

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABOU-BAKR BELKAID TLEMCCEN

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences
de la Terre et de l'Univers

Département d'Ecologie et Environnement

Laboratoire de recherche :

*Valorisation des actions de l'homme pour la protection
De l'environnement et applications en santé publique*

MEMOIRE

Présenté par

MEZIANE Boualem

En vue de l'obtention du

Diplôme de Magister

En Ecologie et Dynamique des Arthropodes

Thème

**Les coléoptères saproxyliques des Monts
d'Ouarsenis (Nord-Ouest Algérien) :
cas du Parc National de Theniet El Had**

Soutenu le **23/02/2017**, devant le jury composé de :

Mr. KHELIL Mohamed Anouar	Professeur	Université de Tlemcen	Président
Mme ABDELLAOUI Karima	Professeur	Université de Tlemcen	Promotrice
Mr. BOUHRAOUA Rachid Tarik	Professeur	Université de Tlemcen	Examineur
Mme BOUKLI HACENE Samira	M.C.A	Université de Tlemcen	Examinatrice

Année Universitaire : 2016 - 2017

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

REMERCIEMENTS

A l'issue de ce mémoire, je remercie avant tout DIEU, tout puissant, de m'avoir donné volonté, courage et patience pour enfin arriver à mon but.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à Mme ABDELLAOUI Karima, Professeur à l'université de Tlemcen, Faculté SNV-STU pour avoir accepté de diriger avec beaucoup d'attention et de soin mon mémoire. Je tiens à lui témoigner ma profonde gratitude pour ses précieux conseils, sa patience, sa disponibilité et surtout ses encouragements continus.

Je voudrais exprimer toute ma reconnaissance et mes remerciements aux membres du jury :

Mr KHELIL Mohamed Anouar, Professeur à l'université de Tlemcen faculté de SNV-STU pour avoir accepté de présider le jury et d'examiner mon travail ;

Mr BOUHRAOUA Rachid Tarik, Professeur à l'université de Tlemcen, faculté SNV-STU d'avoir accepté de faire partie de mon jury de mémoire.

Mme BOUKLI HACENE Samira Maître de conférences de l'université de Tlemcen faculté de SNV-STU, pour avoir accepté d'examiner ce mémoire, ses critiques et suggestions me seront très utiles. Je la remercie pour sa disponibilité et son aide dans la détermination des spécimens.

Merci aussi à tous mes enseignants. Je leur exprime ma profonde sympathie et leur souhaite beaucoup de bien.

C'est pour moi un grand plaisir de remercier ici Monsieur, le Conservateur des Forêts de Tissemsilt, le Chef de Service de l'Extension du Patrimoine et Protection des Terres et mon ami Mairif Mohamed pour le soutien moral et matériel qui m'a donné tout au long de ma formation post-graduée. Pour lui, je présente mes expressions de gratitude et de respect.

Qu'il me soit permis d'exprimer une profonde gratitude à tous les membres de ma famille, à mes collègues d'études, à mes collègues de travail, et particulièrement le personnel de soutien du laboratoire de recherche Valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et applications en santé publique, à mes collègues de la conservation des forêts de la wilaya de Tissemsilt.

Mes sincères remerciements vont aussi à l'ensemble des enseignants de l'Université de Tlemcen pour leurs encouragements et sympathie.

Mes remerciements vont également à mon pays, l'Algérie, qui m'a permis de terminer cette formation, en me fournissant les ressources nécessaires disponibles. Que tous ceux qui ont contribué à faciliter cette étude dans ce cadre trouvent ici le témoignage de ma sincère gratitude.

Enfin, Grand merci à tous ceux qui m'ont
Soutenu pendant toute cette période.
...A vous tous, merci.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance, de respect et de dévouement avec un cœur plein d'humanité :

Il ceux qui ont su prendre soin de moi depuis ma naissance jusqu'à faire de moi une personne pleine d'amour pour la science et le savoir ;

A mes très chers parents qui ont su me donner le bonheur et m'ont préservé

De tout mal qui ont su guider mes pas vers un avenir sûr, qui n'ont jamais cessé de m'encourager pour entreprendre ces études et atteindre cet objectif ;

A mes très chers frères ;

A mes très chères sœurs ;

A tous les membres de ma famille, ainsi que mes amis (es) ;

A tous mes camarades de la promotion 2013-2014,

A tous ce qui m'ont aidé et encouragé dans ce mémoire, même avec
une bonne parole.

.....MEZIANE Boualem

Sommaire

- Introduction.....	1
Chapitre I : Aperçu sur les Coléoptères saproxyliques	
1. La biologie des Coléoptères.....	5
1.1. Systématique.....	5
1.2. Les sous ordres des Coléoptères.....	6
1.3. Morphologie externe des Coléoptères.....	6
1.4. Cycle de vie.....	11
1.5. Principaux sous ordres.....	13
2. Coléoptères saproxyliques et saproxylation.....	13
2.1. Introduction.....	13
2.2. Intérêts et rôles des Coléoptères saproxyliques.....	15
2.3. La diversité des Coléoptères saproxyliques.....	16
2.4. Les principales familles de Coléoptères saproxyliques.....	17
2.5. Autres familles de Coléoptères xylophages.....	25
2.6. Traits de vie des Coléoptères saproxyliques.....	28
2.7. Les types de Coléoptères saproxyliques.....	28
2.8. Habitats d'un Coléoptère saproxylique.....	30
2.9. Description de quelques micro-habitats.....	31
Chapitre II : Présentation de l'aire d'étude	
1. Aperçu historique de la forêt.....	36
2. Situation géographique.....	36
3. Géomorphologie.....	38
4. Géologie.....	39
5. Pédologie de la zone.....	40
6. Hydrographie.....	41
7. Etude bioclimatique.....	42
7.1. Les facteurs climatiques.....	43
7.1.1. Précipitations.....	43
7.1.2. Les températures.....	45
7.1.3. Autres facteurs climatiques.....	46
7.2. Synthèse bioclimatique.....	48
7.2.1. Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls.....	48
7.2.2. Quotient pluviométrique d'Emberger.....	49

8. La Flore	51
9. La Faune.....	52
10. Actions anthropiques.....	53

Chapitre III : Matériels et Méthodes

1. Caractérisation des sites d'étude.....	56
1.1. Choix des sites.....	56
1.2. Description des sites d'étude.....	56
2. Etude de la faune.....	59
2.1. Méthode d'échantillonnage.....	59
2.2. Périodicité et fréquences des sorties.....	60
2.3. Matériels et techniques de collecte.....	60
2.3.1. Par voie directe.....	60
2.3.2. Par piégeage (voie indirecte).....	62
2.4. Travail au laboratoire.....	62
3. Méthodes de traitement statistiques des données	64
3.1. Etude indicielle et représentations graphiques.....	64
3.2. Traitements statistiques des données	68

Chapitre IV : Résultats et Discussion

1. Etude de la faune.....	70
1.1. Liste des espèces.....	70
1.2. Analyse de la structure taxonomique.....	75
2. Evolution spatiale des abondances des espèces.....	80
2.1. Etude indicielle des communautés des trois sites d'étude.....	80
2.2. Traitement statistique des données.....	88
2.2.1. Tests hiérarchiques et détermination des unités coenotiques par site.....	88
2.2.2. Analyse de la matrice de répartition spatiale des abondances des espèces..	90
3. Evolution temporelle des abondances des espèces.....	91
3.1. Etude indicielle de la diversité spécifique.....	91
3.2. Traitement statistique des données.....	96
3.2.1. Classification hiérarchique ascendante appliquée à la répartition temporelle des abondances des taxons.....	96
3.2.2. Analyse de la matrice de répartition temporelle des abondances.....	97
4. Composition du peuplement des Coléoptères selon le groupe trophique.....	98
5. Les principaux taxons xylophages et saproxyliques rencontrés.....	99
5.1. Composition des peuplements des Coléoptères xylophages.....	100

5.2. Composition des peuplements des Coléoptères saproxyliques.....	101
6. Discussion.....	102
Conclusion générale	114
- Références bibliographiques	117
- Annexes	131

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Morphologie externe d'un Coléoptère.....	7
Figure 2 :	Morphologie externe de la tête d'un Coléoptère.....	8
Figure 3 :	Divers types d'antennes.....	8
Figure 4 :	Elytre et aile membraneuse d'un Coléoptère.....	10
Figure 5 :	Patte d'un Coléoptère.....	10
Figure 6 :	Coccinelle à sept points et ses œufs.....	11
Figure 7 :	Divers types des Larves de Coléoptère.....	11
Figure 8 :	Nymphe de longicorne.....	12
Figure 9 :	Accouplement de la Cétoine dorée.....	12
Figure 10 :	Quelques Cérambycides.....	18
Figure 11 :	Quelques Buprestides.....	19
Figure 12 :	<i>Anobium emarginatum</i>	19
Figure 13 :	Quelques Bostrichidae.....	20
Figure 14 :	Quelques Curculionides.....	22
Figure 15 :	<i>Lucanus cervus</i>	23
Figure 16 :	Quelques Cetonides.....	24
Figure 17 :	Quelques Ténébrionides.....	26
Figure 18 :	Habitats d'un Coléoptère saproxylique.....	30
Figure 19 :	Orme fraîchement mort de la Graphiose favorable à <i>Nemozoma elongatum</i>	32
Figure 20 :	Peuplier et Saule favorable à Eucnemidae.....	33
Figure 21 :	Ecoulement de sève sur Peuplier noir.....	33
Figure 22 :	Peuplier noir carié et échoué depuis plusieurs années abritant certains Coléoptères saproxyliques.....	34
Figure 23 :	Cavités basses de Peuplier noir.....	35
Figure 24 :	Situation géographique du parc national de Theniet El Had.....	37
Figure 25 :	Sites et paysages naturels remarquables du parc national de Theniet El Had.....	39
Figure 26 :	Carte des sols du Parc National de Theniet El Had.....	40
Figure 27 :	Carte du réseau hydrographique du Parc National de Theniet El Had.....	42
Figure 28 :	Variations des précipitations mensuelles de la station de Theniet El Had.....	44
Figure 29 :	Variations saisonnier des précipitations dans la station de Theniet EL Had.....	44
Figure 30 :	Variations des températures mensuelles minimales « m » Comparaison entre deux périodes (1913-1938, 1983-2005).....	45
Figure 31 :	Evolution des moyennes mensuelles de l'humidité relative.....	47
Figure 32 :	Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls.....	49
Figure 33 :	Climagramme d'Emberger de la région d'étude.....	50

Figure 34 :	Carte de végétation du Parc National de Theniet El Had.....	52
Figure 35 :	Géo-positionnement des sites d'étude sur la carte des cantons.....	57
Figure 36 :	Le site 01 de la pépinière.....	58
Figure 37 :	Le site 02 d'Ourtène.....	58
Figure 38 :	Le site 03 Pré-Benchohra.....	59
Figure 39 :	Matériels de capture utilisés sur le terrain.....	61
Figure 40 :	Tri des échantillons.....	63
Figure 41 :	Matériel de conservation utilisé.....	63
Figure 42 :	Conservation des coléoptères.....	64
Figure 43 :	Principaux taxons du sous ordres des adepaga récoltés.....	72
Figure 44 :	Principaux taxons du sous ordres des polyphaga récoltés.....	73
Figure 45 :	Importance relative exprimée en pourcentage des 23 familles récoltées.....	76
Figure 46 :	Importance relative exprimée en pourcentage des sous-familles récoltées.....	78
Figure 47 :	Importance relative exprimée en pourcentage des genres récoltés.....	79
Figure 48 :	Importance relative du nombre d'individus par site.....	81
Figure 49 :	Diagramme rang-fréquence appliqué aux peuplements de Coléoptères des différents sites d'étude (modèle de MOTOMURA).....	82
Figure 50 :	Evolution spatiale de la richesse taxonomique et l'abondance.....	83
Figure 51 :	Variation spatiale de L'indice de diversité Shannon-Wiener selon les différents sites étudiés.....	83
Figure 52 :	Evolution spatiale de l'indice de diversité H' et de l'équitabilité J'	84
Figure 53 :	Variation spatiale de l'indice de Simpson dans les différents sites étudiés.....	85
Figure 54 :	Importance des types d'espèces selon leurs occurrences dans les trois sites.....	87
Figure 55 :	Dendrogramme issu de la CAH appliquée aux espèces récoltées par sites.....	89
Figure 56 :	Représentation graphique simultanée des points lignes et colonnes sur le plan factoriel $F1 \times F2$ appliquée à la matrice des abondances des espèces.....	91
Figure 57 :	Variation saisonnière du nombre d'individus.....	92
Figure 58 :	Variation temporelle de la richesse totale de la faune récoltée.....	92
Figure 59 :	Variation temporelle de la richesse moyenne de la faune récoltée.....	93
Figure 60 :	Variation temporelle l'indice de diversité de Shannon-Wiener de la faune récoltée...	94
Figure 61 :	Variation temporelle de la diversité maximale H_{max} de la faune récoltée.....	94
Figure 62 :	Variation temporelle de l'équitabilité de Piélu de la faune.....	95
Figure 63 :	Variation temporelle de l'indice de Simpson de la faune récoltée.....	95
Figure 64 :	Dendrogramme issu de la CAH appliquée aux espèces récoltées par saison.....	97
Figure 65 :	Représentation graphique simultanée des points lignes et colonnes sur le plan factoriel (1 x 2).....	98
Figure 66 :	Variation de la richesse taxonomique des différents groupes trophiques individualisés..	99

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Les principaux groupes saproxyliques.....	14
Tableau 2 :	Sources hydriques de la Cédraie et leurs principales caractéristiques.....	41
Tableau 3 :	Humidité absolue et relative du Parc National de Theniet El Had.....	46
Tableau 4 :	Valeurs du quotient pluviométrique.....	50
Tableau 5 :	Les incendies qu'a connu le parc de la cédraie durant l'été 2013.....	55
Tableau 6 :	Caractéristiques physiques des sites d'étude.....	56
Tableau 7 :	Composition du peuplement de Coléoptères récolté.....	70
Tableau 8 :	Description de diversité estimée pour les peuplements dans les trois sites.....	80
Tableau 9 :	Fréquence d'occurrence des espèces récoltées dans les trois sites.....	86
Tableau 10 :	matrice de similitude entre les peuplements de Coléoptères dans les trois stations	87
Tableau 11 :	les Coléoptères xylophages et saproxyliques récoltés dans les sites d'étude.....	100

Introduction

Introduction

La forêt a des fonctions multiples qu'il convient de conserver ou de restaurer. Outre des utilisations anthropocentriques pour les bois de chauffage, d'œuvre et différents loisirs, la forêt intervient dans des processus globaux tels que la protection des sols contre l'érosion (Vogt et al, 1986), les régulations hydrologiques (Band et al, 1993) et climatique (Nabuurs et al, 1997). La forêt joue également un rôle majeur dans la conservation de la biodiversité (Dubois, 2009).

Les cycles de l'énergie et des différents éléments nutritifs passent en forêt par un stade de « capitalisation » important à l'intérieur des tissus ligneux et corticaux. Cette particularité de la production primaire des arbres s'accompagne d'une grande complexité des processus de recyclage qui y sont associés. Ceci implique une grande richesse et une spécificité des organismes saproxyliques qui restituent et disséminent pour l'ensemble de la forêt le budget énergétique et nutritif représenté par le bois mort, en particulier lorsqu'il s'agit d'un arbre entier de plusieurs mètres cubes, avec ses branches, ses racines, son bois de cœur, son écorce. Outre le stockage des nutriments et de l'énergie avant restitution lors de sa dégradation, le bois mort est le support de différents habitats des organismes saproxyliques. Il joue également un rôle, en fin de processus, comme substrat de germination et comme nurserie aux futurs peuplements forestiers (Mc Comb et Lindenmayer, 1999). Les intérêts fonctionnels des organismes saproxyliques sont détaillés dans le travail de Speight (1989). Gutowski (1988) démontre les 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 (Brustel, 2002).

Le bois mort est reconnu comme un élément clef des forêts, il contribue de manière significative à la séquestration du carbone (Harmon et al. 2009), au cycle des éléments nutritifs (Harmon et al. 1986 ; Müller et al. 2005) et au maintien d'une part importante de la biodiversité forestière (Speight 1989).

Le bois mort présente une grande diversité de micro-habitats qui provient de la combinaison d'une grande variété d'espèces d'arbres, de forme des fragments et de degrés de décomposition (Lee et al, 1997). A ces propriétés intrinsèques se combinent des facteurs extrinsèques abiotiques tels que la distance au sol et l'exposition aux rayonnements solaires et aux précipitations, ces facteurs influencent les conditions microclimatiques, leurs amplitudes et leurs fluctuations (Bobiec et al, 2005). Des facteurs biotiques tels que le peuplement d'espèces se développant dans le bois mort provoquent également des trajectoires de décomposition aboutissant à la formation de micro-habitats différents selon la composition spécifique des peuplements (Brustel, 2001).

Les microhabitats liés au bois mort occupent un volume de quelques millimètres à quelques mètres cubes et ont donc une répartition très discrète à l'échelle des paysages. Ils peuvent alors être quantifiés par une certaine densité d'unités de microhabitat par unité de surface de paysage (Götmark et Thorell, 2003). Ces microhabitats sont aussi caractérisés par leur durabilité c'est-à-dire le temps s'écoulant entre leur apparition et leur disparition ou leur changement en un nouveau type de microhabitat (de quelques jours à quelques siècles). Ces processus d'apparition et de disparition/changement sont régis par les procédés de décomposition ou par des perturbations induisant des changements des conditions externes - par exemple un changement de position dû à une chute d'arbre (Krankina et Harmon, 1995). Les microhabitats liés au bois mort constituent ainsi un système complexe et dynamique comprenant des phases successives de durées variables (Dubois, 2009).

Parler de biodiversité en forêt ne peut s'envisager sans faire référence aux coléoptères saproxyliques. Les organismes saproxyliques se définissent comme des espèces qui dépendent, au moins pendant une partie de leur cycle de vie, du bois mort ou mourant d'arbres moribonds ou morts debout ou à terre, ou de champignons lignicoles, ou encore de la présence d'autres organismes saproxyliques (Speight, 1989). Ces espèces saproxyliques occupent une place très importante au sein des écosystèmes forestiers européens, représentant entre 20 et 25 % des espèces forestières (Dajoz, 1998 ; Stockland *et al*, 2004 ; Dubois, 2009).

Les coléoptères y représentent à eux seuls 1000 espèces liées au bois mort (Gutowski et Jaroszwicz, 2001). Ces insectes participent au recyclage de la matière organique et sont absolument nécessaires au bon fonctionnement des écosystèmes forestiers. Ils sont reconnus pour être de très bons bio-indicateurs de « naturalité » des forêts (Pages, 2013).

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 et Brustel, 2009). Ils occupent ainsi en forêt différentes fonctions indispensables dans les processus de dégradation et de recyclage de la nécromasse ligneuse (Noblecourt et al, 2012).

La rareté des espèces représente une valeur biologique, c'est-à-dire un patrimoine naturel. Cette rareté s'apprécie le long d'un gradient appliqué aux trois dimensions principales qui caractérisent les populations d'une espèce :

- l'aire de distribution des cosmopolites aux endémiques (rareté chorologique) ;
- l'occupation de cette aire: des espèces abondantes et occupant harmonieusement cette aire aux populations morcelées aux individus épars (rareté au sens courant) ;

- les exigences biologiques qui pour un coléoptère saproxylique fait intervenir sa spécialisation trophique (Noblecourt et al, 2012).

Le parc national du cèdre de Theniet El Had dans les monts de l'Ouarsenis dans l'Ouest d'Algérie, la forêt s'étend sur 4324 hectares, elle offre des conditions de vie indispensables à certains organismes saproxyliques dont les coléoptères, aux exigences et sensibilité variées. Ils constituent aussi des indicateurs utiles à la compréhension de la qualité biologique des forêts. Ils sont reconnus pour être d'intéressants bio-indicateurs de « naturalité » des forêts.

Ces derniers forment un groupe d'animaux Arthropodes, connu depuis l'Antiquité la plus reculée et constituent, dans la classe des Insectes, un ordre très important. Cet ordre, le plus riche en espèce sur terre, forme l'élément majeur de la biodiversité (Boukli Hacène, 2012).

Les premiers chercheurs à s'intéresser à la faune d'Afrique du Nord et plus spécialement d'Algérie sont Gaubil (1849) qui a établi un catalogue synonymique des Coléoptères d'Europe et d'Algérie, suivi de Chevrolat (1861) qui a signalé les Coléoptères nouveaux d'Algérie puis Bedel (1895) a réalisé un catalogue partiel des Coléoptères du nord de l'Afrique (Maroc, Algérie, Tunisie et Tripolitaine). Kocher (1958 a, b, c ; 1963) a présenté des catalogues commentés des Coléoptères du Maroc et Normand (1935) un autre pour la Tunisie. Peyerimhoff (1927, 1933, 1935, 1939, 1943, 1947) a exposé de nombreuses études sur la systématique des Coléoptères du nord-africain (Boukli Hacène, 2012).

Dans le monde, il y a plusieurs travaux sur les Coléoptères saproxyliques, le plus intéressant est celui de Speight (1989) qui a abordé leur protection et importance de la nature. Brustel (2001, 2004) s'est intéressé aux Coléoptères saproxyliques et la valeur biologique des forêts françaises, la connaissance de coléoptères saproxyliques remarquables des Pyrénées et des régions voisines et quatre années plus tard Brin a rédigé un travail intitulé « le bois mort et les Coléoptères associés dans les plantations de pin maritime », suivie par plusieurs recherches, nous citons à titre d'exemple, Dubois (2009), Brustel et al (2010), Brustel et Savoie (2011), Noblecourt et al (2012), Valladares et al (2013).

En Algérie plusieurs études sont réalisées sur l'inventaire des arthropodes en général et de l'entomofaune en particulier dans les milieux forestiers. Nous citons les travaux de Fritah (1984) dans la cédraie de Belezma, les travaux de Benkhelil *et al.* (1992) sur la composition et la structure du peuplement de Coléoptères dans le Parc National de Babor, ceux de Mehenni (1994) dans la cédraie du Parc National de Chréa et Ghanem (2014) dans les subéraies du Parc National d'El-Kala.

Cette étude est la première du genre dans l'ouest algérien voire en Algérie. A notre connaissance, rien n'a été établi jusqu'à présent.

L'objectif de ce travail est de :

- réaliser un état de la diversité des Coléoptères saproxyliques sur le parc national de Theniet El Had et d'en évaluer la valeur patrimoniale,
- définir la composition taxonomique du peuplement à partir d'une première liste des taxons.
- Décrire et comprendre la repartition spatiale et temporelle des communautés à travers une étude indicielle et des traitements multivariés.

Le travail est présenté d'une manière classique selon une approche qui s'articule en quatre chapitres.

Le premier chapitre est consacré 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, cycle de développement et morphologie.

Le second chapitre est réservé à l'étude de milieu à travers ses différents aspects physiographiques (géographie, géologie, pédologie, climatologie, couvert végétal et faune).

Le troisième chapitre traite la méthodologie adoptée, le matériel et les méthodes qui ont été utilisés pour échantillonner la faune et en derniers lieu, nous exposons les diverses méthodes et tests statistiques employés pour le traitement des données.

Les résultats obtenus sont présentés dans le quatrième chapitre. Ils traitent, la structure et l'organisation spatiale et temporelle des peuplement, ils sont discutés grace à une littérature fort importante.

Chapitre I

Aperçu sur les Coléoptères Saproxyliques

1. La biologie des Coléoptères

1.1. Systématique

Parmi les 1,7 millions d'organismes connus, les animaux représentent un peu plus de 70 %, desquels 75 % sont des insectes. Les Coléoptères constituent en nombre d'espèces le principal ordre d'insectes, vu que les deux cinquièmes des espèces connues actuellement sont des Coléoptères. Connus depuis le Permien, ils représentent aussi un des plus anciens ordres d'insectes holométaboles (Bennas, 2002).

L'ordre des Coléoptères est le plus abondant en espèces décrites, tant en France (9600) que dans le monde (330 000) (Martinez et Gauvrit, 1997 in Zagatti et al, 2001).

Les Coléoptères sont présents dans tous les milieux terrestres. Ils révèlent une importante capacité de colonisation et d'exploitation de leur environnement. Ils occupent ainsi une très grande diversité de niches écologiques (Ferrand et al, 2014).

Les Coléoptères vivent pratiquement dans tous les biotopes, excepté les milieux polaires et océaniques. La biologie des espèces est très diverse, avec des exigences écologiques parfois très strictes qui en font d'excellents bio-indicateurs (cas des espèces saproxyliques ou des Scarabéidés coprophages) (Roth, 1980).

Les Coléoptères possèdent en général deux paires d'ailes, les ailes antérieures forment des étuis cornés, coriaces, appelés élytres, qui recouvrent au repos les ailes postérieures membraneuses servant au vol. C'est d'ailleurs de là que leur vient le nom de Coléoptère, *coleos* signifiant étui. Les pièces buccales sont presque toujours de type broyeur.

Ce sont des insectes Holométaboles (métamorphose complète). L'éventail des tailles est considérable, tandis que le *Goliath*, un scarabée géant (*Goliathus goliathus* Linnaeus, 1758), pèse jusqu'à 100 g, tandis que certains *Ptiliidae* européens mangeurs de spores de moisissures n'atteignent même pas le millimètre (Boukli Hacéne, 2012).

La position systématique des Coléoptères est la suivante :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Infra-classe : Neoptera

Super-ordre : Endopterygota

Ordre : Coleoptera

1.2. Les sous ordres des Coléoptères

Selon la classification de Lawrence et Newton (1995), quatre sous ordres sont connus actuellement au sein des Coléoptères : Archostemata, Myxophaga, Adephaga et Polyphaga.

Les liens phylogéniques entre ces quatre sous ordres, ont suscité l'intérêt de plusieurs auteurs (Crowson, 1960 ; Ponomarenko, 1969, 1973 ; Klausnitzer, 1975 ; Hammond, 1979 ; Kukulova-Peck et Lawrence, 1993 ; Hansen, 1997). Les études réalisées dans ce sens se sont basées sur l'analyse cladistique, les nervations alaires, le mode de plissement des groupes fossiles et le nombre de chromosomes (Ribera, 1999). Parallèlement à ces études, d'autres travaux basés sur des techniques moléculaires (Howland et Hewitt, 1995), ont permis de situer les Archostemata à la base des Coléoptères, suivis des Myxophaga, alors que les Adephaga et Polyphaga ont été affiliés comme des groupes frères (Ribera, 1999) (Bennas, 2002).

- Adephaga Schellenberg, 1806 avec les super-familles des Caraboidea, Gyrinoidea, Haliploidea, Meruoidea et Dytiscidea (Spangler et al, 2005).
- Polyphaga Emery, 1886, subdivisé en onze super-familles : Cucujoidea, Cantharoidea, Chrysomeloidea, Curculionidea, Cleroidea, Dascilloidea, Elateroidea, Melooidea, Heteromenoidea, Scarabaeoidea et Staphylinoidea.
- Archostemata Kolbe, 1908, plus proche des Adephaga que des Polyphaga, les Archostemata sont considérés comme primitifs et sont représentés en Europe (en Italie) par la famille des Ommatidae contenant une seule et rare espèce (*Crowsoniella relictata* Pace). Ce sous-ordre se caractérise par la présence de 5 sternites abdominaux visibles, le premier non complètement divisé et l'absence de sutures notopleurales.
- Myxophaga Crowson, 1955, représenté par quatre familles : les Hydroscaphidae, Lepiceridae, Sphaeriusidae et les Torridincolidae.

1.3. Morphologie externe des Coléoptères

Le corps des Coléoptères comme celui de la plupart des insectes, est constitué de trois parties bien distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen (Fig.1).

La présence d'une première paire d'ailes transformées en élytres chez l'adulte, constitue la principale originalité de l'ordre (Bennas, 2002).

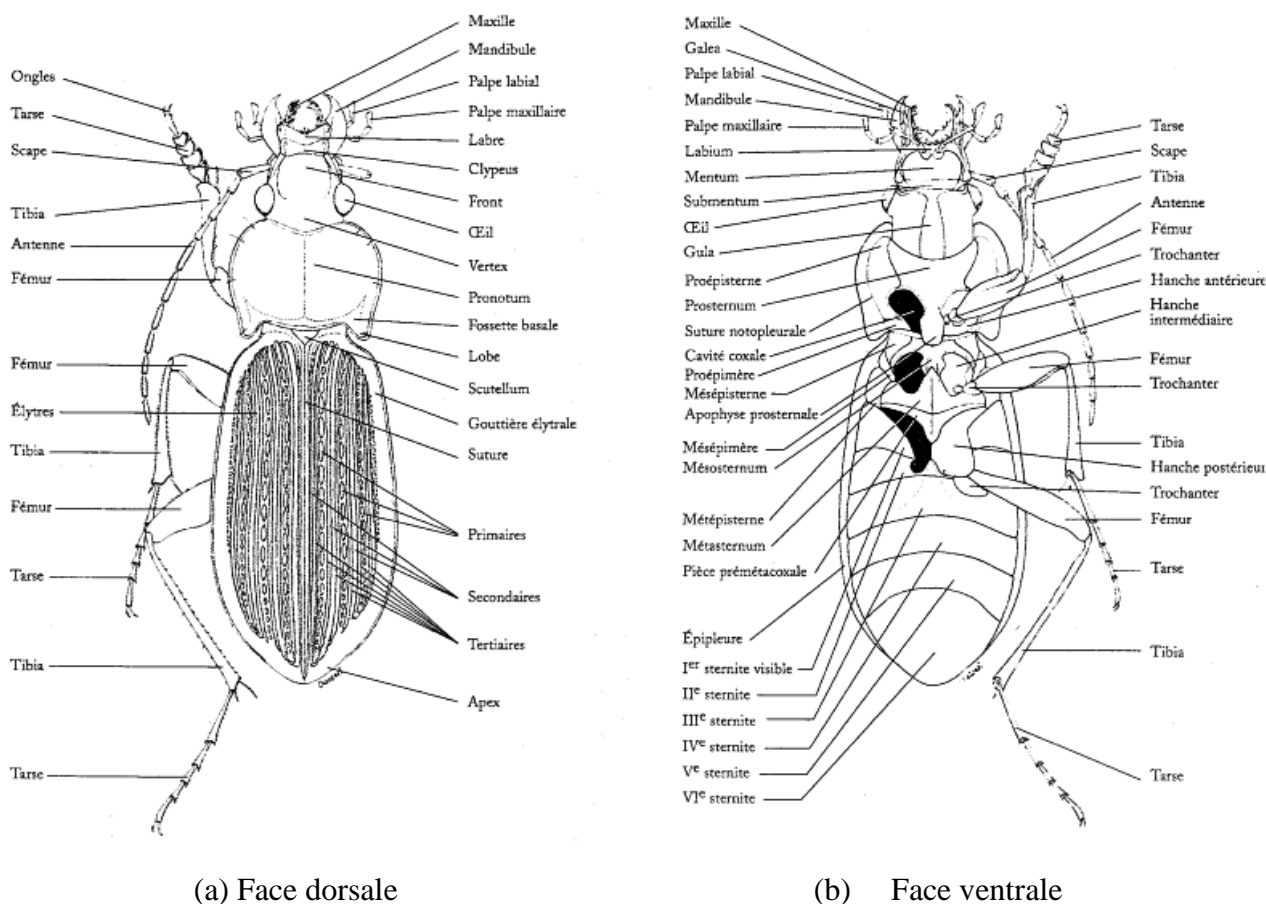


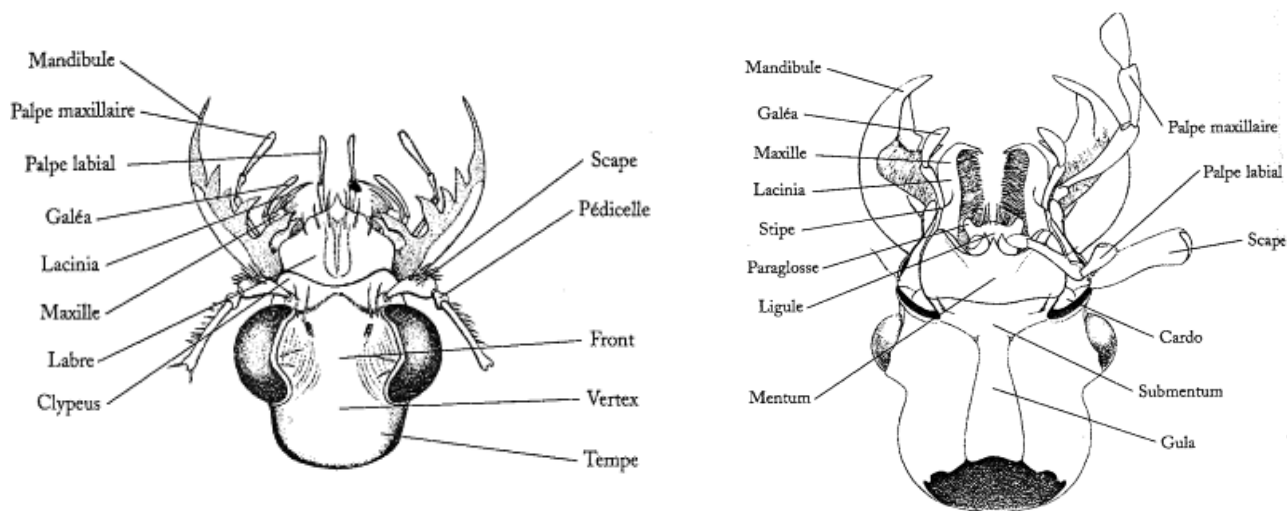
Figure 1 : Morphologie externe d'un Coléoptère (Du Chatenet, 2005).

➤ **La tête**

La tête est de forme très diverse, allongée, transverse, globuleuse ou déprimée avec un cou distinct ou non. Elle est toujours plus ou moins engagée dans le prothorax où elle est encastrée parfois presque entièrement. Sur le dessus, on distingue les pièces buccales avec mandibules et palpes maxillaires et labiaux (Fig.2). Le labre ou lèvre supérieure et le clypéus ou épistome sont séparés du front par une suture visible. Sur le côté, les joues sont situées en avant des yeux et les tempes en arrière (Du Chatenet, 2005).

Les palpes maxillaires sont généralement constitués de quatre articles, le premier étant très court, le deuxième très allongé, les derniers de longueur et de formes très variables.

Le développement des pièces buccales est lié au régime alimentaire. Les mandibules et les maxilles sont grandes, fortement dentées ou ciliées chez les espèces prédatrices, notamment chez les Cicindelidae et les Scaritinae. Elles sont réduites chez les floricoles et les coprophages. Les pièces buccales des charançons, qui perforent les tissus végétaux, sont petites et insérées à l'extrémité d'un rostre parfois très long.



(a) Tête de *Cicindella silvatica*, vue de dessus (b) Tête de *Carabus monilis*, vue de dessous

Figure 2 : Morphologie externe de la tête d'un Coléoptère (Du Chatenet, 2005)

➤ **Les antennes**

Sont insérées sur le côté du front entre les yeux, elles sont formées par un nombre d'articles variable, mais ne dépassant que rarement 11. Leur longueur est variable, plus souvent plus longue chez les mâles que chez les femelles et peuvent se présenter sous différentes formes (Fig. 3).

Le premier et le deuxième article sont généralement différents des autres. Le premier article, ou scape, est plus long et plus épais, le deuxième, ou pédicelle, est normalement plus court.

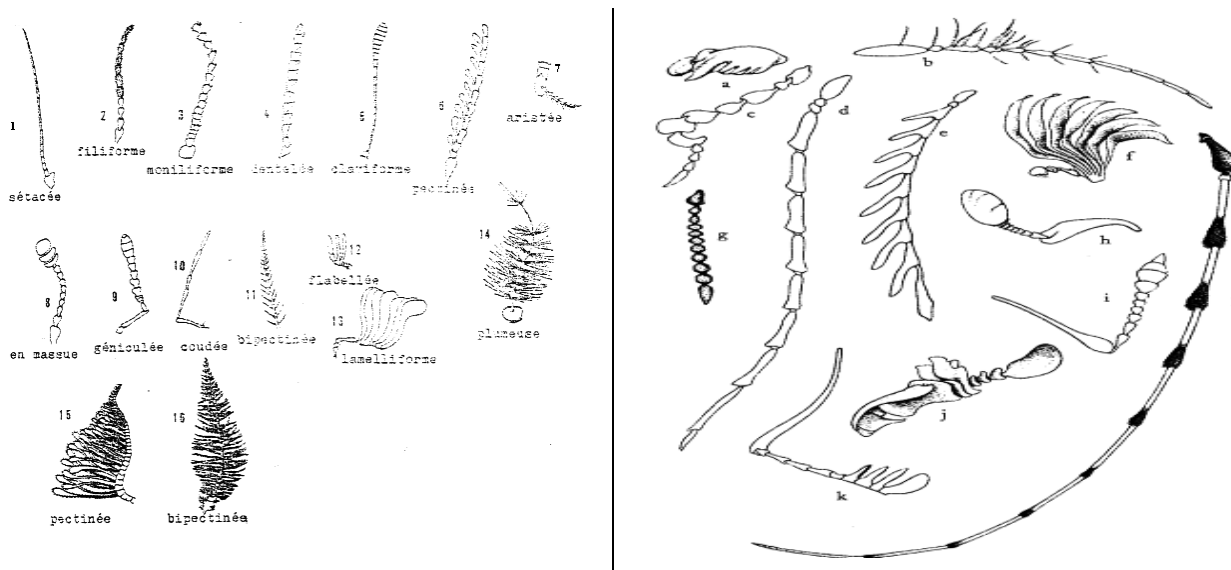


Figure 3 : Divers types d'antennes : a. *Paussus favieri* ; b. *Loricera pilicornis* ; c. *Meloe proscarabæus* mâle ; d. *Cebrio gigas* mâle ; e. *Anostirus purpureus* mâle ; f. *Polyphylla fullo* mâle ; g. *Amorphocephalus coronatus* ; h. *Pachylister inoequalis* ; i. *Hylobius obietis* ; j. *Cerocoma schoefferi* mâle ; k. *Lucanus cervus* mâle ; l. *Rosalia alpina* (Du Chatenet, 2005).

➤ **Le thorax**

Le thorax situé entre la tête et l'abdomen, comprend trois parties distinctes, le prothorax, le mésothorax et le métathorax.

Le prothorax porte la paire de pattes antérieures. Sur la face dorsale du prothorax, le pronotum est séparé de la partie inférieure par les bords latéraux qui sont généralement plus ou moins fortement carénés.

Le mésothorax porte la paire de pattes intermédiaires et les élytres. Comme le prothorax, le dessus du mésothorax est constitué d'une seule pièce le scutellum, une petite pièce triangulaire insérée entre la base des élytres (Fig. 1).

Le métathorax porte les pattes postérieures et les ailes membraneuses.

➤ **L'abdomen**

L'abdomen est constitué de 9 segments, dont un ou deux peuvent être atrophiés à la base et un rétracté à l'intérieur de l'extrémité postérieure de l'abdomen. Chaque segment se compose d'un arceau dorsal, le tergite, et d'un arceau ventral, le sternite (Fig. 1). Le nombre de sternites de la face ventrale de l'abdomen est toujours inférieur à celui des tergites.

Chez le mâle comme chez la femelle, le neuvième et dernier segment de l'abdomen est invaginé et constitue l'armure génitale.

➤ **Les élytres et ailes**

Les élytres sont les deux ailes antérieures qui forment deux pièces sclérifiées symétriques, contiguës le long de leur bord postérieur sur la ligne longitudinale médiane du corps (Fig. 4). Elles recouvrent plus ou moins complètement l'abdomen, mis à part le dernier tergite abdominal ou pygidium. Elles jouent des rôles protecteurs multiples : protection contre la déshydratation (ce qui permet à certains Coléoptères de vivre en milieu aride), protection contre les blessures (Chez certains charançons, elles sont soudées pour ne former qu'un seul bouclier protecteur). Elles ne jouent pas de rôle actif en vol et sont tenues perpendiculairement au corps. Elles peuvent avoir des rôles plus spécifiques chez les Coléoptères aquatiques à savoir la rétention d'air dans un but respiratoire (Du Chatenet, 2005)

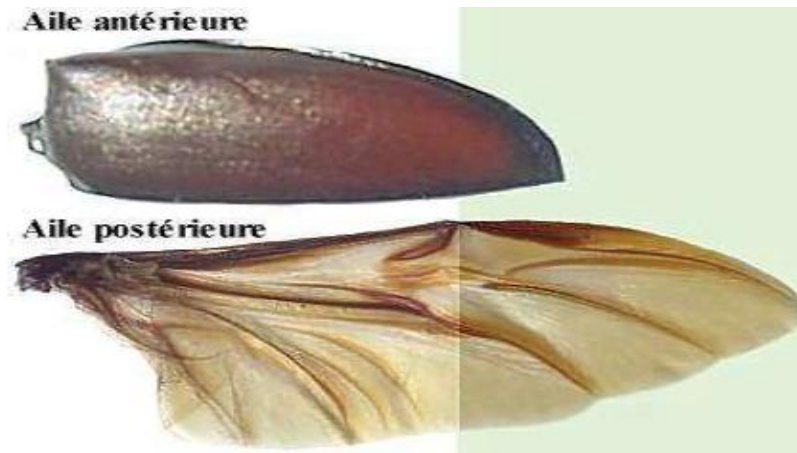


Figure 4 : Elytre et aile membraneuse d'un Coléoptère

© C.Thiriet/biosphoto

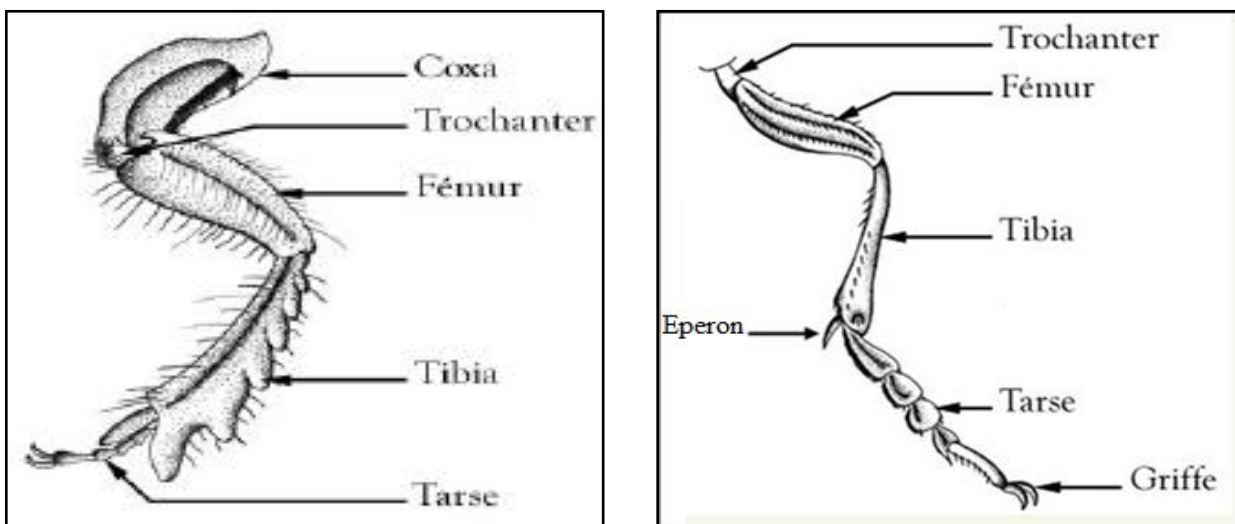
Les ailes membraneuses ou postérieures sont les seules utilisées pour voler.

Les ailes de la plupart des coléoptères sont articulées et peuvent se replier transversalement, l'extrémité apicale se rabattant sur la partie basale, afin de pouvoir se loger sous les élytres (Fig. 4).

Chez certaines espèces les ailes postérieures ne servent parfois plus car les élytres sont soudés.

➤ Les pattes

La patte d'un Coléoptère est représentée successivement (Fig. 5) par la coxa, qui est le premier segment, le trochanter le deuxième segment, le fémur représente le troisième segment de la patte suivi du tibia et enfin les tarses qui se terminent par des griffes.



(a) Patte fouisseuse de Bousier

(b) Patte de Carabidé : 1ère paire

Figure 5 : Patte d'un Coléoptère

© François Panchout/Le Monde des insectes

1.4. Cycle de vie

Le développement des Coléoptères se découpe en quatre stades l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte (ou imago). Au cours de cycle de développement, le Coléoptère subit toute une série de transformations.

➤ Stade œufs

Les œufs sont généralement pondus dans le milieu où la larve trouve sa nourriture.



Figure 6 : Coccinelle à sept points et ses œufs

©C.Thiriet/biosphoto

➤ Stade larvaire

Les larves de Coléoptères sont constituées de 13 segments (Fig. 7), un au niveau de la tête, trois au niveau du thorax (qui portent trois paires de pattes) et neuf au niveau de l'abdomen. Leur tête, extrêmement développée, présente des mandibules broyeuses similaires à celles des adultes. Pour la grande partie des espèces, le développement larvaire s'étale sur quelques mois.

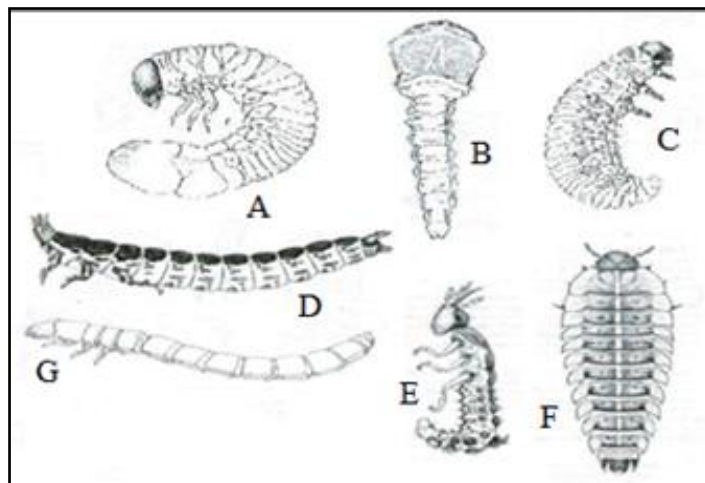


Figure 7 : Divers types des Larves de Coléoptère. A. *Melolontha* (Scaraboeidae) ; B. *Chrysobothris* (Buprestidae) ; C. *Crioceris* (Chrysomelidae) ; D. *Calosoma sycophanta* (Carabidae) ; E. *Cicindella* (Coccinellidae) ; F. *Silpha* (Silphidae) ; G. *Tenebrio* (Tenebrionidae).

➤ **Stade nymphale**

La larve se transforme ensuite en nymphe (Fig. 8), subissant d'importantes modifications tout au long desquelles elle reste immobile sans se nourrir, progressivement elle se pigmente et laisse apparaître la forme de l'insecte.

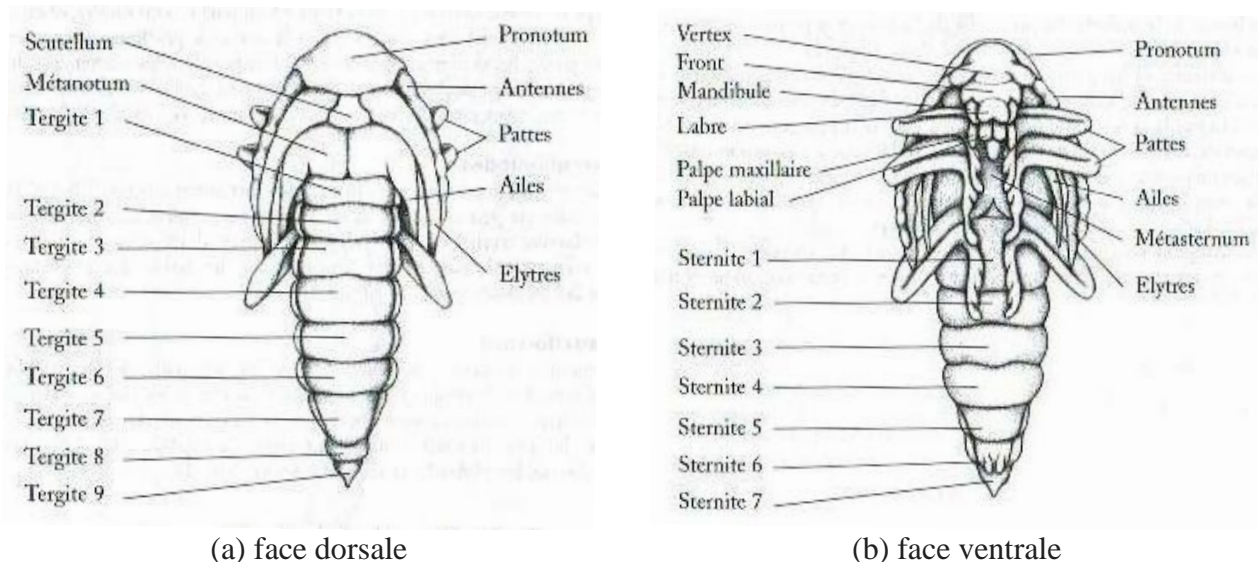


Figure 8 : Nymphe de longicorne (Du Chatenet, 2005).

➤ **Stade adultes**

Les adultes émergent au début de l'été et ne vivent en général que quelques semaines au cours desquelles ils n'ont qu'un seul objectif, se reproduire (Fig. 9). Dans la plupart des cas, même l'adulte meurt dès qu'il s'est reproduit (Boukli Hacéne, 2012).

Certains adultes ne se nourrissent pas et survivent grâce aux réserves accumulées dans leur corps par la larve. D'autres adultes consomment des substances à fort pouvoir énergétique (nectar des fleurs, fruits pourris, sève suintant des blessures d'arbres) pour subvenir à leurs besoins durant la course à la reproduction (Slipinski, 2007).



Figure 9 : Accouplement de la Cétoine dorée
© Michel Lassus/notre-planete.info

La parthénogénèse est rare chez les Coléoptères, mais chez certains Chrysomelidae et Curculionidae, la parthénogénèse est thélytoque (femelle donne des femelles) (Du Chatenet, 2000).

Après accouplement, les oeufs sont pondus au hasard sur le sol ou sous les pierres, sous des écorces soulevées, ou même dans les tissus végétaux vivants (Dytiscidae).

L'hivernation se fait soit à l'état imaginal, soit à l'état nymphal ou soit à l'état larvaire.

L'oviparité est le mode normal, cependant on rencontre des cas d'ovoviviparité (Chrysomelidae) et de viviparité (certains Staphylinidae) (Du Chatenet, 2000).

1.5. Principaux sous ordres

Cet immense ordre regroupe de nombreuses familles dont les mœurs peuvent être terrestres ou aquatiques.

➤ Les Adepaga

Présente six sternites abdominaux visibles, les trois premiers sont soudés sur la ligne médiane. Les hanches postérieures sont rattachées au métasternum par une articulation rigide qui partage complètement en deux le premier sternite abdominal visible. Les antennes ont 11 articles généralement filiformes.

Au sein de ce groupe, on trouve des espèces terrestres les Carabidae, les Rhysodidae et les Trachypachidae et des espèces aquatiques, les Dytiscidae, les Noteridae, les Gyrinidae, les Hygrobiidae et les Haliplidae (Du Chatenet, 2005).

➤ Les Polyphaga

Les hanches postérieures sont généralement rattachées au métasternum par une articulation mobile qui divise rarement complètement le premier sternite abdominal visible. Les antennes sont de différents types. C'est le plus grand des sous-ordres des Coléoptères, il comprend notamment les Scarabaeidae, les Hydrophilidae, les Coccinellidae, les Chrysomelidae, les Staphylinidae, les Curculionidae, les Tenebrionidae (Boukli Hacène, 2012).

2. Coléoptères saproxyliques et saproxylation

2.1. Introduction

Les cycles de l'énergie et des différents éléments nutritifs, tels que le carbone et l'azote, passent en forêt par un stade de « capitalisation » important à l'intérieur des arbres. Cette particularité de la production primaire des arbres s'accompagne d'une grande complexité du processus de recyclage qui y est associé. Ceci implique une grande richesse et aussi une grande spécificité des organismes saproxyliques qui restituent pour l'ensemble de la forêt le budget

énergétique et nutritif représenté par un arbre mort. Les coléoptères saproxyliques par conséquent jouent un rôle essentiel dans la survie et la régénération des forêts (Calmont, 2011).

Dés 1913, Silverstri (cité par Dajoz 1966), qualifié de « milieu saproxylique » le bois fortement décomposé. La définition du terme saproxylique sera ensuite étendue à l'ensemble du continuum de décomposition du bois et à ses organismes associés (Dodelin, 2006).

La définition la plus largement citée actuellement, désigne comme saproxyliques les invertébrés « qui dépendent, pendant une partie de leur cycle de vie, du bois mort ou mourant d'arbres moribonds ou morts - debout ou à terre - ou de champignons du bois, ou de la présence d'autres organismes saproxyliques » (Speight, 1989).

On qualifie de saproxyliques les êtres vivants qui dépendent durant ou moins une partie de leur cycle de développement du bois morts ou déperissants, que ces arbres soient encore debout ou qu'ils aient été abattus et gisent au sol. Les espèces saproxyliques, qui appartiennent à tous les règnes, sont très nombreuses et les inventaires complets sont rares (Siitonen, 2001 in Dajoz, 2007).

Le nombre d'espèces saproxyliques semble compris entre 4 000 et 5 000 pour un ensemble d'espèces forestières estimé à 19 000, ce qui signifie que 20 à 25 % des espèces forestières dépendent du bois morts. Leur répartition approximative dans les principaux groupes est décrite dans le tableau suivant (Dajoz, 2007).

Tableau 1 : Les principaux groupes saproxyliques

Groupes	Nombre d'espèces	Groupes	Nombre d'espèces
Champignons macroscopiques	1500	Autres insectes	80
Ascomycètes	600	Acariens	300
Basidiomycètes	1355	Araignées	5
Tremellales	65	Pseudoscorpions	5
Aphyllophorales	600	Diplopodes, Chilopodes	5
Agaricales	150	Nématodes	> 100
Gastéromycètes	10	Myxomycètes	150
Insectes	1880 - 2880	Lichens	50
Coléoptères	800	Bryophytes	30
Diptères	500 - 1000	Vertébrés	35
Hyménoptères	500 - 1000	Total	4000 - 5000

Source : Dajoz, 2007

Ce tableau montre que le groupe le plus riche est celui des champignons macroscopiques, ainsi que les bactéries dont le nombre d'espèces est vraisemblablement de plusieurs centaines. Les Diptères et les Hyménoptères sont plus riches en espèces que les coléoptères mais ils sont moins étudiés.

Le groupe le mieux représenté est l'ordre des mycètes dont près de 30 % des espèces appartiendraient en France au cortège saproxylique, vient ensuite les coléoptères avec 20 % (près de 2000 espèces, soit plus de la moitié des coléoptères forestiers) (Bouget 2007), d'où le choix d'étude de ce groupe faunistique dans cette thèse. On y trouve également des plantes (cryptogames), des vertébrés (chiroptères, rongeurs, oiseaux : pics et rapaces nocturnes), de nombreux diptères et hyménoptères, ainsi que d'autres invertébrés (isopodes, myriapodes) (Aurore, 2011).

En terme de richesse spécifique, l'ordre des coléoptères est de loin le mieux représenté parmi les organismes saproxyliques (Caillol, 1935 ; Dajoz, 1966a, 1966b, 1998 ; Speight, 1989 ; Key, 1993). Ces coléoptères côtoient également d'autres ordres comme des Diptères (*Syrphidae*, *Tipulidae*, *Asilidae*), des Hétéroptères (*Aradidae* notamment), des Hyménoptères (*Formicidae*, *Siricidae*, *Ichneumonidae*). Les insectes ne sont pas les seuls organismes du cortège saproxylique, d'autres invertébrés (*Chilopodes*, *Diplopodes*, *Arachnides*), quelques vertébrés (pics en particuliers, mais également chiroptères, rapaces nocturnes ou rongeurs) et de nombreux champignons et microorganismes participent activement au processus ou occupent les habitats ainsi créés (Brustel, 2002).

Il existe aussi de nombreux acariens saproxyliques parmi les Uropodes, les Mésostigmates, les Prostigmates et les Astigmates.

Quelques Gastéropodes sont également des organismes saproxyliques. Des oiseaux comme les pics dépendent du bois morts dans lequel ils creusent leur nid. Il existe aussi des végétaux saproxyliques, en Finlande, parmi les 99 espèces de mousses et de lichens, beaucoup s'installent sur le bois mort des vieilles forêts, comme l'épicéa. Des Gastéropodes, des Isopodes, des Myriapodes et des Lumbricides migrent dans le bois mort en hiver. Le Carabide *Pterostichus oblongopunctatus*, un habitant de la litière, hiverne dans une loge creusée dans le bois sous l'écorce, et il y passe aussi l'été (Dajoz, 2007).

Les insectes saproxyliques les plus importants dans les régions tempérées sont des Coléoptères, des Hyménoptères, des Diptères et des Lépidoptères. Dans les régions tropicales les termites jouent un rôle considérable (Dajoz, 2007).

2.2. Intérêts et rôles des Coléoptères saproxyliques

Au sein du cortège saproxylique, les Coléoptères constituent un compartiment particulièrement important, puisqu'ils représentent près de 20 % des espèces, qu'ils sont mieux connus que les Champignons (pourtant 30 % des organismes saproxyliques), et que l'optimisation et la standardisation de leur échantillonnage est bien étudiée.

La dégradation des habitats forestiers par les activités humaines ont accentué les études sur ce groupe fonctionnel notamment suite aux recommandations dès 1988 du conseil de l'Europe

demandant aux Etats membres de « considérer l'opportunité de recenser les organismes saproxyliques lors de l'évaluation de la valeur des forêts pour la conservation de la nature ».

En effet, un grand nombre d'espèces de Coléoptères saproxyliques figure sur les listes d'insectes menacés d'extinction dans différents pays européens : 20 % des Coléoptères saproxyliques sont menacés en Finlande et 35 % en Allemagne (Bouget, en ligne). En France, la moitié des espèces de Coléoptères inscrite à l'annexe II et/ou IV de la Directive Habitats sont des organismes saproxyliques (Nageleisen & Bouget, 2009).

Ces insectes ont 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.

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

2.3. La diversité des Coléoptères saproxyliques

On estime que deux tiers des familles de Coléoptères renferment, en totalité ou en partie, des espèces saproxyliques. Les Coléoptères saproxyliques sont apparus très tôt, en même temps que les arbres : les Buprestides au Trias, les Cérambycides au Jurassique, les Anobiides, Lucanides, Passalides et Scolytides au Crétacé, les Ciides, Clérides, Platypodides à l'Oligocène. Les recherches sur la biologie et la systématique ainsi que sur la conservation des insectes saproxyliques se sont multipliées depuis quelques années (Dajoz, 2007).

Les Coléoptères saproxyliques représentant entre 10% et 20% de l'ensemble des Coléoptères selon les régions. En France et en Allemagne, ce pourcentage est estimé à 20%, ce qui signifie que 1 900 espèces de Coléoptères appartiennent à cette catégorie en France. En Suède, plus de 20% des espèces de Coléoptères dépendant du bois mort. En Norvège, 405 espèces de Coléoptères sont associées au bouleau, 389 au pin sylvestre et 354 à l'épicéa (Ehnstrom, 2001). Plus de 300 espèces d'insectes vivent dans le sapin de Douglas dans l'état de Washington (Deyrup, 1976). On a récolté 104 espèces de Coléoptères dans des troncs morts d'Eucalyptus d'une seule forêt de Tasmanie (Yee et al., 2001) (in Dajoz, 2007).

Il existe près de 10 000 espèces de Coléoptères en France, 12 000 en Italie, soit près du tiers des espèces d'insectes connues dans ces régions. Probablement près de la moitié de ces espèces sont associées aux arbres, aux contextes forestiers, ou susceptibles simplement d'y être rencontrés (zones

humides). Les Coléoptères représentent le groupe le plus diversifié de la faune entomologique, et cette diversité n'est pas seulement liée à leur aspect. Ces aspects sont aussi des éléments explicatifs de l'intérêt porté aux Coléoptères par beaucoup de naturalistes. Les recherches dans ce domaine conditionnent pourtant les progrès nécessaires dans la protection de cette faune (Du Chatenet, 2000).

2.4. Les principales familles de Coléoptères saproxyliques

Les principales familles de Coléoptères saproxyliques sont les suivantes :

A. Les Cerambycidae

La famille des Crambycides comprend environ 35 000 espèces réparties dans neuf sous famille, avec 240 espèces en France, 600 en Europe et 1 000 en Amérique du Nord (Dajoz, 2007).

Appelés aussi longicornes (capricornes) en raison de l'allongement fréquent des antennes, qui sont cinq fois plus longues que le corps, leurs larves sont saproxylophages et creusent des galeries dans le bois des chênes. Ils s'attaquent surtout aux arbres affaiblis, mais préfèrent également la sève sur des arbres blessés. En général les adultes sont floricoles (Barbalat, 1997).

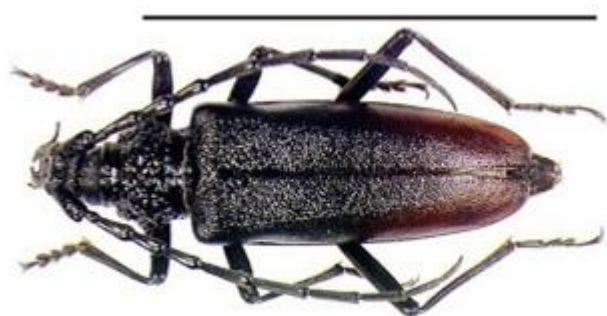
La larve de l'espèce *Cerambyx cerdo* Mirbecki, apode à mandibules noirâtres et puissantes a été rencontrée dans le bois mort (Benia, 2010).

Les Cérambycides ont souvent le corps allongé et presque cylindrique. Le dimorphisme sexuel est marqué surtout au niveau des antennes qui sont plus allongées chez les mâles que chez les femelles. La durée de vie des Cérambycides adultes est généralement brève. Beaucoup apparaissent en été, d'autres subissent leur mue imaginale à l'entrée de l'hiver et restent dans leur loge nymphale jusqu'au printemps (Dajoz, 2007).

Les larves des Longicornes se développent en général dans le bois mort, plus rarement dans le bois vivant, ouvrant la voie à d'autres organismes (autres insectes, champignons, bactéries) qui transformeront progressivement ce bois en humus. D'autres espèces se développent dans les tiges ligneuses de certaines plantes. La nymphose a lieu habituellement dans l'essence où s'est déroulée la vie larvaire. Autant cette vie larvaire peut être longue (1 an, voire 2 ans ou plus pour les plus grosses espèces), autant la vie adulte dans le milieu extérieur est brève (1 à 2 semaines), assurant la reproduction et la dissémination des espèces (Gretia, 2009).

Les adultes s'observent au printemps ou en été sur les tas de bûches, les troncs, les fleurs ou les arbustes. Beaucoup d'espèces sont discrètes, ce qui rend difficile la mise en évidence de leur présence. Certaines espèces emblématiques font l'objet d'une protection officielle comme

Cerambyx cerdo (strictement protégé en France et en Europe) ou encore *Rosalia alpina* (Gretia, 2009).



Cerambyx cerdo Linnaeus, 1758



Rosalia alpina Linné, 1758

Figure 10 : Quelques Cérambycides (© Le Monde des insectes, 2005)

B. Les Buprestidae

Cette famille comprend environ 15 000 espèces surtout répandues dans les régions tropicales. Elles sont facilement reconnaissables à leurs couleurs souvent brillantes et métalliques (Dajoz, 1980). La faune paléarctique renferme 1 500 espèces et il en existe 200 en Europe (Dajoz, 2007).

Les espèces de cette famille se développent dans le bois ou dans les tiges de plantes herbacées et parfois même dans les feuilles où elles creusent des galeries. Beaucoup d'espèces ont des larves saproxylophages ou phytophages (Benia, 2010).

Les larves des espèces *Anthaxia sp* et *Anthaxia hungarica* vivent aux dépens du bois vivant ou mort, alors que les espèces d'*Agrilus viridis* que nous avons trouvées dans le bois du chêne vert sont polyphages et répandues dans les forêts de chênes et de hêtres et cette espèce est connue d'Europe et signalée en Algérie (Caillol, 1913 ; In Villemant, 1991).

A l'état adulte, les Buprestides sont des insectes diurnes et héliophiles, les uns se posant sur les fleurs avec une prédilection pour les fleurs jaunes, comme beaucoup de petites espèces appartenant aux genres *Anthaxia* et *Agrilus*, les autres comme les *Chrysobothris* recherchant les troncs des vieux arbres dans lesquels ils pondent (Dajoz, 2007).

L'écologie de beaucoup de Buprestides d'Europe a été résumée et illustrée par Bily (1999, 2002). Ces Coléoptères peuvent être des ravageurs primaires qui s'attaquent aux arbres vivants et sains, ou plus souvent des ravageurs secondaires qui évoluent dans les arbres morts.

La nymphose a lieu à l'extrémité d'une longue galerie et les adultes sortent à travers l'écorce. Dans les régions fortement attaquées, la mortalité des chênes peut être importante.



Anthaxia hungarica Scopoli, 1772



Agrilus viridis Linnaeus 1758

Figure 11 : Quelques Buprestides (© Henri-Pierre Aberlenc, 2008)

C. Les Anobiidae

Les Anobiidae (autrefois appelés Ptinidae) sont également appelés « Vrillettes ». Cette famille réunit un millier d'espèces dont la taille ne dépasse guère 5 à 6 mm. Elles sont presque toutes xylophages et elles se développent dans le bois mort même très sec qu'elles transforment en poussière (Benia, 2010). Ce sont surtout de dangereux ravageurs des objets en bois mais leur rôle dans la nature semble minime (Dajoz, 1980).

Les larves ont une forme en arc de cercle avec la partie antérieure du corps élargie, des pattes courtes et les stigmates du huitième segment abdominal plus grands que les autres. Les adultes sont reconnaissables à leur forme plus ou moins cylindrique, leur prothorax en capuchon recouvrant la tête sur la face dorsale, les antennes de onze articles dont les trois derniers sont plus allongées que les précédents (Dajoz, 2007).

Les genres les plus communs sont les *Anobium* et les *Xestobium* dont les larves ont une forme recourbée, un aspect de ver blanc, avec le thorax dilaté, les pattes courtes et grêles (Dajoz, 1980). *Anobium punctatum* est une espèce qui a été répandue dans le monde entier avec les bois ouvrés (Dajoz, 2007).

Le genre *Ptinus* est très souvent observé sous les écorces. Toutefois quelques espèces sont de redoutables ravageurs de denrées alimentaires, (Dajoz, 2007). L'espèce *Ptinus obesus* qu'été récoltée sur le feuillage et sur le tronc du chêne vert est, selon Arahou (2008), inféodée à cette essence, et elle est saprophyte (Benia, 2010).



Figure 12 : *Anobium emarginatum* Duftschmid, 1825 (© Reibnitz, 2008)

D. Les Bostrichidae

Cette famille comprend 300 espèces dont la plupart sont xylophages. Leurs larves vivent dans le bois mort où elles creusent des galeries profondes. Elles sont recourbées comme celles des Scarabéides avec des segments thoraciques très développés. Les adultes ont souvent une forme presque cylindrique avec la tête plus ou moins protégée dorsalement par le prothorax et l'extrémité des élytres est fréquemment tronquée et couverte de protubérances (Dajoz, 1980).

Les adultes ont une activité diurne ou nocturne selon les espèces. La taille de la plupart des Bostrichides est comprise entre 1 et 2 cm. Le géant du groupe est *Dinapate wrightii* qui mesure 5cm et vit dans le palmier endémique de Californie *Washingtonia filifera* (Dajoz, 2007).

Bostrichus capucinus est reconnaissable à son avant-corps noir et à ses élytres rouges ; il vit dans les vieilles souches, surtout celles du chêne. *Lichenophanes varius* recherche les vieux hêtres. *Sinoxylon sexdentatum* est très polyphage et attaque en particulier les branches de chêne qui sont tombées à terre. Il en est de même de *Sinoxylon perforans* qui est surtout répandu dans le sud de la France et fréquent dans le chêne liège et le chêne vert dont il exploite les branches mortes ou déperissantes (Dajoz, 2007).

Les adultes et les larves de l'espèce *Xylopertha sp* forent des galeries dans le bois mort et la femelle pond ses œufs sous la surface du bois (Brustel & al, 2004).

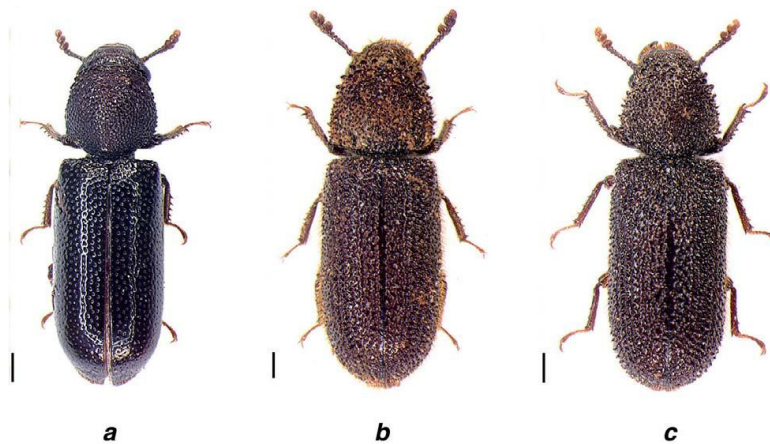


Figure 13 : Quelques Bostrichidae trois espèces de *Stephanopachys*
a) *Stephanopachys linearis* (Kugelann, 1792) b) *Stephanopachys substriatus* (Paykull, 1800) ;
c) *Stephanopachys quadricollis* (Marseul, 1878) (© Pierre Zagatti, 2011).

E. Les Curculionidae

Cette famille comprend 60 000 espèces connues qui vivent le plus souvent aux dépens de végétaux herbacés ou des feuilles des arbres. Les Curculionides ou Charançons se reconnaissent à leur tête presque toujours prolongée par un rostre plus ou moins développé à l'extrémité duquel se trouvent les pièces buccales. Les antennes sont (presque toujours) coudée avec le premier article ou

scape allongé, les articles suivants plus courts et les deux ou trois derniers renflés en massue. Les larves sont de type éruciforme, apodes, de formes assez variées (Dajoz, 1980).

Les espèces xylophages sont peu nombreuses mais importantes. Celles-ci peuvent être des ravageurs primaires capables de s'attaquer à des arbres sains comme *Pissodes notatus* et *Hylobius obietis* qui vivent aux dépens des conifères. Les Magdalis vivent sur divers arbres malades ou morts et ils creusent des galeries sous corticales qui marquent l'aubier comme celles des Scolytides (Dajoz, 2007).

Le genre *Hylobius* comprend une cinquantaine d'espèces de l'hémisphère nord, la plupart liées aux conifères. *Hylobius abietis* ou grand charançon du pin attaque tous les résineux et en particulier le pin maritime dans le sud ouest de la France, le sapin de Douglas dans le Centre, l'épicéa et le pin sylvestre dans le nord est. Ses pullulations apparaissent surtout après une coupe rase suivie d'une plantation de pins ou de sapins de Douglas (Dajoz, 1980).

Cet insecte trouve alors des conditions idéales pour la ponte et le développement larvaire sous l'écorce des racines des souches et à la face inférieure des grumes non écorcées (Leather et al, 1999). Les morsures de nutrition nécessaires à la maturation sexuelle des adultes se font sur l'écorce des jeunes plants. Ces morsures qui sont généralement supportées par les arbres âgés peuvent tuer les arbres ayant 1 à 2 ans. *Hylobius abietis* est un exemple d'espèce qui s'est multipliée à la faveur de certaines méthodes de sylviculture. *Hylobius abietis* mesure de 7 à 15 mm et se reconnaît à sa teinte brun noir et à son revêtement de poils jaunes épars, plus serrés sur certaines régions des élytres ou ils forment des dessins irréguliers. Il se distingue de *Pissodes notatus* par la position des antennes sur le rostre. Le cycle de développement est assez compliqué. Il dure un an en France mais il peut durer 4 à 5 ans dans les pays scandinaves où la température moyenne est plus basse. Les adultes vivent jusqu'à 4 ans et se reproduisent chaque année (Dajoz, 2007).

L'espèce *Phyllobius oblongus* possède des larves qui mangent les racines, alors que les imagos rongent les feuilles, mais attaquent parfois les bourgeons et les pétales de fleurs, donc peut se rencontrer aussi bien sur les arbres que sur d'autres plantes herbacées. De même que l'espèce *Otiorrhynchus sp* dont les larves se nourrissent de radicelles et les adultes de feuilles (Dajoz, 2007).

Les espèces de la sous famille des Cossoninae sont présentes dans le monde entier. La faune de France comprend une trentaine d'espèces. Elles se reconnaissent aisément, parmi les Curculionides, à la grande dent en forme de crochet qui se trouve à l'extrémité des tibias et à leur couleur généralement noire ou brune certaines sont difficiles à distinguer des Scolytides, aussi bien dans leur morphologie que dans leur anatomie (Dajoz, 2007).

L'espèce la plus commune en Europe est *Pissodes notatus* qui s'installe sur des pins affaiblis, soit au collet de jeunes sujets, soit sur les troncs des sujets âgés. Dans certains cas, *Pissodes notatus* peut se comporter en ravageur primaire. Ses larves provoquent un affaiblissement

de l'arbre et elles accélèrent le dépérissement en permettant aux autres xylophages de s'installer.

Le cycle de développement varie avec les conditions climatiques. En Provence, il existe deux périodes d'émergence des imagos, l'une de mai à juillet et l'autre de septembre à décembre. Les jeunes adultes gagnent les pins au vol et s'installent sur les pousses de l'année dont ils rongent l'écorce et le liber (Dajoz, 2007).

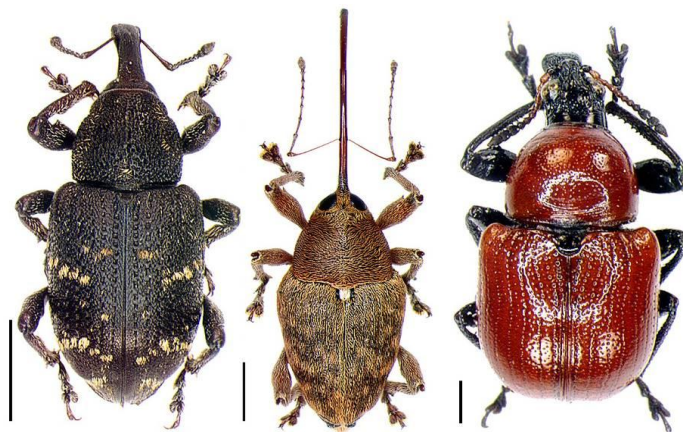


Figure 14 : Quelques Curculionides (© Le Monde des insectes, 2005)

F. Les Lymexylonidae

Cette famille est représentée en France par trois espèces dont la plus commune, *Hylecoetus dermestoides*, est facile à reconnaître à l'état larvaire à son prothorax bossu et saillant au dessus de la tête et par le long prolongement de l'extrémité de l'abdomen. Les adultes ont des téguments mous, une forme cylindrique et mesurent environ 15mm. Les palpes sont très développés surtout chez les males (Dajoz, 1980).

Les larves de *Hylecoetus dermestoides* vivent aussi bien des feuillus comme le hêtre que dans des résineux comme le sapin. Le bois attaqué est souvent humide, visqueux et malodorant à cause de la présence du champignon avec lequel l'insecte vit en symbiose (Dajoz, 2007).

Les galeries larvaires ont une disposition caractéristique. Elles traversent l'écorce et pénètrent dans la profondeur du bois. La larve, en se déplaçant à reculons, rejette la sciure de ses galeries en la poussant avec la pointe qui prolonge son abdomen et elle laisse ainsi sur la face interne de l'écorce, autour de l'orifice des galeries, des couronnes de sciure comprimée caractéristiques. Le développement dure un an (Dajoz, 2007).

G. Les Scarabaeidae

Cette vaste ensemble correspond à une superfamille constituée de plusieurs familles dont beaucoup de représentants vivent dans le bois mort, souvent en état de décomposition avancée.

➤ **Les Lucanidae**

Cette famille qui comprend plus de 1500 espèces, est surtout bien représentée dans les régions tropicales. En Europe, elle ne comprend que quelques espèces de grande taille dont les larves ont l'aspect de « vers blancs » et qui diffèrent des larves des Scarabéides qui comme celles du hanneton, vivant dans le bois : le corps est relativement plus court, la pubescence plus rare, les antennes et les pattes plus courtes, les mandibules plus trapues par suite de la réduction de la partie distale (Dajoz, 2007).

Trois espèces de Lucanides sont assez communes dans le bois mort. La biologie de *Lucanus cervus* a fait l'objet de nombreuses recherches. Chez le cerf volant *Lucanus cervus*, les males atteignent 85 mm et possèdent des mandibules très développées, tandis que les femelles ne dépassent pas 60 mm et ont des mandibules de taille normale. Les adultes volent le soir au début de l'été (Dajoz, 1980).

Les larves sont polyphages et vivent dans au moins 43 espèces d'arbres feuillus. Les femelles recherchent les souches d'arbres morts ou dépérissants ; elles s'enfoncent dans le sol jusqu'à 30 cm de profondeur pour pondre dans le bois en décomposition. Le développement larvaire dure 4 à 6 ans. La nymphose a lieu dans l'arbre ou dans le sol, dans une coque faite de débris ligneux ou de terre (Dajoz, 2007).

Une autre espèce de Lucanide, *Dorcus parallelipedus* atteint au plus 35 mm et son dimorphisme sexuel est presque inexistant. Son développement larvaire dure 4 ans. Les adultes apparaissent à la fin de l'été et vivent souvent plus d'un an. La ponte a lieu au mois de mai. Cette espèce circule la nuit sur les vieux arbres ou se développent ses larves (Dajoz, 2007).

Les Lucanides dépendent pour leur développement de bois mort à un stade de décomposition avancée. Pour cette raison, ils sont affectés par l'aménagement des forêts. Beaucoup d'espèces ne peuvent se maintenir que dans des forêts ou bois mort a persisté sans interruption (Dajoz, 2007).

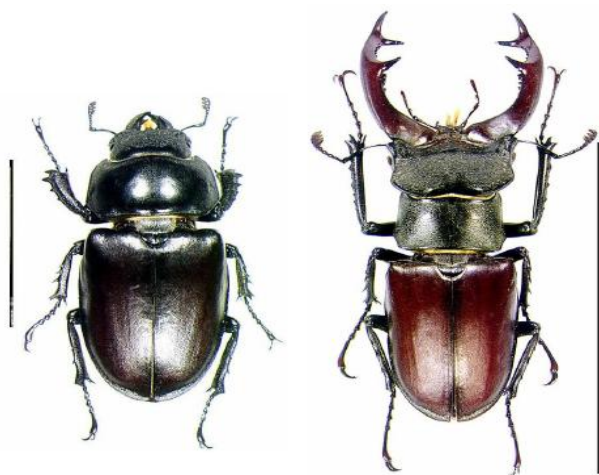


Figure 15 : *Lucanus cervus* Linnaeus, 1758 (© Ville Laurent, 2011)

➤ **Les Dynastidae**

Les Dynastides constituent une famille de Scarabéides qui, dans les régions tropicales, est représentée par des espèces de grande taille comme les *Oryctes*, *Augosoma*, et *Dynastes*, en France, *Oryctes nasicornis* est l'espèce la plus commune. Sa larve vit dans le bois mort mais elle peut aussi se développer dans le sol aux dépens des racines des jeunes arbres, ce qui la rend nuisible dans les pépinières (Dajoz, 2007).

➤ **Les Cetoniidae**

Plusieurs espèces de la famille des Cétonides vivent à l'état larvaire dans le bois très décomposé et dans le terreau des cavités d'arbres. Les espèces les plus caractéristiques sont *Osmoderma eremita*, *Potosia cuprea*, *Gnorimus nobilis*, *Gnorimus octopunctatus* (Dajoz, 2007).

L'espèce la plus remarquable de la faune de France et d'Europe méridionale est la grande Cétoine bleue *Eupotosia mirifica* qui est une relique présente seulement dans quelques stations et vraisemblablement *Valgus hemipterus* dont la femelle se reconnaît à son abdomen prolongé en tarière et qui vit à l'état dans le bois pourri. Les espèces américaines de ce genre sont souvent associées à des termites dans le bois mort. Les adultes sont floricoles (Dajoz, 2007).

Les larves des Cetoniidae sont saproxylophages, alors que les adultes sont en général floricoles. Les larves consomment également les matières végétales pourrissantes, les excréments et le bois. Les adultes consomment surtout la sève, le pollen et les fruits (Tauzin, 2005).



a. *Osmoderma eremita*, Scopoli, 1763



b. *Potosia cuprea*, Fabricius, 1775

Figure 16 : Quelques Cétonides (© Le Monde des insectes, 2005)

H. Les Passalidae

Les Passalides vivent presque exclusivement dans les régions tropicales. Ces coléoptères abondent dans les forêts humides ; certains habitent les forêts sèches. Les adultes et les larves vivent en groupes familiaux, une famille étant composée du mâle, de la femelle et de leurs larves. Les galeries sont creusées dans le bois par les adultes qui nourrissent les larves avec du bois broyé et mélangé à de la salive. Les déjections des adultes, enrichies par une microflore, sont consommées par les larves et les adultes (Dajoz, 2007).

Ils sont voisins des Scarabeides et riches de 500 espèces environ. Les Passalides ont un aspect uniforme, une couleur noire, le corps allongé et aplati dorso-ventralement, une taille comprise entre 12 et 100 mm. Presque toutes les espèces sont saproxylophages et vivent dans le bois humide et décomposé (Dajoz, 2007).

Selon Castillo et Moron (1992), les Passalides sont avec les termites, dans la région néotropicale, le groupe le plus important intervenant dans la dégradation du bois mort aux stades intermédiaires de la décomposition.

2.5. Autres familles de Coléoptères xylophages

De nombreuses autres familles de Coléoptères renferment des espèces xylophages qui peuvent parfois jouer un rôle important dans les processus de décomposition du bois.

➤ Les Eucnemidae

Les adultes de cette famille ressemblent aux Elatérides mais leur corps à une forme plus cylindrique (Muona, 1993 et 2000). Ils comptent actuellement vingt-deux espèces dans la faune de France. Leurs larves, qui vivent souvent dans le bois mort très décomposé et fortement attaqué par les champignons (à l'exception de quelques genres comme les *Anelastes* dont les larves vivent dans le sol) sont des insectes mycétophages se nourrissant du mycélium présent dans les troncs pourris. Elles ressemblent à celles des Buprestides par leur prothorax élargi et leur forme aplatie. Beaucoup d'Eucnémides sont rares ; l'habitat précis et la biologie de beaucoup d'espèces sont encore mal connus (Bouget et Leseigneur, 2005). Leurs exigences souvent très strictes envers les conditions de milieu en font de bons indicateurs de l'état de conservation des forêts et de leur intérêt pour la conservation des insectes saproxyliques (Dajoz, 2007).

➤ Les Mélandryidae, les Mordellidae et les Pyrochroidae

Les Mélandryides vivent surtout dans les champignons lignicoles, certains, comme *Melandrya caraboides* et *Serropalpus barbatus*, vivent dans le bois. Les Mordellides adultes des genres *Tomoxia* et *Mordella* sont faciles à reconnaître à leur corps de couleur noire, comprimé latéralement et terminé par une pointe qui dépasse l'extrémité des élytres (Dajoz, 2007).

Les Mordellides se déplacent maladroitement en sautant. Leurs larves exploitent le bois plus ou moins décomposé. Les Pyrochroides n'ont en France qu'un seul genre, *Pyrochroa*, qui doit son nom à sa couleur rouge vif, la tête étant noire chez une espèce. Les larves sont aplaties et vivent sous les écorces déhiscents et humides des arbres morts ou elles sont parfois abondantes. Elles ont un régime mixte en partie lignivore et détritivore, en partie prédateur. On les reconnaît à leur taille de 25 à 30 mm, à leur forme aplatie, à leur grosse tête et aux deux pointes qui terminent le dernier segment abdominal. Contrairement aux larves à régime entièrement ou presque entièrement

xylophage, la larve de *Pyrochroa* a un tube digestif court, guère plus long que le corps (Dajoz, 2007).

➤ **Les Pythidae**

Les Pythides constituent une petite famille qui ne comprend que quelques genres. Le plus répandu est le genre *Pytho*, représenté en Eurasie et en Amérique du Nord par neuf espèces. *Pytho depressus*, présent depuis la France jusqu'à la Sibérie orientale, est un insecte bleu noir plus ou moins métallique, déprimé, mesurent de 7 à 13,7 mm. Les larves des *Pytho* sont aplaties, avec le corps parallèle, et le dernier segment abdominal garni de tubercules et prolongé par deux urogomphes. Elles vivent sous les écorces de divers Conifères tels que les pins, les épicéas, les sapins, le sapin de Douglas. Les arbres qui sont habités sont morts depuis 3 à 4 ans et ils sont vraisemblablement habitables durant 4 à 10 ans (Dajoz, 2007).

Les larves des *Pytho* sont des xylophages et elles peuvent être élevées sur un milieu constitué uniquement par du cambium de Conifères (Andersen et Nielsen, 1978 ; Pollock, 1991). Elles cohabitent avec les larves et les adultes de nombreux autres insectes saproxyliques : Coléoptères Staphylinides, Elatérides, Clérides, Cérambycides, Diptères Xylophagides, etc (Dajoz, 1990).

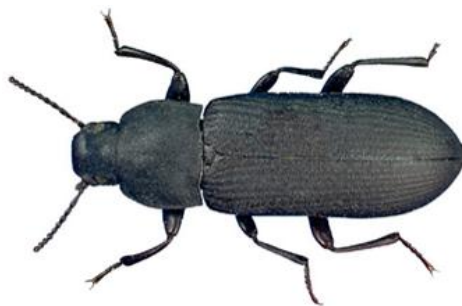
➤ **Les Tenebrionidae**

Ce sont surtout des insectes terricoles bien représentés dans les régions arides, mais ils sont aussi présents dans le bois mort. *Uloma culinaris* est assez répandu dans le bois mort des chênes et des hêtres ; *Helops coeruleus* se trouve surtout dans le sud de la France dans des arbres assez divers. *Tenebrio obscurus* vit dans le bois très décomposé (Dajoz, 2007).

Ce sont des insectes qui atteignent 7 cm de longueur, ce qui en fait les plus grands des Ténébrionides (Dajoz, 2007).



a. *Uloma culinaris* Linnaeus, 1758



b. *Tenebrio obscurus* Fabricius 1792

Figure 17 : Quelques Tenebrionides (© Le Monde des insectes, 2005)

➤ **Les Anthribidae**

Cette petite famille est voisine des Curculionides. La plupart de ses espèces sont xylophages. Les adultes fréquentent le bois des vieux arbres, rarement les fleurs d'arbres comme l'aubépine. Les larves creusent des galeries sinueuses dans le bois mort attaqué par des champignons. *Platyrhinus resinosus* vit dans le hêtre attaqué par le champignon *Ustulina vulgaris* et dans le frêne attaqué par un autre champignon, *Daldinia concentrica*. Dans le châtaignier envahi par *Sphaeria stigma* vit *Choragus sheppardi*. Les Anthribides ne sont pas rares dans le bois mort qui forme les vieux fagots. Les espèces du genre *Anthribus* se singularisent car ce sont des prédateurs qui, à l'état larvaire, vivent sous le bouclier des Cochenilles du groupe des Lécánines. *Anthribus nebulosus*, assez commun dans toute la France, vit aux dépens de *Eulecanium coryli* et de *E. corni* et attaque aussi *Physokermes piceae* et *P. hemicryphus* (Dajoz, 2007).

➤ **Les Brentidae**

Ces Coléoptères, qui peuvent atteindre 40 mm de longueur, sont surtout des insectes des régions tropicales et subtropicales. Quelques-uns sont myrmécophiles ; la plupart vivent dans le bois mort. Ils ont le corps étroit et allongé avec les mandibules insérées à l'extrémité d'un long rostre qui rappelle celui des Curculionides. Les adultes, dont la biologie est connue, vivent sous les écorces des arbres morts. Leurs larves creusent des galeries dans la profondeur du bois et elles mangent du bois et du mycélium. *Arrenodes minutus* est commun dans l'est des Etats Unis sous les écorces de divers arbres (Dajoz, 2007).

Il faudrait ajouter à cette liste plusieurs autres familles de Coléoptères dont la biologie et le régime alimentaire sont encore mal connus. Les Micromalthides appartiennent à un sous ordre particulier de Coléoptères, les *Archostemata*. Ils renferment une seule espèce américaine, *Micromalthus debilis* qui est remarquable par son développement larvaire très complexe unique chez les Coléoptères (Dajoz, 2007).

➤ **Les Scolytidae**

D'après Benhalima (2006), cette famille est composée d'espèces xylophages est placée au premier rang des ennemis naturels des forêts de conifères, et est responsable de 90% des dégâts causés. Balachowsky (1962) a indiqué que la plupart des espèces du genre *Scolytus* colonisent les arbres très affaiblis, tombés ou abattus. Certains Scolytidae peuvent changer leur comportement vis à vis leur hôte. En fait, elles possèdent une polyphagie qui leur permet de vivre à la fois sur des Conifères et des Feuillus.

Les scolytes pratiquent des systèmes de galeries composées d'un couloir que la femelle pratique lors de la ponte, ce couloir est parsemé de part et d'autre par des galeries larvaires qui

commencent à partir d'encoche dont les œufs sont déposés par la femelle.

Les adultes sont petits, cylindriques, assez bons voiliers. Les larves de la plupart des espèces sont xylophages, creusant leurs galeries à partir de celle aménagée par les adultes (galerie de ponte ou galerie maternelle) dans l'écorce ou entre bois et écorce.

Certains Scolytes sont dépendants de champignons symbiotiques "*Ambrosia*" dont ilsensemencent leurs galeries et qu'ils consomment une fois que ceux-ci ont digéré le bois.

Leur corps de 2 à 5 mm est cylindrique et court, de couleur brun foncé à rougeâtre et recouvert par les élytres qui protègent leurs ailes. Ils pondent sous l'écorce des arbres et les larves se nourrissent de la sève des arbres, ce qui peut mener à la mort de l'arbre.

2.6. Traits de vie des Coléoptères saproxyliques

Au sujet des relations trophiques avec le matériau bois, 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 ;
- les organismes occasionnellement saproxyliques, ou **saproxyliques facultatifs**, qui sont des espèces où seuls les adultes sont liés au complexe saproxylique ;
- les 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).

2.7. Les types de Coléoptères saproxyliques

Calmont (2011), Selon l'état de dégradation du bois, on distingue plusieurs types de Coléoptères saproxyliques qui lui sont associés.

Les espèces strictement dépendantes du matériau bois ne sont pas nécessairement xylophages et le terme anglo-saxon « *wood borer* » est plus juste que « xylophage » trop souvent employé à tort. Il est même établi que les réels xylophages peuvent ne représenter qu'une infime

partie des saproxyliques observés sur les bois morts (Irmiler *et al*, 1996). Il convient de distinguer les Coléoptères saproxyliques dont :

- Les larves sont en relations directes avec le bois, parmi lesquels :
 - **Les xylophages primaires ou pionniers** : Ce sont des Coléoptères capables d'attaquer des essences végétales vivantes. Ce sont des ravageurs primaires qui peuvent éventuellement attaquer des arbres en pleine vitalité.
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 xylophages secondaires** : pour les espèces se développant sur le bois vivant dépérissant ou le bois mort frais. Ce sont des ravageurs secondaires qui peuvent attaquer les arbres dépérissant ou morts. C'est essentiellement parmi les ravageurs secondaires que l'on rencontre des coléoptères saproxyliques.
 - **Les saproxylophages** : 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 larves sont en relations indirectes avec le bois :
 - **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 par rapport au stade de décomposition du bois qu'au 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 capable de se nourrir de matière végétale que d'être prédateur occasionnel de diverses larves, nymphes ou même d'imago d'insectes.

2.8. Habitats 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 imaginaire 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. 18), et de régime alimentaire des adultes ou des larves, ce qui les situe en différentes positions dans les réseaux trophiques (Brustel, 2002).

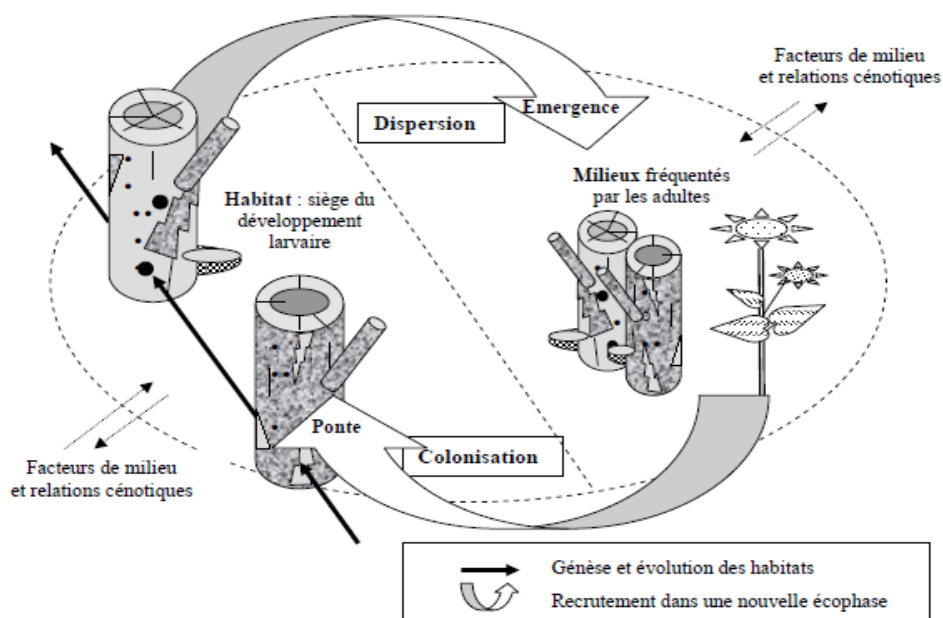


Figure 18 : Habitats d'un coléoptère saproxylique (Brustel, 2002).

L'habitat d'une espèce correspond à une conjonction de facteurs particuliers de milieu, en général choisie par l'adulte (femelle) d'une espèce pour y déposer sa ponte, qui permet le succès du développement larvaire jusqu'à l'émergence de la génération suivante. Il y a en effet une constance

des différentes espèces à coloniser tel ou tel habitat. Pour le développement larvaire, une forêt ne constitue pas un habitat et un arbre mort ne l'est pas davantage.

Speight (1989) introduit à ce sujet la notion de « mégapole arboricole » pour les grands arbres présentant de multiples types de déficiences et de nécroses où se situent différents habitats d'organismes saproxyliques. Tous les arbres sont des lieux pouvant présenter des habitats très divers et évolutifs, par exemple (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 dm^3 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 micro-caverne pour les cavités d'arbres (et de coléoptères micro-cavernicoles comme les Cétoines dont les larves se développent dans ce contexte : Luce, 1995), ou de microbiocénoses (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 permettent certaines associations de faunes saproxyliques dont on devine l'extrême richesse à l'intérieur d'une seule forêt. Cette notion 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).

2.9. Description de quelques micro-habitats

Il convient d'utiliser cette notion pour le stade larvaire chez les saproxyliques. En effet, chez de nombreuses espèces, larves et adultes ne fréquentent pas les mêmes milieux et n'ont pas le même régime alimentaire (cas des espèces dont les larves sont saproxyliques et les adultes floricoles).

Les arbres sont des lieux pouvant présenter des habitats très divers et évolutifs. A l'échelle des Coléoptères saproxyliques, l'habitat d'une espèce au stade larvaire peut être réduit à quelque dm^3 de bois ou de terreau (Brustel, 2004). Certains insectes vont se développer dans les branches, d'autres dans les écorces ou encore dans le terreau d'une cavité (avec des espèces différentes selon l'emplacement de la cavité : haute ou basse). Il n'est pas nécessaire que l'arbre soit mort pour attirer des saproxyliques. En effet, des arbres vivants peuvent présenter de nombreux habitats potentiels favorables à une faune saproxylique (branches mortes, cavités, plaie avec écoulement de sève).

Quelques micro-habitats régulièrement prospectés sont présentés ci-dessous ; toutes les espèces associées et illustrées sont issues d'observations personnelles in situ.

➤ Ecorce et zone subcorticale

Ces parties de l'arbre sont consommées par une majorité de Coléoptères Scolytinae, Buprestidae et Cerambycidae. Ils constituent les pionniers (xylophages primaires) dans la

dégradation de l'arbre (organismes foreurs). Certaines de ces espèces ne colonisent d'ailleurs pas les arbres dont l'écorce se décolle (Brustel, 2004).

De nombreux Coléoptères zoophages (prédateurs) y sont associés tels que les Histeridae, Trogossitidae (Fig. 19), Cleridae, Tenebrionidae, Zopheridae, mais aussi des xylophages secondaires, « nettoyeurs » de galeries des xylophiles et consommant les restes de champignons symbiotiques, exuvies (Brustel, 2004).



Figure 19 : Orme fraîchement mort de la Graphiose favorable à *Nemozoma elongatum* Trogossitidae (Velle, 2011)

➤ **Bois morts frais**

En fonction de l'état de dégradation de l'arbre, l'entomofaune sera différente. Les xylophages primaires vont d'abord attaquer l'arbre sain. Cet arbre dépérissant va ensuite attirer le cortège des xylophages secondaires ce qui va le mener à sa mort. Il est donc nommé « bois mort frais » puis « bois mort dégradé » suite à sa dégradation par les champignons et l'entomofaune saproxylique.

Les bois morts frais (Fig. 20) sont riches en espèces notamment des foreurs (Anobiidae par exemple), des xylophages secondaires utilisant les galeries des précédents pour y pondre (Eucnemidae), des mycétophages (notamment Nitidulidae, Mycetophagidae, Erotylidae, Tetratomidae), et des prédateurs de ces groupes trophiques (Zopheridae, Cucujidae, Trogossitidae).



a. *Hylis olexai*

b. *Nematodes filum*

Figure 20 : Peuplier et Saule favorable à Eucnemidae (Velle, 2011)

➤ **Les écoulements de sève**

Les écoulements de sève (Fig. 21) sont issus de blessures sur les arbres d'origines diverses (souvent anthropiques mais parfois causées par des prédateurs. La moindre blessure occasionnée sur ces essences gorgées d'eau provoque des écoulements importants.

Quelques espèces de Coléoptères ne nourrissent de ces suintements de sève (opophage) ; c'est le cas à l'état adulte de certaines Cétoines telles que *Protaetia lugubris* (observée sur sève de Saule argenté) et *Protaetia aeruginosa*. On peut observer aussi des Nitidulidae (des genres *Soronia*, *Librodor*, *Epurea*), Staphylinidae (souvent prédateur de larve d'autres organismes) et l'unique espèce de la famille des Nosodendridae (*Nosodendron fasciculare*) dont larves et adultes vivent uniquement dans ce micro-habitat (photo ci-dessous).



Figure 21 : Ecoulement de sève sur Peuplier noir (Velle, 2011)

➤ **Les champignons saproxyliques**

Les champignons du bois, dits lignicoles, sont très variés et hébergent également des Coléoptères saproxyliques qui leur sont plus ou moins inféodés (Brustel, 2004). L'abondance de ces deux groupes d'organismes en fait un élément important de la biodiversité en forêt (Dajoz, 1998). Ces champignons hébergent une faune variée dont certains sont mycétophages mais on y trouve aussi leur prédateur.

Outre leur rôle d'habitat pour de nombreuses espèces d'insectes, ils sont aussi les agents de diverses pourritures qui exploitent le bois mort et accélèrent le recyclage des éléments minéraux (Dajoz, 1998). La dégradation du bois par les champignons est appelée aussi « pourriture » et constituent des habitats essentiels pour d'autres espèces saproxyliques.

➤ **Les caries**

Les caries ou pourriture constituent des habitats fondamentaux pour bon nombre de saproxyliques. Elles sont formées de bois friable suite à sa dégradation par des champignons, des bactéries, et leurs interactions physiques et chimiques avec la matière ligneuse, ou encore suite à l'ouverture de galeries par un xylophage dans le duramen ou l'aubier (Arnaboldi, 2009). Il est habituel de classer les caries en trois groupes principaux : les caries rouges cubiques, les caries molles, et le vaste ensemble des caries blanches comprenant des formes fibreuses, alvéolaires ou tubulaires (Brustel, 2004). Il est courant de rencontrer sur la Réserve de la carie rouge humide suite à la dégradation par le Polypore souffré des Saules blancs en particulier. Les arbres échoués suite aux crues constituent aussi une grande ressource en bois cariés (Fig. 22).

Au terme du processus de dégradation des bois au sol, ou des racines, la faune saproxylophage endogée termine le fractionnement de cette matière organique qui deviendra ensuite humus de bois avant minéralisation (Brustel, 2004).



a.



b.

Figure 22 : Peuplier noir carié et échoué depuis plusieurs années abritant certains Coléoptères saproxyliques dont *Uloma culinaris*, *Prionychus melanarius*, *Dorcus parallelipedus* et *Mycetophagus fulvicollis* (Velle, 2011).

➤ **Les cavités**

Quelle que soit la cavité, il s'agit toujours d'un processus de saproxylation localisé qui entraîne la carie puis la disparition locale du matériau. Les champignons lignicoles sont indissociables du processus, d'autant que le creusement total du bois de cœur pour un arbre restant vivant est chose fréquente (Brustel, 2004).

La genèse d'une cavité (Fig. 23) est un phénomène souvent long (plusieurs années voire dizaine d'années en fonction des essences) et d'origines variées (branche maîtresse cassée, foudre, blessure par frottement, taille des arbres en têtard). L'attaque du bois par les champignons et les insectes se fait presque toujours simultanément dans la nature, dont les déjections associées aux débris de bois et à des apports extérieurs qui formeront, sous l'action conjuguée de l'humidité, un terreau de couleur noire riche en matière organique (Gouix, 2007). Ces cavités sont souvent utilisées aussi par des vertébrés, produisant divers débris (fécès, fientes, déchets de proies, reste de nids) qui vont favoriser le développement de certains nécrophages ou saprophages tels que les Dermestidae, Trogidae et Leiodidae (*Catopinae*).

Il n'est pas étonnant de voir que les insectes les plus rares et les plus menacés en Europe sont ceux qui se développent dans les débris des cavités des vieux arbres (Gouix, 2007), compte tenu de leurs exigences biologiques (c'est le cas de *Limoniscus violaceus* et d'*Osmoderma eremita*).



Figure 23 : Cavités basses de Peuplier noir favorables à *Rhamnusium bicolor* (Cerambycidae) (à droite) et *Ischnomera caerulea* (Oedemeridae) (à gauche) (Velle, 2011).

Chapitre II

Présentation de l'aire d'étude

Notre étude a été menée dans la Cédraie du parc national de Theniet El Had, qu'on présente sous ses différents aspects géographique et physiographique.

1. Aperçu historique de la forêt

Entre 1843 et 1920, la domaniale de Theniet El Had avait connu une succession d'aléas naturels et d'inadvertances humaines, les incendies de 1891, 1902, 1903 et 1905 et les exploitations considérables par le service forestier, ce qui conduisait à sa dégradation progressive (Lefebvre, 1894 in Zedek, 1993). Face à ces problèmes, le 03 Août 1923 le parc national des cèdres a été créé par arrêté gouvernemental sur une superficie de 1563 ha de la forêt domaniale des cèdres qui couvre une superficie totale de 3616 ha (Anonyme 1930 ; Boudy, 1950).

Boudy (1950) indique dans ce contexte que la cédraie avec ses nombreux sites artistiques a été érigée en parc national où toute exploitation est interdite et elle est devenue l'objet de soin particulier de la part du service forestier. D'après Sari (1977), pendant la guerre de libération, certains cantons inaccessibles aux forces coloniales sont déclarés comme zones interdites et soumises assez régulièrement à des durs bombardements le plus souvent au NAPALM.

Après l'indépendance, une étude bulgare qui a été menée en 1983 a retenu une superficie de 3424 ha pour le classement en Parc National.

Le 23 juillet 1983, la cédraie est déclarée à nouveau parc national par décret présidentiel n° 83/459, sa superficie est de l'ordre de 3424 ha dont 2968 ha couverte de végétation (PNTEH, 2006).

En 1984, une étude bulgare forestière approfondie a été faite, cette étude a montré que dès le 8^{ème} siècle, des botanistes ont planté des graines de cèdre à différents endroits en haute altitude, ce qui nous mène à conclure que la cédraie de Theniet El Had existe depuis très longtemps (Tabouni et Farah, 2005).

2. Situation géographique

Notre aire d'étude (Le parc national de Theniet El Had) sise dans la partie septentrionale de l'Ouarsenis comprise entre les monts de Beni Chograne à l'Ouest, les monts de Tetteri à l'Est, la vallée du Chelif au Nord et les plaines du Sersou au Sud. La forêt étendue sur les versants de Djebel el Meddad dont le cèdre occupe près de 1/3 de la superficie totale du parc (PNTEH, 2006)

Le parc national est distant de 52 km du chef lieu de la wilaya de Tissemsilt et à environs 1,8 km du chef lieu de Daïra de Theniet El Had, il est localisé entièrement dans la Wilaya de Tissemsilt, distant de 180 km au sud-ouest d'Alger, il s'étend sur les communes de Theniet El Had et celle de Sidi Boutouchent. Suivant les coordonnées géographiques :

- **Latitude** : 35° 54' 4'' et 35° 49' 41'' de latitude Nord ;
- **Longitude** : 02° 02' 4'' et 01° 52' 45'' de longitude Est ;
- **Altitude** : varie entre 858 à 1787 m.

Le parc abrite une richesse d'espèces animales et végétales, de paysages et des sites naturels singuliers, avec la présence de beaucoup de clairières pittoresque (la prairie Merga située parmi ces beaux peuplements et la clairière du rond-point à une altitude de 1461 m), de plus cette forêt présente des formes rocheuses façonnant des sites spectaculaires (Bessah 2005 ; DGF, 2005 ; PNTEH 2006 in Naggar 2010).

Le point culminant du parc est le point géodésique : « Ras El Braret » qui atteint une altitude de 1787 m, le point bas se trouve au versant nord à 853 m, l'altitude moyenne est de 1320 m.

De point de vue agglomération et à l'exception de la ville de Théniet El Had qui se situe dans son voisinage immédiat, le parc est relativement éloigné des fortes concentrations urbaines.

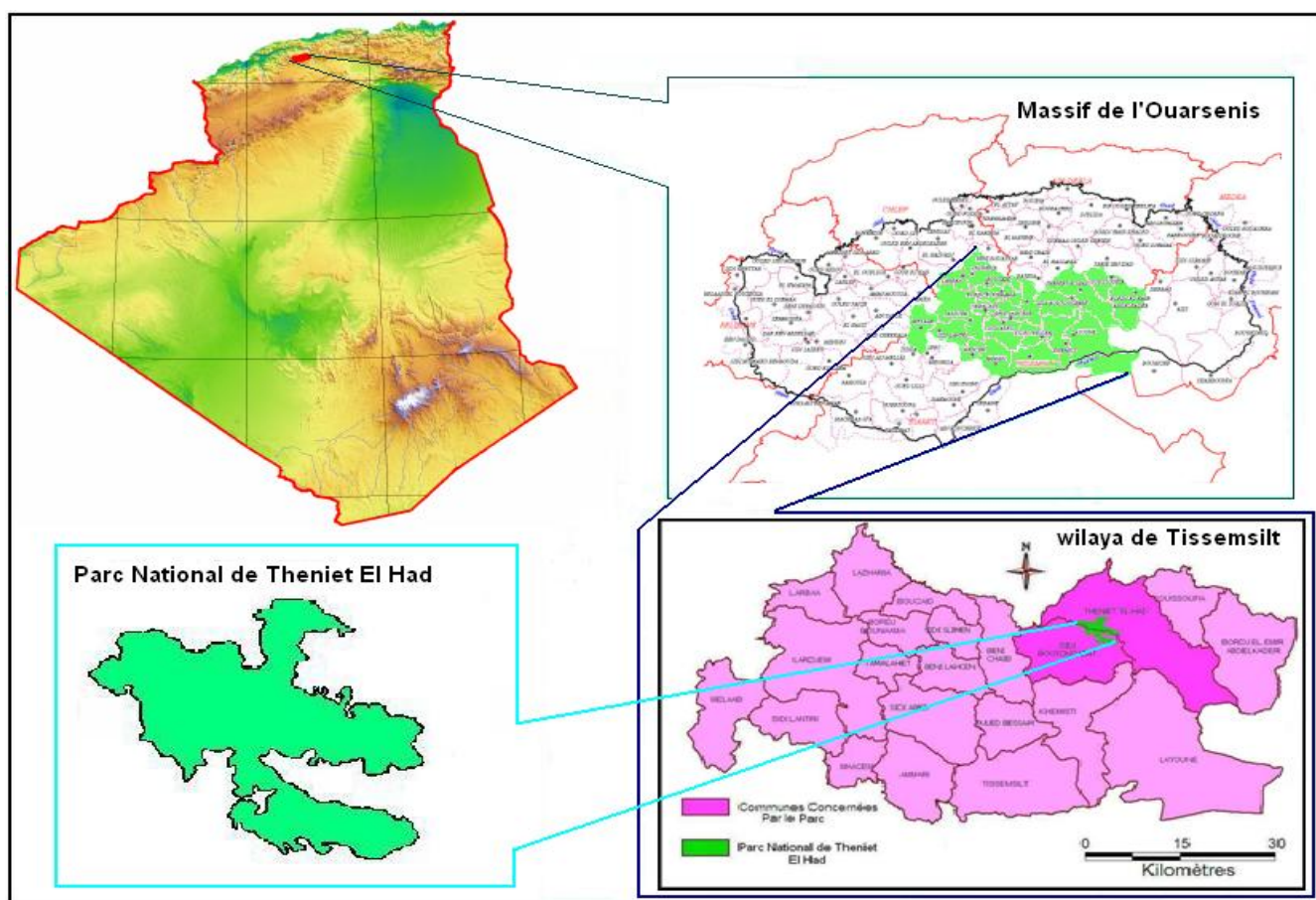


Figure 24 : Situation géographique du parc national de Theniet El Had (Mairif, 2013)

Sur le plan juridique, notre aire d'étude fait partie de la forêt domaniale d'El Meddad dont une superficie de 3424 ha est classée en parc national.

- ✓ de point de vue découpage administratif, le territoire du Parc fait partie de :

Wilaya de : Tissemsilt
Daïra de : Theniet El Had
Commune de : Theniet El Had

- ✓ en ce qui concerne l'administration forestière, la zone fait partie de :

Conservation : Tissemsilt
Circonscription : Theniet El Had
District : Theniet El Had

3. Géomorphologie

Djebel El-Meddad auquel appartient notre zone d'étude se caractérise par un relief très accidenté dont l'existence de nombreux Kefs et Thalwegs de différentes orientations.

Globalement, la zone est scindée en deux versants, un versant Nord très accidenté avec des pentes fortes et un versant Sud moins accidenté avec une pente modérée.

Suivant les deux versants du parc, les fortes pentes sont du côté nord estimées en moyenne à 40° d'inclinaison, à l'exception du canton pépinière où la pente ne dépasse guère 15° ; le versant sud par contre présente des pentes plus ou moins fortes (25° au maximum).

Du point de vue hypsométrique, nous retenons l'existence de nombreux Kefs orientés dans tous les sens, ce qui traduit un relief extrêmement accidents de diverses expositions. La zone englobe trois ramifications principales (Nord, Sud et Ouest).

Selon Dip et Zaiz (2011), 64,68% de la surface totale du PNTEH possède des expositions Nord et Nord-Est.

Les cèdres sont répartis inégalement sur deux versants, les 4/5 occupent le versant nord, le 1/5 se trouve sur le sud et l'ouest (PNTEH, 2006)

Ce Parc National abonde en sites artistiques extrêmement variés. Parmi ceux qui méritent une mention spéciale, on doit citer :

a. Le Rond-point : Site merveilleux, coup d'œil enchanteur. Des cèdres millénaires abondent, s'y trouve une prairie délicieusement fraîche: véritable vision de Suisse ou des Alpes de Savoie, pas loin delà coule à flots la célèbre Ain Harhar. C'est là aussi où on aperçoit les deux grands vieux que sont « Sultane et Sultana ».

b. Le Kef Siga (1714 m) : La vue dont on jouit de ce sommet embrasse presque un tour complet de direction. Seul le Ras El-Braret limite un peu la vue à l'Est. C'est l'endroit idéal pour des prises de vue panoramiques.

c. **Le Ras El-Braret** : Le point le plus élevé, culminant à 1787 m. On s'y rend en prenant le chemin forestier. La beauté des sites et la grandeur des vues compenseront les efforts.

d. **Ourtène** : Situé au fond d'une combe boisée, l'eau ferrugineuse à proximité. Au dessus de la maison forestière, et sur la montagne, se trace un panorama splendide. On y appréciera certainement un magnifique coucher de soleil.

e. **Pré-Benchohra** : Clairière arrosée au milieu d'un beau peuplement de cèdres. Dans ce splendide écrin de verdure et de vie, des formations rocheuses bizarres et le glouglou des eaux de sources s'offrent gracieusement au plaisir du visiteur.



a. Guelmim du Rond Point



b. Chalet Jourdan



c. Kef Siga



d. Au loin, L'Ouarsenis

Figure 25 : Sites et paysages naturels remarquables du parc national de Theniet El Had
(PNTEH, 2006)

4. Géologie

Le sol du parc national de Theniet El Had repose sur des grès medjanien appartenant à l'étage méranien (éocène supérieur) (Anonyme, 1930 et Boudy, 1950).

Mateauer (1954) indique dans ce contexte que :

- la partie centrale du parc est constituée des sédiments oligocènes présentés en faciès "Numedien" constitué de grés à couches épaisses se couchant sur des flyschs argileuses ou argilo-marneux.

- sans oligocène dans les fenêtres d'érosion, on aperçoit les sédiments du Crétacé supérieur qui sont très voilés par de gros apports colluviaux.
- dans la partie Ouest se localisent les sédiments du moyen Eocène développés surtout en Marno-faciès.
- les accumulations quaternaires sont très répandues dans les limites du parc, elles entourent le massif numidiens et sont présentées par des formations grossières d'apport colluvial et éluvial, résultant d'un foudroyage intensif de processus d'éboulement et de glissement.

5. Pédologie de la zone

En 1930, le gouvernement d'Algérie a caractérisé le parc par des sols assez maigres, peu profonds et déchirés souvent par roche à nu et entre-coupé d'escarpement rocheux atteignant une centaine de mètre de hauteur. Cependant l'étude bulgare (1984) faite sur l'ouaersnis distingue les types de sols suivants :

- les sols peu évolués, groupe d'apport colluvial. Ils sont formés par des matériaux argilo-sablonneux mélangés à des morceaux de roches particulièrement de grès. Ils sont formés à la suite des dépôts d'éléments provenant des sols à fortes pentes.
- les sols brunifiés, groupe lessivé. Ces sols se caractérisent par un profil pédologique complet de type ABC, d'un horizon de texture B qui contient de l'argile lessivée. L'horizon A est de type mull ou moder, ils sont riches en potassium, en azote et en matière organique dans l'horizon superficiel (Hadji, 1998).
- les sols minéraux bruts, groupe d'érosion, ces sols se succèdent presque sans interruptions avec des affleurements de la roche mère et sont peu profonds (Zedek, 1993).

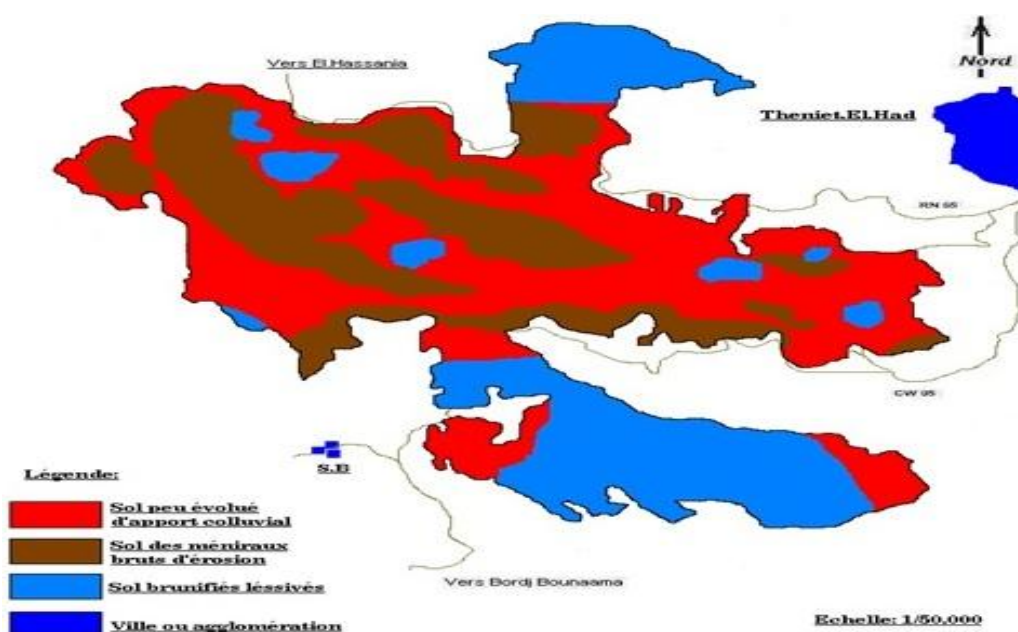


Figure 26 : Carte des sols du Parc National de Theniet El Had (PNTEH, 2002).

6. Hydrographie

Le parc national contient plusieurs sources, dont certaines sont captées et utilisées pour les besoins des riverains, de la faune sauvage et touristes, le tableau suivant présente quelques sources et leurs principales caractéristiques :

Tableau 2 : Sources hydriques de la Cédraie et leurs principales caractéristiques

Versant	Canton	Altitude (m)	Pente (%)	Expo	Type de Sol	Type de Terrain	Source
Sud	Ferciouane	1300 m	15	SE	Peu évolué d'apport colluvial	Peuplement	Ain Gsab
		1400 m	12	SE	Peu évolué d'apport colluvial	Peuplement	Ain Tiguechrine
	Sidi Abdoun	1280 m	10	SE	Peu évolué d'apport colluvial	Clairière	Ain Koubaniya
		1340 m	8	S	Peu évolué d'apport colluvial	Maison forestière	Ain Touila
Nord	Pépinière	1340 m	15	E	Peu évolué d'apport colluvial	Clairière	Sidi Hrazem
	Pré-Benchohra	1480 m	20	NE	Minéraux bruts d'érosion roche mère Grés colluviaux	Peuplement	Ain Missoum
		1500 m	10	NE	Peu évolué d'apport colluvial Roche mère : Grés colluviaux	Terrains dénudés	Ain Toursout
	Rond-point	1400 m	33	NW	Peu évolué d'apport colluvial	Peuplement	Ain Harhar

(PNTEH, 2003 in Naggar, 2010)

Il existe dans le parc national deux oueds permanents à sa périphérie :

- Oued El Mouilha au Nord-Est du parc.
- Oued El Ghoul au Sud du parc.

Dans cette zone existe un réseau hydrique très ramifié à écoulement souvent temporaire, il est très souvent fortement encaissé et se termine par un ravinement dense. Notons aussi la présence d'une retenue collinaire dans le canton de Sidi Abdoun utilisées pour l'irrigation des cultures (Naggar, 2010).

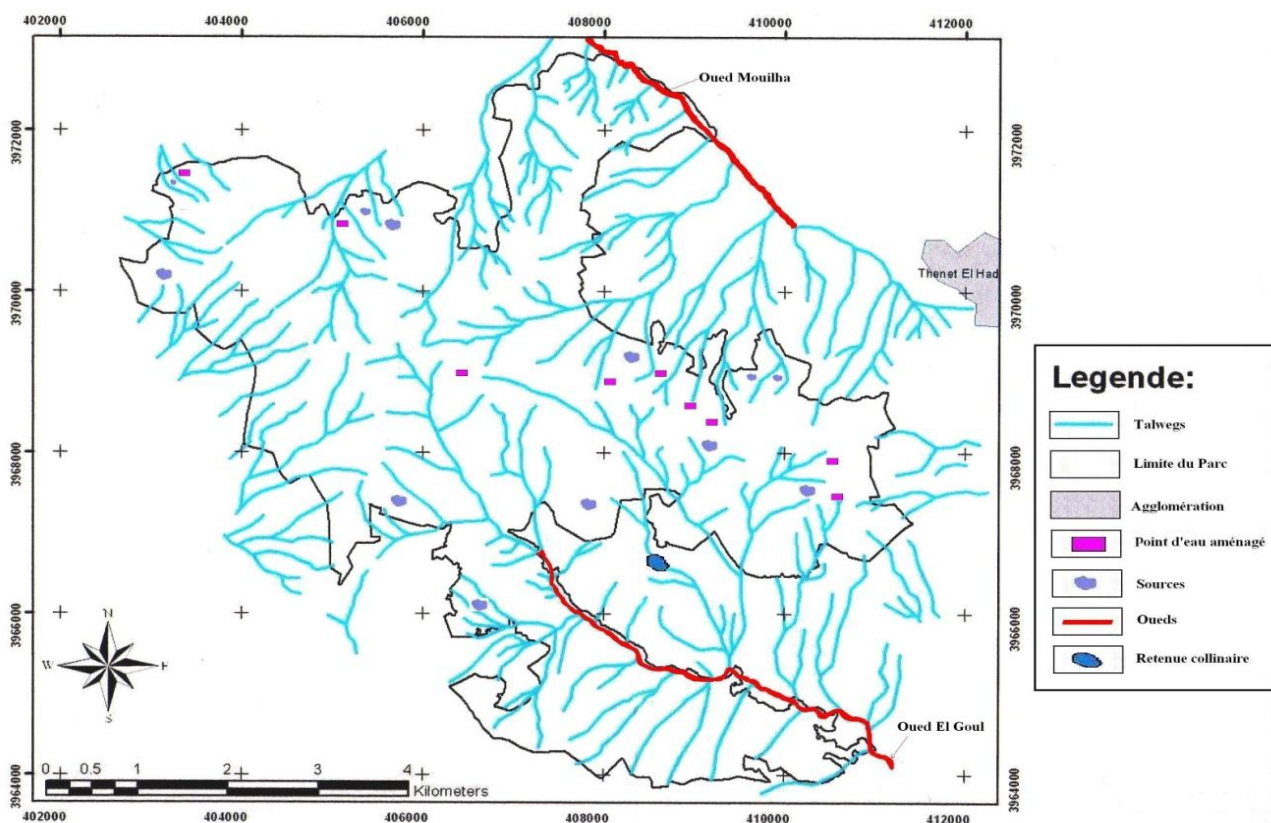


Figure 27 : Carte du réseau hydrographique du Parc National de Theniet El Had (Mairif, 2013)

7. Etude bioclimatique

En région méditerranéenne, le climat est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des communautés animales et végétales.

Le climat méditerranéen est également défini comme un climat extra-tropical à photopériodismes saisonnier et quotidien, à pluviosité concentrée durant les saisons froides, l'été, saison plus chaude, étant plus sec (Emberger, 1955).

Le parc national de Theniet El Had appartient à l'étage bio-climatique subhumide à hiver froid où la saison sèche s'étale du mois mai au mois de septembre de l'année. La qualité de pluie, irrégulière durant toute l'année, s'élève en moyenne à 742 mm. La valeur maximale de force du vent a lieu pendant la saison hivernale dont les vents dominants sont ceux du nord et nord-ouest. Les valeurs annuelles de températures minimales et maximales sont aussi variées, selon les saisons (Mairif, 2013).

Pour apprécier le climat qui règne dans notre région, deux paramètres climatiques sont pris en considération : précipitations et températures.

7.1. Les facteurs climatiques

Le climat de Theniet El Had est de type méditerranéen tempéré, le parc national reçoit en moyenne dans les 800 à 900 mm de pluie par an, la période hivernale est longue et rude, l'été est tempéré.

Les données climatiques de la zone d'étude sont très fragmentaires, dû à l'absence d'une station météorologique, on s'est basé d'une part sur la série des données de Seltzer (1946), corrigées par Melazem (1990), qui a calculé des moyennes pluviométriques et thermiques sur une période de 21 ans allant de 1913 à 1938.

Dans cette série, on trouve toutes les données climatiques qui concernent la région (températures, précipitations, vents, humidité...) et d'autre part sur les données de l'ONM, 1990 pour la période 1966 et 1990 qui renferme uniquement les précipitations de cette période, complétée par des données de la station de Bordj El Amir, située à 20 km à l'Est de la zone d'étude pour la période 1991-2004 (ANRH, 2004). Cette station offre les conditions d'homogénéité (altitude, orographie, exposition et distance à la mer) qui sont semblables à la zone d'étude (Djellouli, 1981 ; Guiot, 1986 ; in Sarmoum, 2008).

Seltzer (1946), signale que les graduations thermiques et pluviométriques engendrent une variabilité liée à l'étagement altitudinal. Ainsi, à chaque élévation de 100 m d'altitude :

- ❖ la pluviosité augmente de 40 mm ;
- ❖ la température minimale diminue de 0,45 °C ;
- ❖ la température maximale diminue de 0,7 °C.

7.1.1. Précipitations

Les précipitations représentent un élément écologique important. Elles jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement des écosystèmes. Le climat méditerranéen se caractérise par des précipitations généralement faibles et mal réparties dans le temps.

Sarmoum (2008) a fait une comparaison entre deux périodes avec deux types de précipitations (Mensuelles, Saisonnières).

- Le régime mensuel des précipitations durant les périodes (1913-1934), (1966-2004), dans la station de Theniet El Had est présenté dans la figure 28.

L'examen de cette figure montre une nette différence entre les deux périodes ; la période 1913-1938 apparaît plus arrosée. La période 1966-2004 se caractérise par une diminution importante des précipitations mensuelles. Cette baisse de cumul des précipitations mensuelles affecte en particulier les mois pluvieux c-à-d la période qui s'étale entre le mois de septembre et le mois de mai. La plus grande baisse des précipitations affecte les mois de mai (45%), novembre (29%) et décembre (26%). Une stabilité est enregistrée pour le mois d'avril

et octobre. Les faibles précipitations de la période estivale (juin- août) n'ont pas permis de distinguer une différence significative des précipitations entre les deux périodes.

Cette situation est aggravée à partir des années 80, les mois de mars, avril, mai, octobre et novembre sont les plus touchés.

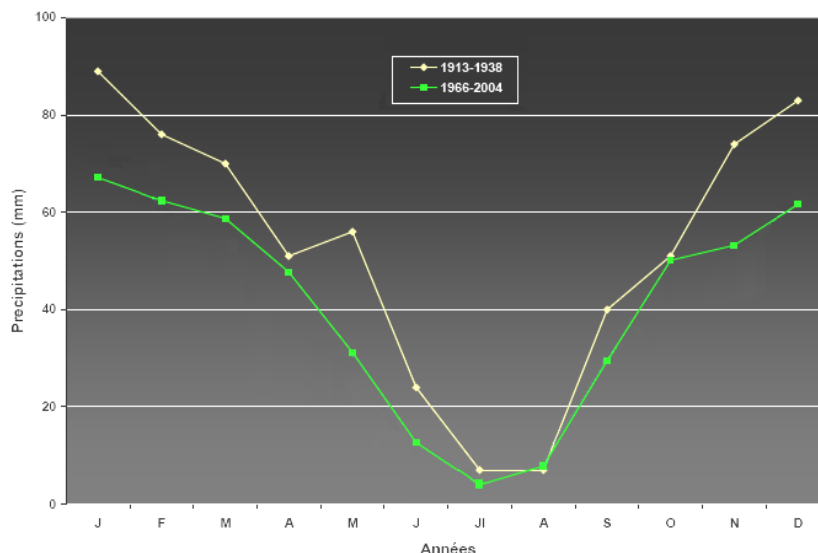


Figure 28 : Variations des précipitations mensuelles de la station de Theniet El Had au cours des deux périodes.

- L'étude de régime saisonnier des précipitations dans la zone d'étude (Fig. 29) montre que le cumul des précipitations d'hiver et du printemps ont diminué de 23% pour chacune de ces saisons sur la période 1966-2004 par rapport à la période 1913-1938. Pour l'automne, nous avons enregistré une diminution de 20%. Enfin pour l'été, on constate une diminution de 35% de cumul de précipitations, mais les faibles quantités de ces dernières dans cette saison ne permettent pas de distinguer une différence significative entre les deux séquences chronologiques. Quant au régime saisonnier des précipitations, on constate qu'il est constant sur les deux périodes, il est de type HPAE (Sarmoum, 2008)

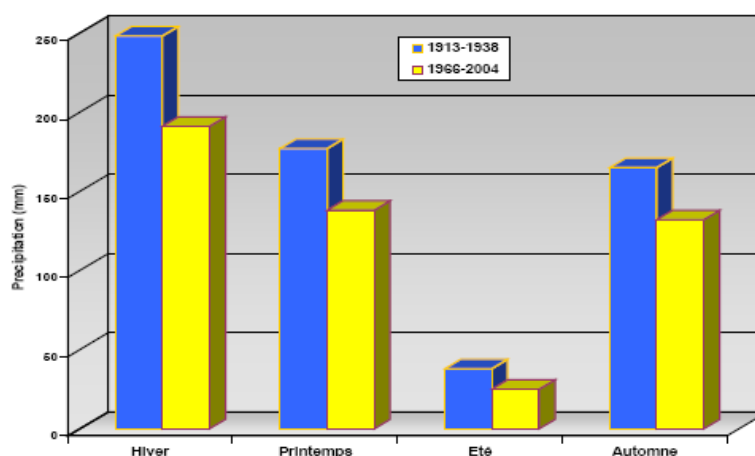


Figure 29 : Variations saisonnier des précipitations dans la station de Theniet EL Had.

7.1.2. Les températures

Les températures, second facteur distinctif du climat, constituent un facteur déterminant dans la vie des êtres vivants. Elles conditionnent en effet le cycle de développement et la croissance des espèces ainsi que leur répartition géographique.

En raison de l'absence des données de température dans la station de Theniet El Had, Sarmoum (2008) a utilisé les données de la station de Tiaret, située à 60 Km au Sud-Ouest de la zone d'étude. Le choix de cette station est dicté par l'absence d'une barrière orographique entre les deux stations. En outre, cette station réunit des conditions bioclimatiques assez proches de celles de la station de Theniet El Had. (Sarmoum, 2008).

Pour les températures moyennes mensuelles une diminution a été constatée pour tous les mois durant la période 1983-2005 par rapport la période 1913-1938 (Fig. 30). Ceci, aurait une répercussion sur la moyenne annuelle qui est plus basse durant la période 1983-2005 ($m = 8,04^{\circ}\text{C}$) par rapport la période 1913-1938 ($m = 9,57^{\circ}\text{C}$).

Pour les températures maximales, on constate pour les mois allant de janvier et juillet une augmentation des températures moyennes maximales, donc un réchauffement. Tandis que la période qui s'étale entre le mois d'août et décembre a connu une diminution des températures moyennes maximales, donc un rafraîchissement. Pour la moyenne annuelle, la tendance constatée est un réchauffement de l'ordre de $0,9^{\circ}\text{C}$ (Sarmoum, 2008).

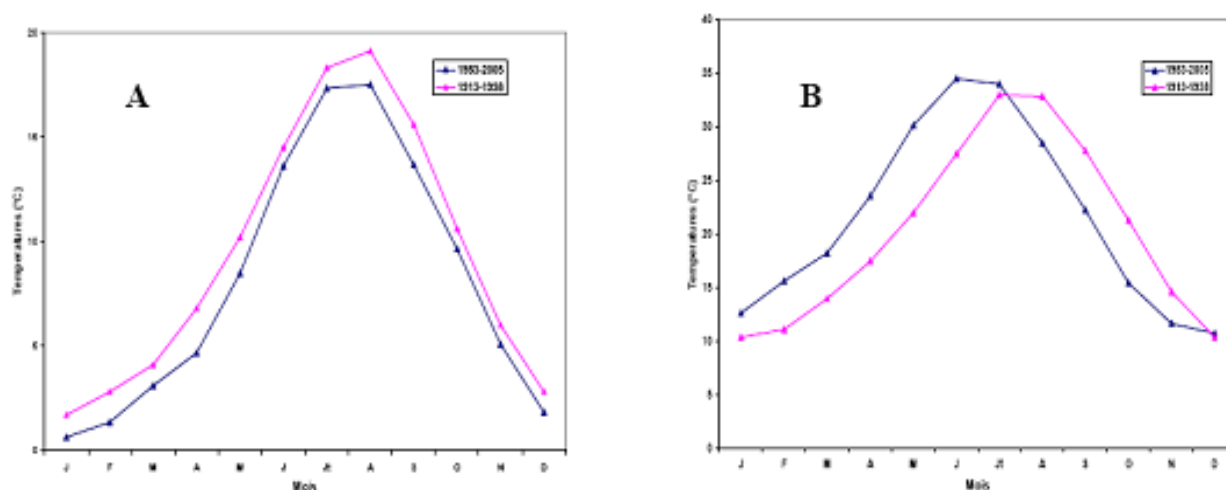


Figure 30 : Variations des températures mensuelles minimales « m » (A) et maximales « M » (B) dans la station de Tiaret. Comparaison entre deux périodes (1913-1938, 1983-2005) (Sarmoum, 2008).

7.1.3. Autres facteurs climatiques

A. L'humidité

L'humidité de l'air est un élément atmosphérique très important ainsi que Gausсен insiste sur le rôle de l'humidité relative à l'égard de la végétation et la qualifie de « première importance ».

Selon le tableau 3 ainsi que la figure 31, on peut dire que :

- L'humidité relative annuelle est plus élevée, ceci s'explique par l'effet de l'éloignement de la mer.
- L'humidité relative est plus élevée en hiver qu'en été, ceci est dû à l'effet de la température qui est plus élevée en été qu'en hiver.
- Les maxima sont atteints durant les mois de plus faibles températures.

L'humidité absolue renseigne sur la quantité d'eau que renferme cette atmosphère, donc il est nécessaire de saisir la quantité d'eau qu'on peut recevoir dans la zone d'étude.

- Les maxima sont atteints en Août et Juillet où l'on relève que ces maxima se coïncident avec les mois les plus chauds de l'année.
- Les minima sont atteints en Janvier et Février, ceci coïncident avec les mois les plus froids de l'année.
- Au cours de la journée, la variation de la tension de vapeur est relativement faible.

Tableau 3 : Humidité absolue et relative du Parc National de Theniet El Had.

Mois	7 heures			13 heures			18 heures		
	T	F	H	T	F	H	T	F	H
Janvier	2.8	4.9	86	6.7	5.5	75	4.6	5.3	82
Février	3.9	4.7	78	8.3	5.4	64	6.0	5.3	75
Mars	5.4	5.4	79	10.5	5.9	62	8.2	5.9	72
Avril	8.3	4.7	69	14.9	6.5	51	12.0	6.5	62
Mai	12.9	7.2	65	19.5	8.2	48	16.4	8.1	58
Juin	16.8	9.2	64	24.0	10.3	46	20.3	10.4	58
Juillet	22.1	9.9	49	30.3	11.5	35	26.1	11.2	44
Août	21.7	10.8	55	30.2	12.5	39	25.5	12.1	49
Septembre	17.8	10.4	69	25.8	12.3	49	20.6	11.6	64
Octobre	12.0	7.6	72	19.0	8.7	53	14.7	8.7	70
Novembre	6.2	6.1	86	10.8	6.9	71	8.1	6.6	81
Décembre	3.8	5.3	88	8.3	6.0	73	5.4	5.6	85
Année	11.1	7.3	72	17.3	8.3	86	14	8.1	67

T : Température (°C) - F : Humidité absolue - H : Humidité relative

Source : (Ghellab, 1991 in Meziane, 2008)

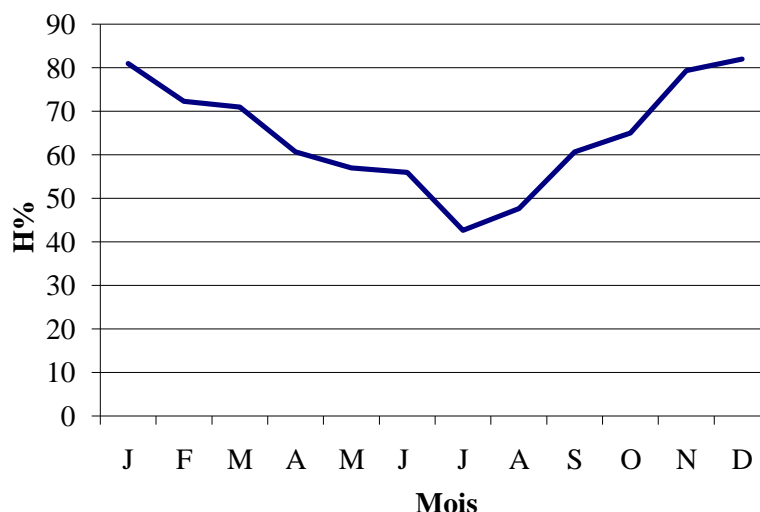


Figure 31 : Evolution des moyennes mensuelles de l'humidité relative.

B. L'enneigement

Etant donné que les chutes de neige sont rares en Algérie. Elles ne s'enregistrent généralement que pour une période très limitée et sur les hautes montagnes.

La couverture neigeuse par ses propriétés isolantes protège efficacement du froid les semis de Cèdre de l'Atlas. A l'opposé, la neige peut constituer un facteur écologique défavorable là où elle persiste longtemps, car, elle réduit la période végétative. Au niveau du Parc National de Theniet El Had, en moyenne c'est le mois de Janvier qui reçoit les plus fortes chutes de neige, mais le mois de Mars l'emporte sur la persistance.

Avec un nombre moyen de jours d'enneigement égale à 22, la cédraie de Theniet El Had est moins enneigée que celle de l'Aurès. Notons enfin que plus la durée d'enneigement au sol persiste, plus le potentiel hydrique du sol augmente (Hadji, 1998).

C. Gelées

D'après Zedek (1984), les gelées blanches sont fréquentes en hiver et absentes en été.

D. Grêle

Seltzer (1946) montre que le nombre de jours de grêle est faible durant toute l'année.

Le maximum est enregistré pendant la période hivernale.

E. Le Siroco

C'est un vent chaud et excessivement sec, D'après les résultats enregistrés par Seltzer (1946), il souffle essentiellement pendant la période estivale alors qu'il est très rare pendant l'hiver.

Les habitants de la région l'appellent « Guebli » lorsqu'il souffle de l'Est (Melazem, 1990).

F. Le vent

Le vent est un élément caractéristique du climat, il peut être déterminé par sa direction et sa force. D'après Seltzer les vents dominants sont ceux du nord-ouest et nord respectivement avec une fréquence moyenne de 28 et 17.

Les fréquences des directions sud-est, sud et ouest du vent au sol présentent des valeurs identiques égale à 11, cependant on enregistre une très faible fréquence à la direction Est.

7.2. Synthèse bioclimatique

Les données météorologiques ne sont pas toujours utilisées isolément, elles peuvent être combinées entre elles de façon à faire apparaître les périodes ayant une influence (favorable ou défavorable) sur les êtres vivants : les périodes chaudes, les périodes froides, les périodes sèches, les périodes humides.

Notre synthèse bioclimatique est établie à partir des travaux de Le Houerou et al, (1977) ; De Martonne (1926) ; Bagnouls et Gaussen (1957) et Emberger (1930-1945), appliquée aux données météorologiques de la région d'étude.

Notre zone d'étude se situe en zone de climat méditerranéen. Ce climat est divisé en deux saisons, une saison sèche s'étale de la fin du mois de mai jusqu'à début du mois de septembre et la saison humide qui s'étale sur les mois qui restent. Plusieurs auteurs se sont attachés à définir ce type de climat. Nous avons utilisé les systèmes de Gaussen et Emberger. L'établissement du diagramme ombrothermique de la zone nécessite une combinaison de données de précipitations et de températures correspondantes (Ozenda, 1982).

7.2.1. Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls

L'indice de Gaussen s'applique surtout aux climats qui comportent une saison sèche assez accusée en considérant que celle-ci représente un facteur écologique défavorable à la végétation.

D'après Bagnouls et Gaussen (1953), la sécheresse n'est pas nécessairement l'absence totale des pluies, mais elle se manifeste quand les faibles précipitations se conjuguent avec des fortes chaleurs.

Gaussen (1953), considère comme « mois sec » celui où le total mensuel des précipitations exprimé en millimètre est inférieur ou égal au double de la température moyenne mensuelle exprimée au degré centigrade :

$$P \leq 2T$$

- P : Précipitation mensuelle en mm.
- T : Température moyenne mensuelle en °C.

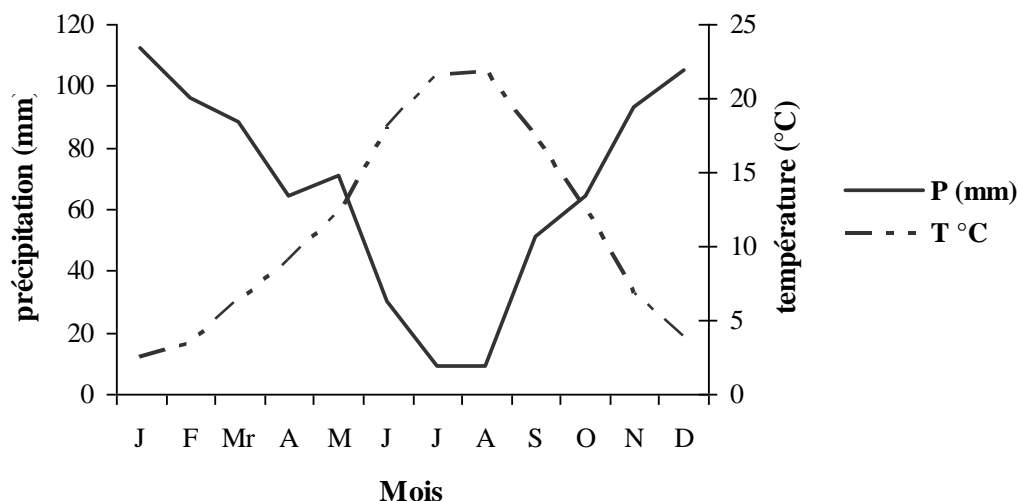


Figure 32 : Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls du Parc National de Theniet El Had.

Cette méthode précise la longueur de la période sèche qui dure environ 120 jours (fin mai jusqu'au début septembre) et qui illustre un profond déficit hydrique, cependant, la saison humide s'étale sur les neufs mois de l'année, les trois quarts de l'année seront donc occupés de saison humide.

7.2.2. Quotient pluviométrique d'Emberger

Le climagramme pluviométrique d'Emberger (1935) permet de définir l'étagement d'une station donnée par la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{(2000 \times P)}{(M^2 - m^2)}$$

Avec :

P = précipitation moyenne annuelle en mm.

M = température moyenne maximale du mois le plus chaud en °K.

m = température moyenne minimale du mois le plus froid en °K.

Emberger (1955) a établi pour la région méditerranéenne un climagramme portant le Q_2 en ordonnées, "m" en abscisses, l'interaction de ces deux données permet de situer les stations météorologiques.

En 1969 Stewart établit à partir d'une simplification de la formule précédente pour l'Algérie et le Maroc une nouvelle formule du quotient pluviométrique comme suit :

$$Q = (3.43 \times P) / (M - m)$$

D'après les résultats obtenus dans le tableau 4, on peut dire que notre zone d'étude serait vraisemblablement dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver froid où la saison sèche s'étale du mois de mai au mois de septembre de l'année (Fig. 33). La valeur maximale de force du vent a lieu pendant la saison hivernale dont les vents dominants sont ceux du Nord et Nord-ouest (Zedek, 1993).

Tableau 4 : Valeurs du quotient pluviométrique

Altitude (m)	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q ₂	Bioclimat
1160	680	32.0	0.2	67.70	Sub-humide à hiver frais
1570	792	29.1	-1.4	89.07	Humide à hiver froid

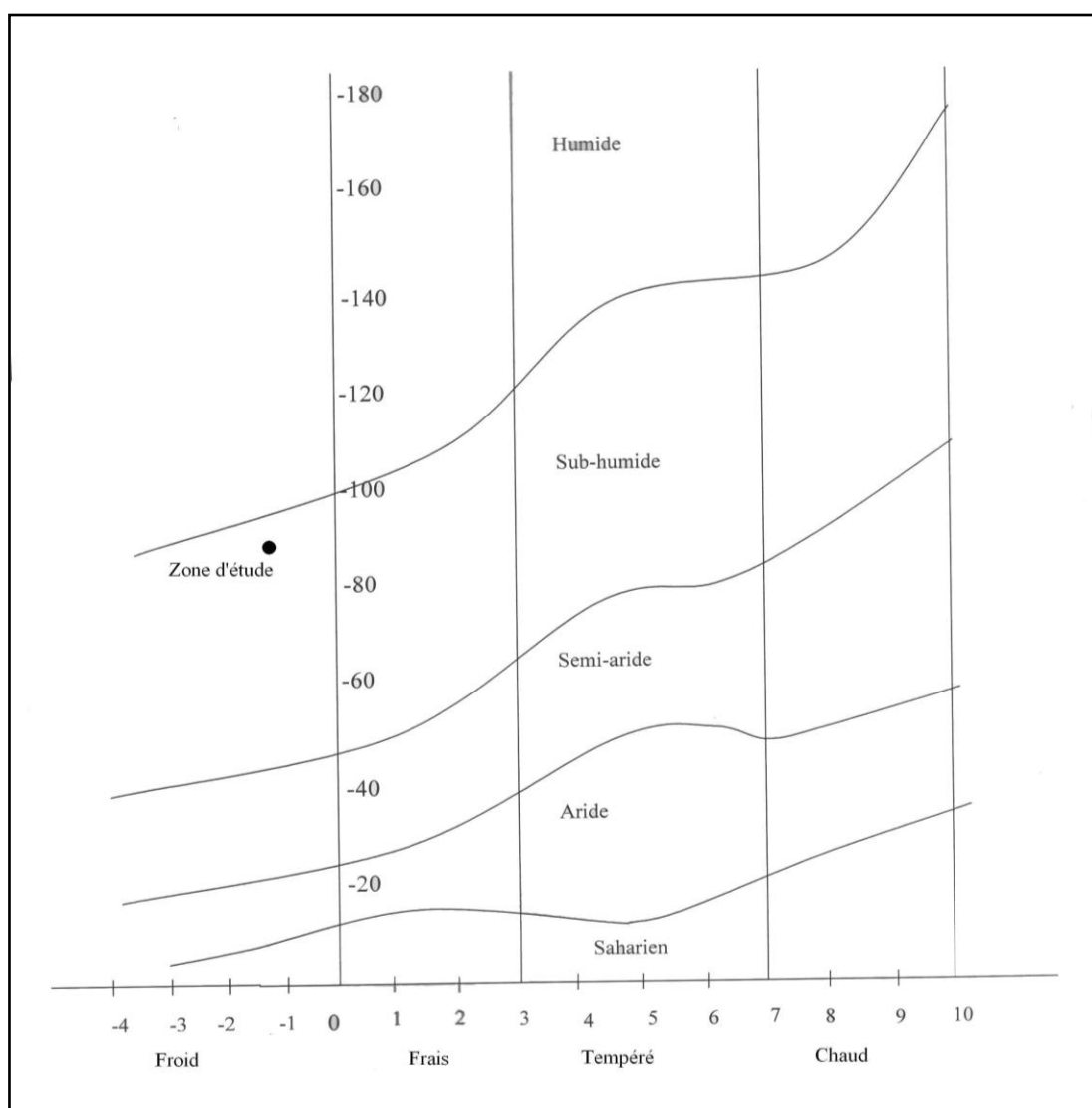


Figure 33 : Climagramme d'Emberger de la région d'étude

8. La Flore

La végétation a une distribution verticale, cette dernière est composée par trois strates :

➤ La strate arborescente

La strate arborescente du parc présente quatre principales essences forestières :

- Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica*
- Chêne liège *Quercus suber*
- Chêne vert *Quercus ilex*
- Chêne zeen *Quercus faginea*
- Pin d'Alep *Pinus halipensis*
- Pistachier de l'Atlas *Pistachia atlantica*

Des espèces sont à relever même si elles ne forment pas de peuplements individualisés. Il s'agit du pistachier de l'Atlas que l'on retrouve sur substrat d'éboulis au niveau du versant Nord (Rond point, Guerouaou, Pépinière) et le long des cours d'eau (Sidi-Abdoun, Ferssiouane, Ourtène).

Le frêne commun forme des petits bouquets très isolés (Pépinière, Rond-point et Toursout. Des espèces introduites ou autochtones rares sont aussi à signaler : Pin pignon, Micocoulier, Prunier sauvage, Erable de Montpellier, Merisier.

➤ La strate arbustive

Une diversité d'espèces se trouve dans la strate arbustive. Les principales espèces représentées sur versant nord sont : *Rubus ulmifolius*, *Rosa sempervirens*, *Crataegus monogyna*, *Quercus ilex*, *Crataegus monogyna* et *Rosa canina*.

Sur le versant sud, en plus des espèces précitées, on rencontre le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), essence subordonnée se rencontre par pied très clairsemée à travers la cédraie dans la partie inférieure des versants (Abdelhamid, 1992 ; Zedek, 1993).

➤ La strate herbacée

La strate herbacée pour la Cédraie, en exposition nord est riche en espèces, dont principalement : *Geranium atlanticum*, *Viola munbyana*, *Vicia sicula*, *Alliaria officinalis*, *Hedera helix* et *Cynosorus elegans*. A l'exposition Sud, on remarque la prédominance de *Lonicera etrusca*, *Lonicera implexa*, *Silene fuscata*, *Asphodelus microcarpus* même que *Ferula communis*, et *Bromus madriensis* (Belkaid, 1988).

Pour la subéraie, les principales espèces de la strate herbacée sont représentées par *Lavandula stoechas*, *Cistus monspeliensis*, *Phlomis bovei*, *Ampelodesma mauritanica* et *Daphne gnidium* (Abdelhamid, 1992).

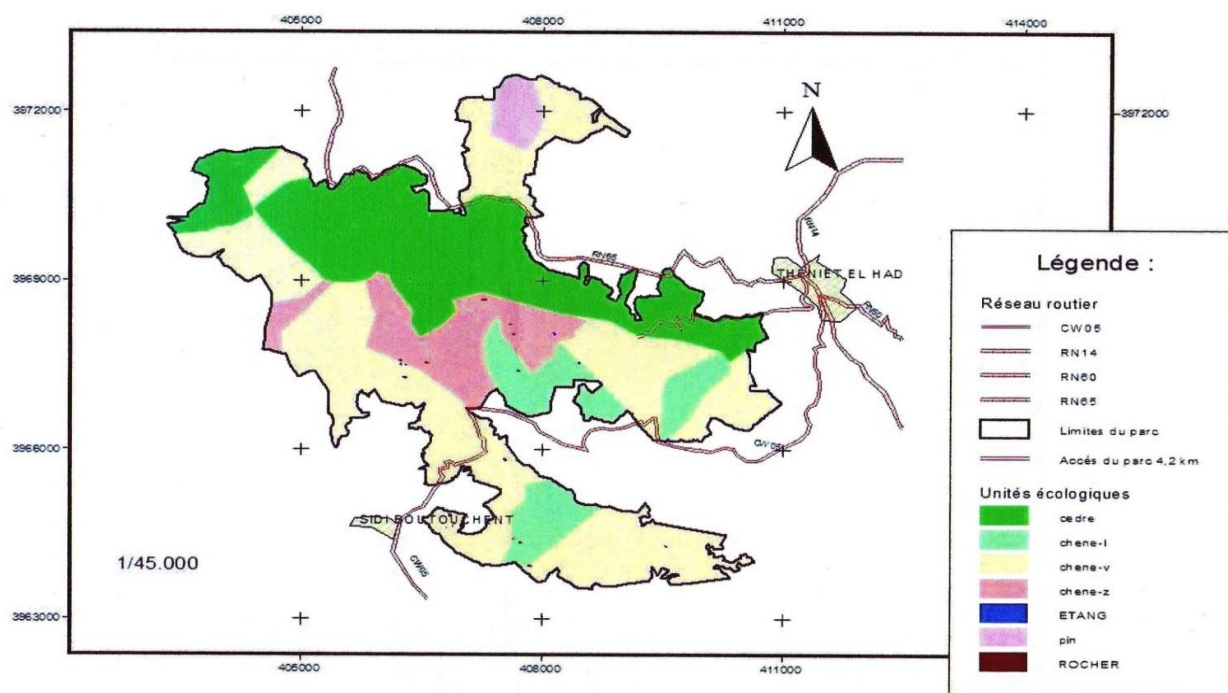


Figure 34 : Carte de végétation du Parc National de Theniet El Had (Mairif, 2013)

En ajoutant des espèces protégées en majorité des orchidées par exemple : *Orchis morio*, *Orchis simia*, *Orchis papilionacea*, *Ophrys fuciflora*, *Ophrys purpurea*, etc ; parmi les espèces endémiques algériennes : *Silene glaberrima*, *spargula pucnorrhiza*, *Iberis peyerimhoffi*, etc. (DGF & PNTEH, 2006).

En fin, les mousses et les lichens sont abondantes et on note plusieurs espèces de champignons dont quelques unes sont comestibles, des morilles notamment.

9. La Faune

Le parc national présente un milieu très favorable pour le développement d'une richesse faunistique très variés.

Selon Belkaïd, (1988), le gibier dans le parc est moins abondant, suite au manque d'eau et de couvert. Suite aux braconnages, la faune se raréfie de plus en plus. Certaines espèces ont totalement disparues du parc tel que le lynx caracal

Les mammifères inventoriés dans le parc national de Theniet El Had (Ghalmi, 1990) sont représentés par environ 17 espèces dont dix (10) protégées par la loi on cite :

- Le sanglier : *Sus scrofa*, qui a une aire de répartition très étendue, dans des milieux très variés ce qui témoigne une grande capacité d'adaptation.
- Le lièvre commun : *Lepus capensis*, le lièvre est relativement abondant, il semble avoir une concurrence avec le lapin des garennes en maquis de chêne vert.
- Renard roux : *Vulpes vulpes*, l'espèce est abondante, il se rencontre dans les biotopes très variés

- Chacal doré : *Canis aureus algeriensis*, il fréquente tous les biotopes comme le renard.
- Le chat sauvage : *Felix libyca*, espèce rare dans la zone.
- Belette : *Mustela nivalis*, considérée comme étant le plus petit carnivore qui se nourrit principalement de rongeurs.
- Mangouste : *Herpestes ichneumon*, l'espèce assez abondante et fréquente dans les zones broussailleuses près de point d'eau.
- Porc épic : *Hystria cristana*, cette espèce est observée en maquis de chêne vert où il possède plusieurs terriers, se nourrit de racines, de bulbes et de tubercules de pomme de terre.
- Hérisson commun : *Erinaceus europaeus*, il occupe tous les terrains boisés, mais il est aussi abondant dans les prairies, dans les haies et les buissons.

Les oiseaux sont présents avec un nombre de 95 espèces dont 25 sont protégées, on cite : l'aigle royal, le rollier d'Europe, le pic de La vaillant, le guêpier d'Europe, la huppe fasciée.

Pour les reptiles, on note la présence de couleuvre fer-à-cheval (*Colubra hippocrepis*), la tarente commune (*Tarentola mauritanica*), la tortue grecque (*Testudo graeca*) et les lézards comme (*Psammodramus algirus*, *Acandactylus sp...*).

Concernant, l'entomofaune du parc national on cite quelques espèces : *Cerambyx cerdo*, *Meloe majalis*, *Thaumetopea pityocampa*, *Catocala nymphagago*, *Cremastogaster scutularis*, etc.

10. Actions anthropiques

L'action humaine se manifeste à travers les coupes outrancières et illicites opérée principalement sur des sujets au stade perchis d'une part et d'autre part par le pâturage les zones les plus touchées sont celles de la périphérie en raison de leur proximité des périmètres habités par les riverains. Toutefois aucune zone du parc n'est totalement épargnée. Ce facteur pèse lourd sur le milieu naturel et occasionne des dégâts considérables et beaucoup plus graves que ceux engendrés par les éléments intrinsèques du milieu.

▪ Réseau routier

Il existe un réseau routier et d'allées, d'une longueur de 54 Km donnant accès à toutes les parties du parc :

- la piste reliant la ville de Theniet El Had et la maison forestière du Rond-Point sur une longueur de 13km passant par le siège du parc, 5km de cette piste a été goudronné en 2011, allant de la ville de Theniet El Had et dépassant le siège du parc par 800 m, Son état est détérioré dans plusieurs sites où il y a un glissement de terrain, avec des affaissements du gabionnage, le reste 8km est détérioré complètement avec des ouvrages bloqués et des fossés obstrués ;

- la piste reliant le Rond-Point à la maison forestière d'Ourtène sur une longueur de 11km, elle est actuellement non carrossable ;
- la piste reliant la maison forestière d'Ourtène au croisement de Theniet El M'rakeb sur une longueur de 4,5 km ; elle a subi des travaux d'aménagement durant l'été 2013 ;
- la route allant de Theniet El Had vers la commune d'El Hassania (Wilaya d'Ain Defla) RN 65 sur une longueur de 12,5 Km menant vers la maison forestière du Rond-point (accès Nord du Parc). Elle nécessite des aménagements sérieux ;
- la route allant de la ville de Theniet El Had (CW n° 05) à la maison forestière d'Ain Touilla (accès Sud du Parc) sur une longueur de 5,5 km, en très bon état ;
- la piste traverse le canton Fersiouane communicant vers le chemin de wilaya n°05 d'une longueur de 10,5 km (Anonyme, 2008 in Mairif, 2013).

▪ **Les abattages illicites**

Les riverains utilisent le bois du chêne vert comme chauffage en premier lieu, qu'ils appellent « kerrouch ». Puis pour l'ébénisterie et la phytothérapie, car le chêne vert est utilisé, grâce à ses glands et le tanin de son écorce, contre les ballonnements, les hémorragies, les plaies, et les diarrhées. De ce fait les coupes illicites sont nombreuses et désordonnées, sans aucun respect pour la forêt. Il est à remarquer également que les bergers cassent les branches sans scrupule pour en faire des bâtons. C'est ainsi que les arbres sont blessés et ces blessures seront les portes d'entrée des parasites. Le pourcentage des arbres coupés augmente considérablement en hiver et nouvellement au moment de l'Aïd el Adha (fête du mouton) pour en faire du charbon de bois.

▪ **Les pâturages**

Dans le parc de Theniet EL Had, à certains endroits, la régénération est insignifiante à cause des surpâturages. La forêt est utilisée comme terrain de parcours de grands troupeaux bovins en liberté totale, malgré l'intervention des forestiers. Ces pâturages excessifs sont des facteurs majeurs de dégradation et risquent la destruction progressive de la forêt.

▪ **Les incendies**

Selon Schowalter (1985), le feu est un élément perturbateur qui empêche l'évolution spontanée de la végétation. Mais c'est aussi, lorsqu'il est modéré, un agent qui, surtout en forêt, entretient l'hétérogénéité structurale indispensable au maintien de la biodiversité.

Les incendies accidentels sont dus à la négligence humaine (barbecue allumé en forêt, randonneurs mal intentionnés), ou à des pyromanes, ou naturels, dus à la sécheresse.

La cédraie de Theniet El Had n'a pas pu bénéficier, durant la dernière décennie, d'opérations préventives contre les incendies. Le risque est donc accru pour la cédraie.

Quoique la cédraie soit composée essentiellement de cèdre (essence peu inflammable), elle reste vulnérable aux incendies suite à la présence d'autres essences à forte inflammabilité.

Tableau 5 : les incendies qu'a connu le parc de la cédraie durant l'été 2013

Commune	Lieu dite	La date	Superficie	Espèces incendies
Theniet el Had	Ouled Ayed	10.08.2013	50 ha	10 ha forêt (Chêne liège) 40 ha broussailles
Sidi Boutchent	El Meddad	12.08.2013	1,5 ha	Chêne vert

Source : Conservation des forêts de Tissemsilt, 2013.

Il est urgent de développer les interventions sylvicoles propres à diminuer la sensibilité au feu des peuplements du Parc National (nettoisement des TPF, élagage localisé, débroussaillage, création d'une bonne infrastructure de protection).

Conclusion

Bien que le cèdre et le chêne soit un arbre robuste et résistant, les incendies, l'utilisation des terrains comme pâture et les abattages d'arbres répétés, peuvent arrêter la succession dès ses premiers stades. De ce fait une forêt en mauvais état est au moins dans certaines conditions favorables aux ravageurs.

Chapitre III

Matériels et Méthodes

Dans ce chapitre, nous relatons avec une grande précision les principales méthodes que nous avons utilisées, sur le terrain, au laboratoire et dans le traitement statistique des données. Pour mener à bien notre recherche, plusieurs étapes successives et complémentaires ont été suivies selon la démarche suivante.

1. Caractérisation des sites d'étude

1.1. Choix des sites

Nous avons concentré notre étude sur la zone centrale du parc National de Theniet El Had où trois sites ont été choisis en fonction d'un certain nombre de critères.

Selon Lamotte (1969), la station doit être la plus homogène possible si on considère ses caractéristiques pédologiques, floristiques, climatologiques et topographiques. Pour cela, les sites d'étude ont été choisis pour être homogènes en termes de type de sol, de structure de la végétation et d'âge forestier mais également en termes de stock de bois mort (quantité ainsi que diversité des pièges et des états de décomposition).

Pour répondre à des critères de représentativité de tout le parc de Theniet El Had, plusieurs sites ont été prospectées mais trois ont été choisis par le contexte tenant compte essentiellement des critères suivants:

- l'accessibilité,
- les paramètres d'ordre physique : altitude, exposition et pente
- les paramètres biologiques : les essences forestières, leurs abondances et le taux de recouvrement,
- l'absence et présence de bois morts ou d'arbres en dépérissements : une prospection préliminaire a été réalisée dans le but de détecter les parcelles à échantillonner.

1.2. Description des sites d'étude

Les trois sites très éloignent géographiquement (Fig. 35) mais s'insèrent dans des paysages différents en fonction des essences forestières dominantes, l'orientation et la pente (Tab. 6). Le premier site s'éloigne à 6km des deux autres alors que le deuxième site est à distance de 3km seulement du troisième site.

Tableau 6 : Caractéristiques physiques des sites d'étude

Station	Nom	Essence dominante	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Orientation	Pente (%)
01	Pépinière	Cédre de l'Atlas	35° 51'23.75'' N	2° 00'04.79'' E	1700	N	15
02	Ourtène	Chêne liège Chêne vert	35° 51'13.37'' N	1° 58'57.80'' E	1666	S	07
03	Pré-Benchohra	Cédre de l'Atlas Chêne Zeen	35° 51'24.99'' N	1° 59'17.39'' E	1600	N-E	20

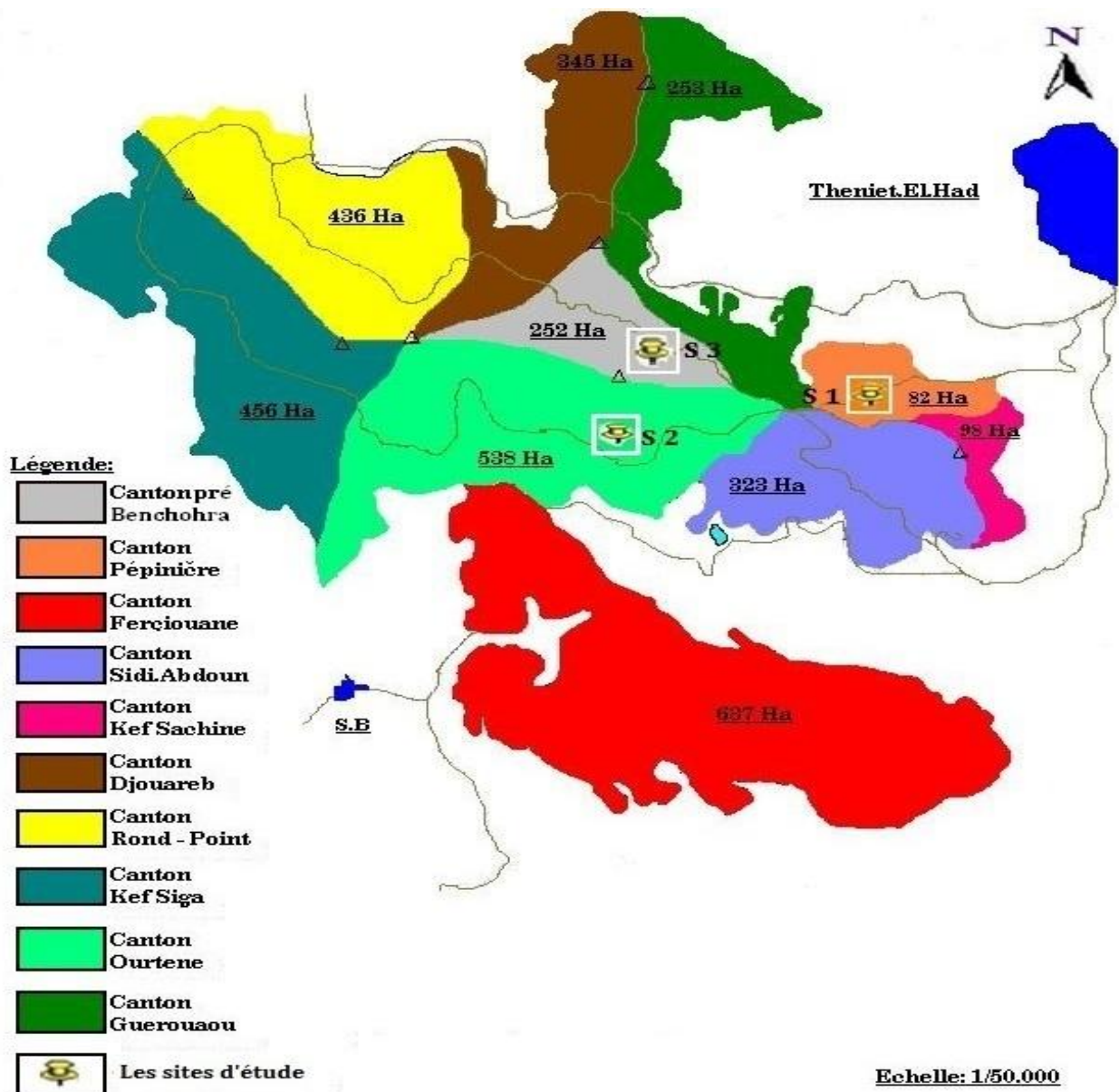


Figure 35 : Géo-positionnement des sites d'étude sur la carte des cantons du Parc National de Theniet El Had (PNTEH, 2002)

- **Le site 01** dite Pépinière, est située à 1700 mètres, sa couverture végétale est dominée essentiellement par les arbres du Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica*. Son exposition est Nord ce qui lui confère des conditions climatiques particulières à savoir une humidité plus élevée et ensoleillement moindre (Fig. 36). La pente est de l'ordre de 15 % et le sol est peu évolué d'apport colluvial. Les actions anthropiques sont maximales et se limitent au tourisme de montagne et les riverains du parc.



Figure 36 : Le site 01 de la pépinière (original)

- **Le site 02** dite Ourtène est située à une altitude de 1666 mètres. Elle est différente de la précédente sur plusieurs aspects. Elle est très exposée aux facteurs anthropiques en particulier le pâturage qui y est constant. La pente du terrain est moins importante et elle a une exposition sud. Les essences dominantes sont le chêne vert (*Quercus ilex*), chêne liège (*Quercus suber*) accompagnées de quelques pieds de chêne zeen (*Quercus faginea*). Le sol est dénudé et la roche apparait en de nombreux endroits, il est plutôt squelettique avec un horizon superficiel très peu épais. Ces caractéristiques laissent apparaitre des conditions écologiques relativement sévères.



Figure 37 : Le site 02 d'Ourtène (original)

- **Le site 03** dite Pré-Benchohra, est localisée à 1600 mètres d'altitude. Les arbres sont assez espacés, son exposition est Nord-Est mais la pente est très abrupte (20%), le sol y est érodé avec une litière très peu importante. La couverture végétale est constituée de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) en association avec le chêne zeen (*Quercus faginea*). Le taux de recouvrement végétal est de l'ordre de 60%. Les principales actions anthropiques à retenir

sont l'élevage ovin et bovin. La forêt est utilisée comme terrain de parcours de grands troupeaux bovins en liberté totale.

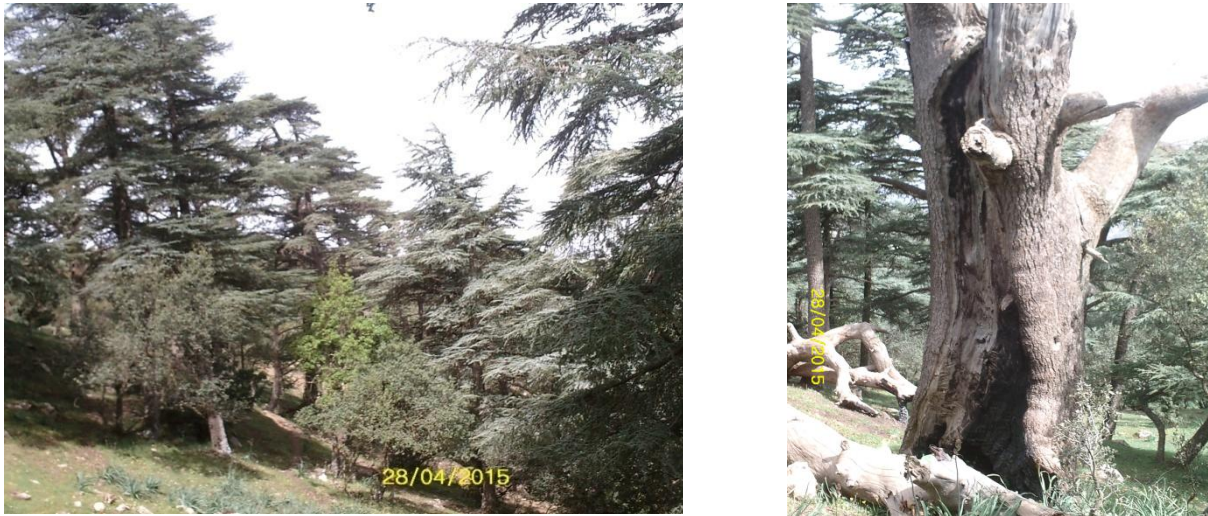


Figure 38 : Le site 03 Pré-Benchohra (original)

Les sites représentant chacune des caractéristiques suffisamment différentes s'étalent sur une superficie de deux hectares au minimum, la physionomie de la parcelle a pour but de différencier chaque peuplement de Coléoptères saproxyliques du parc national de Theniet El Had.

2. Etude de la faune

2.1. Méthode d'échantillonnage

Nous avons privilégié les méthodes susceptibles de capturer un maximum de spécimens représentatif de la faune saproxylique étudiée de ces milieux forestiers. Le principe de cette méthode consiste à réaliser un échantillonnage semi-qualitatif de la faune existant dans les sites d'étude, c'est à dire recenser toute espèce de coléoptères saproxyliques vivant dans les trois sites prospectés.

Notre choix a porté sur l'échantillonnage systématique linéaire (transects), la faune a été prélevée le long de deux transects par station d'une longueur totale de 1000m et d'une largeur constante de 50m (Fig. 35). Le positionnement des transects se fait à partir d'un point de départ ciblé. La longueur des transects est fixée de manière à obtenir une surface d'inventaire suffisante tout en restant à l'intérieur d'un secteur homogène. Les deux transects sont parallèles espacés entre eux de 100m. Ils sont orientés dans le sens de la pente selon la configuration topographique du terrain.

Le long de chaque transect, les points de prélèvements sont choisis de manière ciblé sur quinze arbres soit un total de trentaine (30) arbres morts ou âgés pour chaque site d'étude.

2.2. Périodicité et fréquences des sorties

La période d'étude s'étale sur toute l'année, allant du mois de septembre 2014 à la fin juin 2015. Les dates de sorties ont été effectuées selon un calendrier (Annexe 1) qui était lié aux conditions météorologiques d'une part, de la disponibilité du véhicule et du moyennement et d'autre part. Dans la plupart du temps nos sorties sont réalisées en plein jour, particulièrement au moment où les insectes sont le plus actifs. Nous retenons un total de 28 dates de sorties sur terrain.

Les récoltes ont été plus ou moins régulières dans le temps, particulièrement vers les mois de mars, avril, mai et début juin en raison des conditions météorologiques très propices.

2.3. Matériels et techniques de collecte

La recherche des techniques de recensement des coléoptères est un sujet d'actualité imposé par le développement de la biocénologie et des études d'écologie des populations en général. Les techniques adoptées doivent, en premier lieu tenir compte des caractères physiques du milieu végétal et en second lieu des caractéristiques des populations entomologiques elles-mêmes.

La collecte des spécimens est réalisée soit par voie directe en faisant recours à la chasse à vue et la capture à la main, soit par un matériel conçu à cette fin, par voie indirecte. Ainsi, diverses techniques de capture peuvent être utilisées pour récolter ces insectes et suivant les moyens dont nous disposons, nous avons combiné plusieurs techniques de chasse les plus classiques et les plus recommandées (Fig. 39).

2.3.1. Par voie directe

Nous avons utilisés quatre techniques de capture par voie directe, il s'agit :

a. La Chasse à vue

Cette méthode consiste à récolter tous les insectes d'intérêt rencontrés et vus à l'œil nu, les organismes de grandes tailles sont prélevés à main nues et les organismes de petites tailles sont récupérés à l'aide d'une pince Dumont à pointes fines. Les spécimens sont placés dans des flacons avec scieurs, soit dans des sachets en plastique étiquetés sur lesquels nous mentionnons la date de récolte, le nom de la station, le numéro de transect et le numéro de prélèvement.

b. Le piochon

Le petit piochon utilisé nous a servi à gratter le bois mort au sol et creuser les cavités des arbres. Le piochon présente un côté tranchant comme une hache, avec lequel il est possible d'attaquer le bois même s'il est dur et un côté plus long, faisant office de pioche, qui permet de creuser la terre.

c. L'aspirateur à bouche

L'aspirateur est employé pour les insectes qui courent vite ou sont très fragiles généralement de petite taille. Il existe divers modèles d'aspirateurs. Le plus souvent les insectes sont aspirés et retenus dans un tube par une fine grille, dans un autre, il faut souffler pour créer une dépression qui aspire les petits insectes.

d. La nappe montée

Le battoir ou « parapluie japonais » sert à récolter les Coléoptères vivant sur les branches des arbres comme : les Curculionidae, les Elateridae, les Buprestidae et les Chrysomelidae.

Il s'agit d'un carré de toile de couleur claire, tendu par deux morceaux de bois entrecroisés que l'on peut fabriquer soi-même. Un battoir peut avoir jusqu'à 1,20 m de côté qui est positionnée sous les branches d'arbres et par battage, les insectes tombent sur le tissu. Ils sont récupérés et placés dans des flacons.



a. le piochon



b. l'aspirateur à bouche



c. la nappe montée



d. le piège Barber



e. le piège à sucre

Figure 39 : Matériels de capture utilisés sur le terrain (original)

2.3.2. Par piégeage (voie indirecte)

La tâche consiste à placer des dispositifs conçus de manière très simple que l'on laisse pendant un intervalle de temps bien déterminé et qui restent efficaces dans la capture de tous les insectes qui rentrent en leur contact. Les pièges installés nous ont permis de capturer plusieurs insectes marchants, surtout des ailées.

Pour la récolte des Coléoptères de manière indirecte, nous avons utilisé les techniques de piégeages suivantes.

a. Le piège Barber

Ils servent à l'échantillonnage des biocénoses des Coléoptères terricoles qui se déplacent à la surface du sol, en particulier les Scarabeidae, les Carabidae, les Staphylinidae, les Cerambycidae, les Curculionidae, les Tenebrionidae et les Silphidae.

Nous avons utilisé des boîtes de conserve enterrées au ras du sol et placés au pied d'arbre dépérissant ou à proximité des arbres morts. La terre étant tassée tout autour afin d'éviter l'effet barrière pour les organismes de petites tailles (Fig. 39). Nous avons utilisé l'eau additionnée d'un peu de sel (conservateur) et placé au dessus des pièges une pierre plate pour éviter la dilution du liquide conservateur en cas de pluie et l'évaporation en cas de fortes chaleurs. Pour récupérer les insectes après chaque sortie, nous versons le contenu des pièges à travers un filtre de petites mailles et nous renouvelons le contenu du piège.

b. Le piège à sucre

Nous avons utilisé des bouteilles d'eau minérale sur laquelle on pratique une ouverture latérale (environ 6 x 6 cm). Ce piège est appâté avec un mélange liquide généralement sucré puis suspendu dans un arbre ou dans le creux de l'arbre lorsqu'il est assez spacieux. Le piège à sucre est particulièrement efficace pour la collecte des Chrysomelidae, des Cetoniidae, des Elateridae. Ces techniques de prélèvements ont été appliquées de manière simultanée pour chaque arbre prospectée dans les trois sites d'étude de manière homogène et régulière dans le temps au cours de toute la période d'étude.

2.4. Travail au laboratoire

Cette étape comporte pour tâches qui englobent le tri des échantillons, la conservation, la préparation, l'identification, le comptage et la mise en collection.

a. Tri des échantillons

Dès réception au laboratoire, les échantillons sont soit traités immédiatement soit mis en attente dans un congélateur jusqu'à leur traitement. Les échantillons sont lavés et débarrassés des débris

divers (feuilles, rameaux, bourgeons, etc.). Les insectes sont triés dans un bac à eau et répartis par familles puis reconditionnés par familles (Fig. 40).

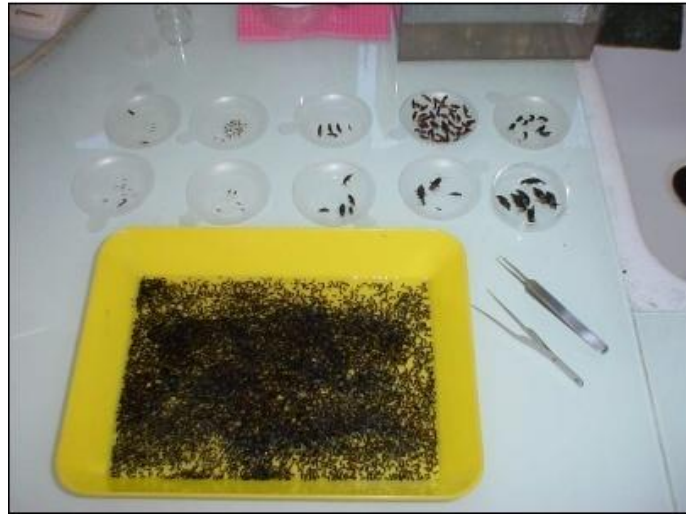
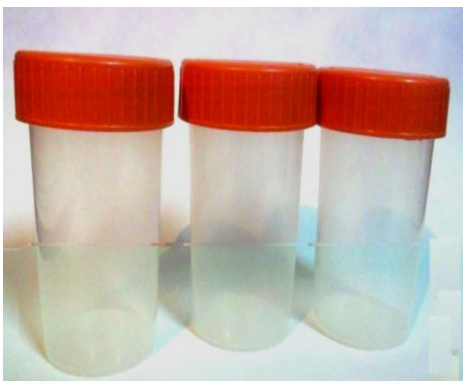


Figure 40 : Tri des échantillons dans un bac à eau

b. La conservation à court terme

En vue de les acheminer au laboratoire, les spécimens récoltés sur le terrain sont conservés pour une très courte durée dans des flacons en plastiques de petites dimensions et parfois de sachets en plastiques. Nous avons utilisé des boîtes de Pétri avec du coton imbibé de naphthaline pour la conservation des spécimens jusqu'à la mise en collection. Chaque boîte porte une étiquette sur laquelle nous mentionnons le numéro du prélèvement. Les espèces susceptibles d'être abîmées en les transportant sont mises directement dans des tubes contenant de l'alcool.



a. Flacons en plastique



b. Boîtes de Pétri



c. Tubes à essai

Figure 41 : Matériel de conservation utilisé (original)

c. Préparation du matériel biologique

Le matériel récolté doit être nettoyé et conservé soit dans l'alcool à 80° (espèces non identifiées) soit directement collé sur des paillettes (Fig. 42).



a. conservé dans l'alcool

b. Mise en collection

Figure 42 : Conservation des coléoptères (original)**d. Détermination des spécimens**

La détermination a été effectuée à partir de plusieurs clés de détermination en fonction des familles rencontrées lors de cette étude. Pour les Carabidae, les ouvrages consultés sont essentiellement ceux de Bedel (1895), Du Chatenet (2005) et de Jeannel (1941, 1942).

Les Scarabeidae ont été identifiés à partir des clés établies par Paulian (1941), Paulian et Baraud (1982), Baraud (1985 et 1992).

Pour les Buprestidae, les ouvrages de Thery (1942) et Du Chatenet (2000) ont été utilisés et finalement Du Chatenet (2000) pour les Chrysomelidae, les Elateridae et les Cleridae.

Cette tâche a été menée grâce à la précieuse aide de Mme Boukli Hacene Samira membre du laboratoire qui a procédé à la révision et la confirmation de l'ensemble des spécimens identifiés.

3. Méthodes de traitement statistiques des données**3.1. Etude indicielle et représentations graphiques**

D'une façon générale il n'est pas possible de faire un dénombrement absolu des populations animales. On effectue en conséquence des estimations des effectifs qui demeurent la règle chaque fois que les évaluations absolues ne sont pas réalisables (Ramade, 1984).

Les différents indices de diversité actuellement utilisés permettent d'étudier la structure des peuplements en faisant référence ou non à un cadre spatio-temporel concret. Ils permettent d'avoir rapidement, en un seul chiffre, une évaluation de la biodiversité du peuplement. Toutefois, leur caractère synthétique peut s'avérer être un handicap dans la mesure où il manque une grande partie de l'information (Grall et Hily, 2003).

La première étape consiste à évaluer la structure générale des peuplements à partir des deux variables que sont la richesse spécifique et l'abondance (Grall et Hily, 2003). Ces paramètres permettent la description de la structure des peuplements à partir de :

- **L'abondance ou densité** qui est un paramètre important pour la description de la structure d'un peuplement. La densité d'une population ou nombre d'individus présents par unité de surface ou de volume (Ramade, 2003) est variable aussi bien dans l'espace que dans le temps.
- **La richesse spécifique S** , est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré effectivement présentes sur un site d'étude et d'un moment donné (Boulinier et al., 1998). La richesse spécifique est fréquemment utilisée comme une variable reflétant l'état d'un système et intervient souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité ainsi que dans l'évaluation de l'impact des activités anthropiques sur la biodiversité (Nicholas et al., 1998).
- **La dominance** est nécessaire quand on s'intéresse à la structure taxonomique du peuplement (abondance relative des différents groupes taxonomiques), mais également aux rangs respectifs des principales espèces qui le constituent, et ce par l'intermédiaire du paramètre présence-dominance (Glemarec, 1964).
- **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 et 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 et Glemarc, 1977).

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

$i=1$

S = Nombre d'espèces contenues dans l'échantillon

P_i = fréquence de l'espèce i

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

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

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

- **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 :

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

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

N : nombre total d'individus.

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.

➤ **l'équitabilité de Simpson**, notée ES est le rapport entre la diversité D et la richesse spécifique S. Elle varie entre 0 et 1 (Ramade, 2003) et s'écrit :

$$ES = (D - 1) / (S - 1)$$

➤ **La fréquence d'occurrence des espèces**, appelé aussi indice de constance au sens de Dajoz (1976), la fréquence d'occurrence est le rapport exprimé sous la forme d'un pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce prise en considération sur le nombre total de relevés (Dajoz, 1971).

Elle est calculée par la formule :

$$C (\%) = 100P_i / P$$

P_i : le nombre de prélèvements où l'espèce est présente

P : nombre total des prélèvements

En fonction de la valeur de C (%), nous qualifions les espèces de la manière suivante :

C = 100% espèces omniprésentes

C = [100- 75[espèces constantes

C = [75- 50[espèces fréquentes

C = [50- 25[espèces communes

C = [25- 5[espèces accessoires

C ≤ 5% espèces rares.

➤ **L'indice de similitude de Jaccard**, ou de similarité évalue la ressemblance entre deux relevés en faisant le rapport entre les espèces communes aux deux relevés et celles propres à chaque relevé. Cette analyse permet de rationaliser le classement des relevés par ordre d'affinité, afin d'obtenir une représentation synthétique de l'organisation. L'analyse est fondée sur l'usage d'un des coefficients de communauté de Jaccard (Ramade, 2003).

L'indice de Jaccard est le coefficient d'association connu pour étudier la similarité entre les échantillons pour des données binaire, il est calculé par l'expression qui suit :

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

a: nombre d'espèces présentent uniquement dans le relevé a

b: nombre d'espèces présentent uniquement dans le relevé b

c: nombre d'espèces communes.

Cet indice varie de 0 à 1 et ne tient compte que des associations positives (Youness et Saporta, 2004).

➤ **L'indice FDM** réunit deux paramètres, la fréquence d'occurrence F et la dominance moyenne. DM est calculé à partir de la moyenne de l'abondance relative de chaque espèce de la totalité des prélèvements.

D'après Glemarc (1964), le produit Fréquence x Dominance moyenne (FDM) caractérisemieux les entités du peuplement. Il permet, en effet, de déterminer la place relative de chaque espèce à l'intérieur d'entités considérées et de visualiser les affinités entre les différents peuplements. Ce facteur FDM a été repris par de nombreux auteurs (Le Bris, 1988 ; Mora *et al.*, 1989 ; Bayed, 1991; Afli et Glemarc, 2000 ; Chaouti, 2003 ; Bazaïri, 2003 ; Cherkaoui *et al.*, 2003).

➤ **Le modèle de Motomura (INAGAKI, 1967)** décrit un alignement rectiligne des points du diagramme rang-fréquence quand les abondances d'espèces sont représentées en log et les rangs représentés sans transformation. Cette distribution spécifique en coordonnées semi logarithmique (Frontier, 1976) est fondée sur l'exclusion mutuelle des organismes d'une même taille et sur une hypothétique forme de partage des ressources du biotope entre les espèces en présence (Frontier, 1990). En effet, les nombres d'individus sont proportionnels à la fraction des ressources accaparées par les espèces.

La pente de la droite varie selon la diversité spécifique (Inagaki, 1967) et d'après les données de Binet et Dessier, 1972) ; le plus souvent on observe non pas un seul alignement, mais une succession de segments rectilignes, suggérant la coexistence de plusieurs "peuplements" ayant chacun sa propre loi.

3.2. Traitements statistiques des données

Les méthodes utilisées dans ce travail s'appuient sur l'analyse factorielle de correspondances (AFC), l'analyse en composantes principales (ACP) et la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).

a. L'analyse factorielle des correspondances (AFC) est une méthode couramment utilisée en études biologiques (Hotelling, 1933 et 1936 ; Chardy et al., 1976 ; Desprez, 1981 ; Hily, 1984 ; Le Bris, 1988). Elle permet un traitement synthétique des données multivariées et a pour but la simplification, l'ordination et la coordination des données initiales, en exprimant la trame complexe dans des inter-relations entre variables par un plus petit nombre de facteurs. Ces facteurs sont représentés par des axes perpendiculaires qui délimitent les plans.

Elle s'applique par excellence aux tableaux de contingence qui utilisent la distance Chi-2 pour comparer les variables ou les individus entre eux. Cette distance est un coefficient de ressemblance asymétrique (Daget, 1976 ; Legendre et Legendre, 1984) qui confère une sensibilité plus importante aux espèces de faibles abondances et permet une analyse symétrique sur les lignes et les colonnes du tableau de données.

b. L'analyse en composantes principales (ACP) fait partie des analyses descriptives multivariées. Le but de l'utilisation de cette analyse est de résumer le maximum d'information possible en perdant le moins possible pour faciliter l'interprétation d'un grand nombre de données initiales ou bien de donner plus de sens aux données réduites (Le Moal, 2002).

Cette analyse consiste à transformer les « p » variables quantitatives initiales inter-corrélées en « p » variables quantitatives corrélées ou non appelées « composantes principales » (Dervin, 1988). L'ACP traite des données numériques contrairement à l'AFC qui peut traiter les données qualitatives (Bouroche et Saporta, 1980).

Elle vise à mettre en évidence, sous forme graphique, le maximum de l'information contenue dans un tableau de données d'un grand nombre de descripteurs, de connaître la quantité de variance expliquée par les quelques axes principaux indépendants et de dégager les relations entre les variables et les relevés. En fait, elle permet d'obtenir une représentation du nuage de points dans un espace de dimension réduite de telle manière que l'inertie portée par cet espace soit la plus grande possible. Elle est utilisée lorsqu'il s'agit de décrire un tableau des variables numériques continues de type « variables quantitatives x individus » (Daget, 1979 ; Legendre et Legendre, 1979).

L'ACP permet donc de réduire des tableaux de grandes tailles en un petit nombre de variables (2 ou 3 généralement) tout en conservant un maximum d'information. Les variables de départ sont dites métriques (Le Moal, 2002).

C. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) consiste à agréger progressivement les individus selon leur ressemblance, mesurée à l'aide d'un indice de similarité ou de dissimilitude (Duchez et Loy, 2005). Cette méthode de classification est destinée à produire des groupements décrits par un certain nombre de variables ou caractères (Lebart et al., 1982). Elle procède en fait à la construction des classes (paquets) par agglomérations successives des objets deux à deux, qui fournissent une hiérarchie de partition des objets ; Il existe plusieurs méthodes de CAH et plusieurs coins de calcul de la distance entre deux objets, deux classes ou un objet (Benzecri, 1973). C'est l'indice de Bray-Curtis qui a été retenu, avec la technique de groupement agglomératif moyen, comme le recommandent Legendre et Legendre (1984).

Chapitre IV

Résultats et Discussion

1. Etude de la faune

1.1. Listes des espèces

La détermination des Coléoptères récoltés au niveau des trois sites étudiés nous permet d’élaborer une liste répertoriant l’ensemble des taxons récoltés. Dans le présent travail, certains individus sont identifiés jusqu’au rang de l’espèce ou du genre (tab. 7), d’autres sont limités au rang de la famille en raison des difficultés de détermination et l’absence de spécialistes. Les taxons récoltés sont illustrés dans les figures (43 et 44) regroupés par familles.

Tableau 7 : Composition du peuplement de Coléoptères récoltés.

Sous Ordre	Familles	Sous Familles	Genre / Espèces
Adephaga	Carabidae	Pterostichinae	<i>Amara aenea</i> De Geer, 1774 <i>Amara montana</i> Dejean, 1828
		Harpalinae	<i>Anisodactylus sp</i> Dejean, 1829 <i>Bradycellus distinctus</i> Dejean, 1829 <i>Cymindis sp</i> Latreille, 1806 <i>Ditomus sp</i> Bonelli, 1810 <i>Harpales lethierryi</i> Reiche, 1860 <i>Harpales oblitus</i> Dejean, 1829
		Platyninae	<i>Calathus fuscipes</i> Goeze, 1777 <i>Calathus sp</i> Bonelli, 1810 <i>Laemostenus sp</i> Dejean, 1828 <i>Platyderus sp</i> Stephens, 1827 <i>Pristonychus algerinus</i> Gory, 1833
		Carabinae	<i>Carabus famini</i> Dejean, 1826 <i>Carabus sp</i> Linnaeus, 1758 <i>Carabus violaceus</i> Linnaeus, 1758 <i>Clambus sp</i> Fischer von Waldheim, 1821
		Lebiinae	<i>Microlestes abeilli</i> Brisout, 1885 <i>Microlestes sp</i> Schmidt-Goebel, 1846 <i>Syntomus fuscocomaculatus</i> Motschulsky, 1844
		Nebriinae	<i>Nebria brevicollis</i> Fabricius, 1792 <i>Nebria sp</i> Latreille, 1802 <i>Notiophilus sp</i> Duméril, 1806

Tableau 7 : Composition du peuplement de Coléoptères récolté (Suite 1)

Sous Ordre	Familles	Sous Familles	Genre / Espèces
Polyphaga	Anobiidae	Anobiinae	<i>Stegobium sp</i> Motschulsky, 1860
	Aphodiidae	Aphodiinae	<i>Aphodius sp</i> Illiger, 1798
	Bostrichidae	indéterminés	-
	Bruchidae	indéterminés	-
	Buprestidae	Polycestinae	<i>Acmaeodera degener</i> Scopoli, 1763
	Byturidae	Byturinae	<i>Byturus sp</i> Latreille, 1796
	Cetonidae	Cetoniinae	<i>Cetonia sp</i> Fabricius, 1775 <i>Oxythyrea funesta</i> Poda, 1761
	Chrysomelidae	Alticinae	<i>Chaetocnema contina</i> Marsham, 1802
			<i>Chaetocnema sp</i> Stephens, 1831
		indéterminés	-
		-	<i>Orsodacne sp</i> Latreille, 1802
	Curculionidae	indéterminés	-
		Entiminae	<i>Phyllobius sp</i> Germar, 1824
	Dermastidae	Dermestinae	<i>Dermastes sp</i> Latreille, 1804
		-	<i>Dermastes undulatus</i> Brahm, 1790
	Elateridae	indéterminés	-
	Geotrupidae	Geotrupinae	<i>Trypocopris vernalis</i> Linnaeus, 1758
	Histeridae	Histerinae	<i>Hister funestus</i> Erichson, 1834
	Lucanidae	Lucaninae	<i>Dorcus sp</i> Mac Leay, 1819
	Meloidae	Meloinae	<i>Berberomeloe majalis</i> Linnaeus, 1758
		-	<i>Meloe violaceus</i> Marsham, 1802
	Melolonthidae	Melolonthinae	<i>Melolontha melolontha</i> Linnaeus, 1758
	Nitidulidae	Carpophilinae	<i>Carpophilus sp</i> Stephens, 1830
		Epuraeinae	<i>Epuraea sp</i> Erichson, 1843
		Nitidulinae	<i>Omosita colon</i> Linnaeus, 1758
		indéterminés	-
	Oedemeridae	Oedemerinae	<i>Oedemera sp1</i> Latreille, 1810 <i>Oedemera sp2</i> Latreille, 1810
	Scarabeidae	Scarabeinae	<i>Copris sp</i> Geoffroy, 1762 <i>Onthophagus sp</i> Latreille, 1802 <i>Scarabaeus semipunctatus</i> Fabricius, 1792 <i>Sisyphus sp</i> Latreille, 1807
	Scolytidae	-	<i>Scolytus sp</i> Geoffroy, 1762
	Silphidae	Silphinae	<i>Silpha sp</i> Linnaeus, 1758
	Staphylinidae	Aleocharinae	<i>Aleocharinae sp</i> Fleming, 1821
		Staphylininae	<i>Ocypus olens</i> Müller, 1764 <i>Staphylinus sp</i> Linnaeus, 1758
indéterminés		-	

Tableau 7 : Composition du peuplement de Coléoptères récolté (Suite 2)

Sous Ordre	Familles	Sous Familles	Genre / Espèces
Polyphaga	Tenebrionidae	Pimeliinae	<i>Akis sp</i> Herbst, 1799 <i>Stenosis sp</i> Herbst, 1799 <i>Pimelia sp</i> Fabricius, 1775
		indéterminés	-
		Alleculinae	<i>Heliotaurus ruficolis</i> Fabricius, 1781
		Tenebrioninae	<i>Tenebrio sp</i> Linnaeus, 1758

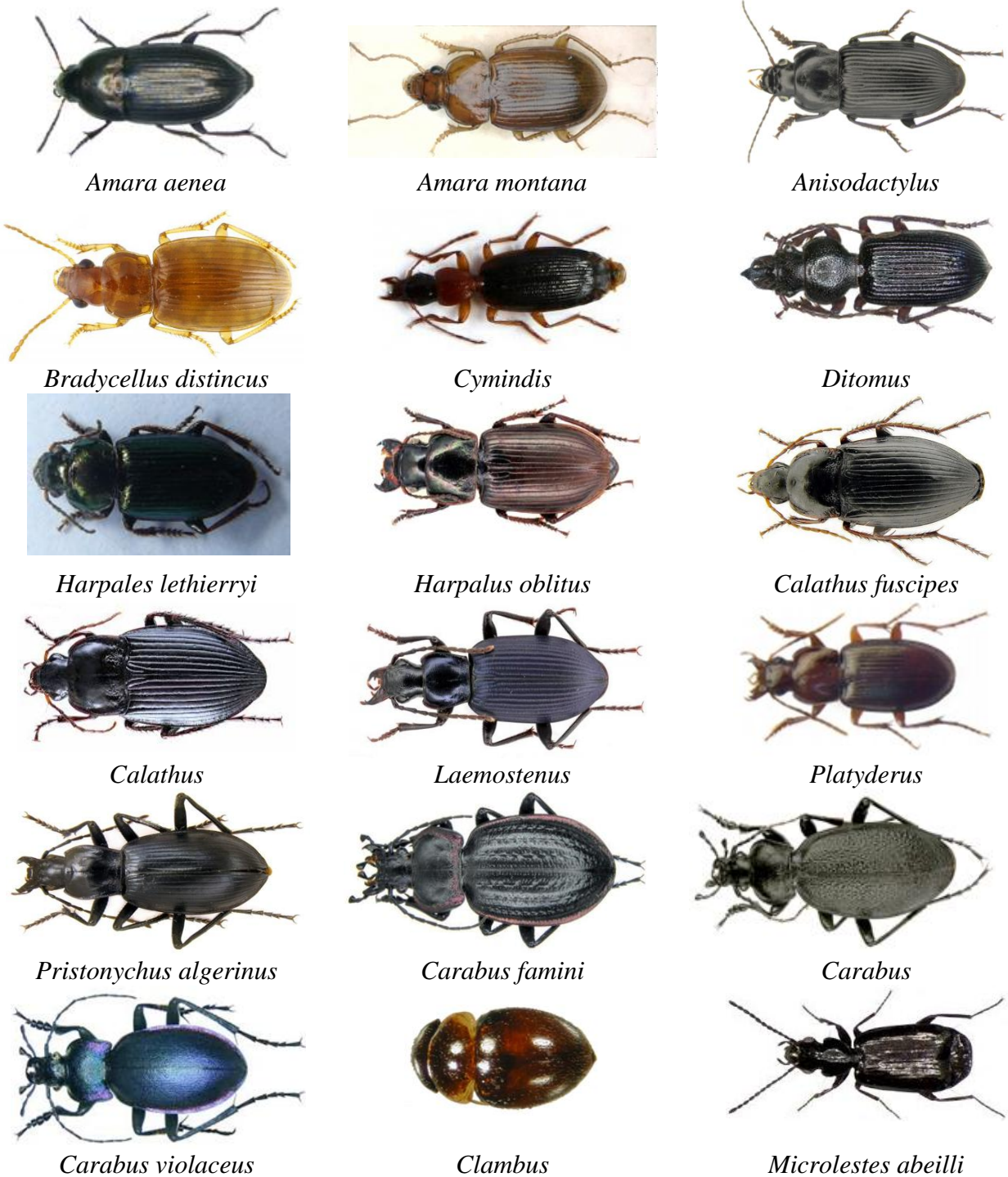


Figure 43 : Principaux taxons du sous ordres des adephaga récoltés



Microlestes



Syntomus fuscomaculatus



Nebria bravicollis



Nebria



Notiophilus

Figure 43 : Principaux taxons du sous ordres des Adephaga récoltés (suite 1)



Stegobium



Aphodius



Bostrichidae



Bruchidae



Acmaeodera degener



Byturus



Cetonia



Oxythyrea funesta



Chaetocnema contina



Chaetocnema



Orsodacne



Curculionidae

Figure 44 : Principaux taxons du sous ordres des polyphaga récoltés



Phyllobius



Dermastes undulatus



Dermastes



Elateridae



Trypocopsis vernalis



Hister funestus



Dorcus



Berberomeloe majalis



Meloe violaceus



Carpophylus



Epuraea



Omosita colon



Oedemera sp1



Oedemera sp2



Coprins



Onthophagus



Scarabaeus semipunctatus



Sisyphus

Figure 44 : Principaux taxons du sous ordres des polyphaga récoltés (suite 1)

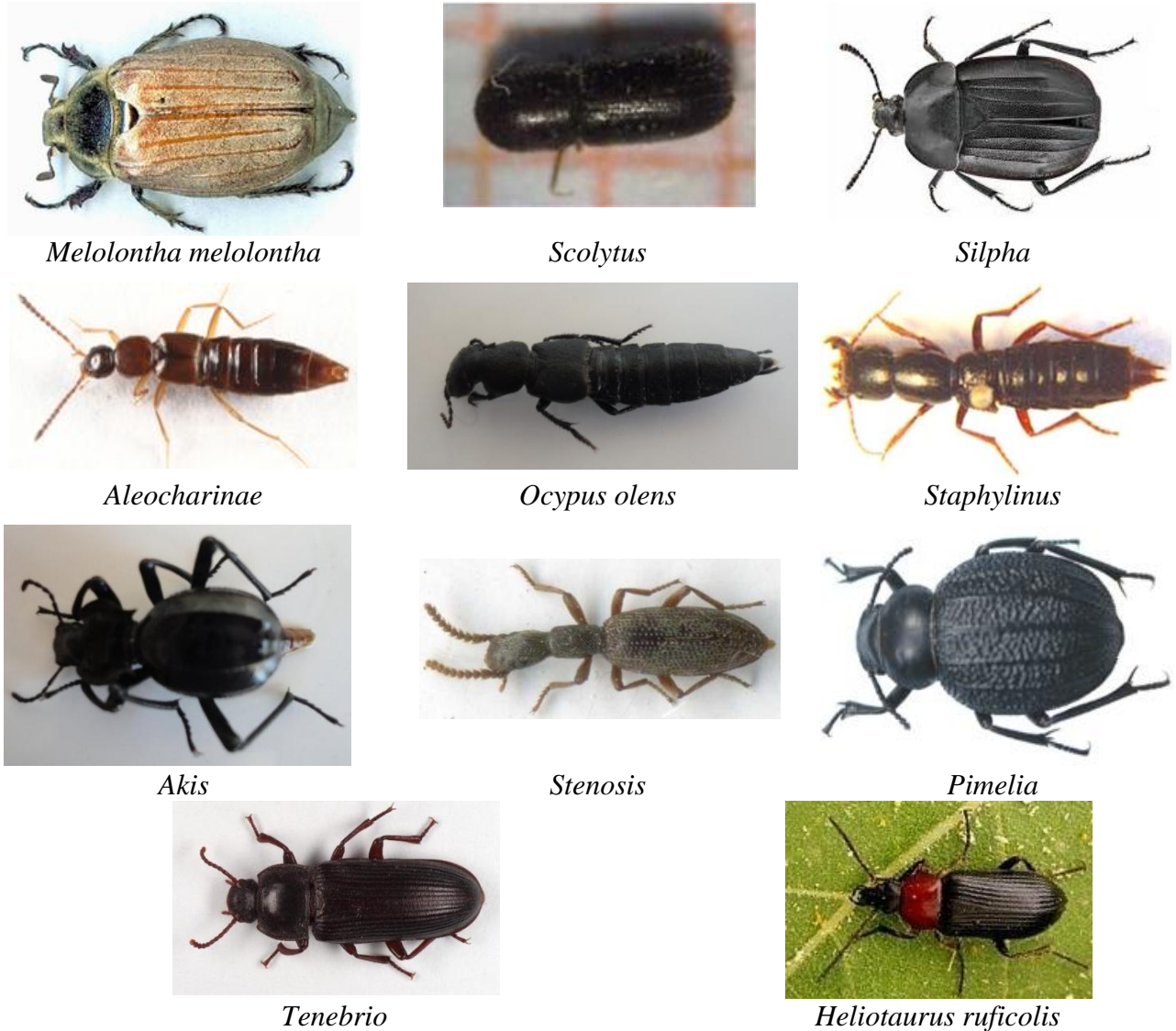


Figure 44 : Principaux taxons du sous ordres des polyphaga récoltés (suite 2)

1.2. Analyse de la structure taxonomique

L'analyse de la composition taxonomique du peuplement global a conduit à la détermination des spécimens d'une collection de 4079 individus appartenant à deux sous ordres inégalement représentés (Tab. 7).

Les Adephaga sont représentés par une seule famille, celle des Carabidae comportant six sous-familles et 23 taxons dont 12 espèces. Le nombre de taxons par sous-famille varie entre un minimum deux espèces pour la sous-famille des Pterostichinae et un maximum de six taxons pour la sous-famille des Harpalinae.

Les Polyphaga sont nettement plus diversifiés avec 22 familles, 24 sous familles, 37 taxons dont 13 espèces déterminées. Retenons à ce stade qu'un nombre important de spécimens n'a été déterminés qu'au rang de la famille. Il s'agit de Bostrichidae, Bruchidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Elateridae, Nitidulidae, Staphylinidae, Tenebrionidae.

Ainsi, en globalité le peuplement recolté est représenté par 68 taxons répartis entre vingt-trois familles, 30 sous familles, 50 genres et 25 espèces.

L'analyse taxonomique tient compte également de la variabilité de nombre d'espèces et du nombre d'individus par taxon. La figure 45 met en évidence l'importance relative des différentes familles.

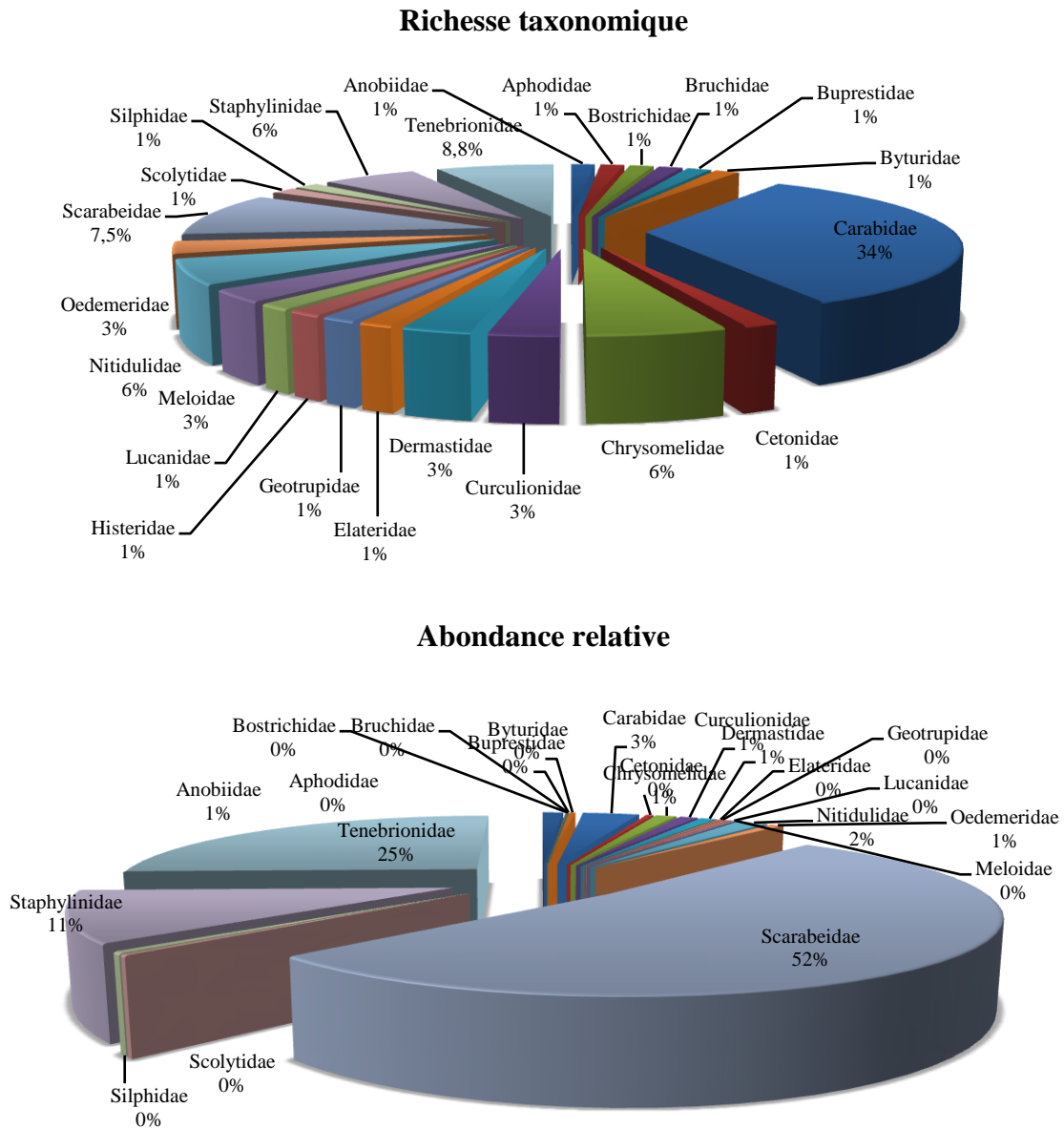


Figure 45 : Importance relative exprimée en pourcentage des 23 familles récoltées

Partant de la richesse taxonomique, la famille la plus riche est celle des Carabidae avec 23 taxons, soit un taux de 34%, vient en deuxième position la famille des Tenebrionidae (8,8%), suivie par la famille des scarabeidae avec une proportion de 7,5%. Les familles des Chrysomelidae, des Staphylinidae, des Nitidulidae avec 4 taxons chacune représente un taux de 5,8%. Avec deux taxons

seulement, cinq familles affichent des importances de l'ordre 2,5%. Sur les 23 familles, douze sont représentées par un seul taxon et restant très diversifiées (Tab. 7).

Le peuplement récolté dans le parc de Theniet El Had est donc caractérisé par l'importance des Carabidae qui constitue la famille la plus diversifiée avec 11 genres et 12 espèces. Le reste des familles plus nombreuses, compte moins de taxons varient entre six et deux taxons et une proportion relativement importante de famille avec un taxon.

Le nombre d'individus est également variable d'une famille à une autre (Fig. 45). Les Scarabeidae représente plus de la moitié de la faune globale récoltée avec 52%, suivie par les Tenebrionidae avec 1038 individus capturés. La famille des Staphylinidae avec 11% vient en troisième position.

Bien qu'elle reste la plus diversifiée, la famille des Carabidae ne représente en nombre que 3% de la collection totale. Le nombre d'individus est réduit dans un grand nombre de familles. Trois familles sont représentées par des doubletons (2 individus) et trois familles par des singletons (1 seul individu). Il apparaît clairement que certaines familles sont nettement moins nombreuses et moins diversifiées et nécessitent un intérêt tout particulier dans le cadre de préservation et de conservation de ces milieux forestiers.

Les sous-familles et les genres sont également représentés par des abondances très fluctuantes, les figures 46 et 47 illustrent ces fluctuations.

La sous-famille des Harpalinae constitue près de 13% de l'ensemble de la collection par sa diversité mais elle reste moins abondante comparativement à d'autres sous familles. Les Platyninae viennent en deuxième position avec 11% de la collection totale. Cinq sous-familles affichent entre 9 à 7% de représentativité ce qui correspond à 4 et 3 taxons respectivement. Un total de 20 sous-familles n'est représenté que par un seul taxon chacun.

La sous-famille des Scarabeinae dominante en nombre (2104 individus), totalise à elle seule 52% du peuplement global récolté. Elle est suivie par la sous-famille de Pimeliinae (25%) puis la sous-famille de Staphylininae avec 7%. Le reste de sous-familles sont représentées par un à deux individus seulement.

En termes de cette analyse taxonomique du peuplement récolté, il est possible de retenir particularités suivantes :

- les Carabidae sont les plus riches en taxons,
- les Scarabeidae et les Tenebrionidae sont les plus dominants en nombre,
- un grand nombre de familles n'est représenté que par un seul taxon et à deux individus seulement.

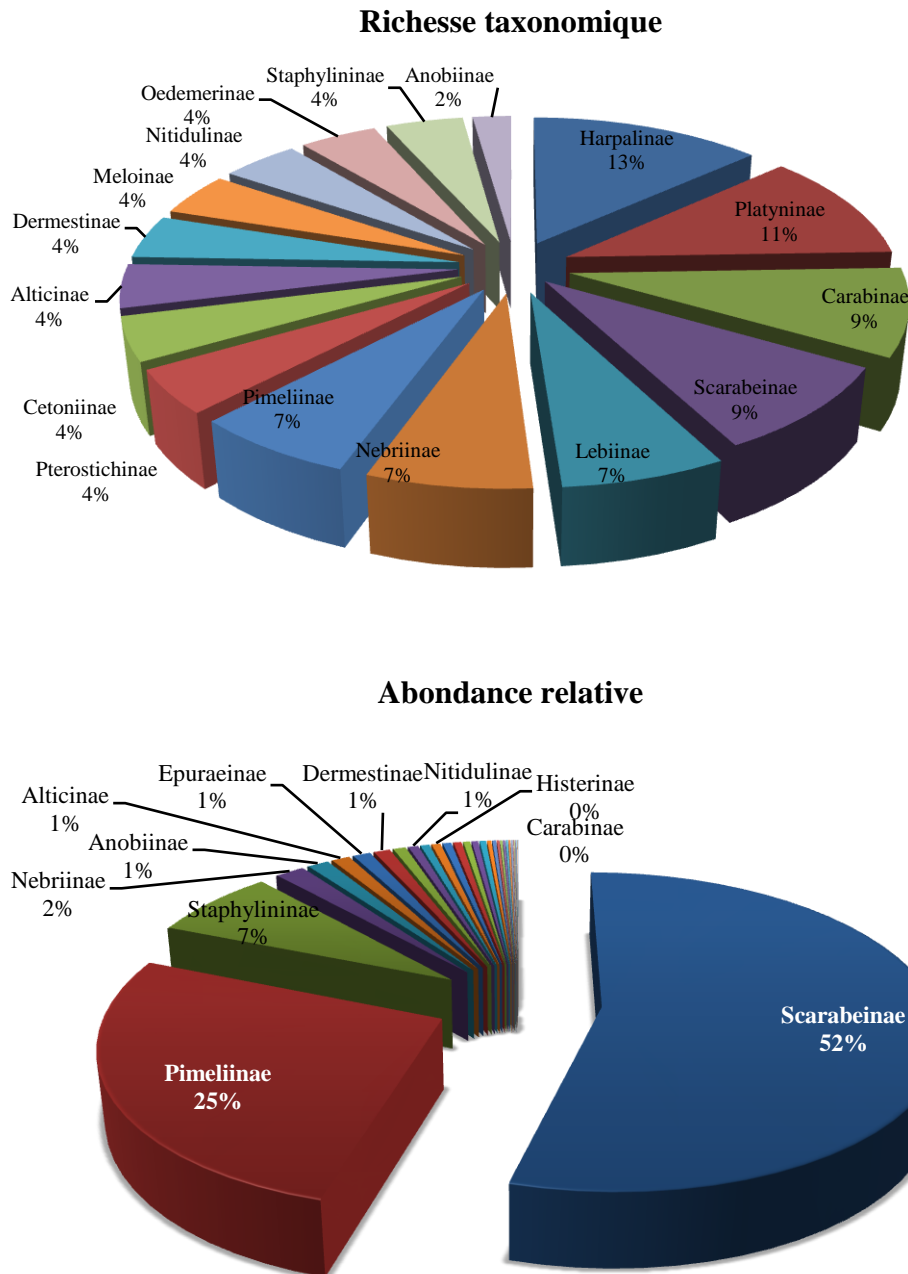


Figure 46 : Importance relative exprimée en pourcentage de sous-familles récoltées

La composition faunistique analysée à partir de l'importance des genres (Fig. 47) révèle également des proportions différentes.

Les Carabidae sont représentées par trois espèces appartenant au genre *Carabus*. Le genre *Amara*, *Harpalus*, *Calathus*, *Microlestes* et *Nebria* apparaissent avec deux taxons.

Parmi les groupes les plus dominants, représentant 32% du peuplement global récolté. La plus grande dominance revient au genre *Sisyphus* qui comportent le nombre d'individus le plus élevé mais pour une seule espèce. Suivie par le genre *Akis* avec 22% soit nombre d'individus de 904 puis en troisième position, le genre *Onthophagus* (19%) avec 778 individus.

Les genres *Ocypus* et *Staphylinidae*, constituant 4% chacun, donc moyennement diversifiés, ont des effectifs différents, nettement plus élevés pour les premiers alors qu'ils sont beaucoup plus faibles pour les seconds.

Les *Staphylinus* et *Stenosis* sont présents avec un effectif relativement plus faible 97 individus, avec une seule espèce.

La majorité soit 49 genres sont présents avec de faibles effectifs et une seule espèce, affichant ainsi un pourcentage de 1%. Il s'agit des *Bradycellus*, *Anisodactylus*, *Laemostenus*, *Platyderus*, *Syntomus*, *Notiophilus*, *Stegobium*, *Bostrichidae*, *Byturus*, *Cetonia*, *Bruchidae*, *Chrysomelidea*, *Orsodacne*, *Phyllobius*, *Trypocopris*, *Cymindis*, *Ditomus*, *Pristonychus*, *Clambus*, *Acmaeodera*, *Oxythyrea*, *Bruchidae*, *Meloe*, *Aphodius*, dont les Neuf derniers sont les taxons les plus faibles en nombre et représenté par une seule espèce.

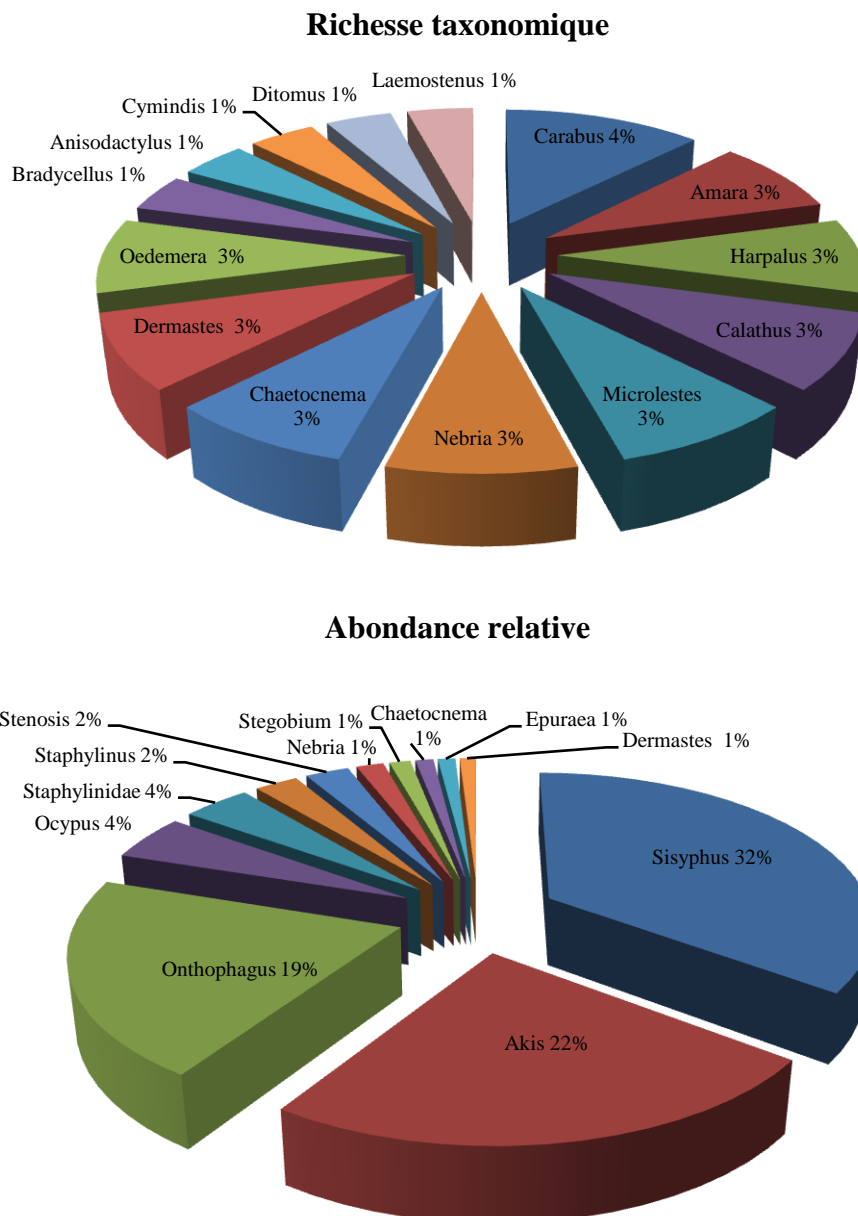


Figure 47 : Importance relative exprimée en pourcentage des genres récoltés

2. Evolution spatiale des abondances des espèces

Dans cette partie, nous utilisons les façons les plus usuelles de décrire les communautés en termes de composition et d'assemblages des espèces dans les trois sites d'étude.

Les divers peuplements qui constituent une biocénose peuvent se définir par un ensemble d'indices et de descripteurs qui prennent en considération l'importance numérique des espèces. La description des peuplements récoltés par chaque station est une phase cruciale pour comprendre l'organisation spatiale du peuplement de Coléoptères.

La comparaison des peuplements des trois sites d'étude s'appuie sur une étude indicielle, combinée à des analyses multivariées associant à la fois analyse ascendante hiérarchique à analyse factorielle des correspondants.

2.1. Etude indicielle des communautés des trois sites d'étude

Pour assurer une bonne description, nous avons retenu huit descripteurs permettant de comprendre la structure numérique des peuplements. En plus des deux descripteurs principaux, richesse taxonomique et abondance, la diversité est évaluée à travers trois indices (indice de Shannon-Wiener H' , indice de Simpson D , et H_{max}). L'équitabilité ou la régularité du peuplement est appréciée à partir de l'indice classique de Pielou J' et la dominance D . L'ensemble des résultats des calculs sont reportés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Descripteurs numériques des peuplements des trois sites d'étude.

	Site 01 à Cèdre	Site 02 à Chêne	Site 03 à Cèdre + Chêne	Total
Abondance N	2234	581	1264	4079
Richesse taxonomique	52	39	43	68
Richesse moyenne	17	13	14	23
Dominance D	0,2	0,1	0,2	0,2
Indice de Shannon H'	2,06	2,52	2	2,19
H max	5,7	5,3	5,4	6,1
Indice d'équitabilité J'	0,52	0,69	0,53	0,52
Indice de Simpson D	0,78	0,86	0,79	0,8

➤ Le nombre total N

Le nombre d'individus récoltés dans les trois sites est très variable d'un site à un autre. La valeur maximale de l'abondance est notée dans le site à dominance Cèdre avec 2234 individus suivis par le site mixte à Cèdre-Chêne avec 1264 individus (Tab.8). Le peuplement du site à dominance Chêne reste le moins abondant avec seulement 581 individus.

Sur les 4079 individus récoltés, les individus se répartissent différemment d'un milieu à un autre (Fig. 48). Le site à Cèdre renferme plus de 55%, elle est la plus peuplée, suivie par le site

mixte à Cèdre-Chêne moins dégradée, avec 31 % du peuplement global. Cependant le peuplement du site d'Ourtène à Chêne, bien dégradée, n'affiche qu'une plus faible proportion (14%).

Le peuplement du site à Cèdre est marqué par les fortes abondances d'*Akis sp* et d'*Ontophagus sp*. Cependant le peuplement du site à Cèdre-Chêne se caractérise par la forte dominance des Scarabeidae essentiellement *Akis sp* (402 individus) et *Sisyphus sp* (328 individus). Le troisième site à Chêne fortement dégradée présente une abondance plus faible où deux taxons prédominent, *Sisyphus sp* (155 individus) et *Ontophagus sp* (118 individus).

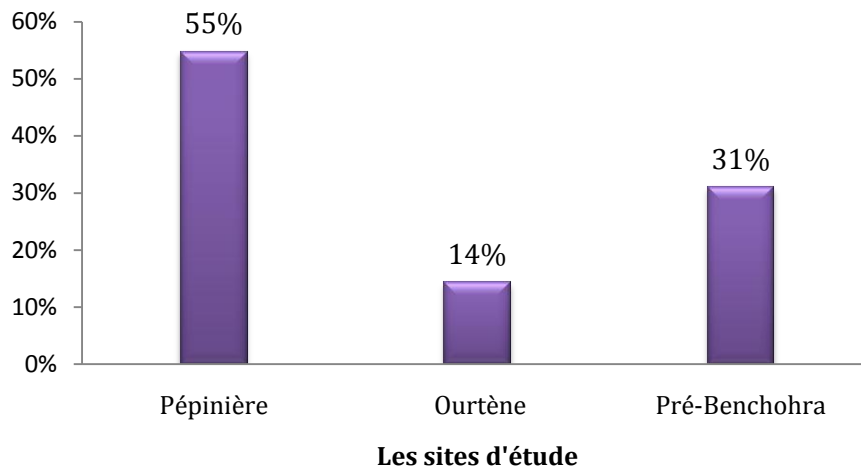


Figure 48 : Importance relative (en %) du nombre d'individus par site

➤ **Abondance relative des espèces**

Tout peuplement a pour caractéristique essentielle son degré d'organisation. Il se traduit par une distribution particulière des abondances des espèces qui le composent. De même, il faut admettre que cette organisation n'est guère le fait du hasard mais plutôt la conséquence d'interactions de nombreux facteurs biotiques et abiotiques.

Les diagrammes rang-fréquences permettent de suivre et de visualiser l'évolution spatiale de la structure numérique des peuplements (Cheriguene, 2011).

Les courbes rang-fréquences en ordonnées logarithmiques de la figure 49, permettent de suivre l'évolution spatiale des abondances des espèces dans les trois sites selon un ordre décroissant.

En partant de l'axe des ordonnées, le peuplement du site à Cédres apparaît plus riche que celui du site mixte Cèdre-Chêne mais d'une régularité et d'une structure similaire. Le peuplement du site à Cèdre semble un peu plus régulé et mieux structuré. Ils sont marqués par 4 à 7 taxons fortement dominants à fréquence supérieure à 1.

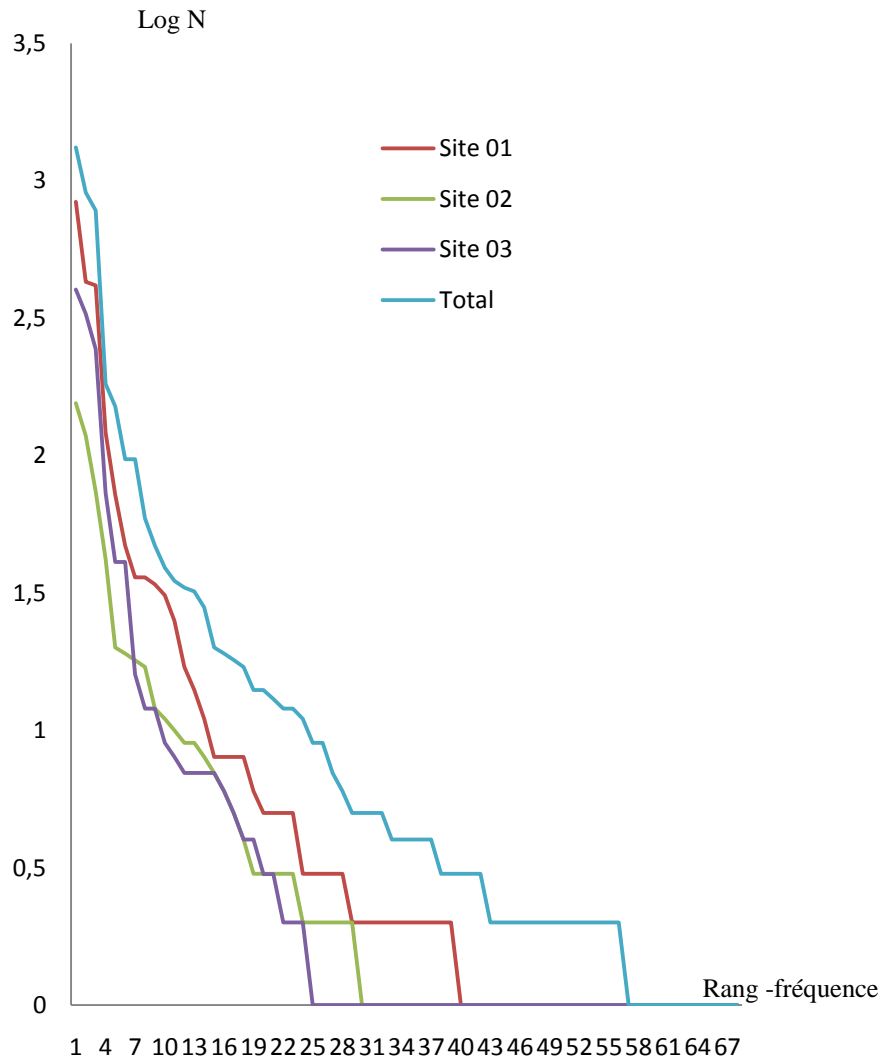


Figure 49 : Diagramme rang-fréquence appliqué aux peuplements de Coléoptères des trois sites d'étude (modèle semi-logarithmique de MOTOMURA)

➤ **La richesse taxonomique S**

La richesse totale S est de 68 taxons récoltés dans la collection totale de 4079 individus à partir des 1880 prélèvements effectués. Il est certes plus correct de parler de 68 taxons car parmi ces derniers, 33 sont déterminés au rang du genre seulement et 28 sont au rang de l'espèce et 07 au rang de la famille.

Le nombre d'espèces varie d'un site à un autre (Tab. 8), il fluctue entre un minimum de 39 espèces récoltées dans le site à Chêne et un maximum de 52 espèces dans le site à Cèdre qui renferme 76 % de la richesse totale de la collection. La richesse taxonomique moyenne est peu variable d'un site à un autre. Elle est importante dans les trois sites avec des écarts peu significatifs.

Nous notons qu'à plus forte abondance correspond la richesse taxonomique la plus élevée. Le nombre d'espèces semble augmenter avec un accroissement des effectifs (Fig. 50).

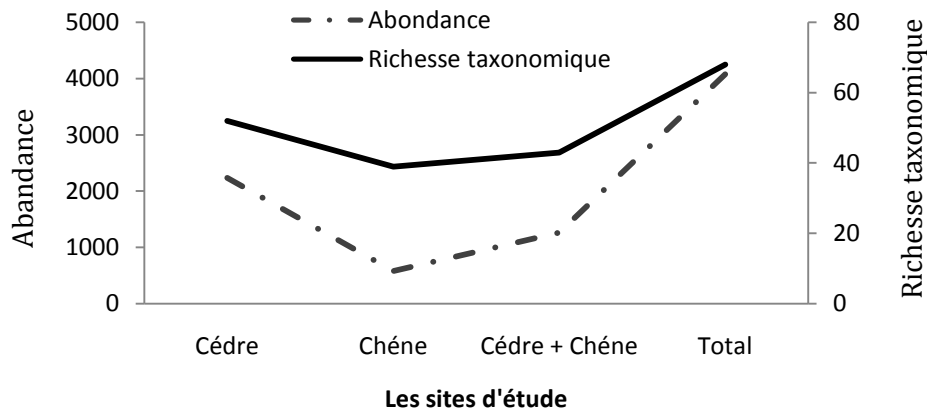


Figure 50 : Evolution spatiale de la richesse taxonomique et l'abondance

➤ **L'indice de diversité Shannon- Wiener H'**

L'indice H' (calculé pour les peuplements des trois sites et le peuplement global) indique une diversité faible. Les valeurs tournent autour de 2, un maximum de 2,52 enregistré dans le site d'Ourtène et un minimum de 2 noté dans le site Pré-Benchohra.

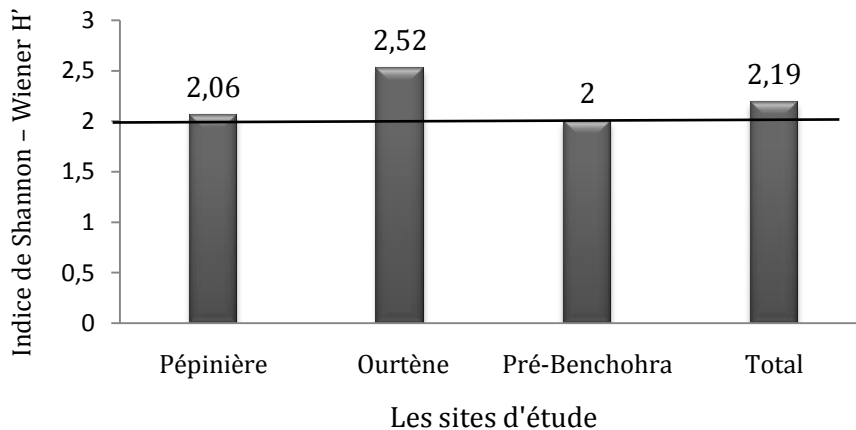


Figure 51 : Variation spatiale de l'indice de diversité Shannon-Wiener selon les différents sites étudiés.

A ce stade, nous pouvons retenir que les peuplements de Coléoptères étudiés sont relativement peu diversifiés en général. Toutes fois, le site à Chêne bien que le nombre d'espèces et le nombre d'individus soient faibles, affiche un indice H' légèrement plus élevé. Presque toutes les sites présentent une diversité moyenne supérieure vu que les valeurs de H' sont supérieures à 2 mais avec des valeurs différentes d'une station à une autre.

Les peuplements des deux autres sites, laissent apparaître des indices H' similaires bien que le site à Cèdre soit nettement plus riche en espèces et en individus.

➤ **L'indice de diversité maximale Hmax**

A partir des calculs du logarithme à base de 2 de la richesse taxonomique, nous remarquons que la diversité maximale dépasse la valeur de 5, ces dernières se justifient par les richesses spécifiques élevées enregistrées dans chaque site.

Les valeurs varient peu. Elles oscillent entre un maximum de 5,70 notée dans le site à Cèdre, suivie par le site de Pré-Benchohra (Cèdre-Chêne) avec une valeur de 5,43, et un minimum de 5,29 pour le peuplement du site à Chêne.

➤ **L'indice d'équitabilité J' de Pielou**

Cet indice a l'avantage d'exprimer l'équitabilité voire la régularité des peuplements. Les valeurs obtenues pour les peuplements des trois sites (Tab. 8) sont d'ordre moyen allant de 0,69 pour le site d'Ourtène à 0,52 pour les deux autres sites avec des valeurs analogues (Fig. 52). Cette site mixte à Chêne vert et Chêne liège, à exposition sud présente un peuplement certes moins riche en espèces et en individu mais relativement plus régulier que les peuplements des deux autres sites où certains taxons sont dominants par rapport à d'autres. La baisse de la valeur de J' s'explique par les fortes effectifs de deux taxons *Akis sp* et *Ontophagus sp* dans le site à Cèdre et des deux taxons *Akis sp* et *Sysiphus sp* le site de Pré-Benchohra où le Cèdre est mélangé aux Chênes.

La régularité des peuplements des trois sites est donc moyenne déterminant aussi un peuplement global des Coléoptères moyennement régulier.

La courbe de l'indice de diversité (H') et de celle de l'équitabilité (J) (Fig.52) montrent des évolutions semblables dans les trois sites. Ces deux paramètres varient d'un site à un autre. Effectivement la valeur maximale de H' qui correspond au site d'Ourtène où la richesse spécifique et la densité sont faibles alors que l'équitabilité est plus élevée pour le même site.

En effet, dans toutes les sites, l'évolution de l'équitabilité semble suivre la même sens de l'évolution de l'indice de diversité H' .

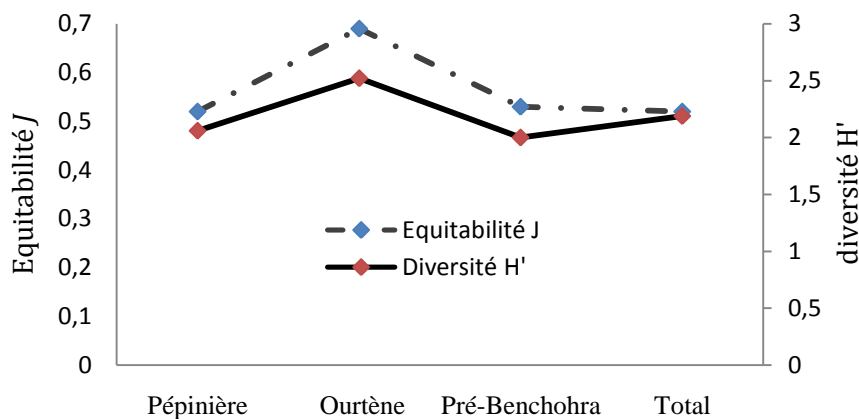


Figure 52 : Evolution spatiale de l'indice de diversité H' et de l'équitabilité J'

➤ L'indice de Simpson D

Les résultats de l'indice de Simpson, confirme bien ce qui a été démontré par l'indice de diversité H' de Shannon-Wiener puisqu'il présente les variations comparables d'un site à un autre, ces variations sont traduites dans la figure 53. Les valeurs de D varient avec un faible écart entre un maximum de 0,86 et un minimum de 0,78.

Les valeurs enregistrées dans le site d'Ourtène est légèrement plus élevée suivie par le site de Pré-Benchohra et le site de pépinière avec des valeurs analogues, témoignant d'une régularité moindre des deux peuplements.

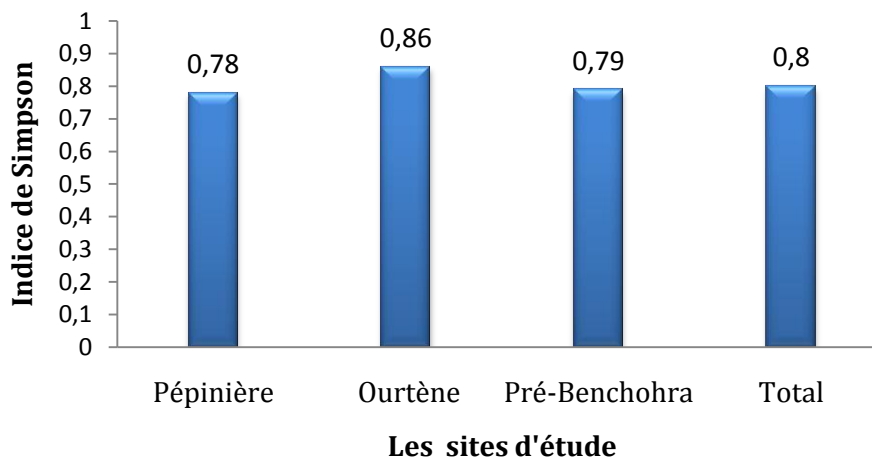


Figure 53 : Variation spatiale de l'indice de Simpson dans les différents sites étudiés.

➤ Fréquence d'occurrence ou constance des espèces dans les trois sites

A partir des valeurs des fréquences d'occurrence des espèces présentes dans les trois sites étudiés, nous avons recherché à comprendre comment se répartit chaque espèce dans l'ensemble des prélèvements. Nous avons résumé l'ensemble des résultats dans le tableau 9. Les espèces du peuplement global récolté durant la période d'étude, ont permis d'obtenir différents groupes :

- Le premier groupe de taxons est constitué de sept espèces omniprésentes, rencontrées dans les trois sites.
- Le deuxième groupe renferme deux espèces fréquentes, présentes dans deux sites mais leurs abondance est faible.
- Le troisième groupe englobe cinq espèces, leurs présence est faible que nous pouvons qualifiées d'espèces communes.
- Le quatrième groupe englobe les dix huit espèces présentes uniquement dans deux sites que nous pouvons qualifiées d'espèces accessoires, trois espèces présentes que dans un seul site.
- Le cinquième groupe englobe les trente-six espèces inféodées à un seul site que nous pouvons qualifiées d'espèces rares.

Tableau 9 : Fréquence d'occurrence des espèces récoltées dans les trois sites.

Espèces omniprésentes C= 100%	Espèces fréquentes C = [75- 50[Espèces communes C = [50- 25[Espèces accessoires C = [25- 5[Espèces rares C ≤ 5%
<i>Sisyphus sp</i> <i>Akis sp</i> <i>Onthophagus sp</i> <i>Ocypus olens</i> <i>Staphylinidae ind</i> <i>Staphylinus sp</i> <i>Stenosis sp</i>	<i>Nebria sp</i> <i>Stegobium sp</i>	<i>Epuraea sp</i> <i>Curculionidae ind</i> <i>Pimelia sp</i> <i>Dermastes undulatus</i> <i>Chaetocnema sp</i>	<i>Hister funestus</i> <i>Oedemera sp2</i> <i>Silpha sp</i> <i>Omosita colon</i> <i>Byturus sp</i> <i>Cetonia sp</i> <i>Scolytus sp</i> <i>Carabus sp</i> <i>Chaetocnema contina</i> <i>Calathus sp</i> <i>Oedemera sp1</i> <i>Melolontha melolontha</i> <i>Harpalus oblitus</i> <i>Elateridae ind</i> <i>Carabus famini</i> <i>Phyllobius sp</i> <i>Carpophylus sp</i> <i>Nitidulidae ind</i>	<i>Laemostenus sp</i> <i>Orsodacne sp</i> <i>Dermastes sp</i> <i>Berberomeloe majolis</i> <i>Aleocharinae sp</i> <i>Notiophilus sp</i> <i>Microlestes sp</i> <i>Amara montana</i> <i>Microlestes Abeillei</i> <i>Scarabaeus semipunctatus</i> <i>Bostrichidae ind</i> <i>Platyderus sp</i> <i>Anisodactylus sp</i> <i>Bradycellus distinctus</i> <i>Syntomus fuscomaculatus</i> <i>Nebria bravicollis</i> <i>Carabus violaceus</i> <i>Chrysomelidae ind</i> <i>Trypocopris vernalis</i> <i>Dorcus sp</i> <i>Copris sp</i> <i>Tenebrionidae ind</i> <i>Tenebrio sp</i> <i>Heliotaurus ruficollis</i> <i>Aphodius sp</i> <i>Acmaeodera degener</i> <i>Cymindis sp</i> <i>Clambus sp</i> <i>Pristonychus algerinus</i> <i>Calathus fuscipes</i> <i>Amara aenea</i> <i>Harpales lethierryi</i> <i>Ditomus sp</i> <i>Oxythyrea funesta</i> <i>Meloe violaceus</i>

Il apparait ainsi que le peuplement global de Coléoptère du parc de Theniet El Had établi à partir des trois sites, soit constitué essentiellement d'espèces rares à 53%, d'espèces accessoires à 26%, 10% d'espèces omniprésentes, 7% d'espèces communes et 3% d'espèces fréquentes (Fig. 54).

La répartition des espèces n'est donc pas équitable, cette disparité serait due à l'importance des espèces accessoires et des espèces rares. Plus de 79% des espèces ne sont pas fréquentes dans les différents sites étudiés.

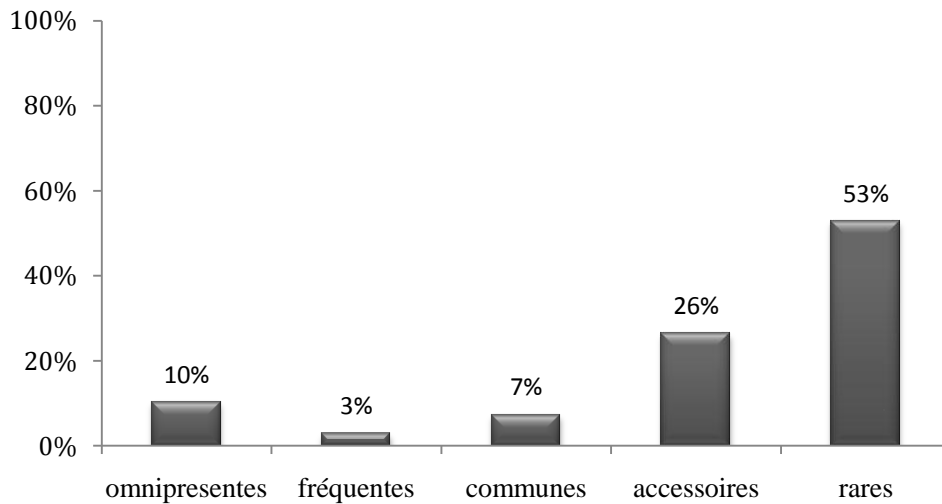


Figure 54 : Importance des types d'espèces selon leurs occurrences dans les trois sites

➤ **Indices de similitude de Jaccard**

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

Comme nous l'avons déjà indiqué, l'utilisation de l'indice de Jaccard permet de comparer la composition des peuplements deux à deux. De plus ce coefficient ne tient compte que de la présence ou l'absence des individus. Son utilisation va nous permettre de mettre en évidence les facteurs qui exercent la plus forte influence sur la répartition des espèces à travers les différents sites.

La matrice de similitude (Tab. 10), établie à partir de l'indice des similitudes de Jaccard « J » calculés pour les peuplements des trois sites étudiés, montre que ces derniers sont ressemblants dans leurs compositions taxonomiques à plus de 49% de similitudé.

Tableau 10 : matrice de similitude entre les peuplements de Coléoptères des trois sites

	Site_01	Site_02	Site_03	Global
Site_01				
Site_02	0,49			
Site_03	0,53	0,49		
Global	0,76	0,57	0,63	

Les peuplements des sites Pépinière et Pré-Benchohra partagent ensemble jusqu'à 53% des espèces communes en nombre de 33, ce degré de similitude observée est le plus élevée sur toute la matrice. Aux peuplements des sites d'Ourtène et Pré-Benchohra correspondant une valeur de similarité plus faible de 49%, cette valeur n'est au fait représentée que par vingt-sept espèces communes, pour les peuplements des sites Pépinière et Ourtène partageant ensemble jusqu'à 49% des espèces communes en nombre de 30.

Les indices calculés entre le peuplement global pour l'ensemble des sites et de chaque site mettent en évidence l'importance relative du peuplement de site Pépinière dans la composition des sites global avec 76%, suivie par la composition des sites Ourtène et Pré-Benchohra (49%). Ces résultats indiquent également l'existence d'un nombre moins considérable d'espèces inféodées à un seul type de site, présentant ainsi une distribution limitée dans l'ensemble des sites traduisant ainsi une bonne hétérogénéité des espèces qui serait dépendante des habitats.

2.2. Traitements statistiques des données

Les analyses multivariées sont des méthodes statistiques qui sont utilisées avec succès dans différents types de peuplements notamment les peuplements forestiers.

Dans notre travail, l'étude spatiale et la détermination des entités coenotiques sont réalisées par l'utilisation de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). Elles ont pour but de mettre au point la biotypologie des peuplements.

2.2.1. Tests hiérarchiques et détermination des unités coenotiques par site

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) appliquée aux espèces a été réalisée à partir de la matrice composée de 68 lignes (espèces) et 3 colonnes (sites d'étude). Le dendrogramme obtenu (Fig.55) montre trois groupements à répartition inégale des espèces définissant des assemblages d'espèces en fonction de leur abondance et leur occurrence.

Le nombre d'espèces varie d'un groupe à un autre allant de 49 espèces dans le groupement G.II et trois (3) espèces seulement dans le G.I.

Le groupement G. I renferme trois taxons *Sisyphus sp*, *Onthophagus sp* et *Akis sp* avec des fréquences relativement élevées. Ce sont les taxons les plus abondants dans les trois sites.

Le groupement G.II englobe une majorité d'espèces très ponctuelles retrouvées dans seulement un seul site. Ce groupement peut se subdiviser en deux sous groupes, le premier avec 8 espèces (*Oedemera sp2*, *Silpha sp*, *Omosita colon*, *Melolontha melolontha*, *Cetonia sp*, *Byturus sp*, *Epuraea sp*, *Curculionidae ind*) caractérisées par des effectifs allant de 8 à 19 individus, alors que le deuxième sous groupe est représenté par 49 espèces qui restent très localisées avec des effectifs très faibles de 1 à 3 individus seulement.

Le groupement G.III regroupe huit taxons (*Ocyopus olens*, *Staphylinidae ind*, *Stenosis sp*, *Staphylinus sp*, *Nebria sp*, *Stegobium sp*, *Dermastes undulatus* et le *Pimelia sp*), d'abondances relativement moyennes comprise entre 32 à 182 individus.

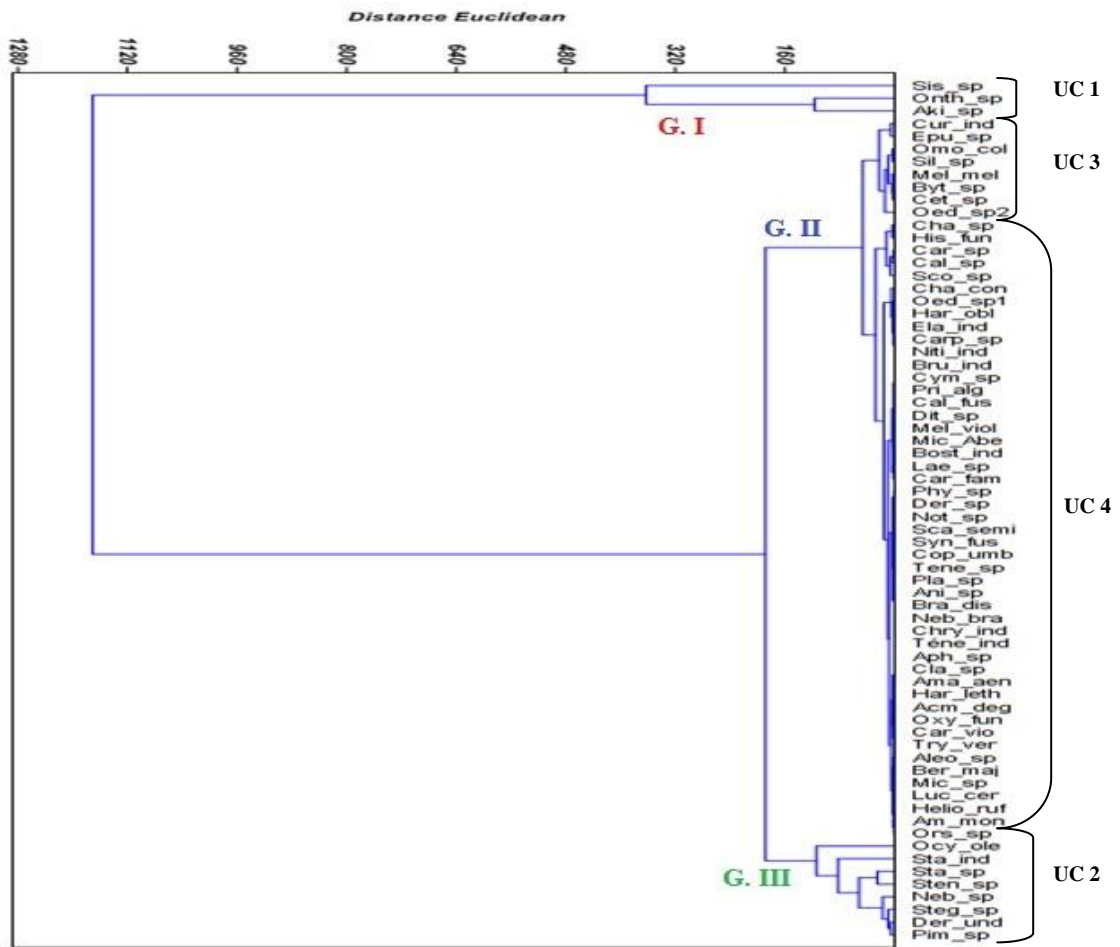


Figure 55 : Dendrogramme issu de la CAH appliquée aux espèces récoltées par site

La CAH laisse apparaître clairement une seule espèce la plus dominante à savoir *Sisyphus sp.* Trois espèces à fréquence et abondance relativement élevée, il s'agit de *Onthophagus sp.*, *Akis sp.* et *Ocypus olens*. Le reste, soit 65 espèces, constitue un assemblage d'espèces de dominance et de fréquence très faibles.

Deux paramètres expliquent ces assemblages d'espèces, l'abondance et la fréquence d'occurrence, pour cette raison nous avons calculé les FDM pour ces espèces dans le but de dégager les unités coenotiques en place.

- Unité coenotique UC 1 à *Sisyphus sp.* renferme trois taxons à fortes contributions bionomiques pouvant s'expliquer par les fortes valeurs de FDM (annexe 7). Les trois taxons *Sisyphus sp.*, *Akis sp.* et *Onthophagus sp.* sont omniprésents à effectifs très élevés dans les trois sites d'étude.
- Unité coenotique UC 2 à *Ocypus olens* englobe les huit espèces majoritairement omniprésentes et à moyennes dominances comprises entre 60 et 10. Ces espèces constituent un assemblage d'espèces omniprésentes mais moyennement dominantes, leurs effectifs sont relativement moyens.
- Unité coenotique UC 3 se caractérise par huit espèces à valeurs de FDM faibles, *Epuraea sp.* avec une valeur de 13, elles sont présentes dans deux stations mais avec une nette dominance et

Oedemera sp2 avec une valeur très proche de 3 représentées en nombre et essentiellement récoltées dans un à deux sites.

- Unité coenotique UC 4 à *Chaetocnema sp* englobe les quarante-neuf espèces majoritairement présentes dans un seul site et leur dominance est faible comprises entre 1 à 3 individus. Ces espèces constituent un assemblage d'espèces rares, leurs effectifs sont très faibles.

2.2.2. Analyse de la matrice de répartition spatiale des abondances des espèces

Le traitement des données acquis par l'AFC nécessite l'établissement d'un tableau binaire croisé des 68 taxons et trois stations où l'élément de base est l'effectif total de l'espèce *i* récoltée dans chaque site (Annexe 4). L'effectif total est la somme des individus récoltés dans l'ensemble des sites prospectés. Les deux plans (F1x F2) de l'analyse de coordination et de l'AFC sont retenus.

Les axes (F1x F2) ont une inertie respective de 63,42 et 36,58 %, le plan (F1x F2) (Fig. 56) renferme donc 99 % de l'information totale.

L'axe 1 représente un gradient croissant de l'occurrence des taxons dans le deuxième site (S2). Sur le coté positif de l'axe 1 se marginalisent les taxons absents dans le premier site S1 et le troisième site S3 qui sont (*Oedemera sp2*, *Amara montana*, *Dorcus sp*, *Heliotaurus ruficolis*, *Oxythyrea funesta*, *Acmaeodera degener*) et les taxons moyennement abondants dans le deuxième site qui sont (*Byturus sp*, *Melolontha melolontha*, *Orsodacne sp*, *Cetonia sp*, *Microlestes sp*, *Berberomeloe majolis*, *Carabus violaceus*, *Trypocopris vernalis*, *Aleocharinae sp*, *Omosita colon*, *Epuraea sp*, *Microlestes Abeillei*, *Silpha sp*, *Curculionidae ind*, *Nebria sp* et *Staphylinidae ind*).

Par contre sur le coté négatif se marginalisent les taxons présents que dans le premier site qui sont (*Aphodius sp*, *Platyderus sp*, *Anisodactylus sp*, *Clambus sp*, *Bradycellus distinctus*, *Amara aenea*, *Harpales lethierryi*, *Nebria bravicollis*, *Chrysomelidae ind*, *Carpophylus sp*, *Nitidulidae ind*, *Ténébrionidae ind* et *Tenebrio sp*) et les taxons les fortement abondants dans le premier site qui sont (*Sisyphus sp*, *Oedemera sp1*, *Ocypus olens*, *Staphylinus sp*, *Stenosis sp*, *Akis sp*, *Stegobium sp*, *Dermastes undulatus*).

L'axe 2 représente un gradient croissant de l'abondance des taxons présents dans le troisième site (S3). Sur le coté positif se marginalisent les taxons présente dans le troisième site qui sont (*Bostrichidae ind*, *Bruchidae ind*, *Cymindis sp*, *Pristonychus algerinus*, *Calathus fuscipes*, *Ditomus sp*, *Meloe violaceus*). Et dans le coté négatif de l'axe 2 se marginalisent les taxons abondants dans le premier site qui sont (*Aphodius sp*, *Platyderus sp*, *Anisodactylus sp*, *Clambus sp*, *Bradycellus distinctus*, *Amara aenea*, *Harpales lethierryi*, *Nebria bravicollis*, *Chrysomelidae ind*, *Carpophylus sp*, *Nitidulidae ind*, *Ténébrionidae ind* et *Tenebrio sp*).

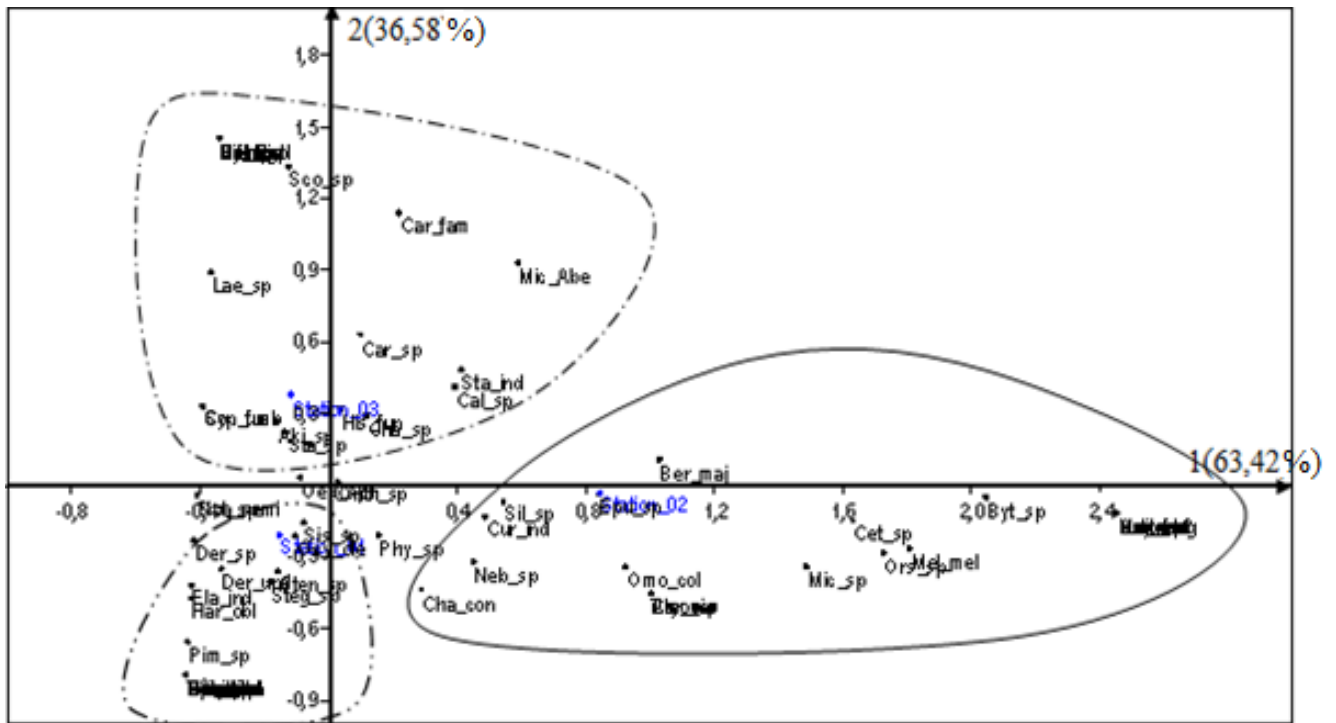


Figure 56 : Représentation graphique simultanée des points lignes et colonnes sur le plan factoriel F1xF2 appliquée à la matrice des abondances des espèces.

3. Evolution temporelle des abondances des espèces

3.1. Etude indicielle de la diversité spécifique

Différents indices de diversité ont été réunis pour établir une bonne description de l'évolution temporelle de la diversité de notre collection de Coléoptères.

➤ Le nombre total N

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que la saison la plus pauvre en individus est l'hiver, avec seulement 42 individus. Ce faible effectif est du probablement aux conditions météorologiques sévères qui règnent durant cette saison, les températures basses ne sont pas favorables à la pullulation des Coléoptères.

Par contre, pendant la saison printanière, les habitats sont plus peuplés, un maximum de 2126 individus est récolté, avec une dominance de *Sisyphus sp* dont le nombre atteint 885 individus et de l'*Akis sp* avec 598 individus. Les *Sisyphus sp* appartenant aux groupes des Scarabeidae sont des vrais coprophages pour les larves et les adultes, ils trouvent refuge et nourriture dans les habitats forestiers où ils mettent leurs œufs.

Le printemps peut être considérées comme la saison propice à la prolifération des Coléoptères, car durant cette période de l'année, les conditions thermiques sont clémentes et favorisent un bon développement de la végétation qui présente un abri et une source alimentaire importante pour ce groupe d'insectes.

La saison automnale représentée par les mois de septembre, octobre et novembre, est marquée par une abondance peu négligeable, 880 individus dont 517 individus de l'espèce *Onthophagus sp* qui est un coprophage.

Cependant, la saison d'été correspond seulement au mois du juin durant lequel, une proportion de plus de 25% a été prélevée.

Ainsi, la collection de Coléoptères résulte de 52% d'individus récoltés au printemps, 22% en automne, 25% en début été et 1% seulement en hiver (Fig. 57).

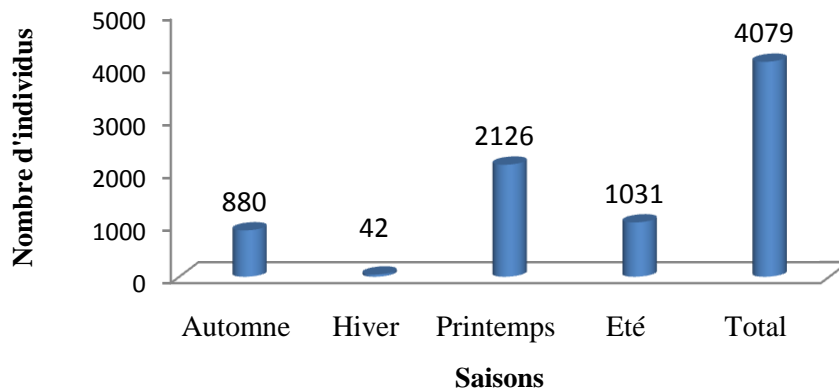


Figure 57 : Variation saisonnière du nombre d'individus

➤ **La richesse taxonomique totale S**

Le nombre d'espèces dans notre collection varie d'une saison à une autre, il fluctue entre 12 et 47. La richesse en taxons est notée en saison du printemps avec 47 taxons qui renferme presque 69% de la richesse totale des 68 taxons. Cette saison favorise la prolifération des végétaux, donc un site pour la ponte pour certains groupes de Coléoptères, ou bien d'abri ou plus de nourriture pour d'autres groupes de phytophages.

La présence limitée de 12 espèces seulement en hiver peut être expliquée par les températures basses, le froid ralentit le cycle d'évolution des espèces et les obligent à entrer en phase de diapause sous différents états. L'été avec 27 espèces et l'automne avec 33 espèces.

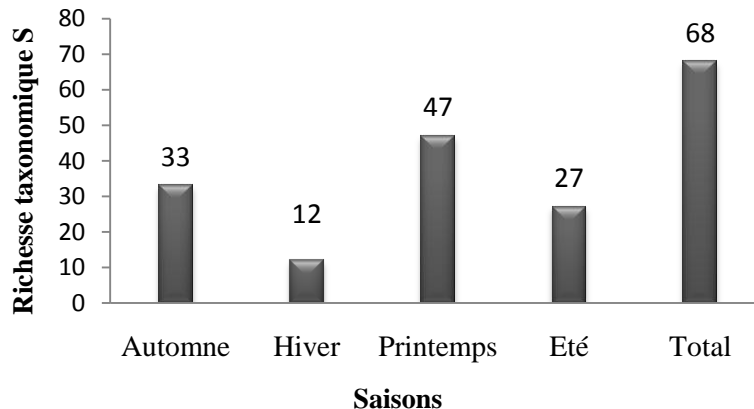


Figure 58 : Variation temporelle de la richesse totale de la faune récoltée

➤ La richesse moyenne (Smoy)

La variation saisonnière est également significative pour la richesse moyenne. La composition faunistique est sujette à des évolutions saisonnières aussi bien de la richesse totale que de la richesse moyenne, les fluctuations sont alors comparables. La saison de l'hiver enregistre la valeur la moins élevée de 0,2, suivie par la saison de l'été avec 0,4 et enfin l'automne 0,5, cependant la valeur la plus élevée est obtenue en printemps avec 0,7, donc cette saison présente les prélèvements les plus riches en espèces. Ces résultats démontrent l'effet bénéfique des conditions climatiques du printemps sur la reprise de l'activité des peuplements de Coléoptères.

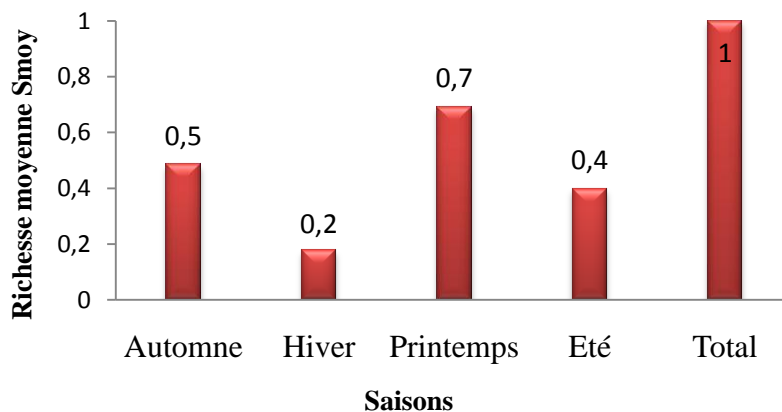


Figure 59 : Variation temporelle de la richesse moyenne de la faune récoltée

➤ L'indice de diversité H' de Shannon-Wiener

La valeur de H' est égale à 1,35 au cours de la saison d'hiver, elle augmente pour atteindre une valeur maximale de 1,94 au cours de la saison printanière, elle baisse progressivement au cours du mois de juin qui représente ici la saison estivale, la valeur est alors de 1,76 puis diminue encore plus en automne pour aboutir à une valeur minimale de 1,73. La moyenne saisonnière est de $1,7 \pm 0,25$, une légère variabilité de la diversité H' est alors relevée entre les saisons.

La valeur de H' reste toutefois inférieure à 2, ce qui témoigne d'une diversité faible au cours des quatre saisons. Elle est supérieure à 2 pour le peuplement global récolté dans tout le parc de Thinet El Had. Toutefois, la valeur enregistrée traduit également une diversité relativement faible des peuplements.

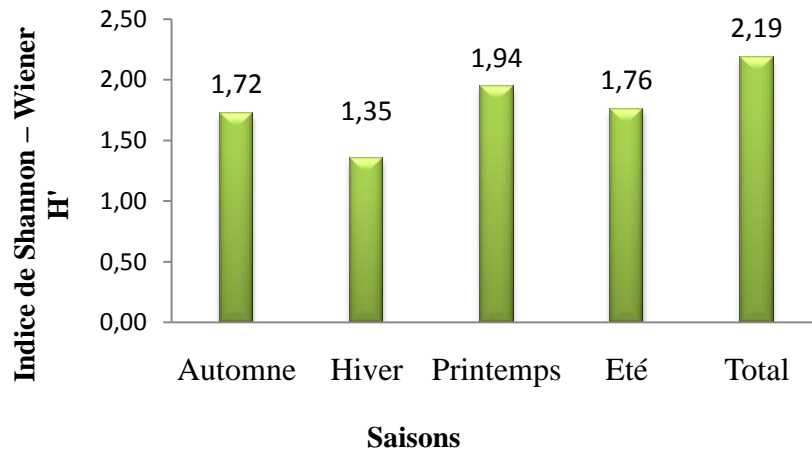


Figure 60 : Variation temporelle l'indice de Shannon-Wiener de la faune récoltée

➤ **L'indice de diversité maximale Hmax**

Le calcul de la diversité maximale est nécessaire pour définir l'équitabilité ou la régularité d'un peuplement comme il exprime également la richesse spécifique maximale que le milieu peut accueillir. Liée directement à la richesse spécifique, l'indice Hmax des peuplements de Coléoptères enregistre des valeurs relativement faibles où la valeur maximale est de 6 correspondants au logarithme de la richesse spécifique de 47 taxons recensés au cours du printemps. La diversité maximale la plus faible est notée en saison d'hiver avec une valeur de 4 seulement. Entre ces deux valeurs extrêmes, se situent les valeurs de Hmax égale à 5 pour les deux autres saisons l'automne et l'été.

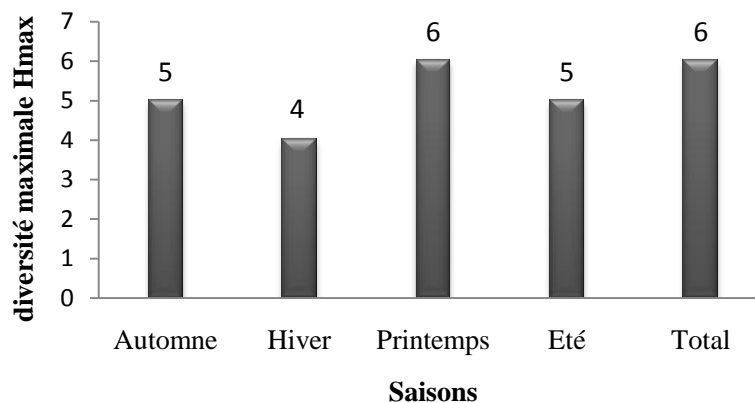


Figure 61 : Variation temporelle de la diversité maximale Hmax de la faune récoltée

➤ **L'indice d'équitabilité Piélou J'**

Les valeurs de l'indice de Piélou J' des quatre saisons varie entre 0,49 et 0,79, ce qui explique la dominance de plusieurs espèces dans les peuplements de chaque saison.

La valeur de l'équitabilité la plus élevée enregistrée en hiver signifie une bonne équi-répartition du nombre des individus entre les taxons et témoignent de la présence d'un peuplement plus ou moins régulier.

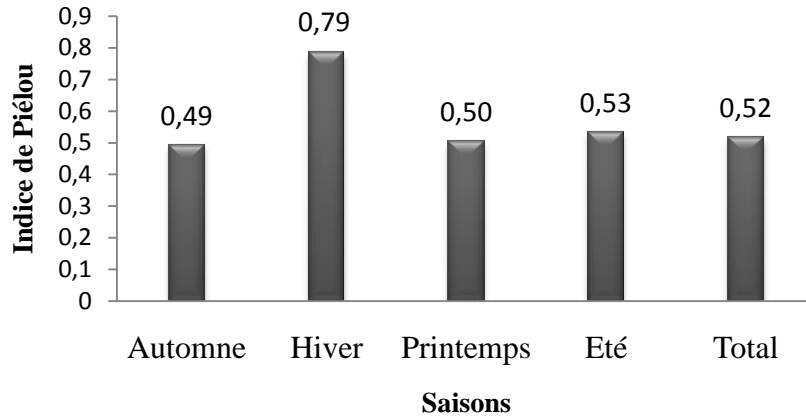


Figure 62 : Variation temporelle de l'équitabilité de Pielou de la faune récoltée

Toutefois, l'équitabilité élevée enregistrée au cours de cette saison hivernale serait probablement due à la taille réduite du peuplement. Les deux paramètres clés de structure des peuplements, le nombre d'individus et la richesse spécifique étant trop faibles, font augmenter l'équitabilité et masquent ainsi la situation réelle de l'état de ce dernier.

L'équitabilité est d'ordre moyenne au cours des autres saisons et témoignent d'une régularité moyennes avec la présence le plus souvent de trois à quatre taxons dominants dans l'ensemble des peuplements.

➤ L'indice de Simpson D

Les résultats de l'indice de Simpson D assurent la dominance de plusieurs espèces au niveau de chaque saison. Les variations cet indice de diversité sont comparables à celles de l'indice de diversité H' de Shannon-Wiener.

L'évolution de cet indice est similaire plaçant ainsi l'hiver en première position, l'été et printemps en deuxième position et enfin l'automne. Le même profil est donc relevé allant d'un indice D d'une valeur maximale de 0,78 à une valeur minimale de 0,63 passant par les valeurs intermédiaires de 0,74.

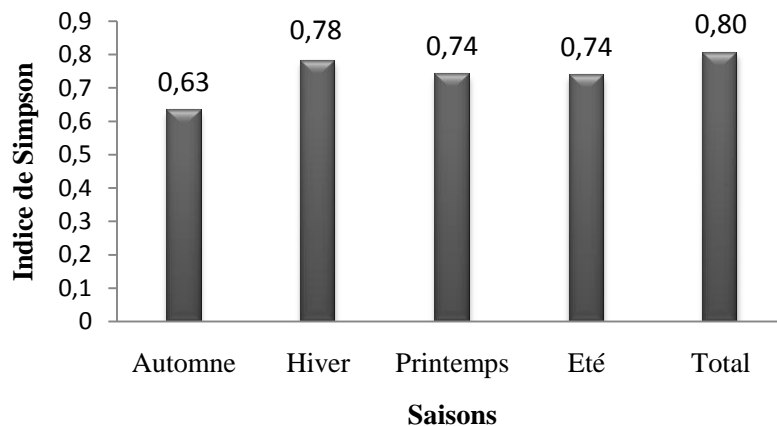


Figure 63 : Variation temporelle de l'indice de Simpson de la faune récoltée

3.2. Traitements statistiques des données

3.2.1. Classification hiérarchique ascendante appliquée à la répartition temporelle des abondances des taxons

Comme précédemment, nous avons opté pour une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) pour la détermination des entités coenotiques.

La CAH est réalisée à partir d'une matrice d'entrée composée de 68 taxons et quatre saisons (Annexe 6), cette ordination s'appuie sur les distances euclidiennes et la méthode ward (Fig. 64).

Le dendrogramme issu de la CAH des espèces met en évidence deux entités coenotiques dont le nombre d'espèces varie entre deux (EN1) et soixante cinq espèces (EN2), alors que l'espèce *Onthophagus sp* reste isolé et mettant ainsi en évidence sa forte particularité bionomique, elle est abondante, prélevée dans trois saisons avec des effectifs élevés surtout en automne avec 517 individus, elle est absente en hiver.

L'entité coenotique EN1 regroupe les deux espèces récoltées durant toute la période d'étude avec des effectifs relativement élevés, il s'agit de *Sisyphus sp* et *Akis sp*. Cette entité coenotique avec la contribution bionomique élevée est *Sisyphus sp*. Bien que présente durant les deux saisons, printemps et été, elle se remarque à sa forte dominance en printemps avec 885 individus. La deuxième espèce avec une forte contribution bionomique est *Akis sp*. Bien que présente durant les quatre saisons, elle se remarque à sa forte dominance en printemps avec 598 individus.

L'entité coenotique EN2 englobe soixante cinq espèces avec des effectifs moyens, rencontrées au cours de deux ou trois saisons, mais la plupart du temps absentes durant la saison d'hiver, à l'exception des espèces *Syntomus fuscomaculatus* et *Calathus fuscipes* qui ne sont représentées que par deux et un seul individu durant cette saison.

Il se subdivise en deux sous unités, la première renferme trois espèces à savoir *Ocypus olens*, *Staphylinidae* ind. récoltées pendant trois saisons et *Stenosis sp* récolté en printemps et en été avec des effectifs et des fréquences moyennes.

Tandis que la deuxième sous-unité s'individualise avec soixante-deux espèces qui sont très ponctuelles et restent localisées dans le temps, ces espèces sont présentes en faibles nombres également.

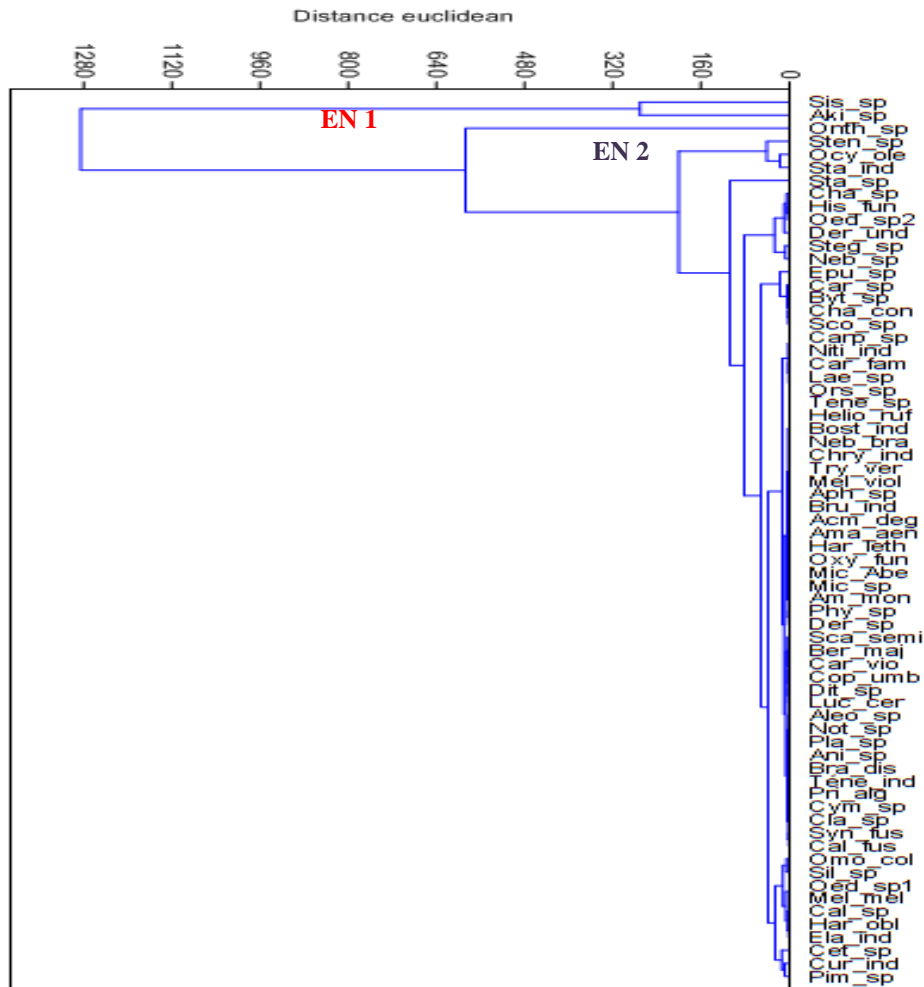


Figure 64 : Dendrogramme issu de la CAH appliquée aux espèces récoltées par saison

3.2.2. Analyse de la matrice de répartition temporelle des abondances

Dans ce travail, l'analyse de l'AFC a été réalisée en utilisant la densité maximale en tant que terme général de la matrice binaire pour chaque saison. L'analyse est réalisée sur 68 taxons, même matrice que celle utilisée précédemment pour la CAH. Les deux axes sont de l'ordre de 92,67% de l'information générale, avec l'axe 1 (68,34%), l'axe 2 (24,33%). La figure 65 illustre la projection du plan factoriel 1x2.

L'organisation des saisons suivant l'axe 1, donne un groupe sur le côté positif de l'axe 1, il s'agit bien de la saison d'automne qui contient trente trois espèces avec soit la présence uniquement que à cette saison tel (*Laemostenus sp*, *Cymindis sp*, *Platyderus sp*, *Anisodactylus sp*, *Clambus sp*, *Pristonychus algerinus*, *Bradycellus distinctus*, *Orsodacne sp*, *Carpophylus sp*, *Nitidulidae ind*, *Ténébrionidae ind*) avec une faible nombre d'individu pour chaque espèce, ou bien qui est abondante à ce moment de l'année, il s'agit des taxons *Staphylinus sp*, *Epuraea sp* et *Onthophagus sp*.

Du côté négatif du même axe, se trouve la saison du printemps, qui regroupe un bon nombre taxons, inféodés particulièrement à cette saison offrant les conditions les plus favorables et

répondants aux exigences de la majorité des espèces (présence de la végétation, la température favorable, lieux de ponte).

Le nombre de taxons est de 17 dans ce groupe, nous retrouvons essentiellement ceux à effectif réduit donc une faible abondance mais également une faible occurrence. Il s'agit d'*Aphodius sp*, *Bostrichidae ind.*, *Bruchidae ind.*, *Acmaeodera degener*, *Microlestes sp*, *Amara montana*, *Microlestes Abeillei*, *Amara aenea*, *Harpales lethierryi*, *Nebria bravicollis*, *Oxythyrea funesta*, *Chrysomelidae ind.*, *Elateridae ind.*, *Trypocopris vernalis*, *Meloe violaceus*, *Tenebrio sp*, *Heliotaurus ruficolis*).

Sur l'axe 2, nous avons la saison d'hiver qui s'écarte sur le côté positif et qui regroupe les douze taxons (*Syntomus fuscomaculatus*, *Calathus fuscipes*, *Aleocharinae sp*, *Harpalus oblitus*, *Staphylinus sp*, *Nebria sp*, *Byturus sp*, *Epuraea sp*, *Curculionidae ind.*, *Pimelia sp*, *Stegobium sp*) qui sont moins abondants et avec de faibles dominances au cours de cette saison.

La saison d'été, localisée sur le côté négatif de l'axe 2, s'écarte par sa contribution qui est due essentiellement à la dominance de *Ditomus sp*, *Cetonia sp*, *Dorcus sp*, *Scarabaeus semipunctatus*, ce dernier n'est récolté que pendant l'été.

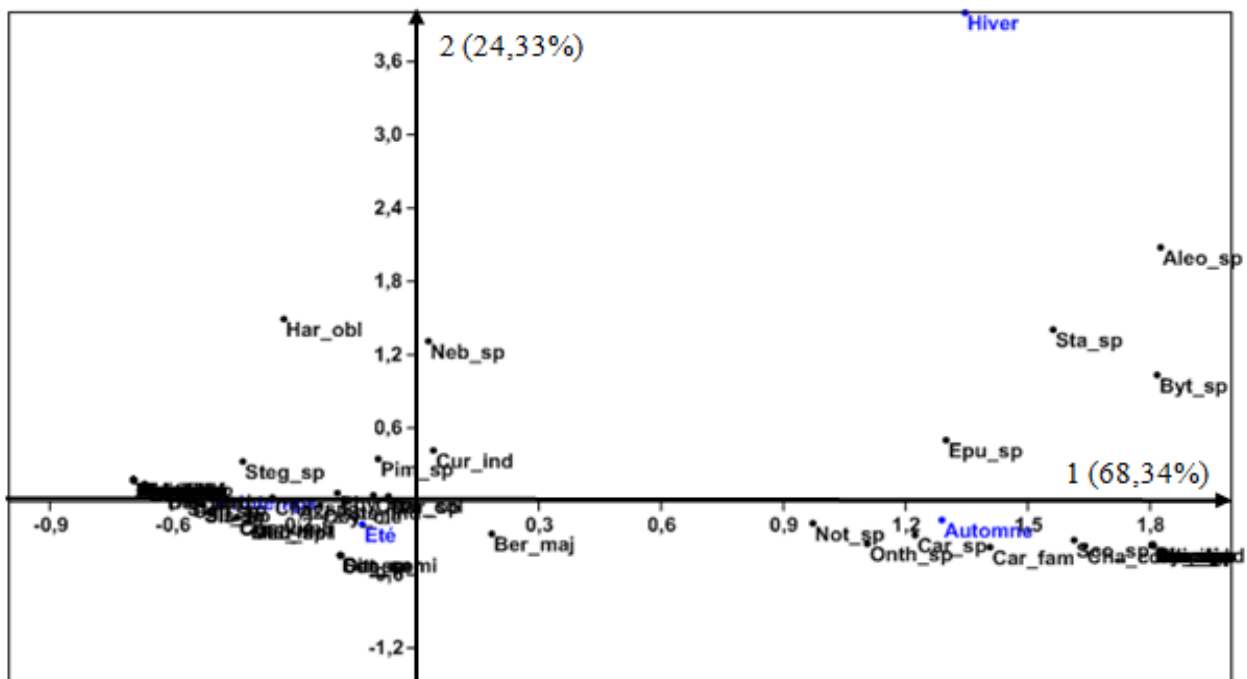


Figure 65 : Représentation graphique simultanée des points lignes et colonnes sur le plan factoriel (1 X 2)

4. Composition du peuplement des Coléoptères selon le groupe trophique

Les différents techniques que nous avons employées nous ont permis de récolter au total 4079 spécimens et 68 taxons provenant des trois sites d'étude. Afin de comprendre l'organisation trophique de ses peuplements et grâce aux données de la littérature, nous avons établi pour chaque taxon le rang de l'espèce et du genre, le groupe trophique auquel il appartient.

Il convient de signaler que que la majorité des Coléoptères capturés sont déterminés jusqu'à le genre soit environ 51 % et un nombre de 25 sont déterminés jusqu'à l'espèce soit 37 %. Parmi cette faune de coléoptères récoltée, nous distinguons sept groupes trophiques.

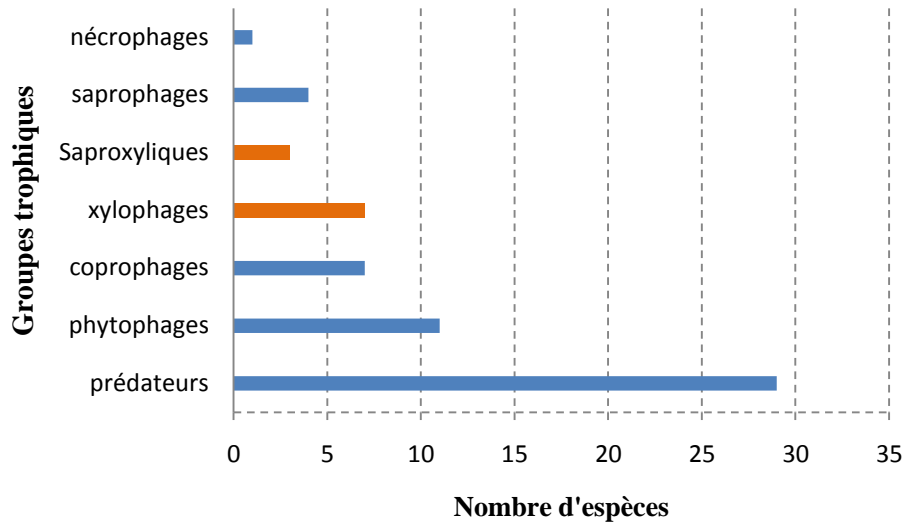


Figure 66 : Variation de la richesse taxonomique des différents groupes trophiques individualisés

La lecture de cette figure montre que la faune des Coléoptères associé aux arbres dépérissants ou morts dans le parc de Thinet El Had est riche et diversifiée, comprenant plusieurs groupes trophiques et pas seulement les saproxyliques. Elle est composée d'espèces prédatrices, phytophages, xylophages et saproxyliques, coprophages voire même des nécrophages.

Les Coléoptères prédatrices sont présents avec 29 taxons ce qui représente un taux de 43 % du total. Les espèces saproxyliques sont nettement plus rares de l'ordre de 4 %, soit 3 espèces seulement. Les espèces xylophages comptent 7 espèces soit 10 %, les espèces phytophages 16% comptent 11 espèces et enfin les espèces saprophages et nécrophages constituent une part non négligeable, respectivement de 6 % et 1%.

5. Les principaux taxons xylophages et saproxyliques rencontrés

L'analyse de la composition globale a conduit à la détermination d'une collection de 110 individus appartenant à 10 taxons. Ces derniers sont répartis entre 8 familles systématiques.

Le nombre d'espèces xylophages capturés durant toute la période d'étude est moins faible (7 espèces), et 3 espèces qualifiés comme saproxyliques (les larves à une regime alimentaire saproxylophage). Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau suivant.

Tableau 11 : les Coléoptères xylophages et saproxyliques récoltés dans les sites d'étude.

Familles	Sous Familles	Genre / Espèces	Groupe trophique	
			Larve	Adulte
Anobiidae	Anobiinae	<i>Stegobium sp</i> Motschulsky, 1860	-	xylophage
Bostrichidae	-	indéterminés	-	xylophage
Buprestidae	Polycestinae	<i>Acmaeodera degener</i> Scopoli, 1763	-	xylophage
Oedemeridae	Oedemerinae	<i>Oedemera sp1</i> Latreille, 1810	-	xylophage
		<i>Oedemera sp2</i> Latreille, 1810	-	xylophage
Scolytidae	-	<i>Scolytus sp</i> Geoffroy, 1762	-	xylophage
Tenebrionidae	Tenebrioninae	<i>Tenebrio sp</i> Linnaeus, 1758	-	xylophage
Cetoniidae	Cetoniinae	<i>Cetonia sp</i> Fabricius, 1775	saproxylophage	-
		<i>Oxythyrea funesta</i> Poda, 1761	saproxylophage	-
Lucanidae	Lucaninae	<i>Dorcus sp</i> Mac Leay, 1819	saproxylophage	-

5.1. Composition des peuplements des Coléoptères xylophages

Les Coléoptères xylophages collectés par différentes techniques de capture employées appartiennent principalement à six familles systématiques à savoir les Anobiidae, les Bostrichidae, les Buprestidae, les Oedemeridae, les Tenebrionidae et les Scolytidae.

➤ *Stegobium sp* (Motschulsky, 1860)

- L'espèce a été capturée par le piège à bouteille.
- Cette espèce appartient à la famille d'Anobiidae dont la taille est 4 mm,
- le nombre global est de 47 individus,
- cette dernière se trouve dans les trois sites d'étude. Elle est plus abondante dans le site à Cèdre avec 36 individus, les deux autres sites à Chênes et mixte à Cèdre- Chênes, son abondance est faible respectivement de 4 et 7 individus.
- Elle est surtout récoltée durant la saison de printemps (42 individus).

➤ *Bostrichidae ind* (Latreille, 1802)

- Deux individus appartenant à cette famille ont été récupérés sur bois mort du Cèdre de l'Atlas dans le site de Pré-Benchohra où Cèdre et Chêne sont associés.
- Les deux individus ont été capturés durant le mois de mars.
- L'espèce est capturée par le piège à bouteille.

➤ *Acmaeodera degener* (Scopoli, 1763)

- L'espèce a été également capturée par le piège à bouteille.
- De la famille des Buprestidae, cet insecte présent une taille est de 7mm environ.
- Un seul individu a été capturé dans le site à Chêne (Ourtène), durant le mois de mai.

➤ ***Oedemera sp1***

- Celui-ci a été capturé dans les trois sites par le piège à bouteille.
- Le nombre d'individus est très réduit (9 individus), réparti entre les trois sites : le site à Cèdre avec 5 individus, le site de Pré-Benchohra avec 3 individus et le site à Chênes avec un seul individu.
- Il a été retrouvé durant le mois d'avril, mai et juin.

➤ ***Oedemera sp2***

- Il est essentiellement inféodé au troisième site à Chênes
- 19 individus ont été capturés par le piège à bouteille.
- Il a été capturé durant les mois de mai et juin.

➤ ***Scolytus sp***

- Ce taxon est abondant dans les deux sites (Ourtène et pré-Benchohra), alors qu'il est totalement absent dans le site de la pépinière à Cèdre.
- Le nombre global d'individus capturés est de 13 dont 12 ont été capturés dans le site mixte à Cèdre-Chêne, durant le mois de septembre et un seul individu capturé dans le site à Chênes, durant le mois d'avril.
- Il a été également capturé par le piège à bouteille.

➤ ***Tenebrio sp***

- Il est également rare, deux individus ont été capturés dans le premier site à Cèdre, durant le mois de mai.
- Celui-ci, contrairement aux autres taxons, a été capturé par le piège berber.

En terme de cette analyse, il apparaît que les peuplements xylophages dans les trois sites sont très peu représentés. Le nombre restent limités aussi bien en richesse taxonomique qu'en individus. Le site à Cèdre reste la moins riche en taxons contrairement au site à Chênes où est enregistré un maximum de cinq taxons xylophages.

5.2. Composition des peuplements des Coléoptères saproxylophages

Les Coléoptères saproxylophages collectés par les différentes méthodes d'échantillonnage appartiennent principalement à deux familles systématiques à savoir les Cetonidae et les Lucanidae.

➤ ***Cetonia sp***

- Le nombre total des individus capturé est de 14 individus.
- Il a été retrouvé essentiellement durant le mois de juin.
- Il a été capturé par le piège à bouteille.

- capturé au niveau des trois sites d'étude, il se répartit inégalement 10 individus dans le site à Chênes, 3 individus dans le site à Cèdre et un seul individu dans le site à Cèdre-Chêne.

➤ ***Oxythyrea funesta* (Poda, 1761)**

- L'espèce est capturée dans le site d'Ourtène en présence de Chêne vert et Chêne liège.
- Un seul individu a été récolté durant toute la période d'étude, durant le mois de mai.
- C'est sur le piège aérien réalisé avec des bouteilles en plastique que nous avons retrouvé cette espèce.

➤ ***Dorcus* sp**

- Deux individus ont été capturés dans le bois mort de Chêne vert, au niveau de site d'Ourtène durant le mois de juin.
- L'espèce a été capturée par piège berber.

6. Discussion

A cette phase de l'étude, le travail consiste à synthétiser les idées et à discuter les résultats obtenus au regard de ceux de la littérature. Cette discussion concerne les différentes parties étudiées.

La faune de Coléoptères récoltée dans les trois sites du parc national de Theniet El Had est composée de vingt-trois familles et soixante huit taxons.

D'une manière générale, la faune de Coléoptères récoltée reste relativement pauvre en espèces comparée à d'autres études européennes comme celle du massif des Maures en France avec 85 espèces (Brustel, 2002), dans les quatre forêts du nord des Alpes françaises avec 198 taxons (Dodelin, 2006), de la site Natura 2000 des coteaux du Tursan avec 170 espèces de Coléoptères (Meriguet et Zagatti, 2008), et dans la réserve naturelle de Hourtin (Gironde) de Bordeaux (Dauphin, 2011) avec 249 espèces de Coléoptères appartenant à 51 familles, et dans la réserve naturelle régionale des Gorges du Gardon en France (Noblecourt et al, 2012) avec 73 espèces, et dans les sites Natura 2000 (Barnouin et al, 2013) avec 225 espèces.

En Algérie, 47 espèces ont été recensées dans la Cèdre de l'Atlas dans la région des Aurès (Beghmi, 2010) et 56 espèces dans de la Cédraie de Belezma dans la région de Batna (Talbi, 2010), selon les travaux de Benia (2010), dans la forêt du chêne vert de Tafat à Sétif (Nord-Est Algérien), dans un étage bioclimatique semi-aride à sub-humide, 71 espèces de Coléoptères, et dans la Chêne liège de la forêts de Msila au nord-ouest algérien (Bouchaour Djabeur, 2013) avec 34 espèces, et dans la subéraie de Ouled Bechih à Souk-Ahras (Saighi, 2013) avec 41 espèces. Dans l'ouest Algérien dans la région de Tlemcen, Nichane *et al.* (2013) ont récoltés 30 espèces de Coléoptères.

On allant vers l'étage bioclimatique sub-humide dans les subéraies du Parc National d'El-Kala, Ghanem (2014) a dénombré 68 espèces de coléoptères.

L'analyse de la composition taxonomique a révélé la présence de 23 familles de coléoptères. Celle des Carabidae comptent le nombre d'espèces le plus conséquent avec 23 taxons représentées par 16 genres, soit 34% des familles des coléoptères échantillonnés. En second rang, on trouve la famille des Tenebrionidae avec 6 taxons. La troisième position, avec 5 taxons est occupée par la famille des Scarabaeidae. Les Staphylinidae, Nitidulidae et les Chrysomelidae viennent en quatrième rang avec 4 taxons chacune. On note la présence des Cetonidae, Curculionidae, Dermastidae, Meloidae et des Oedemeridae avec 2 taxons. Les familles restantes (Anobiidae, Aphodiidae, Bostrichidae, Bruchidae, Buprestidae, Byturidae, Geotrupidae, Histeridae, Lucanidae, Scolytidae et Silphidae) comptent chacune 1 espèce.

Concernant le nombre d'individus récoltés dans le Parc National de Theniet El Had, les Scarabaeidae sont dominants avec 2113 individus soit un taux de 52%. Les Tenebrionidae en deuxième position, avec 1040 individus soit un taux de 25%. La troisième position, avec 434 individus est occupée par la famille des Staphylinidae soit un taux de 11%, et la famille des Carabidae avec un taux de 3% (129 individus). Les dix neuf familles restent compte 363 individus soit un taux de 6%.

L'inventaire des Coléoptères des subéraies du Nord-Est algérien réalisé par Daas et al, (2016) compte près de 100 espèces appartenant à 25 différentes familles, essentiellement aux familles des : Scarabaeidae, Carabidae, Curculionidae, Tenebrionidae, Cerambycidae, Cleridae, Coccinellidae, Chrysomelidae, Staphylinidae et Histeridae.

Au niveau du Parc National d'El-Kala, elles ont recensé 68 espèces appartenant à 19 familles dont la majorité est représenté par Scarabaeidae avec 23,18%, suivi des Carabidae et les Tenebrionidae avec 13,04%, et les Chrysomelidae avec 11,59%. Les Curculionidae représentent 11,24% de l'ensemble des espèces et le reste est réparti sur les familles restantes (Ghanem, 2014).

Le peuplement de Coléoptères du Parc National d'El-Kala est caractérisé par une dominance d'espèces appartenant à la Super-famille des Scarabaeoidea : La famille des Scarabaeidae compte le plus grand nombres d'espèces et elle est représentée essentiellement par les Cétoines : *Tropinota hirta*, *Oxythyrea funesta*, *Protaetia oblonga*, *Protaetia morio* et *Protaetia opaca*. La famille des Lucanidae est représenté par deux espèces du genre *Dorcus* et l'espèce *Sinodendron cylindricum*. Les Geotrupidae comptent une seule espèce : *Trypocopris vernalis*. La famille des Carabidae, des Tenebrionidae et des Chrysomelidae comptent un nombre d'espèces presque équivalent. Les Carabidae sont représentés par 10 espèces dont : *Nebria andalusia*, *Carabus sp*, *Siagona sp*,

Pterostichus oblongopunctatus et la Cicindelle *Cicindela flexuosa*. La famille des Curculionidae compte 5 espèces, les Cantharidae en comptent 3, Les Cerambycidae et les Coccinellidae comptent 2 espèces et les Oedemeridae sont représentés par 2 espèces du genre *Oedemera*. Chacune des familles Meloidae, Elatridae, Staphylinidae, Histeridae et Buprestidae compte une seule espèce. Trois espèces appartenant à la famille des Cleridae, Ptinidae, et Aphodiidae sont en cours d'identification (Daas et al, 2016).

Dans les subéraies de Souk-Ahras, elles ont inventorié 41 espèces de Coléoptères réparties sur 14 familles. La famille des Carabidae est la plus riche avec un taux de 24,39% de l'ensemble des espèces inventoriées, suivi des Curculionidae avec un taux de 21,95%, puis la famille des Scarabaeidae avec 9,75%. Les Tenebrionidae et les Staphylinidae représentent des taux de 7,31%, les Chrysomelidae représentent 4,87% et le reste est réparti sur les huit familles restantes Silvanidae, Coccinellidae, Corticaridae, Cerambycidae, Cleridae, Nitidulidae, Malachiidae et Histeridae (Saighi, 2013).

Concernant la faune récoltée dans la subéraie à Souk-Ahras, les Carabidae sont dominants avec 10 espèces appartiennent essentiellement au genre *Carabus* et *Harpalus*. Les Curculionidae récoltés avec une richesse de 9 espèces appartiennent surtout au genre *Barypeithes* et *Otiorynchus*. Les Scarabaeidae sont représentés par 4 espèces, les Staphylinidae sont représenté par 3 espèces et chacune des familles Tenebrionidae, Corticaridae et Chrysomelidae comptent deux espèces. Une seule espèce pour chacune des familles Silvanidae, Cerambycidae, Cleridae, Coccinellidae, Nitidulidae, Malachiidae et Histeridae. Deux espèces non identifiées appartiennent à la famille des Elatridae et des Ptinidae (Daas et al, 2016).

Dans la région des Traras occidentaux de la wilaya de Tlemcen, l'étude de l'entomofaune de quelques espèces résineuses, ils ont constaté que les pinèdes (pin d'Alep) renferment 30 espèces de Coléoptères répartissent entre 9 familles (Nichane el al, 2013). Dans la région des Traras occidentaux, la famille des *Scolytidae* est la plus riche avec 7 espèces soit un taux de 23%. Ces espèces sont regroupées en 6 genres dont le genre *Tomicus* qui compte 2 espèces *T. piniperda* et *T. destruens*. Les autres genres sont représentés par *Blastophagus*, *Ips*, *Orthotomicus*, *Hylurgus* et *Hylastes* qui évoluent sur le pin d'Alep. En second rang, nous trouvons la famille des *Tenebrionidae* avec 6 espèces soit 20% du total. Cette famille est représentée par les genres *Scaurus*, *Corticeus*, *Akis*, *Pimelia* et *Tenebrio*. La troisième position avec 4 espèces (13%) est occupée par les familles des *Buprestidae*, *Curculionidae* et *Coccinellidae*. La première compte 4 genres à savoir *Scintillatrix*, *Anthaxia*, *Habroloma* et *Pityogenes*. La seconde famille des *Curculionidae* est représentée par 4 genres dont *Nanodiscus*, *Curculio*, *Rhyncolus* et *Hylobius*. La dernière famille des *Coccinellidae* avec 3 genres dont *Coccinella* avec *C.algerica* et *C.septempunctata*, les deux autres genres sont représentés par *Harmonica* et *Scymnus*. La famille

des *Carabidae* vient en quatrième rang avec 2 espèces (7%), elle est représentée par le genre *Carabus*. Les 3 autres familles restantes (*Anabidae*, *Scarabeidae* et *Cerambycidae*) comptent chacune 1 espèce (Nichane, 2011).

L'inventaire des Coléoptères réalisé en milieu semi-aride au niveau des pinèdes de Djellal de la région de Djelfa, compte 396 individus appartenant à 29 espèces, réparties sur 11 familles. Les plus représentatifs sont les *Carabidae* en premier avec 11 espèces soit un taux de 37,93%, ensuite vient en deuxième position la famille des *Tenebrionidae*, la famille des *Staphylinidae*, la famille des *Buprestidae* et la famille des *Curculionidae* avec 3 espèces chacune ce qui représente un taux de 10,34%. Le reste des Coléoptères sont réparti entre 6 familles contenant une seule espèce, en l'occurrence les *Coccinellidae*, *Cetoniinae*, *Trogidae*, *Melioidae*, *Géotrupide*, *Scarabaeidae*, soit un pourcentage de 3,45% (Mecheri el al, 2014). Le peuplement des Coléoptères de la région de Djelfa est caractérisé par une dominance d'espèces appartenant à la famille des *Carabidae*, elle est représentée essentiellement par *Calathus luctuosus*, *Duvalius sp*, *Cychrus angustatus*, *Amara equestris zabriodes*, *Calathus sp*, *Ophonus rufipes*, *Bembidion fulvipes*, *Harpalus sp*, *Ophonus sp* et *Carabidae sp*. La famille des *Tenebrionidae* est représentée par trois espèces, *Pimelia sp*, *Tentyria curculionides interrupta* et *Blaps gigas*. Chacune des familles *Meloidae*, *Elatridae*, *Staphylinidae*, *Buprestidae*, *Curculionidae* dénombrent également trois espèces. Les familles restantes (*Coccinellidae*, *Géotrupidae*, *Melioidae*, *Scarabidae*, *Trogidae*) comptent une espèce chacune (Mecheri el al, 2014).

Le peuplement des Coléoptères inventorié dans la Forêt de Tigounatine de la wilaya de Bouira compte 4311 individus, soit 103 espèces de Coléoptères, et 33 familles (Abbassen, 2015). Parmi les Coléoptères recensés dans la Forêt de Tigounatine, les *Carabidae* comptent le nombre d'espèces le plus conséquent, soit 14 espèces (13,59%). Ces espèces se répartissent entre 10 genres systématiques. La famille des *Staphylinidae* regroupe 11 espèces (10,68%) appartenant à 7 genres. Les *Chrysomelidae* et les *Scarabaeidae* identifiés comptent 8 espèces par famille, soit 7,77% d'insectes chacune. Un effectif de 7 espèces de *Buprestidae* répartis entre deux genres est noté, soit un taux de 6,80% du peuplement des coléoptères inventorié dans la zone d'étude. Les *Tenebrionidae* et les *Curculionidae* se limitent à 5 espèces par famille, soit 4,81% chacune. Les familles des *Cantharidae* et *Coccinilidae* sont représentées chacune par 4 espèces, soit 3,88%. Les *Scolytidae*, les *Apionidae*, les *Dermestidae*, les *Histeridae* et les *Melyridae* occupent la sixième position avec 3 espèces par famille, soit 2,88% chacune. Les familles des *Cerambycidae*, les *Cryptophagidae*, les *Aphodiidae*, les *Meloidae*, les *Catopidae*, les *Leiodidae*, les *Cleridae*, les *Lucanidae*, les *Geotrupidae*, les *Trogidae*, les *Silphidae*, les *Anthicidae*, les *Prionoceridae*, les *Cetoniidae*, les *Anobiidae* et les *Mordellidae* sont représentées chacune par une espèce, soit un taux de 0,06% par famille (Abbassen, 2015).

La famille des Carabidae appartiennent à l'une des familles d'insectes les plus riches en espèces, c'est la 3^{ème} grande famille des Coléoptères après les Curculionidae et les Staphylinidae, Balachowsky (1962) cite près de 25000 espèces dans le monde, avec plus de 40000 espèces (Basilewsky in Thiele, 1977), voire 50000 espèces (Stork in Desender, 1987) et même 60000 espèces (Stork in Gaston, 1991), cette famille est caractérisée par un très large succès adaptatif aux multiples conditions écologiques rencontrées à l'échelle du globe. Leur succès phylogénétique en fait un modèle biologique extrêmement intéressant pour l'étude de la manière dont les espèces et les populations d'insectes terrestres s'adaptent à leur environnement. La structure morphologique des Carabides est pourtant simple et relativement homogène au sein de la famille. Toutefois, c'est par la diversité des processus écophysologiques et le polymorphisme de leurs traits d'histoire naturelle que les Carabides sont aptes à coloniser pratiquement tous les écosystèmes terrestres (Dufrêne, 1992). Ces insectes sont de couleur noire ou brune, quelques fois métallique. Les espèces faisant partie de ce groupe vivent principalement au niveau du sol et sont très reconnaissables par leur couleur et leur forme caractéristique (Auber, 1971). Le corselet est plus large que la tête et les antennes sont filiformes (Saighi, 2013).

Les Carabidae sont des insectes agiles, occupant la majorité des habitats forestiers (Bouget, 2001). D'après Chakali et Belhadid (2005), les Carabidae sont très sensibles aux variations des conditions environnementales qui influencent leur distribution. Ils sont polyphages, pouvant être prédateurs, phytophages ou granivores. Leurs évolutions au cours du temps, favoriseraient la diversification de l'utilisation des ressources alimentaires (Larochelle, 1974). Les prédateurs stricts consomment en général des proies variées et recherchent particulièrement des Collemboles, des Acariens, des pucerons, des œufs et des larves de Diptères et des chenilles (Dajoz, 2002). Certaines espèces sont ectoparasites de larves de Chrysomélidés (Dajoz, 2002).

Les Carabidae prédateurs sont assimilés à des auxiliaires forestiers, actifs dans la régulation des phytophages ou des xylophages (à des degrés de spécialisation variables à l'égard des proies : Collomboles, Annélides, Gastéropodes). Les Carabidae sont parfois présentés comme indicateurs de la qualité des forêts (Speight, 1989). On constate toutefois que les Carabides forestiers sont plutôt prédateurs (Loreau, 1984).

Nous avons dénombré 23 espèces de différents genres *Nebria sp* 59 individus, *Carabus sp* 12 individus, *Calathus sp* 11 individus, *Harpalus oblitus* 7 individus, *Carabus famini* 5 individus, *Laemostenus sp* 4 individus.

Les genres restants, le nombre d'individus est moins importants *Amara montana*, *Microlestes Abeillei*, *Microlestes sp*, *Notiophilus sp* (3 individus), *Anisodactylus sp*, *Bradycellus distinctus*, *Platyderus sp*, *Carabus violaceus*, *Syntomus fuscomaculatus*, *Nebria brevicollis*

(2 individus), *Amara aenea*, *Cymindis sp*, *Ditomus sp*, *Harpales lethierryi*, *Calathus fuscipes*, *Pristonychus algerinus*, *Clambus sp* (1 individuus).

En Algérie dans le Parc National du Mont Babor, Benkhilil et Doumandji (1992) ont capturé par pots Barber, 28 espèces de Carabidae avec une prédominance des Pterostichinae. Dans un milieu forestier en Belgique, Baguette (1987) a récolté 56 espèces de Carabidae. Par ailleurs, Baguette (1992a) a noté la présence de 102 espèces dans les forêts alluviales en Belgique avec 41 espèces appartenant à la sous-famille des Pterostichinae. Dans les monts du lac des Cygnes de Charlevoix au Québec, Pena (2001) a noté la présence de 36 espèces de Carabidae réparties entre 5 sous-familles avec la prédominance des Pterostichinae. Dans le Parc National de Chréa, Belhadid et al (2013) par le biais des pots Barber, a mis en évidence une richesse totale de 29 espèces de Carabidae, dont les Pterostichinae qui comptent 11 espèces essentiellement carnassiers et de précieux auxiliaires prédateurs.

La famille des Tenebrionidae parmi les plus diversifiées au monde, avec environ 19000 espèces actuellement décrites. En France, c'est dans les régions méditerranéennes que l'on observe, et de loin, la plus grande diversité en ténébrions. En fait, une écrasante majorité d'espèces ne se rencontre qu'en provence (179 espèces). Les espèces d'insectes appartenant à ce groupe ont un régime alimentaire saprophage, ce sont des rongeurs de débris organiques, aussi bien à l'état adulte qu'à l'état larvaire. Certains groupes sont des déprédateurs de farine d'autres sont corticoles (Benabbas, 1997 in Saighi, 2013).

Nous avons recensé 6 espèces, *Akis sp* 904 individus, *Stenosis sp* 97 individus, *Pimelia sp* 33 individus, *Heliotaurus ruficolis* et *Tenebrio sp* (2 individus).

Les Scarabeidae inventoriés sont regroupés en 04 genres, chaque genre représenté par une seule espèce, dont le genre *Sisyphus* qui compte 1321 individus et le genre *Onthophagus* qui compte 778 individus. L'espèce *Scarabaeus semipunctatus* compte 3 individus et *Copris sp* 2 individus.

Les Scarabeidae sont largement dominant, se sont également les espèces les plus grande qui ont le rôle le plus important dans la dispersion des déjections animales. Les Geotupidae jouent, un rôle important dans l'enfouissement sur place des déjections animales. Enfin les Aphodiidae, sont généralement des espèces de petites tailles qui vivent à l'intérieurs des déjections, leurs rôles de dessiccation est faible. Ces espèces pâtissent considérablement des traitements vétérinaires helminthocides (Hanski et Cambfort, 1991), car elles sont présentes pendant tout le cycle biologique dans la bouse (El Aichar, 2014).

El Aichar (2014) à récoltés 15 espèces de Scarabeidae dans la forêt de Djebel El Ghora à Taref. Le nombre total collecté est de 6809 spécimens, *Sisyphus schaefferi* est l'espèce

numériquement dominante avec 1096 individus du peuplement. La seconde espèce dans l'ordre d'abondances, est *Onthophagus similis*, elle représente 713 individus du peuplement.

La Staphylinidae est la deuxième plus grande famille des coléoptères (plus de 1500 espèces connues en France), elle est composée d'éléments souvent de très petite taille (inférieure à 5 mm). Les adultes et les larves sont généralement prédateurs (Du Chatenet, 1990).

Dans le cas de notre étude, les staphylinidae recensés occupent la quatrième position, et se présentent avec 4 taxons et 434 individus, soit 10,63% du peuplement des coléoptères.

Certaines espèces de Staphylins vivent sous les écorces ou dans le bois décomposé des arbres morts. Elles sont soit carnassières, soit saprophages et se nourrissent alors en forêt de moisissures, de bois fermenté, de cadavres, de champignons décomposés ou de petits invertébrés (Soldati, Puissant, 2000). Les espèces de Staphylinidae sont distribuées dans le monde entier dans presque tous les types d'écosystèmes mais leur représentation est optimale dans la litière forestière (Klimaszewski, 2000). Les Staphylins chassent à la surface du sol, sous les matières animales ou végétales en décomposition, dans la litière, sous les pierres ou l'écorce, les fleurs, les algues, les champignons et les feuilles mortes. Les Staphylinidae sont souvent étroitement liés à leur biotope, en dehors des milieux cultivés, ils colonisent les forêts de feuillus et de résineux (Abassen, 2015).

L'espèce *Ocypus olens* que nous avons récolté au niveau des pièges Barber, et dont le nombre d'individus était élevé, est un grand staphylin noir qui redresse son abdomen à la manière d'un scorpion, quand il est inquiet. Le genre *Staphylinus* trouvé de la même manière compte parmi les grands prédateurs. Leurs larves chassent des proies qui sont surtout des insectes et autres arthropodes, et de ce fait ils détruisent les larves de nombreux ravageurs. Ils jouent donc un rôle bénéfique et font donc partie de la « police sanitaire » de la nature (Bachelier, 1978).

Les adultes des Nitidulidae sont de petite taille (2 à 4mm). Adultes et larves consomment de la sève, du nectar et du pollen. Quelques espèces sont prédatrices de Scolytidae et les larves sont souvent saprophages (Dajoz, 1980). Nous l'avons récolté 4 genres, dont le genre *Epuraea* qui compte 39 individus et l'espèce *Omosita colon* qui compte 17 individus. Le genre *Carpophilus* représenté par 5 individus et 5 spécimens non identifiés.

La grande famille des chrysomèles ou Chrysomelidae rassemble environ 37 000 espèces herbivores réparties dans le monde entier. Presque chaque espèce est oligophage et se nourrit donc exclusivement sur des plantes appartenant à la même famille, voire au même genre (Jolivet, 1995). Elles sont souvent brillamment colorées (l'étymologie grecque du mot chrysomèle signifie coléoptère doré) et ce caractère distinctif est un signal d'avertissement de leur toxicité (Pasteels, 1988). On rencontre durant notre étude 4 espèces, *Chaetocnema sp*, *Chaetocnema continua*, *Orsodacne sp* et *Chrysomelidae ind.*

Les Curculionidae correspondent aux « Charançons », ils se reconnaissent à la présence d'un rostre au bout duquel se trouvent les pièces buccales, et à leurs antennes coudées (chez la majorité d'entre eux). Tous les Curculionidae, adultes et larves, sont phytophages, le plus souvent phyllophages, parfois xylophages ; les phytophages sont presque tous très spécialisés et ne colonisent qu'un genre, parfois même une espèce, de plante-hôte ; les adultes se capturent sur ces plantes ; les larves, selon les espèces, sont ectophages ou endophages dans les feuilles (larves mineuses), les tiges, les fruits ou les racines de la plante-hôte. L'identification n'est pas toujours aisée, et nécessite souvent l'étude des génitalia (Dauphin, 2011).

L'analyse du parc national de Theniet El Had, et plus particulièrement les trois sites d'études choisies par les indices de diversité révèle que le nombre d'individus récoltés dans les trois sites est très variable. Le site à dominance Cèdre est le plus riche en individus puisqu'elle renferme 55% de l'effectif total récolté. Le site mixte à Cèdre-Chêne en deuxième lieu avec 43%, et en troisième position le site à dominance Chêne avec seulement 581 individus (14%).

La structure numérique des peuplements illustrée à l'aide de diagrammes rang-fréquences dans les trois sites choisis selon un ordre décroissant, le peuplement du site à Cèdres apparaît plus riche que celui du site mixte Cèdre-Chêne mais d'une régularité et d'une structure similaire. Le peuplement du site à Cèdre semble un peu plus régulé et mieux structuré.

La valeur de la richesse taxonomique S est faible dans le site à dominance Chêne situé dans le versant sud avec 39 espèces seulement. La valeur maximale de S est observée au niveau du site à dominance Cèdre localisé dans versant nord où elle atteint 52 espèces, cependant la valeur maximale d'abondance est notée dans le même site représentant 55 % du peuplement global de l'aire d'étude. Le site mixte Cèdre-Chêne affiche une richesse taxonomique de 43 taxons.

L'analyse spatiale des trois sites choisis par les indices de diversité révèle que l'indice de Shannon-Wiener indique une diversité faible, les valeurs tournent autour de 2. Un minimum de 2 bits dans le site mixte Cèdre-Chêne et un maximum de 2,52 bits dans le site à dominance Chêne. Daas et al (2016) à récolté 228 individus dans le Parc National d'El-Kala et 180 individus à Souk-Ahras. La diversité totale du peuplement récolté est de 3,40 à El-Kala et de 3,07 à Souk-Ahras, ces valeurs importantes de la diversité traduisent la richesse et la complexité des peuplements étudiés dans les deux subéraies.

Mecheri et al (2014) à récolté 396 individus au niveau des pinèdes de Djellal dans la région de Djelfa, l'indice de Shannon-Weaver (H') calculé montre que la valeur obtenue est élevée, 2,9 bits. Ce qui permet de qualifier ce biotope de favorable à l'installation de diverses espèces où le climat est tolérable et les ressources alimentaires sont suffisamment disponibles.

L'évolution spatiale de l'équitabilité J' de Piélou varie très peu, elle oscille entre un minimum de 0,52 dans les deux sites à dominance Cèdre et à dominance Cèdre-Chêne, et un

maximum de 0,69 dans le site à dominance Chêne. La courbe de l'indice de diversité (H') et de celle de l'équitabilité J' de Pielou montrent des évolutions semblables dans les trois sites.

Selon Daas et al (2016), l'équitabilité E est presque égale dans les deux peuplements, elle est de 0,80 dans le Parc National d'El-Kala et de 0,82 à Souk-Ahras. Cette valeur étant proche de 1, indique un équilibre dans la distribution d'abondance des espèces recensées. L'indice de similitude de 16,5 indique une grande différence qualitative dans la composition des deux peuplements. Pour l'Équitabilité E , elle est de 0,59, dans les pinèdes de Djellal à la région de Djelfa, il y a la quasi-totalité des espèces, donc notre diversité observée est proche de la diversité maximale. Elle traduit alors une distribution d'abondance proche de l'équilibre et le milieu est favorable pour la biodiversité.

La majorité des espèces récoltées dans le parc national de Theniet El had étant des espèces prédatrices 43% (29 taxons) associée au bois morts ou dépéris, et représentées essentiellement par des Carabidae, Staphylinidae et Tenebrionidae, assurent l'équilibre de la chaîne trophique. Ces espèces se nourrissent essentiellement de larves de différents insectes dont les saproxyliques. Les espèces phytophages 16% comptent 11 espèces appartenant à familles de : Chrysomelidae, Curculionidae, Dermastidae, Elateridae, Bruchidae.

Les Coléoptères xylophages avec un nombre restreint 10% (7 espèces), appartenant à six principales familles : les Anobiidae, les Bostrichidae, les Buprestidae, les Oedemeridae, les Tenebrionidae et les Scolytidae. Les espèces saproxyliques sont nettement plus rares de l'ordre de 4%, soit 3 espèces seulement, appartenant à deux principales familles : les Cetonidae et les Lucanidae.

Sept espèces coprophages ont été également récupérées ; elles sont représentées surtout par des Scarabeidae, Geotrupidae, Histeridae et Aphodiidae. Quatre espèces saprophages constituent une part non négligeable, appartenant à la famille de Nitidulidae. Une seule espèce nécrophage de la famille Silphidae.

Selon Daas et al, (2016), le régime alimentaire des espèces de Coléoptères récoltées se répartissent entre cinq catégories trophiques. Les phytophages sont les plus abondants dans les deux subéraies avec un taux de 42,18% de l'ensemble des espèces recensées à El-Kala et 43,59% à Souk-Ahras, ils se nourrissent essentiellement de végétaux et comptent un grand nombre de défoliateurs appartenant surtout à la famille des Curculionidés à Souk-Ahras et à la famille des Chrysomelidae à El-Kala. Les prédateurs représentent 30,76% des coléoptères récoltés à Souk-Ahras et 28,12% à El-Kala. La majorité de ces prédateurs sont des Carabidés. Les décomposeurs récoltés dans les deux subéraies sont des Tenebrionidae, ils représentent des taux presque équivalents qui ne dépassent pas 8% dans les deux stations. À Souk-Ahras, une seule espèce est

considérée comme coprophage appartenant à la famille des Scarabeidae : *Aphodius erraticus*. Tandis qu'à El-Kala 14,06% de la récolte sont des Coprophages.

En Algérie, les travaux réalisés concernant les Coléoptères xylophages sont restreinte, 16 espèces ont été recensées dans la Cèdre de l'Atlas dans la région des Aurès (Beghmi, 2010). Dans la région de Batna, au niveau de la Cédraie de Belezma, Talbi (2010), a inventorié 18 espèces. Dans la forêt du chêne vert de Tafat à Sétif avec 9 espèces, ce sont les Scolytides (3 espèces), les Bosthrichides (1 espèce), les Buprestides (3 espèces), les Cerambycides (1 espèce), les Anibiidae (1 espèce) (Benia, 2010), et dans la Chêne liège de la forêt de Msila au Nord-Ouest Algérien (Bouchaour Djabeur, 2013) avec 11 espèces.

Au Maroc, Benhalima (2006), a mentionné 17 espèces xylophages sur le Cèdre de l'Atlas, représentées essentiellement par trois familles : Scolytidae, Buprestidae et Cerambycidae. Ces espèces xylophages participent au dépérissement du cèdre de l'Atlas.

Les Coléoptères saproxyliques est le moins diversifié. Dans la région de Batna, au niveau de la Cédraie de Belezma, Talbi (2010), a inventorié deux espèces mycétophage et zoosaproxylique sont déterminées comme indicatrices de la présence du bois mort, soit *Lacon punctatus* (Elateridae) et une autre espèce non déterminée appartenant à la famille des Ciidae. Cette dernière constitue 72% de l'effectif des individus émergés du bois mort ; étant l'espèce la plus abondante numériquement.

Dans la région de Sétif, au niveau du chêne vert dans la forêt de Tafat, Benia (2010), a inventorié deux espèces de Coléoptères saproxylophages, représentées par les larves cas des Coléoptères : genre *Hister* et l'espèce *Aethiessa floralis*.

Dans la Chêne liège de la forêt de Hafir et Msila au Nord-Ouest Algérien (Bouchaour Djabeur, 2013) avec 4 espèces saproxylophages. La famille Curculionidae représenté par l'espèce *Rhyncolus ater* et La famille Scarabaeidae représenté par les espèces : *Hoplia phylantus*, *Cetonia cardui*, *Neomaladera barbara*.

Selon Daas et al, (2016), les Coléoptères saproxyliques s'attaquent aux troncs des arbres de Chêne liège et se nourrissent de bois mort, on a compté 15,38% à Souk-Ahras et seulement 28,12% à El-Kala. La majorité de ces espèces sont saproxyliques à la forme larvaire et appartiennent à différentes familles dont les Scarabeidae, Cerambycidae et Lucanidae.

Il s'agit d'un Cetonidae de 19-30 mm, *Cetonia sp* que l'on rencontre de juin à août sur les plaies des arbres, dans les vieilles forêts. On trouve parfois les adultes sur les fleurs (Paulian, 1982). Les larves fréquentent les cavités des vieux arbres de différentes essences des Chênes (*Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Quercus robur*, *Quercus humilis*, *Quercus pyrenaica*) et saules (*Salix sp.*) surtout, et localement hêtres (*Fagus sylvatica*), châtaigniers (*Castanea sativa*), et même vieux pruniers (*Prunus domestica*), vieux tilleuls (*Tilia sp.*) et merisiers creux (*Prunus avium*) (Tauzin,

2006). Les larves des Cetoniidae sont saproxylophages, se développent dans le terreau et les matières végétales en décomposition. Consomment les matières végétales pourrissantes, les excréments et le bois. Les adultes consomment surtout la sève, le pollen et les fruits (Tauzin, 2005).

Les catalogues récents répartissent les *Cetonia* de France en trois genres : *Cetonia*, *Liocola* et *Potosia* (Paulian, 1941).

L'étude des Coléoptères saproxyliques et coprophages du site Natura 2000 des coteaux du Tursan réalisée par Meriguet (2008), caractérisé par la présence de quatre espèces : *Cetonia aurata*, *Protaetia cuprea*, *Protaetia lugubris* et *Protaetia aeruginosa*. L'inventaire initial des coléoptères saproxyliques est réalisé dans la Réserve naturelle des Gorges du Gardon à France est caractérisé par la présence de trois espèces : *Cetonia aurata*, *Protaetia cuprea* et *Tropinota squalida* (Noblecourt, 2012). Selon Farrand (2014), l'espèce *Cetonia aurata* est saproxylophage, elle est commune en France.

Oxythyrea funesta, espèce appartenant à la famille de Cetonidae. Les larves mesurent jusqu'à 30 mm de long et se nourrissent des racines des plantes. Les adultes apparaissent au début du printemps et peuvent être rencontrés de mai à juillet. Ils grandissent jusqu'à 1 à 1,5 cm.

Le genre *Oxythyrea* comprend treize espèces, elle est présente pratiquement dans toute l'Europe jusqu'au Caucase, en Afrique du Nord (Paulian, 1941). L'étude des Coléoptères saproxyliques et coprophages du site Natura 2000 des coteaux du Tursan réalisée par Meriguet (2008), mentionne la présence de l'espèce *Oxythyrea funesta*. L'inventaire initial des coléoptères saproxyliques réalisé dans la Réserve naturelle des Gorges du Gardon à France signale également la présence de celle-ci (Noblecourt, 2012). Elle est retrouvée dans le peuplement de Coléoptères du Parc National d'El-Kala (Ghanem, 2014).

Dorcus sp espèce appartient à la famille des Lucanidae, qui sont des mangeurs de bois plus au moins décomposé. Leurs larves sont des vers blancs qui diffèrent de ceux des Scarabeidae par divers caractères dont certains peuvent être considérés comme des adaptations à la vie dans le bois (Villemant et faraval, 1991),

Ce genre groupant une trentaine d'espèces répandues en Europe, en Amérique du Nord et dans toute l'Asie. Une seule espèce française (Paulian, 1941). Elle se trouve dans les souches et l'aubier des arbres morts. Elle est nocturne ou crépusculaire, de fin avril au début de juillet (Paulian, 1941). Son aire de répartition comprend toute la France, toute l'Europe, le Maroc, l'Asie Mineure (Paulian, 1941). Meriguet (2008) a récolté *Dorcus parallelipipedus* dans les coteaux du Tursan. Ce Gros coléoptère proche du Lucane cerf-volant est présent à l'état larvaire dans le bois mort (saproxylophage). Ferrand et al, (2014) la considère comme une espèce courante en Europe.

Dans la subéraie du Parc National d'El-Kala, Ghanem (2014) a identifié trois espèces : *Sinodendron cylindricum*, *Dorcus parallelipipedus* et *Dorcus musimon*.

Les Coléoptères saproxyliques participent au bon fonctionnement des écosystèmes forestiers et le maintien de leurs habitats spécifiques est primordial en raison :

- ✓ des rôles que jouent ces insectes dans le cycle de vie d'une forêt équilibrée : beaucoup accélèrent 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...),
- ✓ de la valeur patrimoniale de beaucoup de ces espèces qui sont rares (c'est-à-dire que les mesures qui les favorisent assurent aussi la conservation de beaucoup d'autres).
- ✓ Le maintien des bois dépérissant et morts ne favorise pas la prolifération d'insectes déprédateurs qui infesteraient les arbres sains car les insectes ravageurs forestiers sont biologiquement inféodés aux arbres vivants. 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.

Si la conservation des espèces saproxyliques passe indubitablement par la promotion de la qualité du bois mort elle passe aussi par sa quantité. Sauf exception, en l'absence de perturbations majeures telles que tempêtes ou coupes de bois, quantité et qualité vont de pair : une grande quantité de bois mort engendre une grande qualité, dans le sens d'une grande variété des différents types de bois mort (Dajoz, 2007).

En termes de quantité, des valeurs seuil ont été identifiées pour certaines espèces saproxyliques. En fixant les quantités minimales de bois mort requises pour assurer leur préservation, ces valeurs aident à répondre à la question de la quantité de bois mort nécessaire pour la conservation de la faune saproxylique en général. Pour les coléoptères elles oscillent entre 20 et 80 m³/ha en fonction du type de forêt (Müller et Bütler 2010). Elles devraient permettre le maintien de la majorité des espèces encore présentes en forêt exploitée.

L'obtention des échantillons de faune représentatifs est l'un des problèmes les plus complexes à l'écologiste sur le terrain, en particulier dans le milieu forestier qui reste le moins exploré par manque de techniques appropriées (Mouna, 1982). Les méthodes d'échantillonnages des insectes sont nombreuses et le choix d'une ou de certaines d'entre elles est déterminé par les exigences du terrain et par le groupe d'insectes recherchés. L'emploi simultané de plusieurs méthodes complémentaires est le meilleur moyen d'évaluer la biodiversité et d'obtenir un échantillon représentatif (Marshall *et al.*, 1994).

Conclusion générale

Conclusion générale et perspectives

Pendant longtemps l'entomologie forestière a été consacrée presque exclusivement à l'étude des espèces nuisibles dans la forêt et à la recherche des méthodes de lutte. A l'heure actuelle, l'entomologie forestière se développe, elle consiste à étudier la biologie et l'écologie de tous les insectes forestiers et à rechercher quel est leur rôle dans le fonctionnement de l'écosystème.

Les résultats obtenus au cours de la présente étude permettent d'améliorer les connaissances sur le groupe d'insectes que présentent les Coléoptères de façon générale et les saproxyliques plus particulièrement dans les monts d'Ouarsenis. En effet, ce travail a permis de dresser en premier lieu une liste de 68 taxons inventoriés. Ces derniers appartiennent, de point de vue systématique à deux sous-ordres, celui des Adephaga représenté par la famille des carabidae avec 23 taxons et un nombre d'individus de 129 et celui des Polyphaga représenté par 22 familles, 45 taxons et 3950 individus.

L'étude menée dans trois sites du parc de Theniet El Had, présentent des caractéristiques différentes du milieu. Elle diffèrent par la composition du couvert de végétation, l'exposition, l'altitude. Cette variabilité spatiale se traduit par une variabilité de la composition et de la structure des peuplements de Coléoptères prélevés durant notre période d'échantillonnage. Ainsi, la richesse taxonomique diminue allant dans le site à Cédres avec 52 taxons, suivie par le site à Chênes avec 43 taxons et en dernier le site à végétation mixte Cédres-chênes avec 39 taxons. Une grande variabilité du nombre d'individus est également notée entre les trois sites. 55% du peuplement global de l'aire d'étude ont été récoltés dans le site à Cédres, le site à chênes reste la moins peuplée. Les indices de diversité révèlent des diversités relativement faibles et les indices d'équitabilité laissent apparaître des peuplements moyennement réguliers. Ainsi, l'indice de Shannon-Wiener varie entre un minimum de 2 bits (site 03) et un maximum de 2,52 bits (site 02). L'évolution spatiale de l'équitabilité J' de Piéluou varie très peu, elle oscille entre un minimum de 0,52 (site de Pépinière) et un maximum de 0,69 (site d'Ourtène). Le site d'Ourtène présente le peuplement donc le moins régulier, cette régularité augmente légèrement pour le site de pré-Benchohra. Les valeurs enregistrées au niveau des trois sites témoignent de la dominance de trois taxons essentiellement, il s'agit de *Sisyphus sp* avec 1321 individus, d'*Akis sp* avec 904 individus et *Onthophagus sp* avec 778 individus. Ces espèces sont omniprésentes à répartition aléatoire.

L'étude de l'évolution de la structure des peuplements a également révélé des variations saisonnières très nettes de l'ensemble des descripteurs. Le nombre d'individus varie, la saison printanière est la plus riche en individus puisqu'elle renferme 52% l'effectif global, le minimum est récolté en période hivernale avec 42 individus seulement. La plus part des taxons a été capturée aux

mois de mai et juin par un grand nombre d'individus. Par contre du mois de décembre jusqu'au mois de mars, la richesse taxonomique ainsi que le nombre d'individus baissent considérablement.

La CAH réalisée à partir de la matrice composée de 68 lignes (espèces) et 3 colonnes (sites d'étude) met en évidence quatre unités coenotiques (notées UC1 à UC4) présentant un nombre d'espèces variant de 3 à 49 espèces. Les assemblages des espèces en groupes semblent être en relation avec la dominance des espèces tandis que les sous-groupes sont reliés à l'occurrence. Les espèces dominantes de chaque unité ou sous-peuplement sont mises en évidence par la valeur de l'indice FDM le plus élevé. La première unité à *Sisyphus sp* renferme trois taxons fortement abondants et omniprésents, ils affichent les valeurs de FDM les plus élevées. La deuxième unité coenotique à *Ocypus olens* englobe huit espèces majoritairement omniprésentes et à moyennes dominances, leurs effectifs sont relativement moyens. La troisième unité coenotique à *Eपुरaea sp* se caractérise également par huit espèces à valeurs de FDM faibles, elles sont présentes dans deux stations sur trois mais avec une nette dominance. La quatrième unité coenotique à *Chaetocnema sp* englobe les quarante-neuf espèces majoritairement présentes dans un seul site et leur effectifs sont faibles comprises entre 1 à 3 individus, ces taxons constituent un assemblage d'espèces rares.

Sur le plan trophique la majorité des taxons récoltés étant des Carabidae prédateurs, assurent l'équilibre de la chaîne trophique. Ces espèces se nourrissent essentiellement de larves de différents insectes dont les saproxyliques. La famille des Scarabeidae qui sont Coprophages, sont plus abondants en nombre d'individus ce qui indique la présence d'une activité de pâturage importante. Le Parc National est très fréquentée pour cette activité, l'élevage constitue une part importante des activités socioéconomiques de la population du Parc. Les riverains pratiquent les trois types d'élevage : bovin, ovin et caprin. Les troupeaux sont lâchés quotidiennement, du début de matinée (8h) jusqu'en soirée (18h), les horaires de pâturage varient selon la saison. La présence de bétail dans le milieu forestier favorise le maintien d'une faune particulière inféodée aux bouses, crottins, etc. En facilitant l'enfouissement et le recyclage des matières fécales, les animaux coprophages contribuent de façon importante à l'amélioration des sols des milieux pâturés (Aouinty, 1990). Le rôle des Coprophages dans l'amélioration des sols étant bénéfique n'explique pas l'état sanitaire détérioré, cependant on peut considérer la présence de ces espèces comme bio-indicateur de surpâturage dont l'impact sur la régénération du Cèdre et Chêne est largement connu.

Le cortège de Coléoptères saproxyliques sont les moins nombreux, représentant 4% du peuplement inventorié dans le Parc National. De nombreuses espèces sont saproxyliques sans être saproxylophages, les larves zoophages chassent les autres insectes sous les écorces des bois pourrissants. Les Histeridae sont des prédateurs sous-corticales d'autres petits insectes qu'ils

chassent sous les écorces déhiscentes des troncs morts. En terme d'exigences, ces espèce recherchent pour leur développement exclusivement les troncs et grosses branches mortes non écorcés. La majorité de ces espèces sont saproxyliques à la forme larvaire et appartiennent à différentes familles dont les Scarabeidae, Cetonidae et Lucanidae.

La lecture de nos résultats montre que le peuplement de Coléoptères saproxyliques est très pauvre et moins important, entant que premier inventaire réalisé au niveau de la zone d'étude, il est recommandé de laisser les arbres morts ou dépéris sur pied pour favoriser leur développement et assurer par conséquent le maintien de la diversité biologique. Il est important de vérifier périodiquement l'état de la santé de nos forêts afin de s'assurer qu'elles sont régies conformément aux principes du développement durable.

Une difficulté de l'étude des Coléoptères saproxyliques réside dans la mauvaise connaissance de leur systématique et dans le manque de spécialistes capables d'identifier les spécimens. Ainsi, la famille des Staphylinides et à la sous famille des Aleocharinae, dont la diversité spécifique est élevée, sont souvent indéterminables.

A la lumière de ces résultats et suite aux remarques établies, nous pouvons considérer que notre étude comme toute autre recherche ne peut être que participative et nécessite absolument la complémentarité par d'autres études. En premier lieu, un travail de prospection complémentaire est donc nécessaire pour identifier de nouvelles espèces. En second lieu, plusieurs questions restent posées sur les facteurs d'adaptation de ces insectes au milieu forestier qui pourront faire l'objet d'une recherche plus approfondie ultérieure, ce qui permettra d'accroître considérablement la fiabilité de ce travail.

A l'avenir, nous envisageons de continuer nos recherches soit en insistant sur des zones encore peu visitées (notamment le parc régional de Ain Antar), soit en augmentant le nombre de sites déjà b prospectés mais dont la richesse est telle que nous pouvons raisonnablement penser que de nouvelles surprises sont encore possibles. Nous pensons également étaler la période de prospection sur une année complète.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

ABBASSEN, R. (2015) - Diversité du peuplement entomologique de *Juniperus communis ssp. hemisphaerica* & *Juniperus oxycedrus ssp. rufescens* de la forêt de Tigounatine (Tikjda, Djurdjura sud), Mémoire de Magister en écologie animale, Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou (Algérie), 137p.

ABDELHAIMD, Dj. (1992) - Contribution à l'étude des insectes du cèdre de l'Atlas. *Cedrus atlantica* M. Mem. Ing. Agro. INES, Blida, 66p.

ABDELHAMID, D et CHAKALI, G. (2008) - Diversité entomologique du cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica* (Manetti, 1844) dans le Parc National de Theniet El Had (Algérie) (Résumé). Congrès International sur la diversité biologique des Invertébrés en milieux Agricoles et Forestiers, INA, El-Harrach Alger, p. 59.

ABERKANE, F. (2014) - Diversité altitudinale des Carabidae (Insecta, Coleoptera) dans la région de Tikjda, Mémoire de Magister en Zoologie Agricole et Forestière, ENSA ALGER, 73p.

AFLI, A et GLEMAREC, M. (2000) - Fluctuation à long terme des peuplements macrobenthiques de la partie orientale du golfe du Morbihan (Bretagne, France). *Cah. Biol. Mar.*, 41 : 67-89.

ANDERSEN, j., NIELSSEN, A.C. (1978) - The food selection of phyto depressus L. (Col. Pythidae). *Norw. J. Ent.*, 25 : 225-226.

ANONYME, (1930) - Les parcs nationaux de l'Algérie, édition Jules CARBONEL, Alger, 106 p.

ANRH, (2004) - Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (www.anrh.dz).

AOUINTY, B. (1990) - Ecologie des Coléoptères coprophages de 2 régions de la Méséta occidentale marocaine (Mohammedia et Ben Slimane). Dynamique et phénologie des populations. Intervention des coprophages fouisseurs dans la fertilisation du sol. Mém. D.E.S., Fac. Sci. Rabat.

ARAHOU, M. (2008) - Catalogue de l'entomofaune du Chêne vert du Moyen Atlas (*Maroc*). Documents de l'Institut Scientifique, Rabat, n°22, 36 p.

AUBER, L. (1976) - Atlas des Coléoptères de France, Belgique, Suisse. Atlas Entomol. Boubé, Paris, T1, 261 p., T2, 272p.

AUORE, L. (2011) - développement d'une sylviculture a vocation énergétique et conservation de la biodiversité saproxylique. Thèse doctorat à université d'orléans, école doctorale sciences et technologies, équipe biodiversité, Biologie forestière. 313p.

BACHELIER, G. (1978) - La faune des sols, son écologie et son action. Initiations. Ed. Doc. Tech.O.R.S.T.O.M. Paris. 391p.

- BAGNOULS, F et GAUSSIN, H. (1953)** - saison sèche et indice xérothermique Fac. Sci.Doc ; pour la carte des productions végétales, Toulouse, Vol. I,art 8, 47p.
- BALACHOWSKY, A.S. (1949)** - Faune de France, Coléoptères Scolytides. T. 50, 320 p., Librairie de la faculté des sciences, Paris.
- BALACHOWSKY, A.S. (1962)** - Entomologie appliquée à l'agriculture. Tome I : les Coléoptères, 564p.
- BALACHOWSKY, A.S. (1963)** - Entomologie appliquée à l'agriculture. Coléoptère, 1 (2). Masson et Cie, Paris, 627p
- BALACHOWSKY, A.S. (1969)** - Les Scolytes du Cèdre dans le Nord de l'Afrique. Ann. Soc. Entomol. France. 655p.
- BAND, L.E., PATTERSON, P., NEMANI, R et RUNNING, S.W. (1993)** - Forest ecosystem processes at the watershed scale, incorporating hillslope hydrology. Agricultural and Forest Meteorology. 126p.
- BARAUD, J. (1985)** - Coléoptères Scarabaeoidea .Faune du nord de L'Afrique du Maroc au Sinaï. Editions *LECHEVALIER*. Paris. 1- 651p.
- BARAUD, J. (1992)** - Coléoptères Scarabaeoidea d'Europe. Faune de France 78, Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Paris, 1- 856 p.
- BARBALAT, S. (1997)** - Faunistique de 47 Cerambycides (Col. Cerambycidae) capturés dans les gorges de l'Areuse (Neuchâtel, Suisse). Bull.Soc.Neuchâteloise Sc.Nat. 120 : 99-119.
- BARBAULT, T. (1992)** - Ecologie des peuplements : structure, dynamique et évolution. Masson ed. Paris, 273p.
- BARNOUIN, T., CALMONT, B., SOLDATI, F et NOBLECOURT, T. (2013)** - Etude des Coléoptères saproxyliques sur les sites Natura 2000 « Gorges de la Rhue » (15), « Gorges de la Dordogne et du Marilhou » (15) et « Gorges de l'Allier et affluents » (43) - Rapport d'étude, Office National des Forêts : Laboratoire National d'Entomologie Forestière, Société d'Histoire Naturelle ALCIDE-D'ORBIGNY, 80 p.
- BAZAÏRI, H., BAYED, A., HILY, C et GLEMAREC, M. (2003)** - Spatial organisation of macrozoobenthic communities as a response to environmental factors in a coastal lagoon of North West African coast (Merja Zerga, Morocco). *Oceanol. Acta*, 26 : 457-471.
- BEDEL, L. (1895)** - Catalogue raisonné des coléoptères du nord de l'Afrique (Maroc, Algérie, Tunisie, et Tripolitaine avec notes sur la faune des îles canaries et de Madère. société entomologique de France, Paris. 402p.
- BEGHAMI, R. (2010)** - Contribution à l'étude des insectes associés au dépérissement du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) dans la région des Aurès : cas de la Cedraie de Chelia. Mémoire de Magistère en sciences agronomiques, Université El-Hadj Lakhdar Batna (Algérie). 132p.

- BELHADID, Z. CHAKALI, G., GHALEM, M., HADDAR, L et BOUGHRARA, H. (2013)** - Distribution des Caraboidea dans différents peuplements forestiers du Parc National de Chréa, Algérie. *Lebanese Science Journal*, Vol. 14, No. 2, 2013 53.
- BELHADID, Z. (2015)** - Recherche taxonomique et écologique sur les peuplements des carabes du Parc National de Chréa (Blida-Algérie). Thèse de doctorat en Zoologie Agricole et Forestière, ENSA Alger (Algérie). 110p.
- BELKAID, B. (1988)** - Etude phytoécologique et possibilité d'amélioration dans la cédraie de Theniet El Had. Thèse d'ingénieur. ITA Mostaganem (Algérie). 46 p.
- BENABBAS, D. (1996)** - Le chêne liège. *La forêt Algérienne* n°1, février, mars : 26-30.
- BENHALIMA, S. (2006)** - Les insectes xylophages et leur rôle dans le dépérissement du Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica (Endl.)* Carrière dans le Haut et le Moyen Atlas (Maroc). Thèse Doc., Univ. Moh. V- Agdal, Rabat, 107 p.
- BENIA, F. (2010)** - Etude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex L.*) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus représentatives, Doctorat d'état, Biologie Animale, Université Ferhat Abbas Sétif. 229p.
- BENKHELIL, M. (1991)** - Les techniques de récoltes et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. O.P.U, Alger, 68p.
- BENKHELIL, M. et DOUMANDJI, S. (1992)** - Notes écologiques sur la composition et la structure du peuplement des Coléoptères dans le parc national de Babor (Algérie). *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent, (57/3a):* 617 - 621.
- BENNAS, N. (2002)** - Coléoptères Aquatiques Polyphaga du Rif (Nord du Maroc) : faunistique, Ecologie Biogéographie. Thèse en Sciences Biologiques, Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences de Tetouan : 383 p.
- BENZECRI, J.P. (1973)** - L'analyse des données. I : La taxinomie. II : L'analyse des correspondances. Dunod ed., Paris, 619p.
- BILY, S. (1999)** - Larve of buprested beetles (Coleoptera : Cerambycidae) of Central Europe, *Acta Ent. Mus. Nat. Pragae, Suppl 9.* 45p.
- BILY, S. (1999)** - Summary of the bionomy of the buprested beetles of Central Europe (Coleoptera : Cerambycidae). *Acta Ent. Mus. Nat. Pragae, Suppl. 10,* 104p.
- BLONDEL, J. (1979)** - Biogéographie et écologie. Masson ed., Paris, 173p.
- BOBIEC, A., GUTOWSKI, J.M., LAUDENSLAYER, W.F., PAWLACZYK, P et ZUB, K. (2005)** - The afterlife of a tree. Bialystok: WWF Poland. 252 p.
- BOLBAPOCA, D.S et JANTSCHI, L. (2006)** - Pearson vers Spearman. Kendell's Tau correlation analysis on Structure. Activity Relationships of Biologic Active Compounds. *Leonardo Journal of Sciences.* ISSN 1583- 0233. 200p.

- BOUCHAOUR-DJABEUR, S (2013)** - Les insectes ravageurs du Chêne liège au nord-ouest algérien. *Geo-Eco-Trop.*, 2013, 36 : 175-184.
- BOUDY, P. (1950)** - Economie forestière Nord, Africaine. Monographie et traitement des essences forestières. Edit. Larousse. T 2 Paris, France: p 529 – 619.
- BOUDY, P. (1952)** - Guide du forestier en Afrique du Nord. Éd. La Maison Rustique. 505p.
- BOUGET, C et 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.
- BOUGET, C et LESEIGNEUR, L. (2005)** - Effets des tempêtes sur les coléoptères saproxyliques. Le cas des Eucnemidae dans quelques forêts feuillues d'Ile-de-France. *Bull. mens. Soc. Lin. Lyon*, 74 : 81-92.
- BOUGET, C. (2001)** - Echantillonnage des communautés de Coléoptères Carabiques en milieu forestier. Relation espèce milieu et variations d'efficacité du piège à fosse. *Symbiose nouvelle série*, pp 55-64.
- BOUKERKER, H. (2015)** - Biodiversity of Xylophagous insects and their role in the Cedrus atlantica forests decline in the national park of Belezma Batna (Algeria). *Courrier du Savoir – N°20*, Décembre2015, pp.79-90.
- BOUKLI HACENE, S et HASSAINE, K. (2009)** - Bioécologie des peuplements de Coléoptères des milieux salés et humides de l'Ouest algérien. *Matériaux Orthoptériques et Entomocénétiques*, 14 : 103-109 p.
- BOUKLI HACENE, S. (2012)** - Bioécologie des Coléoptères (Arthropodes-Insectes) du marais salé de l'embouchure de la Tafna (Tlemcen). Diplôme de Doctorat en Ecologie animale, Université de Tlemcen, 159 P.
- BOULINIER, T., NICHOLS, J.D., SAUER, J.R., HINES, J.E et POLLOCK, K.H. (1998)** - Estimating species richness, the importance of heterogeneity in species detectability. *the Ecological Society of America*: 1018.
- BOUROCHE, I.M et SAPORTA, G. (1980)** - L'analyse des données. Presses universitaires de France, Paris Coll. « Que sais-je » n°1854,127p.
- BRIN, A. (2008)** - Le bois mort et les Coléoptères associés dans les plantations de pin maritime (*Pinus pinaster*, L.) ; Implications possibles pour la gestion durable des forêts et l'élaboration d'indicateurs de biodiversité. Thèse. Université Bordeaux I, Ecole doctorale Sciences et Environnements, spécialité Ecologie évolutive, fonctionnelle et des Communautés, 160 p.

- BRUSTEL, H. (2001)** - Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises. Perspectives pour la conservation du patrimoine naturel. Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse. Sciences Agronomiques, 327 p.
- 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.
- 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.
- BRUSTEL, H. (2012)** - Conservation de la biodiversité forestière : contribution du modèle coléoptères saproxyliques dans les politiques publiques et la gestion des forêts. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, INP Toulouse, 134 p.
- BRUSTEL, H., VALLADARES, L., VANMEER, C. (2004)** - Contribution à la connaissance de coléoptères saproxyliques remarquables des Pyrénées et des régions voisines (*Coleoptera*). Bulletin de la Société Entomologique de France, 109 (4) : 413-424.
- BRUSTEL, H et SAVOIE, J.M. (2011)** - Vieilles forêts et Coléoptères saproxyliques. Insectes, 162 (3) : 25-30.
- CALMONT, B. (2011)** - Etude des Coléoptères saproxyliques bioindicateurs de qualité des forêts françaises dans les châtaigneraies ardéchoises, Parc Naturel Régional des Monts d'Ardèche. Rapport d'étude intermédiaire, Etude réalisée par la Société d'Histoire naturelle ALCIDE-D'ORBIGNY (S.H.N.A.O). 129 p.
- 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.
- CAPINERA, J.L. (2008)** - Encyclopedia of Entomology, Redlegged Grasshopper, *Melanoplus femurrubrum* (Degeer) (Orthoptera: Acrididae. Springer, London, pp 3119-3123.
- CASTILLO, M.L., MORON, M.A. (1992)** - Observaciones sobre la degradacion de madera por algunas especies de Pasalidos (Coleoptera, Lamellicornia). Folia Ent. Mexicana, 84.
- CHAKALI, G et BELHADID, Z. (2005)** - European Carabidologists Meeting-Ground beetls as key group for biodiversity conservation studies in Europe. Ed officina de congresos Murcia. 4p.
- CHAOUTI, A et BAYED, A. (2005)** - Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des substrats meubles de la lagune de Smir. *Trav. Instit. Scient., Rabat*, 4 : 33-42.
- CHARARAS, C. (1982)** - Les insectes parasites des forêts. *La Recherche*, N°132 (13). 451p.

- CHARDY, P. GLEMARC, M. (1977)** - Evolution dans le temps des peuplements de sables envasés en baie de Concarneau (Bretagne) ; in KEEGAN B.F., P.O. CEIDIGH., P.J.S. BOADEN (eds.) : Biology of benthic organisms. Pergamon Press., New York : 165.
- CHARDY, P., GLEMARC, M et LAUREC, A. (1976)** - Application of inertia methods to benthic marine ecology : practical implications of the basic options. Estuarine and coastal marine Science, 4; 176- 205.
- CHERIGUENE, I. (2011)** - Recherche d'une microdistribution des Coléoptères dans différents habitats de l'amont de la Tafna (Tlemcen). Diplôme de Magister en Ecologie et Biologie des populations, Département d'Ecologie et Environnement, Université de Tlemcen, 173 P.
- CHERKAOUI, E., BAYED, A et HILY, C. (2003)** - Organisation spatiale des peuplements macrozoobenthiques subtidiaux d'un estuaire de la côte atlantique marocaine : l'estuaire du Bou Regreg. *Cah. Biol. Mar.*, 22 : 339-352.
- CHEVROLAT, L.A. (1861)** - Descriptions de Coléoptères nouveaux de l'Algérie. Revue et Magasin de Zoologie (2) 13, pp. 118-126, 147-155, 205-208, 264-270, 306-312.
- D.P.P.R.N, (2002)** - Département de protection et promotion des ressources naturelles (parc national de Théniet El-Had.
- DAAS, H., ADJAMI, Y., GHANEM, R., VIÑOLAS, A., OUKID, M., TAHRAOUI, A. (2016)** - Inventaire des Coléoptères des subéraies du Nord-Est Algérien. Turkish Journal of Forestry 2016, 17(Special Issue): 11-17.
- DAJET, J. (1976)** - Les modèles mathématiques en écologie, Masson ed., Paris, 172p.
- DAJOZ, R. (1971)** - Précis d'écologie. 2^{ème} édition. Dunod. Paris. 549P.
- DAJOZ, R. (1976)** - Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliqué. Edition Dunod. Paris. 195P.
- DAJOZ, R. (1980)** - écologie des insectes forestiers. Ecologie fondamentale et appliqué Edition BORDAS, Paris. 489P.
- DAJOZ, R. (1990)** - Diptères et Coléoptères du pin à crochets dans les Pyrénées-Orientales. Etude biogéographique et écologique. L'Entomologiste, 46 : 253-274.
- DAJOZ, R. (1998)** - Les insectes et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. Edition TEC et DOC. Paris. 594 p.
- DAJOZ, R. (2002)** - Les Coléoptères. Carabides et Ténébrionides. Éditions TEC & DOC, Paris. 536 p.
- DAJOZ, R. (2007)** - Les insectes et la forêt (2^{ème} édition). Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. Lavoisier, Paris. 648 pages.
- DAUPHIN, P. (2011)** - Données entomologiques sur la réserve naturelle de Hourtin (Gironde). Société linnéenne de Bordeaux, office national des forêts. France. 76p.

- DERVIN, A. (1988)** - Comment interpréter les résultats d'analyse en composantes principales. Institut technique des céréales et des fourrages. Manuel STAT- ITCF, 63p.
- DESPREZ, M. (1981)** - Etude de la macro benthos intertidal de l'estuaire de la seine. Thèse Doctorat 3 cycle. Université de Rouen (France) : 186p.
- DIP, M et ZAIZ, A. (2011)** - Apport du SIG dans l'étude de la productivité des espèces forestières : Cas du cèdre de l'Atlas dans le Parc National de Theniet El Had.
- DODELIN, B. (2006)** - écologie et biocénoses des coléoptères saproxyliques dans les quatre forêts du nord des alpes, these doctorat, université de savoie, 159 P.
- DU CHATENET, G. (1990)** - Guide des coléoptères d'Europe. Edité par Delachaux et Niestle.
- DU CHATENET, G. (2000)** - Coléoptères phytophages d'Europe. N.A.P.éditions.1-359p.
- DU CHATENET, G. (2002)** - Coléoptères phytophages d'Europe Tome 2. Chrysomelidae, N.A.P. éditions.1-359p.
- DU CHATENET, G. (2005)** - Coléoptères d'Europe, Carabes, Carabiques et Dytiques. Tome 1. Adephaga. N.A.P. éditions.1-359p.
- DUBOIS, G. (2009)** - Ecologie des coléoptères saproxyliques : Biologie des populations et conservation d'*Osmoderma eremita* (Coleoptera : Cetoniidae). Thèse de l'Université de Rennes 1, Ecole doctorale Vie-Agro-Santé, Sciences de la Vie et de l'Environnement, 239 p.
- DUCHEZ, J et LOY, M. (2005)** - La classification ascendante hiérarchique. Projet d'analyse de données. Insa ; Rouen.
- DUFRENE, M. (1992)** - Biogéographie et Écologie des Communautés de Carabidae en Wallonie. Dissertation doctorale, Université Catholique de Louvain, 194 pp.
- EL AICHAR, M. (2014)** - Composition et organisation du peuplement de Scarabéidés Coprophages dans le Nord-Est Algérien : Occupation de l'espace et rôle écologique. Mémoire de Doctorat LMD en écologie animale, Université Badji Mokhtar de Annaba (Algérie), 131p.
- EMBERGER, L. (1955)** - Une classification biogéographique du climat. Revue naturelle Montpellier .fasc7.
- FAUCHEUX, M.J. (2009)** - Coléoptères Ténébrionidés du Maroc atlantique : Prospections de 1996 à 2006. Considérations morphologiques et écologiques. Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest de la France, nouvelle série, tome 31 (4).155-178.
- FERRAND, M., GARRIN, M., MERIGUE, T B ET GADOUM, S. (2014)** - Réalisation d'un inventaire diagnostic entomologique dans le cadre d'une démarche Oasis-nature (portée par Humanité et Biodiversité) dans le parc de la Vilette (75), Rapport final 2012-2014. Etablissement public du parc et de la grande halle de la Vilette (EPPGHV), Office pour les insectes et leur environnement (Opie), 90 p.

- FRONTIER, S. (1976)** - Utilisation des diagrammes rangs-fréquence dans l'analyse des écosystèmes. J. Rech. Océanogr., 1 (3) : 35-48.
- GAUBIL, J. (1849)** - Catalogue synonymique des coléoptères d'Europe et d'Algérie. Volume 1 : 297p.
- GAUSSEN, H. (1955)** - Détermination des climats par la méthode des courbes ombrothermiques. C.R. Sc. Nat., 240: 642-644.
- GHANEM, R. (2014)** - Facteurs biotiques impliqués dans l'état sanitaire des subéraies du Nord Est Algérien. Effet des insectes ravageurs sur les feuilles et les glands, Mémoire de Doctorat en écologie animale, Université BADJI MOKHTAR. Annaba (Algérie), 197p.
- GOTMARK, F et THORELL, M. (2003)** - Size of nature reserves, densities of large trees and dead wood indicate high value of small conservation forests in southern Sweden. Biodiversity and Conservation 12. 1285p.
- GOUIX, N. (2011)** - Gestion forestière et Biodiversité, les enjeux de conservation d'une espèce parapluie : *Limoniscus violaceus* (Coleoptera), Thèse de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), Ecole Doctorale de la Diversité du Vivant. spécialité Biodiversité, 258 p.
- GRALL, J et HILY, C. (2003)** - Traitement des données situationnelles (Faune) Rebint. FT.10- 2003 -01. Doc.
- GRETIA, (2009)** - Etat des lieux des connaissances sur les invertébrés continentaux des Pays de la Loire ; bilan final. Conseil Régional des Pays de la Loire. 395p.
- GRETIA, (2009)** - Invertébrés continentaux des Pays de la Loire, Coléoptères Cerambycidae. 90p.
- GUTOWSKI, J et JAROSZWICZ, B. (2001)** - Catalogue of the fauna of Bialowieza primeval forest. Institut Badawczy Lesnictwa, Warszawa.
- HADJI, O. (1998)** - Contribution à l'étude éco physiologique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica.M*) au parc national de Theniet EL Had (wilaya de Tissemsilt). Thèse magistère. INA. Alger. 146p.
- HANSKI, I et CAMBFORT, Y. (1991)** - Competition in dung beetles, 481 pp. In I. Hanski and Cambefort (eds), Dung beetle ecology. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- HARMON, M.E., FRANKLIN, J.F., SWANSON, F.J., SOLLINS, P., GREGORY, S.V., LATTIN, J.D., ANDERSON N.H., CLINE, S.P., AUMEN, N.G., SEDELL, J.R., LIENKAEMPER, G.W., CROMACK, K et CUMMINS, K.W. (1986)** - Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. Advances in Ecological Research 15, 302p.
- HARMON, M.E., MORENO, A., DOMINGO, J.B. (2009)** - Effects of Partial Harvest on the Carbon Stores in Douglas-fir/Western Hemlock Forests, A Simulation Study. 791p.
- HILY, C. (1984)** - Variabilité de la macrofaune dans les milieux hypertrophiques de la rade de Brest. Thèse Doctorat d'état. Université. Bretagne Occidentale. 696p.

- HOFFMANN, A. (1954)** - Faune de France, Coléoptères Curculionides. T.52 et 59. Librairie de la faculté des sciences, Paris. 1839p.
- HOFFMANN, A. (1958)** - Faune de France, Coléoptères Curculionides. T.62. Librairie de la faculté des sciences, Paris. 1839p.
- JEANNEL, R. (1941)** - Faune de France, Coléoptères carabiques. T.39, Librairie de la faculté des sciences, Paris. 1173p.
- JEANNEL, R. (1942)** - Faune de France, Coléoptères carabiques. T.40, Librairie de la faculté des sciences, Paris. 1173p.
- KOCHER, L. (1958 a)** - Catalogue commenté des coléoptères du Maroc. Fasc. VI: Ténébrionidés. Trav. Inst. Sci. chérif., sér. Zool. n° 12, 185 p.
- KOCHER, L. (1958 b)** - Catalogue commenté des coléoptères du Maroc. Fasc. VII: Lamellicornes. Trav. Inst. Sci. chérif., sér. Zool. n° 16, 83 p.
- KOCHER, L. (1958 c)** - Catalogue commenté des coléoptères du Maroc. Fasc. VIII: Phytophages. Trav. Inst. Sci. chérif., sér. Zool. n° 19, 172 p.
- KOCHER, L. (1963)** - Catalogue commenté des coléoptères du Maroc. Fasc. I: Carabiques. Trav. Inst. Sci. chérif., sér. Zool. n° 27, 170 p.
- KRANKINA, O.N et HARMON, M.E. (1995)** - Dynamics of the dead wood carbon pool in northwestern Russian boreal forests. Water, Air et Soil Pollution. 238p.
- LAMOTTE, M et BOURLIERE, F. (1969)** - Problèmes d'écologie, l'échantillonnage des peuplements animaux dans les milieux terrestre. Ed Masson et Cie, Paris, 304p.
- LE BRIS, H. (1988)** - Fonctionnement des écosystèmes côtiers au contact d'estuaires, la rade de Lorient et la baie de Vilaine. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle, Université de Bretagne Occidentale, Brest (France). 311p.
- LE MOAL, L. (2002)** - L'analyse en composantes principales. LACP sous SPSS.
- LEATHER, S.R., DAY, K.R., SALISBURY, A.N. (1999)** - The biology and ecology of the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera : Curculionidae), a problem of dispersal, Bull. Ent. Res., 89 : 3-16.
- LEBART, L., MORINEAU, A et FENELON, J.P. (1982)** - Traitement des données statistiques méthodes et programmes. Dunod édition. Paris. 518p.
- LEE, P.C., CRITES, S., NIETFELD, M., VANNGUYEN, V et STELFOX, J.B. (1997)** - Characteristics and origins of dead wood material in aspen-dominated boreal forests. Ecological Applications. 701p.
- LEGENDRE, L et LEGENDRE, P. (1979)** - Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques, Paris: Masson-Presses de l'université du Québec. 197 p.

- LEGENDRE, L et LEGENDRE, P. (1984)** - Ecologie numérique. I. Le traitement multiple des données écologiques ; II. La structure des données écologiques. 2ème ed., Masson ., Presses de l'Université du Québec, Paris : 260p./335p.
- LIEUTIER, F. (1991)** - Les Coléoptères Scolytidae en France et les recherches menées par l'INRA, Bull.soc. Zool. Fr. 116 (3-4) : 275-281.
- LIEUTIER, F., DAY, B.R., ANDREA GEGOIRE, J.C et EVANS, H.F. (2007)** - Bark and Wood Boring Insects in living trees in Europe, a Synthesis 1. Dordrecht, Netherlands 569p.
- LOREAU, M. (1984)** - Les niches écologiques des Carabides en milieu forestier. Composante trophique et organisation générale des niches. Bulletin de la Classe des Sciences (Académie Royale de Belgique), 70 : 480-525.
- MAIRIF, M. (2013)** - La typologie de la cédraie du Parc National de Théniet El Had, Un outil de description au service des gestionnaires forestiers. Mémoire de Magistère en sciences Forestières, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen (Algérie), 144p.
- MARSHALL, S.A., ANDERSON, R.S., ROUGHLEY, R.E., BEHAN-PELLETIER, V et DANKS, H.V. (1994)** - Terrestrial Arthropod Biodiversity, Planning à Study and Recommended Sampling Techniques, brief prepared by the biological survey. Canada, 33p.
- MATTAUER, M. (1954)** - Etude géologique de l'Ouarsenis oriental (Algérie). Service de la Carte Géologique de l'Algérie, Alger Bulletin N° 17, 550p.
- MECHERI, H., GHANEM, R., ADJAMI, Y., MASNA, F et OUAKID, M.L. (2014)** - Les Coléoptères des pinèdes des zones semi arides en Algérie, Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes Vol.7 n°2 (2014) : 27-36.
- MEHENNI, M.T. (1994)** - Recherches écologiques et biologiques sur les Coléoptères des Cédraies Algériennes. Thèse Doctorat. Université des sciences techniques de Houari Boumedienne Alger (Algérie). 239p.
- MELAZEM, B. (1990)** - Etude des facteurs limitant de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica Manetti* dans le parc national de Theniet.El.Had. Thèse Ing, USTHB Bab Ezzouar Alger (Algérie). 61p.
- MERIGUET, B et ZAGATTI, P. (2008)** - Etude des Coléoptères saproxyliques et coprophages du site Natura 2000 des coteaux du Tursan. Office pour les Insectes et leur Environnement (OPIE). conseil général des Lande, 74 p.
- MEZIANE, B. (2008)** - Contribution à l'évaluation d'une campagne de lutte aérienne contre la chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa schiff*) dans la cédraie de Theniet El Had. Thèse Ing, Institut National Agronomique El Harrach, Alger (Algérie). 87p.

- MORA, J., PLANAS, M et SILVA, R. (1989)** - Impacto de la contaminación orgánica en la Ensenada de Lourizán (Proyecto ESCORP) : 1- El medio físico y la macrofauna bentónica. *Cah. Biol. Mar.*, 30 : 181-199.
- MOUNA, M. (1982)** - Recherches écologiques sur le peuplement frondicole des insectes du cèdre (*Cedrus atlantica*) dans le moyen Atlas Marocain. Thèse de doctorat en écologie méditerranéenne, option zooécologie, 121p.
- MULLER, J., STRATZ, C., HOTHORN, T. (2005)** - Habitat factors for land snails in European beech forests with a special focus on coarse woody debris. *European Journal of Forest Research*. 242p.
- MULLER, J., BUTLER, R. (2010)** - A review of habitat thresholds for dead wood, a baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research*. 981–992.
- MUONA, J. (1993)** - A Review of phylogeny, classification and biology of the family Eucnemidae (Coleoptera). *Entomologica scandinavia*, suppl. 44 : 1-133.
- MUONA, J. (2000)** - A revision of the nearctic Eucnemidae. *Acta zoologica fennica*, 212.
- NABUURS, G.J., PAIVINEN, R., SIKKEMA, R et MOHREN, G.M.J. (1997)** - The role of European forests in the global carbon cycle. A review. *Biomass and Bioenergy*. 358p.
- NAGGAR, M. (2010)** - Etude symptomatique du dépérissement du Cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le parc national de Theniet El Had (W. Tissemsilt). Mémoire Magister. Forest. Univ. Tlemcen, 155p.
- NICHANE, M. (2011)** - Contribution à l'étude de l'entomofaune de quelques espèces résineuses de la région des Traras occidentaux (wilaya de Tlemcen), Mémoire de Magister, Département de foresterie, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen (Algérie), 140p.
- NICHANE, M., BOUCHIKHI, T.Z et KHELIL, M.A. (2013)** - Contribution à l'étude de l'entomofaune de quelques espèces résineuses de la région des traras occidentaux, Département d'écologie et environnement, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie. *Lebanese Science Journal*, Vol. 14, No. 2.
- NICHOLAS, J.D., BOULINIER, T., HINES, J.E., POLLACK, K.H et SAUER, J.R. (1998)** - Estimating rates of local species extinction, colonization and turnover in animal communities. *Ecological Society of America*. 1213p.
- NOBLECOURT, T., SOLDATI, F et BARNOUIN, T. (2012)** - Echantillonnage des coléoptères saproxyliques dans la Réserve Naturelle des Gorges du Gardon (France, Hérault), Quillan : Office National des Forêts, Laboratoire National d'Entomologie Forestière, 27 p.
- NORMAND, H. (1935)** - Contribution au catalogue des Coléoptères de Tunisie. Fasc.7, *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 26 : 86-304.

- ONM, (1990)** - Office nationale de Méthéo, *www.meteo.dz*
- OZENDA, P. (1982)** - Les Végétaux de la Biosphère. Edit., Doin, Paris
- P.N.T.E.H, (2006)** - Atlas des parcs nationaux. direction générale de forêts, Parc national de Theniet El Had, Ed Diwan, 91p.
- P.N.T.E.H, (2006)** - La Faune et la Flore du Parc National, les insectes inventoriés dans le Parc National de Theniet El Had (Wilaya de Tissemsilt), 12 p.
- PAGES, J. (2013)** - Coléoptères Saproxyliques de l'A.P.B. de La Peyrouitarié. 2011-2012, Montagnes de l'Espinouse (Hérault) – MLHL, ONCFS - 32 p.
- PAULIAN, R et BARAUD, J. (1982)** - Faune des coléoptères de France Lucanoidea et Scrabaeoidea. Fédération française des Sociétés de sciences naturelles. Edit Lechevalier. Paris. 478p.
- PAULIAN, R. (1941)** - Faune de France. Coléoptères Scarabéidés. Fédération française des Sociétés de sciences naturelles. Pierre André imp. 243p.
- PERRIER, R. (1932)** - La faune de la France. Coléoptères. Delagrave. Tome VI. 229 p.
- PERRIER, R. (1961a)** - La Faune de la France Coléoptères. Ed. Delagrave (1) : 192p.
- PERRIER, R. (1961b)** - La Faune de la France Coléoptères. Ed. Delagrave (2) : 229p.
- PERRIER, R. (1977)** - La faune de France illustrée. Coléoptère (1). Edt.Delagrave. 188p.
- PEYERIMHOFF, P. (1927)** - Etude sur la systématique des Coléoptères du nord-africain. I : Les Pachychila (Tenebrionidae). L'Abeille, 34 :1-57.
- PEYERIMHOFF, P. (1933)** - Description de quatre Tenebrionidae du sahara central. Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Afrique du Nord, 24 (9) : 344-356.
- PEYERIMHOFF, P. (1935)** - Coléoptères marocains récoltés par M. Ch. Rungs. Bulletin de la Société des Sciences naturelles du Maroc, 15 : 19-25.
- PEYERIMHOFF, P. (1939)** - Coléoptères nouveaux ou mal connus de Berbérie. XII : Le genre Belopus Gebien. Bulletin de la Société entomologique de France, 44 : 25-28.
- PEYERIMHOFF, P. (1943)** - Matériaux pour un catalogue des coléoptères sahariens. II : Descriptions d'espèces nouvelles. Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Afrique du Nord, 34 (Maroc) : 199p.
- PEYERIMHOFF, P. (1947)** - Etudes et descriptions de Coléoptères marocains (II). Bulletin de la Société des Sciences naturelles du Maroc, 25-27 : 248-308.
- POLLOCK, D.A. (1991)** - Natural history, classification, reconstructed phylogeny, and geographic history of Pytho Latreille (Coleoptera : Heteromera : Pythidae). Memoirs Ent. Soc. Canada, 154, p. 1-104.
- RAMADE, F. (1984)** - Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. Ed. Me Graw-Hill, Paris, 397p.

- RAMADE, F. (2003)** - Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. 3^{ème} édition. Dunod. Paris, Ecole doctorale Vie-Agro-Santé Université de Rennes. 23p.
- ROTH, F.X. (1980)** – Micro organisms as a source of protein for animal nutrition. Anim. Res. Dev., 12: 7-19.
- SAIGHI, L. (2013)** - Etude de l'état sanitaire de la subéraie de Ouled Bechih. Effet des facteurs biotiques. Mémoire de Magistère en Biologie Environnementale, Université Mohamed Cherif Messaadia Souk-Ahras (Algérie). 127p.
- SARI, Dj. (1977)** – L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie). SNED. Alger. 63-204.
- SARMOUM, M. (2008)** - Impact du climat sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Diagnostic dendroécologique et climatique de la cédraie de Theniet El Had (Wilaya de Tissemsilt), Thèse Magister. Université des sciences techniques de Houari Boumedienne Alger (Algérie). 145p.
- SCHOWALTER, T.D. (1985)** - Adaptations of insects to disturbance. Pickett.P.S. White. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press. London. 235- 252.
- SELTZER, P. (1946)** - Le climat de l'Algérie. Imp. Latypo et Jules Carbone. Alger, 220p.
- SLIPINSKI, A. (2007)** - Australian Ladybird Beetles (Coleoptera: Coccinellidae) Their biology and classification. Australian Biological Resources Study. Sociétés de sciences naturelles. Louis jean imp. 226p.
- SOLDATI, F. (2000)** - Etude des peuplements de coléoptères terricoles de quatre formations naturelles du Nord de la France. Office pour les Insectes et leur Environnement, Paris. 190p.
- SPANGLER, P., WARREN, E et STEINER, J.R. (2005)** - A new aquatic beetle family, Meruidae, from Venezuela (Coleoptera: Adephaga). Systematic Entomology. 357p.
- SPEIGHT, M.C.D. (1989)** - Les invertébrés saproxyliques et leur protection. Collection Sauvegarde de la nature, Conseil de l'Europe, Strasbourg, 42 : 1-77.
- STEWART, P. (1969)** - Quotient pluviométrique et dégradation de la biosphère. Bull. Sco. Hist. Nat. Afr. Du Nord. Alger, 59p.
- STOKLAND, JN., TOMTER, SM., SODERBERG, U. (2004)** - Development of Dead Wood Indicators for Biodiversity Monitoring, Experiences from Scandinavia. Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe, From Ideas to Operationality, Italy. 207p.
- TALBI, Y et BOUHRAOUA, R.T. (2014)** - Complexe xylophage associé au dépérissement du Cèdre de l'Atlas Au Bélezma (Algérie), Institut national de recherche forestière, El-Kala ; Université de Tlemcen, Algérie. *Lebanese Science Journal*, Vol. 16, No. 1, 2015 97.
- TALBI, Y. (2010)** - Contribution à l'étude des insectes associés au dépérissement du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* m.) dans la région de Batna : cas de la Cedraie de Belezma. Mémoire de Magistère en sciences agronomiques, Université El-Hadj Lakhdar Batna (Algérie), 123p.

- TAUZIN, P. (2005)** - Ethiology and distribution of the “hermit beetle” in France (Coleoptera, Cetoniidae, Trichiinae, Osmodermatinae). Bull. Assoc Planète cétoine: Cetoniimania 153p.
- TEMPERE, G et PERICART, J. (1989)** - Coléoptères Curculionidae, quatrième partie, Faune de France 74, Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Paris. 534p.
- THERY, A. (1942)** - Faune de France Coléoptères Buprestidae. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Paris. 280p.
- TOTH, J. (1978)** - Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica M*) dans le Sud de la France. Thèse. Doc. Ing. Fac. St. Jérôme Marseille (France). 136p.
- VELLE, L. (2011)** - Inventaire des Coléoptères saproxyliques dans la Réserve Naturelle Nationale du Val d'allier (F-03). Rapport d'étude pour le compte de la DREAL Auvergne. RNN Val d'Allier et Réseau entomologie de l'Office National des Forêts, 69 p.
- VILLEMANT, C et FRAVAL, A. (1991)** - Insectes et Acariens phyllophages. In Villemant, La faune du chêne liège. Actes Edition. Rabat (Maroc). 68p.
- VILLEMANT, C et FRAVAL, A. (1993)** - La faune entomologique du chêne liège de la Mamora (Maroc). Ecol.Medit. 98p.
- VOGT, K.A., GRIER, C.C et VOGT, D.J. (1986)** - Production, turnover, and nutrient dynamics of above and belowground deritus of world forests. Advances in Ecological Research 317p.
- ZAGATTI, P., ARNAUD, H., ALEXANDRE, M., FREDERIC, A et PHILIPPE, R. (2001)** - Atlas des Coléoptères du Massif de Rambouillet et du Parc Naturel Régional de la Haute Vallée de Chevreuse, Tome 1 : 1990-2000, Observatoire National des Invertébrés, Office Pour l'Information Eco-entomologique, 165 p.
- ZEDEK, M. (1993)** - Contribution à l'étude de la productivité du *Cedrus atlantica Manetti* (Cèdre de l'Atlas) dans le parc national de Theniet El Had. Thèse Magister. INA. Alger, 175p.

Annexes

Annexe 1

Calendrier des prélèvements prévus et réalisés

Dates et prélèvements programmés	Date de prélèvements réalisés au 30 juin	commentaires
15 Septembre 2014		Installation
29 ou 30 Septembre	29 septembre	
14 ou 15 Octobre	15 octobre	
29 ou 30 Octobre	30 octobre	
15 ou 16 Novembre	15 Novembre	
27 ou 29 Novembre	29 Novembre	
15 ou 16 Décembre	16 Décembre	
27 ou 30 Décembre	30 Décembre	
15 ou 17 Janvier 2015	15 Janvier	
29 ou 31 Janvier	31 Janvier	
14 ou 16 Février	14 Février	
26 ou 28 Février	28 Février	
14 ou 16 Mars	16 Mars	
28 ou 31 Mars	28 Mars	
16 ou 18 Avril	16 Avril	
28 ou 30 Avril	30 Avril	
16 ou 18 Mai	18 Mai	
28 ou 30 Mai	28 Mai	
11 ou 13 juin	13 juin	
25 ou 27 juin 2015		fin des prélèvements

Annexe 2

Tableau des Pluies mensuelles (mm) probables à différents points d'altitude

Saisons	Altitude	Automne			Hiver			Printemps			Eté			Totaux
Mois		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Précipitations (mm)	1160 m	40	51	71	83	89	76	70	51	56	24	07	07	628
	1570 m	51	64	93	105	112	96	88	64	71	30	09	09	792
Nombre de jours de pluie		06	07	12	10	11	11	11	07	07	04	02	07	95 jours
Totaux pluviométriques saisonniers (mm)	1160 m	156			248			177			38			628
	1570 m	208			313			223			48			792

Source : (Ghellab, 1991 in Meziane, 2008)

Annexe 3

Tableau des Températures corrigées à différents points d'altitude

Altitude (m)	1160	1160	1160	1160	1570	1570	1570	1570
Mois	m (°C)	M (°C)	(M+m)/2 (°C)	M-m (°C)	M (°C)	M (°C)	(M+m)/2 (°C)	M-m (°C)
Janvier	0.2	9.2	4.70	9.0	-1.4	6.3	2.45	8.1
Février	1.2	10.3	5.75	9.1	-0.4	7.4	3.50	7.8
Mars	40.0	13.0	8.50	9.0	2.4	10.1	6.25	7.7
Avril	6.0	16.5	11.25	10.5	4.4	13.6	9.00	7.2
Mai	9.5	20.9	15.20	11.4	7.9	18.0	12.25	10.1
Juin	12.8	27.7	20.25	14.9	11.9	24.8	18.00	13.1
Juillet	15.9	31.6	23.75	15.7	14.3	28.7	21.50	14.4
Août	16.3	32.0	24.15	12.5	14.7	29.1	21.90	14.4
Septembre	13.4	25.9	19.65	10.7	11.8	23.0	17.40	11.2
Octobre	9.4	20.1	14.75	9.7	7.8	17.2	12.50	9.4
Novembre	4.1	13.8	8.95	7.6	2.5	10.9	6.70	8.4
Décembre	3.2	9.8	6.00	6.6	0.6	6.9	3.75	6.3
Moyenne annuelle	7.9	19.2	13.55	11.3	6.3	16.3	11.3	10

Source : (Ghellab, 1991 in Meziane, 2008)

ملخص

الدراسة الايكولوجية خلال الفترة الممتدة من سبتمبر 2014 إلى غاية جوان 2015 بالحظيرة الوطنية لثنية الحد بولاية تيسمسيلت والخاصة بالبحشرات مغمدة الأجنحة، سمحت لنا بجمع قائمة تتكون من 4079 عينة مقسمة إلى فصيلتين، 23 سلالة، 68 صنف منها 25 نوع، 10 أنواع أكلة للخشب الميت، الأفخاخ المنصبة على الأشجار السقيمة والخشب الميت مكنتنا من التقاط عدد كبير من الأصناف معظمها ليست أكلة للخشب الميت لكن تنتمي إلى مجموعات غذائية مختلفة. أهم السلالات الممثلة بعدد كبير من الأفراد و الأصناف هي *les Carabidae*، *les Tenebrionidae*، *les Scarabeidae*. التكوين النباتي الخاص بأشجار الأرز الأطلسي هو الأكثر غنى بالأنواع مقارنة بالتكوين النباتي الخاص بأشجار البلوط. مع ذلك فمؤشرات التنوع أظهرت أن التنوع ضعيف والتناسق متوسط بالمنطقة لجميع التشكيلات النباتية. ثلاثة أصناف متواجدة بكثرة وشائعة *Sisyphus* (1321 فرد)، *Akis* (904 فرد)، *Onthophagus* (778 فرد). الأصناف النادرة المتواجدة بأعداد قليلة (1 – 3 أفراد) هي الأكثر وعددها 49 صنف. فصل الربيع هو الأكثر تنوع من حيث الأعداد والأصناف ويمثل 52% من القائمة الكلية، الحد الأدنى تم التقاطه خلال فصل الشتاء 42 فرد فقط و 14 صنف. في موضوع آخر المجموعة الغذائية المنتشرة بكثرة هي المفترسة وتمثل 43% ثم آكلات النبات 16%. الحشرات مغمدة الأجنحة الأكلة للخشب الميت محدودة العدد، 10 أصناف فقط تم إحصائها مع وجود يشكل خاص *Dorcus sp*، *Oxythyrea funesta*، *Cetonia sp*.

الكلمات المفتوحة: الحشرات مغمدة الأجنحة، الحظيرة الوطنية، تيسمسيلت، أساليب الالتقاط، طرق الحفظ.

Résumé

L'étude écologique, menée durant la période de septembre 2014 à juin 2015, dans le parc national de Theniet El Had (Tissemsilt) sur les coléoptères saproxyliques, a permis la récolte d'une collection totale de 4079 spécimens répartis entre deux sous ordre, 23 familles, 68 taxons dont 25 espèces et 10 espèces saproxyliques. Les pièges (pots et bouteilles) installés sur les arbres en dépérissements et le bois mort ont servi à la capture d'un grand nombre de taxons qui ne sont pas essentiellement saproxyliques mais appartenant à des groupes trophiques diversifiés. Les familles représentatives en nombre d'individus et en nombre de taxons sont les Carabidae, les Ténébrionidae et les Scarabeidae. La formation végétale à *Cedrus atlantica* est nettement plus riche en espèces que celles qui renferment des chênes. Toutefois, les indices de diversité révèlent une diversité plus faible et une régularité moyenne de ces peuplements pour l'ensemble des formations. Trois taxons restent fortement dominants *Akis* (904ind.), *Sisyphus* (1321ind.) et le genre *Onthophagus* (778ind.). Le contingent des taxons rares, présents avec des effectifs très faibles (un à trois individus) est assez important comprenant plus de 49 taxons. La saison printanière est la plus riche en individus et en taxons puisqu'elle renferme 52% l'effectif global, le minimum est récolté en période hivernale avec 42 individus seulement et 14 taxons. Par ailleurs, le groupe trophique dominant est celui des prédateurs avec 43%, suivi par les phytophages (16%). Les Coléoptères saproxylophages sont limités en nombre, 10 taxons seulement ont été recensés avec la présence toute particulière de *Cetonia sp*, *Oxythyrea funesta*, *Dorcus sp*.

Mots-clés : Coléoptères Saproxyliques, Parc National, Tissemsilt, Piégeage, Conservation des spécimens.

Abstract

The ecological study carried out during the period from September 2014 to June 2015 in the Theniet El Had National Park (Tissemsilt) on saproxylic beetles allowed the collection of a total collection of 4079 specimens distributed between two suborders, 23 families, 68 taxa including 25 species and 10 saproxylic species. The traps (pots and bottles) installed on dying trees and dead wood have been used to capture a large number of taxa that are not essentially saproxylic but belong to diverse trophic groups. The families representative in number of individuals and in number of taxa are the Carabidae, the Ténébrionidae and the Scarabeidae. The vegetation formation at *Cedrus atlantica* is much richer in species than those which contain oaks. However, the diversity indices reveal a lower diversity and an average regularity of these stands for all the formations. Three taxa remain strongly dominant *Akis* (904ind.), *Sisyphus* (1321ind.) And the genus *Onthophagus* (778ind.). The quota of rare taxa present with very low numbers (one to three individuals) is quite large, comprising more than 49 taxa. The spring season is the richest in individuals and in taxa since it contains 52% of the total population, the minimum is harvested in winter with only 42 individuals and 14 taxa. In addition, the dominant trophic group is that of predators with 43%, followed by phytophagous (16%). Saproxylophagous Coleoptera are limited in number, only 10 taxa have been recorded with the particular presence of *Cetonia sp*, *Oxythyrea funesta*, *Dorcus sp*.

Key-words: Saproxylic beetles, National Park, Tissemsilt, Trapping, Conservation of the specimens.