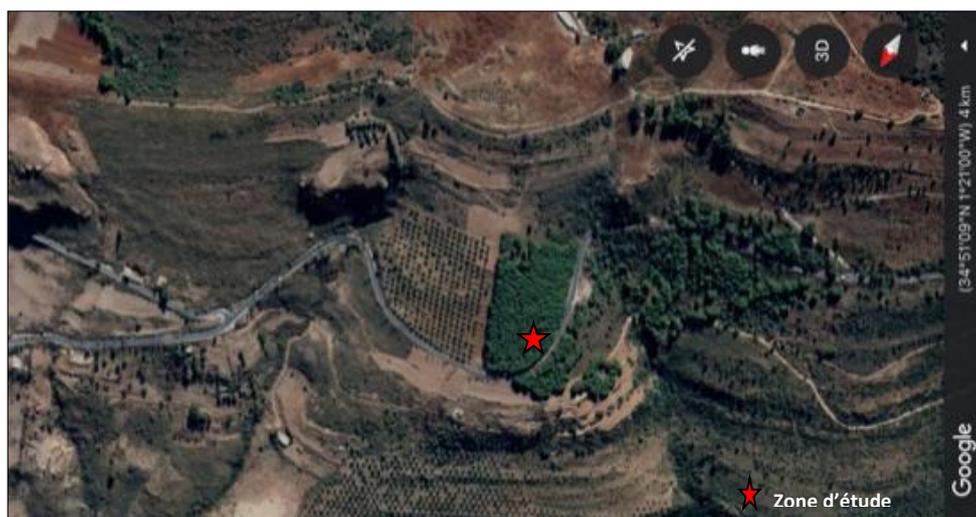


Figure13 : Situation géographique de la station d'étude



Figure 14 : photos de la station d'étude

La forêt repose sur un massif datant du jurassique supérieur constitué dans sa majorité de grès séquanien et d'alluvions quaternaires. Les sols sont en général plus ou moins profonds du type brun forestier et la strate herbacée est assez riche d'où l'existence d'une forte activité biologique.

Le massif est composé essentiellement de peuplements naturels de chêne liège (Fig. 15). On n'aperçoit que de rares traces de régénération naturelle, malgré l'existence d'un sol profond. L'importance des pressions anthropo-zoogène et l'absence de gestion adéquate sont à l'origine de cet état. Le reste du massif est occupé par des peuplements de chêne vert et de chêne zéen.

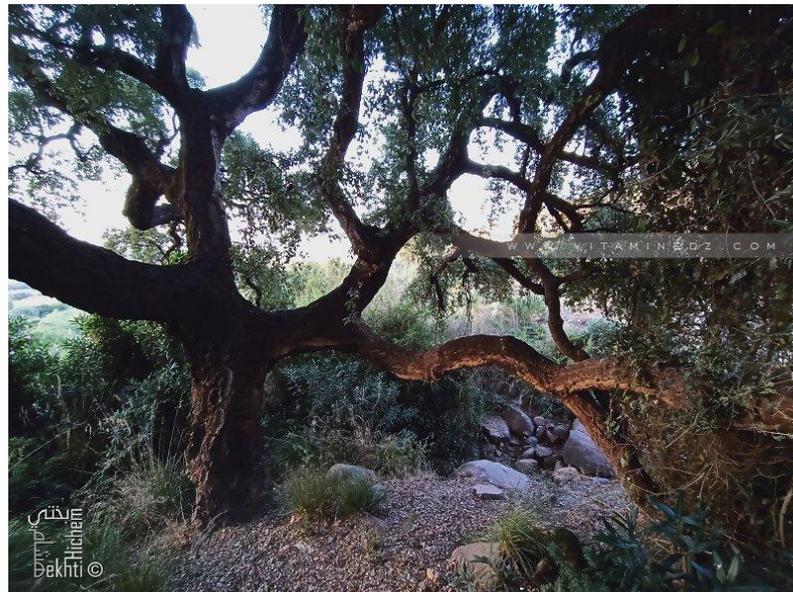


Figure 15 : Chêne liège de Zarifet

1.2.1. La dégradation de la forêt

La forêt de Zarifet est en voie de dégradation progressive, soit sous une pression Anthropique (Fig : 16, 17) récente soit à la suite d'une détérioration du climat lente mais progressive, soit à la suite des deux actions conjuguées. Toutefois nous retenons la pression humaine comme étant le levier d'une désertification, déjà existante ou naissante (GAOUAR, 1980).



Figure 16 : incendie de la forêt de Zarifet en 2013
vitaminedz.com



Figure 17 : Action Anthropique

1.2.2. Le choix de zone d'étude et de l'emplacement des pièges

Pour la réalisation de notre inventaire, nous avons décidé de focaliser notre inventaire sur une zone de forêt qui présentent de vieux peuplements arborés et une quantité assez importante de bois morts .

Tableau 6 : Calendrier des piégeages.

Sortie1	10/04/2021
Sortie2	15/04/2021
Sortie3	20/01/2021
Sortie4	25/04/2021
Sortie5	02/05/2021

1.3. Matériels utilisés et techniques de collecte

Les coléoptères saproxyliques sont récoltés de manière indirecte par piégeage à savoir :

- ❖ 10 Pièges Barber : ce sont des boîtes de conserves qu'on enterre jusqu'au bord supérieur de façon à créer un puits dans lequel les insectes terricoles vont chuter (Fig.18 a). Ces pièges sont remplis au 1/3 avec de l'eau additionnée à des détergents pour attirer les Coléoptères, les empêchant de s'échapper.
- ❖ 10 Pièges à sucre : ce sont des bouteilles d'eau minérale sur lesquelles on pratique une ouverture latérale (environ 6 x 6 cm) (Fig.18 b). Ce piège est appâté avec un mélange liquide généralement sucré puis suspendu dans un arbre.



a/pièges de Barber

b/ Pièges à sucre

Figure 18: Matériel de capture des Coléoptères utilisé sur le terrain

1.4. Tri et identification des espèces

Les individus récoltés sont répertoriés par piège et par date de prélèvement puis tous les prélèvements correspondant à un piège sont séparés. Chaque relevé est conservé séparément dans de l'eau et de l'éthanol à 70%.

Au laboratoire, les spécimens récoltés sont d'abord séparés des particules du sol et des débris végétaux.

1.5. Détermination des espèces récoltées

La détermination des coléoptères saproxyliques a été effectuée au laboratoire de recherche Valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique.

Sous la loupe binoculaire l'identification des individus a été réalisée jusqu'au rang de l'espèce si possible sinon on s'est arrêté au rang du genre et de la famille spécifiquement pour les Staphilinidae, en s'appuyant sur différentes clés de détermination (BEDEL, 1895, PERRIER 1927, PERRIER, 1932, TACHET et al, 2000, DU CHATENET, 2005).

2.1. Méthodes d'analyse de la structure des peuplements

2.1.1. Etude indicielle

Les différents indices de diversité actuellement utilisés en écologie des peuplements permettent d'étudier la structure du peuplement.

- **L'abondance**, est le nombre d'individus d'une population donnée présent par unité de surface ou de volume (RAMADE, 2003).
- **la richesse spécifique S**, est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré effectivement présentes dans le milieu prospecté et d'un moment donné (BOULINIER et al, 1998). La richesse spécifique est fréquemment utilisée comme une variable qui exprime l'état d'un système et intervient souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité (NICHOLAS *et al.*, 1998).
- **Indice H' de Shannon-Wiener** permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu et d'observer son évolution au cours du temps (DAGET, 1976 ; BLONDEL, 1979 ; LEGENDRE & LEGENDRE, 1979 ; BARBAULT, 1992). Cet indice a l'avantage de n'être subordonné à aucune hypothèse préalable sur la distribution des espèces et des individus (CHARDY & GLEMARC, 1977).

$$H' = -\sum_{i=1}^s (P_i \times \log_2 P_i) \text{ où } P_i = n_i / N$$

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 égal à $\log_2(S)$.

- **La diversité maximale** H_{max} est égale à $\log_2(S)$.
- **l'équitabilité de Pielou J'** (1966) accompagne l'indice de Shannon, appelé également indice d'équi-répartition (BLONDEL, 1979) ou de régularité (FRONTIER, 1976). Cet indice permet d'estimer la répartition des espèces au sein des relevés en évaluant la proportion des espèces dominantes et dominées. Il se calcule à partir de la valeur de H' et de la richesse spécifique S , il s'écrit :

$$J' = H' / H_{max} = H' / \log_2(S)$$

L'équitabilité J' varie de 0 à 1, elle tend vers 0, quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une ou deux espèces (une ou deux espèces dominantes), elle est de l'ordre de 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer dans notre étude les dominances potentielles entre les différents niveaux de végétation ou entre dates d'échantillonnage.

- **l'indice de Simpson D** , est essentiellement lié aux variations d'abondance entre espèces dominantes. La formule de cet indice est la suivante :

$$D = \sum N_i (N_i - 1) / (N (N - 1))$$

N_i : nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : nombre total d'individus.

La détermination des paramètres de dominance D permet d'appréhender la structure taxonomique des peuplements. La dominance est calculée à partir des abondances relatives des différents groupes taxonomiques et des rangs respectifs des principales espèces qui constituent les peuplements (GRALL & COIC, 2006).

Cet indice tend vers une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité.

CHAPITRE III

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Composition taxonomique de la faune récoltée

1.1. Liste des espèces

Pour un bilan de 100 échantillons récoltés pendant la période d'étude de mars 2021 à mai 2021, l'analyse de la composition faunistique globale a conduit à la détermination d'une collection de 167 individus appartenant à 14 espèces (Tab. 7) inégalement représentées entre cinq familles, huit sous familles et 13 genres.

Tableau 7: Liste des espèces de Coléoptères récoltés

Familles	Sous failles	Genre	Genre /Espèce
Tenebrionidae	Pimellinae	<i>Akis</i>	<i>Akisacuminata</i> (Fabricius, 1787)
Scarabaeidae	Aphodiinae	<i>Acrossus</i>	<i>Acrossusdepressus</i> (Kugelann, 1792)
	Phanaeini	<i>Coprophanaeus</i>	<i>Coprophanaeus</i> sp(D'Osofief, 1924)
Curculionidae		<i>Anisorhynchus</i>	<i>Anisorhynchus</i> sp(Schoenherr, 1842)
Staphylinidae	Staphylinini	<i>Quedius</i>	<i>Quedius</i> sp(Casey, 1915)
	Othiini	<i>Atrecus</i>	<i>Atrecus</i> sp(Jacquelin du val, 1856)
	Steninae	<i>Stenus</i>	<i>Stenus</i> sp(Latreille, 1796)
		<i>Ocypus</i>	<i>Ocypusolens</i> (O.F.Muller, 1764)
			<i>Ocypus</i> sp (O.F.Muller, 1764)
Carabidae	Harplinae	<i>Acupalpus</i>	<i>Acupalpus</i> sp (Latreille, 1829)
		<i>Agonum</i>	<i>Agonummarginatum</i> (Linnaeus, 1875)
		<i>Licinus</i>	<i>Licinus</i> sp(Latreille, 1802)
	Nebriinae	<i>Nebria</i>	<i>Nebria</i> sp(Latreille, 1802)

1.2. Analyse de la composition faunistique

Les espèces qui dominent dans le peuplement sont *Atrecus sp*(21%) suivi respectivement des représentants des Staphylinidae avec (18%); *Akisacuminata* (14%) et *Ocypusolens*(11%). *Agonummarginatum* et *Quedius*spmontrent la même abondance relative (7%) suivi de celle des *Anisorhynchus*sp (6%), d'*Acrossusdepressus* (5%) et *Ocypus*sp (3%). *Coprophanaeus*sp ; *Stenus*sp ; *Acupalpus*sp dévoilent la même abondance relative (2%) du prélèvement total.

Licinus et *Nebria* sont les plus faibles effectifs et ne sont représentés que par avec (1%) du peuplement globale (**Fig 19**).

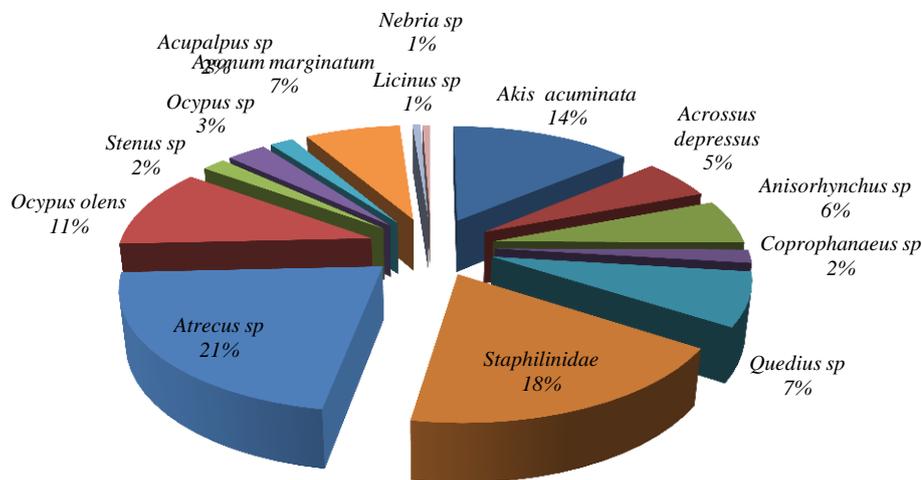


Figure 19 : Représentation graphique des abondances relatives des espèces Coléoptères, saproxyliques dans la forêt de Zarifet

Pour bien illustrer aussi les variations de cette composition faunistique nous l'avons représentée en fonction de l'importance relative du nombre d'individus en fonction des familles retrouvées dans notre peuplement (fig20).

La famille des staphilinidae prédomine aussi bien en nombre d'individus qu'en richesse spécifique et présente plus de la moitié de la faune récoltée avec 65% du peuplement global (cinq espèces).

La famille des Tenebrionidae vient en deuxième position mais elle n'est représentée que par une seule espèce.

La famille des Carabidae vient en troisième position avec 10% du peuplement, mais elle étale plus d'espèces (quatre espèces).

Les familles restantes Scarabidae et Curculionidae montrent les pourcentages les moins élevés et ne figurent que par deux à une seule espèce.

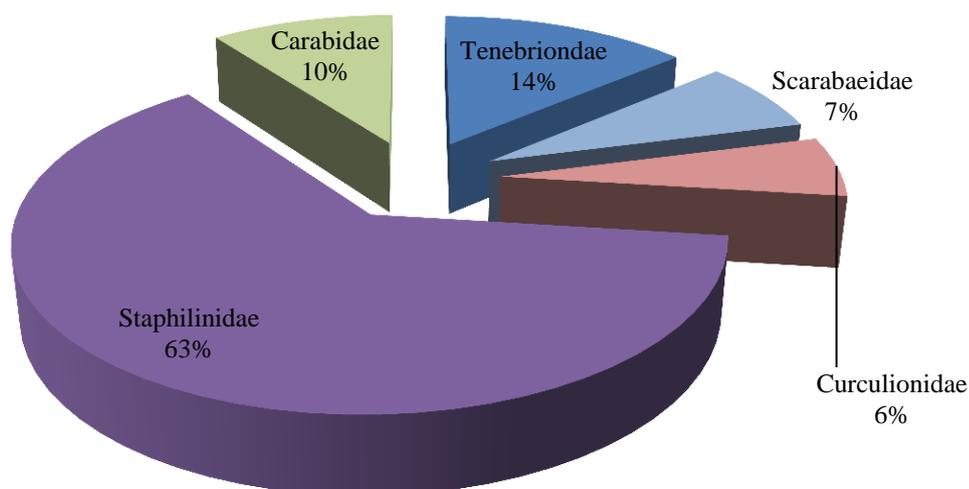


Figure 20: Représentation graphique de répartition des Coléoptères par famille.

2. Etude indicielle de la diversité spécifique

Six descripteurs ont été retenus pour la caractérisation de la structure du peuplement à savoir, la diversité de Shannon-Weiner H' , H_{max} , l'équitabilité de Pielou J' , la diversité D , (Tab.8).

Tableau 8: Les indicateurs de diversité

Indices	
Richesse spécifiques S	14
abondance	167
Shannon H' (bits)	2.23
H_{max}	3.80
Equitabilité J	0.85
L'indice de Simpson D	0.099

L'indice de Shannon-Wiener H' pour le site inventorié est de 2,23 bits et reste assez faible comparativement à H_{max} qui est égale à 3.80 bits. Cette valeur coïncide d'une part avec la densité relativement faible du peuplement pendant la période d'échantillonnage (167 individus.) (Tab .8) et une faible richesse spécifique (14 espèces) et d'autre part, par la

dominance des troisespèces de Staphilinidae : *Quediussp*, *Atrecussp*, *Stenussp*, *Ocypusolens* et *Ocypus* (Fig19).

2.1. Variation temporelle l'indice de Shannon-Wiener de la faune récoltée

La valeur de H' la plus faible a été enregistrée au cours de la sortie 1 avec 1.56 bits et augmente progressivement lors des sortie 2 (2,04 bits) et 3 (2,43 bits) pour atteindre une valeur maximale de 3.29 au cours de la sortie 4 (Fig. 21)

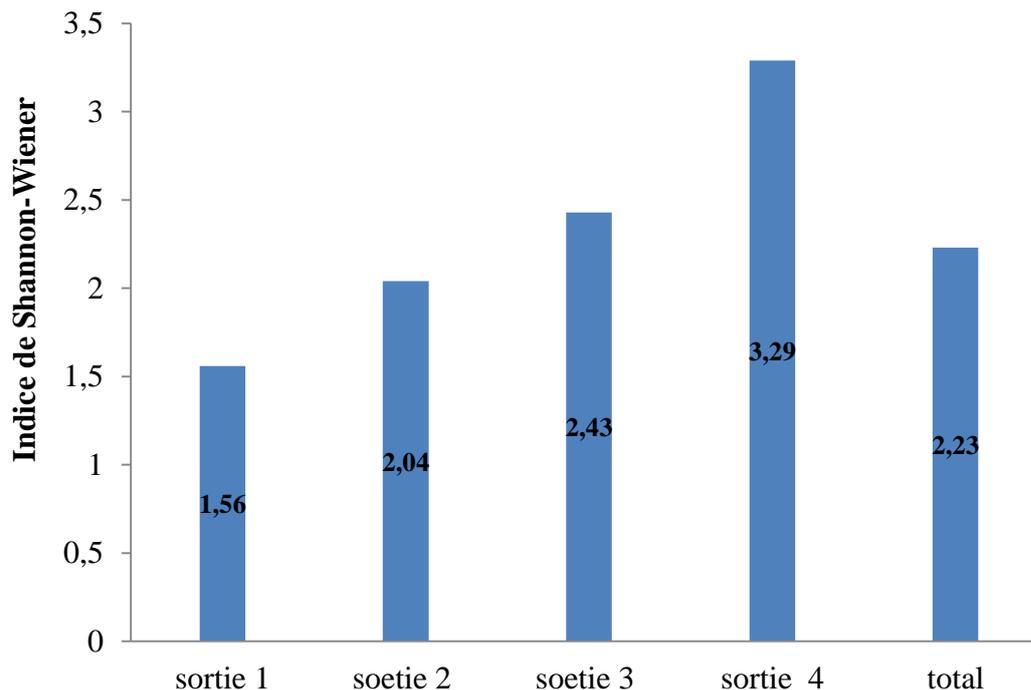


Figure 21 : Représentation graphique de la variation temporelle de l'indice de Shannon-Wiener

2.2. Variation temporelle de l'équitabilité de Piélou de la faune récoltée

L'équitabilité J' de Piélou permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. La valeur proche de 1 dans le peuplement global (0.85) confirme une équirépartition des individus dans le peuplement des coléoptères saproxylique (Fig 22).

La valeur de l'équitabilité la plus élevée est enregistrée en sortie 4 égale à 0.86, et la valeur la plus faible de 0,41 pendant la sortie 1 et ceci traduit une irrégularité du peuplement en

début de la saison printanière et la reprise de l'activité de la plupart des spécimens des coléoptères.

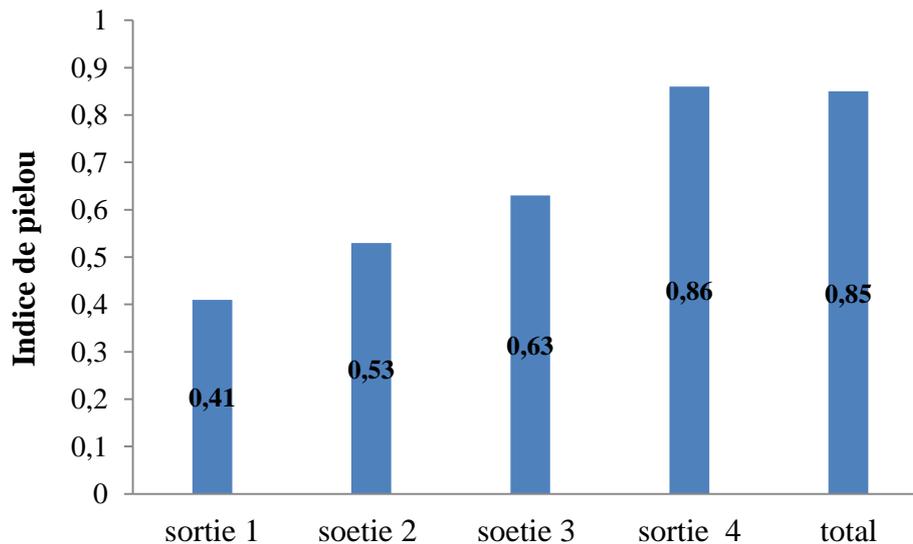


Figure 22 : Représentation graphique de la variation temporelle de l'équitabilité de Pielou

1.1. Variation temporelle de l'indice de Simpson de la faune récoltée

Cet indice tend vers une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité (Fig.23).

Les valeurs les plus élevées de l'indice de Simpson sont retrouvées respectivement en sortie 4 et 3 et baisse successivement en sortie 2 et 1 ce qui explique la réduction de la diversité en cette période de prospection sur le terrain.

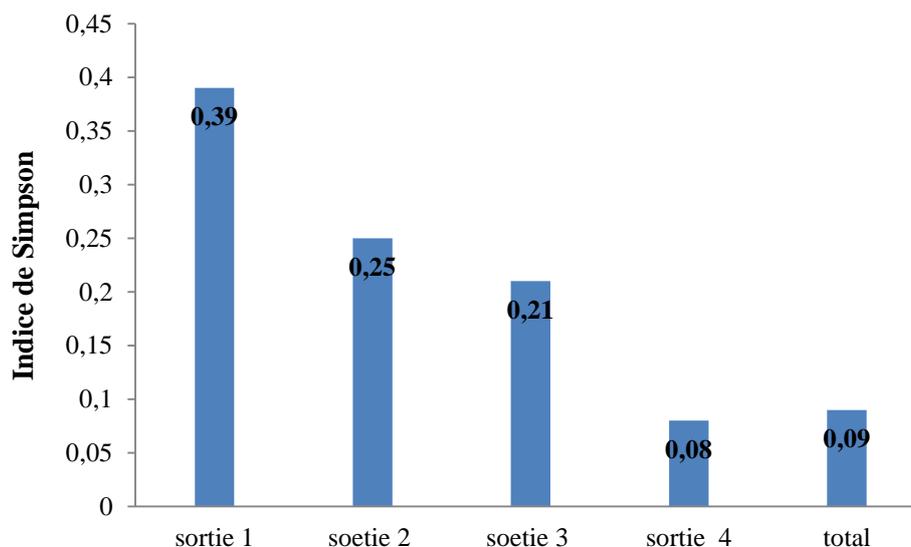


Figure 23: Représentation graphique des Variation temporelle de l'indice de Simpson

3. Analyse des groupes trophiques des peuplements

Le groupe trophique en général et en particulier les coléoptères saproxylique de la forêt de zarifet en particulier, va nous permettre de définir à la fois le rôle de ce peuplement dans la forêt et le lien trophique entre les diverses espèces au sein des peuplements (LOREAU, 1984). Bien que le spectre alimentaire des larves et des adultes soit variable, on a tenté d'attribuer à chaque groupe trophique les espèces appropriées. On a retenu ainsi quatre groupes fonctionnels (Tab.9).

Tableau9 : groupe trophique de Coléoptères récoltés

<i>Akisacuminata</i> (Fabricius, 1787)	Prédateur
<i>Acrossusdepressus</i> (Kugelann, 1792)	Coprophage
<i>Coprophanæussp</i> (D'Osouffieff, 1924)	Copro-nécrophage
<i>Anisorhynchussp</i> (Schoenherr, 1842)	Phytophage
<i>Quediussp</i> (Casey, 1915)	Prédateur
<i>Atrecussp</i> (Jacquelin du val, 1856)	Prédateur
<i>Stenussp</i> (Latreille, 1796)	Prédateur
<i>Ocypusolens</i> (O.F.Muller, 1764)	Prédateur
<i>Ocypussp</i> (O.F.Muller, 1764)	Prédateur
<i>Acupalpusp</i> (Latreille, 1829)	Prédateur
<i>Agonummarginatum</i> (Linnaeus, 1875)	Prédateur
<i>Licinussp</i> (Latreille, 1802)	Prédateur
<i>Nebriasp</i> (Latreille, 1802)	Prédateur

3.1. Analyse des groupes trophiques

Pour bien illustrer les liens trophiques, nous avons pris en considération deux paramètres : l'abondance et le nombre d'espèces dans chaque groupe trophique (Tab 10)

Groupe trophique	Abondance	Nombre d'espèces
Prédateurs	145	10
Phytophages	10	1
Nécrophages	3	1
Coprophages	9	1

Les espèces ont été classées en groupes trophiques : le groupe qui domine dans le peuplement est le groupe des prédateur avec 87% du peuplement global, suivi successivement par les phytophages (6%), des coprophages (5%) et des nécrophages (2%)(Fig. 24).

Dans la station de zarifet les coléoptères prédateurs sont représentés par trois familles les Staphilinidae (63%); Carabidae (10%) et les Tenebrionidae (14%) du peuplement global. suivi par les phytophages qui figurent par la famille des Curculionidae (6%). Les coprophages sont évoqués par la famille des Scarabaeidae (*Acrossusdepressus*5%) et en derniers les nécrophages sont symbolisés par la famille des Scarabaeidae (2%).

Les proportions exprimées en pourcentage, de chaque groupe sont fournies aussi bien en nombre d'individus qu'en richesse spécifique (Fig.24). Le peuplement global récolté de 167 individus affiche une nette dominance des prédateurs en nombre (145ind.) et en espèces (10); suivis par les phytophages avec 10 individus et 1 espèces. Les nécrophages et les coprophages dévoilent seulement une espèce et avec respectivement trois et neuf individus.

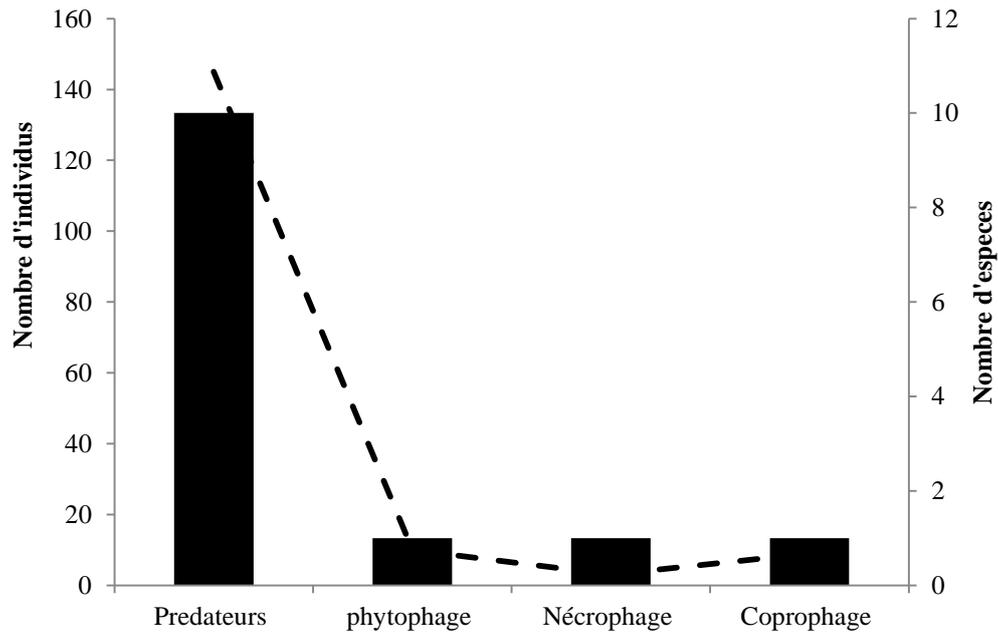


Figure 24 : Fluctuation de l'abondance et de la richesse spécifique des groupes trophiques dans la forêt de zarifet

1.1. Variation de la richesse spécifique des Coléoptères saproxylique en fonction de qualité de bois

Les espèces qui dominent dans le matériel ligneux vivant sont *Atrecus sp* (19 individus) ; 12 Staphylinidae, 12 *Quedius sp* ; 16 *Akisacuminata* et une seule espèce du genre *Nebria*.

Comparativement aux espèces du bois mort on remarque l'absence de *Quedius sp* ; *Nebria sp* ; *Acupalpus sp* ; *Stenus sp*. Les Staphylinidae dominent avec 19 individus suivi des *Atrecus sp* (17.ind), *d'Ocypus olens* (13.ind) et d'*Agonum marginatum* (7. ind). *Coprophanaeusn sp* ne figure qu'avec un individu (Fig25).

La figure 26 montre l'importance des prédateurs dans les types de bois (ligneux vivant ligneux mort). Ce sont en général des coléoptères prédateurs zoophages d'espèces saproxyliques, on les retrouve donc parmi les deux types de bois.

Une seule espèce *Licinus sp* semble spécifique au bois mort et donc est considérée comme xylophile secondaire.

Trois espèces sont typique du bois vivant *Stenus sp*, *Quedius sp* et *Nebria sp* et semble être d'important prédateurs de spécimens défoliateurs du bois.

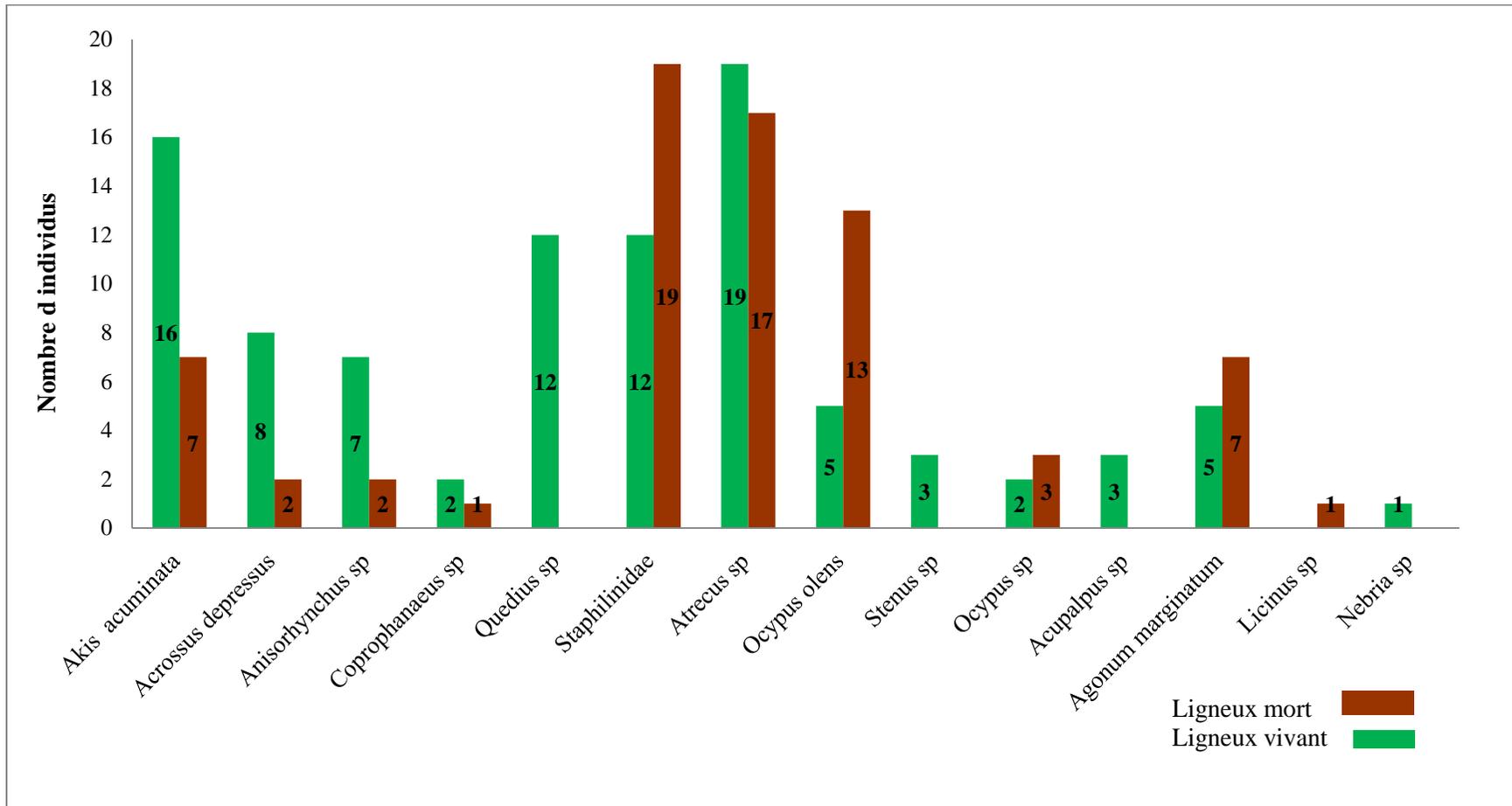


Figure n°25 : l'abondance des Coléoptères dans le matériel ligneux vivant et ligneux mort

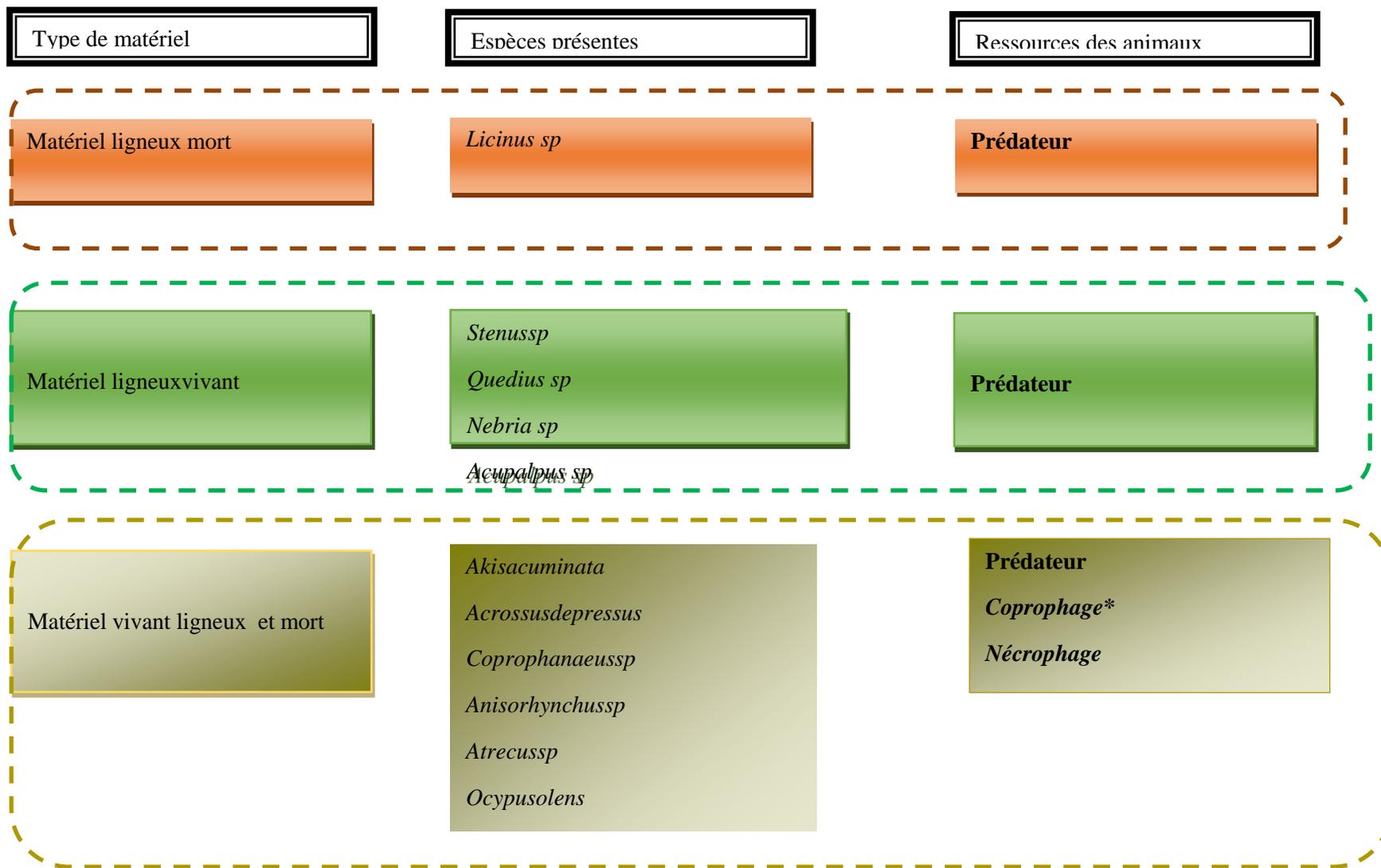


Figure n°26 : organisation générale des coléoptères saproxyliques dans le bois de la forêt de Zarifet

4. Discussion

Les Coléoptères sont les insectes les plus abondants avec plus de 300.000 espèces FLOAT et al. (1990), AUBERT (1999) et KROMP(1999). La famille des Carabidés compte plus de 40 000 espèces pour la plupart tropicales et vivant généralement sur le sol. (GAUMON, 2021).

Les coléoptères saproxyliques forment un groupe d'espèces qui, par définition, sont donc intimement liés aux écosystèmes forestiers. En effet, ils dépendent directement à un ou plusieurs stades de leur vie de bois mort ou mourant. Ils sont d'une importance majeure tant par le nombre d'espèce que par le nombre d'individus dans le recyclage par décomposition du bois.

Les coléoptères saproxyliques sont donc d'excellents bioindicateurs de la qualité des forêts. De par leurs exigences écologiques, ils sont le strict reflet de l'état de santé écologique d'une forêt. Grâce à un simple constat de présence absence et en fonction du nombre d'espèces rencontrées, on peut donc caractériser la qualité et la naturalité des massifs forestiers (CALMONT, 2016).. Les coléoptères saproxyliques forment une part importante de la biodiversité des forêts (cycle biogéochimique de dégradation de matière organique : bois mort) par exemple les staphylins ont un potentiel élevé de régulation des nuisibles(Fig.27).

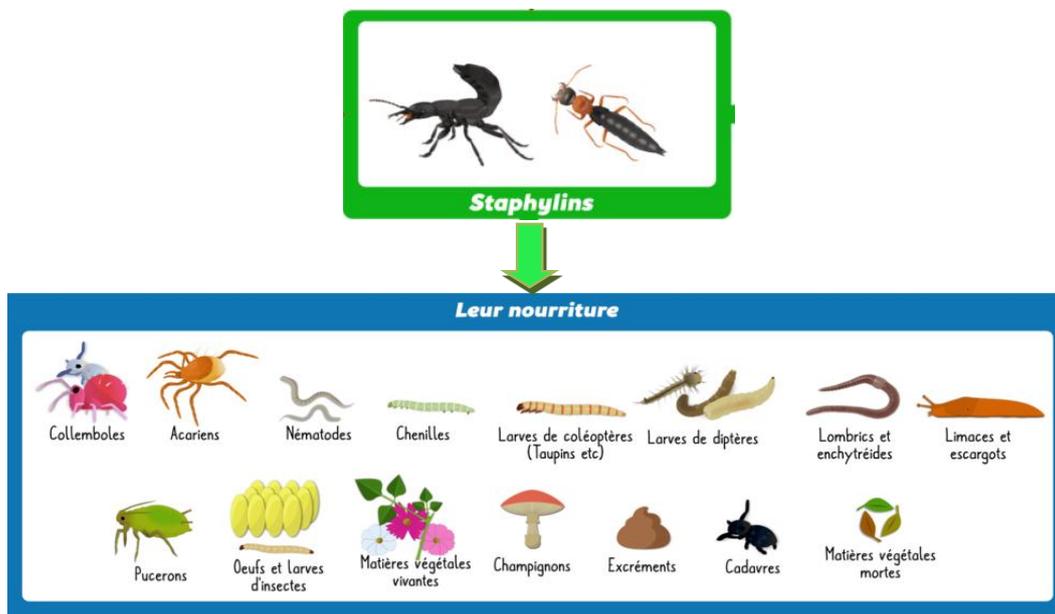


Figure 1:la nourriture des Staphylins

<https://chezleperemagraine.com/blog/>

Les suivis de la faune effectués au cours de la période allant du mois d'avril à mai 2021 a permis une collecte de 167 individus répartie en 14 espèces et ceci est faible par rapport à celle retrouvée par MERAD en 2016 pour six mois de prospection avec 57 taxons (367.ind) et ; de celle de MEZIANE en 2017 avec 52 espèces (4079.ind) pour une période allant de septembre 2014 à juin 2015 .

Chez les coléoptères, on trouve des prédateurs dans de nombreuses familles comme Les carabiques et les staphylins. La famille des Carabidae sont des prédateurs efficaces contre les larves de doryphores et les nymphes de charançons. Certains consomment des œufs de limaces comme *Anchomenus dorsalis* (PONTOPPIDAN, 1763).

Les larves et les adultes des staphylinidae consomment soit des limaces (ravageurs souterrains), soit des petites espèces qui se nourrissent d'acariens phytophages ou d'œufs de diptères. Ils peuvent être des parasites au stade larvaire de larves de diptères (CHAMONT, 2020). Les staphylins s'attaquent à n'importe quelle proie, morte ou vivante, mais d'autres espèces sont plus spécialisées (ARAGÓN, 2021). Ces derniers sont assez bien représentés dans notre inventaire et qui éventuellement confirme la bonne régulation des espèces nuisibles dans la forêt de Zarifet.

Nombreux sont les Coléoptères qui, à l'état adulte, se comportent en défoliateurs, mais les espèces qui s'attaquent aux plantes sauvages ou aux feuilles des arbres n'ont guère d'importance économique. Ce sont surtout les Chrysomélidés qui se nourrissent de feuilles pendant toute leur existence ; parmi elles, *Anisorhynchus sp.*

Les Coléoptères Scarabeoidea « Laparosticti » regroupent ici différentes familles dont les représentants sont soit coprophages et/ou saprophages. Tous ont un cycle de vie étroitement lié aux excréments ou aux déchets d'origine animale (GRETIA ,2009).

Coproghanaeus sp est une espèce qui vole à l'aube et au crépuscule, en sous-bois, à proximité du sol. Ce Scarabée copro-nécrophage présente un régime alimentaire généraliste, essentiellement nécrophage (poissons, serpents, fruits de mer, oiseaux notamment) mais aussi régulièrement capturé avec des excréments humains. Les adultes enfouissent de la matière directement sous l'excrément ou le cadavre, pour pondre puis assurer le développement des larves (TOUROULT ,2017).

Tous les coléoptères saproxyliques n'occupent par ailleurs pas les mêmes milieux au sein des arbres : sous les écorces des bois cariés, dans les cavités, dans les souches, dans les carpophores (champignons), d'arbres plus ou moins gros et vieux, sur pied, cassés, au sol...

Une première classification des organismes saproxyliques fait intervenir le régime trophique. Après vérification du type de régime alimentaire en fonction de niveau ou été retrouver les spécimens c'est-à-dire ligne vivant est mort. Nous avons recensé neuf espèces qui semblent être indifférent au type de matériel auquel ou elles sont inféodé; par contre une espèce *Licinus sp*, grand prédateur de parasites semble être plus spécifique aux ligneux mort. Les représentants de cette espèce sont capables d'exploiter directement la cellulose des bois en raison d'une activité cellulasique adaptée, ou d'espèces qui bénéficient d'une dégradation préalable du matériau par d'autres organismes (CALMONT, 2015). Trois espèces sont typiques du bois vivants ces dernières s'avèrent être plus spécialisés envers le type de proie qu'envers le stade de décomposition du bois. Cela s'explique sans doute par leurs faibles capacités de forage et de déplacement à l'intérieur des différents matériaux qu'exploitent leurs proies(CALMONT, 2015).

CONCLUSION

CONCLUSION

La forêt Zarifet (Tlemcen Algérie) est une forêt naturelle caractérisée par trois groupements végétaux à base de chêne liège, chêne vert et chêne zeen et possède un sol brun et rouge fersiallitique et mosaïque dolomie.

L'inventaire des coléoptères effectué au niveau une seule station d'étude montre l'importance des coléoptères saproxyliques au niveau de notre station.

L'analyse de la composition faunistique globale de la forêt a conduit à la détermination d'une collection de 167 individus appartenant à 14 espèces inégalement représentées entre cinq familles, huit sous familles et 13 genres. Pour un bilan de 100 échantillons récoltés pendant la période d'étude allant d'avril à mai 2021.

Le nombre d'individus total des coléoptères oscille par la qualité de bois (ligneux mort et ligneux vivant). Dans cette communauté les Carabidae et les staphilinidae dominant aussi bien en nombre d'individus qu'en richesse spécifique dans la forêt.

Les valeurs de H et Hmax sont très importantes au niveau de la forêt ceci est en relation avec la diversité Coléoptères. L'indice de Shannon-Wiener révèle une diversité relativement faible. L'évolution temporelle de l'équitabilité J' de Piélou varie entre 0.41 et 0.86 traduit une irrégularité du peuplement en début de la saison printanière et la reprise de l'activité de la plupart des spécimens des coléoptères. Les valeurs de l'équitabilité de Simpson D tend vers 0 (varie entre 0.09 à 0.39) pour indiquer le maximum de diversité.

Sur le plan trophique la majorité des taxons récoltés étant des staphilinidae et des Carabidae prédateurs. Ces espèces se nourrissent essentiellement de larves de différents insectes et parasites. ; Les Coléoptères saproxyliques participent au bon fonctionnement des écosystèmes grâce à leur rôle important :

- ✓ La décomposition, la transformation (accélérer les processus de décomposition du bois mort et donc le cycle énergétique et nutritif) ;
- ✓ Le recyclage naturel du bois le recyclage des matières organiques gage de la fertilité des sols
 - ✓ La pollinisation assurée par les adultes de nombreux coléoptères.

Ce travail est loin d'être achevé, l'inventaire des coléoptères saproxyliques doit impérativement continuer dans les différentes formations forestières en Algérie si l'on veut connaître les exigences de chaque espèce vis-à-vis du matériel ligneux afin de protéger notre patrimoine forestier.

CONCLUSION

Notre perspective est donc d'élargir les recherches sur d'autres forêts. Les recherches en perspective devraient se concrétiser par plusieurs axes menés à court et moyen termes correspondants essentiellement à :

- la réalisation d'une collection de référence des coléoptères saproxyliques d'Algérie ;
- la détermination du rôle essentiel de cette faune dans la bonne gestion de l'écosystème forestier.

BIBLIOGRAPHIE

Liste bibliographique

1. ABDELHAMID, D ; MARNICHE F, A ; BENFEKIH, L ; BENADJROUD, N ; & MOUNA, M. (2017).- l'importance des coléoptères sylvatiques associé au cèdre de l'Atlas au niveau du parc national de Theniet El Had. *Revue scientifique* 2507-7627
2. ABERKANE, F.(2014). -Diversité altitudinale des Carabidae (Insecta, Coleoptera) dans la région de Tikjda. Ecole nationale supérieure Agronomique-EL Harach-Alger.16p.
3. ALEXANDER K, N. A. (2008).- Treebiology and saproxyliccoleoptera: issues of definitions and conservation language. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)*, 63, p.1-7.
4. ANDRE, J.(1997). -La phase hétérotrophe du cycle sylvigénétique. *Dossiers de l'environnement, INRA* 15: 87-99.
5. ANONYME. (2013).- Inventaires naturalistes préalables à la révision d'aménagement forestier en Forêt Régionale de Rosny (78) - Inventaires des coléoptères saproxyliques - Novembre 2013.21.22p.
6. ARAGÓN, S. (2021). -« CARABE », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 25 juin 2021. URL : <https://www.universal>.
7. AUBERT, L. (1999).- Atlas des coléoptères de France. Tome I. Edition Boubée, Paris, 232 p.
8. AUBERT, L. (1999).- Atlas des coléoptères de France. Tome I. Edition Boubée, Paris, 232 p.
9. AUCLERC, A.-(2019)-Staphylins. Université de Lorraine / ENSAIA .disponible sur : <http://ephytia.inra.fr/fr/C/25140/jardibiodiv-Staphylins>. Dernière modification : 05/08/2019.
10. AUCLERC.A,(2020).- Scarabées. Université de Lorraine / ENSAIA. Disponible sur :<http://ephytia.inra.fr/fr/C/25137/jardibiodiv-Scarabees>. Dernière modification : 13/07/2020.
11. BABALI, B & KREUTZ, (2013).-Découverte d'un nouvel Hybride dans la région de Tlemcen (NW-ALGERIE): ANACAMPTIS × GENNARII NOTHOSUBSP. REBBASII (=PAPILIONACEA SUBSP. GRANDIFLORA × A. MORIO SUBSP. TLEMCCENENSIS)”
12. BAGNOULS, F e& GAUSSEN, H (1957). -Les climats biologiques et leur classification. In: *Annales de Géographie*. t. 66, n°355. Pp : 193-220
13. BALACHOWSKY, A. S. (1962). - Entomologie appliquée à l'agriculture.Ed. Masson et cie, paris, Tome I, pp .378-392.

Liste bibliographique

14. BARBAULT, T. R. (1992).- Ecologie des peuplements : structure, dynamique et évolution. Masson ed., Paris, 273p.
15. BEDEL, L. (1895).- Catalogue raisonné des coléoptères du Nord de l'Afrique (Maroc)
16. BELHADID, Z., CHAKALI G., HADDAR et M. et BOUGHRARA, L. (2013)- Distribution des caraboidea dans différents peuplements forestiers du parc national de chréa, algérie. Lebanese Science Journal, Vol. 14, No. 2, 2013
17. BENABADJI & BOUAZZA (2000)- Quelques Modifications Climatiques Intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale). Rev. Energ. Ren. Vol.3.pp :117-125.
18. BENABADJI et BOUAZZA. (2000).- Quelques Modifications Climatiques Intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale). Rev. Energ. Ren. Vol.3.pp :117- 125.
19. BENSID, M. N (2017).- Le suivi de reproduction du Geai des chênes (*Garrulus glandarius*) au niveau de la chênaie de Zarifet Tlemcen. Contrôle des effectifs des espèces de la famille des Corvidae, Mémoire de Master, Université de Tlemcen, p 10
20. BONDEL, J. (1979). -Biogéographie et écologie. Masson ed. Paris. 173p.
21. BOUCARD, DANIEL (1981). - Utilisation de pièges Barber dans l'étude des Carabides forestiers sur un transect GrandMarais - Chasseral Autor(en): Objekttyp: Article Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâtoise des Sciences Naturelles Band (Jahr): 104
22. BOUDY, P(1955) – Economie forestière Nord-Africaine, description forestière de l'Algérie et de la Tunisie, Ed, Larose, Paris, 686p.
23. BOUGET, C & BRUSTEL, H. (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, Office National des Forêts, France, 144 p.
24. BOUGET, C ; BRUSTEL, H. & NAGELEISENN, L.(2005). -Nomenclature des groupes écologiques d'insectes liés au bois : synthèse et mise au point. Comptes-Rendus Académie Sciences - Biologies 328, 936- 948.
25. BOUHRAOUA, R. (2002).- *Contribution à l'étude de l'entomofaune du genre Quercus*, thèse de doctorat d'État, Université de Tlemcen.

Liste bibliographique

26. BOUHRAOUA, R. (2003).- Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'Ouest algérien: Etude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse Doctorat d'Etat. Univ. Tlemcen.
27. BOULINIEUR, T ; NICHOLAS, J.D et al (1998).- Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability.
28. BOUMAZA, H. B. (2012). -Vers une gestion durable des ressources en eau du parc national de Tlemcen, mémoire de magister en Hydraulique, Adjim. F. (dir), Université Tlemcen.
29. BOURLIERE, F., (1950).-Esquisse écologique in GRASS.
30. BRUSTEL, H. (2002). - Coléoptères saproxyliques et valeur biologique du massif des Maures. Bioévaluation pour la conservation, Ecole Supérieure d'Agriculture de Purpan (ESAP), 75, voie du T.O.E.C., 31076 Toulouse cedex 3. 37 p.
31. BRUSTEL, H. (2004). - Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises. Perspectives pour la conservation du patrimoine naturel. Thèse de l'institut national polytechnique, Toulouse. Les dossiers forestiers n°13 : 297 p.
32. CAILLOL, H. (1935).- Les xylophages provençaux. Bulletin « Le Chêne », 40 (3-4) : 193 - 209
33. CALMONT, B. (2012). - Etude des Coléoptères saproxyliques de la vallée du Fossat, commune de Job (63). Etude financée par le Conseil général du Puy-de-Dôme, réalisée par la société d'Histoire Naturelle Alcide d'Orbigny, pour le compte du Conservatoire des espaces naturels d'Auvergne et du Parc naturel régional Livradois-Forez. Etude réalisée par la Société d'Histoire naturelle ALCIDE-D'ORBIGNY (S.H.N.A.O). 144 p.
34. CALMONT, B. (2016).-les coléoptères saproxyliques, v 30-11-2016 Retrouvez l'ensemble des contributions sur http://cbnmc.fr/forets_anciennes
35. CALMONT, B.(2015).-Inventaire des coléoptères sur le site Crussol-Soyons (07). Rapport final septembre 2015. Étude réalisée par la Société d'Histoire naturelle ALCIDE-D'ORBIGNY
36. CHAÂBANE, A. (1993).-Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie: Typologie, Syntaxonomie et éléments d'aménagement. Th. Doct. Èssciences en Ecologie. Uni. Aix-Marseille III. 205 p + annexes.
37. CHAMONT, S. (2020).-Autres coléoptères prédateurs. Dernière modification : 08/10/2020.disponible sur :<http://ephytia.inra.fr/fr/C/22500/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Autres-coleopteres-predateurs>

Liste bibliographique

38. CHARDY, P. & GLEMARC, M. (1977).- Evolution dans le temps des peuplements de sableensvasés en baie de Concarneau (Bretagne) ; in KEEGAN B.F., P.O. CEIDIGH, P.J.S. BOADEN (eds.): Biology of benthicorganisms. PergamonPress., New York : 165-172.
39. DAGET, J. (1976).- Les modèles mathématiques en Ecologie. Masson ed. Paris : 172p.
40. DAHMANI &MEGREROUCHE. (1997). - Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie, phyto-écologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Es. Sci. Univ. Houari Boumediène. Alger. 383p
41. DALY, H.V., DOYEN, J.T. & PURCELL, A.H. (1998).- Introduction to InsectBiology and Diversity. Oxford : Oxford UniversityPress.
42. DE LVA R E, G. &AB E R L E N C, H.P. (1989). - Les Insectes d'Afrique et d'Amérique Tropicale. - Clés pour la reconnaissance des Familles. C.I.R.A.D., Prifas, Acridologie opérationnelle - Ecoforc e i n t e r n a t i o n a l e, 298 p.
43. DJAJOZ, R. (1966). Ecologie et biologie des Coléoptères xylophages de la hêtraie. I. Vie et Milieu 17, 531-636
44. DJAJOZ, R. (1975).- Précis d'Ecologie. Ed. Bordas, Paris, 550p
45. DU CHATENET, G. (1990).- Guide des Coléoptères d'Europe, Ed.Delachaux et Nieslé, Paris, 479 p.
46. DU CHATENET, G. (2005).-Coléoptères d'Europe, Carabes, Carabiques et Dytiques. Tome 1. Adephaga. N.A.P. éditions.1-359p.
47. ELZINGA, R. J. (1978) .- Fundamentals of Entomology. (Fourth Edition), Prentice-Hall, New Jersey, 475 p. EYRE, M. D., 1994 - Invertebrates in monitoring environmentalquality and change. British Journal of Entomology and Natural History, 7 (Supp. 1) : 27 - 35.
48. EMBERGER, L. (1955).- Une classification biogéographique des climats .Rech .Trav .Lov. Géol.Bot .Zool.Fax .Sci .Montpellier, 47p.
49. EMBORG , J ; CHRIETENSEN ,M &HEILMANN-CLAUSEN,J. (2000).- The structural dynamics of SuserupSkov, a near-natural temperatedeciduousforest in Denmark. Forest Ecology and Management 126: 173-189.
50. FLOATE, K.D; DOANE, J. F; & GILLOTT, C. (1990).-Carabidpredators of the weatmidge (Diptera- Cecidomyiidae) in Saskatchewan. Environ. Entomol. 19: 1503-1511.

Liste bibliographique

51. FRONTIER, S. (1976).-Utilisation des diagrammes rangs-fréquence dans l'analyse des écosystèmes. J. Rech. Océanogr., 1 (3) : 35-48.
52. GAOUAR, A. (1980)- Hypothèse et réflexion sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen. Revue Forêt méditerranéenne, Tome 2: 131-146.
53. GAUMONT, R.(2021).- « COLÉOPTÈRES », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 25 juin 2021. URL : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/coleopteres/>
54. GRALL, J & COIC, N. (2006).- Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Institut Universitaire Européen de la Mer – Université de Bretagne Occidentale Laboratoire des sciences de l'Environnement MARin p22.
55. GREZIA.(2009).- Coléoptères Scarabaeoidea « Laparosticti », Invertébrés continentaux des Pays de la Loire .146 p.
56. GROUPE NASR. (2020).-Faunistique insectes coléoptères.Univ Hassan.Biologie Animale
57. GUELLIL, M. (2013).- Composition et structure des oiseaux fréquentant les deux stations de la wilaya de Tlemcen (pinède de Lala Seti, chênaie de Hafir) durant la période de reproduction 2013 et étude de la variation de la densité des espèces de Columbides, mém, univ, Tlemcen, p94.
58. GUTOWSKI, J. M.(1988) .- The role of Cerambycidae and Buprestidae (Coleoptera) in forestecosystems and someremarks on their economic significance. IVth symposium on the protection of forestecosystems, Warsaw Agricultural University SGGW-AR. : 165 – 175
59. HAFFAF, S(2011). - Contribution a l'étude de l'entomofaune du chêne liège dans la forêt de Zarifet, mém, univ, Tlemcen, p47.
60. HAMMOND, P. M. (1992).- Species inventory. In: Groom bridge B. (Ed.), Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources. Chapman ., Hall, Londres, pp. 17-39
61. HIBA.D & YASMINE.A et al(2016).- Inventaire des Coléoptères des subéraies du Nord-Est Algérien. Turkish Journal of Forestry 2016, 17(Special Issue): 11-17
62. HOFFMAN A. (1945).- Facteurs favorables au développement des insectes. Ed. AFNORE.T.F.C., Paris, pp. 83-97.
63. HUTCHINSON in FRONTIER, S & PICHOD-VIALE, D. (1998)- Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution, Dunod, Paris, 445 p

Liste bibliographique

64. JEANNEL, R. (1940). Faune de France Coléoptères Carabiques 2^{ème} part. Ed. Le chevalier et fils, Paris, T.II., 571 -1173p
65. JONSSON, N ; MENDEZ, M & RANIUS, T. (2004).- Nutrient richness of woodmould tree hollows with the Scarabaeid beetle *Osmoderma eremita*. *Animal Biodiversity and Conservation*, 27 (2), 79-82
66. KAZI TANI, L. (1996) .- Esquisse pédologique des zones à vocation forestière : Monts des Trara et monts de Tlemcen. Mémoire Ing. For: Inst. Foresterie Univ. Tlemcen. 68 p ;
67. KROMP, B. (1999). – Carabid beetles in Sustainable agriculture: A review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agric. Ecosystem. Environ.* 74: 187- 228.
68. LEGENDRE, L . & LEGENDRE, P. (1979).- *Ecologie numérique. I. Le traitement multiple des données écologiques : II. La structure des données écologiques.* Masson ed. Masson ed. Paris : 197p et 247p.
69. LEPESME, P. (1944) - Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed. P. Le chevalier, Paris, pp. 61 - 67.
70. LETREUCH, B. N. (2002). - Compréhension du processus de dégradation de la subéraie de Tlemcen et possibilités d'installation d'une réserve forestière. Thèse de Magistère. Univ. Tlemcen. Algérie; 205 P
71. LETREUCH, B.N. (1991).- Les reboisements en Algérie et leur perspective d'avenir. Vol. I. OPU, Alger. 294 p
72. LOREAU, M. (1984).- Les niches écologiques des Carabidae en milieu forestier. Composante trophique et organisation générale des niches. *Bulletin de la classe des sciences 5^o série. Tome LXX: 480-525p.*
73. MARTINEZ, M (2013).- Importance économique et agronomique. Disponible sur : <http://ephytia.inra.fr/fr/C/7561/Info-Insectes-Importance-economique-et-agronomique>
74. MEDIOUNI , K. (2000). - Elaboration d'un bilan et d'une stratégie nationale de développement durable de la diversité biologique. Tome 2 : organisation et potentialité de la diversité biologique Algérienne. Pp : 162-225. 49.
75. MERAD-BOUDIA, S. (2016).- Etude préliminaire des Coléoptères de la forêt de Zariffet (Wilaya de Tlemcen)._Thèse Master Ecologie & En virennement.
76. MERIGUET, B & ZAGATTI, P. (2001).- Inventaire Entomologique sur l'Aqueduc de la Dhuy de Carnetin à Courtry (Seine et Marne). Technical Report · January 2000.

Liste bibliographique

77. MEZIANE, B.(2017).- Les coléoptères saproxyliques des Monts d'Ouarsenis (Nord-Ouest Algérien) : cas du Parc National de Theniet El Had. Thèse Master. Université de Tlemcen.132.
78. NAGELEISEN, L.M. ; BOUGET, C. &COORD. (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 » (Inv.Ent.For.). Les Dossiers Forestiers n°19, Office National des Forêts, 144 p
79. NICHOLAS, J.D;SAUER, J.R; HINES, J.E; POLLOCK, K.H. & BOULUNIERT . (1998).-Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. *Ecologie* 73 (3) the Ecological Society of America: 1018.
80. ODEGAARD, F. (2000).- How many species of arthropods? Erwin's estimator revised. *Biological Journal of the Linnean Society*, 71 : 583-597
81. ODUM E, P. (1976).- *Ecologie*. HRW, Montréal, 254 p. Odum E.P. 1989. *Ecology and endangered life-support systems*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, 283 p.
82. OZENDA, P., (1977).-Flore du Sahara 2ème Edit.du C.N.R.S. Paris. 625p : 191.paris. 477p
83. P.N.T, (2003). - Plan de gestion (2001-2005) rapport de ministère de l'agriculture et du développement rural (M.A.D.R.).
84. PAULIAN, R. & BARAUD, J. (1982) - Faune des Coléoptères de France II : Lucanoidea et Scarabaeoidea. *Encyclopédie Entomologique XLIII*, Lechevalier, Paris, 473 p.
85. PERRIER, P. (1927).- Faune de la France illustrée. Coléoptères. Ed. Delagrave, Paris, 192p.
86. PERRIER, R. (1927).- La faune de France illustrée. Tome 5. Coléoptères. Edition Delgrave. Paris. T.V.1ere partie. 192 p.
87. PERRIER, R. (1932).- La faune de France illustrée. Tome 6. Coléoptères. Edition Delgrave. Paris. T.V.2ème partie. 230 p.
88. PONTOPPIDAN. (1763).- *Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan, 1763) = *platynus Dorsalis*.
89. PORTEVIN, G. (1929).- Histoire naturelle des Coléoptères de France. Ed Lechevalier, Paris, T.I, 649p.
90. QUEZEL, P. & MEDAIL, F. (2003). -Que faut-il entendre par "forêts méditerranéennes". *Forêt Méditerranéenne*. T. XXIV. N°1. pp:11-30

Liste bibliographique

91. QUEZEL, P. (1991).- Structures de végétation et flore en Afrique du Nord: Leurs incidences sur les problèmes de conservation. In Rejdali M et Heywood H.V. Edi consevation des ressources végétales. Rabat. Actes éditions. Inst agro. Et vété. Hassan. II. Pp : 19-32(13p).
92. RAMADE, F. (2003). - Elément d'écologie. Ecologie fondamentale.3 éme édition. Dunod. Paris. Rapport bibliographique. Ecole doctorale Vie-Agro-Santé Université de Rennes. 23p. Soc. Hist. Nat. Toulouse, France, 77,79- 124p.
93. RAMEAU,J.C.(1988). -Actualisation des concepts de climax et d'essaim climacique. Comparaison des essais climaciques de quelques régions naturelles du nord-est de la France. La forêt 135-151.
94. RICE, E.I. & PANCHOLY, S.K. (1972). -Inhibition of nitrification by climax ecosystems. American Journal of Botany 59: 1033-1040.
95. SPEIGHT, M.C.D. (1989). – Les invertébrés saproxyliques et leur protection. Conseil de l'Europe, coll. Sauvegarde de la Nature, n°42, Strasbourg, 77 p.
96. SWIFT, M.J; HEAL,O.W. & ANDERSON ,J.M. (1979). - Decomposition in terrestrialecosystems. Blackwell Scientific Publications, Oxford 372 p.
97. TACHET, H ; RICHOUX, P ; BOURNUD, M ; & USSEGLIO-POLATERO, P. (2000).-Invertébrés d'eau douce (systématique, biologie, écologie). Edition CNRS. ISBN.2- 271 6 05745 – 0. 587p
98. THIBAUT .L ; et al, (2014).- Bois mort en forêt : Formation, importance et conservation. disponible sur :
https://www.researchgate.net/publication/263428756_Bois_mort_en_foret_Formation_importance_et_conservation
99. TOUROULT, .J. PETER, B ; MARKUS, B ; KRUT ; BOLLMANN ;URS-BEAT .B, RITA ,B ; STEFFEN ,H, OLIVIER. S & BEAT, W. (2017).-Coprohanaeus lancifer (Linnaeus, 1767), (UMS 2006 Patrimoine Naturel (AFB / CNRS / MNHN)), 2017. Disponible sur : <https://inpn.mnhn.fr/espece/cd>
100. VALLAURI, D. (2005).-Le bois dit mort, une lacune des forêts en France et en Europe. In Bois mort et à cavités. Une clé pour des forêts vivantes (ed. D. Vallauri, J. André et al.), pp. 9-17. Chambéry, France: Lavoisier, Tec et D.21-22p.

