

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie

Thèse de
Doctorat

en Sciences Biologiques

Option : Interaction plantes-animaux dans les écosystèmes naturels et cultivés

Présentée par

Razika ABBASSEN

Thème

Diversité et structure des Coleoptera des forêts algériennes :
cas de la cédraie-pinède de Tigounatine (Tikjda, Parc National
du Djurdjura, Wilaya de Bouira) et de la chênaie caducifoliée
de M'haga (Akfadou occidental, Wilaya de Tizi-Ouzou).

Soutenue publiquement le09.../...02../...2023.

Devant le jury composé de :

Présidente :	Mme. Malika Aouar-Sadli	Professeure (UMMTO)
Directeur de thèse :	Mr. Arezki Derridj	Professeur (UMMTO)
Co-directeur de thèse :	Mr. Hervé Brustel	Professeur (INPT Toulouse)
Examineurs :		
	Mme. Karima Goucem-Khelfane	MCA (UMMTO)
	Mr. Mohamed Sbabdji	Professeur (ENSA - Alger)
	Mme. Nadjiba Chebouti-Meziou	Professeure (Université de Boumerdes)
Invité :	Mr. Gahdab Chakali	Professeur (ENSA - Alger)

À la mémoire de ma chère mère,
Repose en paix...

Remerciements

Il me sera très difficile de remercier tout le monde, car c'est grâce à l'aide de nombreuses personnes que j'ai pu mener cette thèse à son terme.

Je voudrais tout d'abord remercier grandement mon directeur de thèse, Monsieur Arezki DERRIDJ, Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour toute son aide. Je suis ravie d'avoir travaillé en sa compagnie car outre son appui scientifique, il a toujours été là pour me soutenir, m'encourager dans les moments de doute, et me conseiller au cours de l'élaboration de cette thèse. C'est sous ses conseils judicieux que ce travail a été accompli. Merci d'avoir été mon Mentor et toujours de bons conseils tant professionnels que personnels.

De même, je remercie Monsieur Hervé BRUSTEL, Professeur à l'INPT, Toulouse d'avoir accepté de codiriger cette thèse, et de m'avoir accueillie chaleureusement au sein de son laboratoire de recherche. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour son soutien, son suivi, ses conseils précieux, ses orientations, son aide dans la taxonomie des espèces des insectes, et l'encadrement qu'il m'a assuré.

Je remercie profondément Mme Malika AOUAR-SADLI, Professeure à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour l'honneur qu'elle m'a fait d'avoir accepté de présider le jury de cette thèse.

Ma reconnaissance et mes remerciements s'adressent aussi à Mme Karima GOUCEM-KHELFANE, Maître de conférences A, à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, d'avoir accepté d'évaluer ce manuscrit. Merci aussi pour tous les conseils, les encouragements et l'aide précieuse. Qu'elle trouve ici ma parfaite reconnaissance et remerciements.

Je tiens de même à remercier très profondément Mr Mohamed SBABDJI, Professeur à l'ENSA-Alger, d'avoir accepté de faire partie du jury de cette thèse, en tant qu'examinateur.

Je tiens à remercier vivement Mme Nadjiba CHEBOUTI-MEZIOU, Professeure à l'Université de Boumerdes d'avoir accepté de participer également à l'évaluation de cette thèse, en tant qu'examinatrice.

Je tiens aussi à remercier très chaleureusement, Mr Gahdab CHAKALI Professeur à l'ENSA-Alger, pour son aide, le suivi et l'importance qu'il a accordés à ce travail de son début jusqu'à sa fin, et de m'avoir accueillie chaleureusement dans son Laboratoire, et aussi de nous faire l'honneur d'être l'invité dans le jury de cette thèse.

Je tiens également à remercier très chaleureusement, Mme Fazia KROUCHI, Professeure à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour son aide, le suivi et l'importance qu'elle a accordés à ce travail.

Toute ma gratitude s'adresse à Mme Ferroudja MEJDOUB, Professeure à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour son soutien moral, son aide et surtout pour sa gentillesse d'avoir mis à ma disposition son Laboratoire pour le bon déroulement de mon travail.

Également, mes remerciements les plus sincères s'adressent à Mme Karima KITOUS-BENOUFELLA, Professeure à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour ses encouragements, son soutien et surtout l'aide qu'elle m'a apportée. Qu'elle trouve ici mes sincères remerciements.

Mes remerciements s'adressent aussi à Mr Lionel VALLADARES de l'INPT de Toulouse pour son ouverture d'esprit, sa gentillesse de m'avoir aidée dans la documentation et surtout de m'avoir appris la méthodologie de terrain.

Par la même occasion, je remercie profondément Mr. Mohamed GHALEM, technicien du laboratoire à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie, El Harrach-Alger, pour m'avoir énormément aidée dans le processus d'identification.

Et je ne dois pas oublier de remercier jamais assez, ma sœur Louiza et son époux TABTI Ahmed, et mes frères Saïd, Menouar, et aussi mes sœurs Dehbia et Saadia. Je voudrais qu'ils trouvent ici toute ma reconnaissance pour leurs encouragements, leur dévouement, leur bienveillance, et le temps qu'ils m'ont consacré pour m'accompagner durant toutes mes campagnes de sortie sur terrain à Tigounatine et à M'haga. Tout simplement merci !

Je remercie toutes les personnes avec qui j'ai partagé mes études et notamment ces années de thèse. Mes remerciements les plus chaleureux s'adressent aussi à tous mes collègues et à tout le personnel du Laboratoire de Biologie et d'Agronomie de l'Université de Mouloud Mammeri. Et à toute personne qui m'a aidée pour la réalisation de cette thèse. Un grand merci à tous.

Finalement, c'est avec une joie immense et un cœur ému que je remercie mes chers parents, pour leur soutien financier et leur affection inépuisable et leurs précieux conseils. Ils n'ont cessé de prier pour moi durant mon cursus scolaire et m'ont encouragée régulièrement.

Abréviations

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

ENSA : Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie.

Fig : figure

HAPE : Hiver- Automne- Printemps- Eté.

Ind : individu

INPT : Institut National Polytechnique De Toulouse.

IUCN : International Union for Conservation of Nature.

Max : maxima

Min : minima

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

N : Nord

PND : Parc National du Djurdjura

S1 : station No. 1

S2 : station No. 2

S3 : station No. 3

Table des matières

Abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction..... 1

Chapitre I : Généralités sur les essences forestières étudiées et les Coléoptères

1. Essences forestières étudiées.....	4
1.1. Cèdre de l'Atlas.....	4
1.1.1. Position systématique.....	4
1.1.2. Aire naturelle	4
1.1.3. Ecologie et exigences.....	6
1.1.4. Importance économique.....	7
1.2. Pin noir du Djurdjura	8
1.2.1. Position systématique.....	8
1.2.2. Répartition géographique.....	10
1.2.3. Ecologie et exigences.....	13
1.2.4. Importance économique.....	14
1.3. Chêne vert.....	15
1.3.1. Position taxonomique.....	15
1.3.2. Répartition géographique.....	16
1.3.3. Ecologie et exigences.....	17
1.3.4. Importance économique	18
1.4. Chêne zéen	19
1.4.1. Place taxonomique	19
1.4.2. Répartition géographique.....	19

1.4.3. Écologie et exigences.....	20
1.4.4. Importance économique.....	21
1.5. Genévrier commun et genévrier oxycède.....	21
1.5.1. Position systématique.....	21
1.5.2. Répartition géographique.....	23
1.5.2.1. Genévrier commun.....	23
1.5.2.2. Genévrier oxycède.....	23
1.5.3. Ecologie et exigences	23
1.5.3.1. Genévrier commun.....	23
1.5.3.2. Genévrier oxycède.....	24
1.5.4. Importance économique.....	24
2. Ordre des Coleoptera.....	25
2.1. Position systématique.....	25
2.2. Bref historique.....	26
2.3. Caractères généraux.....	26
2.4. Morphologie.....	27
2.4.1. Tête.....	27
2.4.2. Thorax.....	30
2.4.3. Abdomen.....	32
2.5. Reproduction.....	32
2.6. Cycle de vie	32
2.6.1. Œuf.....	33
2.6.2. Larve.....	34
2.6.2.1. Larves campodéiformes.....	34
2.6.2.2. Larves scarabéiformes ou mélolonthoïdes	35

2.6.2.3. Larves apodes.....	35
2.6.2.4. Larves vermiformes oligopodes.....	36
2.6.3. Nymphe.....	36
2.6.4. Adulte.....	37
2.7. Habitats	38
2.8. Régime alimentaire	39
2.9. Importance de l'ordre	39
2.10. Principales familles	40
2.10.1. Carabidae.....	40
2.10.2. Staphylinidae.....	41
2.10.3. Curculionidae.....	41
2.10.4. Scarabaeidae.....	42
2.10.5. Buprestidae.....	42
2.10.6. Chrysomelidae.....	43
2.10.7. Coccinellidae.....	43
2.10.8. Scolytidae.....	44

Chapitre II : Présentation des stations d'étude

1. Localisation géographique.....	45
1.1. Forêt de Tigounatine.....	45
1.2. Forêt de M'haga	45
2. Pédologie.....	50
2.1. Forêt de Tigounatine.....	50
2.2. Forêt de M'haga.....	50
3. Végétation.....	51
3.1. Forêt de Tigounatine.....	51

3.2. Forêt de M'haga	52
4. Variables climatiques.....	53
4.1. Températures.....	53
4.1.1. Forêt de Tigounatine.....	53
4.1.2. Forêt de M'haga	54
4.2. Pluviométrie.....	54
4.2.1. Forêt de Tigounatine.....	54
4.2.2. Forêt de M'haga	56
4.3. Synthèse climatique	56
4.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен pour Tigounatine	56
4.3.2. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger pour Tigounatine.....	57
4.3.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен pour M'haga	59
4.3.4. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger pour M'haga	59
 Chapitre III : Méthodologie de travail	
1. Méthodologie d'échantillonnage.....	61
1.1. Méthodologie d'échantillonnage appliquée pour la forêt de Tigounatine.....	61
1.2. Méthodologie d'échantillonnage appliquée pour la forêt de M'haga	62
2. Illustrations des techniques d'échantillonnage utilisées.....	63
2.1. Méthodes de piégeage.....	63
2.1.1. Pots Barber.....	63
2.1.2. Pièges colorés.....	64
2.1.3. Pièges aériens attractifs.....	66
2.1.4. Appareil de Berlèse.....	66
2.2. Méthodes de chasse.....	67

2.2.1. Filet fauchoir (Fauchage).....	67
2.2.2. Parapluie japonais ou la nappe de chasse (Battage).....	69
2.2.3. Tamisage de la litière au moyen d'un winkler.....	69
3. Méthodes d'identification.....	71
4. Méthodes d'analyse des données.....	71
4.1. Qualité d'échantillonnage.....	71
4.2. Indices écologiques de composition	71
4.2.1. Richesse totale S et moyenne s.....	71
4.2.2. Fréquence centésimale.....	72
4.2.3. Constance ou la fréquence d'occurrence.....	72
4.3. Indices écologiques de structure.....	72
4.3.1. Indice de diversité de Shannon (H').....	73
4.3.2. Diversité maximale (H' max).....	73
4.3.3. Indice d'équitabilité de Piélou (E).....	73
5. Analyse statistique.....	73
Chapitre IV : Résultats	
1. Forêt de Tigounatine	74
1.1. Diversité des Coléoptères récoltés.....	74
1.2. Importance des familles de Coléoptères	77
1.3. Diversité spécifique par stations d'étude.....	79
1.4. Diversité des Coléoptères par méthode de capture.....	84
1.5. Analyse quantitative des résultats.....	84
1.5.1. Analyse quantitative globale et par station.....	85
1.5.2. Analyse quantitative par type de piège.....	89
1.5.2.1. Distribution globale des effectifs par type de piège.....	89

1.5.2.2. Distribution des effectifs par type de piège et par station d'étude	90
1.6. Constance (C) ou fréquence d'occurrence.....	91
1.7. Exploitation écologique des données.....	95
1.8. Analyse de statistique des données.....	96
1.8.1. Analyse de la distribution des espèces dans les deux stations étudiées....	96
1.8.2. Analyse de la distribution des effectifs dans les deux stations étudiées	96
2. Forêt de M'haga	96
2.1. Diversité coléoptérologique.....	96
2.2. Importance des familles des Coléoptères.....	100
2.3. Diversité des Coléoptères par station d'étude.....	102
2.4. Analyse quantitative des données.....	102
2.5. Constance (C) ou fréquence d'occurrence	107
2.6. Exploitation écologique des données.....	111
2.7. Analyse de la distribution des espèces dans les trois stations étudiées	112
 Chapitre V : Discussion	
1. Analyse de la biodiversité globale	113
2. Analyse des principaux groupes de Coléoptères recensés.....	114
2.1. Carabidae.....	114
2.2. Staphylinidae.....	116
2.3. Curculionidae.....	117
2.4. Scarabidae.....	119
2.5. Buprestidae.....	120
2.6. Chrysomelidae.....	120
2.7. Coccinellidae.....	121
2.8. Scolytidae.....	121

2.9. Histeridae.....	122
3. Analyse de la structure des peuplements coléoptérologiques dans la forêt de Tigounatine.....	123
4. Analyse de la structure des peuplements coléoptérologiques dans la forêt de M'haga	124
5. Analyse de la structure des peuplements coléoptérologiques par méthodes de capture.....	125
6. Analyse des indices écologiques obtenus.....	126
Conclusion.....	127
Références bibliographiques.....	128
Annexes	

Liste des tableaux

Tableau 1	Répartition des cédraies en Afrique du Nord, en Algérie et au Maroc.....	4
Tableau 2	Habitats les plus typiques des Coléoptères.....	38
Tableau 3	Principaux régimes alimentaires des Coléoptères.....	39
Tableau 4	Caractéristiques stationnelle et dendrométrique des stations étudiées.....	46
Tableau 5	Températures et précipitations moyennes pour Tigounatine	56
Tableau 6	Etage bioclimatique de la station de Tigounatine.....	58
Tableau 7	Liste et taxonomie des Coléoptères identifiés dans la forêt de Tigounatine.	74
Tableau 8	Fréquences relatives des espèces identifiées dans la forêt de Tigounatine...	85
Tableau 9	Constance (C) ou fréquence d'occurrence des espèces identifiées.....	92
Tableau 10	Valeurs des indices écologiques de structure dans les deux stations de la forêt de Tigounatine	95
Tableau 11	Liste et taxonomie des Coléoptères échantillonnés dans la forêt de M'haga.	97
Tableau 12	Fréquences relatives des espèces identifiées dans la forêt de M'haga	103
Tableau 13	Constance (C) ou fréquence d'occurrence des espèces identifiées	107
Tableau 14	Valeurs des indices écologiques de structure dans les trois stations de la forêt de M'haga.....	111

Liste des figures

Figure 1	Répartition géographique du genre <i>Cedrus</i> et répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord.....	5
Figure 2	Cèdre de l'Atlas dans la forêt de Tigounatine	7
Figure 3	<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>mauretanica</i> dans la forêt de Tigounatine.....	9
Figure 4	Aire de répartition du Pin noir (<i>Pinus nigra</i> Arnold) et ses différentes sous-espèces dans la région méditerranéenne.....	11
Figure 5	Répartition naturelle du Pin noir au Djurdjura	12
Figure 6	Aperçu d'ensemble du chêne vert.....	15
Figure 7	Aire de répartition du chêne vert en Algérie.....	17
Figure 8	Le chêne zeen dans la forêt de M'haga	19
Figure 9	Répartition du chêne zéen en Algérie.....	20
Figure 10	(a) <i>J. communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i> . (b) <i>J. oxycedrus</i> subsp. <i>rufescens</i> dans la forêt de Tigounatine	22
Figure 11	Morphologie externe d'un Coléoptère.....	28
Figure 12	Morphologie externe de la tête d'un Coléoptère.....	29
Figure 13	Types d'antennes chez les Coléoptères	30
Figure 14	Elytre et aile membraneuse d'un Coléoptère (<i>Apion apricans</i>).....	31
Figure 15	Patte d'un Coléoptère	31
Figure 16	Stade de développement des Coléoptères.....	33
Figure 17	Type de larves des Coléoptères.....	35
Figure 18	Nymphe de longicorne.....	36
Figure 19	Adulte de <i>Notiophilus biguttatus</i> dans la forêt de M'haga	37
Figure 20	Localisation et illustration des forêts d'étude.....	47

Figure 21	Carte géologique du Djurdjura.....	50
Figure 22	Températures mensuelles minimales, maximales et moyennes de Tigounatine.....	54
Figure 23	Pluviométrie moyenne mensuelle de Tigounatine	55
Figure 24	Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen pour Tigounatine.....	57
Figure 25	Climagramme d'Emberger de la station de Tigounatine.....	58
Figure 26	Diagramme ombrothermique de la forêt de l'Akfadou	59
Figure 27	Projection météorologique sur le climagramme d'Emberger du massif forestier de l'Akfadou.....	60
Figure 28	Illustration des méthodes de piégeage	65
Figure 29	Illustration des méthodes de chasse	68
Figure 30	Importance relative des familles des Coléoptères de la forêt de Tigounatine....	78
Figure 31	Diversité spécifique des familles de Coléoptères dans les deux stations étudiées de la forêt de Tigounatine	79
Figure 32	Illustration de quelques espèces de Coléoptères identifiées.....	81
Figure 33	Importance des Coléoptères échantillonnés dans chaque piège	84
Figure 34	Distribution des effectifs par type de piège.....	89
Figure 35	Répartition des individus par type de piège et pour chaque station étudiée.....	90
Figure 36	Les constances et le nombre d'espèces des stations d'étude dans la forêt de Tigounatine	91
Figure 37	Importance relative des familles de Coléoptères recensées dans la forêt de M'haga.....	101
Figure 38	Diversité des Coléoptères dans les trois stations de la forêt de M'haga	102

Introduction

Les forêts et les terres boisées de la région méditerranéenne couvrent environ 9 % de la superficie de la région et constituent un patrimoine naturel mondial unique en termes de diversité biologique (Huis et *al.*, 2013). Celles-ci ont de nombreuses fonctions importantes pour l'activité économique, la conservation de la nature, la protection de l'environnement et les puits de carbone. Les forêts constituent des ressources extrêmement précieuses en raison des avantages écologiques, économiques, spirituels et sociaux qu'elles procurent (Kimoto et *al.*, 2006).

Dans le bassin méditerranéen, l'Algérie dispose particulièrement d'une ressource forestière caractérisée par une grande variabilité associée à toute la gamme de bioclimats méditerranéens, du bioclimat humide jusqu'au bioclimat saharien (Louni, 1994). Malgré cette diversité, les forêts algériennes sont dominées par un nombre limité d'espèces ou de groupes d'espèces, de plantations ou de forêts naturelles dont certaines sont fortement endémiques : pin d'Alep (*Pinus halepensis*), chêne zéen (*Quercus canariensis*), chêne afares (*Quercus afares*), cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*), chêne vert (*Quercus rotundifolia*), pin maritime (*Pinus pinaster*) et chêne-liège (*Quercus suber*) (Kaila et *al.*, 1997).

Depuis longtemps, beaucoup d'experts ont constaté que l'état des forêts est de plus en plus inquiétant à l'échelle mondiale pour diverses causes : diminution de la surface forestière au profit de la surface agricole (Bélières et *al.*, 2013), feux de forêts, industrie du bois...etc. De ce fait, de nombreuses espèces forestières ont vu leurs habitats ou biotopes disparaître, et elles-mêmes ont disparu (Samways, 2007).

Les forêts hébergent une faune importante dont les insectes forment une classe largement diversifiée et qui sont d'une grande importance pour les écosystèmes (Finnamore, 1996). C'est le cas des chênaies qui offrent un abri et une nourriture à une entomofaune très variée (Pujade-Villar et *al.*, 2010). Ces insectes participent à toute la gamme des processus naturels essentiels au maintien des systèmes biologiques (Wiggins et *al.*, 1991), et représentent une part prépondérante de la biodiversité animale forestière (plus de 80 %) (Bouget et Nageleisen, 2009). De même, il est à souligner l'étroite intimité et la complexité des relations entre les plantes, les insectes et les micro-organismes. Cette synergie a joué un rôle majeur dans la prodigieuse explosion de la biodiversité sur les terres émergées (McKenna et *al.*, 2019).

Les insectes, les plantes et autres composants des écosystèmes ont vécu dans un équilibre subtil, chacun apportant un « service » aux autres. Ils tiennent par exemple un rôle important dans la décomposition de la matière organique dans le sol, pour que les plantes puissent les assimiler.

Parmi ces insectes, l'ordre des Coléoptères est bien étudié et regroupe environ près de 350 000 espèces décrites (Tronquet, 2021). Il représente une extrême diversité en forme et en fonction comportant les prédateurs, les décomposeurs, les pollinisateurs et les ravageurs de forêts et des cultures agricoles (Ganho et Marinoni, 2005). Ce groupe d'espèces n'a suscité que très peu d'intérêt des naturalistes et des scientifiques dans le passé, comme en témoignent les descriptions récentes de nouvelles espèces et les changements de taxonomie récents (Komez, 2013).

Au sein de l'ordre des Coléoptères, environ 3 060 espèces sont saproxyliques (Brustel, 2004 ; Bouget et *al.*, 2008). Ces espèces exercent une activité primordiale dans la dynamique des écosystèmes forestiers, notamment en recyclant des quantités énormes de nutriments et en participant au maintien de la fertilité du sol en forêt : dans une forêt naturelle, il est estimé que le tiers des éléments minéraux qui sont libérés dans les horizons superficiels proviennent de l'action des espèces saproxyliques (Bouget et *al.*, 2005). Le nombre élevé de ces espèces et la diversité des régimes trophiques font des Coléoptères saproxyliques un groupe d'espèces particulier, intéressant pour étudier l'impact de l'Homme sur l'écosystème forestier (Brustel 2001, Bouget et *al.*, 2005).

Les premiers à s'intéresser à la faune d'Afrique du Nord et spécialement en 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 nouveaux Coléoptères d'Algérie, puis Bedel (1895) qui 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 de l'Afrique du Nord.

Cependant en Algérie, la biologie des Coléoptères reste mal connue dans les forêts et encore moins dans les milieux salés et humides. Ce qui suscite l'importance de l'intérêt écologique d'un inventaire et d'une analyse bioécologique des Coléoptères dans tous ces milieux variés. (Santos et *al.*, 2008).

À l'instar d'autres régions de l'Algérie où les études de l'entomofaune sont menées depuis longtemps, à l'exception de celles menées par Daas et *al.* (2016) sur les Coléoptères des subéraies du Nord-Est Algérien (la subéraie du Parc National d'El- Kala et celle de Souk-Ahras), par Abdelhamid et Allal-Benfekih (2017) sur l'importance des Coléoptères associés au

cèdre de l'Atlas dans la cédraie naturelle de Theniet El Had (Tissemsilt) et par Ganaoui et *al.* (2020) sur l'évaluation de la biodiversité des peuplements de Coléoptères dans trois types d'habitats forestiers (*Quercus suber*, *Quercus canariensis*, forêt mixte dans la forêt d'Ouled Bechih (Souk Ahras), cette guilda reste méconnue.

En outre en Algérie, les études globales sur les Coléoptères forestiers n'ont été effectuées que sur un nombre d'essences limité de formations. Malgré la place très importante occupée par cette guilda, les recherches restent insuffisantes et incomplètes dans notre pays.

La présente étude a pour but de compléter ce travail en s'attachant à l'inventaire, à l'écologie et à la distribution des différentes espèces de Coléoptères dans des formations forestières.

Notre travail de recherche consiste, entre autres, à dresser deux inventaires qualitatifs et quantitatifs des Coléoptères, collectés dans deux forêts algériennes : la forêt de Tigounatine (Djurdjura Sud, PND, Bouira) et la forêt de M'haga (Akkfadou occidental, Tizi-ouzou).

Dans la forêt de Tigounatine, l'étude a été menée dans deux stations qui diffèrent par la structure de la végétation. La station No. 1 est constituée surtout de vieux arbres de cèdres de l'Atlas, de chênes verts et des pieds de pin d'Alep, ainsi que de larges coussins de genévriers communs. La station No. 2, quant à elle, abrite le pin noir en mélange avec quelques pieds éparpillés de cèdre de l'Atlas et de chêne vert, ainsi que des arbustes de genévrier oxycèdre.

Par contre dans la forêt de M'haga à Akkfadou, les trois stations échantillonnées diffèrent selon l'âge des peuplements de chêne zéen (âge de 18 ans dans la station No. 1, âge de 29 ans dans la station No. 2 et âge de 96 ans dans la station No. 3).

Afin de réaliser nos objectifs, le travail de la présente thèse s'articule autour de plusieurs chapitres : dans le premier chapitre, nous présentons une analyse de données relatives aux essences forestières étudiées (le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti), le pin noir (*Pinus nigra* subsp. *mauretunica*), le chêne vert (*Quercus ilex* L), le chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd), le genévrier commun (*Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*) et le genévrier oxycèdre (*J. oxycedrus* subsp. *rufescens*). Dans le second chapitre, nous décrivons les stations d'étude (forêt de Tigounatine et forêt de M'haga). Ensuite dans le troisième chapitre, nous expliquons la méthodologie adoptée sur le terrain et au laboratoire. Les deux derniers chapitres font l'objet de la présentation des résultats et leur interprétation.

Enfin, la conclusion met en exergue les principaux résultats avec des orientations et des perspectives d'axes de recherche futurs.

PREMIER CHAPITRE

Généralités sur les essences
forestières étudiées et sur les
Coléoptères

1. Essences forestières étudiées

Dans cette partie, nous passerons en revue les différentes essences forestières à savoir le cèdre de l'Atlas, le pin noir du Djurdjura, le chêne vert, le chêne zéen, le genévrier commun et le genévrier oxycèdre.

1.1. Cèdre de l'Atlas

1.1.1. Position systématique

Le cèdre de l'Atlas se nomme en langue berbère Inguel ou Avaoual. Il appartient à l'embranchement des Spermaphytes et au sous-embranchement des Gymnospermes. Celui-ci fait partie de la classe des vectrices, de l'ordre des coniférales, de la famille des Pinacées et de la sous-famille des Abiétées (Gausсен, 1967).

1.1.2. Aire naturelle

Le cèdre de l'Atlas est une espèce montagnarde, originaire d'Afrique du Nord. Il occupe généralement les hautes montagnes de l'Algérie et du Maroc. Celui-ci a été aussi introduit dans des pays : d'abord, hors de son aire naturelle comme espèce d'ornement et par la suite comme espèce de reboisement. L'aire naturelle du cèdre de l'Atlas est très morcelée (Boudy, 1950). Elle s'étend de l'Algérie au Maroc (M'hirit, 1982). Selon Benabid (1994), les cédraies de l'Afrique du Nord se répartissent en Algérie et au Maroc comme dans le tableau 1 qui suit.

La figure 1 montre une carte générale du Nord de l'Algérie avec la localisation des forêts de cèdres de l'Atlas tellien de l'Ouest à l'Est.

Tableau 1. Répartition des cédraies en Afrique du Nord, en Algérie (Derridj, 1990) et au Maroc (Benabid, 1994).

Maroc : 140 000 ha (Benabid,1994)	Algérie : 27 000ha (Derridj, 1990)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rif (1 5000 ha) ➤ Moyen Atlas oriental (20 000 ha) ➤ Moyen Atlas central (80 000 ha) ➤ Haut Atlas oriental (25 000 ha) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ouarsenis (100 ha) ➤ Theniet El Had (1000 ha) ➤ Atlas Blidéen (1000 ha) ➤ Djurdjura (2000 ha) ➤ Babors (800 ha) ➤ Hodna (8000 ha) ➤ Belezma (8 100 ha) ➤ Aurès (6000 ha)

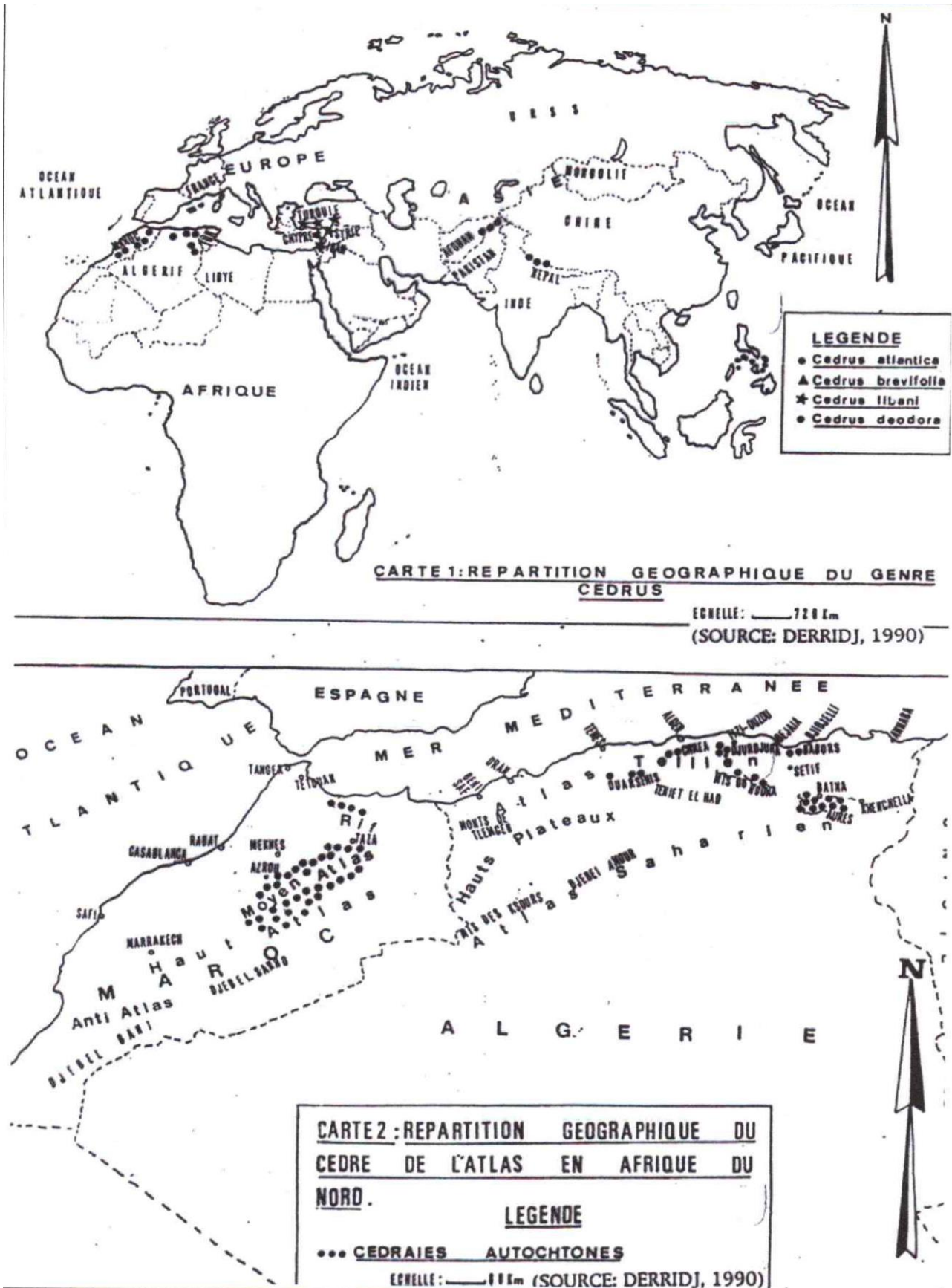


Figure 1. Répartition géographique du genre *Cedrus* et répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord (Derridj., 1990)

1.1.3. Ecologie et exigences

Le cèdre de l'Atlas (Fig. 2) est un arbre de grande taille pouvant atteindre 40 mètres de hauteur (Boudy, 1950 ; Toth, 1990) jusqu'à 60 mètres (Debazac, 1964). Il se localise essentiellement dans l'étage montagnard méditerranéen (Quézel, 1976 et 1980 ; M'hirit, 1982). Emberger (1939) signale la variabilité des limites inférieures du cèdre en étroite dépendance avec l'humidité.

Dans son aire naturelle, le cèdre occupe les zones d'altitude. Il se présente sous forme de peuplements purs sur les sommets au-dessus, à 1400 m pour les cédraies méridionales et de 1000 à 1100 m pour les cédraies septentrionales (Meddour, 1994). Selon M'hirit et *al.* (1993), les limites altitudinales inférieures du cèdre de l'Atlas se situent généralement au-delà de 1300 m. Néanmoins à l'état isolé ou en bouquets, il peut se retrouver à une altitude beaucoup plus basse. Sur le versant Nord de l'Atlas blidéen, le cèdre se rencontre et se régénère à partir de 1000 m. Cette large répartition altitudinale s'explique par sa plasticité remarquable qui justifie également son existence dans les différents étages bioclimatiques du per-humide jusqu'au semi-aride. En effet, le cèdre peut supporter des températures extrêmes allant de -20°C à 39°C (Boudy, 1950). Il peut même résister à des minima de -25°C sous une atmosphère sèche (Gaussen, 1967).

Au Djurdjura, le cèdre se localise sur le versant Nord à 1400 m et sur le versant Sud à 1600 m (Derridj, 1990).

C. atlantica s'accommode à des climats très différents : montagnes littorales humides (Rif Marocain) ; montagnes de l'Atlas tellien (Djurdjura, Chréa, Babors et Theniet El Had), montagnes continentales sèches (Aurès), et montagnes continentales humides (Moyen Atlas Marocain) (Boudy, 1952), mais son optimum est le climat méditerranéen humide et froid (Boudy, 1952 ; Quézel, 1976).

Les valeurs des températures moyennes annuelles ont été estimées par Derridj (1990) sur l'ensemble des cédraies algériennes, et elles se situent dans l'intervalle 8 et 14°C. Cet auteur indique, à ce propos, que les cédraies algériennes reçoivent une quantité moyenne de précipitations annuelles, variant entre un maximum de 1600 à 2000 mm pour les Cédraies des Babors et du Djurdjura et un minimum de 720 à 770 mm pour les Cédraies les plus méridionales dans les Aurès.

Cette plasticité a attiré l'attention des forestiers qui l'ont attribué à la variabilité génétique de l'espèce (Bariteau et Ferrands, 1992). Sur le plan édaphique, le cèdre paraît indifférent à la nature des sols (Demarteau et *al.*, 2007). Il redoute les sols mal drainés, asphyxiants, mouilleux

et la texture argileuse lui est défavorable. Sa croissance est sensiblement meilleure lorsque les fissures de la roche mère sont abondantes et profondes, et il couvre un éventail varié de sols. De ce fait, il peut s'accommoder même à des sols peu évolués qu'il continue à améliorer. Sous le cèdre de l'Atlas, l'humus est de bonne qualité (Putod, 1979, Benmouffok, 1995).



Figure 2. Cèdre de l'Atlas dans la forêt de Tigounatine (Abbassen, 2022)

1.1.4. Importance économique

Le cèdre de l'Atlas est une essence endémique de l'Algérie et du Maroc. Il est l'unique espèce du genre *Cedrus*, existante en Afrique du Nord qui a toujours suscité un intérêt crucial, en raison de ses nombreuses qualités forestières comme sa faculté d'adaptation à des conditions difficiles (tolérance face aux stress climatiques), sa productivité, un port remarquable et esthétique en forêts de plaisance (Toth, 1980 ; M'hirit, 1982 ; Bariteau et Ferrandes, 1992). Depuis les temps les plus anciens, le cèdre est un symbole de prospérité et de puissance. Il constitue une essence capable de remplir plusieurs rôles socio-économiques (Toth, 1990). Depuis son existence, le cèdre était une source vitale des populations, du fait de ses qualités remarquables : sa longévité, sa résistance à la compression et sa bonne production de bois (Benhalima, 2004). En fait, le

bois du cèdre est tendre, odorant, mi-lourd, brun rosé, se conserve bien en grumes et est facile à scier. Ses caractéristiques supérieures lui assurent toutes sortes d'utilisations, à savoir la construction des chalets de montagne, la menuiserie, la charpente, les poteaux, le placage intérieur, et les meubles rustiques. Les produits d'éclaircies peuvent être utilisés en papeterie. Le cèdre se caractérise aussi par la pureté de sa résine et la productivité de ses peuplements (M'hirit et Benzyane, 2006). Celui-ci convient bien à la distillation pour obtenir une huile essentielle employée, surtout en pharmacie et parfumerie.

Cette huile est antifongique, antiseptique, tonifiante, astringente, décongestionnante et cicatrisante. Elle est recommandée pour les problèmes de la peau et de cuir chevelu. D'autres effets lui sont attribués tels que l'effet relaxant, lymphotonique, diurétique et lipolytique. Elle a également un effet répulsif pour les mites et les moustiques (Neffati et *al.*, 2017).

Le cèdre bénéficie d'une grande facilité de régénération naturelle dans les étages de chêne vert en Afrique du Nord et de chêne pubescent en France, assurant ainsi la pérennité des peuplements et permettant des reboisements économiques par point d'appui (M'hirit et Benziane, 2006). *C. atlantica* joue un rôle important dans la protection des peuplements contre l'incendie grâce à son feuillage peu inflammable (Aussenac et Valette, 1982). Il maintient également l'équilibre biologique en protégeant et en améliorant le sol (Toth, 1980). Ces qualités d'adaptation à priori aux conditions climatiques et édaphiques de la zone méditerranéenne justifient son choix dans les reboisements (Toth, 1980 ; Bariteau et Ferrandes, 1992). Il est à remarquer que ces derniers temps, il y a des dépérissements de cèdre surtout dans les Aurès.

1.2. Pin noir du Djurdjura

1.2.1. Position systématique

La grande variabilité de l'espèce explique la confusion qui règne depuis longtemps dans sa systématique (Arbez et Millier, 1971).

Selon la classification de Gaussen et *al.* (1982), le pin noir appartient au règne des Plantes, à l'embranchement des Spermaphytes, au sous-embranchement des Gymnospermes, à la classe des Vectrices, à l'ordre des Coniférales, à la famille des Pinacées, au genre *Pinus*, à l'espèce *Pinus nigra* et la sous-espèce *Pinus nigra* subsp. *mauretunica*.

Selon la classification de Cronquist (1988), le pin noir appartient au règne Plantae, au sous-règne des Viridiaeplantae, à la division des Pinophyta, à la classe des Pinopsida, à l'ordre des Pinales, à la famille des Pinaceae, au genre *Pinus* et l'espèce *Pinus nigra*.

La figure 3 montre un pied du pin noir subsp. *mauretunica* dans la forêt de Tigounatine.



Figure 3. *Pinus nigra* subsp. *mauretanica* dans la forêt de Tigounatine (Abbassen, 2022)

Du point de vue taxinomique, le groupe des pins noirs (*P. nigra*) est une espèce collective dont l'aire est circumméditerranéenne (Quézel, 1980). En fonction de la répartition géographique et des caractères morphologiques, souvent délicats à reconnaître, on distingue six taxons disjoints, souvent considérés comme des sous-espèces (Quézel, 1980 ; Quézel et Médail, 2003), bien qu'il n'y ait pas de consensus définitif sur sa taxinomie (Isajev et *al.*, 2011) :

- subsp. *mauretanica* (Maire et Peyerimhoff), endémique nord-africaine, est présente sur le Rif calcaire, ainsi que sur le revers méridional du Djurdjura où elle ne couvre que quelques hectares en montagne (Isajev et *al.*, 2011). En Algérie, cet arbre n'a été découvert qu'en 1922 et ce n'est qu'en 1927 que sa spontanéité dans le massif de Tikjda (Djurdjura) a été prouvée définitivement par Maire et Peyerimhoff ;
- subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco, est largement répartie en Espagne orientale, de l'Andalousie aux Pyrénées où elle couvre de vastes zones (plus de 350 000 ha) (Isajev et *al.*, 2011), et est également présente dans les Cévennes en France ;
- subsp. *laricio* (Poiret) Maire, abondante en Corse sur plus de 22 000 ha (Isajev et *al.*, 2011) et également présente en Italie du Sud (Calabre) et sur l'Etna (Sicile) ;

- subsp. *nigra* (inclus *P. austriaca* Höss et *P. nigricans* Host) réunit les populations autrichiennes, celles des Alpes orientales et de l'Apennin central (Italie) jusqu'en Albanie et Grèce septentrionale, à travers les montagnes des Balkans, couvrant plus de 800 000 ha (Isajev et al., 2011) ;
- subsp. *dalmatica* (Vis.) Franco, se localise en Croatie dans quelques îles du littoral dalmate et sur le versant sud des Alpes Dinariques ;
- subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, réunit les vastes peuplements de Grèce péninsulaire et d'Anatolie méditerranéenne (Turquie où elle couvre 2,5 millions d'hectares), probablement jusqu'à la Bulgarie et en quelques localités de Crimée et à Chypre (Isajev et al., 2011).

Cette complexité taxinomique s'accompagne d'une grande variabilité biochimique et génétique, comme l'ont montré divers auteurs (Rafii et al., 1996).

1.2.2. Répartition géographique

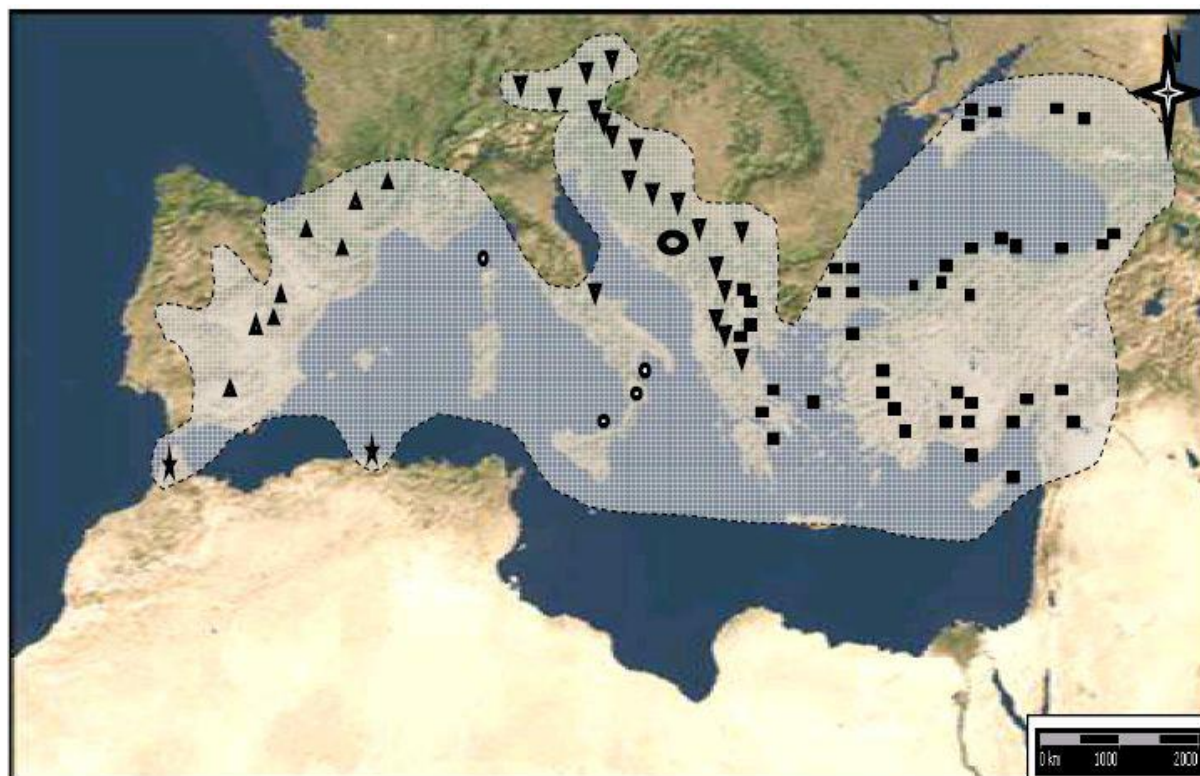
Le pin noir constitue une des essences majeures des forêts méditerranéennes où il occupe environ 3 500 000 ha (Isajev et al., 2011). Il est présent sur trois continents (Europe, Asie et Afrique) et dans treize pays (Gerber et al., 1995).

D'après Roman Amat (1986), cette espèce est répartie sur toute la bordure septentrionale du bassin méditerranéen, de l'Espagne à la Turquie orientale (Espagne, France, Italie, Autriche, ex-Yougoslavie, Bulgarie, Albanie, Roumanie, Grèce, Turquie, Crimée) et localement dans les montagnes de l'Atlas en Afrique du Nord (Maroc, Algérie).

La ssp. *mauretanica* ne se rencontre que dans quelques localités du Rif au Maroc, et moins d'une centaine d'individus existait au Djurdjura (Algérie) selon Quézel et Bonin (1980), mais qui sont plus nombreux, avoisinants les 500 individus d'après Agoud et Messouef (2011).

- En longitude, le pin noir s'étale du Rif au Maroc jusqu'aux rivages orientaux de la mer noire, soit sur près de 7500 km ;
- En latitude, il est rencontré depuis le Djurdjura en Algérie jusqu'à Vienne en Autriche, soit sur 3200 km environ.

La figure 4 illustre l'aire de répartition du Pin noir (*Pinus nigra* Arnold) et ses différentes sous-espèces dans la région méditerranéenne selon Quézel et Médail en 2003.



- | | |
|---|--|
| ▲ <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmanii</i> | ▼ <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>nigra</i> |
| ■ <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i> | ● <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>laricio</i> |
| ★ <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>mauretanicus</i> | ◐ <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>dalmatica</i> |

Figure 4. Aire de répartition du Pin noir (*Pinus nigra* Arnold) et ses différentes sous-espèces dans la région méditerranéenne (Quézel et Médail, 2003).

En Algérie, le pin noir se localise au versant Sud du Djurdjura, dans la région de Tikjda (massif central du Djurdjura), en trois populations de taille très inégale et distante de 1,2 à 1,5 km, l'une de l'autre (Asmani, 2003 ; Derridj et *al.*, 2011). Ces stations refuges sont la station de Tigounatine (1 450 à 1 610 m d'altitude) à exposition Sud-Ouest ; la station de Taouielt (1 420 et 1 500 m d'altitude) à exposition Sud et Tikjda (1 450 à 1 550 m d'altitude) à exposition Sud (Asmani, 1993) (Fig. 5). Selon Asmani (2003) et Derridj et *al.* (2011), le nombre d'individus est de onze à Tikjda dont quatre ont brûlé durant le feu du mois d'août 2000, vingt individus à Taouielt et quelques centaines d'individus à Tigounatine. Le recensement du nombre d'individus du peuplement de Tigounatine varie selon les auteurs : 342 arbres matures (Chalabi, 1980), 407 arbres (Asmani, 1993, 2003), 445 arbres y compris les jeunes individus recensés en juin 2007 (Mihoubi et Seddiki, 2007 *in* Derridj et *al.*, 2011) et enfin, avoisinant les 500 individus en 2011 (Agoud et Messouef, 2011). Il convient de signaler une plantation de 40 arbres introduits à Tala Rana, à l'Est de Tikjda sur le revers Sud du Djurdjura (1 200 m d'altitude environ) (Meddour et *al.*, 2010).

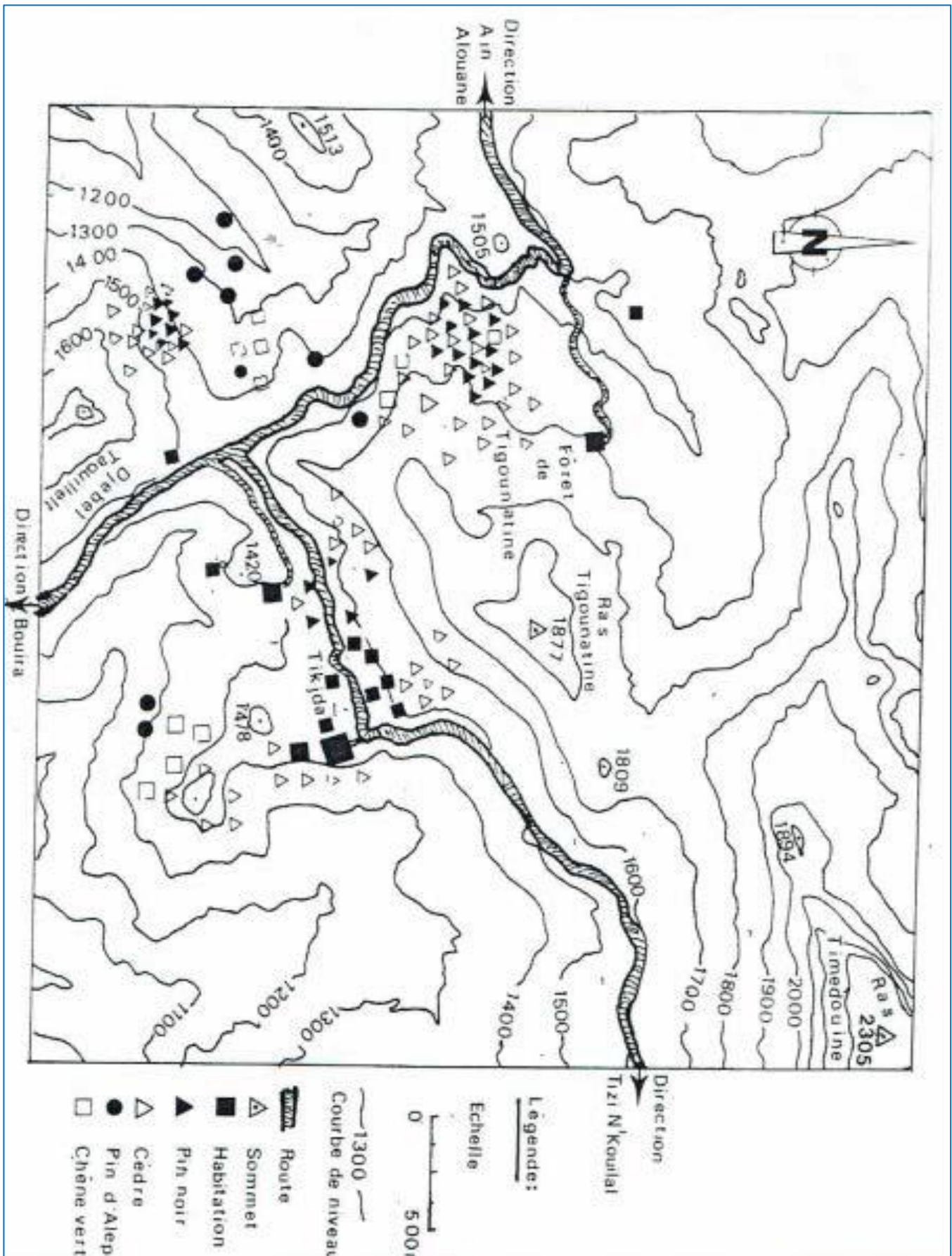


Figure 5. Répartition naturelle du Pin noir au Djurdjura (Asmani, 1993)

1.2.3. Ecologie et exigences

La signification écologique du pin noir est actuellement bien connue grâce, en particulier aux travaux de Debazac (1971) et Meddour (2010).

Du point de vue bioclimatique et altitudinal, les exigences du pin noir varient en fonction de ses sous-espèces. Il est toutefois globalement préférentiel de l'étage montagnard-méditerranéen. Les sous-espèces occidentales se révèlent les plus plastiques, puisque les populations nord-africaines, ibériques et corses occupent partiellement le supra méditerranéen en bioclimat humide. Du point de vue dynamique, le pin noir présente des situations variables. Au méso- et supra- méditerranéen, il peut constituer des formations de type paraclimacique et s'intégrer surtout dans les séries dynamiques des chênes caducifoliés et même localement des chênes sclérophylles. Au montagnard-méditerranéen, associé à diverses autres essences (cèdre, sapins méditerranéens surtout dans le Rif marocain), ses peuplements représentent des structures stables, sans doute proches de la végétation potentielle. Le pin noir constitue fréquemment la limite supérieure des forêts, notamment en Espagne, en Corse et en Grèce (Quézel et Medail, 2003).

Pour Quézel (1976), le pin noir au sens large n'est pas très exigeant du point de vue édaphique. Il se régénère facilement sur sol peu évolué. Le substrat ne semble pas jouer un rôle à priori déterminant, puisqu'en fonction des localisations, le pin noir est présent sur calcaire et dolomies (le plus souvent), sur roches éruptives (Corse et Taurus, Chypre) ou sur flyshs (Grèce méridionale) (Quézel et Medail, 2003).

La distribution de la grande majorité des stations primaires de *P. nigra* est en relation étroite avec les substrats magnésiens, soit dolomies ou calcaires dolomitiques, soit roches de la série ophiolitique (serpentes et gabros). Cette liaison à caractère chimique du substrat peut s'expliquer par une aptitude particulière de l'espèce à subsister sur des terrains magnésiens, alors que la plupart des espèces végétales s'accommodent mal à de telles conditions de nutrition (Debazac, 1971).

En Algérie et au Maroc, le pin noir évolue sur du substrat calcaire dolomitique (M'Hirit, 1982). Selon Benmouffok (1995) à Tigounatine, cette espèce se trouve sur des rendzines autochtones, riches en matière organique et repose sur des calcaires dolomitiques. L'une de ses sous-espèces, le Pin de Salzmann - en raison de sa résistance à la sécheresse - fait l'objet d'études, de la part de l'INRA de France, qui essaie de la valoriser dans le contexte du réchauffement climatique (Fady et al., 2008).

Le pin noir peut atteindre jusqu'à 30, voire 40 ou 50 m de hauteur (Isajev et *al.*, 2003). Pour le pin noir du Djurdjura, la hauteur varie entre 20 et 30 m et peut atteindre 45 m pour un tronc de 1,8 m de diamètre (Asmani, 1993).

La plasticité de l'ensemble des populations de *P. nigra* vis-à-vis des conditions climatiques est très grande. Elle lui permet de pousser en mélange avec les conifères de l'Europe moyenne et septentrionale (Debazac, 1971). Selon Quézel (1980), le pin noir fait preuve d'une plus grande plasticité écologique en Méditerranée orientale que dans la partie occidentale. Il caractérise préférentiellement l'étage montagnard méditerranéen (Quézel et Medail, 2003).

1.2.4. Importance économique

Du point de vue économique, le pin noir est l'un des conifères autochtones les plus importants dans le Sud de l'Europe (Isajev et *al.*, 2003). Il peut être employé avec succès dans une très grande variété de conditions écologiques (Debazac, 1971).

Du côté paysager, le pin noir constitue de très beaux peuplements, à branches fines, à tronc parfaitement droit et bien élagué. On l'utilise même dans les plantations urbaines. Aux États-Unis, le pin autrichien est principalement planté comme brise-vent, arbre de rue, et comme arbre ornemental. Sa grande valeur en tant qu'arbre de rue est en raison de sa résistance au brouillard salin. Il est utilisé dans le dégivrage des routes et les polluants industriels et sa tolérance intermédiaire à la sécheresse. Il est résistant aux dommages causés par la neige et la gelée (Van Haverbeke, 1990).

Les utilisations sylvicoles de ce pin sont surtout orientées pour la production de bois d'œuvre très apprécié en ébénisterie, la construction, le sciage, les poteaux, les charpentes, la pâte à papier, et l'extraction de la résine. Sa croissance juvénile est assez rapide. Le bois est durable et riche en résine, facile à travailler (Isajev et *al.*, 2003).

Le pin noir (*P. nigra*) est considéré par l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) comme une espèce de préoccupation mineure, car la large répartition et l'abondance de cette espèce la placent bien au-dessus d'une catégorie de menace et la seule sous-espèce menacée est *Pinus nigra* subsp. *dalmatica* (Farjon et Filer., 2013)

En Algérie, le Pin noir du Djurdjura (*P. nigra* subsp. *mauretana*), une essence forestière relique tertiaire, est réellement menacée d'extinction par au moins deux phénomènes directs : l'absence de régénération naturelle sur de longues périodes et les incendies répétés (Asmani, 2003 ; Meddour, 2010). Malgré sa situation au sein du Parc National du Djurdjura, sa mise en

réserve clôturée depuis des décennies et sa protection légale en Algérie (Journal officiel de la République Algérienne N° 03 du 18 janvier 2012), sa situation reste critique.

1.3. Chêne vert

Le genre *Quercus* est l'un des groupes d'arbres tempérés les plus diversifiés avec plus de 500 espèces réparties dans le monde entier (Mehrnia et al., 2013). Le genre *Quercus* est l'un des clades les plus importants d'angiospermes ligneux de la moitié Nord du globe en termes de diversité des espèces, de dominance écologique et de valeur économique (Wani et Hussain, 2017).

1.3.1. Position taxonomique

Le chêne vert (Fig. 6) appartient au règne végétal, à l'embranchement des Spermaphytes, au sous-embranchement des Angiospermes, à la classe des Dicotylédones, à l'ordre des Fagales ou Apétales, à la famille des Fagacées ou cupulifères, au genre *Quercus*.

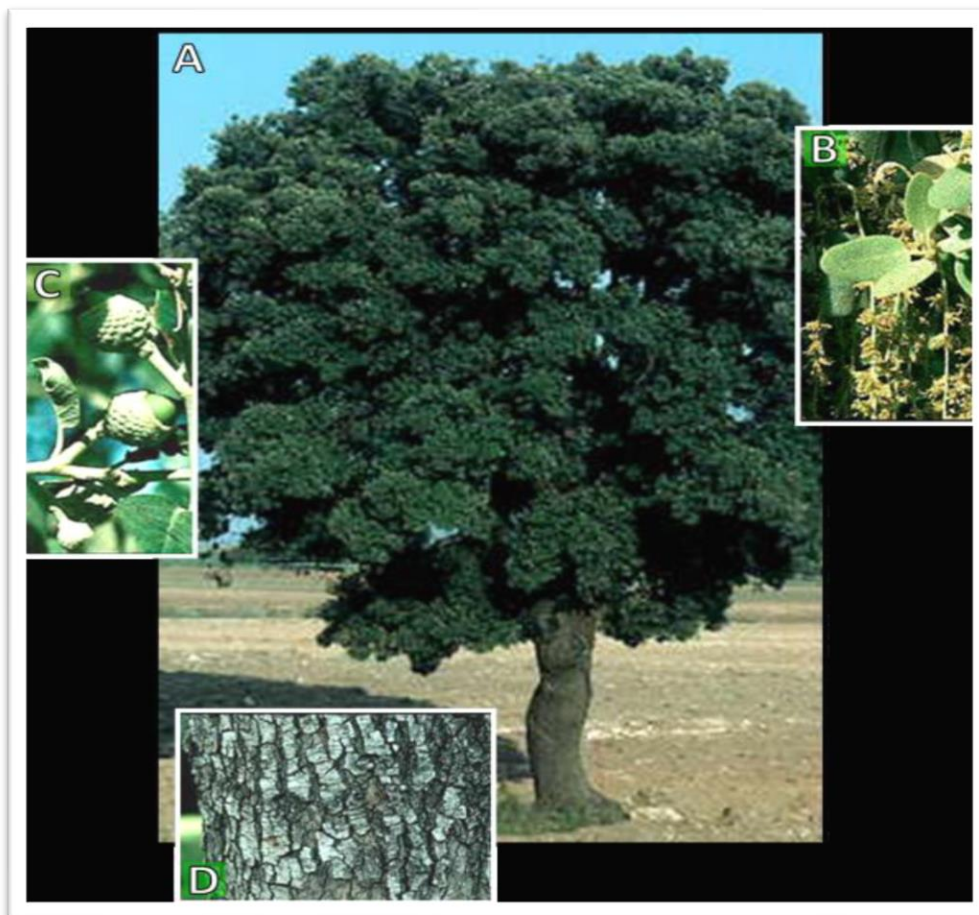


Figure 6. Aperçu d'ensemble du chêne vert (*Quercus ilex*) (Benia, 2010).
A : chêne vert sur pied, B : Fleurs (chatons), C : fruit (gland), D : écorce (tronc)

1.3.2. Répartition géographique

Le chêne vert est une espèce à vaste répartition que l'on trouve depuis l'Himalaya jusqu'en Grande Bretagne dont les formations les plus âgées se rencontrent en Asie centrale (Boudy, 1955). Il est l'essence la plus caractéristique de la région méditerranéenne : France méridionale, Espagne, Portugal, Italie, Grèce, et dans la région magrébine ; Maroc, Tunisie, Algérie (Quézel, 1976 ; Panaiotis et Riffard, 2017).

Q. ilex se trouve principalement dans la partie occidentale du bassin méditerranéen et voit son aire de distribution diminuée dans la partie centrale du bassin pour disparaître totalement dans la zone orientale.

La limite septentrionale de cette aire de distribution semble résulter de la concurrence avec des espèces mieux adaptées, plutôt que d'une inadaptation aux conditions climatiques, car l'amplitude écologique du chêne vert est très importante tant du point de vue climatique (thermique et hydrique) qu'édaphique (Barbero et al., 1992).

Au Maghreb, le chêne vert est assez répandu. Au Maroc, il occupe une superficie de 1 340 000 ha (Achhal, 1986). En Tunisie par contre, il est peu représenté, occupant une superficie de 80 000 ha. En Algérie, sa superficie potentielle est estimée à 1 807 000 ha (Barbero et al., 1990).

Le chêne vert est un élément typique des forêts algériennes semi-arides (Araba et al., 2014). Il se présente sous forme d'un arbre ou arbrisseau de 2 à 15 mètres. Il est assez bien représenté sur le versant Sud du massif du Djurdjura (900 m à 1400 m).

Dans le sous-secteur de la petite Kabylie, le chêne vert est supplanté par le chêne liège et le chêne zéen. Il reste dominant dans les monts de Tlemcen, Saida et Tiaret à partir de 900 m, et il redevient abondant dans les monts du Hodna, du Bélezma à côté de Batna et dans une partie des Aurès entre 1 300 et 1 800 m. Dans ces régions, son amplitude est en réalité plus vaste. Il est bien présent qu'à l'état buissonnant de 1 000 m à 2 200 m d'altitude (Abdessemed, 1984).

Le chêne vert représente dans l'étage semi-aride, le type xérophile de la chênaie verte localisée en Algérie dans les Aurès et les montagnes du Sud Oranais. Mais il connaît son plein développement en peuplant les massifs forestiers dans la partie occidentale de l'Algérie (Theniet El Had, Miliana, Tlemcen), au niveau de l'étage subhumide et humide (Fig. 7).

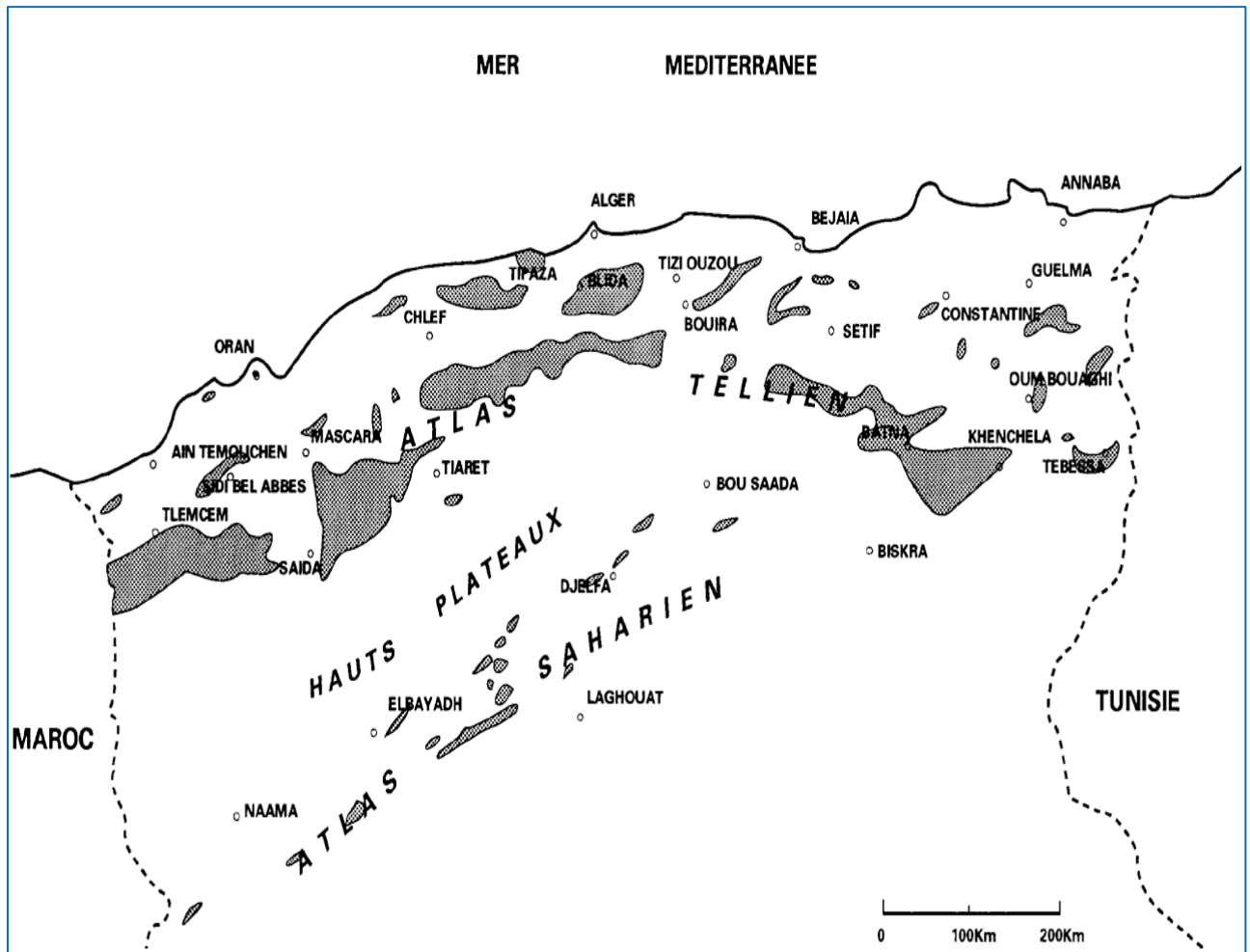


Figure 7. Aire de répartition du chêne vert en Algérie. Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques au 1/1 000 000 (Barry et al., 1976)

1.3.3. Ecologie et exigences

Le chêne vert est un arbre très robuste avec un tronc court et souvent tortueux, d'une grande plasticité qui s'accommode à différents types de climat. C'est un arbre de moyenne dimension, de 5 à 10 mètres de haut, mais qui peut atteindre 20 mètres en milieu humide et supporte autant les froids hivernaux que les grandes sécheresses estivales (Quézel et Barbero, 1987). *Q. ilex* est très plastique et se rencontre même sur des stations proches du Sahara où la pluviométrie est peu élevée (Barbero et al., 1981).

Il croît sur tous les types de sols (sauf engorgés en eau). Sa croissance est plus lente sur les sols calcaires (Panaiotis et Riffard, 2017). En effet en Algérie, on le rencontre sur grès, calcaire, marno-calcaire, dolomies et schistes. Il s'accommode à tous les types de substrat siliceux ou calcaire et de sols superficiels ou profonds. Cependant le chêne vert, comme les principales essences forestières, fuit les substrats mobiles et les sols hydromorphes (Achhal, 1979).

Barry et *al.* (1976) mentionnent le devenir du chêne vert en rapport avec l'étage bioclimatique qu'il occupe et précisent que dans l'étage subhumide, le chêne vert évolue vers le stade forêt, alors qu'il tend vers la steppe arborée dans l'étage semi-aride.

Selon Boudy (1952), la régénération du chêne vert est très lente et représente son principal handicap dans la concurrence avec les autres essences forestières. Mais, sa vitalité est remarquable du fait qu'il rejette des souches jusqu'à un âge très avancé. Sa longévité moyenne est de 200 à 300 ans et plus.

1.3.4. Importance économique

Excellent bois de chauffage, le chêne vert est largement exploité pour le marché intérieur mais aussi exporté vers la Sardaigne. La fabrication du charbon de bois est une activité qui se perpétue en Corse-du-Sud. La valorisation en menuiserie (parquet) serait envisageable par le développement de procédés industriels spécialisés et l'engagement des professionnels de la filière du bois (Panaiotis et Riffard, 2017).

Le chêne vert est largement utilisé dans les pays méditerranéens en médecine traditionnelle pour traiter la diarrhée, l'ulcère gastrique et les infections cutanées (Berahou et *al.*, 2007).

L'écorce des racines est utilisée pour soulager des troubles gastro-intestinaux. Dans certains cas, les glands sont inclus dans le régime alimentaire humain, notamment sous forme de farine, utilisée dans la fabrication de pain ou comme boisson de substitution au café après un processus de torréfaction (Vinha et *al.*, 2016). Les glands frais, séchés ou bouillis des chênaies sont aussi utilisés pour l'engraissement des ovins. De même, il a été observé que certains animaux sauvages faisaient des provisions de glands dans des trous qu'ils creusent dans le sol où ils viennent les chercher en hiver (Natividade, 1956). Meuret (1997) rapporte que les feuilles sont aussi utilisées et distribuées fraîches à des caprins au pâturage ou en parcours.

De plus, les aptitudes nutritionnelles de régimes à base de glands crus ou autoclavés entrepris sur le poulet de chair ont donné des résultats intéressants sur les performances zootechniques, les qualités nutritionnelles et diététiques des viandes blanches qui sont caractérisées par des carcasses maigres et un rendement à l'abattage acceptable (Bouderoua et *al.*, 2009).

Les plantes du genre *Quercus* sont dotées de propriétés thérapeutiques intéressantes liées à la présence de métabolites secondaires reconnus pour leurs effets biologiques. Les polyphénols sont parmi les métabolites secondaires connus pour leurs vertus préventifs et curatifs à la fois (Vinha et *al.*, 2016).

D'autre part, Charef et *al.* (2008) ont signalé que la composition en acides gras de l'huile de glands de *Quercus ilex* est similaire à celle de l'huile de *Pistacia lentiscus* et d'autres huiles végétales comestibles telles que celles de tournesol, de cacahuète, d'olive et d'avocat.

1.4. Chêne zéen

1.4.1. Place taxonomique

Le chêne zéen présente une difficulté d'identification systématique d'autant qu'il s'hybride facilement. Ce qui est dû à un polymorphisme foliaire extraordinaire (Maire, 1961).

D'après la classification scientifique de Quézel et Bonin (1980), le chêne zéen appartient à l'embranchement des Spermaphytes, au sous-embranchement des Angiospermes, à la classe des Dicotylédones, à l'ordre des fagales, à la famille des Fagacées, à la sous-famille des Quercinées et au genre *Quercus*.

La figure 8 illustre des pieds du chêne zéen dans la forêt de M'haga (Akfadou).



Figure 8. Le chêne zéen dans la forêt de M'haga (Abbassen, 2022)

1.4.2. Répartition géographique

Le chêne zéen se limite à la rive sud-occidentale du bassin méditerranéen, territoire ibéro-maghrébin (Achhal et *al.*, 1979). L'aire de distribution est localisée dans la péninsule ibérique

dans l'Est et le Sud d'Espagne, au Portugal, en Afrique du Nord, en Algérie, au Maroc et dans les montagnes Tunisiennes et quelque fois dans le Sud-Est de la France (Zulueta, 1980).

En Algérie, il forme de très belles futaies (Boudy, 1950), notamment en Kabylie (Ait Ghobri, Akfadou, Babors, Tamesguida, Kefrida et Tassentout), dans la région de Jijel (forêt de Guerrouch), à Annaba (forêt de l'Edough), à l'extrême Est (Djebel Ghora, El Kala et Souk-Ahras). De petits peuplements à l'état disséminé sont localisés dans la région de Ténès, à Teniet El Had, Cherchel, Chréa, Djurdjura, l'Aurès et le Hodna (Kaouane, 1987). Le chêne zéen occupe une place très importante couvrant 6 500 ha (Messaoudene et Tessier, 1991) (Fig. 9).



Figure 9. Répartition du chêne zéen en Algérie (Quézel, 1956)

1.4.3. Ecologie et exigences

Le chêne zéen est caducifolié pouvant atteindre plus de 30 m de hauteur et un diamètre allant de 1,30 à 2 m. Le chêne zéen est une espèce solide plus au moins couverte sur de grandes surfaces par un lichen qui permet de l'identifier à distance (Quézel et Bonnin, 1980).

Du point de vue écologique, le chêne zéen a des exigences très strictes et ne forme des peuplements que dans des stations humides à fortes quantités de précipitations. Il est par contre indifférent à la nature physico-chimique du sol. Son déterminisme est surtout bioclimatique (Achhal et *al.*, 1979). Il a une tendance marquée par l'envahissement des peuplements par

d'autres essences, notamment le chêne liège (Seigue, 1985), ce qui permet sa localisation surtout sur les hauteurs. Aux basses altitudes, on trouve le chêne zéen dans les dépressions cuvettes ou en tâches dans les ravins à bilan hydrique relativement favorable ou encore sur les versants exposés au Nord (Quézel, 1956).

Du point de vue édaphique, le chêne zéen semble indifférent à la nature physico-chimique du sol, prospère aussi bien sur le sol calcaire que siliceux. Toutefois, l'importance des peuplements augmente avec la profondeur des sols et la bonne aération, et il craint l'hydromorphie même temporaire (Messaoudene, 1989).

1.4.4. Importance économique

Le bois de chêne zéen est utilisé comme bois de chauffage (Babali, 2014). Il est employé aussi dans le domaine industriel, du fait de sa haute qualité de résistance aux chocs et de la haute adhérence de ses fibres. On trouve son usage dans des traverses de chemin de fer, carrosseries, crosse de fusil, tables, chaises, tamis et support, des poteaux de mine et des charpentes traditionnelles (Messaoudene, 1989 ; Louni, 1994).

1.5. Genévrier commun et genévrier oxycèdre

1.5.1. Position systématique

Le genre *Juniperus* est le plus diversifié des Cupressacées et le deuxième groupe le plus varié des conifères après le genre *Pinus*. La tribu des Junipérées ne comprend que le genre *Juniperus* L. (1753) (Debazac, 1991). Le genévrier est une gymnosperme appartenant à l'embranchement des Spermaphytes (Villar, 2011). Les espèces de ce genre sont des arbustes à feuilles persistantes ou de petits arbres (Calaciura et Spinelli, 2008).

Le genre *Juniperus* appartient au sous-embranchement des Gymnospermes, à la sous-famille Cupressoideae, à la famille des Cupressaceae, à l'ordre des Pinales. Il fait partie de la tribu des Junipereae et de la classe des Coniferopsida (Callen, 1976 ; Debazac, 1991).

En Algérie, le genévrier regroupe cinq (05) taxons : le genévrier de Phénicie ; *J. phoenicea* L., le genévrier thurifère ; *J. thurifera* L., le genévrier sabine ; *J. sabina* L., le genévrier commun ; *J. communis* L., et le genévrier oxycèdre ; *J. oxycedrus* L.

Dans cette étude, nous allons passer en revue seulement *J. communis* subsp. *hemisphaerica* et *J. oxycedrus* subsp. *rufescens* (Fig. 10).



Figure 10. (a) *J. communis* subsp. *hemisphaerica*. (b) *J. oxycedrus* subsp. *rufescens* dans la forêt de Tigounatine (Abbassen, 2022)

1.5.2. Répartition géographique

1.5.2.1. Genévrier commun

Le genévrier commun est parmi les gymnospermes largement distribués dans l'holarctique, s'étendant des montagnes circumméditerranéennes jusqu'à la toundra subarctique. Cette espèce montre une distribution nordique continue en Europe Centrale, mais les populations deviennent progressivement réduites en fragments dans les secteurs de haute montagne du Bassin méditerranéen (Garcia et *al.*, 2000).

Au Maroc, il est présent dans le Haut Rif calcaire, le Moyen Atlas oriental. En Algérie, il est abondant sur les crêtes du Djurdjura et plus rare dans les Aurès et les Babors, où il se situe à l'étage de la cédraie (Quézel et Gast, 1998). Cette espèce se développe également aux basses altitudes dans des terres de pâturage, des champs abandonnés, mais aussi dans les hautes altitudes, dans les zones subalpines en montagnes et dans les terres sèches en montagnes circumméditerranéennes (Garcia et *al.*, 2000).

1.5.2.2. Genévrier oxycèdre

Le genévrier oxycèdre est une espèce typique de la région méditerranéenne où elle représente un élément pionnier très dynamique, surtout en milieu forestier dégradé. Il se localise dans le Tell, associé essentiellement au chêne vert, au chêne-liège, voire au pin d'Alep présent sur les massifs montagneux où il est souvent abondant dans les chênaies (Quézel et Gast, 1998). C'est une essence que l'on trouve de Madère jusqu'au Caucase et en Iran septentrional (Maire, 1952).

1.5.3. Ecologie et les exigences des genévriers étudiés

1.5.3.1. Genévrier commun

Le genévrier commun est généralement associé à une végétation de zones dégradées ou en évolution (friches, landes, ou pelouses herbeuses) et est très résistant au gibier (Riou-Nivert, 2001).

Le genévrier commun peut atteindre des altitudes voisines de 2500 m et plus. En Algérie, il est rencontré à 1 800 m dans les Aurès et de 1 500 à 2 225 m au Djurdjura (Seigue, 1985).

Il est très rustique. C'est une essence de pleine lumière qui résiste très bien au froid et à la sécheresse, et qui admet les stations arides et ensoleillées (Riou-Nivert, 2001). C'est une espèce indicatrice d'une pluviométrie supérieure à 800 mm (Yahi, 2007). Cette espèce est typique des sols pauvres et des environnements durs (Garcia et *al.*, 2000). Elle est très frugale, indifférente

à la texture et à la nature du sol (de sableux à argilo-calcaire et marneux) (Callen, 1976). Elle supporte les sols carbonatés ou siliceux, secs ou humides, superficiels (Riou-Nivert, 2001), et croit sur les collines calcaires sèches, les friches, les landes (Callen, 1976). *J. communis* facilite l'installation des semis de cèdre par son effet protecteur (Derridj, 1990 ; Yahi, 2007).

1.5.3.2. Genévrier oxycèdre

Le genévrier oxycèdre est un petit arbre de 3 à 5 m de hauteur, peut atteindre exceptionnellement 15 à 20 m avec un système racinaire bien développé (Callen, 1976). Cette espèce comprend trois sous-espèces qui diffèrent selon leurs habitats, le diamètre des baies et la largeur des aiguilles (Klimko et al., 2004). Son aspect rappelle le genévrier commun mais il s'en distingue facilement par la couleur de ses fruits brun rougeâtres.

Le genévrier oxycèdre est une espèce typiquement de garrigue méditerranéenne, en moyenne altitude plutôt de 500 à 1000 m (Laszlo, 2000).

En Algérie, Quézel et Medail (2003) notent deux sous-espèces : la sous-espèce *rufescens* localisée en montagnes et la sous-espèce *macrocarpa* sur les dunes littorales.

Le genévrier oxycèdre exige beaucoup de lumière et de chaleur, et il résiste à la sécheresse et sensible au froid (Riou-Nivert, 2001). Il se développe dans les étages méso- et supra-méditerranéens, en bioclimat subhumide. Il peut apparaître très localement en bioclimat semi-aride où il arrive parfois à former des peuplements presque purs, notamment dans les vallées internes du Haut Atlas. Il colonise également les dunes littorales où il est représenté par un type particulier à gros fruits (*J. macrocarpa*) (Quézel et Gast, 1998).

Le genévrier oxycèdre est peu exigeant pour le sol, se localise surtout sur les sols calcaires (Quézel et Gast, 1998). Selon Seigue (1985), on le trouve sur tous les sols qui ne sont pas marécageux ; et il préfère les sols légers, caillouteux, même argileux et les sables. *J. oxycedrus* facilite aussi par son pouvoir protecteur l'installation des semis de cèdre favorisant ainsi la régénération de *C. atlantica* (Derridj, 1990 ; Yahi, 2007).

1.5.4. Importance économique

Le genévrier est utilisé pour le chauffage en tournerie, pour la production de manches d'outils, de couteaux, de bâtons de marche, de tuyaux et aussi en ébénisterie et en sculpture d'art imputrescible, et il est utilisé dans la fabrication de conduites d'eau, de piquets de poteaux, ainsi que de cercueils (Vanderweyen, 2002). Le genévrier est un sujet résistant et robuste face au gel de l'hiver, au stress hydrique dû aux faibles précipitations de l'été, aux sols superficiels et

aux pentes fortes et rocailleuses (Gauquelin et *al.*, 1999). Le genévrier commun a la capacité de permettre la réimplantation graduelle de la cédraie et du cortège floristique qui lui est inféodé. Au Djurdjura, *J. communis* subsp *hemisphaerica* joue le rôle d'espèce facilitatrice qui concurrence les espèces pionnières, qu'il élimine au fur et à mesure et favorise l'arrivée des espèces forestières caractéristiques du cortège floristique du cèdre (Yahi, 1988 et 2007 ; Derridj, 1990). L'huile essentielle des baies de genévrier est exceptionnelle et rare, d'une odeur plasmique, connue pour soulager les douleurs diverses et rhumatismales, les douleurs intestinales et aide dans les traitements diurétiques et dépuratifs, et elle est connue pour soutenir les défenses naturelles de l'individu, la régulation du système nerveux, un bon anti-inflammatoire et un antalgique (Garcia et *al.*, 2007).

Dans la médecine traditionnelle, l'huile de genévrier a été employée pour soulager l'inquiétude, la tension nerveuse et l'épuisement mental (Cioanca et *al.*, 2014). Les aiguilles et les baies de *J. communis* sont employées pour des infections urinaires telles que la cystite et l'urétrite ; pour des problèmes respiratoires tels que la bronchite, la colique et la toux ; aussi bien que les infections gastro-intestinales et les vers (Cabral et *al.*, 2012). Les expositions multiples à l'huile volatile de genévrier pourraient effectivement reconstituer l'affaiblissement de mémoire. Cette huile pourrait être une candidate potentielle pour davantage d'études précliniques pour le traitement de la maladie d'Alzheimer (Cioanca et *al.*, 2014).

2. Ordre des Coleoptera

2.1. Position systématique

Selon la classification traditionnelle établie par Lawrence et Newton (1995), les Coléoptères (Coleoptera) appartiennent au règne Animalia, au sous-règne Eumetazoa (Eumétazoaires), au phylum Arthropoda, au sous- phylum Hexapoda, à la classe Insecta et ordre des Coleoptera.

D'après Crowson (1955), l'ordre des Coleoptera se divise en quatre sous-ordres :

- **Adephaga** : possède cinq super-familles : Caraboidea, Rysodoidea, Haliploidea, Dytiscoidea et Gyrinoidea.
- **Polyphaga** : figure avec huit super-familles : Hydrophiloidea, Histeroidea, Staphylintoidea, Lucanoidea, Scarabaeoidea, Dascilloidea, Cantharoidea, Eucinoidea.
- **Archostemata** : représente la super-famille des Cupedoidea
- **Myxophaga** : contient la super-famille des Microsporoidea

Aberlenc et *al.* (2021) rapportent que parmi les Coléoptères, les quatre grandes lignées les plus riches en espèces sont les Caraboidea, les Staphylinidea, les Chrysomeloidea et les Curculionoidea.

2.2. Bref historique

Le plus vieux fossile complet d'insecte connu à ce jour est celui de *Strudiella* (Orthoptera), découvert en 2012 (CNRS /MNHN - Paris) dans la province de Namur (Belgique). Il date du Dévonien Supérieur soit environ -365 Millions d'Années (Ma). Les premiers insectes sont vraisemblablement apparus au Silurien supérieur, il y a environ -425 Ma, avec en premier lieu les formes aptérygotes (Tronquet, 2021).

Les premiers Coléoptères fossiles connus sont des Archos - temata du Permien inférieur (entre -295,5 et -298,9 Ma), avant l'apparition des plantes à fleurs (Ponomarenko, 1969). Il est cependant probable que leur origine soit plus ancienne et remonte au Carbonifère, vers -327 Ma (McKenna et *al.*, 2019).

Il existait déjà (au minimum) une centaine d'espèces de Coléoptères lors de l'apparition des premières plantes à fleurs. Ces dernières ont très certainement contribué à la spéciation du groupe et à son évolution. Par exemple, il est très probable que les Chrysomelidae aient été associés dès l'origine aux pseudo-fleurs fermées des Cycadoideales. Ce fut une des premières familles de Coléoptères à envahir les microsporophylles fermés des Cycadeoidea pour en extraire le pollen (Jolivet, 1997). Quelques rares espèces n'ont cependant pas évolué depuis le début de l'Oligocène, comme par exemple le Chrysomelidae *Plateumaris nitida* Germar, 1811, qui est resté inchangé depuis 30 millions d'années (Askevold, 1990). Plus de 95 % des familles actuelles de Coléoptères existaient avant la fin du Crétacé (McKenna et *al.*, 2019), il y a environ 70 Ma. Cela signifie que ces familles ont survécu au cataclysme qui marqua, il y a 66 Ma le passage du Mésozoïque au Cénozoïque, et qui entraîna la cinquième extinction.

2.3. Caractères généraux

Les Coléoptères constituent un clade immense, en matière de diversité spécifique, ils sont talonnés de près par les Acariens et dépassés par les Hyménoptères et les Diptères (Aberlenc et *al.*, 2021). Rothe (1980) annonce que cet ordre présente 300 000 espèces connues. Gaetan du Chatenet (1990) rapporte l'existence de 400 000 espèces de Coléoptères représentant 38 % des insectes connus. White (1998) transcrit la présence de 290 000 espèces de Coléoptères. Aberlenc et *al.*, (2021) signalent que plus de 360 000 espèces de Coléoptères sont décrites depuis les travaux de Linné en 1758, mais le nombre total est probablement d'environ un

million et demi. Quant à Tronquet (2021), il signale 350 000 espèces de Coléoptères connues à ce jour, représentant environ 40 % des insectes et 25 % des espèces animales de la planète.

D'après Delvare et Aberlenc (1989), les principales caractéristiques des Coléoptères sont les suivantes :

- Ils sont ailés (Pterygotes) : (02) deux ailes postérieures membraneuses et (02) deux ailes antérieures sclérifiées formant des étuis cornés, coriaces appelées élytres. C'est la principale originalité de l'ordre, et c'est de là que leur vient le nom de Coléoptère (*coleos* signifiant étui). Quelques transformations adaptatives concernent quelques familles (les Vesperidae et les Cebionidae dont les femelles possèdent des élytres plus ou moins atrophiés), ou quelques genres (les femelles de *Lampyrus*, *Pachypus* ou *Rhipidius* sont totalement aptères).

- Les Coléoptères sont dotés d'un appareil buccal de type broyeur, autant chez les larves que chez les adultes.
- Ils présentent un développement de type holométabole.

2.4. Morphologie

À l'instar des Hyménoptères et des Diptères, les Coléoptères font preuve d'une plasticité morphologique et biologique incomparable, et ils ont peuplé tous les habitats terrestres et la totalité des terres émergées (Aberlenc et *al.*, 2021)

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 (Delvare et Aberlenc, 1989 ; White, 1998 ; Delwaide et Thierin, 2009) (Fig. 11)

2.4.1. 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 les mandibules, les palpes maxillaires et labiaux. 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 ; Delwaide et Thierin, 2009).

Les palpes maxillaires sont généralement constituées de quatre articles : le premier étant très court, le deuxième très allongé, les derniers de longueur et de forme très variables (Fig. 12).

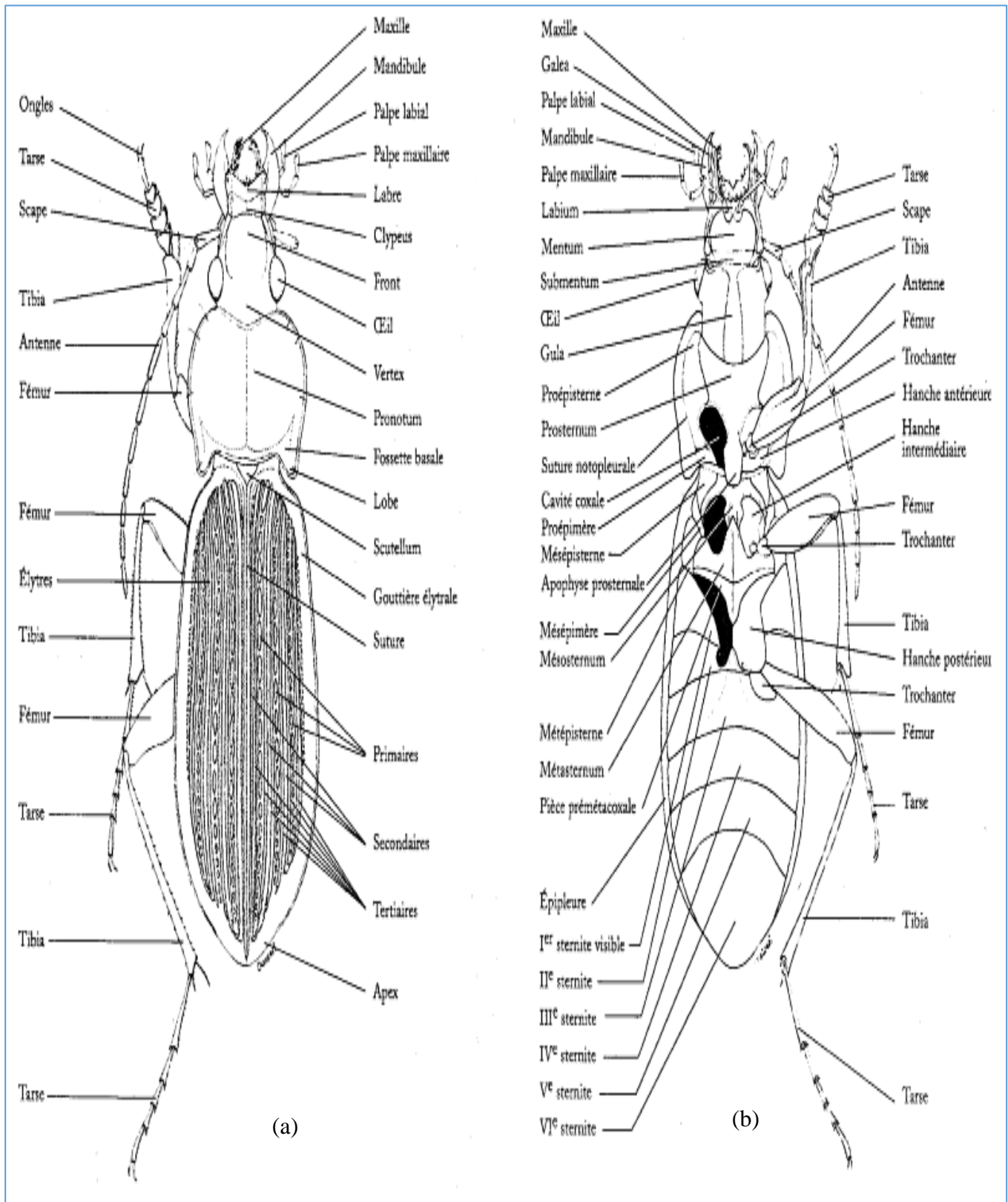


Figure 11. Morphologie externe d'un Coléoptère (Du Chatenet, 2005) (a) Face dorsale, (b) Face ventrale

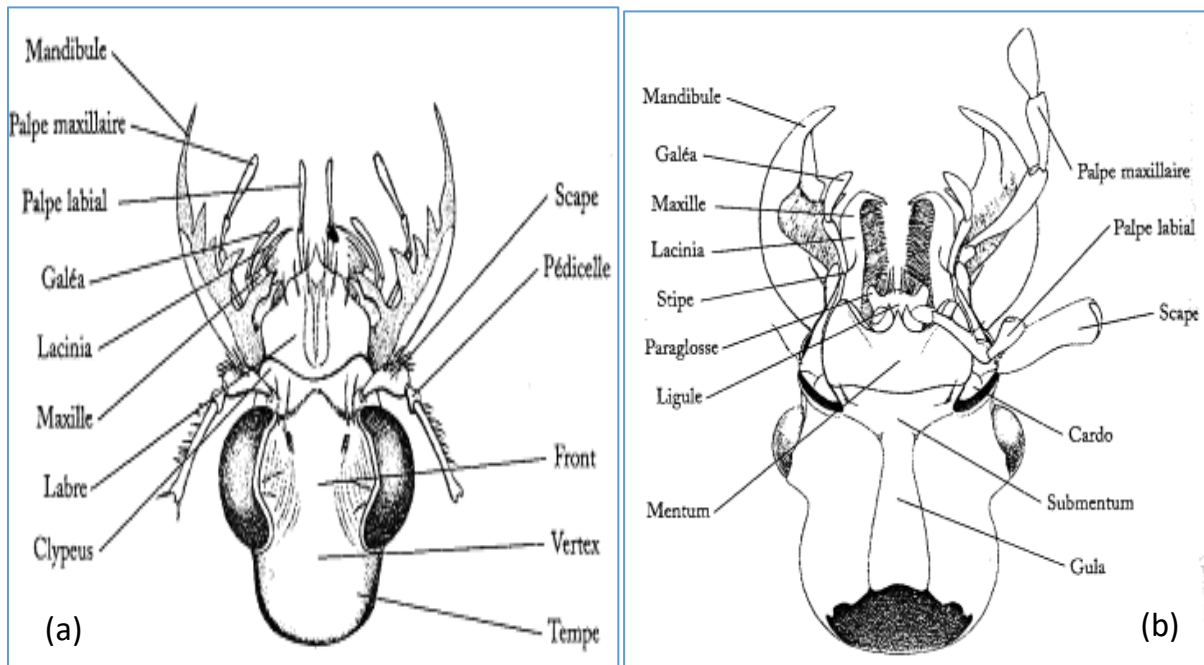


Figure 12. Morphologie externe de la tête d'un Coléoptère (Du Chatenet, 2005)
 (a) Tête de *Cicindella silvatica*, vue de dessus (b) Tête de *Carabus monilis*, vue de dessous

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 (Delwaide et Thierin, 2009).

Les antennes des Coléoptères sont insérées sur le côté du front entre les yeux. Elles servent principalement à l'odorat, le goût et le toucher. Dans certains groupes, et notamment chez les Coléoptères aquatiques, elles aident à faire circuler l'air sous le corps pour la respiration, chez d'autres Coléoptères, elles servent à maintenir leur équilibre.

Les antennes sont un critère d'identification des familles de Coléoptères (Rothe, 1980). Chez la plupart des Coléoptères, chaque antenne est constituée de 11 segments. Chez quelques espèces, une antenne est constituée de moins de segments, et chez d'autres, de plus de 11 (White, 1998).

Les types d'antennes les plus courants des Coléoptères sont illustrés dans la Figure 13.

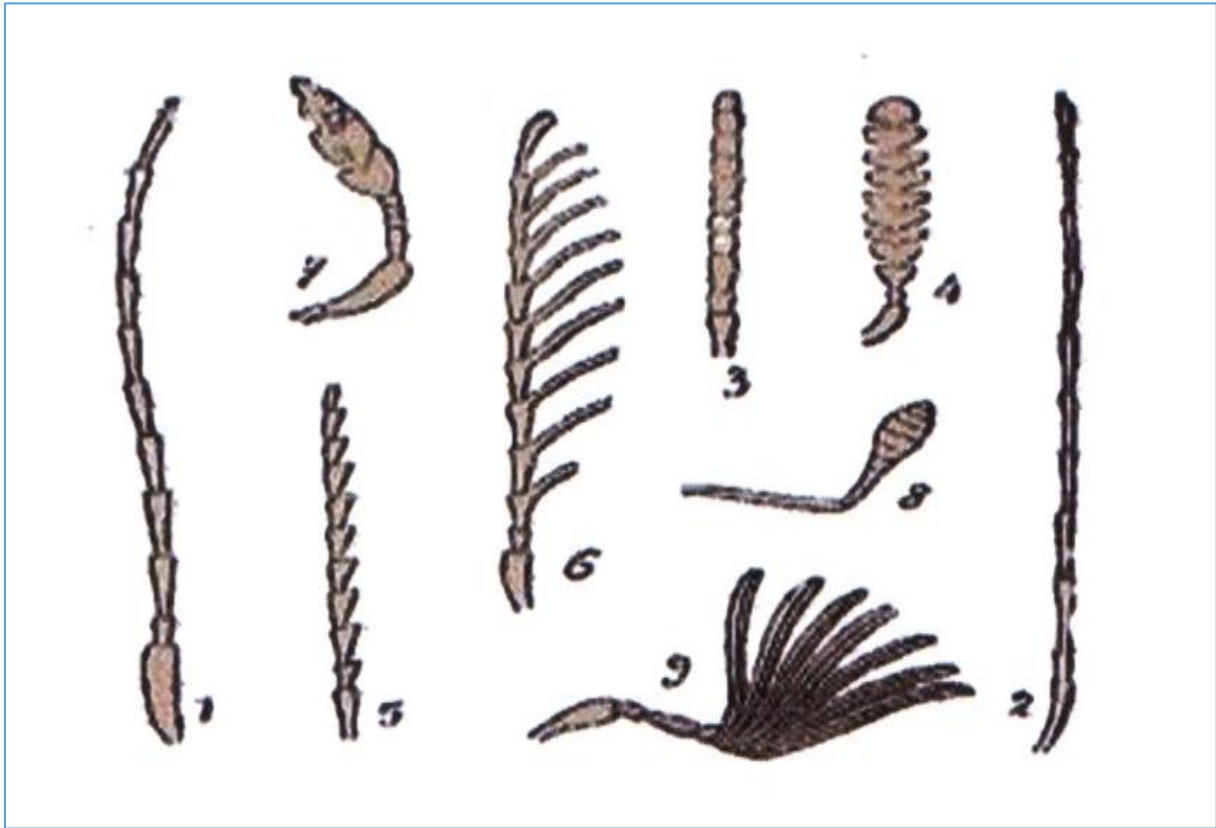


Figure 13. Types d'antennes chez les Coléoptères (Perrier, 1977) – 1 : filiforme (*Carabus auratus*) ; 2 : sétacée (*Dyticus marginalis*) ; 3 : moniliforme (*Tenebrio molitor*) ; 4 : perfoliée (*Diaperis boleti*) ; 5 : serriforme ou en scie (*Buprestis mariana*) ; 6 : pectinée (*Corymbites pectinicornis*) ; 7 : claviforme ou en massue (*Hydrophilus piceus*) ; 8 : géniculée (*Otiorrhynchus ligustici*) ; 9 : à massue lamellée (*Melolontha vulgaris* mâle)

2.4.2. Thorax

Le thorax, situé entre la tête et l'abdomen, comprend trois parties distinctes : le prothorax, le mésothorax et le métathorax (Delwaide et Thierin, 2009).

Le prothorax porte la paire de pattes antérieures. La face dorsale du prothorax, le pronotum, est séparée 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. Le métathorax porte les pattes postérieures et les ailes membraneuses.

a) Elytres et ailes

Les ailes antérieures sont durcies en élytres et forment un étui recouvrant les ailes postérieures ainsi que l'abdomen. Les élytres se juxtaposent mais ne se recouvrent pas au repos. Les ailes postérieures sont membraneuses et elles sont utilisées pour le vol et repliées au repos (Delvare

et Aberlenc, 1989) (Fig. 14). Les élytres 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).

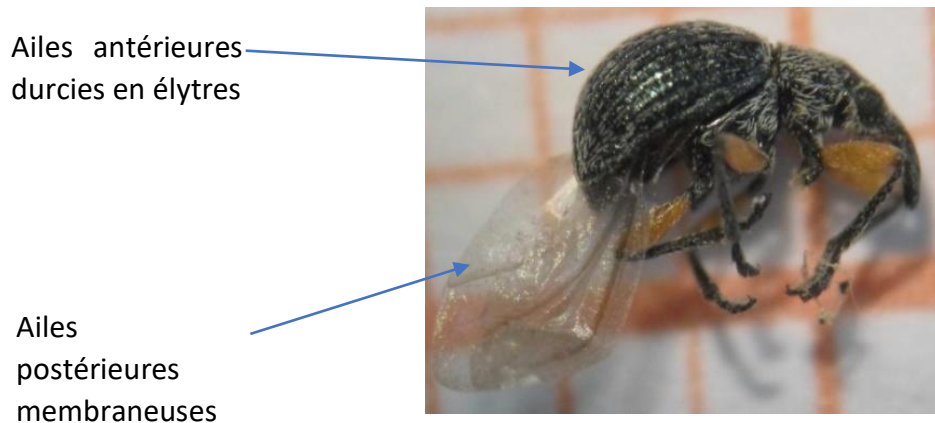


Figure 14. Elytre et aile membraneuse d'un Coléoptère (*Apion apricans*) (Abbassen, 2022)

b) Pattes

La patte d'un Coléoptère est représentée successivement 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 (Fig. 15).

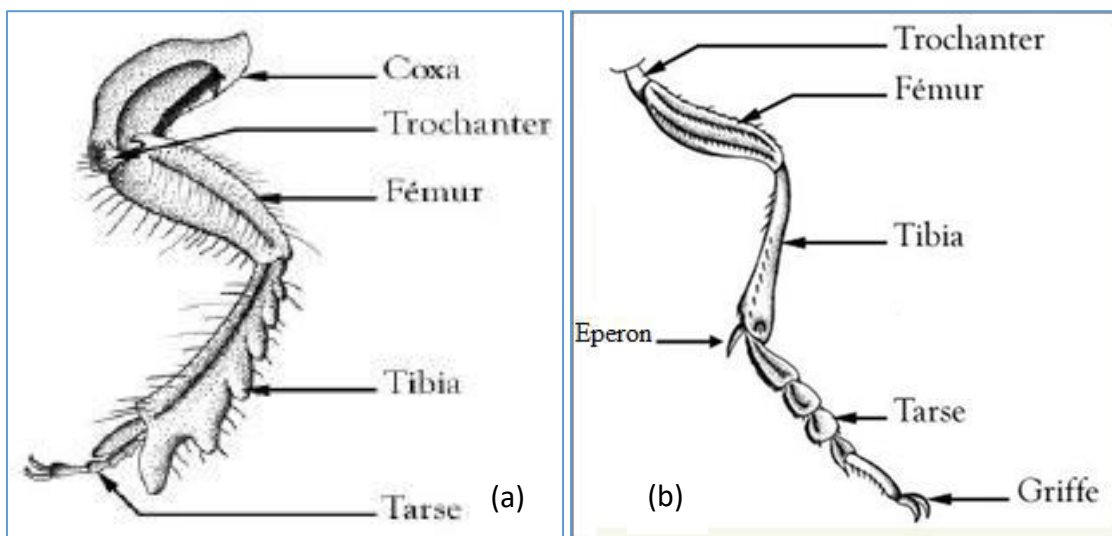


Fig. 15. Patte d'un Coléoptère : (a) Patte fousseuse de Bousier (b) Patte de Carabidé : 1ère paire

2.4.3. Abdomen

L'abdomen comprend 10 segments chez les deux sexes. Toutefois, le premier segment est atrophié ou très réduit, et le segment IX complètement invaginé. Chaque segment se compose d'un arceau dorsal, le tergite, et d'un arceau ventral, le sternite. 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 (Delvare et Aberlenc, 1989).

2.5. Reproduction

La reproduction des Coléoptères est sexuée et s'accomplit au stade adulte. Les femelles de quelques rares Coléoptères, comme par exemple les *Platerodrilus sp.* (Lycidae) demeurent des larves toute leur vie et se reproduisent au stade larvaire (pédogenèse), tandis que leurs mâles se développent jusqu'au stade adulte ailé. Il existe des cas exceptionnels de parthénogenèse thélytoque (œufs diploïdes pouvant se développer sans fécondation et ne donnant que des descendants femelles) (Aberlenc et al., 2021).

Les Coléoptères sont le plus souvent ovipares : selon les espèces, la femelle pond entre un seul et des milliers d'œufs. Quelques rares espèces sont vivipares, les femelles donnent directement naissance à des larves, comme par exemple chez certains Tenebrionidae et Chrysomelidae (Aberlenc et al., 2021).

Une génération par an est typique des Coléoptères, mais certains, notamment dans le Sud des États-Unis, peuvent avoir 2 ou 3 générations, ou plus. Les Coléoptères passent l'hiver en état de dormance ; le stade d'hivernation est le plus souvent la larve ou la nymphe, mais chez certaines espèces, il peut s'agir de l'adulte ou même de l'œuf.

Une période de dormance à basse température peut être essentielle à la poursuite du développement. Certaines espèces vivant dans les climats nordiques ne termineront pas une génération sans être exposées à de basses températures (White, 1998).

2.6. Cycle de vie

Les Coléoptères évoluèrent en accentuant l'invagination des derniers segments abdominaux et par le durcissement des élytres qui recouvrent l'arrière du corps. L'optimisation de leur protection contre les prédateurs par cette « stratégie de la tortue » ou « stratégie du cuirassage » fut très probablement un atout sélectif (Deuve, 1993).

La mégadiversité des Coléoptères résulte de multiples facteurs, parmi lesquels cette stratégie du cuirassage a un faible taux d'extinction des lignées au cours d'une longue histoire évolutive (Aberlenc et *al.*, 2021).

Les Coléoptères sont des insectes holométaboles (Rothe, 1980 ; Delvare et Aberlenc, 1989 ; Aberlenc et *al.*, 2021). Le développement embryonnaire se déroule dans l'œuf et les métamorphoses constituent la phase de développement post-embryonnaire (Aberlenc et *al.*, 2021). Ils présentent la forme la plus avancée de métamorphose, et un stade larvaire tout à fait différent du stade adulte, avec un stade nymphal bien différencié (Delvare et Aberlenc, 1989 ; Aberlenc et *al.*, 2021). Ils présentent 4 stades très distincts : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte (White, 1998) (Fig. 16).

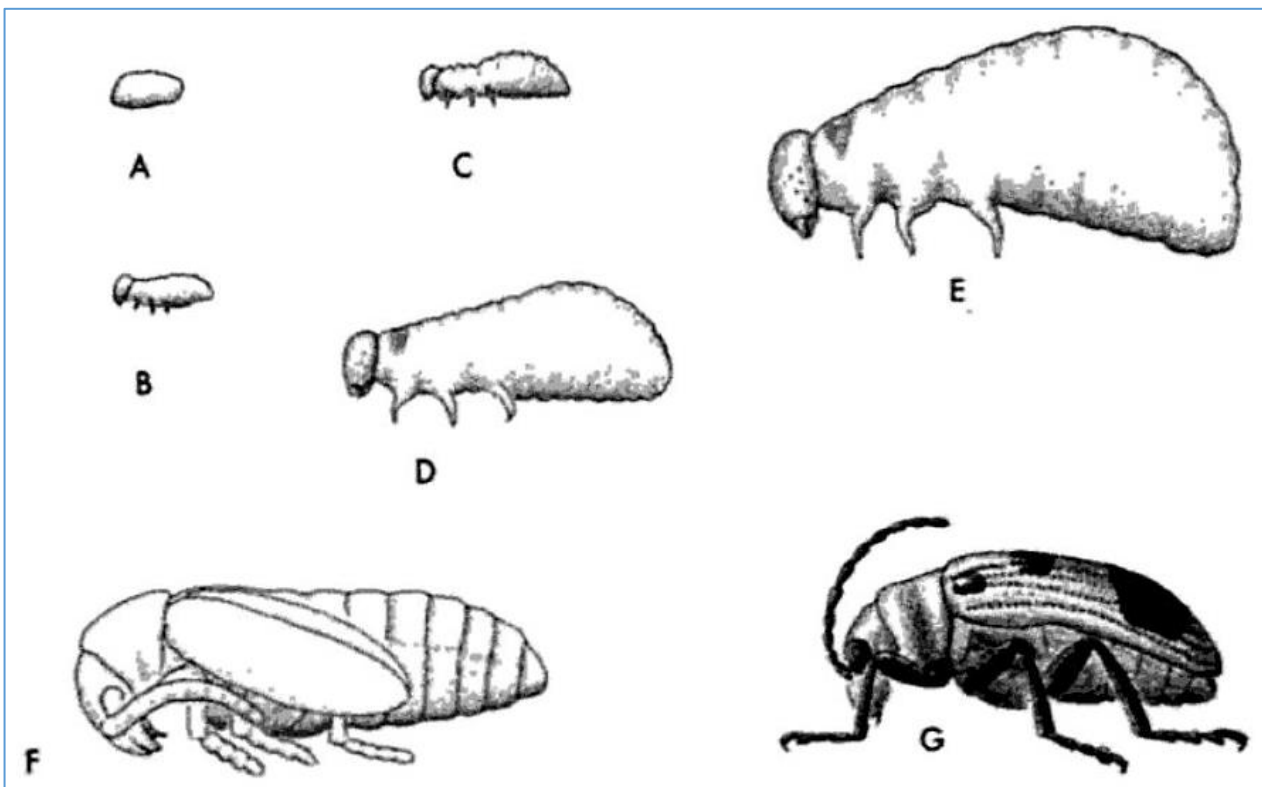


Figure 16. Stades de développement des Coléoptères (White, 1998). A : œuf ; B-E : Stades larvaires, F : Nymphe, G : Adulte

2.6.1. Œuf

Les œufs se développent dans les ovaires de la femelle et sont pondus dans un endroit abrité où les larves auront de la nourriture et des conditions favorables à leur développement. Ils peuvent être pondus individuellement ou en masse. L'éclosion se produit généralement après plusieurs

jours. La femelle poursuit presque toujours son chemin après la ponte et laisse les larves se débrouiller seules (White, 1998).

2.6.2. Larve

Lorsque les œufs éclosent, un stade vermiforme appelé larve émerge. Les larves ont une biologie très différente de celle de l'adulte (Delvare et Aberlenc, 1989). La plupart ont des yeux simples (ocelles) et d'autres peuvent en être totalement dépourvues (White, 1998).

Les stades larvaires des Coléoptères sont en général mobiles. La larve s'alimente souvent avec une grande voracité, sauf dans de rares exceptions. Le nombre de mues larvaires est variable selon les espèces. En général, on compte une à quatre mues chez certaines familles et dans d'autre cas, elles peuvent aller jusqu'à la larve du 9^{ème} stade. La larve a une vie plus longue que l'adulte, parfois plusieurs semaines, en général plusieurs mois, ou même une ou plusieurs années (Aberlenc et *al.*, 2021).

Quatre grands types morphologiques de larves caractérisent les Coléoptères : campodéiformes, apodes, mélolonthoïdes et vermiformes (Tronquet, 2021).

Mais au-delà des types de larves mentionnées ci-dessus et illustrées dans la figure 17, les variations sont nombreuses dès lors que des adaptations à une biologie particulière soient présentes (Tronquet, 2021).

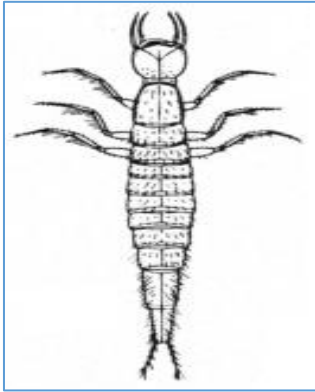
2.6.2.1. Larves campodéiformes

Les larves ont la forme d'un Diploure (Campodea) avec des pattes fonctionnelles bien développées et un tégument dur. Trois groupes de larves de ce type se distinguent parmi les Coléoptères : Caraboïdien, Dytiscidien et Staphyloïdien. Mais les variations et adaptations autour de ce type sont nombreuses (Tronquet, 2021). Elles sont mobiles et souvent prédatrices. Elles sont soit aquatiques comme par exemple celles des Dytiscidae (Fig. 17a), soit terrestres comme par exemple celles des Carabidae, des Cicindelidae (Fig. 17b), des Staphylinidae, des Coccinellidae, etc... (Aberlenc et *al.*, 2021).

Selon ces derniers auteurs, les larves du premier stade des Méloïdes, dites triongulins, sont de type campodéiforme. Les triongulins sont des larves très actives et très mobiles, qui partent à la recherche d'un hôte.

Chez certaines espèces, les triongulins attendent en groupe les abeilles sensu lato (Hymenoptera, Apoidea) sur les fleurs en les attirant par des substances sémiocchimiques et/ou en mimant collectivement la forme des femelles pour attirer des mâles. Les triongulins

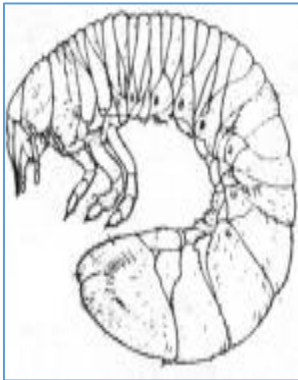
s'agrippent à l'abeille qui les amène dans son nid où ils muent en larves de second stade qui se nourrissent du couvain ou sont nourries par les ouvrières.



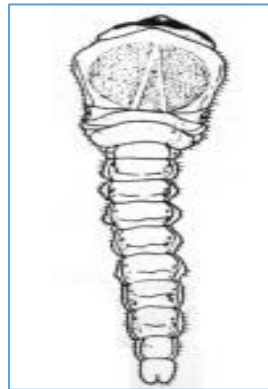
(a) Larve campodéiforme aquatique.
(*Hydaticus transversalis*, Dytiscidae)



(b) Larve campodéiforme terrestre.
(*Cicindela campestris*, Cicindelidae)



(c) Larve mélolonthoïde
(*Anomala* sp. Scarabaeidae)



(d) Larve apode
(*Chrysobothris* sp. Buprestidae)



(e) Larve "fil de fer"
(*Elater* sp. Elateridae)

Figure 17. Types de larves des Coléoptères (Paulian, 1990)

2.6.2.2. Larves scarabéiformes ou mélolonthoïdes

Elles sont caractérisées par un abdomen dont l'extrémité dilatée forme la « panse rectale » des « vers blancs ». Elles correspondent aux larves des Scarabaeoidea : Lucanes, Bousiers, Hanneçons, Dynastes, Cétoines, etc.. Les larves sont fouisseuses, aveugles, et se déplacent en rampant sur le dos. Les pattes peuvent prendre une part active au déplacement (Hanneçons) ou ne jouer aucun rôle dans la reptation (Cétoines). Leur régime est saproxylophage (larves de Cétoines exploitant les cavités d'arbres, le bois mort et le compost) ou phytophage (larves de Hanneçons se nourrissant de racines), ou encore coprophage (larves des Bousiers), parfois même nécrophage (Aberlenc et *al.*, 2021) (Fig. 17c).

2.6.2.3. Larves apodes

La larve sans patte est typiquement la larve des Diptères (asticot) et des Hyménoptères. Ce type de larve se retrouve dans quelques cas chez les Coléoptères : Curculionidae, Buprestidae, Cerambycidae (Tronquet, 2021) (Fig. 17d).

2.6.2.4. Larves vermiformes oligopodes

Les larves ressemblent à des chenilles, des vers à peau nue, Ce type correspond aux larves "fil de fer" que l'on trouve chez certains Elateridae et Tenebrionidae (Tronquet, 2021). Elles sont caractérisées par la réduction ou la disparition des pattes. Les larves de certaines familles, comme les Tenebrionidae, les Ptilodactylidae ou les Ptinidae Anobiinae sont pourvues de pattes très courtes, tandis que d'autres sont complètement apodes, comme par exemple les larves xylophages des Buprestidae, des Cerambycidae, ou les larves phytophages des Curculionoidea (Aberlenc et *al.*, 2021) (Fig. 17e).

2.6.3. Nymphe

La larve se transforme au cours d'une dernière mue en une nymphe immobile (sauf quelques mouvements de l'abdomen) et ne s'alimente pas (White, 1998 ; Aberlenc et *al.*, 2021) (Fig. 18). Cette quasi-immobilité rend la fuite et la défense impossibles, entraînant une vulnérabilité certaine. C'est pourquoi les nymphes sont souvent protégées soit dans une coque, soit dans une cavité aménagée par la larve dans son substrat avant son ultime mue (Aberlenc et *al.*, 2021).

La nymphe, par sa forme, annonce déjà celle de l'adulte à venir, les fourreaux des futures antennes, des futures pattes, des futurs élytres et des futures ailes membraneuses étant repliés sous le corps. Les organes internes de la larve sont détruits tandis que ceux de l'adulte se construisent peu à peu (Aberlenc et *al.*, 2021). De même, les tissus larvaires se décomposent pour former des structures adultes (White, 1998).

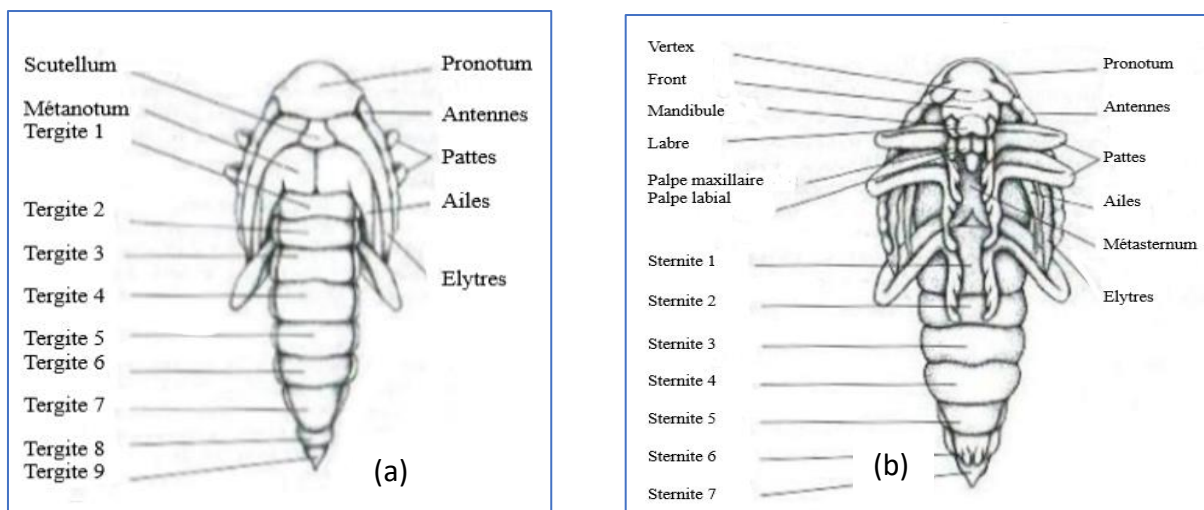


Figure 18. Nymphe de longicorne (Du Chatenet, 2005) : (a) face dorsale (b) face ventrale

2.6.4. Adulte

L'imago émerge de la nymphe au cours d'une ultime métamorphose. Après s'être dépouillé de l'exuvie nymphale, l'adulte doit déployer ses élytres et ses ailes (qui sont au départ de taille réduite et repliées en face ventrale dans d'étroits fourreaux) en y injectant de l'hémolymphe sous pression. Après l'émergence, le tégument est encore mou et n'a pas sa coloration définitive.

Selon les espèces, il faut plusieurs heures, plusieurs jours ou plusieurs semaines pour la maturation définitive de l'exosquelette, qui peu à peu se durcit (sclérisation) et acquiert sa coloration définitive (pigmentation). L'adulte est sexué et (généralement) ailé et il ne grandit plus (autrement dit, il ne peut plus muer) (Aberlenc et *al.*, 2021) (Fig. 19).

Celui-ci mène une courte vie aérienne (en général quelques jours, quelques semaines ou quelques mois). Il existe des exceptions : par exemple, certaines espèces de Carabes, de Bousiers, de Cétoines, de Leiodidae cavernicoles et de Ténébrionides peuvent vivre une ou plusieurs années au stade imaginal. Certains Brachyceridae de milieux arides sud-africains ont été maintenus en élevage près de 20 ans (Aberlenc et *al.*, 2021).

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. Dans la plupart des cas, l'adulte meurt dès qu'il s'est reproduit.

Certains adultes ne se nourrissent pas et survivent grâce aux réserves accumulées dans leur corps par la larve. D'autres 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 (Ślipinski, 2007).



Figure 19. Adulte de *Notiophilus biguttatus* dans la forêt de M'haga (Abbassen, 2022)

2.7. Habitats

Les Coléoptères ont peuplé la totalité des habitats des terres émergées, sous tous les climats, toutes les latitudes et toutes les altitudes, en surface comme dans les milieux souterrains, sur la terre ferme et dans les eaux douces. Comme l'immense majorité des insectes, ils sont absents du milieu marin (Aberlenc et *al.*, 2021). Les habitats les plus typiques des coléoptères sont illustrés dans le tableau suivant (Tronquet, 2021).

Tableau 2. Habitats les plus typiques des Coléoptères (Tronquet, 2021).

Classification des habitats de l'Union Européenne "CORINE Biotopes" (extraits)		Exemples d'habitats plus précis ou de "micro habitats"
Habitats littoraux et halophiles	Marais et prés salés, dunes et plages, falaises littorales.	Collet des végétaux, racines de plantes halophiles, laisses de crues
Milieux aquatiques non marins (eau douce, limnique..)	Lagunes, eaux douces courantes (ruisseaux, torrents, rivières, etc.) ou stagnantes (lacs, étangs, bras morts), eaux saumâtres et salées.	Végétation des berges, de surface ou herbiers, sources hydrothermales, bancs de sédiments, zone d'aspersion des berges de rivières, mares temporaires méditerranéennes.
Landes, fruticées et prairies	Landes sèches, humides, sub-montagnardes ou alpines, matorral, maquis, garrigues, prairies sèches, prairies humides, pelouses sèches calcaires, pelouses mésophiles, pelouses alpines, mégaphorbiaies, etc.	Sur ou dans les végétaux, parfois sous les écorces, dans les fruits et graines ou au collet des plantes. Milieu édaphique : litière, matières organiques en décomposition (le micro-habitat des insectes coprophages est à la fois leur source de nourriture et leur milieu de vie), sol et annexes du sol.
Forêts	Hêtraies, Chênaie, Charmaie, Frênaie et autres bois caducifoliés mixtes. Sapinière, pessière, forêt de Mélèze, de Pin à crochet, de Pin sylvestre, bois de Pins méditerranéens. Forêt mixte, forêt riveraine.	Arbres morts sur pied ou couchés, cavités des arbres contenant du terreau. Nids d'oiseaux, de petits mammifères ou d'insectes sociaux. Champignons.
Tourbières et marais	Tourbière haute, tourbières de transition, bas-marais acide ou alcalin, sansouires, roselières : typhaies, phragmitaies, cariçaies...	Un petit nombre d'espèces phytophages sont souvent spécialisés pour vivre au dépend des plantes elles-mêmes adaptées à ces milieux.
Rochers continentaux, éboulis et sables	Éboulis siliceux, calcaires, falaises continentales, névés, cavités.	Le dessous des pierres, le Milieu Souterrain Superficiel (MMS), grottes, avens, nids et terriers de vertébrés.
Terres agricoles et paysages artificiels	Prairies, cultures, vergers, bosquets, plantations, haies, parcs, friches,	Tous les habitats cités plus hauts peuvent se retrouver dans les milieux anthropisés mais de façon très morcelée. Quelques espèces profitent des ressources alimentaires liées à l'agriculture, à l'élevage ou aux denrées entreposées.

2.8. Régime alimentaire

Les principaux régimes alimentaires des Coléoptères sont illustrés dans le tableau suivant.

Tableau 3. Principaux régimes alimentaires des Coléoptères (Tronquet, 2021).

Régime alimentaire	Commentaires
Phytophages au sens strict	Ils se nourrissent des différentes parties vivantes ou fraîchement mortes de végétaux. Les Coléoptères floricoles participent grandement à la fonction de pollinisation.
Nectarivore ou polliniphage	
Phyllophage	
Radiciphage	
Xylophage	
Corticiphage	
Cambiophage	
Xylémophage	Ces insectes sont d'une importance capitale dans le fonctionnement des écosystèmes en assurant le recyclage des matières organiques végétales et animales mortes.
Saprophage ou détritivore	
Saproxylophage	
Coprophage	
Nécrophage	Consomment le mycélium ou les carpophores des champignons.
Mycétophage	
Carnivore ou zoophage	Ces insectes consomment d'autres animaux. On distingue des chasseurs actifs, à l'affût et des piégeurs

2.9. Importance de l'ordre

Le plus petit Coléoptère connu est un Ptiliidae néotropical : *Scydosella musawasensis* Hall, 1999, qui ne mesure que 0,325 mm (Polilov, 2016). Les Coléoptères les plus grands (par la longueur du corps) sont néotropicaux : ce sont d'une part le fameux Longicorne Prionien *Titanus giganteus* (Linné, 1771), dont les plus grands exemplaires connus atteignent 17,5 cm et d'autre part le non moins célèbre Dynastide *Dynastes hercules* (Linné, 1758), dont les plus longs mâles atteignent 22,5 cm. Les Coléoptères dont les plus grands individus les plus volumineux et les plus lourds sont les énormes Dynastides néotropicaux du genre *Megasoma*, et les magnifiques Cétoines afrotropicales du genre *Goliathus* (Aberlenc et al., 2021).

Sur le plan de leur importance économique, il existe de nombreuses espèces nuisibles. Les phytophages se nourrissant essentiellement de plantes et causent chaque année des millions de dollars de dommages aux cultures, aux arbres et au bois. Certains Coléoptères ravageurs endommagent une variété d'aliments entreposés, y compris les viandes, les produits laitiers, la farine, les céréales, les grains entreposés, les noix et les fruits (White, 1998).

Beaucoup d'autres Coléoptères prédateurs (Carabidae, Staphylinidae, etc...) sont de remarquables auxiliaires des cultures en protection (Balachowsky, 1962, 1963), et ils participent à l'élimination des ravageurs (Delvare et Aberlenc, 1989). En fait, à côté de la lutte

intégrée, la lutte biologique (conservative, classique ou augmentative) a heureusement tendance à être de plus en plus reconnue comme une alternative aux traitements chimiques avec des pesticides de synthèse dont les impacts sur la santé humaine et sur la biodiversité sont catastrophiques (Bessou et *al.*, 2017). Certaines espèces sont élevées dans la perspective d'une utilisation en lutte biologique, et mêmes elles sont introduites dans d'autres pays pour limiter la pullulation des ravageurs (cas de *Copris hispanus* introduit en Australie pour éviter la pullulation de la mouche *Musca vetustissima*) (Delvare et Aberlenc, 1989).

Quant aux Coléoptères coprophages (Scarabaeinae), ils participent au recyclage de la matière organique. L'absence de ce type d'espèces entraîne une accumulation de déjection en surface des parcours, ce qui a pour conséquence la perte des surfaces importantes pour les éleveurs (Cambefort, 1994). Les Coléoptères saproxyliques participent à la dégradation du bois mort en forêt (Brustel et Savoie., 2011). De plus, en termes de richesse spécifique, l'ordre des Coléoptères est de loin le mieux représenté parmi les organismes saproxyliques (Speight, 1989). Les Coléoptères sont parfois présentés comme indicateurs de la qualité des forêts. À ce sujet, Speight (1989) cite deux espèces de Carabidae (*Chrysocarabus auronitens* et *Chaetocarabus intricatus*).

2.10. Principales familles

2.10.1. Carabidae

Les Carabidae constituent l'une des familles la plus diversifiée et la plus étudiée (Holland, 2002), ils sont les mieux connus taxonomiquement et écologiquement (Avgin et Luff, 2010). A l'échelle mondiale, cette famille est la troisième grande famille des Coléoptères après les Curculionidae et les Staphylinidae. Balachowsky (1962) cite près de 25 000 espèces dans le monde, tandis qu'une diversité de 40 000 espèces de Carabidae est décrite par Lövei et Sunderland (1996) et Bouget (2001).

Cette diversité concerne surtout les zones tempérées, car peu d'études sont effectuées dans l'hémisphère Sud (New, 1998). Lövei et Sunderland (1996) rapportent que les carabes sont distribués sur de vastes étendues géographiques et habitent toute la majorité des habitats, à l'exception des parties les plus sèches des déserts.

Les carabes ont été largement utilisés avec succès pour différents types d'études : ils sont un élément crucial de la diversité des prédateurs dans les écosystèmes naturels et agricoles (Thiele, 1977 ; Holland et Luff, 2000). Lövei et Sunderland (1996) ont signalé que la plupart des carabes sont des prédateurs. Bousquet (2010) a constaté qu'une grande proportion d'espèces de carabes

sont omnivores, consommant à la fois de la matière animale et végétale. Par contre, beaucoup d'espèces ne montrent pas de spécialisation dans leur régime alimentaire. Ils sont opportunistes et se nourrissent des invertébrés qui sont disponibles (acariens, araignées, chenilles, fourmis, pucerons, collemboles et œufs, larves et pupes de Coléoptères). Cependant, certaines espèces ont tendance à se spécialiser dans le choix de leurs proies. Plusieurs carabes sont également phytophages (Bousquet, 2010), granivores : citons à titre d'exemple, ceux qui mangent les graines des plantes herbacées et qui peuvent être un facteur important dans la lutte contre les mauvaises herbes (Honek et *al.*, 2003). Les carabes peuvent aussi être polyphages (Holland et Luff, 2000).

2.10.2. Staphylinidae

C'est la deuxième plus grande famille des Coléoptères (plus de 1 500 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 (Gaetan du Chatenet, 1990) et sont de bons indicateurs de l'environnement et peuvent être utilisés avec succès pour estimer les effets de divers facteurs naturels et anthropiques des écosystèmes (Boháč, 1990).

Les représentants des Staphylinidae occupent un large éventail d'habitats et montrent une spécialisation trophique diversifiée. Étant donné que l'abondance et la composition des Staphellins sont déterminées par les conditions environnementales, les espèces de cette famille sont souvent utilisées comme indicateurs de divers facteurs naturels et anthropiques (Boháč, 1999). Cette famille est très commune dans les écosystèmes mais elle présente des spécificités car certaines espèces sont adaptées à des habitats différents et la plupart sont considérées comme prédateurs aux stades adulte et larvaire. Également, les spécimens de cette famille se trouvent dans de nombreuses cultures : le coton (Costa et *al.*, 2010), le soja, le maïs (Cividanes et Santos-Cividanes, 2008) et la pastèque (Gomes et *al.*, 2012).

2.10.3. Curculionidae

Dans le monde, la famille des Curculionidae est la plus vaste des Coléoptères. Elle compte 60 000 espèces. Les curculionides peuvent causer des dégâts importants à diverses cultures ainsi qu'aux récoltes entreposées. Ils ont un intérêt particulier du fait de l'impact des dégâts qu'ils causent. Beaucoup d'espèces attaquent les feuilles des arbres, et d'autres vivent à l'état larvaire dans le sol où elles sont rhizophages. Tandis que d'autres larves vivent en mineuse sur les feuilles des arbres (Foottit and Adler, 2009).

2.10.4. Scarabaeidae

Les Scarabaeidae sont un groupe diversifié de Coléoptères et participent à différentes fonctions écologiques, voire l'augmentation de l'aération et de la perméabilité du sol, la lutte contre les espèces de mouches nuisibles aux cultures et à l'élevage, la dispersion secondaire des semences, la pollinisation et la lutte contre les fourmis (Nichols et *al.*, 2008).

Les Scarabaeidés sont détritivores et favorisent l'élimination et la réintroduction de la matière organique dans le sol. Ainsi, ils contribuent à nettoyer l'environnement, maintenir et réguler les propriétés édaphiques et physico-chimiques du sol, fournissant ainsi au sol une meilleure aération et une meilleure hydratation en incorporant les nutriments contenus dans les excréments et les carcasses d'animaux. Actuellement, les Scarabaeidae sont utilisés dans certains pays (e.g. Australia, Brazil, Chile et USA) pour la lutte contre les parasites des bovins (Koller et *al.*, 2007). Ce groupe est aussi employé comme un indicateur environnemental (Nichols et *al.*, 2008).

Dans le processus évolutif, les Scarabidae se sont adaptés à une alimentation diversifiée, se nourrissant de plantes et d'animaux. Parmi eux, il y a les espèces phyllophages et rhizophages dont certaines sont des ravageurs dangereux, ainsi que les espèces créophages et coprophages. Cependant, la coprophagie est le type de nourriture dominant des Scarabaeidae (Byk, 2012).

2.10.5. Buprestidae

La plupart des Buprestes sont des xylophages, et sont considérés comme des parasites de faiblesse. Ils s'attaquent aux pieds des arbres qui sont morts ou présentent un grave déficit physiologique. Toutefois, ils peuvent dans certains cas pulluler et devenir des ravageurs primaires s'attaquant aux arbres sains et présentent, de ce fait, un grand danger pour les peuplements forestiers méditerranéens connus pour leur faiblesse physiologique (Lieutier et *al.*, 2007).

Selon ces auteurs, la femelle pond ses œufs à la surface de l'écorce ou dans les fissures et les crevasses des arbres, en privilégiant les arbres présentant une moindre teneur en eau. Après l'éclosion, les larves néonates pénètrent à l'intérieur de l'écorce et s'alimentent de phloème. Les adultes s'alimentent en général de feuillage, de pollen ou de nectar. Ils sont diurnes, thermophiles, de grande taille comprise entre 7mm à 5cm et à tégument très dur. Le cycle typique se boucle généralement en un an, exceptionnellement 2 ans. L'émergence des adultes a lieu au printemps par des trous de sortie ovale et de grand diamètre (Chararas, 1982).

2.10.6. Chrysomelidae

La grande famille des chrysomèles rassemble environ 37 000 espèces herbivores réparties dans le monde entier et elle est divisée en dix sous-familles (Du chatenet, 2000). Ce sont des Coléoptères aux élytres glabres et souvent très colorés, parfois avec des reflets métalliques, et qui couvrent la totalité de l'abdomen.

Les chrysomèles sont au cœur d'une communication chimique intense : elles appréhendent leur environnement grâce aux odeurs émises par les plantes et se protègent de la prédation en libérant dans l'atmosphère un bouquet de composés volatils répulsifs ou toxiques.

À l'exception probable de quelques larves myrmécophiles parmi les Clytrinae et quelques autres sous-familles, les chrysomèles sont tous phytophages au stade larvaire et adulte (Jolivet, 1997). Les adultes peuvent consommer les feuilles, les fleurs (notamment le pollen) ou les fruits. Les larves peuvent vivre et se nourrir sur les parties aériennes des plantes ou être souterraines et consommer les racines (Gourmel, 2014).

Chez les Chrysomelidae, la polyphagie semble être la relative exception et la mono - ou oligophagie - la règle (Jolivet, 1997). Certaines espèces sont spécialistes d'une culture ou d'une famille botanique, d'autres sont polyphages (Gourmel, 2014).

L'importance économique du groupe est bien connue et beaucoup d'espèces sont d'importantes « pestes » des arbres et de plantes basses (Jolivet, 1997).

2.10.7. Coccinellidae

Les Coccinellidae sont en général utilisés dans la lutte biologique. Les imagos et les larves se nourrissent de pucerons et de cochenilles (Hemptine et Majerus, 2005). La plus grande majorité des espèces sont aphidiphages consommant les pucerons. D'autres sont coccidiphages se nourrissant de cochenilles. Les mycophages s'alimentent de champignons tandis que les phytophages constituent un groupe presque insignifiant. Ce groupe n'est pas considéré comme nuisible. En cas de pénurie, d'autres sources de nourriture permettent aux coccinelles de survivre plus ou moins longtemps : acariens, miellat, pollen, spores de champignons, débris végétaux, œufs ou petites larves d'insectes (dont celles de leur propre famille) (Legemble, 2009).

2.10.8. Scolytidae

Les Scolytes sont parmi les premiers groupes d'insectes qui attaquent les arbres morts ou malades. La plupart des espèces qui ont vécu à la sylviculture moderne, sont capables de se reproduire dans les sites d'abattage ou de stockage du bois et bénéficient du climat chaud des clairières (Nuorteva, 1968). Certaines des espèces de scolytes sont inoffensives pour les arbres en bonne santé, mais d'autres peuvent attaquer et détruire des arbres sains (Hedgren, 2004).

Habituellement, les scolytes n'attaquent les arbres morts ou affaiblis que sous l'effet d'un stress dû par exemple à la sécheresse ou à des champignons (Anderbrant et *al.*, 1988).

Si ce type de matériel est abondant (par exemple à la suite de dégâts causés par une tempête), la population peut augmenter suffisamment pour déclencher une épidémie. Dans une situation épidémique, les scolytes de l'épicéa peuvent surmonter la résistance des arbres sains (Joensuu et *al.*, 2008). Le changement climatique global est susceptible d'affecter la dynamique des scolytes (Wermelinger, 2004). Il serait intéressant de les rechercher dans le cas du dépérissement des essences forestières, comme le cas du cèdre de l'Atlas, surtout dans les Aurès où cet état de fait est spectaculaire et dévastateur dont l'enchaînement consisterait en un stress hydrique prononcé, prolongé et répété durant plusieurs années (surtout les étés) et après facilitent l'installation d'insectes, et le travail de destruction est achevé par les champignons. Ceci constitue des hypothèses qu'il faudrait vérifier sur le terrain avec des investigations à tous les niveaux de végétations et du sol.

Les scolytes sont un groupe souvent considéré comme ravageur forestier, mais actuellement, il constitue et maintient une proportion importante de la diversité spécifique dans les écosystèmes forestiers. Le groupe des Scolytidae est non seulement l'un des groupes les plus riches en nombre et en espèces parmi des Coléoptères saproxyliques dans les forêts boréales, mais du point de vue écosystémique, plusieurs scolytes sont des espèces-clés qui provoquent à la fois des perturbations à petite et grande échelle et entraînent ainsi la succession forestière en Eurasie (Bakke, 1989) et certaines espèces de *Dendroctonus* en Amérique du Nord (Amman, 1977).

DEUXIEME CHAPITRE

Présentation des stations d'étude

Notre étude porte sur deux forêts en Kabylie. La forêt de Tigounatine située dans le versant Sud du Djurdjura, et celle de M'haga localisée dans l'Akfadou occidental se trouvant en grande partie à l'intersection des deux chaînes montagneuses : la chaîne côtière et celle du Djurdjura.

1. Localisation géographique

1.1. Forêt de Tigounatine

La forêt de Tigounatine est située au versant Sud du Djurdjura (Wilaya de Bouira). Elle se classe dans l'étage de végétation supra-méditerranéen. C'est un espace de développement de la série du cèdre, et localement la série du pin noir (Yahi, 2007). Elle se situe entre 1470 et 1610 m d'altitude. La réserve de Tigounatine est cantonnée entre les latitudes $36^{\circ} 27' 6,06''$ et $36^{\circ} 27' 19,4''$ Nord et les longitudes $04^{\circ} 06' 19,4''$ et $04^{\circ} 06' 42,8''$ Est (Fig. 20a).

Nous avons échantillonné dans deux stations qui diffèrent de la structure de la végétation : la station No. 1 se compose principalement de vieux arbres de *C. atlantica* et des pieds de *Q. ilex* et quelques pieds de pin d'Alep dans l'étage supérieur et de grands coussins du genévrier commun en strate inférieure. La station No. 2 se compose principalement de *P. nigra mauretanica* en mélange avec des arbres éparpillés de *C. atlantica* et *Q. ilex* dans l'étage supérieur et des arbustes de genévrier oxycèdre dans l'étage inférieur. En ce qui concerne les conditions microclimatiques, la station No. 2 est plus ouverte que la station No. 1. Les indicateurs de perturbations passées (rondins, chicots et bois mort tombé) ont été trouvés dans la station No. 2.

1.2. Forêt de M'haga

L'Akfadou est un massif montagneux de la Kabylie, possédant un des plus grands complexes de forêts caducifoliées d'Algérie. Du point de vue de son statut juridique et domanial, il dépend administrativement des départements de Bejaia et de Tizi-Ouzou. La forêt de M'haga est caractérisée par une variabilité topographique, édaphique, géologique et floristique. Ces facteurs physiques ont créé des conditions microclimatiques, ce qui donne une différence à l'échelle des peuplements. Cette hétérogénéité structurale est la conséquence des exploitations antérieures (surtout entre 1939-1945) et des conditions écologiques. Ceci influence l'agencement des variables dendrométriques, la production et la productivité.

La forêt de M'haga est à environ 50 km du chef-lieu de la Wilaya de Tizi-Ouzou et à moins de 20 km à vol d'oiseau de la mer méditerranéenne. Elle s'étend sur 11 000 ha, soit 18 % de la chênaie caducifoliée d'Algérie (Messoudene et al., 2007). Elle est sous régime domanial, et divisée en

deux parties : l'Akfadou Ouest et Est. Elle dépend respectivement de la wilaya de Tizi-Ouzou (4 600 ha) et de Bejaia (6 400 ha) (Fig. 20b).

Pour cette étude, les stations choisies sont localisées dans la partie occidentale du massif forestier de l'Akfadou qui est délimité :

- Au Nord-Est : par la tranchée par feu (TPFA) séparant l'Akfadou-Est (Bejaïa) et Akfadou-Ouest (Tizi-Ouzou) ;
- Au Nord-Ouest : la forêt domaniale de Beni-Ghobri ;
- A l'Ouest : la forêt domaniale de Beni-Ghobri et des terrains particuliers ;
- A l'Est et Sud-Est : le massif forestier de l'Akfadou-Est ;
- Au Sud-Ouest : les terrains particuliers de la Daïra de Bouzguène.

Nous avons échantillonné dans trois stations différentes en rapport avec l'âge des peuplements du chêne zéen : la station No. 1 est la plus jeune (18 ans), la station No. 2 est d'âge moyen (29 ans), Quant à la station No. 3, elle est composée de peuplements adultes (96 ans) (Fig. 20 c, d, e, f)

Le Tableau suivant illustre les caractéristiques des trois stations échantillonnées dans la forêt de M'haga.

Tableau 4. Caractéristiques stationnelle et dendrométrique des stations étudiées.

Caractéristiques	Station No. 1	Station No. 2	Station No. 3
Massif forestier	Canton Thala- Kitane	Canton Thala-Kitane	Tacherhort
Micro climat	Versant	Haut de colline	
Substrat	Grés numidien	Grés numidien	Grés numidien
Altitude	1138 m	1113 m	1074m
Cordonnées	36° 41'00" N 4° 33' 40,6" E	36° 41' 26,4" N 4° 33' 40,6" E	36°40' 10,3" N 4°33' 47,1" E
Exposition	Ouest	Sud-ouest	Sud-ouest
Pente %	12~15 %	5 %	15~20 %
Densité	1050 arbres/ha	1300 arbres/ha	450 arbres/ha
Type de peuplement	Futaie	Futaie	Futaie
Structure globale	Futaie régulière	Futaie régulière	Futaie régulière
Hauteur moyenne	12,20 m	8,09 m	20,02 m
Circonférence	52,38 cm	25,12 cm	118,34 cm
Age moyen	18 ans	29 ans	96 ans
Sous-bois	Moyen (bruyère, cytise)	Faible (cytise en générale)	Moyen (cytise, férule, houx, ronce et lierre)
Nombre de sujet dépéris	07 sujets (fourré)	18 (stade fourré et gaulis)	03 sujets
Nombre de régénération	07 régénérations naturelles	03 régénérations naturelles	39 régénérations naturelles

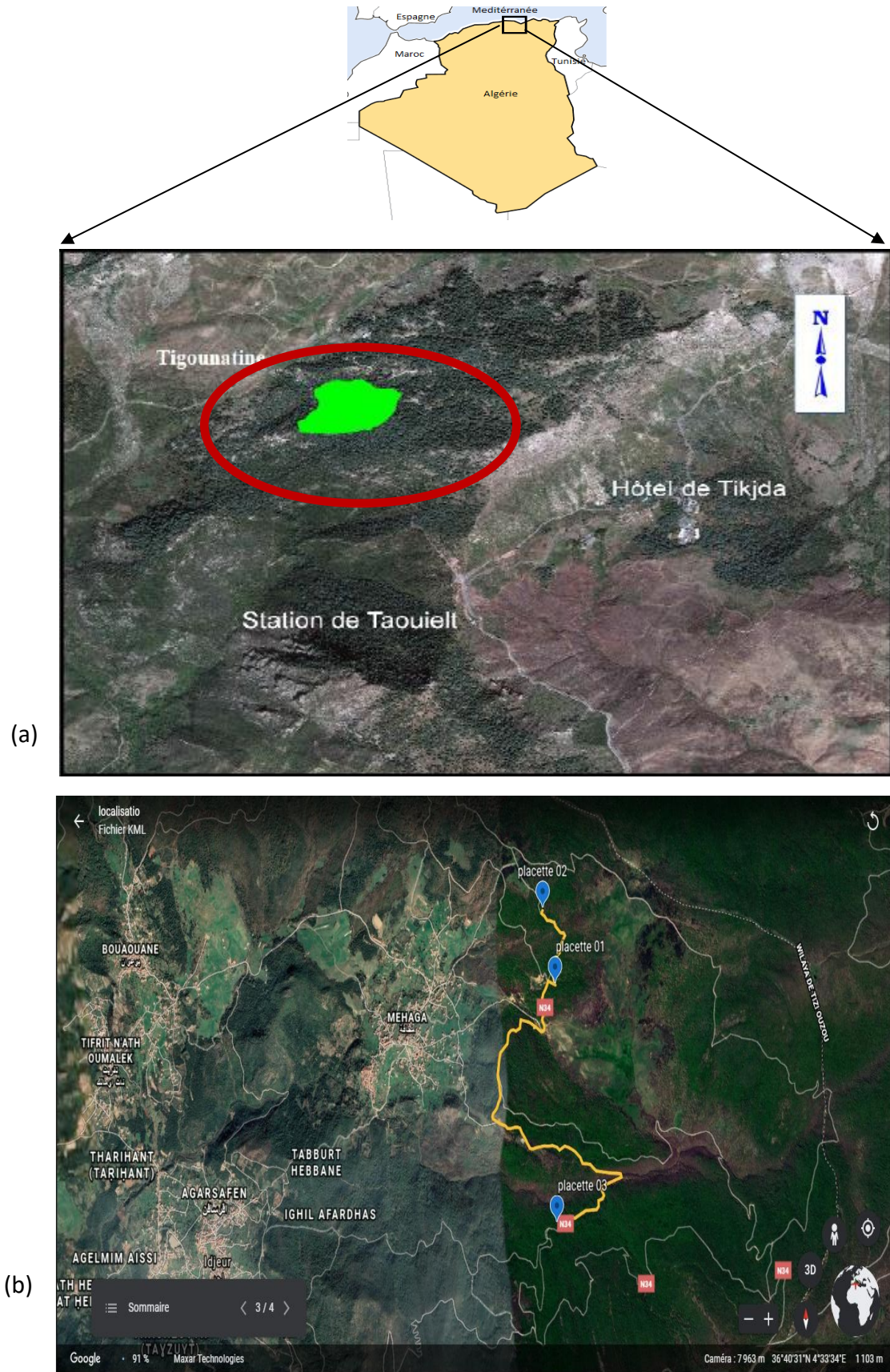
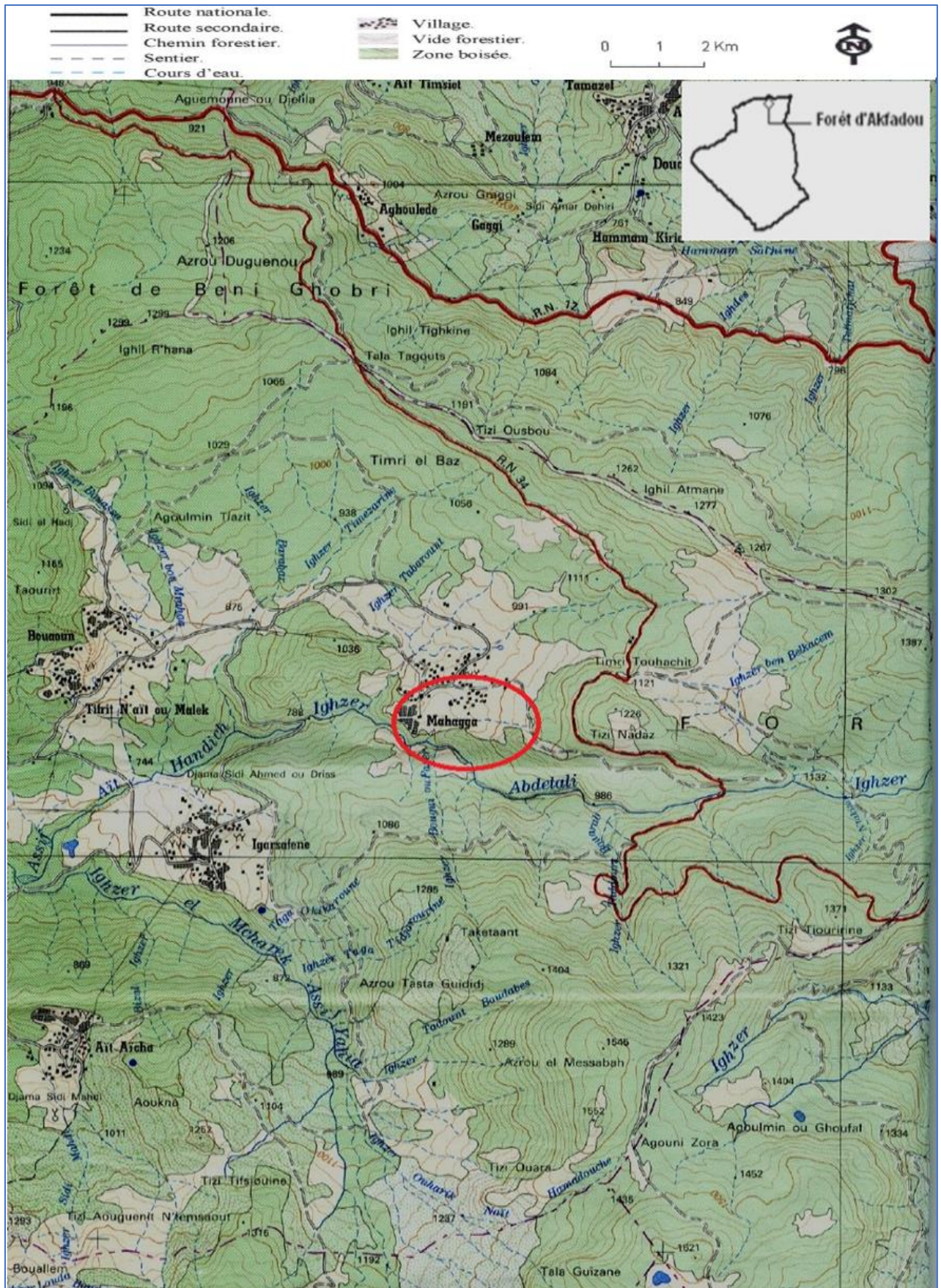


Figure 20. Localisation et illustration des forêts d'étude (Google maps). (a) : la forêt de Tigounatine. (b) : les stations d'étude de M'haga (station 1, 2 et 3).



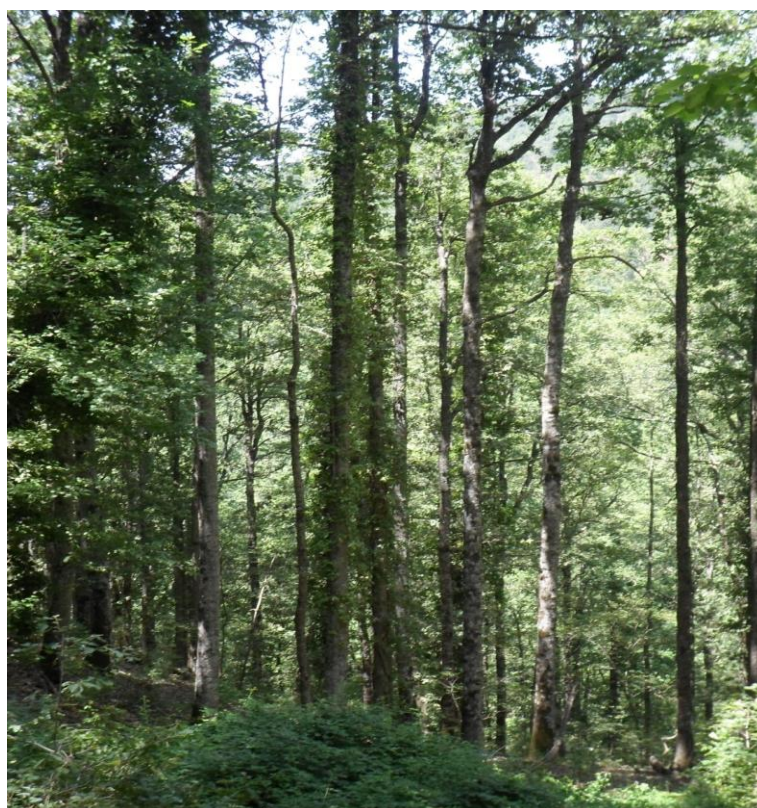
(c)

Figure 20 (Suite). Localisation et illustration des forêts d'étude (Google maps) (c) : la forêt de M'haga.



(d)

(e)



(f)

Figure 20 (Suite). Localisation et illustration des forêts d'étude (Abbassen, 2022). d : stations No. 1 (jeunes peuplements). e : station No. 2 (peuplements de moyenne âge). f : station No. 3 (vieux peuplements)

2. Pédologie

2.1. Forêt de Tigounatine

Selon Benmouffok (1995), les sols développés à Tigounatine appartiennent à la classe des sols calcimagnésiques qui sont des rendzines autochtones de type (A/C), riches en éclats centimétriques à métriques sur toute l'épaisseur. Les teneurs élevées en matière organique s'expliquent par la nature de la roche mère génératrice de calcaire actif, qui immobilise leur évolution (Fig. 21). Le massif de Tigounatine est représenté par du calcaire dolomitique du lias inférieur avec une expansion de schistes à certains endroits (Flandrin, 1952). D'après Meddour (2010), les affleurements rocheux couvrent de 10 à 60 % du sol.

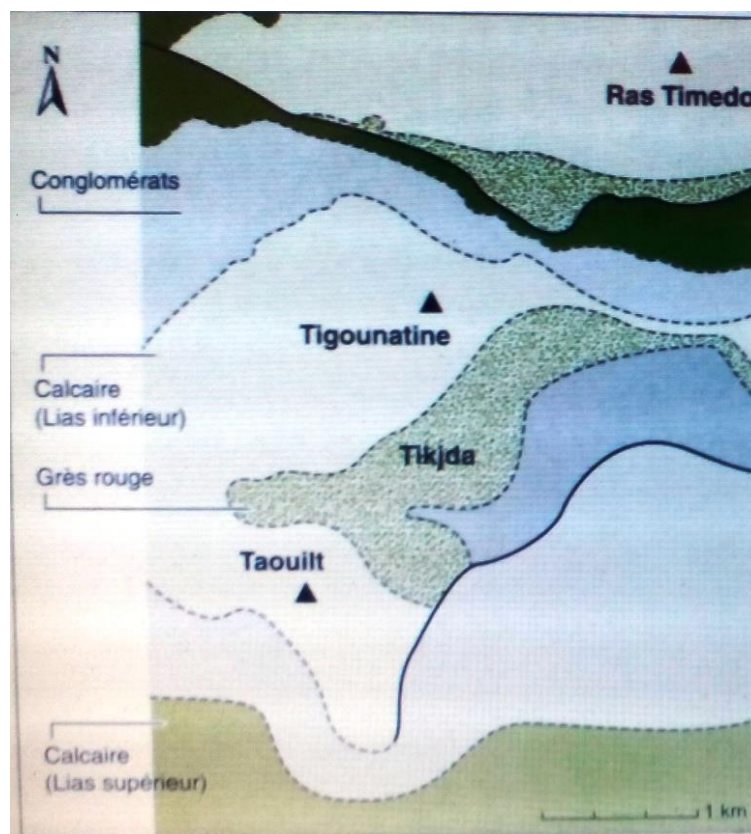


Figure 21. Carte géologique du Djurdjura (Flandrin, 1952)

2.2. Forêt de M'haga

L'orographie de la forêt de l'Akfadou est assez complexe : elle s'articule autour d'une succession de lignes de crête globalement orientées Nord-Est et Sud-Ouest. Généralement, le relief est assez accidenté (pentes de 15 % à 45 %), notamment dans sa partie sud orientale. L'altitude de l'Akfadou varie de 560 m (Assif Ouserdoun) à 1 646 m (Djebel Ez Zéen) (Messaoudene, 1989). La carte établie par Gelard (1978) montre que l'Akfadou renferme trois substrats : les grès numidiens, les éboulis et les argiles sous-numidiennes de l'oligocène

s'intercalant sur les versants (Ighil Rhara au Nord -Est d'Ighil Atmane et une partie de la ligne de crête de la borne 11). Le flysch à microbrèche du sénonien occupe les croupes arrondies. Durand (1959) estime que cette région ne comprend que deux faciès : les grès siliceux du numidien supérieur et les argiles du numidien inférieur avec intercalation de bancs gréseux (flysch).

Le même auteur souligne que la plupart des sols du massif de l'Akfadou sont bruns, lessivés, légèrement acides. Par endroit, il existe des sols à hydromorphie temporaire en contact avec des argiles sous-numidiennes.

Le sol est humifère, l'humus est de type mull forestier caractérisé par un rapport C/N satisfaisant donnant une bonne minéralisation et le pH est inférieur à 7 et que le facteur essentiel de différenciation des sols est la roche mère.

Par sa plus ou moins grande perméabilité, elle conditionne la migration des argiles, d'où une différenciation des sols sur substrat gréseux d'une part et sur substrat argileux d'autre part.

3. Végétation

3.1. Forêt de Tigounatine

Tafer et Zergane (1994) notent que la végétation de Tigounatine fait partie de la cédraie mésophile pré-forestière (*Senecio-Cedretum* sous-association à *Juniperus hemisphaerica*).

On peut décrire la végétation de la station de Tigounatine comme suit :

- **La strate arborée** : constituée d'une association entre *Cedrus atlantica* (Cèdre de l'Atlas), *Pinus nigra* subsp. *mauretanica* (Pin noir) et *Quercus ilex* (Chêne vert).
- **La strate arbustive** : peu abondante, très claire et favorable à la propagation des incendies, constituée essentiellement de *Juniperus oxycedrus* (Genévrier oxycèdre), *Sorbus aria* (Alisier blanc) et *Berberis hispanica* (Épine vinette d'Espagne).
- **La strate herbacée** : très dense, elle est composée surtout par des essences thermophiles et envahissantes telles qu'*Ampelodesma mauretanica* (Diss), *Erinacea pungens* (Genêt-hérissou), *Ruscus aculeatus* (le fragon faux, petit houx ou fragon épineux).
- **La végétation sous forme de tapis** : représentée en abondance par *Juniperus communis*, avec la haute présence de cette espèce sous forme de touffes rampantes, donnant à ce groupement une structure et une physionomie particulières.

3.2. Forêt de M'haga

Globalement selon Messaoudene (1989), Meddour (2010) et Laribi (2016), la forêt de l'Akfadou est constituée de trois espèces arborescentes : le chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd, 1809), le chêne liège (*Quercus suber* L, 1753) et le chêne afares (*Quercus afares* Pomel, 1874). Ces trois peuplements présentent une mosaïque d'âge divers, se trouvant à l'état pur ou bien mixte, accompagnée de sous-bois très clair, dense et développé, dépendant du houppier et de la densité de recouvrement du peuplement. Dans ce massif forestier, la chênaie caducifoliée se localise dans un tranché altitudinal allant de 800 à 1400 m (Quézel, 1956).

Le chêne zéen commence à apparaître déjà à 500 m d'altitude dans la forêt d'Ath-Ghobri, et l'essence dominante à 1 646 m, où il occupe environ 45 % de la superficie boisée. Le chêne afares abonde sur quelques lignes de crête sur le versant chaud. Quant au chêne liège, il constitue des peuplements en dessous de 1000 m, avec un optimum entre 600 et 800 m. Il atteint rarement les 1 300 m en exposition favorable (Quézel, 1956 ; Messaoudene et al., 2007). D'après Messaoudene et al. (2007), Meddour et al. (2010), Laribi (2016), on distingue les strates arbustives et herbacées suivantes :

La strate arbustive est constituée des familles suivantes :

- Cristaceae : *Cistus monplianis*; *Erica arborea*; *Arbutus unedo*.
- Mystaceae : *Myrtus communis*.
- Leguminosea : *Genista tricuspidata*.
- Rosaceae : *Calycotome spinosalmak*, *Crataegus monogyna*.
- Oleaceae : *Olea europaea*.
- Anacardiaceae : *Pistacia lentiscus*.
- Labioceae : *Lavandula stoechas*.
- Mystaceae : *Myrtus communis*.

Quant à la strate herbacée, des espèces selvatiques ont été inventoriées dans les hautes et les basses altitudes de la classe des Quercetea à savoir :

Satureja vulgaris (L), *Dactylis glomerata* (L), *Brachypodium sylvaticum* (Huds) P.B, *Linaria reflexa* (Desf), *Teucrium kabylicum* (Bott), *Galium rotundifolium* (L), *Carex distachya*, *Asphodulus microcarpus* (Slazm).

4. Variables climatiques

En milieu forestier, la température et les autres facteurs climatiques exercent des actions multiples sur la physiologie et le comportement des insectes. Chez les insectes vivant dans un milieu où les variations de températures sont peu marquées, la température létale inférieure en hiver est plus élevée que celle des espèces vivant dans des milieux où les variations de températures sont plus importantes (Leather et *al.*, 1993). De plus, il existe une corrélation entre les caractéristiques des microhabitats choisis par les insectes vivant dans les arbres morts et leur résistance aux températures élevées et à la déshydratation (Dajoz, 2007).

Le rythme d'activité de beaucoup d'insectes forestiers est sous le contrôle de facteurs climatiques comme l'humidité relative. Ainsi, le Curculionide xylophage *Rynchophorus cruentatus* vole lorsque la température augmente et que l'humidité relative diminue (Weissling et *al.*, 1994).

L'absence de station météorologique dans la réserve de Tigounatine rend la caractérisation du climat difficile. A ce propos, nous avons considéré l'extrapolation des données à partir de la station la plus proche située à 555 m d'altitude qui est celle de Bouira durant la période 1990-2009 (19 ans). Dans ce cas, la méthode d'extrapolation de Seltzer (1946) a été utilisée.

Pour la même raison, nous avons récolté des données fournies par d'autres chercheurs portant sur la caractérisation du climat du massif forestier de l'Akfadou, et nous avons ainsi exploité les données climatiques fournies par l'ANRH (station d'Ait Aicha) sur une période de 1973 à 1989 et nous nous sommes également référés aux travaux de Messaoudene (1989).

4.1. Températures

La température constitue un facteur écologique important. Elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition des végétaux, la totalité des espèces et des communautés vivantes dans une biosphère, et la durée du cycle biologique des insectes en déterminant le nombre de générations par an (Ramade, 1984).

4.1.1. Forêt de Tigounatine

Après extrapolation des données selon la méthode de Seltzer (1946), les valeurs des températures mensuelles enregistrées au niveau de la station de Tigounatine pendant 19 années (1990 - 2009) sont représentées dans la Figure 22 et l'annexe 1. Le mois le plus froid est le mois de Janvier avec une température moyenne minimale de 0,02°C et le mois le plus chaud est Juillet avec une température moyenne maximale égale à 28,38°C.

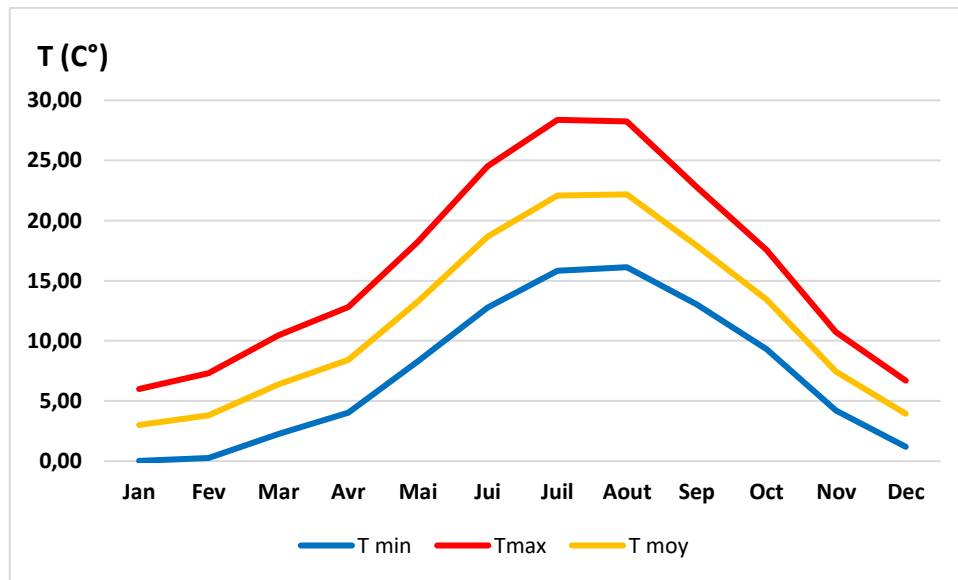


Figure 22. Températures mensuelles minimales, maximales et moyennes de Tigounatine (période : 1990 à 2009)

4.1.2. Forêt de M'haga

Le massif forestier de l'Akfadou se caractérise par un climat méditerranéen. Il est nettement plus chaud en été et plus froid en hiver, et se manifeste par un bioclimat humide à variante fraîche et tempérée (Messaoudene, 1989 ; Rabhi, 2011).

4.2. Pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique fondamental pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes (Ramade, 1984). Elle a une influence importante sur la biologie des espèces végétales et animales. Par ailleurs, elle agit sur la vitesse de développement des animaux, sur leur longévité et leur fécondité (Dajoz, 1971). La première pluie est un facteur déclenchant brutalement le vol de certains insectes ainsi que des éclosions potentielles (Gillon et Gillon, 1973). Selon Djebaili (1978), la pluviosité est définie comme étant le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat.

4.2.1. Forêt de Tigounatine

Le Djurdjura est l'une des régions les plus arrosées de l'Algérie, avec une pluviométrie annuelle variant de 1200 à 1500 mm. Les précipitations ont lieu principalement sous forme de pluie et de neige.

Pour les mêmes raisons évoquées précédemment pour les températures, une correction du paramètre de précipitation a été effectuée. Les données de la station de Tigounatine (1990 -

2009) sont calculées selon la méthode d'Abdesselam (1995) qui met en évidence une relation entre la pluviosité (P) et l'altitude (H), selon la formule suivante :

$$PAS = \frac{\Delta H \times 60}{100} + PAR$$

Avec

$$CC = PAS/PAR$$

CC : Coefficient de Correction.
 PAS : Précipitation Annuelle de notre station.
 PAR : Précipitation Annuelle de la station de Référence.
 ΔH : Différence d'altitude entre la station d'étude et la station de référence.

Les données pluviométriques des stations d'étude après extrapolation sont présentées dans la figure 23 et l'annexe 2.

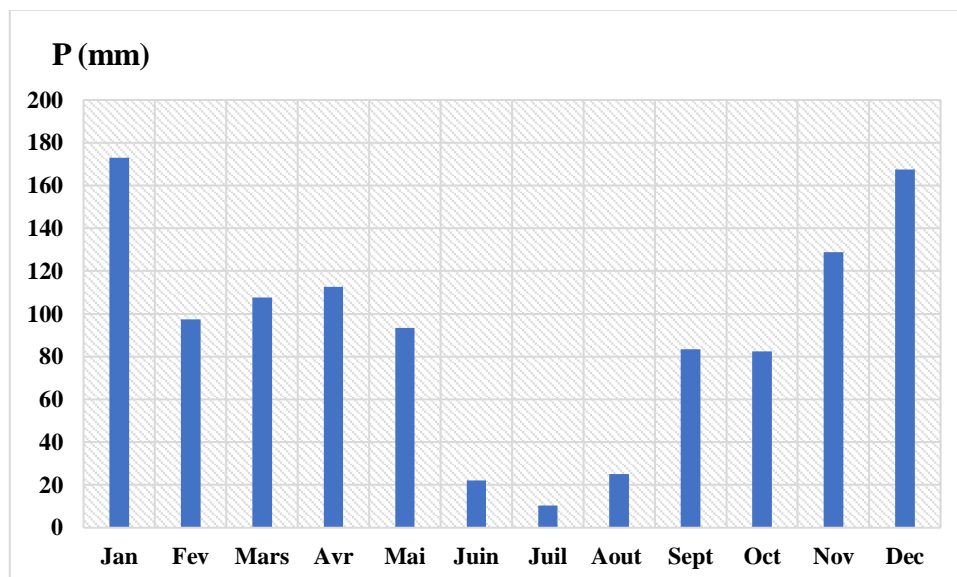


Figure 23 : Pluviométrie moyenne mensuelle de Tigounatine (période : 1990 - 2009).

Les variations des moyennes mensuelles des précipitations calculées pour la période allant de 1990 à 2009, montrent que les valeurs les plus élevées sont enregistrées en Janvier avec une quantité pluviométrique de 173,05 mm. En période estivale, les quantités enregistrées sont limitées et sont de l'ordre de 10,27 mm pour le mois de Juillet.

De nos résultats, il ressort que la pluviométrie moyenne annuelle de Tigounatine est égale à 1104,01 mm. Derridj (1990) avait estimé la tranche de pluie annuelle de 1126 à 1420 mm/an

dans le Djurdjura méridional. Yahi (2007) note que le massif de Tigounatine reçoit en moyenne des quantités de pluie allant de 1300 à 1550 mm par an.

D'après nos calculs basés sur les données de la station de Bouira, nous constatons que le régime saisonnier est de type HPAE dans la forêt de Tigounatine, avec une concentration des pluies en Hiver et une période sèche en Eté. Plusieurs chercheurs (Derridj, 1990, Krouchi, 2010 et Meddour, 2010) avaient constaté le même résultat.

4.2.2. Forêt de M'haga

Le massif forestier de l'Akfadou est placé parmi les zones les plus arrosées de l'Afrique du Nord. Il reçoit rapidement plus de 1000 mm/an. De ce point de vue, il apparaît comme le plus humide. Au-delà de 1200 m, la pluviosité annuelle peut atteindre 2000 mm/an, compte tenu du relief qui intervient par sa masse et surtout par son orientation. Le régime saisonnier de l'Akfadou est de type HAPE (Messaoudene, 1989 ; Meddour, 2010 ; Haddar et *al.*, 2016).

4.3. Synthèse climatique

Dans les biotopes terrestres, Ramade (2003) considère que le couple température/hygrométrie constitue la composante climatique importante. Les périodes humides et sèches sont mises en évidence par le diagramme ombrothermique de Gaussen et l'étage bioclimatique est déterminé par le climagramme pluviométrique d'Emberger.

4.3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour Tigounatine

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) est une méthode graphique très répandue pour déterminer les périodes sèches et pluvieuses de l'année. Sur ce diagramme, les températures moyennes mensuelles (T en °C) et les précipitations (P en mm) sont portées en ordonnées (avec $P = 2T$), et les mois en abscisses. Un mois sera dit biologiquement sec si $P \leq 2T$. La lecture est directement faite sur le graphique.

Durant la période allant de 1990 à 2009, les précipitations mensuelles et les moyennes des températures de la station d'étude sont représentées dans le tableau 5.

Tableau 5. Températures et précipitations moyennes de Tigounatine (1990-2009)

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T Moy (°C)	3,77	38,5	6,52	8,43	13,46	18,84	22,87	22,13	18,32	13,62	7,40	3,99
P (mm)	173,05	97,5	107,73	112,64	93,39	22,19	10,27	24,99	83,42	82,50	128,83	167,52

La lecture du diagramme (Fig. 24), résultant du croisement de la courbe de précipitations et celle des températures représente la durée de la saison sèche. Nous constatons que la période sèche dans la forêt de Tigounatine est de l'ordre de trois mois et s'étend du début du mois de Juin à la fin du mois d'Août. La saison humide est plus longue et s'étale sur le reste de l'année. Benmouffok (1995), dans la partie Sud du Djurdjura, a obtenu les mêmes résultats. À Tigounatine, Yahi (2007) a constaté que la saison sèche est d'environ de trois mois.

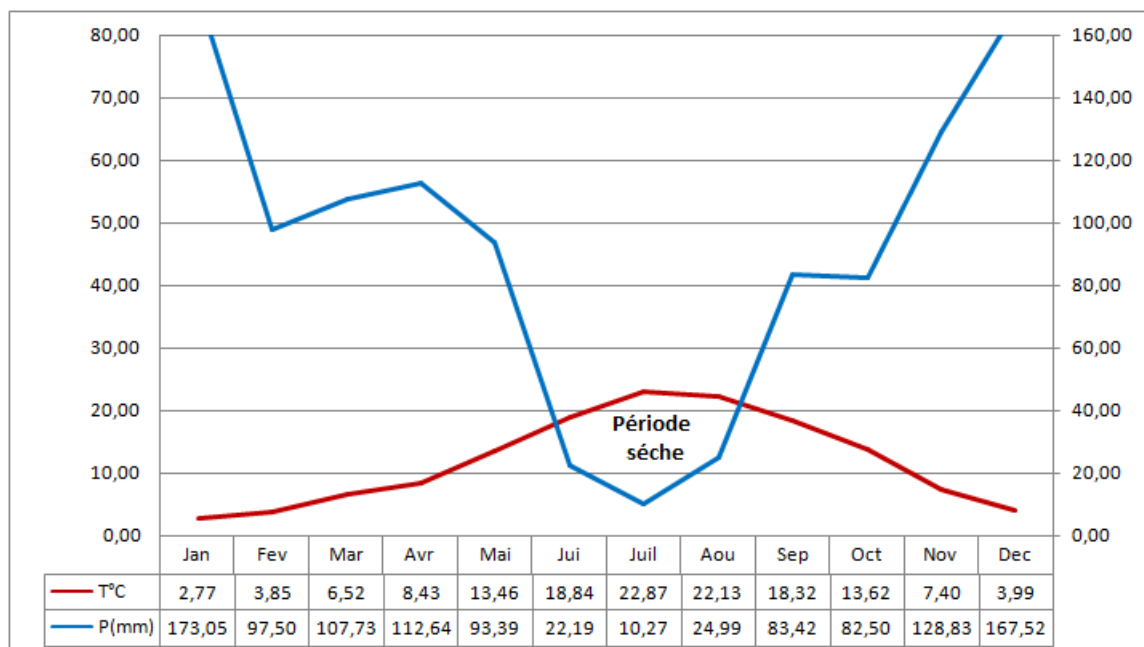


Figure 24. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour Tigounatine.

4.3.2. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger pour Tigounatine

Emberger (1955) a défini un quotient pluviométrique qui permet de distinguer entre les différentes nuances du climat méditerranéen. L'auteur précité a mis au point un indice tenant compte du total annuel des précipitations, des maxima et minima des températures : C'est le quotient pluviométrique d'Emberger simplifié par Stewart (1969). Il permet ainsi de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (Dajoz, 1971). Les abscisses portent les moyennes des températures minimales du mois le plus froid (m) exprimées en °C et les ordonnées représentent Q2 calculé par la relation :

$$Q3 = \frac{3,43 \times P}{M - m}$$

Q₃ : Quotient pluviométrique d'Emberger.

M : moyenne des températures maxima du mois le plus chaud de l'année, exprimée en degrés Celsius.

m : moyenne des températures minima du mois le plus froid, exprimée en degrés Celsius.

P : précipitations moyennes annuelles, exprimées en mm.

Le tableau suivant met en évidence l'étage bioclimatique de la zone d'étude.

Tableau 6. Etage bioclimatique de la station de Tigounatine (1990-2009) à 1540 m d'altitude.

Station	P(mm)	M (°C)	m (°C)	Q ₂	Etage bioclimatique
Tigounatine	1104,01	28,4	-0,46	133,8	Humide à variante froide

La projection des paramètres m (en abscisses) et Q₃ (en ordonnées) sur le climagramme d'Emberger permet de classer la région de Tigounatine dans le bioclimat humide à variante froide (Fig. 25). Plusieurs auteurs (Benmouffok, 1994 ; Yahi, 2007 et Derridj, 1990) ont obtenu la même constatation. Messaoudène *et al.* (2004) et Meddour (2010) ont observé un bioclimat perhumide à hiver frais, et ce, dans la région de Tikjda.

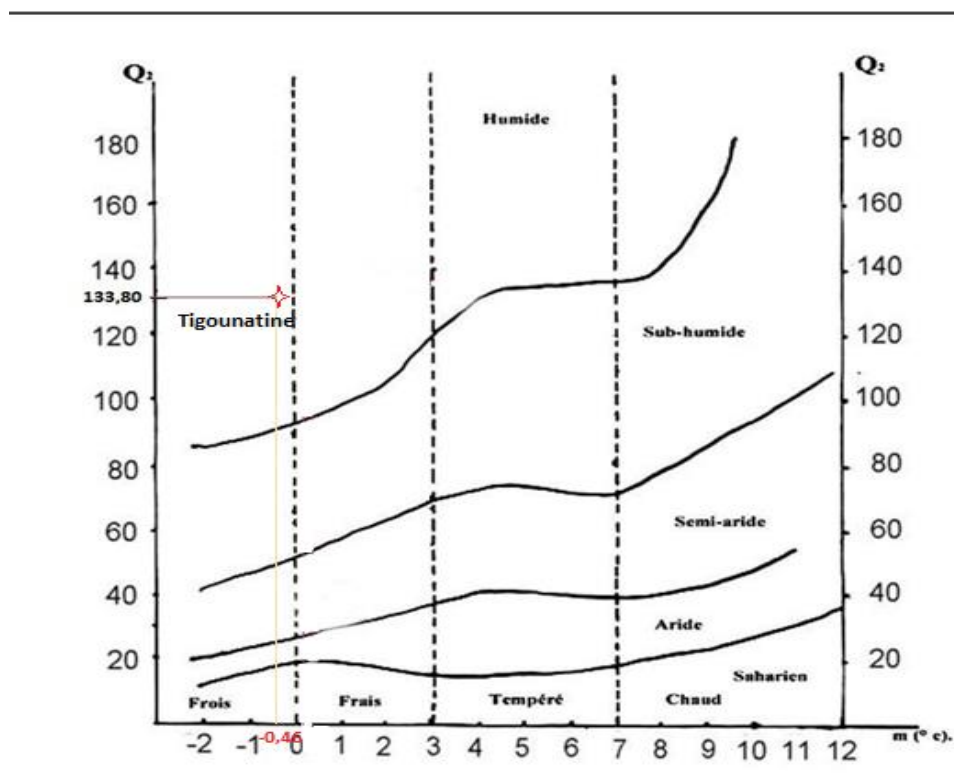


Figure 25. Climagramme d'Emberger de la station de Tigounatine (1990-2009)

4.3.3. Le Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен pour M'haga

La lecture de la figure 26 montre que la période sèche s'étale de la mi-juin au début de septembre. La saison pluvieuse est importante (8 mois) et la période sèche estivale se répartit sur deux mois et demi (Messaoudene, 1989).

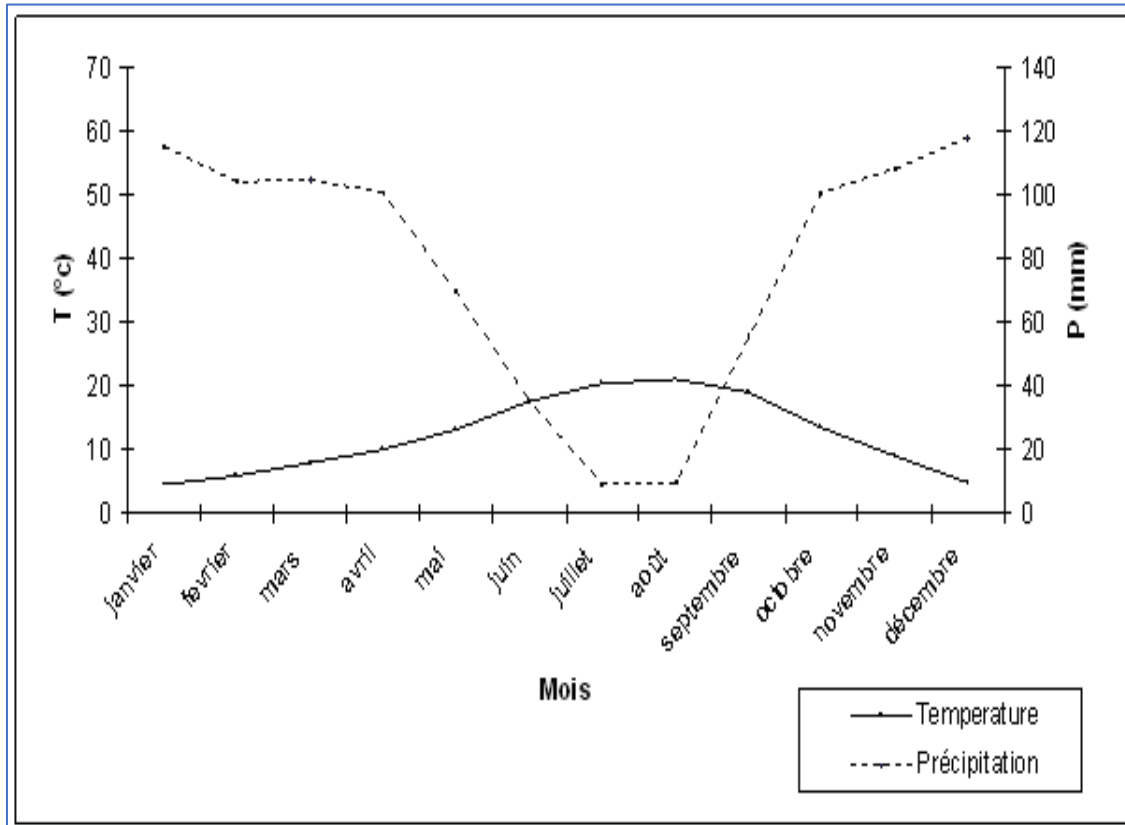


Figure 26. Diagramme ombrothermique de la forêt d'Akfadou (Messaoudene, 1989)

4.3.4. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger pour M'haga

La figure ci-dessous montre la projection météorologique sur le climagramme d'Emberger du massif forestier d'Akfadou. L'exploitation des données climatiques fournies par l'ANRH sur une période relativement étalée, et les quotients pluviométriques calculés positionnent le point d'altitude moyenne de l'Akfadou (1400m) dans l'étage bioclimatique humide à variante fraîche (Messaoudene, 1989) (Fig. 27).

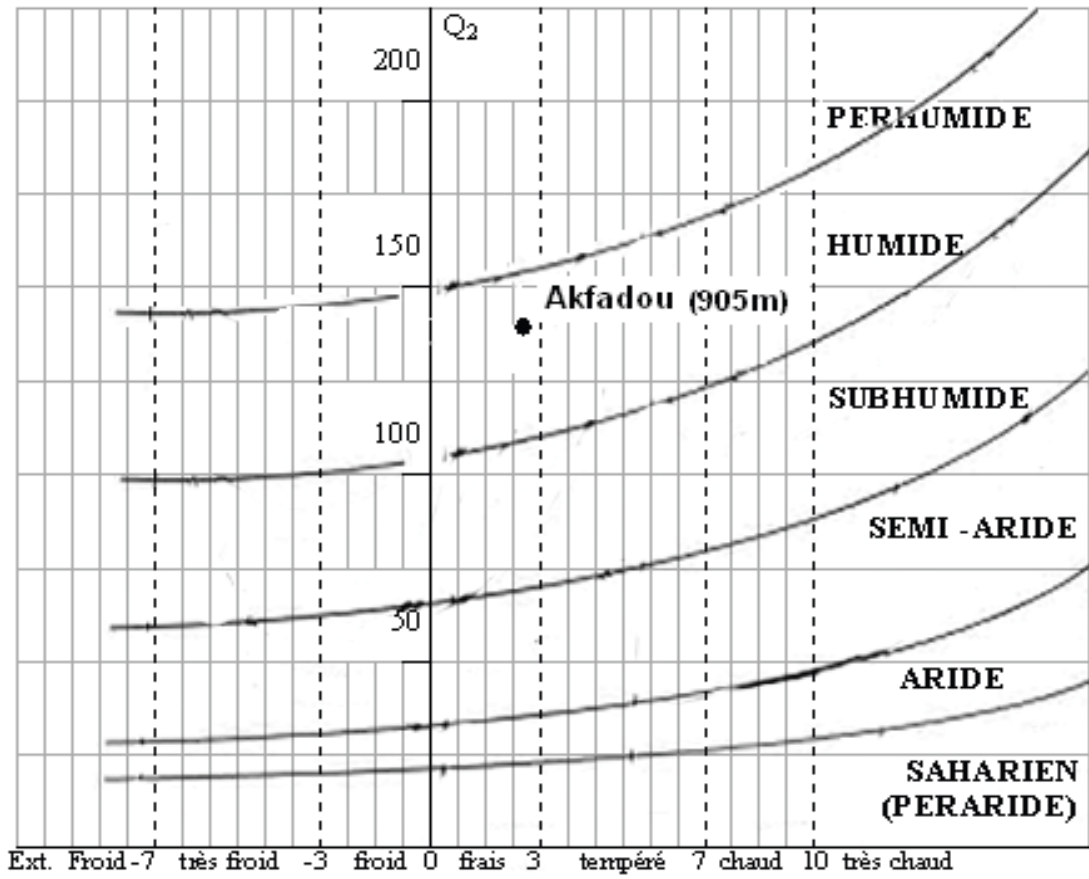


Figure 27. Projection météorologique sur le climagramme d'Emberger du massif forestier de l'Akfadou (Messaoudene, 1989).

TROISIEME CHAPITRE

Méthodologie de travail

1. Méthodologie d'échantillonnage

La diversité des insectes sur une partie d'une forêt vise à dresser la liste la plus exhaustive possible des espèces présentes, et également à recueillir des indications sur leur abondance, leur biologie, l'écologie et les impacts d'un ou plusieurs facteurs naturels ou anthropiques.

Toutefois, un des problèmes majeurs et complexes de l'écologiste sur le terrain est l'obtention des échantillons de faune représentatifs, et en particulier dans le milieu forestier qui reste le moins exploré par manque de techniques appropriées (Mouna, 1982).

Les méthodes d'échantillonnage des insectes sont nombreuses. Le choix d'une ou de certaines d'entre elles est déterminé par les exigences du terrain et par le groupe d'insectes recherché.

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).

Le but de cette étude est d'inventorier les Coléoptères dans deux forêts algériennes et d'appréhender la structure des peuplements des essences forestières, ainsi que leurs âges sur l'abondance et l'activité des Coléoptères.

Nous avons choisi des stations homogènes, tout en excluant les zones de lisière. Le type d'échantillonnage préconisé dans de telle situation est l'échantillonnage aléatoire.

1.1. Méthodologie d'échantillonnage appliquée pour la forêt de Tigounatine

Après des explorations préalables, le choix est porté sur la cédraie-pinède de la forêt de Tigounatine (Tikjda, Djurdjura Sud).

Pour placer nos pièges, nous avons choisi deux stations : la station No.1 est constituée essentiellement de vieux arbres de Cèdre de l'Atlas, de chêne vert et quelques pieds de pin d'Alep dans l'étage supérieur ainsi que de larges coussins de genévrier commun dans l'étage inférieur.

La station No. 2 est composée surtout de pin noir mélangé avec des pieds dispersés de *C. atlantica* et *Q. ilex* dans l'étage supérieur, et des arbustes de genévrier oxycèdre dans l'étage inférieur.

Concernant les conditions microclimatiques, la station No. 2 est plus ouverte que la station No.

1. Les indications de perturbations précédentes sont plus significatives dans la station No. 2

L'expérimentation a été conduite chaque quinzaine de jours, durant la période allant de l'année 2017 à 2018. A chaque sortie, la récolte des échantillons est faite sur 10 sujets de la station No 1 et 10 sujets de la station No 2.

Dans la forêt de Tigounatine, nous avons utilisé les techniques d'échantillonnage suivantes :

- Les pots Barber
- Le fauchage
- Le battage
- Les pièges colorés
- Les pièges aériens attractifs

1.2. Méthodologie d'échantillonnage appliquée pour la forêt de M'haga

Dans la littérature, différentes techniques ont été utilisées pour la capture de nos espèces ciblées. Par le passé, elles ont principalement été capturées par chasse à vue, notamment la nuit sur les troncs, ou bien par battage de branches et de bois mort (Hoffman, 1958).

Récemment, Heijerman (2004) a étudié différentes collections privées de toute l'Allemagne et a comparé les techniques de capture : piège barber, tamisage de litière et battage. Il conclut que le tamisage de litière est particulièrement adapté à l'échantillonnage des espèces, surtout en hiver où les espèces hibernent dans ce compartiment. Cette technique est également celle utilisée par Buse (2012).

La forêt de M'haga où s'est déroulé notre échantillonnage fait partie du massif forestier de l'Akfadou, elle est constituée essentiellement de peuplements de chêne zéen.

Nous avons échantillonné dans trois stations déterminées par l'âge des peuplements du chêne zéen : la station No. 1 est la plus jeune (18 ans), la station No. 2 est de moyenne âge (29 ans). Quant à la station No. 3, elle est composée de peuplements adultes (96 ans).

Dans chaque station, 10 arbres du chêne zéen ont été sélectionnés. La litière est tamisée au pied de ces 10 arbres afin de récolter 10 litres de tamisât par site échantillonné. L'échantillonnage est fait durant l'année 2019- 2020, à raison d'une sortie tous les 22 jours.

Lors de la sortie précédente, les arbres déjà échantillonnés sont facilement identifiables par l'absence de litière autour de l'arbre.

Les techniques d'échantillonnage utilisées à Akfadou sont :

- Le dispositif Winkler
- L'appareil de Berlèse

2. Illustration des techniques d'échantillonnage utilisées

2.1. Méthodes de piégeage

Danks (1996) note que les méthodes les plus rentables sont les passives où les insectes se prennent au piège sans l'intervention active du collectionneur. Ces méthodes donnent des échantillons de très grande taille, une excellente couverture de l'habitat et créent moins de biais d'échantillonnage mais elles présentent des difficultés de tri et de sélection.

2.1.1. Pots Barber

La méthode des pots Barber est la plus couramment utilisée (King et Porter, 2005 ; Holland et Reynolds, 2005 ; Nageleisen et *al.*, 2009). Elle est répandue pour échantillonner les arthropodes épigés mobiles qui se déplacent à la surface du sol. Le protocole consiste simplement à enfoncer un récipient de toute nature : gobelet, bassine en plastique, boîte de conserve dans le sol pour intercepter la faune mobile (Nageleisen et *al.*, 2009).

Chaque piège est enterré verticalement, de manière à ce que l'ouverture soit à ras du sol, la terre étant tassée autour, afin d'éviter l'effet obstacle pour les petites espèces. Les pots sont remplis au tiers avec un liquide de conservation pour fixer les insectes qui y tombent (Marshall et *al.*, 1994). Ce liquide accélère la mortalité, évite la fuite, la prédation, le cannibalisme et la dégradation des échantillons (Nageleisen et *al.*, 2009).

Dans le cas de notre étude, nous avons utilisé l'eau mélangée avec du détergent. Les pièges sont placés selon une ligne droite en transect le long de laquelle nous avons placé 10 pièges distants de 5 mètres dans la station No. 1 et 10 autres dans la station No .2 (Fig. 28 a, a', b').

La façon la plus simple de récolter le matériel biologique des pièges est de verser le contenu dans un récipient, à travers un tamis de petites mailles, puis remettre le piège en place. Par la suite, le contenu du tamis est vidé dans un bac récepteur rempli d'eau et conservé dans des sachets en plastique étiquetés portant le nom de la station, la date du dépôt et du prélèvement du piège ainsi que son numéro.

Le matériel biologique récolté est examiné au laboratoire et les échantillons sont séchés, débarrassés de tout débris et triés, afin d'être identifiés et comptabilisés pour tirer des informations sur la dynamique des populations des insectes dans le biotope prospecté.

Cette méthode de piégeage est la plus simple et la moins chère (Woodcock, 2005), les poses et les relevés sont assez rapides et pratiques. Le rendement « Nombre d'individus et espèces capturés/effort temporel » est élevé et procure des effectifs d'arthropodes épigés importants

(Nageleisen et *al.*, 2009). Elle est efficace dans la capture des arthropodes nocturnes et actifs en surface surtout les arthropodes marcheurs, particulièrement les Coléoptères, les Collemboles et les Araignées (Woodcock, 2005).

Les Diplopedes ainsi qu'un grand nombre d'insectes volants qui viennent se poser à la surface ou qui y tombent emportés par le vent, sont également piégés. Cette méthode est également la plus communément utilisée pour la capture des Carabeidae (Spence et Niemelä, 1994).

Melbourne (1999) signale que les pièges d'interception sont plus efficaces dans les habitats ouverts, tels que les prairies et les broussailles, car les valeurs de capture peuvent être affectées par la complexité de la végétation.

Cependant, cette méthode montre certains inconvénients car elle n'est pas efficace pour les insectes volants (Woodcock, 2005) et présente quelques difficultés par rapport au choix du liquide conservateur (attractivité, nocivité, coût, etc...), aussi une attractivité/récursivité différentielle des insectes selon ces liquides, une dégradation fréquente des pots par les mammifères de grande taille comme les sangliers, un débordement possible par les eaux des précipitations en hiver, la capture d'espèces non-ciblées (micro-mammifères, reptiles, mollusques terrestres) (Nageleisen et *al.*, 2009), tel est notre cas, nous avons capturé des rats de forêts, à plusieurs reprises et nos pots étaient endommagés par le bétail plusieurs fois.

2.1.2. Pièges colorés

Ce type de piège est basé sur l'attraction visuelle des insectes héliophiles et floricoles par les couleurs (mimétiques des fleurs). Les insectes attirés tombent dans le piège rempli d'un liquide mouillant et conservateur (Nageleisen et *al.*, 2009).

Dans notre cas, nous avons utilisé des récipients en matière plastique de couleur jaune, remplis 2/3 d'eau additionnée de produit mouillant. Ces récipients sont fixés directement aux branches de 10 sujets de la station No. 1 et aux branches de 10 autres sujets de la station No. 2 (Fig. 28b).

Les pièges jaunes permettent une récolte très facile des insectes, ils ont une double attractivité d'une part, due à leur teinte et d'autre part à la présence de l'eau. Ces pièges capturent davantage les Coléoptères saproxyliques, les Diptères et les Hyménoptères (Nageleisen et *al.*, 2009). Dans notre étude, la méthode des pièges colorés a été choisie car elle présente l'avantage d'être spécifique aux insectes volants. Elle permet de capturer des insectes purement hygrophiles pour lesquels les radiations jaunes sont particulièrement attractives.

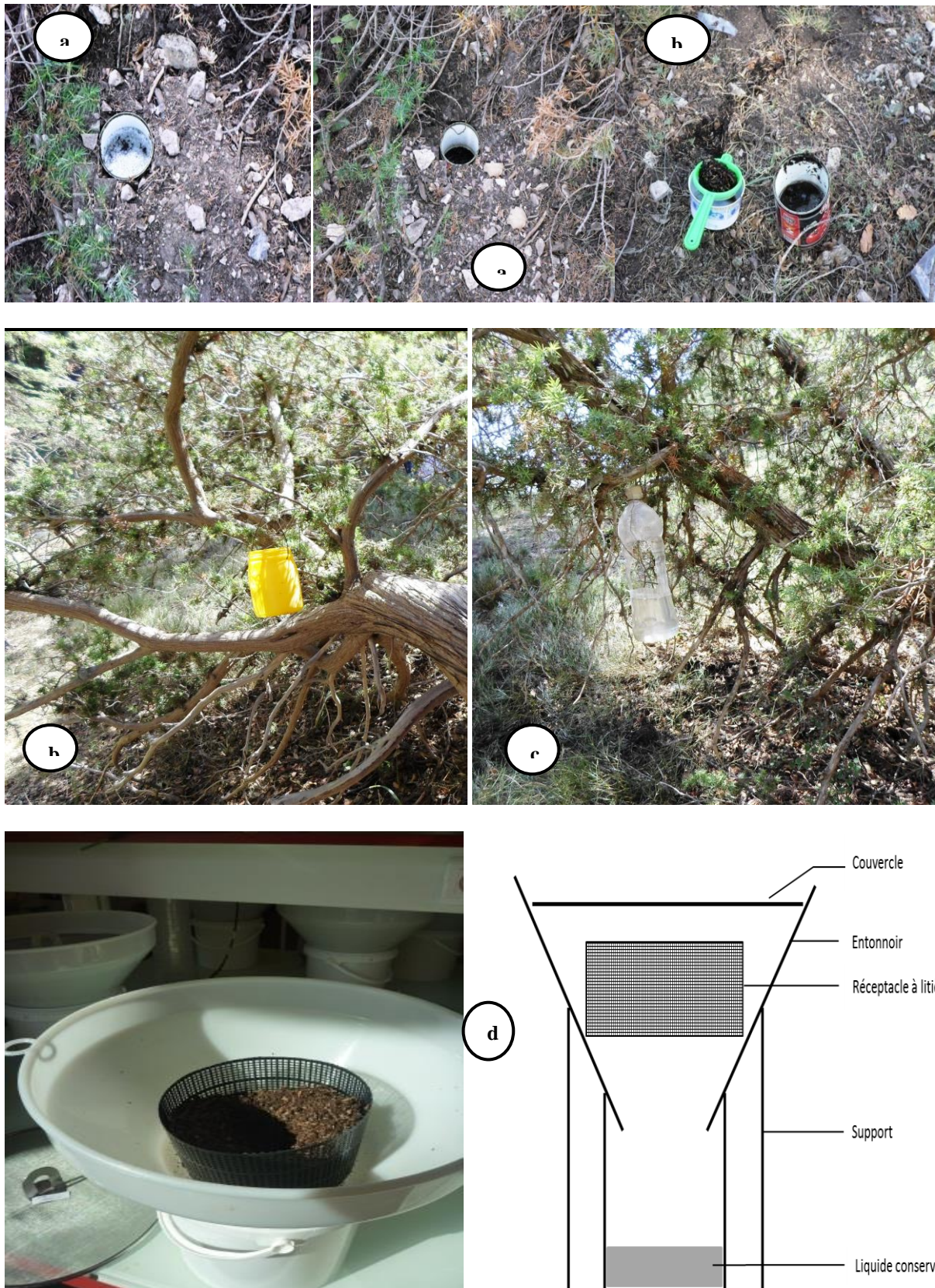


Figure 28. Illustration des méthodes de piégeage (Abbassen, 2022). (a) : Les pots Barber, (a') : pose, (b') : relevé. (b) : les pièges colorés. (c) : les pièges aériens attractifs. (d) : appareil de Berlèse

Toutefois, les bacs doivent être vidés et réamorçés régulièrement (risque d'évaporation du liquide, décomposition du contenu, débordement en cas de pluie). De plus, l'utilisation d'un conservateur peut affecter l'attractivité des insectes. En outre, ces bacs peuvent être détériorés par le bétail et les animaux sauvages. Les oiseaux peuvent consommer les insectes piégés (Nageleisen et *al.*, 2009).

2.1.3. Pièges aériens attractifs

Le piège aérien attractif est un piège réalisé avec des bouteilles en plastique munies de leur bouchon à travers lequel est fixé un crochet de forme spéciale. Deux ouvertures latérales (environ 6 x 6 cm) permettent l'entrée des insectes au vol. Quelques petits trous à mi-hauteur permettent l'écoulement d'un éventuel trop-plein lors d'orages violents (Nageleisen et *al.*, 2009). Dans notre étude, nous avons utilisé des bouteilles en plastique de 1,5 litres avec de l'eau, et avons ajouté du sel au mélange qui sert à limiter la fermentation des insectes récoltés dans le piège et ceci permet ainsi d'espacer les relèves (jusqu'à 15 jours) (Fig. 28c). Ce piège est plus sélectif vis-à-vis des Coléoptères saproxyliques en milieu tropical qu'en zone tempérée. En Afrique, il capture essentiellement des Cétoines, à l'exception de quelques papillons en zone néotropicale surtout des longicornes, cantharides, cétoines et rutélides (Nageleisen et *al.*, 2009). Selon ces auteurs, ce type de piège est parmi les pièges les plus efficaces en termes de rendement : peu coûteux, matériel simple et relativement facile à suivre.

2.1.4. Appareil de Berlèse

Le Berlèse est constitué d'un entonnoir sur lequel on dispose une grille. L'échantillon est mis à sécher sur la grille, soit naturellement, soit pour accélérer le processus en le chauffant. Les insectes et autres organismes descendent au fur et à mesure de la dessiccation du prélèvement. La plupart fuient aussi la lumière. Ils finissent par tomber à travers la grille dans l'entonnoir. Celui-ci les conduit dans le flacon récepteur, placé à la base.

Le temps passé en Berlèse dépend de l'humidité du relevé, mais s'échelonne en général entre 2 et 4 semaines par séchage naturel en les brassant tous les 2 jours. Ce mode de récolte est particulièrement bien adapté à l'échantillonnage des arthropodes de la litière.

De retour au laboratoire, le tamisât issu du tamisage de la litière à l'aide de l'appareil Winkler (illustré en dessous, dans les méthodes de chasse) a été mis à sécher dans un appareil de Berlèse adapté (panier récepteur ajouré, couvercle rigide) (Fig. 28d) durant deux semaines, et

régulièrement remué (deux fois par semaine), afin que la litière sèche plus vite et de manière homogène (Anu et *al.*, 2009).

Nos observations ont permis de conclure que les Coléoptères sont plus actifs après la perturbation créée par l'aération de la litière. Ainsi, les aérations régulières et surtout avec des perturbations plus fréquentes permettent un séchage plus rapide, et une extraction de meilleure qualité. La faune quitte le tamisât et tombe dans un réceptacle contenant du liquide conservateur (50 % monopropylène glycol et 50 % eau). Les Coléoptères récoltés ont été dénombrés et classés par famille.

En outre, dans la méthode d'extraction par l'appareil de Berlèse, la séparation des particules du sol et les débris tombant dans la solution de collecte avec la faune rend l'échantillonnage plus long et à forte intensité de main-d'œuvre que les autres types de piège (pots Barber) (Robertson, 2007).

2.2. Méthodes de chasse

2.2.1. Filet fauchoir (Fauchage)

Le filet fauchoir comporte une poche solide profonde, enfilée sur un cercle robuste. Le manche est fait en aluminium ou en bois et mesure entre 70 et 160 cm. Il permet de capturer les insectes au vol, au sol ou exposés sur la végétation.

Ce procédé permet de tirer des informations sur les espèces existantes dans un milieu donné. Pour obtenir des résultats fiables du peuplement prospecté, le filet fauchoir doit être utilisé sur toute la hauteur de la végétation en raclant le sol (Benkhelil, 1991).

Selon le même auteur, l'usage de cet outil doit être fait par la même personne et de la même manière. La poche du filet fauchoir doit être fabriquée avec une grosse toile solide à mailles serrées.

Le cercle a un diamètre de 30 cm formé de fil de fer rond de 0,3 cm à 0,4 cm de diamètre de section. La profondeur du sac varie entre 40 et 50 cm (Fig. 29a). Son fond est plat ou légèrement arrondi afin que son contenu puisse être rapidement accessible et examiné après quelques coups de fauchage.

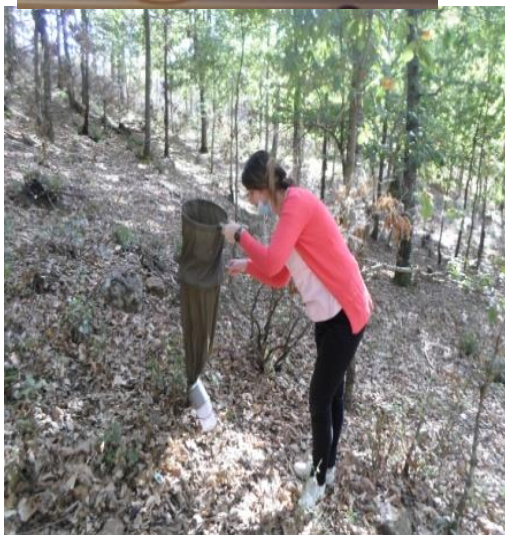
L'utilisation du filet doit se faire de façon perpendiculaire au sol tout en le maintenant par des mouvements de va-et-vient avec des manœuvres rapides et violentes afin que les insectes pris par le choc tombent dans la poche. Il est recommandé d'opter pour 10 coups de filet fauchoir pour un seul échantillon.



b



c



d



Figure 29. Illustration des méthodes de chasse (Abbassen, 2022). **a** : Fauchage. **b** : Battage. **c** : Winkler. **d** : Tamisage de la litière par le Winkler.

La méthode du filet fauchoir est économique. Elle est facile et permet aisément la capture des insectes aussi bien ailés en vol que ceux exposés sur la végétation basse. Cependant elle présente quelques inconvénients car elle permet de récolter que des insectes vivant à découvert. Les saisons qui se prêtent le mieux pour son utilisation sont le printemps et l'été. En automne et en hivers, son emploi est plus limité car par temps froid, les insectes se cachent. De même lorsqu'il pleut ou lorsque le sol est mouillé, il faut toujours attendre que la strate herbacée se dessèche avant l'utilisation du filet fauchoir (Benkhelil, 1991).

2.2.2. Parapluie japonais ou nappe de chasse (Battage)

Cette méthode est utilisée par temps sec. Les seuls accessoires nécessaires sont un bâton destiné à battre et une nappe (drap blanc tendu sur une armature en bois d'environ (90 cm x 90 cm) pour les captures. Le parapluie japonais doit être maintenu d'une seule main et facilement introduit sous le feuillage des arbres et arbustes pendant que l'on secoue les végétaux avec l'autre main (battage) (Fig. 29b). Les insectes tombent sur la nappe et sont facilement collectés.

Par le biais de cette méthode, la majorité des insectes présents sur les branches des arbres et des arbustes sont capturés. Ce sont généralement des Coléoptères : Elateridae, Buprestidae, Chrysomelidae et Curculionidae, mais aussi des Hémiptères, des Homoptères, des Névroptères et des Trichoptères. Cette méthode permet aussi de récolter des chenilles, autres phytophages ainsi que de nombreuses araignées (Cirad, 2008).

2.2.3. Tamisage de la litière au moyen d'un Winkler

Le battage et l'identification à vue sont largement dépendants de l'utilisateur. En hiver, le piège vitre et le piège barber sont peu adaptés à l'échantillonnage des espèces car elles sont connues pour être moins mobiles (Heijerman, 2004). Le tamisage de litière à l'aide d'un Winkler est la méthode utilisée par Heijerman (2004), Robertson (2007), Buse (2012) et Cateau (2016). Elle apparaît être la méthode la plus adaptée à l'échantillonnage des Coléoptères tout au long de l'année.

Afin de pouvoir échantillonner le plus grand nombre possible d'espèces de Coléoptères, la litière a été récoltée à la base des troncs des arbres choisis pour représenter la diversité du peuplement (diamètre, essences et dendro-microhabitats). Celle-ci a été tamisée à l'aide d'un Winkler décrit ci-dessous. Ce Winkler a été modifié pour que son extrémité puisse être raccordée à un pot d'un litre de contenance constituant l'unité d'échantillonnage. Cette unité est constante quel que soit la forme d'humus.

Le tamisage se pratique traditionnellement avec un tamis Winkler (Fig. 29 c, 29 d). Ce tamis rond, de 32 cm de diamètre, est un outil léger et intégré, ce qui limite l'encombrement. De ce fait, on peut le conserver en permanence dans son sac. La partie supérieure du Winkler reçoit le prélèvement que l'on secoue vigoureusement pour tamiser, en utilisant les deux poignées.

Au milieu se trouve la grille de tamis (maille de 5 x 5 mm) qui permet de séparer les restes organiques de grande taille (feuilles, brindilles, pierres, etc...), des insectes et des petits débris qui tombent dans la partie inférieure.

Ensuite, à l'aide d'un coup de main ou plutôt de poignet, rapide à acquérir, on vide la partie haute. A l'extrémité de ce Winkler, un tuyau en PVC est fixé pour permettre l'installation d'un pot de récolte d'un volume d'un litre. Cette amélioration permet à la fois de récolter un volume constant, et une simplicité dans la mise en sac de l'échantillon.

La litière est tamisée autour du pied d'un arbre ou d'une cépée. La quantité de tamisât récoltée est fixe. Cependant pour obtenir cet échantillon, la quantité de litière tamisée peut varier de façon non négligeable, notamment en fonction du type d'humus et de l'humidité.

Les échantillons ainsi relevés sont stockés dans des sachets plastiques à fermeture zip.

Afin d'éviter des effets observateurs, les tamisâts ne sont pas vérifiés in situ à l'œil, comme Buse (2012) l'a fait. L'immobilité et/ou la petite taille des espèces étudiées rendent particulièrement difficile leurs captures à vue parmi les débris de litière tamisés.

Les tamisâts sont ramenés au laboratoire et l'extraction des animaux se fait par l'intermédiaire d'un Berlese dont certains éléments ont été modifiés (voir méthodes de piégeage citées ci-dessus).

Le tamisage avec le tamis de Winkler est adapté à l'extraction des Coleoptera habitant la litière des forêts (Didham et al., 1998), et aussi à celle des Formicidae qui vivent dans la litière et se déplacent rapidement (Delabie et al., 2010).

Cependant, l'extraction Winkler est moins adaptée à tous les taxons d'arthropodes vivant au sol car les chances de fuite des taxons grands et agiles sont élevées. De plus, avant qu'ils ne tombent dans les bouches de collecte, les chances de mort des petits taxons sont élevées avec une tolérance écologique étroite.

L'extraction de Winkler est un processus relativement lent en milieu humide. Lorsque les taxons de Formicidae sont abondants dans l'échantillon, ils peuvent consommer les autres insectes lors de l'extraction (Schillhammer, 2001).

3. Méthodes d'identification

Au laboratoire, avec une loupe binoculaire (EZ4, LEICA), les espèces collectées sont séparées en groupe pour une identification suivant la classification de Löbl et Löbl (2017), et à l'aide de la documentation de Perrier (1961a et 1961b), et aussi grâce aux clés taxonomiques d'Antoine (1956, 1957, 1959).

Les spécimens de Tikjda sont identifiés avec l'aide précieuse du Professeur Gahdab Chakali, et de son collaborateur Monsieur Mohamed Ghalem (ENSA- Alger-Algérie).

Les Coléoptères d'Akfadou ont été identifiés et confirmés par le Professeur Hervé Brustel (INPT Toulouse, France). Nous avons aussi utilisé la collection d'insectes de référence de l'ENSA d'Alger et de l'INPT de Toulouse.

4. Méthodes d'analyse des données

Afin de pouvoir interpréter nos résultats, nous avons calculé la qualité d'échantillonnage, les indices écologiques de structure et de composition, ainsi que des tests statistiques à l'aide du logiciel R.

4.1. Qualité d'échantillonnage

Afin d'évaluer la qualité de l'échantillonnage, Blondel (1979) définit la qualité de l'échantillonnage par la relation

$$Q = a/N$$

où

a : Nombre des espèces vues une seule fois et en un seul exemplaire par relevé.

N : Nombre de relevés.

Plus le rapport **a/N** se rapproche de zéro, plus la qualité est bonne (Ramade, 2003).

4.2. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition comprennent la richesse totale et moyenne, la fréquence centésimale et la fréquence d'occurrence des espèces.

4.2.1. Richesse totale **S** et moyenne **s**

La richesse totale **S** représente le nombre des espèces du peuplement du site prospecté. Elle est considérée comme un paramètre fondamental d'une communauté d'espèces. La richesse moyenne **s** correspond au nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon du biotope (Ramade, 2003).

4.2.2. Fréquences centésimales

La fréquence centésimale est le pourcentage des individus d'une espèce (**ni**) par rapport au total des individus (Dajoz, 1971).

L'abondance relative des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon, caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné (Frontier, 1983). La fréquence centésimale est calculée par la relation :

$$F (\%) = (ni \times 100) / N$$

ni : Nombre des individus de l'espèce prise en considération.

N : Nombre total des individus de toute espèce confondue.

4.2.3. Constance ou fréquence d'occurrence

La constance (C) est le pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce prise en considération par rapport au nombre total de relevés (Dajoz, 1971).

La constance (C) est calculée par la relation suivante :

$$C = \left(\frac{P}{P'} \right) \times 100$$

P : Nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P' : Nombre total de relevés effectués.

Les variations, représentant les variations de la fréquence d'occurrence, sont interprétées comme suit :

- Une espèce est omniprésente si $C = 100 \%$
- Une espèce est constante si $75 \% \leq C \leq 100 \%$
- Une espèce est régulière si $50 \% \leq C \leq 74 \%$
- Une espèce est accessoire si $25 \% \leq C \leq 50 \%$
- Une espèce est accidentelle si $5 \% \leq C \leq 25 \%$
- Une espèce est rare si $C \leq 4 \%$

4.3. Indices écologiques de structure

Les données sont exploitées grâce aux calculs de l'indice de diversité de Shannon (H') (Shannon, 1948), la diversité maximale (H'max) et l'indice d'équitabilité de Piélou (E) (Piélou, 1966).

4.3.1. Indice de diversité de Shannon (H')

Blondel (1979) définit la diversité comme le degré d'hétérogénéité d'un peuplement. Cet indice est considéré comme le meilleur moyen de traduire la diversité. Il est calculé de la manière suivante : $H' = -\sum q_i \log_2 q_i$

H' : Indice de diversité exprimé en unités de bits

q_i : Fréquence relative de la catégorie d'individus par rapport à i qui est l'espèce considérée

\log_2 : Logarithme à base de 2.

Cet indice permet d'avoir une idée sur la diversité des différents milieux. Plus précisément, il permet de connaître la diversité d'une espèce donnée au sein d'un peuplement. Si H' est élevé, le peuplement considéré est diversifié et donc le milieu est favorable. Si en revanche H' est faible, ce dernier est pauvre en espèces.

4.3.2. Diversité maximale (H'_{\max})

Blondel (1979) exprime la diversité maximale par la relation suivante : $H'_{\max} = \log_2 S$.

H'_{\max} : Diversité maximale

S : Richesse totale.

4.3.3. Indice d'équitabilité de Pielou (E)

L'indice correspond au rapport de la diversité observée H' à la diversité maximale H'_{\max} (Barbault, 1981). Blondel (1979) juge que l'équirépartition est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale. Elle se calcule comme suit :

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

La valeur de l'équirépartition E varie de 0 à 1. Lorsque E tend vers 0, cela signifie que les effectifs des espèces récoltées ne sont pas en équilibre entre eux. Quand E tend vers 1, cela signifie que les effectifs des espèces capturées sont en équilibre (Barbault, 1981).

5. Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel R. La méthode utilisée est General Linear Model (GLM) pour appréhender s'il y a des différences significatives dans la distribution des Coléoptères et de leurs effectifs dans les deux stations étudiées dans la forêt de Tigounatine. Cette méthode est également appliquée pour déterminer s'il y a une différence significative de la distribution des Coléoptères dans les trois stations prospectées dans la forêt de M'haga.

QUATRIEME CHAPITRE

Résultats

Les résultats obtenus lors de notre échantillonnage au niveau de la forêt de Tigounatine et de la forêt de M'haga respectivement durant les années 2017-2018 et 2019-2020 sont présentés dans ce chapitre.

1. Forêt de Tigounatine

1.1. Diversité des Coléoptères récoltés

Au cours de notre période d'échantillonnage, allant du mois de Mars 2017 au mois de Mars 2018, nous avons effectué 18 sorties sur le terrain et ça nous a permis d'identifier au total de 127 espèces de Coléoptères. Cette diversité biologique se répartit en 34 familles et 99 genres.

Le tableau 7 regroupe la liste de la diversité entomologique des Coléoptères capturés au cours de nos prospections dans la forêt de Tigounatine.

Tableau 7. Liste et taxonomie des Coléoptères identifiés dans la forêt de Tigounatine.

Familles	Genres	Espèces	Station No. 1	Station No. 2
Anobiidae	<i>Ernobius</i>	<i>Ernobius sp.</i>	+	-
Anthicidae	<i>Cordicomus</i>	<i>Cordicomus instabilis</i> (Schmidt, 1842)	-	+
Aphodiidae	<i>Aphodius</i>	<i>Aphodius erraticus</i> (Linnaeus, 1758)	+	-
Apionidae	<i>Ceratapion</i>	<i>Ceratapion sp.</i>	+	+
	<i>Apion</i>	<i>Apion apricans</i> (Herbst, 1797)	+	+
	<i>Pseudapion</i>	<i>Pseudapion fulvirostre</i> (Gyllenhal 1833)	+	+
Buprestidae	<i>Anthaxia</i>	<i>Anthaxia nitidula</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
		<i>Anthaxia quadripunctata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
		<i>Anthaxia fulgurans</i> (Schrank, 1789)	+	+
		<i>Anthaxia vittula</i> (Kiesenwetter, 1857)	+	+
	<i>Coraebus</i>	<i>Coraebus elatus</i> (Fabricius, 1787)	+	-
	<i>Aphanisticus</i>	<i>Aphanisticus emarginatus</i> (Olivier, 1790)	+	+
	<i>Chrysobotris</i>	<i>Chrysobotris chrysostigma</i> (Linnaeus, 1758)	+	-
	<i>Melanophila</i>	<i>Melanophila marmottani</i> (Fairmaire, 1868)	+	-
	<i>Ancylochira</i>	<i>Ancylochira sp.</i>	+	-
Carabidae	<i>Agrilus</i>	<i>Agrilus elegans</i> (Mulsant et Rey, 1863)	+	-
	<i>Agonum</i>	<i>Agonum nigrum</i> (Dejean, 1828)	+	+
	<i>Amara</i>	<i>Amara convexa</i> (Leconte, 1848)	-	+
	<i>Brachinus</i>	<i>Brachinus sclopeta</i> (Fabricius, 1792)	-	+
	<i>Calathus</i>	<i>Calathus circumseptus</i> (Germar, 1823)	+	-
		<i>Calathus fuscipes algiricus</i> (Gautier des Cottés, 1866)	+	+
		<i>Calathus opacus</i> (Lucas 1846)	+	-
	<i>Carabus</i>	<i>Carabus (Macrothorax) morbillosus</i> (Fabricius, 1792)	+	+
		<i>Carabus famini</i> (Dejean, 1826)	+	+
<i>Carabus sp.</i>		+	+	

	<i>Eurycarabus</i>	<i>Eurycarabus famini algerinus</i> (Fairmaire, 1859)	+	-
	<i>Harpalus</i>	<i>Harpalus attenuatus</i> (Stephens, 1828)	+	+
		<i>Harpalus wohlberedi</i> (Emden et Schauburger, 1932)	+	+
	<i>Laemostenus</i>	<i>Laemostenus barbarus</i> (Lucas, 1846)	+	-
		<i>Laemostenus algerinus</i> (Gory, 1833)	+	+
	<i>Licinus</i>	<i>Licinus punctatulus</i> (Fabricius, 1792)	+	-
	<i>Microlestes</i>	<i>Microlestes corticalis</i> (L. Dufour, 1820)	+	-
	<i>Nebria</i>	<i>Nebria andalusiaca</i> (Rambur, 1837)	+	+
	<i>Notiophilus</i>	<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	+	-
	<i>Paraphonus</i>	<i>Paraphonus hespericus</i> (Jeanne, 1985)	+	-
	<i>Pterostechus</i>	<i>Pterostichus</i> sp.	+	-
	<i>Syntomus</i>	<i>Syntomus barbarus</i> (Puel, 1938)	+	+
		<i>Syntomus fuscomaculatus</i> (Motschulsky, 1844)	+	+
	<i>Trechus</i>	<i>Trechus obtusus</i> (Erichson, 1837)	+	+
	<i>Calosoma</i>	<i>Calosoma inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)	+	-
		<i>Calosoma sycophanta</i> (Linnaeus, 1758)	+	-
	<i>Bembidion</i>	<i>Bembidion fluviatile unctulum</i> (Antoine, 1941)	+	+
	<i>Chlaenius</i>	<i>Chlaenius velutinus</i> (Duftschmid, 1812)	+	+
	<i>Zabrus</i>	<i>Zabrus jurjurae</i> (Peyerimhoff, 1908)	+	-
		<i>Zabrus farctus</i> (Zimmermann, 1831)	+	+
	<i>Dixus</i>	<i>Dixus sphaerocephalus</i> (Olivier, 1795)	+	+
	<i>Sphodrus</i>	<i>Sphodrus leucophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	-	+
	<i>Orthomus</i>	<i>Orthomus aquila</i> (Coquerel, 1859)	+	+
Cantharidae	<i>Cantharis</i>	<i>Cantharis</i> sp1.	+	-
		<i>Cantharis</i> sp2.	+	-
		<i>Cantharis lateralis</i> (Linnaeus, 1758)	+	-
	<i>Rhagonycha</i>	<i>Rhagonycha lignosa</i> (Müller, 1764)	+	+
Cetoniidae	<i>Hymenoplia</i>	<i>Hymenoplia</i> sp.	+	-
Cerambycidae	<i>Anaglyptus</i>	<i>Anaglyptus gibbosus</i> (Fabricius, 1787)	+	+
Cleridae	<i>Trichodes</i>	<i>Trichodes alvearius</i> (Fabricius, 1792)	+	-
Chrysomelidae	<i>Phyllotreta</i>	<i>Phyllotreta nigripes</i> (Fabricius, 1775)	+	+
	<i>Longitarsus</i>	<i>Longitarsus</i> sp.	+	+
	<i>Chaetocnema</i>	<i>Chaetocnema tibialis</i> (Illiger, 1807)	+	+
	<i>Bruchus</i>	<i>Bruchus loti</i> (Paykull, 1800)	+	-
		<i>Bruchus tristis</i> (Boheman, 1833)	+	-
	<i>Aphthona</i>	<i>Aphthona nigriceps</i> (Redtenbacher, 1842)	+	-
	<i>Podagrica</i>	<i>Podagrica malvae</i> (Illiger, 1807)	+	-
	<i>Haltica</i>	<i>Haltica tibialis</i> (Illiger, 1807)	+	+
Curculionidae	<i>Hypera</i>	<i>Hypera</i> sp.	+	+
	<i>Polydrusus</i>	<i>Polydrusus</i> sp.	+	+
		<i>Polydrusus pterygomalis</i> (Boheman, 1840)	+	-
	<i>Phyllobius</i>	<i>Phyllobius viridearis</i> (Laicharting, 1781)	+	+
	<i>Sitona</i>	<i>Sitona</i> sp.	+	-
<i>Dorystomus</i>	<i>Dorystomus tremulae</i> (Fabricius, 1787)	+	-	

Coccinellidae	<i>Coccinella</i>	<i>Coccinella algerica</i> (Kovar, 1977)	+	+
	<i>Scymnus</i>	<i>Scymnus pallipediformis apetzoides</i> (Capra et Fuersch, 1967)	+	-
	<i>Adalia</i>	<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	+	-
	<i>Psyllobora</i>	<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (Linnaeus, 1758)	+	-
Cryptophagidae	<i>Cryptophagus</i>	<i>Cryptophagus sp.</i>	+	-
Dasytidae	<i>Psilothrix</i>	<i>Psilothrix illustris</i> (Wollaston, 1854)	+	-
Dermestidae	<i>Trogoderma</i>	<i>Trogoderma sp.</i>	+	+
		<i>Trogoderma versicolor</i> (Creutzer, 1799)	+	+
	<i>Anthrenus</i>	<i>Anthrenus verbasci</i> (Linnaeus, 1767)	+	+
Elateridae	<i>Agriotes</i>	<i>Agriotes acuminatus</i> (Stephens, 1830)	+	-
Geotrupidae	<i>Geotrupes</i>	<i>Geotrupes sp.</i>	+	+
Histeridae	<i>Saprinus</i>	<i>Saprinus algericus</i> (Lucas, 1849)	+	+
	<i>Hister</i>	<i>Hister sp.</i>	+	+
	<i>Margarinotus</i>	<i>Margarinotus obscurus</i> (Kugelann, 1792)	+	-
Leiodidae	<i>Catops</i>	<i>Catops sp.</i>	+	+
	<i>Choleva</i>	<i>Choleva sp.</i>	+	+
Lucanidae	<i>Sinodendron</i>	<i>Sinodendron cylindricum</i> (Linnaeus, 1758)	+	-
Malachidae	<i>Axinotarsus</i>	<i>Axinotarsus pulicarius</i> (Fabricius, 1777)	-	+
Meloidae	<i>Mylabris</i>	<i>Mylabris variabilis</i> (Pallas, 1781)	+	+
		<i>Mylabris quadripunctata</i> (Linnaeus, 1767)	+	-
Melyridae	<i>Dasytes</i>	<i>Dasytes caeruleus</i> (De Geer, 1774)	+	+
	<i>Danacea</i>	<i>Danacea sp.</i>	+	+
Mordellidae		<i>Mordellidae sp.</i>	-	+
Nitidulidae	<i>Meligethes</i>	<i>Meligethes sp.</i>	+	+
	<i>Urophorus</i>	<i>Urophorus humeralis</i> (Fabricius, 1798)	+	+
Prionoceridae	<i>Lobonyx</i>	<i>Lobonyx aeneus</i> (Fabricius, 1787)	+	-
Ptinidae	<i>Ptinus</i>	<i>Ptinus obesus</i> (Lucas, 1849)	-	+
		<i>Ptinus rufipes</i> (Olivier, 1790)	+	+
Scarabaeidae	<i>Sisyphus</i>	<i>Sisyphus schaefferi</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
	<i>Onthophagus</i>	<i>Onthophagus similis</i> (Scriba, 1790)	+	+
		<i>Onthophagus fracticornis</i> (Preyssler, 1790)	+	+
		<i>Onthophagus nuchicornis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
	<i>Rhizotrogus</i>	<i>Rhizotrogus sp.</i>	+	-
	<i>Gymnopleurus</i>	<i>Gymnopleurus geoffroyi</i> (Fuessly, 1775)	+	+
	<i>Geotrogus</i>	<i>Geotrogus sp.</i>	+	-
<i>Bubas</i>	<i>Bubas bubalus</i> (Olivier, 1811)	+	-	
Scolytidae	<i>Hylastes</i>	<i>Hylastes cunicularius</i> (Erichson, 1836)	+	-
	<i>Scolytus</i>	<i>Scolytus laevis</i> (Chapuis, 1869)	+	+
		<i>Scolytus scolytus</i> (Fabricius, 1775)	+	-
Silphidae	<i>Silpha</i>	<i>Silpha granulata</i> (Olivier, 1790)	+	-
Staphylinidae	<i>Staphylinus</i>	<i>Staphylinus olens</i> (MülleOr, 1764)	+	+
		<i>Staphylinus caesareus</i> (Cederhjelm, 1798)	+	+
		<i>Staphylinus sp.</i>	+	-
	<i>Tachinus</i>	<i>Tachinus sp.</i>	+	+

	<i>Eusphalerum</i>	<i>Eusphalerum sp.</i>	-	+
	<i>Ocytus</i>	<i>Ocytus aethiops</i> (Waltl, 1835)	+	+
	<i>Xantholinus</i>	<i>Xantholinus glabratus</i> (Gravenhorst, 1802)	+	+
	<i>Philonthus</i>	<i>Philonthus concinnus</i> (Gravenhorst, 1802)	+	+
		<i>Philonthus intermedius</i> (Lacordaire, 1835)	-	+
		<i>Philonthus splendens</i> (Fabricius, 1793)	+	+
		<i>Philonthus nitidicollis</i> (Lacordaire, 1835)	-	+
	<i>Micropeplus</i>	<i>Micropeplus fulvus</i> (Erichson, 1840)	+	-
Tenebrionidae	<i>Pachychila</i>	<i>Pachychila servillei</i> (Solier, 1835)	+	+
	<i>Cnemeplatia</i>	<i>Cnemeplatia atropos</i> (Costa, 1847)	+	-
	<i>Dendarus</i>	<i>Dendarus tristis</i> (Laporte, 1840)	+	-
	<i>Tentyria</i>	<i>Tentyria grossa</i> (Solier, 1835)	+	-
	<i>Stenosis</i>	<i>Stenosis sp. (tagenia)</i>	+	+
Trogidae	<i>Trox</i>	<i>Trox perlatus</i> (Goeze, 1777)	+	+
34 familles	99 genres	127 espèces	117	75

+ espèce présente

- espèce absente

La liste des espèces représentées est loin d'être exhaustive, et il est certain que la zone d'étude prospectée renferme une gamme d'espèces beaucoup plus variée et diversifiée.

L'analyse du tableau 7 nous permet de mettre en évidence qu'une diversité de 100 espèces est identifiée jusqu'au rang spécifique, 26 espèces sont déterminées jusqu'au rang générique et une espèce est identifiée jusqu'au rang de la famille (*Mordellidae sp.*).

1.2. Importance des familles de Coléoptères

La composition taxonomique du peuplement coléoptérologique de la forêt de Tigounatine est représentée par la figure 30.

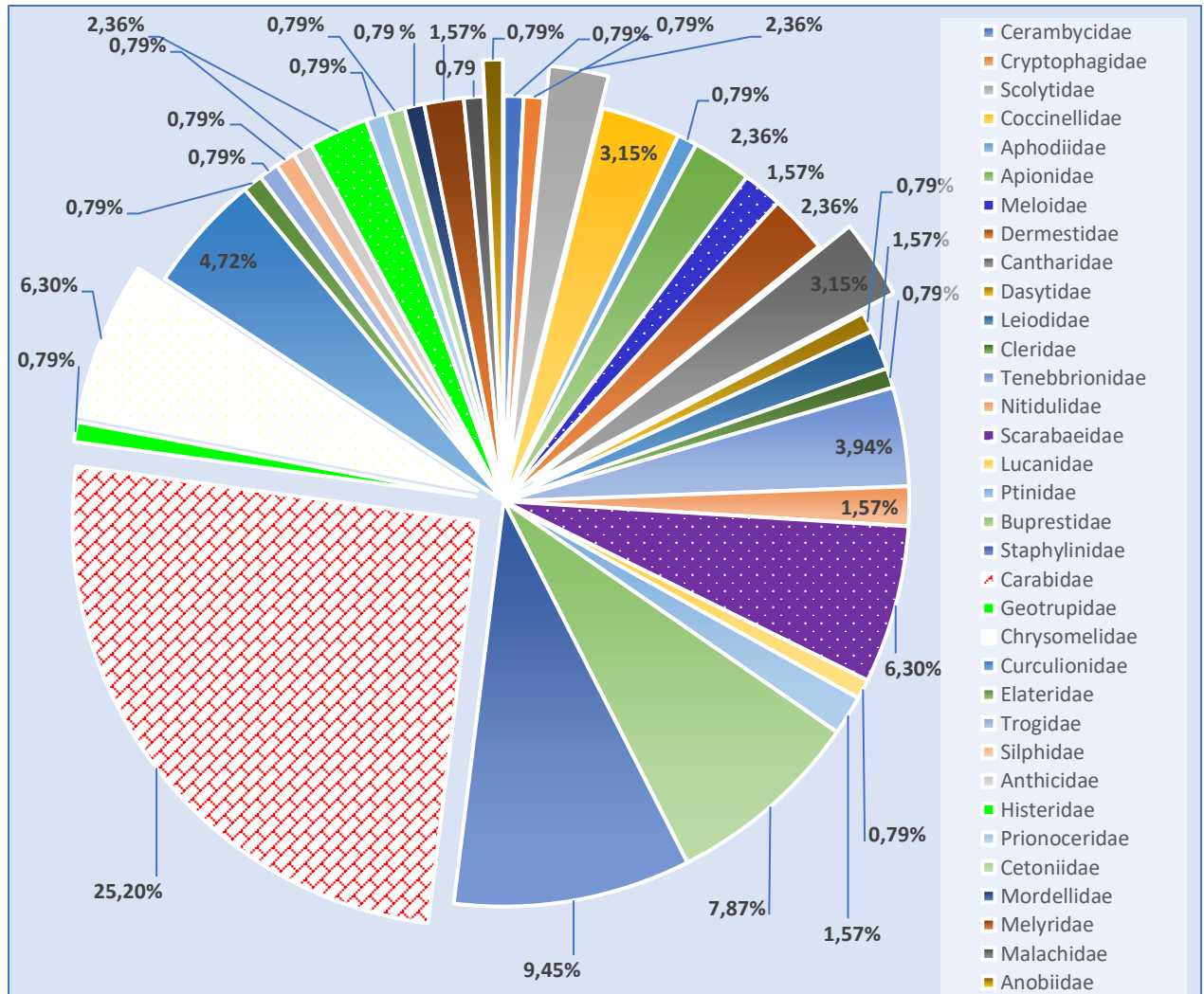


Figure 30. Importance relative des familles de Coléoptères dans la forêt de Tigounatine

L'analyse de la figure 30, relative aux richesses spécifiques, met en lumière l'importance de la diversité des familles dans la forêt de Tigounatine. Il apparaît que la famille des Carabidae reste la plus conséquente avec 25,20 % (32 espèces), suivie par la famille des Staphylinidae avec 9,45 % (12 espèces) et celle des Buprestidae avec 7,87 % (10 espèces).

La composition spécifique des familles de Scarabaeidae et de Chrysomelidae est de 6,30 % de Coléoptères par famille (8 espèces chacune), celle des Curculionidae est de 4,72 % (6 espèces), et celle des Tenebrionidae est de 3,94 % (5 espèces).

Les groupes des Cantharidae et des Coccinellidae sont figurés chacun par 3,15 % (4 espèces par groupe). Ceux des Scolytidae, Apionidae, Dermestidae et Histeridae sont représentés chacun par 2,36 % (3 espèces par groupe).

Quant aux familles des Cerambycidae, Cryptophagidae, Aphodiidae, Dasytidae, Cleridae, Lucanidae, Geotrupidae, Elateridae, Trogidae, Silphidae, Anthicidae, Histeridae, Prionoceridae, Cetoniidae, Mordellidae, Malachidae et les Anobiidae, elles comptent chacune 0,79 % de la diversité coléoptérologique déterminée dans la forêt de Tigounatine (1 espèce par famille).

1.3. Diversité spécifique par station d'étude

Le peuplement coléoptérologique de la zone d'étude compte au total 127 espèces identifiées. À l'échelle des stations d'étude, nous remarquons que le nombre d'espèces est plus important dans la station No. 1, soit 117 espèces récoltées des pièges placés dans cette station et 75 espèces capturées de ceux placés dans la station No. 2. Ces richesses taxonomiques sont représentées par la figure 31.

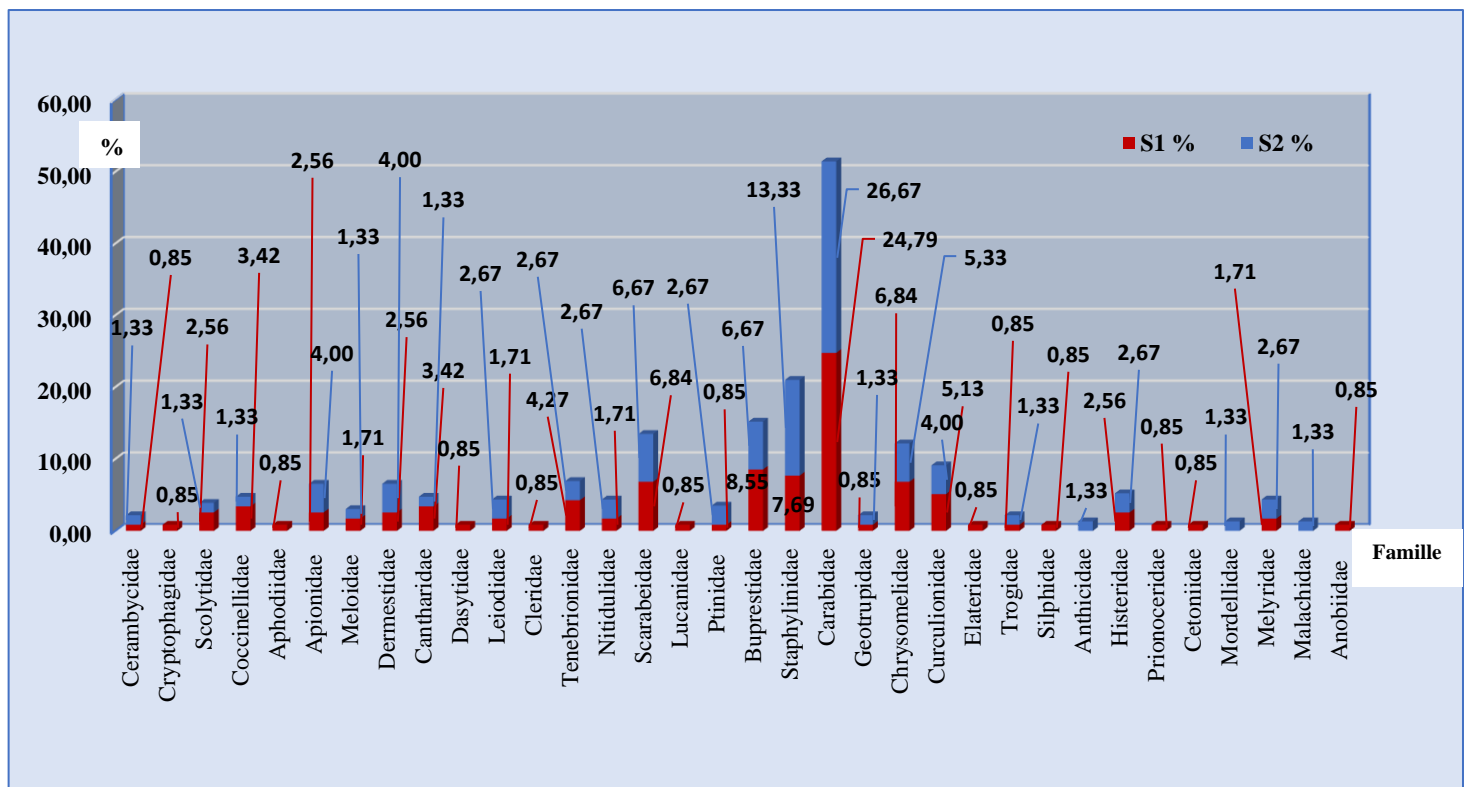


Figure 31. Diversité spécifique des familles de Coléoptères dans les deux stations étudiées de la forêt de Tigounatine

L'examen de la figure 31 relative à la richesse spécifique des familles de Coléoptères dans les deux stations étudiées, met en évidence que la composition spécifique de la famille des Carabidae est différente dans les deux stations, soit 29 et 20 espèces respectivement dans les stations No. 1 et No. 2.

Les richesses spécifiques des familles des Tenebrionidae, Scarabaeidae, Buprestidae, Chrysomelidae, Coccinellidae, Cantharidae, Scolytidae, Meloidae, Histeridae et Curculionidae sont plus importantes dans la station No. 1 que la station No. 2.

Les peuplements coléoptérologiques composant les familles des Cerambycidae, Apionidae, Dermestidae, Nitidulidae, Leiodidae, Geotrupidae, Trogidae, et Melyridae se présentent chacun avec le même nombre d'espèces dans les deux stations prospectées.

Quant aux familles de Ptinidae et de Staphylinidae, leurs richesses spécifiques sont légèrement plus importantes dans la station No. 2.

Dans la station No. 1 de la forêt de Tigounatine, la composition spécifique des Carabidae reste la plus conséquente avec 24,79 % (29 espèces). Elle est suivie par celle des Buprestidae avec 8,55 % (10 espèces) et celle des Staphylinidae avec 7,69 % (9 espèces).

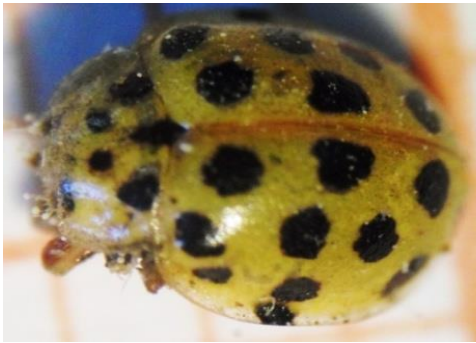
La diversité des Coléoptères des familles de Scarabaeidae et de Chrysomelidae est de l'ordre de 6,84 % par famille (8 espèces chacune) et celles de Curculionidae et de Tenebrionidae sont respectivement 5,13 % (6 espèces) et 4,27 % (5 espèces).

Quant aux Coccinellidae et Cantharidae, leurs richesses sont de l'ordre de 3,42 % par famille (4 espèces chacune). Dans cette station, les compositions spécifiques des autres familles de Coléoptères restent faiblement figurées.

Dans la station No. 2, la famille de Carabidae reste la plus conséquente en termes de richesse en Coléoptères et se présente avec 26,67 % (20 espèces). La richesse des peuplements est ensuite marquée par la famille de Staphylinidae qui figure avec 13,33 % (10 espèces). Celles des Buprestidae et des Scarabaeidae se présentent avec 6,67 % par famille (5 espèces chacune).

Dans cette station, la famille des Chrysomelidae compte 5,33 % (4 espèces) de Coléoptères. Quant aux familles des Curculionidae, Apionidae et Dermestidae, elles figurent chacune avec 4 % (3 espèces par famille). Les autres groupes sont faiblement représentés en termes de richesse en Coléoptères ;res.

Certains spécimens de quelques familles de Coléoptères sont représentés dans la figure 32.



Psyllobora vigintiduopunctata



Scymnus pallipediformis apetzoides



Apion apricans



Anthaxia quadripunctata



Anthaxia vittula



Ceratapion sp.



Anthaxia fulgurans



Polydrusus pterygomalis



Phyllobius viirdearis



Trogoderma versicolor



Geotrupes sp.

Figure 32. Illustration de quelques espèces de Coléoptères identifiées (Abbassen, 2022)



Pachychila servillei



Stenosis sp.



Longitarsus sp.



Phyllotreta nigripes



Staphylinus olens



Philonthus splendens



Rhizotrogus sp.



Onthophagus nuchicornis



O. fracticornis



Sisyphus schaefferi

Figure 32 (suite). Illustration de quelques espèces de Coléoptères identifiées (Abbassen, 2022)



Carabus famini



Macrothorax morbillosus



Amara convexa



Notiophilus biguttatus



Nebria anadusiaca



Hister sp.



Saprinus algericus



Margarinotus obscurus



Cantharis sp1

Figure 32 (suite). Illustration de quelques espèces de Coléoptères identifiées (Abbassen, 2022)

1.4. Diversité des Coléoptères par méthode de capture

Les richesses spécifiques par techniques de capture observées dans les pièges placés dans les stations No.1 et No. 2 de la forêt de Tigounatine sont illustrées dans la figure 33.

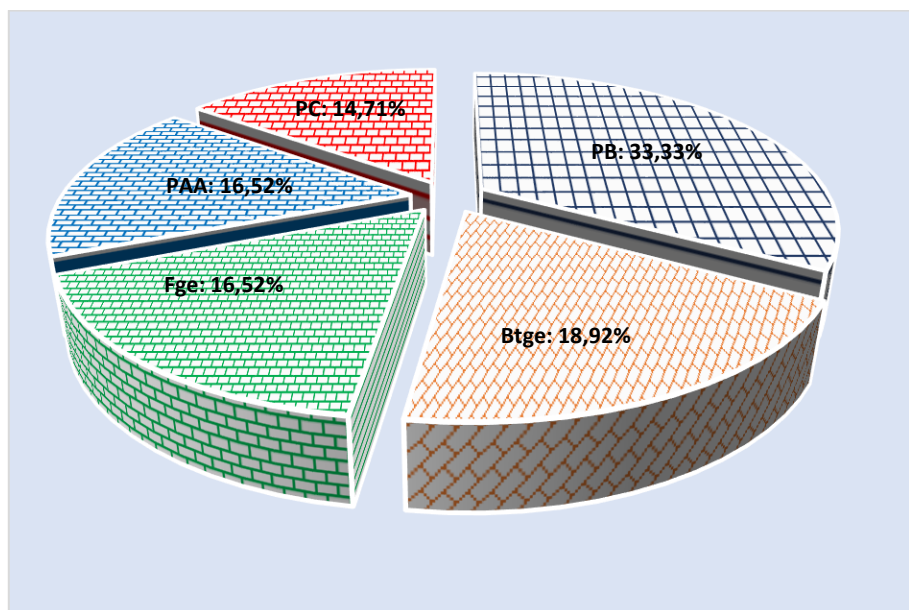


Figure 33. Importance des Coléoptères échantillonnés dans chaque piège : PB : pots Barber, PC : pièges colorés, PAA : pièges aériens attractifs, Fge : fauchage, Btge : Battage

L'analyse de cette figure nous renseigne que les captures à l'aide des pièges d'interception restent les plus conséquentes en comparaison avec les autres techniques employées, soit 33,33 % de l'ensemble de la coléoptérofaune identifiée.

Le battage des troncs des arbres nous a permis d'enregistrer 18,92 % de Coléoptères. Les captures à l'aide de la méthode de fauchage de la végétation et des pièges attractifs aériens accrochés aux branches des arbres sont similaires, soit 16,52 % de Coléoptères par méthode. Le minimum de captures est observé dans les pièges colorés, soit 14,71 % de Coléoptères.

1.5. Analyse quantitative des résultats

Durant la période d'échantillonnage dans les deux stations de la forêt de Tigounatine, nous avons capturé un total de 7147 individus de Coléoptères dont 4245, soit 59,42 % d'individus sont quantifiés dans la station No. 1 et 2902, soit 40,60 % d'individus dans la station No. 2.

1.5.1. Analyse quantitative globale et par station

La quantification des individus de chaque espèce a permis de calculer leur fréquence. Cette dernière est représentée dans le tableau 8.

Tableau 8. Fréquences relatives des espèces identifiées dans la forêt de Tigounatine

Espèces	Fi (%) Station No. 1	Fi (%) Station No. 2	Fi (%) Globale
<i>Anaglyptus gibbosus</i>	0,12	0,17	0,14
<i>Cryptophagus sp.</i>	0,05	0,00	0,03
<i>Hylastes cunicularius</i>	0,14	0,00	0,08
<i>Scolytus laevis</i>	0,05	0,10	0,07
<i>Scolytus scolytus</i>	0,12	0,00	0,07
<i>Coccinella algerica</i>	0,09	0,10	0,10
<i>Scymnus pallipediformis apetzoides</i>	0,19	0,00	0,11
<i>Adalia decempunctata</i>	0,14	0,00	0,08
<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>	0,07	0,00	0,04
<i>Aphodius erraticus</i>	0,42	0,00	0,25
<i>Ceratapion sp.</i>	5,18	4,14	4,76
<i>Apion apricans</i>	2,83	2,07	2,52
<i>Pseudapion fulvirostre</i>	3,42	2,89	3,20
<i>Mylabris variabilis</i>	0,07	0,41	0,21
<i>Mylabris quadripunctata</i>	0,05	0,00	0,03
<i>Trogoderma sp.</i>	0,07	0,38	0,20
<i>Trogoderma versicolor</i>	0,24	0,21	0,22
<i>Anthrenus verbasci</i>	0,09	0,10	0,10
<i>Cantharis sp1.</i>	0,90	0,00	0,53
<i>Cantharis sp2.</i>	0,21	0,00	0,13
<i>Cantharis lateralis</i>	1,65	0,00	0,98
<i>Rhagonycha lignosa</i>	1,06	0,65	0,90
<i>Catops sp.</i>	0,02	0,03	0,03
<i>Choleva sp.</i>	0,09	0,41	0,22
<i>Trichodes alvearius</i>	0,05	0,00	0,03
<i>Pachychila servillei</i>	0,40	0,24	0,34
<i>Cnemeplatia atropos</i>	0,26	0,00	0,15
<i>Dendarus tristis</i>	0,09	0,00	0,06
<i>Tentyria grossa</i>	0,14	0,00	0,08
<i>Stenosis sp (tagenia)</i>	0,05	0,14	0,08
<i>Meligethes sp.</i>	0,47	0,52	0,49
<i>Urophorus humeralis</i>	0,16	0,38	0,25
<i>Sisyphus schaefferi</i>	10,22	10,34	10,27
<i>Onthophagus similis</i>	5,56	4,24	5,02
<i>Onthophagus fracticornis</i>	7,14	12,65	9,37
<i>Onthophagus nuchicornis</i>	6,81	8,44	7,47

<i>Rhizotrogus sp.</i>	1,11	0,00	0,66
<i>Gymnopleurus geoffroyi</i>	0,52	1,34	0,85
<i>Geotrogus sp.</i>	0,02	0,00	0,01
<i>Bubas bubalus</i>	0,05	0,00	0,03
<i>Sinodendron cylindricum</i>	0,02	0,00	0,01
<i>Ptinus obesus</i>	0,00	0,03	0,01
<i>Ptinus rufipes</i>	0,24	0,14	0,20
<i>Anthaxia nitidula</i>	1,13	1,72	1,37
<i>Anthaxia quadripunctata</i>	0,19	0,28	0,22
<i>Anthaxia fulgurans</i>	1,04	0,90	0,98
<i>Anthaxia vittula</i>	0,40	0,31	0,36
<i>Coraebus elatus</i>	0,28	0,00	0,17
<i>Aphanisticus emarginatus</i>	0,05	0,21	0,11
<i>Chrysobotris chrysostigma</i>	0,05	0,00	0,03
<i>Melanophila marmotani</i>	0,12	0,00	0,07
<i>Ancylochira sp.</i>	0,09	0,00	0,06
<i>Agrilus elegans</i>	0,07	0,00	0,04
<i>Staphylinus olens</i>	2,90	0,72	2,01
<i>Staphylinus caesareus</i>	0,80	0,28	0,59
<i>Staphylinus sp.</i>	0,07	0,00	0,04
<i>Tachinus sp.</i>	0,09	0,52	0,27
<i>Eusphalerum sp.</i>	0,00	0,31	0,13
<i>Ocypus aethiops</i>	1,27	0,14	0,81
<i>Xantholinus glabratus</i>	0,24	0,17	0,21
<i>Philonthus concinnus</i>	1,01	0,76	0,91
<i>Philonthus intermedius</i>	0,00	0,28	0,11
<i>Philonthus splendens</i>	0,59	0,69	0,63
<i>Philonthus nitidicollis</i>	0,00	0,90	0,36
<i>Micropeplus fulvus</i>	0,24	0,00	0,14
<i>Agonum nigrum</i>	0,12	0,10	0,11
<i>Amara convexa</i>	0,00	0,14	0,06
<i>Brachinus sclopeta</i>	0,00	0,07	0,03
<i>Calathus circumseptus</i>	0,09	0,00	0,06
<i>Calathus fuscipes algericus</i>	0,35	0,34	0,35
<i>Calathus opacus</i>	0,07	0,00	0,04
<i>Carabus (Macrothorax) morbillosus</i>	0,59	0,55	0,57
<i>Carabus famini</i>	0,16	0,14	0,15
<i>Carabus sp.</i>	0,09	0,07	0,08
<i>Eurycarabus famini algerinus</i>	0,19	0,00	0,11
<i>Harpalus attenuatus</i>	0,24	0,17	0,21
<i>Harpalus wohlberedti</i>	0,14	0,07	0,11
<i>Laemostenus barbarus</i>	0,21	0,00	0,13
<i>Laemostenus algerinus</i>	0,05	0,14	0,08
<i>Licinus punctatulus</i>	0,07	0,00	0,04

<i>Microlestes corticalis</i>	0,16	0,00	0,10
<i>Nebria andalusiaca</i>	0,05	0,10	0,07
<i>Notiophilus biguttatus</i>	0,07	0,00	0,04
<i>Parophonus hespericus</i>	0,05	0,00	0,03
<i>Pterostichus sp.</i>	0,14	0,00	0,08
<i>Syntomus barbarus</i>	0,12	0,17	0,14
<i>Syntomus fuscomaculatus</i>	0,05	0,07	0,06
<i>Trechus obtusus</i>	0,07	0,03	0,06
<i>Calosoma inquisitor</i>	0,05	0,00	0,03
<i>Calosoma sycophanta</i>	0,07	0,00	0,04
<i>Bembidion fluviatile unctulum</i>	0,05	0,10	0,07
<i>Chlaenius velutinus</i>	0,16	0,07	0,13
<i>Zabrus jurjurae</i>	0,07	0,00	0,04
<i>Zabrus farctus</i>	0,05	0,03	0,04
<i>Dixus sphaerocephalus</i>	0,12	0,07	0,10
<i>Sphodrus leucophthalmus</i>	0,00	0,10	0,04
<i>Orthomus aquila</i>	0,02	0,03	0,03
<i>Geotrupes sp.</i>	7,07	6,82	6,97
<i>Phyllotreta nigripes</i>	11,78	11,92	11,84
<i>Longitarsus sp.</i>	11,00	13,75	12,12
<i>Chaetocnema tibialis</i>	0,24	0,24	0,24
<i>Bruchus loti</i>	0,16	0,00	0,10
<i>Bruchus tristis</i>	0,07	0,00	0,04
<i>Aphthona nigriceps</i>	0,14	0,00	0,08
<i>Podagrica malvae</i>	0,47	0,00	0,28
<i>Haltica tibialis</i>	1,70	2,52	2,03
<i>Hypera sp.</i>	0,07	0,31	0,17
<i>Polydrusus sp.</i>	0,16	0,17	0,17
<i>Polydrusus pterygomalis</i>	0,47	0,00	0,28
<i>Phyllobius viridearis</i>	0,45	0,10	0,31
<i>Sitona sp.</i>	0,12	0,00	0,07
<i>Dorystomus tremulae</i>	0,02	0,00	0,01
<i>Agriotes acuminatus</i>	0,38	0,00	0,22
<i>Trox perlatus</i>	0,19	0,65	0,38
<i>Silpha granulata</i>	0,07	0,00	0,04
<i>Cordicomus instabilis</i>	0,00	0,07	0,03
<i>Saprinus algiricus</i>	0,12	0,62	0,32
<i>Hister sp.</i>	0,07	1,48	0,64
<i>Margarinotus obscurus</i>	0,02	0,00	0,01
<i>Lobonyx aeneus</i>	0,07	0,00	0,04
<i>Hymenoplia sp.</i>	0,05	0,00	0,03
<i>Mordellidae sp.</i>	0,00	0,07	0,03
<i>Dasytes caeruleus</i>	0,05	0,17	0,10
<i>Danacea sp.</i>	0,09	0,17	0,13

<i>Psilothrix illustris</i>	0,07	0,00	0,04
<i>Axinotarsus pulicarius</i>	0,00	0,03	0,01
<i>Ernobius sp.</i>	0,02	0,00	0,01

L'analyse du tableau 8 relatif aux fréquences centésimales met en évidence la dominance de deux espèces de la famille des Chrysomelidae dans l'ensemble de la forêt de Tigounatine : *Longitarsus sp.* avec 12,12 % et *Phyllotreta nigripes* avec 11,84 %.

Celles-ci sont suivies par trois espèces de la famille des Scarabaeidae : *Sisyphus schaefferi* avec 10,27 %, *Onthophagus fracticornis* avec 9,37 % et *O. nuchicornis* avec 7,47 %. L'espèce *Geotrupes sp.* se manifeste en cinquième position de l'ensemble des effectifs avec 6,97 %.

Au total 5,02 % individus appartenant au Scarabe *Onthophagus similis* sont comptés dans la forêt. Cet effectif est suivi par trois espèces de la famille des Apionidae : *Ceratapion sp.* avec 4,76 %, *Pseudapion fulvirostre* avec 3,20 % et *Apion apricans* avec 2,52 %.

Concernant la Chrysomelle *Haltica tibialis* et le Staphylin *Staphylinus olens*, ils se présentent respectivement avec 2,03 % et 2,01 % de la coléoptérofaune globale récoltée à Tigounatine.

Il est à noter qu'un seul individu a été échantillonné pour chaque espèce de *Geotrogus sp.*, *Sinodendron cylindricum*, *Ptinus obesus*, *Dorystomus tremulae*, *Margarinotus obscurus*, *Axinotarsus pulicarius* et *Ernobius sp.* soit 0,001 % par espèce.

En comparant les fréquences calculées dans les deux stations étudiées de la forêt de Tigounatine, nous remarquons une présence conséquente des chrysomèles *Longitarsus sp.* et *Phyllotreta nigripes*, avec respectivement 11 % et 11,78 % dans la station No. 1 et 13,75 % et 11,92 % dans la station No. 2.

Dans les deux stations prospectées, le calcul des fréquences de chaque espèce récoltée nous a permis de mettre en lumière des fréquences élevées pour trois espèces de Scarabaeidae : *Sisyphus schaefferi*, *O. fracticornis* et *O. nuchicornis*, avec des fréquences respectives de 10,22 % ; 7,14 % et 6,81 % dans la station No. 1 et 10,34 % ; 12,65 % et 8,44 % dans la station No. 2.

L'espèce *Geotrupes sp.* détient des fréquences de 7,07 % et 6,82 % dans les stations No. 1 et No. 2, ensuite vient le scarabe *Onthophagus similis*, avec respectivement 5,56 % et 4,24 % dans les stations No. 1 et No. 2.

Par ailleurs, les espèces des Apionidae : *Ceratapion sp.* et *Pseudapion fulvirostre* marquent leur présence respective avec 5,18 % et 3,42 % dans la station No. 1 et 4,14 % et 2,89 % dans la station No. 2.

Dans la station No. 1, l'espèce qui suit, est *Staphylinus olens* avec 2,90 %, tandis que dans la station No. 2, c'est la Chrysomelle *Haltica tibialis* qui suit avec 2,52 %. L'Apionidae, *Apion apricans*, se présente avec une fréquence de 2,83 % dans la station No. 1 et 2,07 % dans la station No. 2. Les autres espèces ont des effectifs faibles dans les deux stations étudiées de la forêt de Tigounatine.

Dans la station No. 1, on trouve sept espèces ayant chacune un seul individu avec un effectif de 0,02 % : *Catops sp.*, *Geotrogus sp.*, *Sinodendron cylindricum*, *Orthomus aquila*, *Dorystomus tremulae*, *Margarinotus obscurus* et *Ernobius sp.* Dans la station No. 2, six espèces ont les plus faibles effectifs, et ayant un individu par espèce. Elles se présentent avec 0,03 % chacune : *Catops sp.*, *Ptinus obesus*, *Trechus obtusus*, *Zabrus farctus*, *Orthomus aquila* et *Axinotarsus pulicarius*.

1.5.2. Analyse quantitative par type de piège

1.5.2.1. Distribution globale des effectifs par type de piège

La distribution globale des effectifs de Coléoptères par type de piège est illustrée par la figure suivante.

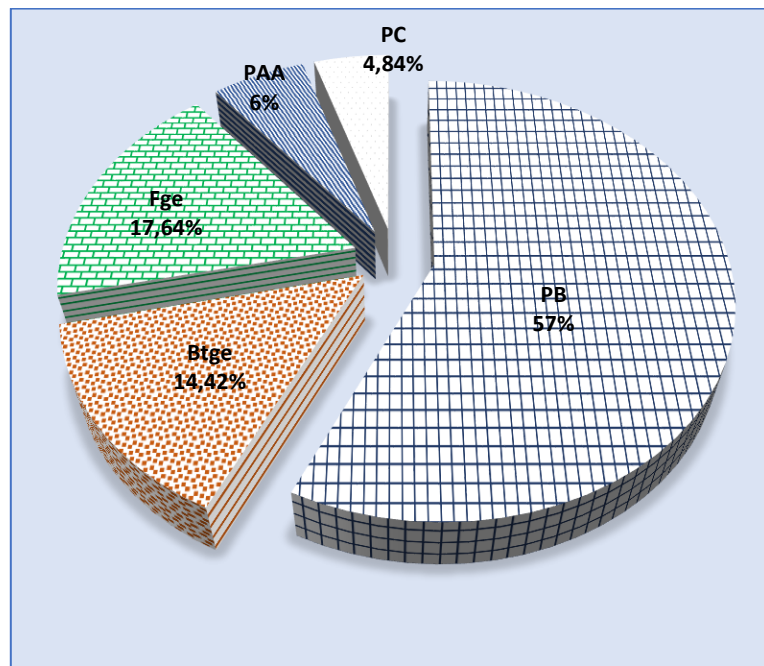


Figure 34. Distribution des effectifs par type de piège (%). PB : pots Barber, PC : pièges colorés, PAA : pièges aériens attractifs, Fge : fauchage, Btge : Battage.

D'après cette figure, on constate que les pots Barber captent le maximum d'individus avec plus de la moitié de la faune coléoptérologique échantillonnée (57 %). Ensuite viennent les méthodes de fauchage de la végétation avec 17,64 % et le battage avec 14,42 %.

Les pièges attractifs aériens ne captent que 6 % de Coléoptères, alors que la méthode des pièges colorés semble avoir le minimum d'effectifs avec 4,84 %.

1.5.2.2. Distribution des effectifs par type de piège et par station d'étude

Exprimée en pourcentage pour les deux stations échantillonnées dans la forêt de Tigounatine, la répartition du nombre d'individus par technique de capture est illustrée par la figure 35.

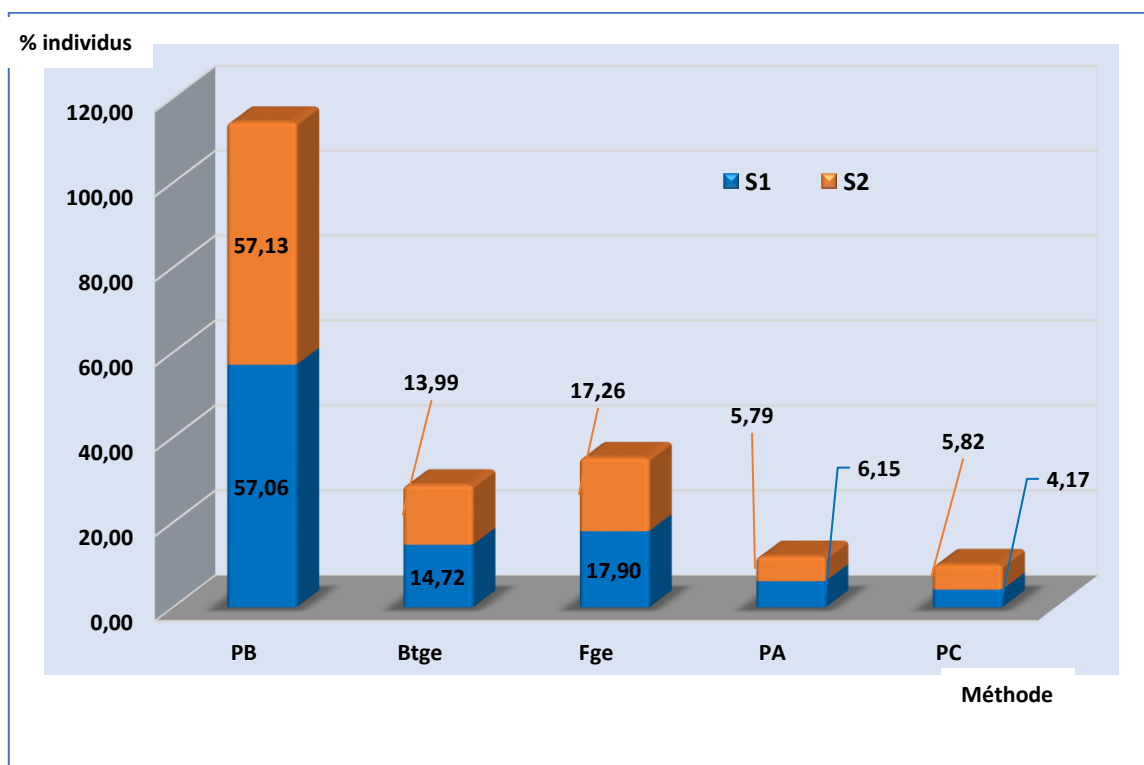


Figure 35. Répartition des individus par type de piège et pour chaque station étudiée. PB : pots Barber, PC : pièges colorés, PAA : pièges aériens attractifs, Fge : fauchage, Btge : Battage.

La lecture de cette figure nous montre que les pots Barber captent le maximum d'individus dans les deux stations prospectées, à raison de 57,06 % dans la station No. 1 et de 57,13 % dans la station No. 2.

La méthode de fauchage nous donne respectivement 17,90 % et 17,26 % dans les stations No. 1 et No. 2. Ensuite, la méthode de battage enregistre des pourcentages respectifs de 14,72 % et 13,99 % dans les stations No. 1 et No. 2.

En revanche, la méthode des pièges aériens attractifs marquent des pourcentages plus faibles dans les deux stations, respectivement 6,15 % et 5,79 % dans les stations No. 1 et No. 2. La méthode des pièges colorés donne les effectifs plus faibles dans les stations No. 1 et No. 2, soit respectivement 4,17 % et 5,82 %.

1.6. Constance (C) ou fréquence d'occurrence

Les valeurs calculées des fréquences d'occurrence des espèces capturées dans deux stations échantillonnées sont mentionnées dans le tableau 9 et illustrées par la figure 36.

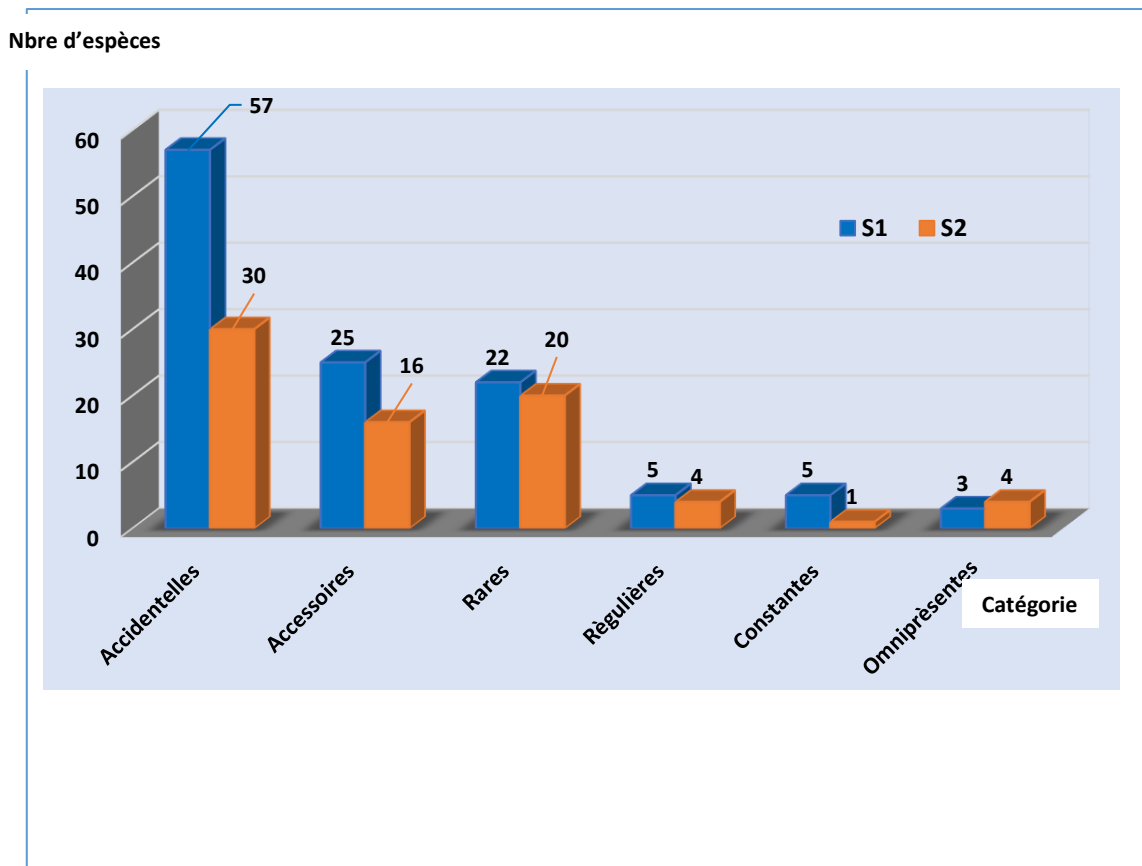


Figure 36. Les constances et le nombre d'espèces des stations d'étude dans la forêt de Tigounatine.

La lecture de cette figure nous révèle que la majorité des Coléoptères échantillonnés dans la forêt de Tigounatine appartiennent à la catégorie d'espèce accidentelles, soit 57 et 30 espèces respectivement dans les stations No. 1 et No. 2.

Les espèces accessoires sont en nombre de 25 et 16 espèces respectivement dans la station No. 1 et la station No. 2. 22 et 20 espèces appartiennent à la catégorie d'espèce rare sont dénombrés respectivement dans les stations No. 1 et No. 2.

Les espèces régulières, constantes et omniprésentes possèdent les nombres d'individus les plus faibles dans les deux stations, avec des valeurs de cinq et quatre espèces régulières respectivement dans les stations No. 1 et No. 2. Cinq et une espèces constantes respectivement dans les stations No. 1 et No. 2. Trois espèces omniprésentes dans la station No. 1 et quatre espèces omniprésentes dans la station No. 2.

Tableau 9. Constance (C) ou fréquence d'occurrence des espèces identifiées

Espèces	Constance	
	Station No.1	Station No. 2
<i>Anaglyptus gibbosus</i>	Accidentelle	Accidentelle
<i>Cryptophagus sp.</i>	Rare	Absente
<i>Hylastes cunicularius</i>	Accidentelle	Absente
<i>Scolytus laevis</i>	Rare	Rare
<i>Scolytus scolytus</i>	Accidentelle	Absente
<i>Coccinella algerica</i>	Accidentelle	Rare
<i>Scymnus pallipediformis apetzoides</i>	Accidentelle	Absente
<i>Adalia decempunctata</i>	Accidentelle	Absente
<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>	Accidentelle	Absente
<i>Aphodius erraticus</i>	Accessoire	Absente
<i>Ceratapion sp.</i>	Constante	Régulière
<i>Apion apricans</i>	Régulière	Accessoire
<i>Pseudapion fulvirostre</i>	Régulière	Régulière
<i>Mylabris variabilis</i>	Accidentelle	Accidentelle
<i>Mylabris quadripunctata</i>	Rare	Absente
<i>Trogoderma sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle
<i>Trogoderma versicolor</i>	Accidentelle	Accidentelle
<i>Anthrenus verbasci</i>	Accidentelle	Rare
<i>Cantharis sp1.</i>	Accessoire	Absente
<i>Cantharis sp2.</i>	Accidentelle	Absente
<i>Cantharis lateralis</i>	Régulière	Absente
<i>Rhagonycha lignosa</i>	Accessoire	Accessoire
<i>Catops sp.</i>	Rare	Rare
<i>Choleva sp.</i>	Accidentelle	Accessoire
<i>Trichodes alvearius</i>	Rare	Absente
<i>Pachychila servillei</i>	Accessoire	Accidentelle
<i>Cnemeplatia atropos</i>	Accessoire	Absente
<i>Dendarus tristis</i>	Accidentelle	Absente
<i>Tentyria grossa</i>	Accidentelle	Absente
<i>Stenosis sp (tagenia)</i>	Rare	Accidentelle
<i>Meligethes sp.</i>	Accessoire	Accessoire
<i>Urophorus humeralis</i>	Accidentelle	Accidentelle
<i>Sisyphus schaefferi</i>	Omniprésente	Omniprésente
<i>Onthophagus similis</i>	Constante	Régulière

<i>Onthophagus fracticornis</i>	Constante	Omniprésente
<i>Onthophagus nuchicornis</i>	Constante	Régulière
<i>Rhizotrogus sp.</i>	Régulière	Absente
<i>Gymnopleurus geoffroyi</i>	Accessoire	Accessoire
<i>Geotrogus sp.</i>	Rare	Absente
<i>Bubas bubalus</i>	Rare	Absente
<i>Sinodendron cylindricum</i>	Rare	Absente
<i>Ptinus obesus</i>	Absente	Rare
<i>Ptinus rufipes</i>	Accessoire	Accidentelle
<i>Anthaxia nitidula</i>	Accessoire	Accessoire
<i>Anthaxia quadripunctata</i>	Accidentelle	Accidentelle
<i>Anthaxia fulgurans</i>	Accessoire	Accessoire
<i>Anthaxia vittula</i>	Accessoire	Accidentelle
<i>Coraebus elatus</i>	Accidentelle	Absente
<i>Aphanisticus emarginatus</i>	Rare	Accidentelle
<i>Chrysobotris chrysostigma</i>	Rare	Absente
<i>Melanophila marmotani</i>	Accidentelle	Absente
<i>Ancylochira sp.</i>	Accidentelle	Absente
<i>Agrilus elegans</i>	Accidentelle	Absente
<i>Staphylinus olens</i>	Régulière	Accessoire
<i>Staphylinus caesareus</i>	Accessoire	Accidentelle
<i>Staphylinus sp.</i>	Accidentelle	Absente
<i>Tachinus sp.</i>	Accidentelle	Accessoire
<i>Eusphalerum sp.</i>	Absente	Accidentelle
<i>Ocypus aethiops</i>	Accessoire	Accidentelle
<i>Xantholinus glabratus</i>	Accessoire	Accidentelle
<i>Philonthus concinnus</i>	Accessoire	Accessoire
<i>Philonthus intermedius</i>	Absente	Accidentelle
<i>Philonthus splendens</i>	Accessoire	Accessoire
<i>Philonthus nitidicollis</i>	Absente	Accessoire
<i>Micropeplus fulvus</i>	Accidentelle	Absente
<i>Agonum nigrum</i>	Accidentelle	Rare
<i>Amara convexa</i>	Absente	Accidentelle
<i>Brachinus sclopeta</i>	Absente	Rare
<i>Calathus circumseptus</i>	Accidentelle	Absente
<i>Calathus fuscipes algericus</i>	Accessoire	Accidentelle
<i>Calathus opacus</i>	Accidentelle	Absente
<i>Carabus (Macrothorax) morbillosus</i>	Accessoire	Accessoire
<i>Carabus famini</i>	Accidentelle	Accidentelle
<i>Carabus sp.</i>	Accidentelle	Rare
<i>Eurycarabus famini algerinus</i>	Accidentelle	Absente
<i>Harpalus attenuatus</i>	Accessoire	Accidentelle
<i>Harpalus wohlberedti</i>	Accidentelle	Rare
<i>Laemostenus barbarus</i>	Accidentelle	Absente

<i>Laemostenus algerinus</i>	Rare	Accidentelle
<i>Licinus punctatulus</i>	Accidentelle	Absente
<i>Microlestes corticalis</i>	Accidentelle	Absente
<i>Nebria andalusiaca</i>	Rare	Accidentelle
<i>Notiophilus biguttatus</i>	Accidentelle	Absente
<i>Parophonus hespericus</i>	Rare	Absente
<i>Pterostichus sp.</i>	Accidentelle	Absente
<i>Syntomus barbarus</i>	Accidentelle	Accidentelle
<i>Syntomus fuscomaculatus</i>	Rare	Rare
<i>Trechus obtusus</i>	Accidentelle	Rare
<i>Calosoma inquisitor</i>	Accidentelle	Absente
<i>Calosoma sycophanta</i>	Accidentelle	Absente
<i>Bembidion fluviatile unctulum</i>	Rare	Accidentelle
<i>Chlaenius velutinus</i>	Accidentelle	Rare
<i>Zabrus jurjurae</i>	Accidentelle	Absente
<i>Zabrus farctus</i>	Rare	Rare
<i>Dixus sphaerocephalus</i>	Accidentelle	Rare
<i>Sphodrus leucophthalmus</i>	Absente	Accidentelle
<i>Orthomus aquila</i>	Rare	Rare
<i>Geotrupes sp.</i>	Constante	Constante
<i>Phyllotreta nigripes</i>	Omniprésente	Omniprésente
<i>Longitarsus sp.</i>	Omniprésente	Omniprésente
<i>Chaetocnema tibialis</i>	Accessoire	Accidentelle
<i>Bruchus loti</i>	Accidentelle	Absente
<i>Bruchus tristis</i>	Accidentelle	Absente
<i>Aphthona nigriceps</i>	Accidentelle	Absente
<i>Podagrica malvae</i>	Accessoire	Absente
<i>Haltica tibialis</i>	Accessoire	Accessoire
<i>Hypera sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle
<i>Polydrusus sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle
<i>Polydrusus pterygomalis</i>	Accessoire	Absente
<i>Phyllobius viridearis</i>	Accessoire	Rare
<i>Sitona sp.</i>	Accidentelle	Absente
<i>Dorystomus tremulae</i>	Rare	Absente
<i>Agriotes acuminatus</i>	Accidentelle	Absente
<i>Trox perlatus</i>	Accidentelle	Accidentelle
<i>Silpha granulata</i>	Accidentelle	Absente
<i>Cordicomus instabilis</i>	Absente	Rare
<i>Saprinus algiricus</i>	Accidentelle	Accessoire
<i>Hister sp.</i>	Accidentelle	Accessoire
<i>Margarinotus obscurus</i>	Rare	Absente
<i>Lobonyx aeneus</i>	Accidentelle	Absente
<i>Hymenoplia sp.</i>	Rare	Absente
<i>Mordellidae sp.</i>	Absente	Rare

<i>Dasytes caeruleus</i>	Rare	Accidentelle
<i>Danacea sp.</i>	Accidentelle	Rare
<i>Psilothrix illustris</i>	Accidentelle	Absente
<i>Axinotarsus pulicarius</i>	Absente	Rare
<i>Ernobius sp.</i>	Rare	Absente

L'analyse de ce tableau fait ressortir que parmi la coléoptérofaune inventoriée dans la forêt de Tigounatine, 5 espèces sont régulières dans la station No. 1, ; il s'agit d'*Apion apricans*, *Pseudapion fulvirostre*, *Cantharis lateralis*, *Rhizotrogus sp.*, *Staphylinus olens* et 4 dans la station No. 2, qui sont *Ceratapion sp.*, *Pseudapion fulvirostre*, *Onthophagus similis* et *O.nuchicornis*.

Les espèces constantes dans la station No. 1 sont : *Ceratapion sp.*, *Onthophagus similis*, *Onthophagus fracticornis*, *Onthophagus nuchicornis*, *Geotrupes sp.*

Dans la station No. 2, *Geotrupes sp.* est la seule espèce constante.

Dans les deux stations d'étude, les espèces omniprésentes se manifestent par : *Sisyphus schaefferi*, *Phyllotreta nigripes*, *Longitarsus sp.* Dans la station No. 2, *Onthophagus fracticornis* est aussi omniprésente.

1.7. Exploitation écologique des données

Pour les différentes méthodes de capture , les valeurs des indices écologiques de structures ont été représentés dans le tableau suivant :

Tableau 10. Valeurs des indices écologiques de structure dans les deux stations de la forêt de Tigounatine.

Indices écologiques	Station No. 1	Station No. 2
H' (bits)	6,08	4,17
H'max (bits)	6,87	6,22
E	0,88	0,67

La lecture du tableau 10 nous renseigne que la valeur de l'indice de Shannon (H') est plus élevée dans la station No. 1 (6,08 bits) que dans la station No. 2 (4,17 bits). Sur ces dernières, les valeurs de la diversité maximale (H'max) sont de l'ordre de 6,87 et 6,22 bits. Cependant, la valeur de l'indice d'équitabilité (E) est plus élevée dans la station No. 1 (0,88) que dans la station No. 2 (0,67).

1.8. Analyse statistique des données

1.8.1. Analyse de la distribution des espèces dans les deux stations étudiées

Afin de voir s'il y a une différence significative du nombre d'espèces par famille dans les stations No. 1 et No. 2 de la forêt de Tigounatine, nous avons procédé au test de Khi2.

Les résultats sont les suivants :

Analysis of Deviance Table (Type II tests)

LR Chisq Df Pr(>Chisq)

s 9.2622 1 0.002339 **

Signif. codes : 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Nous concluons que la distribution des espèces dans la forêt de Tigounatine présente une différence hautement significative dans les deux stations étudiées.

1.8.2. Analyse de la distribution des effectifs dans les deux stations étudiées

Pour savoir s'il y a une différence significative dans la distribution du nombre d'individus pour chaque espèce de Coléoptères entre les deux stations étudiées, nous avons utilisé le logiciel R avec une GLM.

Analysis of Deviance Table (Type II tests)

Response : nb

LR Chisq Df Pr(>Chisq)

s 253.87 1 < 2.2e-16 ***

Signif. codes : 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Nous constatons qu'il y a une différence significative dans la distribution des individus des Coléoptères dans les deux stations étudiées.

2. La forêt de M'haga

2.1. Diversité coléoptérologique

Au cours de notre période d'échantillonnage, allant du mois de Mars 2019 au mois de Mars 2020, nous avons identifié un total de 148 espèces de Coléoptères. Cette diversité biologique se répartit en 29 familles et 92 genres

Le tableau 11 regroupe la liste de la diversité entomologique des Coléoptères capturés au cours de nos investigations dans la forêt de M'haga.

Tableau 11. Liste et taxonomie des Coléoptères échantillonnés dans la forêt de M'haga.

Famille	Genre	Espèces	Station No.1	Station No.2	Station No.3	
Alexiidae		<i>Alexiinae sp1.</i>	+	+	+	
		<i>Alexiinae sp2.</i>	+	+	+	
		<i>Alexiinae sp3.</i>	-	-	+	
	<i>Sphaerosoma</i>		<i>Sphaerosoma globosum</i> (Sturm, 1807)	+	+	+
			<i>Sphaerosoma latitarse</i> (Apfelbeck, 1915)	+	+	+
Anobiidae		<i>Anobiidae sp.</i>	+	+	-	
Anthicidae	<i>Cyclodinus</i>	<i>Cyclodinus minutus</i> (La Ferté-Sénéctère, 1842)	+	+	-	
		<i>Anthicidae sp.</i>	+	+	-	
Apionidae	<i>Ceratapion</i>	<i>Ceratapion gibbirostre</i> (Gyllenhal, 1813)	-	-	+	
	<i>Betulapion</i>	<i>Betulapion simile</i> (Kirby, 1811)	+	-	-	
Bostrichidae	<i>Rhyzopertha</i>	<i>Rhyzopertha sp.</i>	-	+	-	
Carabidae	<i>Orthomus</i>	<i>Orthomus barbarus</i> (Dejean, 1828)	+	+	+	
	<i>Bombidion</i>	<i>Bombidion sp.</i>	+	+	+	
		<i>Bombidion lampros</i> (Herbst, 1784)	-	+	+	
		<i>Bombidion fluviatile</i> (Dejean, 1831)	-	+	-	
		<i>Bombidion (Peryphus) tetracolum</i> (Say, 1823)	+	+	-	
	<i>Microlestes</i>	<i>Microlestes corticalis</i> (Dufour, 1820)	+	-	-	
	<i>Notiophilus</i>	<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	-	+	+	
	<i>Calathus</i>	<i>Calathus opacus</i> (Lucas, 1846)	-	-	+	
		<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	+	+	-	
	<i>Leistus</i>	<i>Leistus sp.</i>	-	-	+	
	<i>Harpalus</i>	<i>Harpalus distinguendus</i> (Duftschmid in, 1812)	+	+	+	
	<i>Philorhizus</i>	<i>Philorhizus crucifer</i> (Lucas, 1846)	+	+	+	
	<i>Odontonyx</i>	<i>Odontonyx fuscatus</i> (Dejean, 1828)	+	+	-	
	<i>Metadromius</i>	<i>Metadromius lateplagiatus</i> (Fairmaire, 1873)	+	+	-	
	<i>Syntomus</i>	<i>Syntomus montanus</i> (Bedel, 1913)	+	-	-	
		<i>Syntomus fuscomaculatus</i> (Motschulsky, 1844)	-	-	+	
	<i>Trechus</i>	<i>Trechus diecki maculipennis</i> (Bedel, 1897)	+	+	+	
		<i>Trechus obtusus</i> (Erichson, 1837)	-	+	+	
		<i>Trechus rufulus</i> (Dejean, 1831)	+	+	+	
		<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781)	-	+	+	
		<i>Trechus cautus</i> (Wollaston, 1854)	-	+	-	
	<i>Somotrichus</i>	<i>Somotrichus unifasciatus</i> (Dejean, 1831)	+	-	-	
	<i>Cymindis</i>	<i>Cymindis coadunata melanocephala</i> (Dejean, 1825)	-	-	+	
<i>Angoleus</i>	<i>Angoleus crenatus</i> (Dejean, 1828)	+	+	-		
<i>Platyderus</i>	<i>Platyderus calathoides</i> (Dejean, 1828)	+	+	+		

	<i>Carabus (Macrothorax)</i>	<i>Carabus (Macrothorax) morbillosus</i> (Fabricius, 1792)	+	-	-
	<i>Dicheirottrichus</i>	<i>Dicheirottrichus obsoletus</i> (Dejean, 1829)	-	+	+
	<i>Demetrias</i>	<i>Demetrias atricapillus</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-
	<i>Percus</i>	<i>Percus passerinii</i> (Fabricius, 1792)	-	+	-
	<i>Laemostenus</i>	<i>Laemostenus (Pristonychus) algerinus algerinus</i> (Gory, 1833)	-	+	-
	<i>Aptinus</i>	<i>Aptinus alpinus</i> (Dejean, 1829)	+	+	-
	<i>Poecilus</i>	<i>Poecilus purpurascens</i> (Dejean, 1828)	-	+	-
		<i>Carabidae sp.</i>	+	+	+
Cerambycidae	<i>Obrium</i>	<i>Obrium brunneum</i> (Fabricius, 1792)	-	+	-
		<i>Alticinae sp.</i>	+	-	+
Chrysomelidae	<i>Chrysolina</i>	<i>Chrysolina bankii</i> (Fabricius, 1775)	-	+	-
	<i>Aphthona</i>	<i>Aphthona ovata</i> (Foudras, 1861)	+	+	-
Clambidae		<i>Clambidae sp.</i>	-	+	+
Coccinellidae	<i>Halmus</i>	<i>Halmus cupripennis</i> (Weise, 1923)	+	+	+
Corylophidae		<i>Corylophidae sp.</i>	+	+	+
Cryptophagidae	<i>Cryptophagus</i>	<i>Cryptophagus sp1.</i>	-	+	-
		<i>Cryptophagus sp2.</i>	-	+	-
	<i>Atomaria</i>	<i>Atomaria sp.</i>	-	+	+
Curculionidae		<i>Acalles sp1.</i>	+	+	+
		<i>Acalles sp2.</i>	+	+	+
		<i>Acalles sp3.</i>	+	+	+
		<i>Acalles sp4.</i>	+	-	-
		<i>Acalles sp5.</i>	+	+	-
	<i>Acalles</i>	<i>Acalles camelus</i> (Fabricius, 1792)	+	+	+
		<i>Otiorhynchus clavips</i> (Bondsorff, 1785)	+	+	+
		<i>Otiorhynchus raucus</i> (Fabricius, 1777)	+	+	+
	<i>Otiorhynchus</i>	<i>Otiorhynchus rugifrons</i> (Gyllenhal, 1813)	+	+	+
	<i>Hypera</i>	<i>Hypera sp.</i>	+	+	-
		<i>Curculio (Balaninus) elaphas</i> (Gyllenhal 1836)	-	+	+
	<i>Curculio</i>	<i>Curculio glandium</i> (Marsham, 1802)	-	-	+
	<i>Sitona</i>	<i>Sitona sp.</i>	+	+	-
	<i>Coeliodes</i>	<i>Coeliodes sp.</i>	+	-	+
	<i>Phyllobius</i>	<i>Phyllobius oblongus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
		<i>Phyllobius sp.</i>	+	+	-
		<i>Entiminae sp.</i>	-	+	-
	<i>Rhyncolus</i>	<i>Rhyncolus ater</i> (Linné, 1758)	-	+	-
	<i>Brachyderes</i>	<i>Brachyderes pubescens</i> (Boheman, 1833)	-	+	+
Dermestidae	<i>Dermestes</i>	<i>Dermestes sp.</i>	+	+	-
Endomychidae	<i>Lycoperdina</i>	<i>Lycoperdina sp.</i>	-	+	+
Hydraenidae		<i>Hydraenidae sp.</i>	-	+	-
Hydrophilidae		<i>Hydrophilidae sp1.</i>	-	+	-
		<i>Hydrophilidae sp2.</i>	-	-	+
Latridiidae	<i>Dinierella</i>	<i>Dinierella vincenti</i> (Johnson, 2007)	+	-	-

Leiodiidae		<i>Catops rescissicollis</i> (Peyerimhoff, 1905)	+	+	-
	<i>Catops</i>	<i>Catops sp.</i>	+	+	+
	<i>Choleva</i>	<i>Choleva sp.</i>	+	-	+
	<i>Agathidium</i>	<i>Agathidium sp.</i>	+	-	+
		<i>Agathidium demarzoii</i> (Angelini, 1938)	+	+	-
Nitidulidae	<i>Epuraea</i>	<i>Epuraea sp.</i>	-	+	-
Ptiliidae		<i>Ptiliidae sp1.</i>	+	-	+
		<i>Ptiliidae sp2.</i>	-	-	+
Ptinidae		<i>Ptinus rufipes</i> (Olivier, 1790)	+	+	-
		<i>Ptinus obesus</i> (Lucas, 1846)	-	+	+
	<i>Ptinus</i>	<i>Ptinus sp.</i>	+	+	+
	<i>Niptus</i>	<i>Niptus sp.</i>	+	-	-
		<i>Ptininae sp.</i>	+	+	-
Scarabeidae	<i>Aphodius</i>	<i>Aphodius sp.</i>	+	+	+
	<i>Teuchestes</i>	<i>Teuchestes fossor</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-
	<i>Bubas</i>	<i>Bubas bubalus</i> (Olivier, 1811)	-	+	-
	<i>Aphonus</i>	<i>Aphonus sp.</i>	-	+	-
	<i>Hoplia</i>	<i>Hoplia philantus</i> (Fuessly, 1775)	-	+	-
	<i>Scarabaeus</i>	<i>Scarabaeus (Ateuchetus) cicatricosus</i> (Lucas, 1846)	+	+	-
	<i>Copris</i>	<i>Copris sp.</i>	+	+	+
	<i>Onthophagus</i>	<i>Onthophagus sp.</i>	-	+	-
Scaraptiidae	<i>Anaspis</i>	<i>Anaspis quadrimaculata</i> (Gyllenhal, 1817)	-	-	+
Scolitidae	<i>Scolytus</i>	<i>Scolytus sp.</i>	-	+	-
		<i>Scolytinae sp.</i>	-	+	+
	<i>Xyleborus</i>	<i>Xyleborus monographus</i> (Fabricius, 1792)	-	+	-
Scydmaenidae		<i>Scydmaenidae sp.</i>	+	+	-
Staphylinidae	<i>Micropeplus</i>	<i>Micropeplus sp1.</i>	+	+	+
		<i>Micropeplus sp2.</i>	+	+	-
		<i>Micropeplus fulvus</i> (Erichson, 1840)	+	+	+
	<i>Stenichnus</i>	<i>Stenichnus sp.</i>	+	+	-
	<i>Geopselaphus</i>	<i>Geopselaphus innus</i> (Peyerimhoff, 1907)	+	+	-
	<i>Tachinus</i>	<i>Tachinus sp.</i>	+	+	+
	<i>Scydmaenus</i>	<i>Scydmaenus (cholerus) rufus</i> (Müller, P.W.J. et Kunze, 1822)	+	+	+
	<i>Pseudopsis</i>	<i>Pseudopsis sp.</i>	+	+	+
	<i>Nazeris</i>	<i>Nazeris sp.</i>	+	+	+
	<i>Philonthus</i>	<i>Philonthus intermedius</i> (Lacordaire, 1835)	-	-	+
		<i>Philonthus sp.</i>	+	+	+
	<i>Dinaraea</i>	<i>Dinaraea sp.</i>	+	-	-
	<i>Xantholinus</i>	<i>Xantholinus sp.</i>	+	+	+
	<i>Megarthus</i>	<i>Megarthus sp.</i>	+	+	+
	<i>Eusphalerum</i>	<i>Eusphalerum sp.</i>	+	+	-
	<i>Scaphidium</i>	<i>Scaphidium quadriguttatus</i> (Olivier, 1790)	+	+	+
<i>Astrapaeus</i>	<i>Astrapaeus ulmi</i> (Rossi, 1790)	+	+	-	

	<i>Omalius</i>	<i>Omalius caesum</i> (Gravenhorst, 1806)	+	+	-
		<i>Pselaphinae sp1.</i>	+	-	-
		<i>Pselaphinae sp2.</i>	-	+	-
		<i>Pselaphinae sp3.</i>	-	+	+
		<i>Pselaphinae sp4.</i>	-	-	+
	<i>Staphylinus</i>	<i>Staphylinus olens</i> (Muler, 1764)	+	+	+
		<i>Staphylinus sp.</i>	-	+	-
	<i>Ocypus</i>	<i>Ocypus aethiops</i> (Walti, 1835)	+	+	+
	<i>Atrecus</i>	<i>Atrecus sp.</i>	+	+	-
	<i>Thoracophorus</i>	<i>Thoracophorus sp.</i>	-	+	+
	<i>Stenus</i>	<i>Stenus sp.</i>	-	+	+
	<i>Quedius</i>	<i>Quedius sp.</i>	-	+	+
		<i>Atheta sp1.</i>	+	-	+
	<i>Atheta</i>	<i>Atheta sp2.</i>	-	-	+
	<i>Anthobium sp</i>	<i>Anthobium sp.</i>	-	+	+
	<i>Tachyporus</i>	<i>Tachyporus ruficollis</i> (Gravenhorst, 1802)	+	+	+
		<i>Drusilla sp1.</i>	+	+	+
	<i>Drusilla</i>	<i>Drusilla sp2.</i>	-	+	-
	<i>Sepedophilus</i>	<i>Sepedophilus sp.</i>	+	+	-
		<i>Staphylinidae sp1.</i>	+	-	-
		<i>Staphylinidae sp2.</i>	+	+	-
		<i>Staphylinidae sp3.</i>	-	-	+
		<i>Scaphydiinae sp.</i>	-	+	-
Tenebrionidae	<i>Stenosis</i>	<i>Stenosis sp.</i>	+	+	-
	<i>Corticeus</i>	<i>Hypophloeus pini</i> (Panzer, 1799)	-	+	-
Zopheridae	<i>Tarphius</i>	<i>Tarphius faimairei</i> (Marseul, 1873)	+	+	-
29 familles	92 genres	148 espèces	89	117	77

+ : espèce présente

- : espèce absente

La liste des espèces représentées est loin d'être exhaustive, il est certain que la zone d'étude échantillonnée héberge une gamme d'espèces beaucoup plus riche et diversifiée.

L'analyse du tableau 11 nous permet de mettre en évidence qu'une diversité de 71 espèces est identifiée jusqu'au rang spécifique, 52 espèces sont déterminées jusqu'au rang générique, 11 et 14 espèces sont identifiées respectivement jusqu'au rang de la sous-famille et de la famille.

2.2. Importance des familles de Coléoptères

Le peuplement coléoptérologique de la forêt de M'haga compte au total 148 espèces de Coléoptères identifiées. À l'échelle des stations d'étude, nous remarquons que le nombre d'espèce est plus important dans la station No. 2, soit 117 espèces récoltées. La richesse

spécifique des Coléoptères dans la station No.1 est de l'ordre de 89 espèces et est 77 dans la station No. 3. Ces richesses taxonomiques sont représentées par la figure 37.

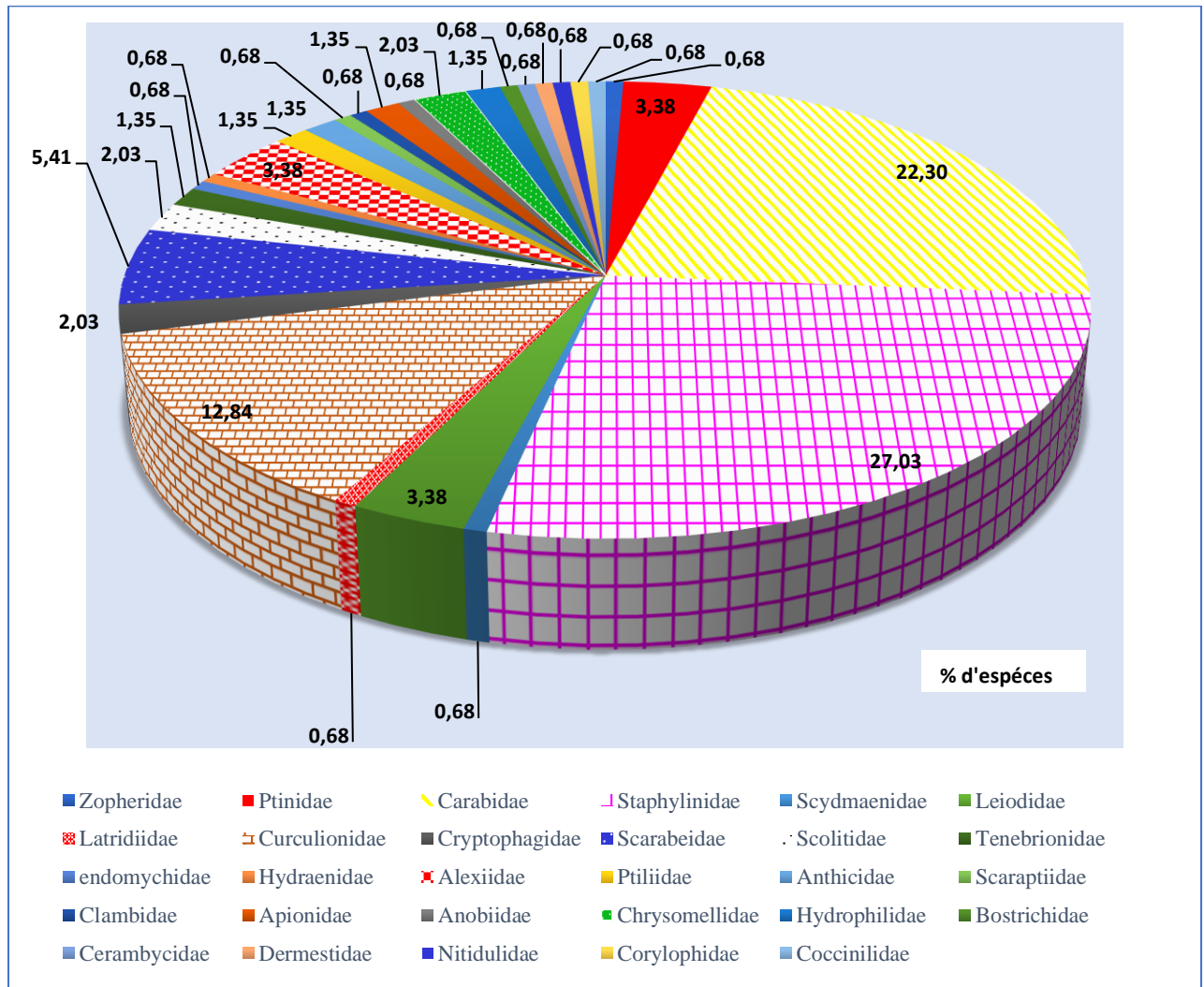


Figure 37. Importance relative des familles de Coléoptères recensées dans la forêt de M'haga.

L'analyse de la figure 37, relative aux richesses spécifiques, met en évidence l'importance de la diversité des familles des Coléoptères dans la forêt de M'haga. Parmi les familles répertoriées, celle des Staphylinidae est la plus conséquente avec 27,03 % (40 espèces), suivie par les Carabidae avec 22,30 % (33 espèces) et les Curculionidae avec 12,84 % (19 espèces). Les Scarabaeidae se présentent avec 5,41 % (8 espèces).

Les richesses spécifiques des familles des Leiodidae, Ptinidae et Alexiidae sont de l'ordre de 3,38 % par famille (5 espèces chacune). Celles des Cryptophagidae, Scolitidae et Chrysomelidae sont de 2,03 % par famille (3 espèces chacune). Les Tenebrionidae, Ptiliidae, Anthicidae, Apionidae et les Hydrophilidae comptent chacune 1,35 % de la diversité coléoptérologique recensée dans la forêt de M'haga, soit 2 espèces par famille.

Quant aux familles des Coccinilidae, Corylophidae, Nitidulidae, Dermestidae, Cerambycidae, Bostrichidae, Anobiidae, Clambidae, Scaraptiidae, Hydraenidae, Endomychidae, Latridiidae, Scydmaenidae et les Zopheridae, elles sont représentées chacune par 0,65 % (1 espèce par famille).

2.3. Diversité des Coléoptères par stations d'étude

Dans chaque station prospectée dans la forêt de M'haga, la diversité coléoptérologique est représentée dans la figure ci-dessous.

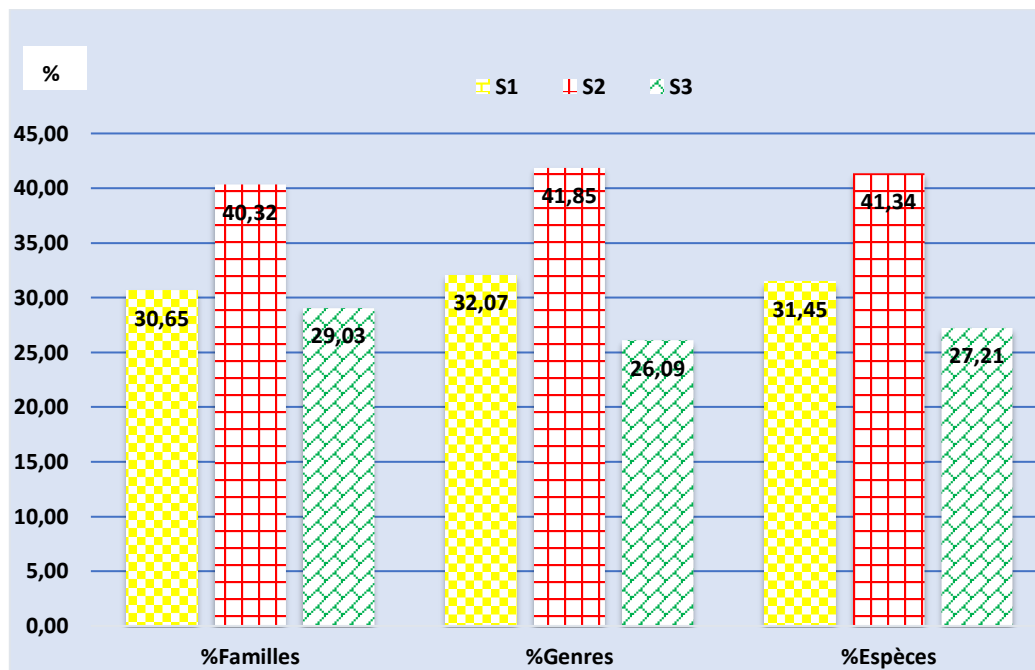


Figure 38. Diversité des Coléoptères dans les trois stations de la forêt de M'haga.

Selon la figure 38, nous constatons que la station No. 2 recèle les richesses les plus élevées (40,32 % de familles, 41,85 % de genres et 41,34 % d'espèces). La station No. 1 présente les richesses moyennes (30,65% de familles, 32,07 % de genres et 31,45 % d'espèces). Par contre, les plus faibles richesses sont observées dans la station No. 3 (29,03 % de familles, 26,09 % de genres et 27,21 % d'espèces).

2.4. Analyse quantitative des données

Durant la période de notre étude, 963 individus de Coléoptères ont été quantifiés dans la forêt de M'haga dont 330 (34,27 %) individus ont été comptés dans la station No. 1, 446 individus (46,31 %) dans la station No. 2 et 187 (19,42 %) individus dans la station No. 3.

Les fréquences centésimales globales et par station des espèces capturées durant la période d'étude sont réunies dans le tableau 12.

Tableau 12. Fréquences relatives des espèces identifiées dans la forêt de M'haga

Espèces	Fi (%) Station No.1	Fi (%) Station No.2	Fi (%) Station No.3	Fi (%) Globale
<i>Tarphius faimairei</i>	2,12	0,90	0,00	1,14
<i>Ptinus rufipes</i>	0,91	0,90	0,00	0,73
<i>Ptinus obesus</i>	0,00	0,22	0,53	0,21
<i>Ptinus sp.</i>	0,61	0,90	0,53	0,73
<i>Niptus sp.</i>	0,61	0,00	0,00	0,21
<i>Ptininae sp.</i>	0,30	0,22	0,00	0,21
<i>Orthomus barbarus</i>	3,03	1,12	1,60	1,87
<i>Bembidion sp.</i>	0,30	0,22	0,53	0,31
<i>Bembidion lampros</i>	0,00	1,12	0,53	0,62
<i>Bembidion fluviatile</i>	0,00	0,45	0,00	0,21
<i>Bembidion tetracolum</i>	0,30	1,79	0,00	0,93
<i>Microlestes corticalis</i>	0,61	0,00	0,00	0,21
<i>Notiophilus biguttatus</i>	0,00	0,45	1,60	0,52
<i>Calathus opacus</i>	0,00	0,00	1,07	0,21
<i>Calathus fuscipes</i>	0,61	0,45	0,00	0,42
<i>Leistus sp.</i>	0,00	0,00	0,53	0,10
<i>Harpalus distinguendus</i>	0,30	0,90	0,53	0,62
<i>Philorhizus crucifer</i>	1,21	0,67	0,53	0,83
<i>Odontonyx fuscatus</i>	0,30	1,12	0,00	0,62
<i>Metadromius lateplagiatus</i>	0,61	1,12	0,00	0,73
<i>Syntomus montanus</i>	1,52	0,00	0,00	0,52
<i>Syntomus fuscomaculatus</i>	0,00	0,00	0,53	0,10
<i>Trechus diecki maculipennis</i>	0,61	0,90	1,07	0,83
<i>Trechus obtusus</i>	0,00	0,90	1,07	0,62
<i>Trechus rufulus</i>	0,30	0,90	0,53	0,62
<i>Trechus quadristriatus</i>	0,00	0,45	0,53	0,31
<i>Trechus cautus</i>	0,00	0,67	0,00	0,31
<i>Somotrichus unifasciatus</i>	0,30	0,00	0,00	0,10
<i>Cymindis coadunata melanocephala</i>	0,00	0,00	0,53	0,10
<i>Platyderus calathoides</i>	2,12	0,22	0,53	0,93
<i>Carabus morbillosus</i>	0,30	0,00	0,00	0,10
<i>Dicheirotrechus obsoletus</i>	0,00	1,35	0,53	0,73
<i>Demetrius atricapillus</i>	0,00	0,22	0,00	0,10
<i>Percus passerinii</i>	0,00	0,45	0,00	0,21
<i>Laemostenus algerinus algerinus</i>	0,00	0,45	0,00	0,21
<i>Angoleus crenatus</i>	0,91	0,45	0,00	0,52
<i>Aptinus alpinus</i>	0,61	0,22	0,00	0,31
<i>Poecilus purpurascens</i>	0,00	0,45	0,00	0,21
<i>Carabidae sp1.</i>	0,30	0,45	0,53	0,42

<i>Micropeplus sp1.</i>	1,21	1,12	2,14	1,35
<i>Micropeplus sp2.</i>	0,91	1,35	0,00	0,93
<i>Micropeplus fulvus</i>	1,21	1,57	3,74	1,87
<i>Stenichnus sp.</i>	2,42	0,45	0,00	1,04
<i>Geopselaphus innus</i>	0,61	2,02	0,00	1,14
<i>Tachinus sp.</i>	0,61	0,22	0,53	0,42
<i>Scydmaenus (cholerus) rufus</i>	2,73	2,24	0,53	2,08
<i>Pseudopsis sp.</i>	0,61	1,12	0,53	0,83
<i>Philonthus intermedius</i>	0,00	0,00	1,60	0,31
<i>Philonthus sp.</i>	0,30	3,14	0,53	1,66
<i>Dinaraea sp.</i>	0,30	0,00	0,00	0,10
<i>Xantholinus sp.</i>	1,52	0,45	0,53	0,83
<i>Eusphalerum sp.</i>	0,30	0,45	0,00	0,31
<i>Scaphidium quadriguttatus</i>	0,30	1,79	2,14	1,35
<i>Nazeris sp.</i>	0,91	0,22	1,60	0,73
<i>Astrapaeus ulmi</i>	0,91	0,22	0,00	0,42
<i>Omalium caesum</i>	0,91	0,45	0,00	0,52
<i>Megarthus sp.</i>	0,61	0,45	1,60	0,73
<i>Pselaphinae sp1.</i>	0,61	0,00	0,00	0,21
<i>Pselaphinae sp2.</i>	0,00	0,45	0,00	0,21
<i>Pselaphinae sp3.</i>	0,00	0,22	1,07	0,31
<i>Pselaphinae sp4.</i>	0,00	0,00	0,53	0,10
<i>Staphylinus olens</i>	1,82	0,22	2,67	1,25
<i>Staphylinus sp.</i>	0,00	0,22	0,00	0,10
<i>Ocypus aethiops</i>	1,21	0,45	0,53	0,73
<i>Atrecus sp.</i>	0,30	0,22	0,00	0,21
<i>Thoracophorus sp.</i>	0,00	0,67	0,53	0,42
<i>Stenus sp.</i>	0,00	0,22	0,53	0,21
<i>Quedius sp.</i>	0,00	0,67	1,07	0,52
<i>Atheta sp1.</i>	0,30	0,00	0,53	0,21
<i>Atheta sp2.</i>	0,00	0,00	1,07	0,21
<i>Anthobium sp.</i>	0,00	0,45	0,53	0,31
<i>Tachyporus ruficollis</i>	0,91	0,22	1,07	0,62
<i>Drusilla sp1.</i>	0,91	1,12	2,67	1,35
<i>Drusilla sp2.</i>	0,00	0,45	0,00	0,21
<i>Sepedophilus sp.</i>	0,30	0,45	0,00	0,31
<i>Staphylinidae sp1.</i>	0,30	0,00	0,00	0,10
<i>Staphylinidae sp2.</i>	1,52	0,22	0,00	0,62
<i>Staphylinidae sp3.</i>	0,00	0,00	2,67	0,52
<i>Scaphydiinae sp.</i>	0,00	0,45	0,00	0,21
<i>Scydmaenidae sp.</i>	0,30	0,22	0,00	0,21
<i>Catops rescissicollis</i>	1,82	1,57	0,00	1,35
<i>Catops sp.</i>	1,21	0,22	0,53	0,62
<i>Choleva sp.</i>	1,82	0,00	1,60	0,93
<i>Agathidium sp.</i>	0,61	0,00	0,53	0,31

<i>Agathidium demarzoi</i>	0,30	0,67	0,00	0,42
<i>Dinierella vincenti</i>	2,12	0,00	0,00	0,73
<i>Acalles sp1.</i>	3,94	2,69	1,60	2,91
<i>Acalles sp2.</i>	2,42	1,12	1,60	1,66
<i>Acalles sp3.</i>	0,30	0,22	1,07	0,42
<i>Acalles sp4.</i>	0,30	0,00	0,00	0,10
<i>Acalles sp5.</i>	0,61	0,22	0,00	0,31
<i>Acalles camelus</i>	4,55	3,36	2,14	3,53
<i>Otiorhynchus clavipes</i>	5,76	4,26	1,07	4,15
<i>Otiorhynchus raucus</i>	7,27	5,38	5,88	6,13
<i>Otiorhynchus rugifrons</i>	6,06	5,61	1,07	4,88
<i>Hypera sp.</i>	0,30	0,90	0,00	0,52
<i>Curculio (Balaninus) elaphas</i>	0,00	1,35	1,07	0,83
<i>Curculio glandium</i>	0,00	0,00	1,07	0,21
<i>Sitona sp.</i>	0,30	1,12	0,00	0,62
<i>Coeliodes sp.</i>	0,91	0,00	1,07	0,52
<i>Phyllobius oblongus</i>	2,73	0,67	0,53	1,35
<i>Phyllobius sp.</i>	0,30	0,67	0,00	0,42
<i>Entiminae sp.</i>	0,00	0,90	0,00	0,42
<i>Rhyncolus ater</i>	0,00	2,02	0,00	0,93
<i>Brachyderes pubescens</i>	0,00	0,45	0,53	0,31
<i>Cryptophagus sp1.</i>	0,00	0,22	0,00	0,10
<i>Cryptophagus sp2.</i>	0,00	0,22	0,00	0,10
<i>Atomaria sp.</i>	0,00	0,67	2,14	0,73
<i>Aphodius sp.</i>	0,91	0,45	0,53	0,62
<i>Teuchestes fossor</i>	0,00	1,12	0,00	0,52
<i>Bubas bubalus</i>	0,00	0,45	0,00	0,21
<i>Aphonus sp.</i>	0,00	0,90	0,00	0,42
<i>Hoplia phylantus</i>	0,00	2,02	0,00	0,93
<i>Scarabaeus cicatricosus</i>	1,82	0,67	0,00	0,93
<i>Copris sp.</i>	0,30	0,45	0,53	0,42
<i>Onthophagus sp.</i>	0,00	0,22	0,00	0,10
<i>Scolytus sp.</i>	0,00	0,22	0,00	0,10
<i>Scolytinae sp.</i>	0,00	0,22	0,53	0,21
<i>Xyleborus monographus</i>	0,00	0,22	0,00	0,10
<i>Stenosis sp.</i>	0,30	0,22	0,00	0,21
<i>Hypophloeus pini</i>	0,00	0,90	0,00	0,42
<i>Lycoperdina sp.</i>	0,00	0,90	0,53	0,52
<i>Hydraenidae sp.</i>	0,00	0,45	0,00	0,21
<i>Alexiinae sp1.</i>	1,21	2,91	6,95	3,12
<i>Alexiinae sp2.</i>	1,82	2,24	3,74	2,39
<i>Alexiinae sp3.</i>	0,00	0,00	2,67	0,52
<i>Sphaerosoma globosum</i>	0,91	0,90	1,07	0,93
<i>Sphaerosoma latitarse</i>	0,91	0,45	3,74	1,25
<i>Ptiliidae sp1.</i>	0,30	0,00	1,07	0,31

<i>Ptiliidae sp2.</i>	0,00	0,00	0,53	0,10
<i>Cyclodinus minutus</i>	0,61	0,45	0,00	0,42
<i>Anthicidae sp.</i>	0,30	0,22	0,00	0,21
<i>Anaspis quadrimaculata</i>	0,00	0,00	2,67	0,52
<i>Clambidae sp.</i>	0,00	0,22	0,53	0,21
<i>Ceratapion gibbirostre</i>	0,00	0,00	2,14	0,42
<i>Betulapion simile</i>	0,61	0,00	0,00	0,21
<i>Anobiidae sp.</i>	0,30	0,22	0,00	0,21
<i>Alticinae sp.</i>	0,30	0,00	1,07	0,31
<i>Chrysolina bankii</i>	0,00	0,67	0,00	0,31
<i>Aphthona ovata</i>	0,91	0,45	0,00	0,52
<i>Hydrophilidae sp1.</i>	0,00	0,22	0,00	0,10
<i>Hydrophilidae sp2.</i>	0,00	0,00	0,53	0,10
<i>Rhyzopertha sp.</i>	0,00	0,22	0,00	0,10
<i>Obrium brunneum</i>	0,00	0,22	0,00	0,10
<i>Dermestes sp.</i>	0,30	0,45	0,00	0,31
<i>Epuraea sp.</i>	0,00	0,22	0,00	0,10
<i>Corylophidae sp.</i>	0,61	0,67	1,60	0,83
<i>Halmus cupripennis</i>	0,30	0,45	1,07	0,52

L'analyse des effectifs globaux relatifs aux Coléoptères échantillonnés dans l'ensemble de la forêt de M'haga nous renseigne sur la dominance de la famille des Curculionidae avec trois espèces : *Otiorhynchus raucus* (6,13 %), *O. rugifrons* (4,88 %) et *O. clavips* (4,15 %). Elles sont suivies par *Acalles camelus* (3,53 %). Ensuite, viennent les espèces *Alexiinae sp1.* (3,12 %), *Acalles sp1.* (2,91 %), *Alexiinae sp2.* (2,39 %), *Scydmaenus (cholerus) rufus* (2,08 %) et *Orthomus barbarus* (1,87 %).

Les effectifs quantifiés pour les espèces *Philonthus sp.* et *Acalles sp2.* sont de l'ordre de 1,66 % chacune, de 1,87 % pour *Micropeplus fulvus*, et de 1,35 % pour chaque espèce de *Scaphidium quadriguttatus*, *Drusilla sp1.* et *Catops rescissicollis*. 1,25 % d'individus sont comptabilisés pour chaque espèce de *Staphylinus olens* et *Sphaerosoma latitarse*. *Tarphius sp.* et *Geopselaphus innus* se retrouvent avec 1,15 % par espèce. Les autres Coléoptères sont faiblement représentés.

Dans la station No. 1, l'espèce *O. raucus* domine avec 7,27 %, suivie par *O. rugifrons* avec 6,06%, *O. clavips* avec 5,76 %, *Acalles camelus* avec 4,55 %, *Acalles sp1.* avec 3,94 %, *Orthomus barbarus* avec 3,03 %, *Scydmaenus (cholerus) rufus* et *Phyllobius oblongus* avec 2,73 % chacune.

Stenichnus sp. et *Acalles sp2.* se présentent avec 2,42 % par espèce. *Tarphius sp.*, *Platyderus calathoides* et *Dinierella vincenti* suivent avec 2,12 % chacune. *Staphylinus olens*,

Catops rescissicollis, *Choleva* sp., *Scarabaeus (Ateuchetus) cicatricosus* et *Alexiinae* sp2. se manifestent avec 1,82 % par espèce. Les autres espèces sont présentes avec des effectifs faibles.

Dans la station No. 2, l'espèce *O. rugifrons* domine avec 5,61%, suivie par les espèces *O. raucus* avec 5,38 %, *O. clavips* avec 4,26 %, *Acalles camelus* avec 3,53 %, *Philonthus* sp. avec 3,17 %, *Alexiinae* sp1. avec 2,91 % et *Acalles* sp1. avec 2,69 %.

Scydmaenus (cholerus) rufus et *Alexiinae* sp2. se trouvent chacune avec 2,24 %, *Geopselaphus innus*, *Rhyncolus ater* et *Hoplia phylantus* se manifestent chacune avec 2,02 %. *Bembidion (Peryphus) tetracolum* et *Scaphidium quadriguttatus* marquent leur présence avec 1,79 % par espèce. *Micropeplus fulvus* et *Catops rescissicollis* sont présentes chacune avec 1,57 %. *Dicheirotrechus obsoletus*, *Micropeplus longipennis* et *Curculio (Balaninus) elaphas* se présentent avec 1,35 % par espèce. Les fréquences des autres Coléoptères sont faibles.

Dans la station No. 3, l'*Alexiinae* sp1. domine avec 6,95 %, suivie de près par *O.raucus* avec 5,88 %. *Micropeplus fulvus*, *Alexiinae* sp2. et *Sphaerosoma latitarse* se présentent chacune avec 3,74 %. Les espèces *Staphylinus olens*, *Drusilla* sp1., *Staphylinidae* sp3., *Alexiinae* sp3. et *Anaspis quadrimaculata* se manifestent chacune avec 2,67 %. *Micropeplus* sp1., *Scaphidium quadriguttatus*, *Acalles camelus*, *Atomaria* sp. et *Ceratapion gibbirostre* sont présentes également chacune dans la station No. 3 avec 2,14 %. Les autres espèces se manifestent avec de faibles effectifs.

2.5. Constance (C) ou fréquence d'occurrence

Le tableau 13 suivant donne les fréquences d'occurrence des Coléoptères dans l'ensemble de la forêt de M'haga et dans les trois stations échantillonnées.

Tableau 13. Constance (C) ou fréquence d'occurrence des espèces identifiées dans la forêt de M'haga.

Espèces	Constance			
	Station No. 1	Station No. 2	Station No. 3	M'haga
<i>Tarphius faimairei</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Ptinus rufipes</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Ptinus obesus</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Ptinus</i> sp.	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Niptus</i> sp.	Accidentelle	Absente	Absente	Rare
<i>Ptininae</i> sp.	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Orthomus barbarus</i>	Régulière	Accessoire	Accidentelle	Accessoire
<i>Bembidion</i> sp.	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle

<i>Bembidion lampros</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Bembidion fluviatile</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Bembidion (Peryphus) tetracolum</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Microlestes corticalis</i>	Accidentelle	Absente	Absente	Rare
<i>Notiophilus biguttatus</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Calathus opacus</i>	Absente	Absente	Accidentelle	Accidentelle
<i>Calathus fuscipes</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Leistus sp.</i>	Absente	Absente	Accidentelle	Rare
<i>Harpalus distinguendus</i>	Accidentelle	Accessoire	Accidentelle	Accidentelle
<i>Philorhizus crucifer</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Odontonyx fuscatus</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Metadromius lateplagiatus</i>	Accidentelle	Accessoire	Absente	Accidentelle
<i>Syntomus montanus</i>	Accidentelle	Absente	Absente	Rare
<i>Syntomus fuscomaculatus</i>	Absente	Absente	Accidentelle	Rare
<i>Trechus diecki maculipennis</i>	Accidentelle	Accessoire	Accidentelle	Accidentelle
<i>Trechus obtusus</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Trechus rufulus</i>	Accidentelle	Accessoire	Accidentelle	Accidentelle
<i>Trechus quadristriatus</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Trechus cautus</i>	Absente	Accessoire	Absente	Accidentelle
<i>Somotrichus unifasciatus</i>	Accidentelle	Absente	Absente	Rare
<i>Cymindis coadunata melanocephala</i>	Absente	Absente	Accidentelle	Rare
<i>Angoleus crenatus</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Platyderus calathoides</i>	Accessoire	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Carabus (Macrothorax) morbillosus</i>	Accidentelle	Absente	Absente	Rare
<i>Dicheirotrechus obsoletus</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Demetrius atricapillus</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Percus passerinii</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Laemostenus (Pristonychus) algerinus algerinus</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Aptinus alpinus</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Poecilus purpurascens</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Carabidae sp1.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Micropeplus sp1.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accessoire	Accidentelle
<i>Micropeplus sp2.</i>	Accidentelle	Accessoire	Absente	Rare
<i>Micropeplus fulvus</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Stenichnus sp.</i>	Accessoire	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Geopselaphus innus</i>	Accidentelle	Accessoire	Absente	Accidentelle
<i>Tachinus sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Scydmaenus (cholerus) rufus</i>	Accessoire	Régulière	Accidentelle	Accessoire
<i>Pseudopsis sp.</i>	Accidentelle	Accessoire	Accidentelle	Accidentelle
<i>Philonthus intermedius</i>	Absente	Absente	Accidentelle	Accidentelle
<i>Philonthus sp.</i>	Accidentelle	Accessoire	Accidentelle	Accidentelle
<i>Dinaraea sp.</i>	Accidentelle	Absente	Absente	Rare

<i>Xantholinus sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Eusphalerum sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Scaphidium quadriguttatus</i>	Accidentelle	Régulière	Accessoire	Accessoire
<i>Nazeris sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Astrapaeus ulmi</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Omalius caesum</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Megarthus sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Pselaphinae sp1.</i>	Accidentelle	Absente	Absente	Rare
<i>Pselaphinae sp2.</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Pselaphinae sp3.</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Pselaphinae sp4.</i>	Absente	Absente	Accidentelle	Rare
<i>Staphylinus olens</i>	Accessoire	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Staphylinus sp.</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Ocypus aethiops</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Atrecus sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Thoracophorus sp</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Stenus sp.</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Quedius sp.</i>	Absente	Accessoire	Accidentelle	Accidentelle
<i>Atheta sp1.</i>	Accidentelle	Absente	Accidentelle	Accidentelle
<i>Atheta sp2.</i>	Absente	Absente	Accidentelle	Rare
<i>Anthobium sp.</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Tachyporus ruficollis</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Drusilla sp1.</i>	Accidentelle	Accessoire	Accidentelle	Accidentelle
<i>Drusilla sp2.</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Sepedophilus sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Staphylinidae sp1.</i>	Accidentelle	Absente	Absente	Rare
<i>Staphylinidae sp2.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Staphylinidae sp3.</i>	Absente	Absente	Accidentelle	Rare
<i>Scaphydiinae sp.</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Scydmaenidae sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Catops rescissicollis</i>	Accidentelle	Accessoire	Absente	Accidentelle
<i>Catops sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Choleva sp.</i>	Accidentelle	Absente	Accidentelle	Accidentelle
<i>Agathidium sp.</i>	Accidentelle	Absente	Accidentelle	Accidentelle
<i>Agathidium demarzoi</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Dinierella vincenti</i>	Accidentelle	Absente	Absente	Rare
<i>Acalles sp1.</i>	Accessoire	Régulière	Accessoire	Accessoire
<i>Acalles sp2.</i>	Régulière	Accessoire	Accidentelle	Accessoire
<i>Acalles sp3.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Acalles sp4.</i>	Accidentelle	Absente	Absente	Rare
<i>Acalles sp5.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Acalles camelus</i>	Régulière	Régulière	Accessoire	Régulière
<i>Otiorhynchus clavipes</i>	Accessoire	Régulière	Accidentelle	Accessoire
<i>Otiorhynchus raucus</i>	Régulière	Régulière	Accidentelle	Accessoire
<i>Otiorhynchus rugifrons</i>	Régulière	Accessoire	Accidentelle	Accessoire

<i>Hypera sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Curculio (Balaninus) elaphas</i>	Absente	Accessoire	Accidentelle	Accidentelle
<i>Curculio glandium</i>	Absente	Absente	Accidentelle	Rare
<i>Sitona sp.</i>	Accidentelle	Accessoire	Accidentelle	Absente
<i>Coeliodes sp.</i>	Accidentelle	Absente	Accidentelle	Accidentelle
<i>Phyllobius oblongus</i>	Accessoire	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Phyllobius sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Entiminae sp.</i>	Absente	Accessoire	Absente	Accidentelle
<i>Rhyncolus ater</i>	Absente	Accessoire	Absente	Accidentelle
<i>Brachyderes pubescens</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Cryptophagus sp1.</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Cryptophagus sp2.</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Atomaria sp.</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Aphodius sp .</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Teuchestes fossor</i>	Absente	Accessoire	Absente	Accidentelle
<i>Bubas bubalus</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Aphonus sp.</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Hoplia phylantus</i>	Absente	Accessoire	Absente	Accidentelle
<i>Scarabaeus (Ateuchetus) cicatricosus</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Copris sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Onthophagus sp.</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Scolytus sp.</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Scolytinae sp.</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Xyleborus monographus</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Stenosis sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Hypophloeus pini</i>	Absente	Accessoire	Absente	Accidentelle
<i>Lycoperdina sp.</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Hydraenidae sp.</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Alexiinae sp1.</i>	Accidentelle	Accessoire	Accessoire	Accessoire
<i>Alexiinae sp2.</i>	Accessoire	Accessoire	Accessoire	Accessoire
<i>Alexiinae sp3.</i>	Absente	Absente	Accessoire	Accidentelle
<i>Sphaerosoma globosum</i>	Accidentelle	Accessoire	Accidentelle	Accidentelle
<i>Sphaerosoma latitarse</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Ptiliidae sp1.</i>	Accidentelle	Absente	Accidentelle	Accidentelle
<i>Ptiliidae sp2.</i>	Absente	Absente	Accidentelle	Rare
<i>Cyclodinus minutus</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Anthicidae sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Anaspis quadrimaculata</i>	Absente	Absente	Accidentelle	Accidentelle
<i>Clambidae sp.</i>	Absente	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle
<i>Ceratapion gibbirostre</i>	Absente	Absente	Accidentelle	Accidentelle
<i>Betulapion simile</i>	Accidentelle	Absente	Absente	Rare
<i>Anobiidae sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Alticinae sp.</i>	Accidentelle	Absente	Accidentelle	Accidentelle
<i>Chrysolina bankii</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Accidentelle

<i>Aphthona ovata</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Hydrophilidae sp1.</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Hydrophilidae sp2.</i>	Absente	Absente	Accidentelle	Rare
<i>Rhyzopertha sp.</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Obrium brunneum</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Dermestes sp.</i>	Accidentelle	Accidentelle	Absente	Accidentelle
<i>Epuraea sp.</i>	Absente	Accidentelle	Absente	Rare
<i>Corylophidae sp.</i>	Accidentelle	Accessoire	Accidentelle	Accidentelle
<i>Halmus cupripennis</i>	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle	Accidentelle

Le tableau 13 montre clairement que la majorité des espèces appartient à la catégorie d'espèces accidentelles dont 76 ; 85 ; 70 et 98 espèces se trouvent respectivement dans les stations No. 1, No. 2 et No. 3 et l'ensemble de la forêt de M'haga. Ensuite viennent les espèces accessoires avec des effectifs respectifs de 8 ; 26 ; 7 et 12 espèces dans les stations No. 1, No. 2 et No. 3 et l'ensemble de la forêt de M'haga. Également, on remarque qu'il y a peu d'espèces régulières ; à savoir 5 ; 6 ; 0 et 1 espèces régulières respectivement dans les stations No. 1, No. 2 et No. 3 et l'ensemble de la forêt. On note la présence de 37 espèces rares dans l'ensemble de la forêt.

2.6. Exploitation écologique des données

Les indices écologiques de structure calculés pour les trois stations étudiées sont représentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14. Valeurs des indices écologiques de structure dans les trois stations de la forêt de M'haga.

Indices écologiques	Station No. 1	Station No. 2	Station No. 3
H' (bits)	5,829	6,188	5,836
H'max (bits)	6,476	6,870	6,285
E	0,900	0,901	0,928

La lecture du tableau 14 nous renseigne que la valeur de l'indice de Shannon (H') est plus élevée dans la station No. 2 (6,188 bits) que dans la station No. 1 (5,829 bits) et la station No. 3 (5,836 bits). Les valeurs de la diversité maximale (H'max) sont de l'ordre de 6,870 ; 6,476 et 6,285 bits respectivement dans ces stations. Sur ces dernières, les valeurs de l'indice d'équitabilité (E) sont élevées et sont respectivement de 0,900 ; 0,901 et 0,928.

2.7. Analyse de la distribution des espèces dans les trois stations étudiées

Afin de déterminer s'il y a une différence significative du nombre d'espèces par famille dans les stations No. 1, No. 2 et No.3 de la forêt de M'haga, nous avons procédé à une GLM avec le logiciel R, et les résultats sont les suivants :

Analysis of Deviance Table

Model: poisson, link: log

Response: nb

Terms added sequentially (first to last)

Df Deviance Resid. Df Resid. Dev Pr(>Chi)

NULL 86 633.25

st 2 8.7636 84 624.49 0.0125 *

Signif. codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Nous constatons que la distribution des espèces dans la forêt de M'haga présente une différence significative dans les trois stations étudiées.

CINQUIEME CHAPITRE

Discussion

1. Analyse de la biodiversité globale

Dans notre étude sur l'analyse de la diversité globale des peuplements coléoptérologiques de la réserve de Tigounatine (Tikjda), nous avons décelé la présence de 127 espèces de Coléoptères réparties en 34 familles et 99 genres. Dans la forêt de M'haga (Akfadou), nous avons dénombré 148 espèces de Coléoptères appartenant à 29 familles et 92 genres.

Il est clair que l'on ne peut pas comparer la composition spécifique des deux forêts car les méthodes d'échantillonnages sont différentes. Chaque méthode paraît capturer certaines familles ou une partie spécifique des assemblages des Coléoptères.

En Algérie, plusieurs chercheurs ont constaté la dominance de l'ordre des Coléoptères. Dans la cédraie naturelle de Theniet El Had (Tissemsilt), [Abdelhamid](#) et Allal-Benfekih, (2017) ont identifié 43 espèces de Coléoptères réparties en 17 familles dans leur étude sur l'importance des Coléoptères sylvatiques associés au cèdre de l'Atlas. Quant à Meziane (2017), dans la même localité, il a recensé 68 espèces de Coléoptères réparties en 23 familles systématiques.

De même à Sétif, dans son étude sur la faune entomologique de quatre forêts de pin : chêne vert à Ouled Tebben, chêne zeen à Hammam Guergour, chêne vert à Beni Aziz, et le Pin d'Alep à El Ouldja, Laadel (2021) a recensé une diversité de 9 familles regroupant 30 espèces de Coléoptères présentant 48,38 % de la diversité entomologique dans la forêt du chêne vert de Djebel Maten (Ouled Tebben). Par contre, l'auteur a évalué une diversité de 25 espèces de Coléoptères appartenant à 7 familles dans la forêt du chêne vert de Sidi Abbes (Beni Aziz). Tandis que 19 espèces de Coléoptères appartenant à 6 familles ont été identifiées par cet auteur dans la forêt du chêne zéen d'Ouled rezoug (Hammam Guergour). Quant à la forêt de Pin d'Alep de Megsem (El Ouldja), il a listé l'ordre des Coléoptères avec 5 familles regroupant 11 espèces.

Dans la forêt de Tafat, dans sa recherche sur la faune entomologique associée au chêne vert, Benia (2010) a évalué 29 familles et 71 espèces de Coléoptères qui représentent une richesse de 30 % de l'entomofaune identifiée.

Dans le parc de Belezma (Batna), Melizi (1988) a dénombré 8 familles de Coléoptères. Dans son étude sur l'évaluation de la biodiversité dans les cédraies du même parc, Boukerker (2016) a recensé 103 espèces de Coléoptères réparties en 25 familles représentant 31,19 % de la diversité totale. Dans les yeuseraies de Bordj-Ghedir (Bordj-Bou-Arredj), Sayah (2003) a

répertorié 51 espèces de Coléoptères. Dans son inventaire sur l'entomofaune du chêne vert, Saadoun (1989) a recensé 4 principaux ordres dont les Coléoptères figurent avec 9 espèces.

Dans la cédraie du parc national de Chréa (Blida), Haddar (2007) a relevé 15 familles de Coléoptères regroupant 42 espèces.

Également dans la forêt de Ouled Bechih (Souk-Ahras), dans leur étude sur l'évaluation de la biodiversité des peuplements de Coléoptères dans trois types d'habitats forestiers (*Quercus suber*, *Quercus canariensis*, forêt mixte), Ganaoui et al. (2020) ont trouvé 76 espèces réparties en 61 genres et 21 familles de Coléoptères. Ces auteurs ont identifié 19 espèces de Coléoptères dans la zénaie.

La dominance de l'ordre des Coléoptères dans les différentes forêts algériennes étudiées peut être due au nombre immense des espèces composant cet ordre, aux paramètres structurels de l'habitat et aux conditions climatiques, édaphiques et écologiques de nos forêts, favorables aux développements et à la survie de ces espèces. Ce qui favorise ainsi un nombre important de niches écologiques, diversifiées et propices pour un nombre important de Coléoptères.

2. Analyse des principaux groupes de Coléoptères recensés

Le groupe des Coléoptères constitue l'ordre d'insectes le plus vaste. Il a toujours été dans tous les inventaires, le mieux représenté en nombre d'espèces. En effet, dans nos deux forêts en question, on remarque la présence de plusieurs familles de Coléoptères. Néanmoins, on se limitera ici uniquement à l'analyse des familles les plus significatives.

2.1. Carabidae

La famille des Carabidae est mieux représentée dans la forêt de Tigounatine avec 32 espèces et 34 espèces dans la forêt de M'haga. Selon Avgin et Luff (2010), les carabes sont abondants dans les forêts primaires et secondaires. Ils préfèrent les régions montagneuses aux microclimats frais et humides. Ce qui justifie la dominance de cette famille dans nos échantillons.

Lors de notre étude, nous avons échantillonné 4 espèces du genre *Bombidion* qui sont charognards ; et l'espèce *Calosoma inquisitor*, étant adulte et larve, chasse les chenilles de nombreux papillons et va parfois même les chercher dans les arbres (Thiele, 1977).

En fait, la plupart des carabes sont des prédateurs (Lövei et Sunderland, 1996). Ils peuvent être aussi omnivores, phytophages (Bousquet, 2010) et granivores (Honek et al., 2003). 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. Certaines espèces sont ectoparasites de larves de Chrysomélidés (Dajoz, 2002).

Les carabes sont connus par leur haute sensibilité aux perturbations environnementales (Butterfield et *al.*, 1995 ; Gobbi et Fontaneto, 2008), auxquelles ils réagissent de différentes manières, soit en changeant le nombre de leurs espèces et de leurs individus (Niemelä, 2001), soit en modifiant la structure et la composition des communautés carabiques (Niemelä et *al.*, 1993). Cette sensibilité fait des carabes un excellent groupe très utilisé comme bioindicateur (Koivula, 2011).

En forêt, les carabes répondent rapidement aux facteurs environnementaux tels que la température, l'humidité, la végétation, la taille des parcelles (Niemelä, 2001), le couvert forestier et la diversité des plantes (Lange et *al.*, 2014), ainsi que les perturbations anthropiques (Thomas et *al.*, 2002).

Parmi les Carabes échantillonnés dans la forêt de Tigounatine, six (06) espèces sont protégées en Algérie *Carabus (Macrothorax) morbillosus*, *Eurycarabus famini*, *Laemostenus algerinus*, *Calosoma inquisitor*, *Calosoma sycophanta* et *Sphodrus leucophthalmus*. Quatre (04) espèces sont endémiques de l'Afrique du Nord : *Calathus fuscipes algericus*, *Calathus opacus*, *Carabus (Macrothorax) morbillosus* et *Bembidion fluviatile unctulum*. Selon les catégories de l'IUCN, quatre (4) espèces sont en danger d'extinction : *Sphodrus leucophthalmus*, *Chlaenius velutinus*, *Bembidion fluviatile unctulum* et *Brachinus sclopeta*, quatre (4) sont très rares mais sans danger actuel : *Agonum nigrum*, *Harpalus attenuates*, *Notiophilus biguttatus* et *Trechus obtusus*, et deux (2) sont fortement menacées d'extinction : *Calosoma inquisitor* et *Calosoma sycophanta*. Trois (3) espèces bioindicatrices de la qualité des forêts ont été trouvées dans nos relevés : *Calathus opacus*, *Carabus (Macrothorax) morbillosus* et *Notiophilus biguttatus*.

A titre comparatif, nous passons en revue certaines espèces trouvées dans notre analyse et par d'autres chercheurs dans d'autres régions d'Algérie:

- Dans nos investigations, nous avons trouvé l'espèce *Nebria andalusia* et les genres *Carabus*, *Amara*, *Brachinus*, *Calathus* et *Harpalus* qui ont été aussi inventoriés dans les subéraies du Parc National d'El-Kala par Daas et *al.* en 2016.
- Dans le Parc National de Theniet El Had, les carabes dominant avec 23 espèces (Meziane, 2017) dont *Calathus fuscipes*, *Carabus famini* et *Syntomus fuscomaculatus* ainsi que les genres *Amara*, *Laemostenus*, *Microlestes* et *Notiophilus* sont présents dans nos relevés. Quant à Ganaoui et *al.* (2020), ils ont constaté que les carabes occupaient la deuxième

position après les scarabes avec 13 espèces. Ces auteurs ont trouvé en l'occurrence *Eurycarabus famini*, *Nebria andalusiaca* et *Calosoma inquisitor*, ainsi que les genres *Brachinus*, *Amara*, *Calathus*, *Carabus* et *Orthomus* qui sont aussi présents dans nos relevés.

- Dans la forêt de Djebel Maten à Ouled Tebben (chêne vert), Laadel (2021) mentionne que les carabes occupent la deuxième position dont les genres *Nebria*, *Calathus*, *Harpalus* et *Carabus* sont aussi présents dans nos relevés. Par contre, dans la forêt de Sidi Abbes à Beni Aziz (chêne vert), cet auteur rapporte la dominance de la famille des Carabidae avec 8 espèces dont on retrouve la présence de *Calosoma inquisitor* et les genres *Nebria* et *Carabus* dans nos relevés. Dans la forêt d'Ouled Rezoug à Hammam Guergour (chêne zéen), l'auteur rapporte que les carabes se présentent uniquement avec 4 espèces. Notons que l'espèce *Calosoma inquisitor* et les genres *Nebria* et *Carabus* sont aussi présents dans nos relevés.
- Dans la cédraie du Parc de Belezma, Boukerker (2016) a trouvé 7 espèces de carabes dont *Calosoma inquisitor* et le genre *Zabrus* sont trouvés dans nos relevés. De même, l'espèce *Calosoma inquisitor* et le genre *Bembidion* sont également cités par Benia (2010) dans les forêts du chêne vert dans la région de Tafat.

2.2. Staphylinidae

Dans notre travail, la famille des Staphylinidae possède une richesse spécifique élevée. Dans la forêt de M'haga, elle domine et se présente avec 27,03 % de la richesse globale. Dans la forêt de Tigounatine, elle se classe après les Carabidae avec 9,45 %. Les staphylins sont souvent des espèces de très petite taille (inférieure à 5 mm) (Du Chatenet, 1990).

Selon Klimaszewski (2000), les espèces des Staphylinidae ont une représentation optimale dans la litière forestière, surtout dans les forêts de feuillus et de résineux (Wittwer, 1993). Elles vivent alors sous les écorces ou dans le bois décomposé des arbres morts et se nourrissent de moisissures en forêt, de bois fermenté, de cadavres, de champignons décomposés ou de petits invertébrés (Roth, 1980). La plupart des staphylins sont prédateurs. Ils sont carnivores, soit carnassiers, soit saprophages (Soldati et Puissant, 2000).

Au niveau des deux forêts prospectées (Tigounatine et M'haga), les genres *Staphylinus* et *Ocypus* identifiés comptent parmi les grands prédateurs. Leurs larves chassent des proies qui sont surtout des insectes et autres arthropodes, et de ce fait elles détruisent les larves de nombreux ravageurs. Ces genres jouent donc un rôle bénéfique et font partie de la « police sanitaire » de la nature (Bachelier, 1978).

L'espèce *Staphylinus olens* récoltée dans nos deux forêts, est un grand staphylin noir redressant son abdomen à la manière d'un scorpion, quand il est inquiet.

Beaucoup d'espèces de Staphellinidae se nourrissent des insectes qui endommagent la forêt et les plantes agricoles (Raymond et al., 2002), et aussi des acariens transmettant des infections (Shulaev, 2004). Les staphylins peuvent ainsi être utilisés comme agents de contrôle de ces arthropodes. Toutefois, ils ne peuvent être utilisés à ces fins que si la composition et l'écologie des espèces sont connues.

Le genre *Philonthus* se présente par quatre espèces dans la forêt de Tigounatine et par deux autres espèces dans la forêt de M'haga. Selon Wittwer (1993), ce genre est bien représenté dans les milieux agricoles et forestiers.

Dans la cédraie du Parc de Belezma, Boukerker (2016) a trouvé 6 espèces de Staphylinidae dont *Staphylinus olens*, et le genre *Ocypus* sont aussi listés dans nos relevés.

Lors de notre investigation, l'espèce *Staphylinus olens* et les genres *Ocypus*, *Omalium* et *Megarthus* trouvés dans nos échantillons, sont aussi répertoriés dans les forêts de Tafat sur *Quercus ilex* L. par Benia en 2010.

En outre, les genres *Staphylinus*, *Tachinus*, *Xantholinus*, *Eusphalerum*, *Drusilla*, *Dinaraea*, *Atheta*, *Quedius*, *Stenus*, *Tachyporus*, *Tachinus*, *Sepedophilus*, *Megarthus*, *Eusphalerum*, *Omalium* et *Philonthus*, trouvés dans les forêts sombres de conifères et de feuillus dans le Sud de la province de Sverdlovsk en Russie, par Belskaya et Kolesnikova en 2011, sont aussi présents dans nos relevés.

2.3. Curculionidae

Dans la forêt de M'haga, les Curculionidae se présentent avec 12,84 %. Dans la forêt de Tigounatine, ils sont au nombre de 6 espèces. Beaucoup de curculionides vivent le plus souvent aux dépens des végétaux herbacés et des feuilles des arbres. 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 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'espèce *Phyllobius oblongus* échantillonnée dans nos forêts 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 on peut la rencontrer aussi bien sur les arbres que sur d'autres plantes herbacées.

De même, nous avons identifié trois espèces du genre *Otiorrhynchus* dans nos forêts, les larves de ces espèces se nourrissent de racelles et les adultes, de feuilles.

Les espèces du genre *Sitona* et *Polydrusus*, listées dans nos deux forêts, jouent un rôle particulier. Selon Schott (1994), ces espèces se nourrissent des nodules au niveau des racines et en conséquence, elles réduisent l'azote atmosphérique fixé par le sol. Benhalima (2006) rapporte que les espèces du genre *Polydrusus* sont très polyphages et se développent sur différentes essences forestières.

Le genre *Balaninus* rassemble des Coléoptères cléthrographes, reconnaissables à leurs grosses larves blanches (Bouhraoua, 2003). L'espèce *Curculio (Balaninus) elaphas*, identifiée dans nos relevés, s'attaque aux fruits et graines qui sont un aliment de choix pour leur réserves nutritives. Ce ravageur de fruits et de graines peut avoir des répercussions sur la régénération du châtaigner et du chêne vert. Très souvent, en fonction des années de production, ce groupe d'insectes occasionne des pertes conséquentes et significatives. Selon Desouhant (1997), en conditions naturelles, une femelle dépose un ou deux œufs par châtaigne dans 77 % des fruits et sélectionne ses fruits de ponte.

Rahmani (2010) a inventorié 11 espèces de curculionides dans la cédraie de Belezma (Batna). Les genres *Polydrusus*, *Hypera* et *Sitona* en font partie et participent au dépérissement du cèdre. Notons que ces genres sont aussi présents dans notre inventaire avec des espèces différentes.

Dans la cédraie naturelle de Theniet El Had, Abdelhamid et Allal-Benfekih. (2017) ont constaté la dominance de la famille des Curculionidae avec 81,36 % de la Coléoptérofaune récoltée.

Dans la forêt de chêne vert située à Djbel maten dans la région de Ouled Tebben, Laadel (2021) a constaté la dominance de la famille des Curculionidae parmi les Coléoptères échantillonnés, avec 12 espèces dont les genres *Polydrusus*, *Phyllobius* et *Sitona* sont également présents dans nos relevés. L'auteur a aussi mentionné 7 espèces de curculionides dans la forêt de Sidi Abbes à Beni Aziz (Chêne vert), dont les genres *Sitona* et *Phyllobius* ont été aussi trouvés dans nos échantillons. Par contre, dans la forêt du Chêne Zéen située à Ouled rezoug à Hammam Guergour, cet auteur a rapporté que la famille des Curculionidae procure la richesse spécifique la plus faible avec une seule espèce: *Larinus sp.* Cette espèce ne figure pas dans nos relevés. Quant à la forêt de Megsem à El Ouldja (Pin d'Alep), cet auteur a constaté la dominance de la

famille des Curculionidae avec 63,63 % (7 espèces) dont uniquement le genre *Rhyncolus* se trouve également dans nos relevés avec l'espèce *R. ater*.

Benia (2010) a également signalé l'espèce *Phyllobius oblongus* et les genres *Otiorhynchus*, *Balaninus* et *Sitona* dans la forêt de Tafat sur le chêne vert. Ceux-ci sont aussi identifiés dans nos échantillons.

2.4. Scarabaeidae

Dans notre étude, les scarabes se présentent avec 6,30 % et 5,40 % respectivement dans les forêts de Tigounatine et M'haga. Selon Davis (2000), les Scarabidae se trouvent en grande diversité et abondance élevée dans des zones riches en mammifères, particulièrement les herbivores. Nos deux forêts étudiées étaient souvent fréquentées par des troupeaux de bétail, ce qui justifie la présence des scarabes.

Les larves et les adultes des scarabes sont coprophages, ils vivent dans les excréments des vertébrés et ils jouent un rôle important dans le recyclage de la matière, la fertilité des sols (Confoux et al., 2002 ; Bourbonnais et Saint, 2008) et dans la dispersion des déjections animales. De ce fait, ils jouent des rôles clés dans le fonctionnement des écosystèmes forestiers (Nichols et al., 2008).

Les espèces du genre *Copris* et *Onthophagus* identifiées dans nos relevés, sont des espèces paracopric. Elles creusent des tunnels de différentes longueurs dans le sol sous les fèces. Ces tunnels se terminent par des chambres à couvain où les Coléoptères stockent des portions en fèces qu'ils ont roulées en boules et dont les larves vont se nourrir.

La sous-famille des Aphodiinae est présente dans notre travail par le genre *Aphodius*. Celle-ci est composée généralement d'espèces de petite taille vivant à l'intérieur des déjections. Leur rôle de dessiccation est faible. Ces espèces pâtissent considérablement des traitements vétérinaires helminthocides (Hanski et Cambfort, 1991), car elles sont présentes pendant tout leur cycle biologique dans la bouse (El Aichar, 2014).

Dans la forêt du Chêne Zéen d'Ouled Rezoug à Hammam Guergour, Laadel (2021) a constaté la dominance de la famille des Scarabidae avec 6 espèces dont les espèces *Sisyphus schaefferi* et *Bubas bubalus* sont présentes dans la liste de nos espèces identifiées.

Dans la cédraie du Parc de Belezma, Boukerker (2016) a trouvé 7 espèces de scarabes dont le genre *Rhizotrogus* est le seul en commun avec nos relevés.

2.5. Buprestidae

Dans la forêt de Tigounatine, les Buprestidae se présentent avec 7,87 % et aucun spécimen n'a été capturé dans la forêt de M'haga. Ceci peut s'expliquer par l'utilisation de méthodes d'échantillonnage différentes dans les deux forêts prospectées.

D'après Lieutier et *al.* (2007), les buprestes colonisent toutes les niches qu'offre le biotope forestier. Ils 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 (Villemant, 1991). Les buprestes ont un rôle physiologique important dans la contribution à la dégradation du bois mort.

Dans notre étude, le genre *Anthaxia* se présente avec quatre espèces. Ce genre s'attaque presque à tous les résineux de l'Afrique du Nord et les larves vivent aux dépens du bois vivant ou mort (Villemant, 1991). Dans la région des Aurès, Beghami (2010) a signalé la présence de ce genre sur *Cedrus atlantica* où il est associé à son dépérissement. Dans les forêts de Tlemcen, Nichane et *al.* (2012) ont rapporté que des espèces du genre *Anthaxia* sont très abondantes et très nuisibles sur *Cupressus sempervirens*. Dans la cédraie de Belezma, Rahmani (2010) a noté la présence de 6 espèces de buprestes dont 2 appartiennent au genre *Anthaxia*.

Dans la cédraie naturelle de Theniet El Had, les Buprestidae sont représentés par 3 espèces (Abdelhamid et Allal-Benfekih, 2017). Dans la cédraie du Parc de Belezma, Boukerker (2016) a trouvé 6 espèces de buprestes dont le genre *Antaxia* domine avec 4 espèces. Quant à la forêt de Pin d'Alep de Megsem située à El Ouldja, Laadel (2021) a constaté la présence d'une seule espèce de Buprestidae *Chalcophora mariana* que nous n'avons pas trouvée dans nos forêts.

Au Maroc, selon Benhalima (2006), cinq espèces du genre *Anthaxia* sont récoltées en abondance sur le cèdre de l'Atlas. Notons que ces espèces sont différentes de celles recensées dans nos relevés.

2.6. Chrysomelidae

Les Chrysomelidae se manifestent avec 5,33 % dans la forêt de Tigounatine et avec 2,03 % d'espèces dans la forêt de M'haga. Selon Grasse (1975), toutes les Chrysomèles sont phytophages et se nourrissent de feuilles, de racines ou de brindilles. Presque chaque espèce est oligophage et se nourrit donc exclusivement sur des plantes appartenant à la même famille, voire au même genre (Jolivet, 1997). Les Chrysomelidae 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.

Toutefois les adultes comme les larves provoquent des dégâts non négligeables aux végétaux, et un grand nombre d'espèces peut être rencontré sur le feuillage des essences forestières (Balachowsky, 1962). Benmechri (1994) note que les Chrysomelidae vivent au dépend des crucifères des différents sous-bois des formations forestières.

Dans notre échantillonnage, nous avons relevé l'espèce *Haltica tibialis* et le genre *Aphthona* qui sont aussi listés par Haddar (2007) dans la cédraie du Parc National de Chréa (Blida).

Dans la forêt Tafat du chêne vert située à Sétif (Nord-Est d'Algérie), Benia (2010) a recensé sept espèces au niveau du feuillage des arbres. Le genre *Longitarsus* cité par cet auteur est aussi trouvé dans nos relevés.

2.7. Coccinellidae

Un pourcentage de 3,15 % de coccinelles a été recensé dans la forêt de Tigounatine et seulement 0,65 % (une espèce) dans la forêt de M'haga. Les coccinelles sont connues par leur consommation de ravageurs divers et dans la lutte biologique. *Coccinella algerica*, présente dans nos relevés est signalée au Maroc par Mouna (2013). Elle a comme espèces hôtes les Hémiptères Aphididae. Cette espèce est très friande de pucerons et de Psylles. En Algérie, elle a été également signalée sur *Pinus halepensis* dans les forêts de Tlemcen (Nichane et al., 2012) et dans le Parc National de Theniet El Had (Meziane, 2017).

Dans la réserve forestière Dibeem de pin et de chêne en Jordanie, Eid et al (2009) ont trouvé 3 espèces de Coccinillidae appartenant à 3 genres dont le genre *Coccinella* est également recensé dans nos échantillons.

2.8. Scolytidae

Les Scolytes marquent leur présence avec 2,36 % dans la forêt de Tigounatine et 2,03 % dans la forêt de M'haga. Cette famille est composée d'espèces xylophages et est placée au premier rang des ennemis naturels des forêts de conifères, et est responsable de 90% des dégâts causés (Benhalima, 2006). Quelques espèces de scolytes jouent un rôle bien reconnu dans la modification de la structure naturelle des forêts d'épicéa d'Europe centrale (Stolina, 1969).

Balachowsky (1962) a indiqué que la plupart des espèces du genre *Scolytus* colonisent les arbres très affaiblis, tombés ou abattus. Ce genre est présent dans nos relevés avec 4 espèces. Certains Scolytidae peuvent changer leur comportement vis-à-vis de leur hôte. En fait, elles possèdent une polyphagie qui leur permet de vivre à la fois sur des Conifères et des Feuillus.

Six espèces de la sous-famille des Scolytinae ont été identifiées dans notre étude. Elles sont toutes corticoles et xylophages. L'une de ces espèces *Xyleborus monographus*, provoque les « piqures noires » du chêne semblables à celles de *Platypus cylindrus* (Dajoz, 2007). C'est une espèce polyphage, attaquant de nombreux feuillus. C'est un xylophage secondaire qui vit uniquement aux dépens d'arbres affaiblis ou malvenants ou déjà attaqués par un autre destructeur. L'arbre est de ce fait affaibli, en voie de décrépitude ou de sénescence (Walker, 2008). *X. monographus* a également été trouvée par Benia (2010) sur le chêne vert dans la forêt de Tafat.

Dans la région de Batna, au niveau de la cédraie de Belezma, Rahmani (2010) a inventorié 7 espèces dont deux appartiennent aux genres *Scolytus* et *Hylastes*. Ces genres sont recensés dans nos relevés. Au Maroc, Benhalima (2006) a mentionné 5 espèces de Scolytidae sur *C. atlantica* dont une appartient au genre *Scolytus*. D'après ces auteurs, ces espèces xylophages participent au dépérissement du cèdre de l'Atlas.

Sur les Epicéa de la forêt Timberline en Norvège, Zach et al. (2010) ont noté 19 espèces dont 3 appartiennent au genre *Hylastes*. Ce genre est présent dans nos relevés

2.9. Histeridae

Dans la forêt de Tigounatine, 2,36 % d'Histeridae ont été constaté et aucun élément n'a été observé dans la forêt de M'haga. Les méthodes d'échantillonnage semblent avoir un effet considérable sur la distribution des Coléoptères dans les biotopes forestiers.

La présence des Histeridae qui sont des prédateurs de larves d'autres insectes peut être due à l'existence de larves de différentes espèces de Coléoptères. Les larves sont saproxylophages, coprophages et nécrophages. Le genre *Hister* dont les larves et les adultes consomment d'autres insectes, notamment les asticots et les larves des Coléoptères, est présent dans nos relevés. Mais de nombreuses espèces sont rencontrées sur les charognes, et aussi sur la matière organique en décomposition, les champignons pourrissants et également sur la sève de divers arbres endommagés (McGavin, 2000).

Dans la réserve forestière Dibeën du pin et de chêne, Eid et al (2009) ont constaté la présence du genre *Margarinotus*, présent aussi dans nos relevés.

3. Analyse de la structure des peuplements coléoptérologiques dans la forêt de Tigounatine

La richesse spécifique dans la forêt de Tigounatine est plus élevée dans la station No.1 (117 espèces et 4245 individus) que dans la station No.2 (75 espèces et 2902 individus). Ce qui pourrait être lié au couvert forestier (Magura et *al.*, 2002 ; Cividanes et *al.*, 2010), à la matière organique (Magura et *al.*, 2002), à la litière (Magura et *al.*, 2002) et aux perturbations anthropiques (Thomas et *al.*, 2002).

Dans la station No.1, le couvert végétal assuré par les vieux arbres de cèdres de l'Atlas combiné à la couverture du sol assurée par les larges coussins du genévrier commun, semble avoir un effet positif sur la diversité et l'abondance des Coléoptères en leur fournissant des conditions favorables, à savoir l'humidité, la disponibilité des débris de plantes, de la végétation, du bois, de la matière organique, de la nourriture et d'abris.

En revanche, la faible couverture végétale dans la station No.2 peut augmenter l'exposition aux risques climatiques : la couverture végétale atténuée et/ou retarde les fluctuations climatiques à une petite échelle de temps (quotidienne) ainsi qu'à une plus grande échelle (annuelle), comme l'ont constaté Tenailleau et *al.* (2011).

De leur côté, Honek et Jarosik (2000) ont constaté que la distribution des Coléoptères est fortement liée à la densité de la couverture végétale et des habitats. Une couverture végétale dense est caractérisée par une plus grande richesse en espèces (Standberg et *al.*, 2005).

En fait, lorsque la densité de la végétation est plus élevée, le niveau d'humidité relative du sol reste élevé pendant une longue période de temps (Lalonde, 2011), ce qui favorise une plus grande abondance des Coléoptères (Cardwell et *al.*, 1994). Ce qui justifie la plus grande richesse en Coléoptères dans la station No.1 de notre zone d'étude (Tigounatine).

D'autre part, la litière de feuilles, plus abondante dans la station No.1 est bénéfique aux Coléoptères et à leurs larves. Cette litière peut être avantageuse pour la ponte des œufs et peut influencer les conditions microclimatiques (température du sol plus basse, plus grande quantité de proies) et produire des conditions de microhabitat favorables qui pourraient avoir un impact sur la distribution spatiale des carabes comme l'ont mentionné Magura et *al.* (2004).

Entre autres, des investigations sur d'autres groupes d'insectes ont été effectuées. Dans son étude sur les infestations de la cédraie de Chréa par la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff., Sbabdji (2012) a montré que les attaques fréquentes et intenses de ces insectes apparaissent surtout au niveau des clairières et des lisières des peuplements, situées

dans les zones fortement ensoleillées. D'ailleurs, les défoliations sont modérément faibles au niveau des peuplements fermés et peuplements moins ensoleillés. L'auteur précise que la densité du peuplement a un effet prépondérant sur le niveau de population. En effet, les peuplements denses de Cèdre de l'Atlas sont nettement moins touchés que leurs voisins situés en lisières. Les peuplements fermés ne sont touchés qu'exceptionnellement dans les sites les plus privilégiés par le défoliateur. Dans ce cas de figure rare, des nids s'observent sur les sommets et les flèches des arbres. En comparaison avec nos résultats, on peut relier ça à la résistance et aux préférences de chaque groupe d'insectes vis-à-vis des facteurs climatiques, écologiques et environnementaux.

4. Analyse de la structure des peuplements coléoptérologiques dans la forêt de M'haga

Dans la forêt de M'haga, la station No. 2 semble avoir les richesses les plus élevées (41,34 % d'espèces et 46,31 % d'individus), suivie par la station No.1 (31,45 % d'espèces et 34,27 % d'individus), tandis que la station No. 3 a la richesse la plus faible (27,21 % d'espèces et 19,42 % d'individus).

En fait, la station No. 1 *paraît* avoir les espèces les plus abondantes qui colonisent activement les zones d'abattage et les jeunes peuplements avant la fermeture de la canopée. Ainsi, les zones de coupe ouvertes avec un couvert herbacé bien développé offrent des conditions favorables aux espèces qui se nourrissent principalement de pucerons parasitant les graminées. Dans les peuplements de la station No. 3, ces espèces ont soit disparu de la communauté, ou bien leur abondance a nettement diminué.

Il est connu que les communautés aux stades transitoires de succession sont plus diversifiées que l'écosystème primaire. Ce qui se reflète dans leur grande richesse en espèces et leur structure horizontale et verticale est complexe.

La grande diversité écologique de la communauté de Coléoptères dans les peuplements de la station No. 2 prouve que, par rapport aux communautés des peuplements plus jeunes (station No. 1) et plus anciens (station No. 3), se trouve au stade intermédiaire de la succession.

La diversité devient plus faible dans les peuplements de la station No. 3. Cela résulte de la surdominance (mono dominance), d'un petit nombre d'espèces en abondance moyenne et de la persistance de nombreuses espèces caractéristiques des zones ouvertes.

5. Analyse de la structure des peuplements coléoptérologiques par méthodes de capture

En ce qui concerne les méthodes d'échantillonnage dans la forêt de Tigounatine, les pièges à fosse ont capturé le plus grand nombre d'espèces et d'individus (33,33 % d'espèces et 57 % d'individus). Lövei et Sunderland (1996) ont rapporté que le piégeage par les pots Barber est la méthode de terrain la plus fréquemment utilisée, elle est efficace pour les carabidés épigés (Avgin et Luff, 2010). Cette méthode est appliquée avec succès par de nombreux auteurs (Butterfield, 1997 ; Holland, 2002 ; Thomas et *al.*, 2002 ; Chebouti-Meziou, 2010 ; Avgin et Luff, 2010 ; Gwiazdowicz et Gutowski, 2012 ; Saouache et *al.*, 2014 ; Pizzolotto et *al.*, 2018 ; Ganaoui et *al.*, 2020). D'ailleurs, dans son étude sur l'intérêt bioécologique et économique des ennemis du Pistachier fruitier (*Pistacia vera* L.) dans quelques stations en Algérie, Chebouti-Meziou (2010) a également constaté que les pots Barber captent le plus grand nombre d'individus par rapport aux méthodes de fauchage et de battage.

Pour estimer la richesse coléoptérologique de notre région d'étude (Forêt de Tigounatine) à l'aide des pots Barber, nous avons utilisé dix (10) pots dans chaque station. Par contre, Stein (1965) a montré que les espèces semi-dominantes et rares pouvaient être capturées avec seulement cinq (5) pièges à fosse. Bouget (2001) a rapporté que dix (10) à douze (12) pièges à fosse sont suffisants pour évaluer l'abondance des espèces. Pour sa part, Mehenni (1994) a démontré que les données quantitatives n'ont pas été changées lorsque le nombre de pièges est de vingt (20).

Lott et *al.* (2011) ont remarqué qu'un grand nombre de Coléoptères pouvaient être collectés à l'aide de techniques traditionnelles telles que le fauchage et le battage de la végétation. White (1998) a indiqué que ces méthodes sont des moyens très efficaces pour capturer les Coléoptères se nourrissant de plantes ou d'insectes, ou utilisant le feuillage ou les fleurs.

Dans notre étude, la méthode de battage nous a permis de capturer plus d'espèces que la méthode de fauchage ; 18,92 % pour la première méthode et 16,52 % pour la deuxième méthode. Cela peut être dû au parapluie Japonais ou à la bâche qui a plus de surface qu'un filet fauchoir. Ce qui permet de faire tomber les Coléoptères d'une grande masse de feuillage dans le filet. Et celle-ci peut y être secouée d'un seul coup. Quand les plantes sont dures et broussailleuses, un parapluie ou un drap fonctionne mieux qu'un filet fauchoir comme l'a mentionné White en 1998.

Les pièges colorés sont basés sur l'attraction visuelle de couleurs (imitant celles des fleurs) pour les insectes héliophiles et floricoles (Bonneil, 2009). Dans notre cas 14,71 % de Coléoptères et 4,84 % d'individus ont été trouvés dans les pièges jaunes. Ainsi, cette méthode semble être la moins efficace pour la capture des Coléoptères. 16,52 % d'espèces et 6 % d'individus ont été échantillonnés à l'aide des pièges attractifs aériens. Allemand et Aberlenc. (1991) ont rapporté que ces pièges sont utilisés pour l'étude de la faune d'insectes de la canopée des arbres en zone tempérée.

Heijerman (2004) rapporte que le battage et l'identification à vue sont largement dépendants de l'utilisateur. En hiver, les pièges Barber sont peu adaptés à l'échantillonnage des Coléoptères. L'auteur mentionne que le tamisage de litière semble être la méthode la plus adaptée à l'échantillonnage des Coléoptères tout au long de l'année.

Les extractions par les méthodes Winkler- Berlèse d'échantillons de litière sont très efficaces pour capturer les Coléoptères volants, et vivant dans le sol. Une grande partie de nos échantillons n'a pas été identifiée au niveau de l'espèce, surtout pour le groupe des staphylins (Staphylinidae). Quoique les Staphylinidae soient l'une des familles de Coléoptères la plus diversifiée, son identification au niveau de l'espèce est fortement difficile et demande du temps. En outre, les mesures sanitaires prises en raison du Covid-19 nous ont entravés dans nos déplacements et nos efforts pour accentuer notre identification.

Par ailleurs, le taux de capture des espèces épigées dépend de la "résistance environnementale" causée par la structure de la végétation qui obstrue les Coléoptères dans leur activité locomotrice (Heydemann, 1955). L'état physiologique des animaux a également un effet sur l'intensité de l'activité locomotrice et donc sur les taux de capture (Chiverton, 1984). Toutefois, toutes ces méthodes sont complémentaires. L'emploi de plusieurs méthodes nous permet de mieux se renseigner sur la faune entomologique d'une région.

6. Analyse des indices écologiques obtenus

Dans la station No. 2 de la forêt de Tigounatine, les indices de diversité sont faibles. En revanche, ces indices sont élevés dans la station No. 1 de la forêt de Tigounatine et dans les trois stations de la forêt de M'haga.

Thienneman (1932), pense que lorsque les conditions de vie dans un milieu donné sont favorables, de nombreuses espèces apparaissent. Chacune d'elles est représentée par un petit nombre d'individus et l'indice de diversité est alors élevé.

Dans le cas contraire, lorsque les conditions sont défavorables, un petit nombre d'espèces est trouvé, mais chacune d'elles est représentée par un grand nombre d'individus et la valeur de la diversité est ainsi faible. Selon Barbault (1981), l'une des causes de la diversité de certains peuplements d'insectes est la diversité spécifique des plantes. De même Neuvonen et Niemelä (1983) trouvent que la quantité des espèces végétales disponibles joue un rôle non négligeable sur le cortège animal.

De ce fait, nous remarquons que le sous-bois de la station No. 1 de la forêt de Tigounatine et les trois stations de la forêt de M'haga est assez riche pour affirmer que leur richesse spécifique est en effet en relation non négligeable avec les espèces végétales étudiées en premier lieu puis avec les plantes secondaires. De plus, les valeurs élevées de l'équitabilité traduisent une meilleure stabilité et une répartition homogène des individus entre les espèces.

Comme on l'a bien souligné ci-dessous, l'hétérogénéité structurelle du milieu influence également la distribution des populations d'insectes. Une étude suédoise a mis en évidence que parmi 85 espèces de Coléoptères liées au bois mort, 42 (49 %) se répartissent en fonction de l'ouverture du milieu et que parmi ces 42 espèces, 29 (69 %) préfèrent les zones forestières ouvertes et 12 (31%) préfèrent le milieu fermé dit « milieu intérieur forestier » (Lindhe et *al.*, 2005).

Conclusion

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.

L'étude de l'abondance et de la diversité de l'entomofaune est utile pour évaluer la qualité de l'environnement car ces espèces participent aux processus qui affectent la structure du sol et de l'environnement.

Les forêts de Tigounatine (Tikdja, Djurdjua méridional, Bouira) et M'haga (Akfadou Nord-Ouest, Tizi-Ouzou) sont des milieux vierges sur le plan faunistique et particulièrement entomologique. Aussi notre principal objectif était de remédier, du moins en partie, à cette insuffisance en essayant dans un premier temps de dresser un inventaire partiel des espèces que nous avons pu capturer et dans un deuxième temps d'essayer de comprendre l'écologie et les relations plantes-insectes dans les forêts étudiées.

Ainsi, par notre contribution, nous avons pu répertorier 127 espèces de Coléoptères qui se répartissent en 34 familles et 99 genres dans la forêt de Tigounatine, avec la dominance de la famille des Carabidae (25,20 %), des Staphylinidae (9,45 %) et des Buprestidae (7,87 %).

Quant à la richesse spécifique des Coléoptères dans la forêt de M'haga, elle est de 148 espèces réparties en 29 familles et 92 genres, avec la dominance de la famille des Staphylinidae (27,03 %), des Carabidae (22,30 %) et des Curculionidae (12,84 %).

Les différentes méthodes de capture sont importantes et complémentaires. Dans la forêt de Tigounatine, les captures à l'aide des pièges d'interception sont les plus performantes (33,33 % d'espèces et 57 % d'individus). Dans la forêt de M'haga, les extractions par les méthodes Winkler- Berlese nous ont permis d'identifier surtout les Coléoptères de litière et aussi de plus petite taille sont capturées à l'aide de ce dispositif.

L'analyse des résultats nous permet d'avancer que les paramètres structurels de l'habitat semblent être les principaux facteurs structurant les communautés des Coléoptères. Ainsi, les richesses spécifiques de ces derniers sont étroitement liées à un ensemble complexe de facteurs environnementaux, à la structure et à la diversité de la végétation, au couvert forestier et aussi aux conditions écologiques qui en découlent.

Dans la forêt de Tigounatine, la richesse spécifique des Coléoptères est plus élevée dans la station No. 1 (117 espèces et 4245 individus) que dans la station No. 2 (75 espèces et 2902 individus). Ce qui pourrait être lié au couvert forestier, à la matière organique, à la litière du sol

et aux perturbations anthropiques. En fait, dans la station No.1, le couvert végétal assuré par les vieux arbres de cèdres de l'Atlas et combiné à la couverture du sol assuré par les coussins plus larges du genévrier commun semble avoir un effet positif sur la diversité, l'abondance et le développement larvaire des Coléoptères en leur fournissant des conditions favorables (niveau d'humidité relative du sol élevé, litière des feuilles plus abondante, température du sol basse, grande quantité de proies).

En revanche, lorsque la couverture végétale est faible, les espèces sont plus exposées aux aléas climatiques, voire donc leur nombre diminuer, tel est le cas dans la station No. 2 de la forêt de Tigounatine.

Dans la forêt De M'haga, la station No. 2 semble avoir la richesse la plus élevée (40,78 % d'espèces et 46,31 % d'individus), suivi par la station No.1 (31,56 % d'espèces et 34,27 % d'individus). Tandis que la station No.3 possède la richesse la plus faible (27,66 % d'espèces et 19,42 % d'individus). En fait, la station No. 1 *paraît* avoir les espèces les plus abondantes qui colonisent activement les zones d'abattage et les jeunes peuplements avant la fermeture de la canopée. Dans les peuplements de la station No. 3, ces espèces ont soit disparu de la communauté, ou bien leur abondance a nettement diminué. La grande diversité écologique de la communauté de Coléoptères dans les peuplements de la station No. 2, prouve qu'il est au stade transitoire de la succession. Il semble que l'âge des peuplements influence la diversité des Coléoptères dans cette forêt

Dans la forêt de Tigounatine, les deux Chrysomèles *Longitarsus sp.* et *Phyllotreta nigripes* présentent les effectifs les plus élevés (respectivement 12,12 % et 11,84 %) et sont omniprésentes. Tandis que la majorité des espèces sont accidentelles.

Dans la forêt de M'haga, le genre *Otiorhynchus* de la famille des curculionidae domine avec trois espèces : *O. raucus*, *O. rugifrons* et *O. clavips* avec des effectifs respectifs de 6,13 %, 4,88 % et 4,15 % et sont régulières au moins dans l'une des trois stations échantillonnées.

Les valeurs de diversité et d'équitabilité calculées à partir de l'indice de Shannon, pour la station No. 1 de la forêt de Tigounatine et les trois stations de la forêt de M'haga traduisent des peuplements homogènes, diversifiés, tandis que la station No. 2 de la forêt de Tigounatine traduit une certaine instabilité.

En complémentarité, l'étude statistique à l'aide d'une GLM, traduit une différence significative du nombre d'espèces et du nombre d'individus entre les stations No. 1 et No. 2 de la forêt de

Tigounatine, marquant ainsi une influence significative du type de végétation sur la distribution des Coléoptères dans les deux stations étudiées.

Également, ce même type d'étude (GLM) confirme une différence significative dans la distribution des Coléoptères dans les trois stations étudiées de la forêt de M'haga. Il ressort ainsi une influence significative de l'âge des peuplements sur la distribution des Coléoptères dans cette forêt.

Notons que les deux forêts de Tigounatine et de M'haga sont soumises en plus, à des contraintes d'ordre anthropique qui peuvent perturber la flore et la faune. Pour ainsi pouvoir répondre aux objectifs préconisés de conservation de la biodiversité, fixés par les politiques publiques et de proposer des solutions ou des outils de conservation adaptés, des études s'imposent afin de mesurer l'importance des actions des facteurs biotiques sur l'ensemble des communautés animales et végétales.

A la lumière de ces résultats recueillis sur la biodiversité coléoptérologique des massifs forestiers du Djurdjura et d'Akfadou pour respectivement les forêts de Tigounatine et M'haga, nous constatons que nos résultats viennent compléter les listes fragmentaires déjà établies dans d'autres régions forestières. Elle est participative et nécessite absolument la complémentarité par d'autres études. Des relevés sur un plus grand intervalle de temps et sur de plus grandes surfaces pourraient apporter des résultats plus détaillés sur la structure des effectifs des différents groupes taxonomiques. Des relevés entomologiques sur toutes les essences forestières et l'utilisation des méthodes d'échantillonnages similaires seraient intéressants pour compléter et comparer les Coléoptères vivants dans ces écosystèmes. Une recherche approfondie sur l'écologie et la biologie de chaque espèce et le déterminisme écologique du couple Coléoptère-Plante est un outil nécessaire pour comprendre le fonctionnement de l'écosystème forestier afin de prendre des mesures sanitaires de protection de nos forêts, source vitale pour la survie de l'humanité.

Références bibliographiques

Abdelhamid D., Allal-Benfekih L., 2017. Le complexe entomologique du cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica* (Manetti, 1844) de la cédraie Naturelle de Theniet El Had (Algérie). *Revue Ecologie- Environnement* (13) : 21-26.

Abdesselam K., 1995. Structure et fonctionnement d'un karst de montagne : Djurdjura occidental (G.Kabylie). Thèse de Doctorat. Université de France. 233p.

Abdessemed K.H., 1984. Les relations climat-végétation dans le Sud Constantinois. *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques* 131(2-4) : 145-155.

Aberlenc H.R., Constantin R., Gomy Y., Drumont A., Haran J., Soldati L.,Théry T., Vayssières JF., 2021. Order Coleoptera (Beetles), Chapitre 28 : 713-717.

Achhal A., 1979. Le chêne vert dans le Haut Atlas Central : étude phytoécologique ; problèmes posés par les aménagements de la chênaie. Thèse de Doctorat 3ème cycle. Université-Aix-Marseille, 116 p.

Achhal A., 1986. Etude phytosociologique et dendrométrique des écosystèmes forestiers du bassin versant du N'fis (haut atlas central). **Thèse de Doctorat en Écologie**. Université Aix-Marseille 3, 204 p.

Achhal A., Akabli O., Barbero M., Benabid A., M'hirit O., Peyre C., Queze P., River- Martinez S., 1979. A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières du Maroc. *Ecologia Mediterranea* (5) : 211-249.

Agoud D., Messouaf M., 2011. Dendrométrie, cartographie pied par pied et analyse de la production de cônes et de chatons du pin noir « *Pinus nigra* Arnold *ssp mauretunica* » de Tigounatine (Djurdjura Sud, Algérie). Mémoire Ingénieur en Agronomie. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, (Algérie), 47p.

Allemand R., Aberlenc H.P., 1991. Une méthode efficace d'échantillonnage de l'entomofaune des frondaisons : le piège attractif aérien. *Bulletin De La Société Entomologique Suisse*, 64 : 293-305.

Amman G.D., 1977. Role of the Mountain Pine Beetle in Lodgepole Pine Ecosystems : Impact on Succession. W.J. Mattson (ed) *The Role of Arthropods in Forest Ecosystem*. Springer-Verlag, New York : 3-18.

Anderbrant O., Schlyter F., Löfqvist J., 1988. Dynamics of tree attack in the bark beetle *Ips typographus* under semi-epidemic conditions. Integrated control of Scolytid bark beetles, Payne,

T.L.Saarenmaa, H. Edition- Blacksburg, Va. (USA) : College of Agriculture and Life Science, V.P.I and State University : 35-51.

Antoine M., 1956. Notes d'entomologie marocaine. LXIII. Sur la systématique des Litoborini et révision des Melambiina marocains. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc* 36 : 341-366.

Antoine M., 1957. Coléoptères carabiques du Maroc (deuxième partie). *Mémoires de la société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc* 3 : 179–314.

Antoine M., 1959. Coléoptères carabiques du Maroc (troisième partie). *Mémoires de la société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc* 6 : 315–465.

Anu A., Sabu TK., Vineesh PJ., 2009. Seasonality of litter insects and relationship with rainfall in a wet evergreen forest in south Western Ghats. *Journal of Insect Science* 9 (46) : 1-10.

Arbez M., Millier C., 1971. Contribution à l'étude de la variabilité géographique de *Pinus nigra* Arn. : Etude comparative de quelques caractères morphologiques des aiguilles au stade juvénile. Conséquences pour la systématique de l'espèce et les tests variétaux. *Annales des Sciences Forestières* 28 (1) : 23-49.

Askevold I.S., 1990. Reconstructed Phylogeny and reclassification of the genera of *Donaciinae* (Coleoptera : Chrysomelidae). *Quastiones Entomologicae* (26) : 601-664.

Asmani A., 1993. Exploration de la variabilité chez le Pin noir de la forêt de Tigounatine (Djurdjura - Algérie) en comparaison avec quelques provenances de pins noirs méditerranéens. Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou - Algérie 156 p.

Asmani A., 2003. Plaidoyer pour le pin noir d'Algérie (*Pinus nigra* Arnold ssp. *mauretanica* maire et Peyerimohff)- peuplements menacés. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). <https://www.fao.org/3/XII/0748-B3.htm>

Aussenac G., Valette J.C., 1982. Comportement hydrique estival de *Cedrus atlantica* Manetti, *Quercus ilex* L. et *Quercus pubescens* Willd. Et de divers pins dans le Mont Ventoux. *Annals of forest Science* 39 (1) : 41-62.

Avgin S.S., Luff M.L., 2010. Ground beetles (Coleoptera : Carabidae) as bioindicators of human impact. *Munis entomology and zoology* 5 (1) : 209- 215.

- Babali B., 2014. Contribution à une étude phytoécologique des monts de Moutas (Tlemcen-Algérie occidentale) : Aspects syntaxonomique, biogéographique et dynamique. Thèse de Doctorat, Université Aboubakr Belkaid, Tlemcen- Algérie 160 p.
- Bachelier G., 1978. La faune des sols, son écologie et son action. (Initiations-Documentations Techniques ; 38). Paris : ORSTOM, ISBN 2-7099-0530-2. 391 p.
- Bagnouls F., Gaussen H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle .Toulouse* 88 (3-4) : 184-239.
- Bakke A., 1989. The recent *Ips typographus* outbreak in Norway ± experiences from a control program. *Holarctic Ecology*. (12) : 515- 519.
- 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, 627 p.
- Barbault R., 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Masson. Paris 200 p.
- Barbero M., Loisel R. & Quézel P., 1992. Biogeography, ecology and history of Mediterranean *Quercus ilex* ecosystems. *Vegetatio Journal*. 99 (100) : 19-34.
- Barbero M., Quézel P., Loisel R., 1990. Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt méditerranéenne*. 12 : 194-215.
- Barbero M., Quézel P., Rivas-Martinez S., 1981. Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Maroc. *Phytocoenologia*. 9 (3) : 311-442.
- Bariteau M., Ferrandes P., 1992. Les cèdres. Amélioration des espèces végétales cultivées. Chapitre 8 : les espèces forestières. Edition INRA Paris : 733-743.
- Barry J.P., Celles J.C., Faurel L., 1976. Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. Feuilles d'Alger. *Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord. Alger* : 37-42.
- 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, 402 p.

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 Cédraie de Chelia. Mémoire de Magister en sciences agronomiques. Université El-Hadj Lakhdar Batna (Algérie), 132 p.

Begon M., Harper J.L., Townsend C.R., 1989. Ecology : Individuals, Populations, and Communities, Oxford : Blackwell : Osobi, populyatsiii soobshchestva, 3rd Edition, Moscow Mir, ISBN-10- 086542845X, 1086 p.

Bélières J.F., Bonnal P., Bosc P.M., Losch B., Marzin J., 2013. Les agricultures familiales du monde : définitions, contributions et politiques publiques. Rapport de recherche CIRAD ; AFD, Agence Française de Développement, 281 p.

Belskaya E.A., Kolesnikova A.A., 2011. Species Composition and Ecological Characteristics of Rove Beetles (Coleoptera, Staphylinidae) in the Southern Taiga of the Middle Urals. *Entomological Review*, 91 (5) : 599-610.

Benabid A., 1994. Biogéographie, phytosociologie et phytodynamique des cédraies de l'Atlas, (*Cedrus atlantica* (Manetti). *Annals de la Recherche Forestière au Maroc*, 27 « spécial » (1, I-XXVI) : 62-76.

Benhalima S., 2004. 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 de Doctorat. Université Mohamed V- Agdal, Rabat, 107 p.

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). Travaux de l'institut scientifique série zoologie, n° 46, Rabat, 63 p.

Benia F., 2010. Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus représentatives. Thèse de Doctorat. Université Ferhat Abbas, Sétif, 250 p.

Benkhelil M.L., 1991. Contribution à l'étude synécologique des Coléoptères du massif de Babor. Mémoire de Magister Université de Sétif, 131 p.

Benmechri S., 1994. Étude bioécologique des insectes phyllophages et des mangeurs des glands de trois chênaies Subéraies- Afarecaie et Zeenaie de la forêt de Tamentout. Mémoire de Magister en Sciences Biologiques. Université d'Annaba, 106 p.

Benmoufflok A., 1994. Approche écopédologique dans les formations à *Cedrus atlantica*, cas du massif du Djurdjura. *Annales de la recherche forestière du Maroc*, 27 : 205-217.

- Benmouffok A. 1995. Description des formations à *Cedrus atlantica* Manetti du massif central du Djurdjura (Algérie). *Cahiers agricultures*, (4) : 383-387.
- Berahou A., Auhmanib A., Fdil N., Benharref A., Jana M, Gadhi C. A., 2007. Antibacterial activity of *Quercus ilex* bark's extracts. *Journal Ethnopharmacol*, 112 : 426-429.
- Bessou C., Verwilghen A., Beaudouin-Ollivier L., Marichal R., Ollivier J., 2017. Agroecological practices in oil palm plantations : examples from the field. OCL Oilseeds and fats crops and lipids. *HAL Open Sciences*, 24 (3) : 1-16.
- Blondel J., 1979. Biogéographie et écologie. Masson Ed. Paris, 173 p.
- Boháč J., 1990. Numerical Estimation of the Impact of Terrestrial Ecosystems by Using the Staphylinid Beetles Communities, *Agrokem. Talajt*, 39 (3-4) : 565-568.
- Boháč J., 1999. *Staphylinid* Beetles as Bioindicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74 : 357–372.
- Bonneil P., 2009. Catalogue des méthodes d'échantillonnage entomologique. In : Nageleisen, L.M. & Bouget, C. 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 : 36-52.
- Bouderoua K., Mourot J., Selselet A., 2009. The effect of green OAK a corn (*Quercus ilex*) based diet and meat fatty acid composition of broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22 (6) : 843-848.
- Boudy P., 1950. Economie forestière Nord-Africaine. Tome (2) Fasc.1. Monographie et traitement des essences forestières. Edition Larose, Paris, 525 p.
- Boudy P., 1952. Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La Maison Rustique, Paris, 505 p.
- Boudy P., 1955. Economie forestière Nord-Africaine ; Tome 4, Edition Larose, 472 p.
- 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*: 55-64.
- Bouget C., Brustel H., Brin A., Noblecourt T., 2008. Sampling saproxylic beetles with window flight traps : methodological insights. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature*, 32 p.

- Bouget C., Brustel H., Nageleisen L. M., 2005. Nomenclature des groupes écologiques d'insectes liés au bois : synthèse et mise au point sémantique, *Les Comptes Rendus Biologies* 328 : 936-948.
- Bouget C., Nageleisen L. M., 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*, 144 p.
- Bouhraoua RT., 2003. Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'Ouest Algérien. Etude particulière des problèmes posés par les Insectes. Thèse de Doctorat. Université de Tlemcen, 220 p.
- Boukerker H., 2016. Autoécologie et évaluation de la biodiversité dans les cédraies de *Cedrus Atlantica* Manetti dans le parc National de Belezma (Batna, Algérie). Thèse de Doctorat. Université Mohamed Khider, Biskra, 229 p.
- Bourbonnais G., Saint C., 2008. Les Coléoptères, 128 p.
- Bousquet Y., 2010. Guide to Adults and Larvae of Northeastern North American Ground beetles (Coleoptera : Carabidae). Agriculture and Agri-Food Canada Ottawa, Ontario K1A 0C6, 563 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 en Sciences Agronomiques, 327 p.
- Brustel H., 2004. Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises perspectives pour la conservation du patrimoine naturel. Volume 13. Paris, France, ONF (Office national des forêts) édition, ISBN 2-84207-278-2, 297 p.
- Brustel H., Savoie J.M., 2011. Vieilles forêts et Coléoptères saproxyliques. *Insectes*, 162 (3) : 25-30.
- Buse J., 2012. Ghosts of the past : flightless saproxylic weevils (Coleoptera : Curculionidae) are relict species in ancient woodlands. *Journal of Insect Conservation* 16 : 93-102.
- Butterfield J. 1997. Carabid community succession during the forestry cycle in conifer plantation. *Ecography*. Vol.20 : 614-625.
- Butterfield J., Luff M.L., Babes M., Eyre M.D. 1995. Carabid beetle communities as indicators of conservation potential in upland forests. *Forest Ecology and Management*. Vol.79 : 63-77.

- Byk A., 2012. Abundance and composition of coprophagous Scarabaeidae (Coleoptera : Scarabaeoidea) in the developmental cycle of pine stands in Człuchów Forest (NW Poland). *Baltic Journal of Coleopterology*, 12(2) : 127-144.
- Cabral C., Francisco V., Cavaleiro C., Gonçalves M J., Cruz M T., F. Batista M T. Salgueiro L., 2012. Essential Oil of *Juniperus communis* subsp. alpina (Suter) Čelak Needles Chemical Composition, Antifungal Activity and Cytotoxicity. *Phytother Research*, 26 (9) : 1352- 1357.
- Calaciura B., Spinelli O., 2008. Management of Natura 2000 habitats. 5210 Arborescents matorrals with *Juniperus* spp. European Commission, 25 p.
- Callen C., 1976. Les conifères cultivés en Europe, volume I, édition J-B Ballière, 428 p.
- Cambefort Y., 1994. Diversité des Coléoptères *Scarabeidae*. In Journée d'étude sur la conservation de la Biodiversité entomologique, Paris, 6 mars 1993. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 99 (numéro spécial) : 87 - 92.
- Cardwell C., Hassall M., White P., 1994. Effects of headland management on carabid beetle communities in Breckland cereal fiels. *Pedobiologia*. 38(1) : 50-62.
- Cateau E., 2016. La réponse des Coléoptères saproxyliques aptères de litière aux perturbations anthropiques des forêts et des paysages. Thèse de Doctorat. Université de Toulouse, 238 p.
- Chalabi B., 1980. Etude écologique, dendrologique et dendrométrique du Pin noir Algérien (*Pinus nigra* Arn. Ssp *clusiana* Maire et Peyer) à Tikjda : Djurdjura. Mémoire Ingénieur en Agronomie. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie. El Harrach- Algérie, 87 p.
- Chararas C., 1982. Les insectes parasites des forêts. *La Recherche*, 132 (13) : 440-451.
- Charef M., Yousfi M., Saidi M., Stocker P., 2008. Determination of the Fatty Acid Composition of Acorn (*Quercus*), *Pistacia lentiscus* Seeds Growing in Algeria. *Journal American Oil Chemistry Society* 85(10) : 921-924.
- Chebouti-Meziou N., 2010. Intérêt bioécologique et économique des ennemis du Pistachier fruitier (*Pistacia vera* L.) dans quelques stations en Algérie. Thèse de Doctorat en Entomologie appliquée. Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach, Alger, 278 p.
- Chevrolat L.A., 1861. Descriptions de Coléoptères nouveaux de l'Algérie. *Revue et Magasin de Zoologie*, 2 (13) : 118-312.

- Chiverton P.A. 1984. Pitfall-trap catches of the carabid beetle *Pterostichus melanarius*, in relation to gut contents and prey densities, in insecticide treated and untreated spring barley . *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 36 : 23-30.
- Cioanca O., Mircea C., Trifan A., Aprotosoia A., Hrițcu L., Hăncianu M., 2014. Improvement of amyloid- β -induced memory deficits by *juniperus communis l.* volatile oil in a rat model of alzheimer's disease. *Farmacologia* 62 (3) : 514-520.
- Cirad R., 2008. Capture, conditionnement, expédition, mise en collection des insectes et acariens en vue de leur identification, 53 p.
- Cividanes F J., Araújo E S., Ide S., Galli A C., 2010. Distribution and habitat preference of Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera) in an orange orchard and a forest fragment. *Florida Entomologist*, 93 (3) : 339-345.
- Cividanes F J., Santos-Cividanes T M., 2008. Distribuição de Carabidae e Staphylinidae em agroecossistemas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília 43 (2) : 157-163.
- Confoux C., Istres M., Port S., 2002. Les insectes. *Revue terres de vie* n°06, 33p.
- Costa L.L., Martins I.C.F., Busoli A C., Cividanes F J., 2010. Diversidade e abundância de artrópodes predadores associados a diferentes cultivares de algodoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, 40 (4) : 483-490.
- Cronquist A. 1988. The Evolution and Classification of Flowering Plants.
- Crowson R.A., 1955. The natural classification of the families of Coleoptera. Nathaniel Lloyd & Co., Ltd., London, 188 p.
- Daas H., Adjami Y., Ghanem R., Viñolas A., Ouakid M.L., Tahraoui A., 2016. Coleoptera inventory in cork oak stands of North-Eastern Algeria. *Türkiye Ormançılık Dergisi*, 17 (Special Issue) :11-17.
- Dajoz R., 1971. Sur trois coléoptères du Massif du Néouvielle (Hautes-Pyrénées). *Cahiers des Naturalistes, Bull. N. P.* 27 : 13 - 20.
- Dajoz R., 2002. Les Coléoptères. Carabides et Ténébrionides. Éditions TEC & DOC. Paris. 536 p.
- Dajoz R., 2007. Les insectes et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. Edition Technique et Documentation, Lavoisier, 3^{ème} édition, 648 p.

- Danks H.V., 1996. Comment évaluer la biodiversité des insectes sans perdre de temps. Commission biologique du Canada (Arthropodes terrestres). Série documents n 5. ISBN 09692727-6-6, 15 p.
- Dauphin P., 2011. Données entomologiques sur la réserve naturelle de Hourtin (Gironde). Société linnéenne de Bordeaux, office national des forêts, France, 76p.
- Davis A.J., 2000. "Species Richness of Dung-Feeding Beetles (Coleoptera : Aphodiidae, Scarabaeidae, Hybosoridae) in Tropical Rainforest at Danum Valley, Sabah, Malaysia, *The Coleopterists Bulletin*, 54 (2) : 221-231.
- Debazac E.F., 1964. Manuel des conifères. *Ecole Nationale des Eaux et Forêts*, Nancy, 79-8
- Debazac E.F., 1971. Contribution à la connaissance de la répartition et de l'écologie de *Pinus nigra*. Arn. Dans le sud-est de l'Europe. *Annals of Forest Science*, 28 (2) : 91-139.
- Debazac E.F., 1991. Manuel des conifères. E.N.G.R.E.F.-Nancy. 2^{ème} Edition, 172 p.
- Delabie J.H.C., Duarte Da Rocha W., Feitosa R.M., Devienne P., Fresneau D., 2010. *Gnamptogenys concinna* : nouvelles données sur sa distribution et commentaires sur ce cas de gigantisme dans le genre *Gnamptogenys* (Hymenoptera). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 115 (3) : 269-277.
- Delvare G., Aberlenc H P., 1989. Les insectes d'Afrique, et d'Amérique tropicale. Clés pour la reconnaissance des familles. ISBN : 2 87614-023-3. Cirad dépt, 298 p.
- Delwaide M., Thierin Y., 2009. Liste des Coléoptères observés dans l'ancienne carrière sablonneuse de Vance (Province de Luxembourg, Belgique). *Entomologie faunistique*, 62 : 3-10.
- Demarteau M., Francois L., Cheddadi R., Roche E., 2007. Réponses de *Cedrus atlantica* aux changements climatiques passés et futurs. *Geo- Eco- Trop : Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Ecologie Tropicale*, (3) : 105-146.
- Derridj A., 1990. Etude des populations de *Cedrus atlantica* M. en Algérie. Thèse de Doctorat. Université Paul Sabatier. Toulouse- France, 288 p.
- Derridj A., Abdelli D., Adjaoud D., Asmani A., Fady B., Hedjam H., Larbi-Aidrous N., Zannouche O., Krouchi F., 2011. A synthesis on several years study on *Pinus nigra* sp. *mauritanica* in Algeria. *Medpine4, 4th International Conference on Mediterranean pines, June 6-10/2011, Avignon, France*.

Desouhant E. ; 1997. Stratégies de pontes et traits d'histoire de vie chez les insectes. Exemple du balanin de la châtaigne, *Curculio elephas* (Coléoptères, Curculionidae), en conditions naturelles. Thèse de Doctorat. Université Claude Bernard, Lyon I.

Deuve T., 1993. L'abdomen et les génitalia des femelles de coléoptères Adéphaga. Mémoires du Museum Naturel d'Histoire Naturelle, Zoologie, 155 : 1-184.

Didham R.K., Lawton J.H., Hammond P.M., Eggleton P., 1998. Trophic structure stability and extinction dynamics of Coleoptera (Coleoptera) in tropical forest fragments. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B* 353 : 437-451.

Djebaili., 1978. Recherche phytoécologique et phyto-sociologique sur la végétation des hautes plaines steppiques de l'Atlas algérien", Thèse de doctorat. Université de Languedoc, Montpellier, 229 p.

Du Chatenet G., 1990. Guide des coléoptères d'Europe. Edité par Delachaux et Nestlé. ISBN : 2-603-00582-0, 480 p.

Du Chatenet G., 2000. Coléoptères phytophages d'Europe. N.A.P. éditions 3. 59 p.

Du Chatenet G., 2005. Coléoptères d'Europe, Carabes, Carabiques et Dytiques. Tome Adéphaga. N.A.P. éditions, 359 p.

Durand J.H., 1959. Sur quelques sols de la forêt de l'Akfadou et des environs de Yakouren (Grande Kabylie). *Annales de l'INRA 2 (A)* : 110-126.

Eid E, Katbeh-Bader A, Al Ootom M, Othman Y., 2009. Contribution to the Entomofauna of Dibeen Forest Reserve in Jordan. *Cesa News. Centre for Entomological Studies Ankara*, 49: 19-45.

El aïchar 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), 131 p.

Emberger L., 1939. Aperçu général sur la végétation au Maroc. Travaux de botanique et d'écologie. Edition Masson, 380 p.

Emberger L., 1955. Une classification biogéographique des climats. Recueil, travaux de laboratoire géo-zoologique, Faculté des Sciences. *Service botanique, Montpellier (7)* : 3-47

- Fady B., Semerci H., Vendramin G.G., 2008. Euforgen Guía técnica para la conservación genética y utilización del pino halepensis (*Pinus halepensis*) y el pino brutia (*Pinus brutia*). Traducción : A. Prada Foresta. Madrid. España : 1-8
- Farjon A., Filer D., 2013. An atlas of the world's conifers : an analysis of their distribution, biogeography, diversity and conservation status. ISBN 978-90-04-21181-0, 129 p.
- Finnamore A.T., 1996. The advantages of using arthropods in ecosystem management. A Brief from the Biological Survey of Canada (Terrestrial Arthropods). *The Entomological Society of Canada*, Ottawa.
- Flandrin., 1952. La chaine du Djurdjura. XIX^{ème} congrès géologique international. Alger. Monographique régionale. 1^{ère} série. Algérie No 19 : 1-48.
- Footitt R.G., Adler P.H., 2009. Insect Biodiversity : Science and Society. ISBN 978-1-4051-5142-9, 632 p.
- Frontier S., 1983. Stratégies d'échantillonnage en écologie. Masson, 494 p.
- Gaetan du Chatenet., 1990. Guide des Coléoptères d'Europe, 479 p.
- Ganaoui N., Mena M., Rebba A.C., Dechir B., Maazi M.C., 2020. Evaluation de la biodiversité des peuplements de Coléoptères dans trois types d'habitats forestiers (*Quercus Suber*, *Quercus canariensis*, Forêt mixte) de la forêt Ouled Bechih, Nord-Est de l'Algérie. *Bulletin de la Société zoologique de France*, 145(1) : 11-33.
- Ganho N.G., Marinoni R.C., 2005. A diversidade inventarial de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. *Revista Brasileira de Entomologia*, Curitiba 49 (4) : 535-543.
- Garcia D., Zamora A., Goàmez J., Jordano P., Hoàdar J., 2000. Geographical variation in seed production, predation and abortion in *Juniperus communis* throughout its range in Europe, *Journal of Ecology*, 88: 436-446.
- Garcia M., Saintenoy J., Colomb P., 2007. Jardin des plantes à couleurs, 72 p.
- Gaubil J., 1849. Catalogue synonymique des coléoptères d'Europe et d'Algérie. Maison. Volume 1 : 297 p.
- Gauquelin T., Bertaudière V., Montés N., Badri W., Asmode J., 1999. Endangered stands of thuriferous Juniper in the Western Mediterranean basin: ecological status, conservation and management. *Biodiversity and Conservation*, 1479-1498.

- Gaussen H., 1967. Les gymnospermes actuelles et fossiles. *Travaux Du laboratoire Forestier Toulouse*, I : 294-319.
- Gaussen H., Leroy J.F., Ozenda P., 1982. Précis de botanique. Tome II. Les végétaux supérieurs. Edition Masson, Paris 355 p.
- Gelard J.P., 1978. Géologie du Nord-Est de la grande Kabylie. Thèse de Doctorat. Université de Dijon France, 335 p.
- Gerber S., Baradat P.H., Marpeau A., Arbez M., 1995. Geographic variation terpene composition of *Pinus nigra* Arn. *Forest Genetic*, 2 (1) : 1-10.
- Gillon Y., Gillon D., 1973. Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal : Données quantitatives sur les Arthropodes. *Revue Ecologique (Terre et la Vie)*, 297-323.
- Gobbi M., Fontaneto D., 2008. Biodiversity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in different habitats of the Italian Po lowland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 127 : 273–276.
- Gomes G.B., Costa E.M., Araújo E.L., Sales júnior R., Silva F.E.L., 2012. Levantamento preliminar da entomofauna associada à cultura da melancia no semiárido do Rio Grande do Norte. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido - ACSA, Campina Grande*, 8 (2) : 12-15.
- Gourmel C., 2014. Catalogue illustré des principaux insectes ravageurs et auxiliaires des cultures de Guyane. Coopérative Bio Savane, 77 p.
- Grasse P.P., 1975. Traité de Zoologie. Anatomie Systématique Biologie.T 9. Insectes. Ed. Masson et Cie-X.Paris, 1120 p.
- Gwiazdowicz D.J., Gutowski J.M., 2012. Records of phoretic mesostigmatid mites (Acari: Mesostigmata) on beetles (Coleoptera: Carabidae, Cerambycidae, Elateridae, Erotylidae, Scolytinae) in the Białowieża Primeval Forest. *Polish Journal of Entomology*, 81 (4) : 305-310.
- Haddar L., 2007. Analyse qualitative et quantitative de l'entomofaune du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) dans le Parc National de Chréa (Blida). Mémoire de Magister, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie. El-Harrach- Alger, 130 p.
- Haddar L., Doumandji S., Villar J.P., 2016. Les Cynipini et les Synergini dans les massifs de l'Akfadou et Beni-Ghobri (Algérie), présences de quelques espèces sur de hôtes atypiques (Hym., Cynipidae). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 40 (3-4) : 479-493.

Hanski I., Cambfort Y., 1991. Competition in dung beetles, 481 p. In I. Hanski and Cambefort (eds), *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, Princeton, NJ.

Hedgren P.O., 2004. The Bark beetles *Pityogenes chalcographus* (L.) (Scolytidae) in living trees : reproductive success, tree mortality and interaction with *Ips typographus*. *Journal of Applied Entomology*, 128 (3) : 161-166.

Heijerman T., 2004. The weevil genera *Acalles*, *Ruteria* and *Kyllioacalles* in the Netherlands (Coleoptera, Curculionidae). *Nederlandse Fauna Mededeling*, 21 : 61-78.

Hemptine J.L., Majerus M., 2005. Les Coccinelles : description, moeurs, reproduction, cohabitation, observation. Edition Delachaux et Niestlé, 189 p.

Heydemann D.B. 1955. Carabiden der Kulturfelder als ökologische Indikatoren. Sachtleben H. (Ed.) : Bericht über die 7. Wandersammlung Deutscher Entomologen. *Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften*, Berlin : 172-185.

Hoffman A., 1958. Faune de France, Coléoptères Curculionides. T.62. Librairie de la faculté des sciences. Paris, 1839 p.

Holland J.M., 2002. The agroecology of carabid beetles. Intercept Limited, 356 p.

Holland J.M., Luff M. 2000. The effects of agricultural practices on Carabidae in Temperate agroecosystems. *Integrated Pest Management Reviews*, 5 : 109-129.

Holland J.M., Reynolds C.J.M., 2005. The influence of emptying frequency of pitfall traps on the capture of epigeal invertebrates, especially *Pterostichus madidus* (Coleoptera : Carabidae). *British Journal of Entomology and Natural History*, 18 : 259-263.

Honek A., Jarosik V., 2000. The role of crop density, seed and aphid presence in diversification of field communities of Carabidae (Coleoptera). *European Journal of Entomology*, 97 : 517-525.

Honek A., Martinkova Z., Jarosik V., 2003. Ground beetles (Carabidae) as seed predators. *European Journal of entomology*, 100 (4) : 531-544.

[Huis A. van](#), [Itterbeeck J. van](#), Klunder,H., [Mertens E.](#) [Halloran A.](#), [Muir G.](#), [Vantomme P.](#), 2013. Edible insects : futurs prospects for food and feed security. (FAO) Food and Agriculture Organisation. Forestry Department, Bulletin pp.xvi, No. 171 : 187 p.

Isajev V., Fady B., Semerci H., Andonovski V., 2003. Pin noir (*Pinus nigra*). Fiche technique pour la conservation génétique. *Euforgen* : 1- 6.

Isajev V., Fady B., Semerci H., Andonovski V., 2011. Fiche technique d'Euforgen pour la conservation génétique et l'utilisation des pins noirs d'Europe (*Pinus nigra*). *Biodiversity International*, Rome, Italie, et Min. Agriculture. Paris, France, 6 p.

Joensuu J., Heliövaara K., Savolainen E., 2008. Risk of bark beetle (Coleoptera, Scolytidae) damage in a spruce forest restoration area in central Finland. *Silva Fennica*, 42(2) : 233-245.

Jolivet P., 1997. Biologie des Coléoptères Chrysomelides. Société nouvelle des éditions. Boubée. Paris, 280 p.

Kaila L., Martikainen., Punttila P., 1997. Dead trees left in clear-cuts benefit saproxylic Coleoptera adapted to natural disturbances in boreal forest. *Biodiversity and Conservation*, 6 : 1-18.

Kaouane., 1987. Analyse dendrométrique d'un peuplement de chêne zéen dans la forêt de Guerrouch (Jijel). Mémoire d'Ingénieur en Agronomie. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie. E Harrach- Alger, 78 p.

Kimoto T, Duthie-Holt M et Dumouchel L., 2006. Guide des insectes forestiers exotiques. ISBN : 0-662-72441-0, 120 p.

King JR, Porter S.D., 2005. Evaluation of sampling methods and species richness estimators for ants in upland ecosystems in Florida. *Environmental Entomology*, 34 : 1566-1578.

Klimaszewski J., 2000. Diversity of the rove beetles in Canada and Alaska (Coleoptera, Staphylinidae). Mémoire de la Société Royale Belge d'Entomologie, 126 p.

Klimko M., Boratynska K., Boratynski A., Marcysiak M., 2004. Morphological variation of *Juniperus Oxycedrus sub sp. Macrocarpa* (Cupressaceae) in three Italian localities. *Acta societatis botanicorum poloniae*, 73 (2) : 113-119.

Kocher L., 1958 b. Catalogue commenté des Coléoptères du Maroc. Fasc. VII : Lamellicornes. *Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien série. Zoologie*, N° 16, 83 p.

Kocher L., 1958a. Catalogue commenté des Coléoptères du Maroc. Fasc. VI : Ténébrionidés. *Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien série. Zoologie*, N° 12 : 185 p.

Kocher L., 1958c. Catalogue commenté des Coléoptères du Maroc. Fasc. VIII : Phytophages. *Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien série. Zoologie*, N°19 : 172 p.

Kocher L., 1963. Catalogue commenté des Coléoptères du Maroc. Fasc. I : Carabiques. *Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien série. Zoologie*. N°27, 170 p.

- Koivula M.J. 2011. Useful model organisms, indicators, or both. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) reflecting environmental conditions. *ZooKeys*, 100 : 287-317.
- Koller W.W., Gomes A., Rodrigues S.R., Goiozo P.F.I., 2007. Scarabaeidae e Aphodiidae coprófagos em pastagens cultivadas em área do cerrado sul-mato-grossense. *Revista Brasileira de Zoologia*, 9 : 81-93.
- Komez N., 2013. *Cryptorhynchinae* de France (Coleoptera, Curculionidae). Analyse générique à l'échelle paléarctique occidentale. [*La Société Linnéenne de Lyon*, 82 \(7-8\)](#) : 147-196.
- Krouchi F., 2010. Etude de la diversité de l'organisation reproductive et de la structure génétique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en peuplement naturel (Tala-Guilef, Djurdjura nord-ouest, Algérie). Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou-Algérie, 154 p.
- Laadel N., 2021. Etude la faune entomologique des différents reboisements des essences forestières de la région de Sétif et relations plantes-faune. Thèse de Doctorat en Sciences. Université Ferhat Abbas, Sétif 1, 149 p.
- Lalonde O., 2011. Évaluation de l'abondance relative et de la richesse spécifique des carabes associées à différents systèmes culturaux et travaux de sol. Thèse de Doctorat. Université Laval Québec, 95 p.
- Lange M., Türke M., Pašalic E., Boch S., Hessenmöller D., Müller J., Prati D., Socher S.A., Fischer M., Weisser W.W., Gossner M.M. 2014. Effects of forest management on ground dwelling beetles (Coleoptera; Carabidae, Staphylinidae) in Central Europe are mainly mediated by changes in forest structure. *Forest ecology and management*, 329 : 166-176.
- Laribi M., 2016. Les mares temporaires du Nord-Est de la grande Kabylie. Diversité phytocoenotique, floristique et conservation. Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 308 p.
- Laszlo P., 2000. Le savoir des plantes. Edition Ellipses, 125 p.
- Leather S.R, Walters K.F.A., Bale J.S., 1993. The ecology of insect overwintering. Cambridge University Press, Cambridge University Press, Cambridge, 255 p.
- Legemble J., 2009. Les coccinelles, Fiche Technique, du service régional de l'alimentation de haute Normandie, 7 p.

- Lieutier F., Day K., Andrea-Gregoire J.C., Evans H.F., 2007. Bark and Wood Boring insects in Living Trees in Europe, a Synthesis 1. Springer Dordrecht Netherlands, 569 p.
- Lindhe A., Lindelow A., Asenblad N., 2005. Saproxylic beetles in Standing Dead Wood Density in Relation to Substrate Sun-exposure and Diameter. *Biodiversity and Conservation*, 14: 3033-3053.
- Löbl I., Löbl D., 2017. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Vol.1. Archostemata Myxophaga, Adephaga. Brill, Leiden, Boston, 1477 p.
- Lott D., Finch G., Price G. 2011. A Provisional Atlas of the Carabidae of Leicestershire & Rutland, LESOPS 25, 142 p.
- Louni D., 1994. Les forêts algériennes. *Forêt méditerranéenne*, 15 (1) : 59-63.
- Lövei G.L and Sunderland K.D., 1996. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera, Carabidae). *Annual Review of Entomology*, 41: 231-256.
- M'hirit O., 1982. Études écologiques et forestières des cédraies du Rif Marocaine : essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la production du cèdre de l'Atlas. *Annales De la Recherche Forestière Au Maroc*, 2, 499 p.
- M'hirit O., Benzyane M., 2006. Le cèdre de l'Atlas. Mémoire du temps. Edition La croisée des chemins, 288 p.
- M'hirit O., Samih A., Malagnoux M., 1993. Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica* Manetti) présentation générale et états des connaissances à travers le réseau Silva méditerranée « le cèdre ». *Annales De la Recherche Forestière Au Maroc*, (27) : 3-21.
- Magura T., Elek Z. and Tóthmérész B., 2002. Impacts of non-native spruce reforestation on ground beetles. *European Journal of Soil Biology*, 38: 291-295.
- Magura T., Elek Z., Tóthmérész B., 2004. Effects of leaf-litter addition on carabid beetles in a non-native norway spruce plantation. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 50 (1) : 9-23
- Maire R., 1952. Flore de l'Afrique du nord, volume I. Encyclopédie biologique, 366 p.
- Maire R., 1961. Flore de l'Afrique du nord. Vol. VII, Lechevalier, Edition Paris, 329 p.
- Marshall S.A., Anderson R.S., Roughley R.E., Behan.Pelletier V., Danks H.V., 1994. Terrestrial Arthropod Biodiversity: Planning a Study and Recommended Sampling Techniques, A Brief Prepared by the Biological Survey of Canada, 33 p.

McGavin G.C., 2000. Insectes: spiders and other terrestrial arthropods. *Dorling Kindersley Handbooks*, 1-255

McKenna D.D., Shin S., Ahrens D., Balke M., Beza-Beza C., Clarke D.J, Donath A1, Escalona H.E., Friedrich F., Letsch H., Liu S., Maddison D., Mayer C., Misof B., Murin P.J., Niehuis O., Peters R.P., Podsiadlowski L., Pohl H., Scully E.D, Yan E.V., Zhou X., Slipinski A., Beutel R.G., 2019. The evolution and genomic basis of beetle diversity. Douglas Futuyma, Stony Brook University, Stony Brook, NY : 1-9

Meddour R., 1994. Cédraies de l'Atlas Blidéen, bioclimatologie, syntaxonomie et dynamique. Séminaire sur le Cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc, 7-11 juin 1993). *Annales De la Recherche Forestière Au Maroc* 27(numéro spécial) (1) : 106-127.

Meddour R., 2010. Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie ; exemple des groupements forestiers et pré forestiers de la Kabylie djurdjuréenne. Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 397 p.

Meddour R., Meddour-Sahar O., Derridj A., Géhu, J.M., 2010. Synopsis commenté des groupements végétaux forestiers et préforestiers de la Kabylie djurdjuréenne (Algérie). *Revue Forestière Française* 62 (3-4) : 295-308.

Mehenni M.T., 1994. Recherches écologiques et biologiques sur les Coléoptères des cédraies algériennes. Thèse de doctorat. Université des Sciences et Technologie de Houari Boumediene, Alger, Algérie.

Mehrnia M., Nejdassattari T., Assadi M., Mehregan I., 2013. Taxonomic study of the genus *Quercus* L. Sect. *Quercus* in the Zagros forests of Iran. *The Iranian Journal of Botany* 19 (1) : 62-74.

Melbourne B.A. 1999. Bias in the effect of habitat structure on pitfall traps : An experimental evaluation. *Australian Journal of Ecology* 24 : 228-239.

Melizi N., 1988. Contribution à l'inventaire de l'entomofaune du chêne vert (*Quercus ilex*. L) dans le parc national de Belezma (Batna), 65 p.

Messaoudene M., 1989. Dendroécologie et productivité de *Quercus afares* Pomel et *Quercus canariensis* Willd, dans les massifs forestiers de l'Akfadou et de Beni-Ghobri en Algérie. Thèse de Doctorat. Université Aix-Marseille 3, 123 p.

Messaoudene M., Laribi M., Derridj A., 2007. Etude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou (Algérie). *Bois et Forêts des Tropiques*, 291 : 75-81.

- Messaoudene M., Tessier L., 1991. Croissance radiale de *Quercus canariensis* Willd et *Quercus afares* Pomel en Kabylie (Algérie). *Ecologia Mediterranea* : 119-133.
- Meuret M., 1997. Variabilité des disponibilités fourragères sue le parcours. *Revue INRAE Productions Animales* : 339-341.
- Meziane B., 2017. Les coléoptères saproxyliques des Monts d'Ouarsenis (Nord-West Algérien) : cas du Parc National de Theniet- El Had. Mémoire de Magister. Université Abou-Boukr Belkaid, Tlemcen- Algérie, 151 p.
- Mouna M., 1982. Recherches écologiques sur le peuplement frondicole des insectes du cèdre dans le moyen Atlas marocain. Thèse de Doctorat. Université Aix-Marseille, 121 p.
- Mouna M., 2013. Les insectes du cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le Nord de l'Afrique, Université Mohammed V-Agdal, Institut Scientifique. Rabat. Série Zoologie, n°48. ISBN : 978-9954-20-670-6, 88 p.
- Nageleisen L.M., Bouget C., Coord., 2009. L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt. Les Dossiers Forestiers n°19, Office National des Forêts, 144 p.
- Natividade J.V., 1956. Subériculture. Edition la Française. École nationale des eaux et foret. Nancy, 257-260.
- Neffati M., Najjaa H., Mâthé A., 2017. Medicinal and aromatic plants of the world- Africa Volume 3. Springer Dordrecht. ISBN : 978-94-024-1120-1, 411 p.
- Neuvonen S., Niemelä P., 1983. Species richness and fauna similarity of arboreal insects herbivores. *Oikos Journal*, 40 : 451- 459.
- New T.R., 1998. The role of ground beetles (Coleoptera: Ground beetleae) in monitoring programmes in Australia. *Annales Zoologici Fennici* 35 : 163-171.
- Nichane M., Bouchikhi Tani Z., Khelil M.A., 2012. Contribution à l'étude de l'entomofaune de quelques espèces résineuses de la région des traras occidentaux (Tlemcen - Algérie). *Lebanese Science Journal*, 14 (2): 25-39.
- Nichols E., Spector S., Louzada J., Larzen T., Amezquita MS., Favila M.E., 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, 141 (6) : 1461-1474.

- Niemelä J. 2001. Carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) and habitat fragmentation : a review. *European Journal of Entomology*, 98 : 127-132.
- Niemelä J., Langor D., Spence J.R. 1993. Effects of clear-cut harvesting on boreal ground-beetle assemblages (Coleoptera : Carabidae) in western Canada. *Conservation Biology*, 7 : 551-561.
- Normand H., 1935. Contribution au Catalogue des Coléoptères de Tunisie. 6ème Fascicule (1): 235-251.
- Nuorteva M., 1968. Über mengenveränderungen der Borkenkäferfauna in einem südfinnischen Waldgebiet in der Zeit von 1953 bis 1946. *Acta Entomologica Fennica*, 24 : 50 p.
- Panaiotis C., Riffard O., 2017. Guide pratique pour l'exploitation des forêts de chêne vert en Corse, 43 p.
- Pedersen M, Pedersen L.T., Abilgaard K., 1990. Annual and Diurnal Activity of some Tachyporus Species (Coleoptera : Staphynidae) in Two Spring Barley Fields and a Hedje. *Pedobiologia*, 34 (06) : 367-378.
- Perrier R. 1977., La faune de France illustrée. V. Coléoptère 1ere partie. Edition Delagrave. 188 p.
- Perrier R., 1961a. La faune de France. Les coléoptères. Ed Delagrave (1), 192 p.
- Perrier R., 1961b. La faune de France. Les coléoptères. Ed Delagrave (2), 229 p.
- 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: 199 p.
- Peyerimhoff P., 1947. Etudes et descriptions de Coléoptères marocains (II). *Bulletin de la Société des Sciences naturelles du Maroc*, 25 (27) : 248-308.

Piélou., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Biological Theory*, 13 : 131-144.

Pizzolotto R., Mazzei A., Bonacci T., Scalercio S., Iannotta N., Brandmayr P. 2018. Ground beetles in Mediterranean olive agroecosystems: Their significance and functional role as bioindicators (Coleoptera, Carabidae). *Plos One Journal* 3 (3) : e0194551.

Polilov A.A., 2016. At the Size Limit – Effetcts of Miniaturization in insects. Department of Entomology. ISBN 978- 3- 319- 39499-2, 325 p.

Ponomarenko A.G., 1969. The historical development of archostematan beetles. (in Russian). Trudi paleont. *Institut Istorii Akademii Nauk SSSR* 125 : 1-238.

Pujade-Villar, J., Boukreris F., Saimi F., Bouhafs F., Bouhraoua T.R., 2010. Cynipidés gallicoles (Hymenoptera, Cynipidae) trouvées sur *Quercus suber* et *Q. faginea* dans le massif forestier de Hafir-Zarieffet (Tlemcen, Algérie) et mise à jour de la connaissance des Cynipini Algériens. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 34 : 183-198.

Putod R., 1979. Le reboisement du cèdre dans le Sud- Est de la France. Bulletin Vulgarisation forestière. N°8, 58 p.

Quézel P. & Barbero M., 1987. A propos des forêts de *Quercus ilex* dans les Cévennes. *Bulletin de la Société linnéenne de Provence*, Marseille, 38 :101- 117.

Quézel P. et Gast M., 1998. Genévrier, Encyclopédie berbère, Edition sud, volume n° 20 : 3016-3023.

Quézel P., & Bonnin G., 1980. Les forêts feuillues du pourtour méditerranéen : constitution, écologie, situation actuelle, perspectives. *Revue forestière française*, 3 : 253-268.

Quézel P., 1956. Contribution à l'étude des forêts de chênes à feuilles caduques d'Algérie. Mémoires de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord. N°1, 57 p.

Quézel P., 1976. Les forêts du pourtour méditerranéen. Forêts et Maquis méditerranéen. Ecologie, conservation, et aménagement. Unesco. Note technique. Rap. 2. Paris : 9-33.

Quézel P., 1980. L'homme et la dégradation récente des forêts au Maghreb et au Proche-Orient. Nat. Mons. *National Health Service* 3 p.

Quézel P., Medail F. 2003. Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Paris 517 p.

- Rabhi K., 2011. Ajustement de modèles hauteur – circonférence – âge pour le chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd.) dans la forêt d'Akfadou (Tizi ouzou) ; effet de la densité et de la station. Mémoire d'ingénieur. Université Aboubekr Belkaïd, Tlemcen, 67 p.
- Rafii Z.A., Dodd R.S., Zavarin E., 1996. Genetic diversity in foliar terpenoids among natural populations of European Black Pine. *Biochemical Systematics and Ecology*, 24 : 325-339.
- Rahmani-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 cédraie de Belezma. Mémoire de Magister en Science Agronomique. Université Batna- Algérie, 114 p.
- Ramade F., 1984. Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. Edition Mc Graw Hill. Paris, 397p.
- Ramade F., 2003. Éléments d'écologie fondamentale, Edition Dunod Paris 689 p.
- Raymond B., Vanbergen A., Watt A., 2002. Escape from Pupal Predation as a Potential Cause of Outbreaks of the Winter Moth, *Operophtera brumata*, *Oikos*, 98 : 219-228.
- Riou-Nivert P., 2001. Les résineux, connaissance et reconnaissance, tome I, 2^{ème} édition, 256p.
- Robertson H.G., 2007. Comparison of leaf litter ant communities in woodlands, lowland forests and montane forests of north-eastern Tanzania. *Biodiversity and Conservation*, 11 : 1637-1652.
- Roman- Amat B., 1986. Pin sylvestre. *Revue forestière française, Agro ParisTech*, 38 (S) : 132-134.
- Rothe M., 1980. Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. Office de la Recherche Scientifique et Outre-Mer. ORSTOM. Paris. ISBN 2-7099-0327-X, 259 p.
- Saadoun H., 1989. Les insectes du chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans la forêt du massif de Zaccar (Miliana). Mémoire d'Ingéniorat. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie. EL Harrach- Alger 98 p.
- Samways M.J., 2007. Rescuing the extinction of experience. *Biodiversity and Conservation*, 16 : 1995-1997.
- Santos R.A., Tucci C. A. F., Hara F.A.S., Silva W.G., 2008. Da.Adubação fosfatada para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). *Acta Amazônica* Manaus, 38 (3) : 453-458.

- Saouache Y., Doumandj S., Ouchtati N. 2014. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) assemblages in two agricultural landscapes in North-Eastern Algeria. *Ecologia Mediterranea*, 40 (2) : 5-16.
- Sayah T., 2003. Bio-Ecologie de l'entomofaune du chêne vert (*Quercus ilex*) dans les yeuseraies de Bordj Ghedir (Bordj Bou Arréridj). Mémoire Magister. Université de Constantine 101 p.
- Sbabdji M., 2012. Etude des infestations de la cédraie de Chréa par la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff : description spatiotemporelle et relations arbre- défoliateur. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. École Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach-Alger, 137 p.
- Schillhammer H., 2001. Instruction manual on collecting, preserving and preparing Coleoptera (Coleoptera). Natural History Museum, Vienna, Australia.
- Schott C., 1994. Catalogue et Atlas des Coléoptères d'Alsace. Edition Société Alsacienne d'Entomologie, Scolytidae, Platypodidae, 86 p.
- Seigue A., 1985. La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Edition Maisonneuve et la rose Paris, 503 p.
- Seltzer P., 1946. Le climat de l'Algérie. Institut Météorologique Physique Géologie. Université d'Alger, 219 p.
- Shannon C.E., 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell system technical journal*, 27 (3) : 379-423.
- Shulaev N.V., 2004. Fauna of Rove Beetles (Coleoptera, Staphylinidae) of the Republic of Tatarstan (the Kama Region) : An Annotated Species List of the Subfamilies Oxyporinae, Steninae, Paederinae, Xantholininae, Staphylininae, and Tachyporinae (Novoe Znanie, Kazan) [in Russian].
- Ślipinski A., 2007. Australian Ladybird Beetles (Coleoptera: Coccinellidae) Their biology and classification. Australian Biological Resources Study. *Sociétés de sciences naturelles*. Louis jean impression, 226 p.
- Soldati F., Puissant S., 2000. Les coléoptères à caractère saproxylique de la réserve naturelle de prats – se-mollo- la-preste : inventaire des principales espèces et rapports avec les milieux forestiers. *Office pour l'information eco-entomologique du Languedoc-Roussillon (O.P.I.E-L.R)*, 34 p.

- Speight M.C.D., 1989. Les invertébrés saproxyliques et leur protection. *Collection Sauvegarde de la nature. Conseil de l'Europe*. Strasbourg, 42 : 1-77.
- Spence J.R and Niemelä J.K., 1994. Sampling ground beetle assemblages with pitfall traps: the madness and the method. *The Canadian Entomologist*, 126: 881-894.
- Standberg B., Pedersen M.B., Elmegaard N., 2005. Weed and arthropod populations in conventional and genetically modified herbicide tolerant fodder beet fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 105 (1-2) : 243-253.
- Stein W., 1965. Composition de la faune carabide d'un pré dont les conditions d'humidité changent fortement. *Journal de morphologie et d'écologie des animaux*, 55 : 83-99.
- Stewart P.H., 1969. Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bulletin de la Société Entomologique de l'Afrique du Nord*, Alger, 59 (1-4) : 23-36.
- Stolina M., 1969 : Der Einfluss der Ipidenfauna auf die Entwicklung der Struktur von Naturwäldern in den Westkarpaten. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 120 (11) : 610- 627.
- Tafer M., Zergane R., 1994. Contribution à l'analyse phytosociologique et structurale de la série de *Cedrus atlantica* de la forêt de Tikjda (versant méridionale du Djurdjura). Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie, Université Mouloud Mammeri, 120 p.
- Tenailleau M., Dor C., Maillet-Mezeray J. 2011. Synthèse bibliographique sur l'écologie des Carabidae. ARVALIS Institut du végétal- Projet CASDAR. Les entomophages en grandes cultures : diversité, service rendu et potentialités des habitats, 73 p.
- Thiele U., 1977. Carabid beetles in their environments. Springer, Berlin.
- Thienneman A., 1932. Grundzüge einer allgemeinen Ökologie. *Arch. Hydrob*, 35 : 267-285.
- Thomas C.F.G., Holland J.M., Brown N.J. 2002. The spatial distribution of carabid beetles in agricultural landscapes. In : Holland J.M. (Ed.), *the Agroecology of carabid beetles* : 305-344.
- Toth J., 1980. Le cèdre dans quelques pays du pourtour méditerranéen et dans deux autres pays à grande importance forestières. *Forêts Méditerranéennes*, 2 (1) : 23-30.
- Toth J., 1990. Le cèdre : utilisation et qualité technologique. *La forêt privée*, 194 : 57-60.
- Tronquet M., 2021. Catalogue des Coléoptères de France, 917 p.
- Van Haverbeke D.F., 1990. *Pinus nigra* Arnold European black pine. *Silvics of North America*. (1) : 395-404.

- Vanderweyen A., 2002. *Gymnosporangium sabinae* : la rouille grillagée du poirier, *revue du cercle de mycologie de Bruxelles*, 2 : 65-80.
- Villar L., 2011. The incense *juniper*, an old and very useful tree for man in western Mediterranean area. *Ecologia mediterranea*, 39 (1): 7-16.
- Villemant C., 1991. Faune du liège et des crevasses. In Villemant, C. & Fraval, A : La faune du chêne liège. *Actes Editions*, Rabat : 69-77.
- Vinha A.F., Costa A. S. G., Barreira J. C., Pacheco M., Beatriz R., Oliveira P., 2016. Chemical and antioxydant profiles of a corn tissues from *Quercus* spp.: Potential as new industrial raw materials. *Industrial Crops and Products*, 94: 143-151.
- Walker K., 2008., Ambrosia beetle (*Xyleborus monographus*), Pest and Diseases. Image Library. 2 (51), 309 p.
- Wani M.S., Hussain A., 2017. Genus *Quercus* : An Overview. *International Journal of Advance Research in Science and Engineering*, 6 (8) :1880-1886
- Weissling T.G, Giblan-Davis R.M, Center B.J and Hiyakawa T., 1994. Flight Behavior and Seasonal Trapping of *Rhynchophorus cruentatus* (Coleoptera : Curculionidae). *Annals of Entomological Society of America*, 87 (5) : 641-647.
- Wermelinger B. 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202 : 67–82.
- White R.E., 1998. Beetles: A Field Guide to the Beetles of North America, 308 p.
- Wiggins G.B. Marshall, S.A., Downesj, A., 1991. The importance of research collections of terrestrial arthropods. A brief. *Bulletin of the Entomological Society of Canada* 23, 16 p.
- Wittwer A., 1993. Peuplements de Staphylinidae (Insectmmmmmmmma, Coleoptera) de quelques prairies et champs cultivés de l'ouest de la Suisse. Université De Neuchatel, Institut De Zoologie, 164 p.
- Woodcock B.A., 2005. Sampling theory and practice. In : Leather SR, editor. *Insect sampling in forest ecosystems* : 37-57.
- Yahi N., 1988. Contribution à l'étude dynamique des formations à cèdre (*Cedrus atlantica*, Manetti) d'Ait-Ouabane (Djurdjura). Mémoire des Etudes Supérieures. Université des Sciences et Technologie, Houari Boumediene- Algérie 90 p.

Yahi N., 2007. Les cédraies d'Algérie : phytoécologie, phytosociologie, dynamique et conservation des peuplements. Thèse de doctorat d'Etat en science de la nature. Université des Sciences et Technologie, Houari Boumediene- Alger, 276 p.

Zach P., Krsiak B., Kulfan J., Holecova M., 2010, Attraction of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) to Norway spruce in timberline forest in Tatra Mountains, West Carpathians. Lesn. Čas. – *Forestry Journal*, 56 (3) : 285-293.

Zulueta J., 1980. Recherche en vue de l'amélioration des pâturages dans des forêts de *Quercus pyrenaica* et *Quercus faginea* en Espagne. *Dossier pâturage en forêt* : 58-72.

Annexes

Annexe 1

Tableau 1 : Variations mensuelles des températures moyennes, des minimas et des maximas des stations d'étude de Tigounatine (1990-2009).

Année	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
T min	0,02	0,28	2,28	4,04	8,30	12,77	15,82	16,13	13,02	9,32	4,20	1,21
Tmax	6,00	7,33	10,45	12,83	18,23	24,52	28,38	28,24	22,81	17,55	10,74	6,71
T moy	3,01	3,80	6,36	8,44	13,26	18,65	22,10	22,18	17,91	13,43	7,47	3,96

Annexe 2

Tableau 2 : Moyenne mensuelle de la pluviométrie à Tigounatine (1990-2009).

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
P (mm)	173,05	97,5	107,73	112,64	93,39	22,19	10,27	24,99	83,42	82,5	128,83	167,52

Résumé.

Diversité et structure des Coleoptera des forêts algériennes : cas de la cédraie-pinède de Tigounatine (Tikjda, Parc National du Djurdjura, Wilaya de Bouira) et de la chênaie caducifoliée de M'haga (Akfadou occidental, Wilaya de Tizi-Ouzou). L'étude menée à Tigounatine (Djurdjura méridional, Bouira) a permis de récolter 7147 individus de Coléoptères appartenant à 127 espèces réparties en 34 familles et 99 genres. La famille des Carabidae domine avec 25,20 %. Les pièges d'interception semblent capturer le maximum d'espèces et d'individus (33,33 % d'espèces et 57 % d'individus). La quantification des individus de chaque espèce révèle la dominance des Chrysomelidae : *Longitarsus sp* (12,12 %) et *Phyllotreta nigripes* (11,84 %). La richesse des Coléoptères, leurs fréquences et les valeurs des indices écologiques calculés sont plus élevées dans la station No. 1 que dans la station No. 2. L'analyse statistique a montré une influence significative du type de végétation sur la distribution des Coléoptères. Les paramètres structurels de l'habitat semblent être les principaux facteurs structurant les communautés coléoptérologiques. Il semble que la richesse et l'abondance des Coléoptères sont plus élevées lorsque la forêt est bien entretenue et le couvert végétal forestier est bien développé. Dans la forêt de M'haga (Akfadou occidental, Tizi-Ouzou), 963 individus appartenant à 148 espèces de Coléoptères ont été identifiés. Cette diversité biologique se répartit en 29 familles et 92 genres. Les Staphylinidae dominent avec 27,03 %. Les valeurs des fréquences centésimales calculées montrent la dominance du genre *Otiorhynchus* de la famille des Curculionidae avec trois espèces : *O. raucus*, *O. rugifrons* et *O. clavips* avec respectivement 6,13 %, 4,88 % et 4,15 %. La structure coléoptérologique des trois stations étudiées dans la forêt de M'haga montre que la station No. 2 enferme les richesses spécifiques les plus élevées (40,78 %) que la station No. 1 (31,56 %) et la station No. 3 (27,66 %). Il ressort que l'âge des peuplements du Chêne zéen influence la distribution des Coléoptères dans cette forêt. Les valeurs de diversité et d'équitabilité calculées à partir de l'indice de Shannon traduisent un équilibre entomologique homogène des peuplements.

Mots clés : Diversité, Coléoptères, entomologie, Tigounatine, M'haga, forêt.

Summary.

Diversity and structure of Coleoptera in Algerian forests : case of the Cedar-Pine forest of Tigounatine (Tikjda, Djurdjura National Park, Wilaya of Bouira) and the Deciduous Oak forest of M'haga (Western Akfadou, Wilaya of Tizi-Ouzou). The study carried out in Tigounatine (southern Djurdjura, Bouira) allowed the collection of 7147 individuals of Coleoptera belonging to 127 species divided into 34 families and 99 genera. The family Carabidae dominates with 25.20 %. Pitfall traps seem to capture the maximum number of species and individuals (33.33 % of species and 57 % of individuals). Quantification of individuals of each species reveals the dominance of Chrysomelidae : *Longitarsus sp* (12.12 %) and *Phyllotreta nigripes* (11.84%). The richness of Coleoptera, their frequencies and the values of the calculated ecological indices are higher in the station No. 1 than in the station No. 2. The statistical analysis showed a significant influence of vegetation type on the distribution of beetles. The structural parameters of the habitat seem to be the main factors structuring the Coleopteran communities. It appears that the richness and abundance of Coleoptera are higher when the forest is well maintained and the forest canopy is well developed. In the M'haga forest (western Akfadou, Tizi-Ouzou), 963 individuals belonging to 148 species of Coleoptera were identified. This biological diversity is divided into 29 families and 92 genera. Staphylinidae dominate with 27.03 %. The values of centesimal frequencies calculated show the dominance of the genus *Otiorhynchus* of the family Curculionidae with three species : *O. raucus*, *O. rugifrons* and *O. clavips* with respectively 6.13 %, 4.88 % and 4.15 %. The coleopterological structure of the three stations studied in the M'haga forest shows that station No. 2 encloses the highest specific richness (40.78 %) than station No. 1 (31.56 %) and station No. 3 (27.66 %). It appears that the age of the Zeen Oak stands influences the distribution of Coleoptera in this forest. The diversity and equitability values calculated from the Shannon index reflect a homogeneous entomological balance of the stands.

Key words : Diversity, beetles, entomology, Tigounatine, M'haga, forest.