



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique
جامعة زيان عاشور-الجلفة
Université Ziane Achour – Djelfa
كلية علوم الطبيعة و الحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire

Pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agropastoralisme

Thème

**Structure des Scarabaeoidea (Coleoptera) Coprophages de
la forêt naturelle de Toughoursane, Djelfa.**

Présenté par :
BENSALEM Rahma

Devant le jury :

Président	M^r. CHERAIR El hachemi	Maitre de conférence B (U.Z.A,Djelfa).
Promoteur	Dr. BOURAGBA Nadia	Maitre de recherche (I.N.R.F. Djelfa).
Co-promoteur	M^{me} .HABITA Aicha	Maitre assistante (U.Z.A,Djelfa).
Examineur	M^r. BELABBASSE Zoubir	Maitre assistant (U.Z.A,Djelfa).
Examineur	M^r. FERNANE Ali	Maitre assistante (U.Z.A,Djelfa).

Année Universitaire: 2007 / 2008

Remerciements

Avant tout, je remercie Allah , le miséricordieux , l'unique le tout puissant qui m'a donné la volonté et la santé pour mener à terme ce travail .

Ma première gratitude s'adresse à Madame **BRAGUE BOURAGBA Nadia.**, Maître de recherche à l'INRF. C'est sous sa direction que ce travail a été accompli. Je voudrai qu'elle trouve ici toute ma reconnaissance pour ses encouragements, ses conseils, ses recommandations, le temps qu'elle m'a consacré et sa bienveillance.

Ma reconnaissance et mes remerciements s'adressent également à M^r. **CHERRAI Elhachemi**, maître de conférences **B** à l'université Ziane Achour de Djelfa, qui a bien voulu présider mon jury.

Que M^r **BELABBASSE Zoubir**, maître assistant à l'université Ziane Achour de Djelfa, et M^r **FERNANE Ali**, pour me faire l'honneur d'examiner ce travail.

Mes remerciements vont aussi à M^{me} **HABITA Aicha.**, Maître assistant à l'université Ziane Achour de Djelfa notre Co-promotrice, pour son soutien et ses conseils avisés.

Ce travail n'aurait pas eu lieu sans l'aide inestimable de M^{me} **AMRAOUI Sabrina**, que je tiens vraiment à remercier pour ses encouragements, son aide et d'avoir accepté de m'accompagner durant les étapes de mon expérimentation.

Il m'est particulièrement agréable d'exprimer ma profonde gratitude à M^{elle} **MISSAOUI Oum Elkheir** qui m'a vraiment soutenu tant sur le plan matériel que moral et aidé à munir à terme ce travail. Et sans oublier M^{elle} **Reguieg F** pour ses efforts.

Une mention spéciale à M^r **BEN LABIOD.B**, Directeur de l'I.N.R.F station de Djelfa, pour son soutien moral et ses qualités humaines.

Je remercie infiniment l'ensemble de l'équipe de l'I.N.R.F. : **BRAGUE A.**, **SAAD N.**, **KARBOUA D.**, **HASSIBI F.**, **CHOUICHA T** et **ABDERRAZAK K.**

Un grand merci également pour toutes les personnes qui m'ont apporté leur soutien tant moral que physique et qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail .

merci du fond du cœur.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :
A l'âme de mon cher père qui aurait adoré
assister à ce jour ;
A ma mère qui m'accompagne partout par ses
prières que dieu me la garde ;
À mes adorables enfants; Mouhamed, Ines et
Farouk ;
A mon cher mari ;
A mes chers frères ;
A mes chères sœurs ;
A tous mes professeurs et mes collègues ;
A toutes les personnes qui m'ont apporté leur
soutien tant moral que physique et qui de près
ou de loin ont contribué à la réalisation de ce
travail.

Sommaire

Titre	Page
Liste des abréviations	a
Liste des tableaux	b
Liste des figures	c
Introduction	1
Chapitre I: Synthèse Bibliographique	
I.1. Généralités sur les Arthropodes.....	04
I.1.1. Généralités sur les insectes.....	04
I.1.2. Les Coléoptères Scarabéidés coprophages (les bousiers).....	05
I.1.2.1. Le développement post embryonnaire.....	07
I.2. Fonctionnement des pâturages.....	08
I.3. Importance des Scarabéidés coprophages dans les pâturages.....	09
I.4. Les acteurs de la dégradation des excréments.....	10
I.5. Organisation des Scarabéidés coprophages en guildes et partage de la ressource trophique.....	13
I.5.1. La guildes des « Résidents » ou « Endocoprines ».....	13
I.5.2. La guildes des « Fousseurs » ou « Paracoprines ».....	13
I.5.3. La guildes des « Rouleurs » ou « Télécoprines ».....	14
I.6. Importance de la bouse.....	14
I.7. Menaces pesant sur les insectes coprophages.....	16
Chapitre II: Etude du milieu	
II.1. Monographie de la région de Djelfa.....	19
II.2. Présentation de la zone d'étude.....	19
II.2.1. Situation géographique.....	19
II.2.2. Les infrastructures.....	19
II.3. Paramètres Climatiques.....	22
II.3.1. Pluviosité annuelle moyenne.....	22
II.3.2. Températures.....	22
II.3.3. Diagramme Ombrothermique de BAGNAUL et GAUSSEN.....	23
II.3.4. Le climagramme d'Emberger.....	23
II.4. La Végétation.....	24
II.4.1. Les forêts de Senalba Chergui et Gharbi.....	24
II.4.2. Les matorrals.....	24
II.4.3. La steppe arborée.....	24
II.5. Facteurs abiotiques.....	24
II.5.1. Choix de la station d'étude.....	24
II.5.2. Facteurs édaphiques.....	26
II.5.2.1. Les Caractéristiques géologiques.....	26
II.5.2.2. Les caractéristiques pédologiques.....	26
II.5.2.2.1. Types de sols existants.....	27
II.5.2.3. Analyses pédologiques.....	28
II.5.3. Facteurs climatiques.....	29
II.5.3.1. La température.....	29
II.5.3.2. Les précipitations.....	31

II.5.3.3. Le vent.....	31
II.5.3.4. La gelée.....	32
II.5.3.5. L'humidité relative.....	33
II.5.3.6. La neige.....	33
II.5.3.7. L'évaporation.....	34
II.5.3.8. Synthèse bioclimatique.....	34
a. Diagramme ombrothermique de BAGNAUL et GAUSSEN.....	34
b. Climagramme d'Emberger.....	35
II.6. Facteurs biotiques.....	36
II.6.1. La végétation.....	36
II.6.2. La faune sauvage du Séalba.....	37
Chapitre III : Matériel et méthodes	
III.1. Méthodes d'échantillonnage des Arthropodes en général.....	39
III.1.1. La chasse à vue.....	40
III.1.1.1. Matériel.....	40
III.1.1.2. Descriptif.....	40
III.1.2. Le piégeage attractif.....	41
III.1.2.1. Matériel.....	41
III.1.2.2. Descriptif.....	41
III.1.2.3. Tri et identification.....	41
III.1.3. Le lavage.....	42
III.1.3.1. Matériel.....	42
III.1.3.2. Descriptif.....	42
III.1.3.3. Récolte.....	42
III.1.4. Le tamisage.....	42
III.1.4.1. Matériel.....	42
III.1.4.2. Descriptif.....	42
III.2. Technique d'échantillonnage utilisée.....	42
III.3. Traitement du matériel faunistique.....	44
III.3.1. La récolte.....	44
III.3.2. Tri.....	44
III.3.3. Identification.....	45
III.3.4. Conservation.....	45
III.3.5. Saisie des listings-répertoires des espèces récoltées.....	45
III.3.6. Analyse statistique des données.....	45
III.3.6.1. Composition spécifique et diversité des peuplements.....	45
III.3.6.2. Indice de diversité de SHANNON-WEAVER.....	46
III.3.6.3. L'indice de diversité de Simpson.....	46
III.3.6.4. Équitabilité.....	47
III.3.6.5. Distributions phénologiques et cycles biologiques.....	47
III.3.6.6. DECORANA ou DCA (Detrended Correspondence Analysis).....	48

Chapitre IV: Résultats et Discussion	
IV.1. Composition des peuplements végétaux.....	50
IV.2. Analyse de la biocénose.....	51
IV.2.1. Répertoire des espèces Scarabaeoidea récoltées dans la forêt de Toughoursane durant la période d'étude.....	51
IV.2.1.1. Présentation des données quantitatives	52
IV.2.1.2. Richesse spécifique des Scarabaeoidea coprophages	52
IV.2.1.2.1. La guilde des rouleurs	53
IV.2.1.2.2. La guilde des fouisseurs	53
IV.2.1.2.3. La guilde des résidents	53
IV.2.1.3. Composition générale des peuplements de Scarabaeoidea coprophages :.....	54
IV.3. Variations mensuelles de la richesse spécifique des Scarabaeoidea coprophages	55
IV.4. Traitements des données numériques.....	57
IV.4.1. Diversité et Équitabilité	60
IV.4.2. Analyse bio-informatique des résultats (DECORANA).....	61
IV.4.3. Similarité entre les pièges C.S.R mis en place dans la forêt de Toughoursane d'étude et entre les espèces.....	64
Conclusion.....	68
Références Bibliographiques	
Annexes	

Liste des abréviations

O.N.M.	l'Office National de Météorologie de Djelfa.
B.N.E.F.	Bureau national des études forestières.
C.F.D.	Conservation des forêts de Djelfa.
C.S.I.R.O.	Organisation fédérale pour la recherche scientifique et industriel.
C.S.R.	Cebo-Superficie-Rejilla=Appât-Surface-Grille.
U.S.T.H.B.	Université des Sciences et de la Technologie HOUARI BOUMEDIENE.
I.N.R.F	Institut National de Recherche Forestière.
Tab	Tableau.
Fig	Figure.
H	Heure
Jan	janvier.
Fév	Février.
Ma	Mars.
Avr	Avril.
Mai	Mai.
Jun	Juin.
Jul	Juillet.
Aou	Aout.
Sep	Séptembre.
Oct	Octobre.
Nov	Novembre.
Dec	Décembre.
pH.	Le potentiel hydrogène,
Mm	Millimètre.
°C	Degré Celsius.
Moy	moyenne
Max	maximum
Min	minimum
P	précipitation
T	température
Nj.	Nombre de jours.
V.	Vitesse.
Vt.	Vent.
Ha	Hectare.
Km	Kilomètre.
m	Mètre.
cm	Centimètre.
G	Gramme.
mg	Milligramme.
Kg	Kilogramme.
C	Carbone.

Liste des tableaux

Titre	Page
Tab.01. Répartition des superficies de la forêt de Sénalba Gharbi.....	21
Tab.02. Caractéristiques de la région d'étude.....	25
Tab.03. Les analyses pédologiques des échantillons prélevés dans la station d'étude de la région de Toughoursane.....	28
Tab.04: Températures maximales, minimales et moyennes mensuelles de la région d'étude durant la période (2006-2016).....	30
Tab.05. Précipitations moyennes mensuelles en mm durant la période (2006-2016)...	31
Tab.06 : La vitesse moyenne annuelle du vent durant la période (2006-2016).....	32
Tab.07: Nombre de jours annuels de gelée durant la période (2006-2016).....	32
Tab.08. Taux des moyennes de l'humidité relative moyennes mensuelles durant la période (2006-2016).....	33
Tab.09. Nombre de jours annuels de neige durant la période (2006-2016).....	33
Tab.10: L'évaporation moyenne mensuelle durant la période (2006-2016).....	34
Tab.11 : Avantages et inconvénients des 4 techniques principales.....	40
Tab.12: La liste des relevés floristiques de la forêt de Toughoursane réalisés durant le printemps 2016.....	50
Tab.13. Répertoire des espèces Scarabaeoidea récoltées dans la station d'étude durant la période d'étude.....	51
Tab.14. Richesse spécifique dans la forêt de Toughoursane.....	52
Tab.15. Nombre et Taux d'espèces et d'individus récoltés par sous-famille.....	54
Tab.16. Variations mensuelles de la richesse spécifique dans la forêt naturelle de Toughoursane.....	55
Tab.17. Variations saisonnières du nombre d'individus dans la forêt naturelle de Toughoursane.....	56
Tab.18. Variations mensuelles des températures moyennes, des précipitations et d'effectif des Aphodiidae dans la forêt naturelle de Toughoursane durant la période d'étude.....	57
Tab.19. Comparaison du nombre d'espèces capturées dans la forêt Toughoursane (Sénalba Gharbi) avec ceux de la forêt de Sénalba Chergui, Moudjbara et Chebeika...	59
Tab.20. Comparaison du nombre d'espèces et d'effectif capturés dans la forêt Toughoursane (Sénalba Gharbi) avec ceux de la forêt de Sénalba Chergui.....	60
Tab.21. Récapitulatif des mesures de diversités des espèces des Scarabaeoidea coprophages dans les 5 pièges C.S.R.	61

Liste des figures

Titre	Page
Fig.01 : Représentation schématique de la massue antennaire d'un Coléoptère Scarabéidé (EL Aïchar, 2014).....	06
Fig.02: Exemples de Scarabéides coprophages. A: Aphodiidae; B: Geotrupidae; C:Coprinae; D: Scarabaeinae EL Aïchar, 2014.....	06
Fig.03 : Etapes de dégradation d'une bouse de vache d'après HOUARD, in P.N.R B.S.N, 2005 (Dessins: X. HOUARD).....	07
Fig.04: Cycle de vie d'un insecte Scarabéidé coprophage d'après Doube et Dalton, 2003.....	08
Fig.05: Représentation de différents acteurs participatifs à la dessiccation d'une bouse (CHRISTOPHE, 2004).....	12
Fig.06: Représentation schématique de différentes guildes des coléoptères Scarabéidés coprophages (HUBERT, 2006).....	14
Fig.07: Situation géographique de la zone d'étude, forêt de Toughoursane (Djelfa)....	20
Fig.08: Vue aérienne montrant la situation de la forêt de Toughoursane (Djelfa).....	21
Fig.09. Fluctuation des précipitations moyennes annuelles sur plusieurs années.....	22
Fig.10. Température moyenne, minimale et maximale mensuelle de la région de Djelfa pour les deux trentaines (1913-1938) et (1977-2006).....	22
Fig.11. Diagramme Ombrothermique de la région de Djelfa pour les deux trentaines (1913-1938) et (1977-2006).....	23
Fig.12. Position de la région de Djelfa dans le climagramme d'Emberger pour les deux trentaines (1913-1938) et (1977-2006).....	23
Fig.13. Vue générale de la station d'étude (Toughoursane).	25
Fig.14. Variation des températures mensuelles minimales maximales durant la période (2006-2016).....	30
Fig.15. Fluctuation des précipitations moyennes annuelles durant la période (2006-2016).....	31
Fig.16. Le diagramme Ombrothermique (BAGNOUL et GAUSSEN) pour la région de Djelfa.....	35
Fig.17. Position de la région de Djelfa dans climagramme d'Emberger pour la période (2006-2016).....	36
Fig.18. Piège de type C.S.R. Vu en coupe (Dessin : X. HOUARD).....	41
Fig.19. Présentation du piège de type C.S.R.....	44
Fig.20. Observation à loupe binoculaire des insectes collectés (A,B)	45
Fig.21. Proportion du nombre d'espèce des deux sous-familles récoltés dans la forêt naturelle de Toughoursane.....	54
Fig.22. Proportion du nombre d'individus des deux sous-familles récoltés dans la forêt naturelle de Toughoursane.....	55
Fig.23. Variations mensuelles de la richesse spécifique dans la forêt naturelle de Toughoursane.....	56

Liste des figures (Suite)

Fig.24. Variations mensuelles du nombre d'individus dans la forêt naturelle de Toughoursane.....	56
Fig.25. Illustration des variations mensuelles des précipitations et d'effectif des Aphodiidae dans la forêt naturelle de Toughoursane durant la période d'étude.....	57
Fig.26. Illustration des variations mensuelles des températures moyennes et d'effectif des Aphodiidae dans la forêt naturelle de Toughoursane durant la période d'étude.....	58
Fig.27. Ordination de l'ensemble des stations pour toutes les espèces Scarabaeoidea Coprophages, selon les axes 1 et 2 à partir de DECORANA	61
Fig.28. Ordination de l'ensemble des pièges pour toutes les espèces Scarabaeoidea Coprophages, selon les axes 2 et 3 à partir de DECORANA	62
Fig.29. Ordination de l'ensemble des pièges pour toutes les espèces Scarabaeoidea Coprophages (sauf les espèces Sp.4 et Sp.16, selon les axes 1 et 3 à partir de DECORANA	63
Fig.30. Ordination de l'ensemble des pièges pour toutes les espèces Scarabaeoidea Coprophages (sauf les espèces Sp.4 et Sp.16, selon les axes 1 et 2 à partir de DECORANA	64
Fig.31. Dendrogramme de similarité de SORENSEN dans la classification des espèces Scarabaeoidea Coprophages récoltés durant sept mois dans la forêt naturelle de Toughoursane (Le premier cas).....	65
Fig.32. Dendrogramme de similarité de SORENSEN dans la classification des espèces Scarabaeoidea Coprophages récoltés durant sept mois dans la forêt naturelle de Toughoursane.(Deuxième cas).....	66

Introduction

Les écosystèmes forestiers jouent un rôle de première importance en ce qui concerne la conservation et la protection des sols et de l'eau, la lutte contre la désertification et l'amélioration des conditions de l'environnement (MACHOURI, 2006).

La forêt est considérée, ou doit être considérée, comme un écosystème ayant des rôles multiples qu'il convient de conserver ou de restaurer. C'est un conservatoire de biodiversité excellent parce qu'il existe plus d'espèces animales et végétales dans ce biotope que dans les milieux ouverts (DAJOZ, 2007).

Les forêts sont des éléments dynamiques. Connues déjà à l'état fossile, au milieu du dévonien, elles étaient très différentes de celles actuelles. Une caractéristique de ce changement est l'augmentation progressive de l'importance relative des végétaux ligneux par rapport aux herbacés, accompagnée en plus par une diversification des animaux, en particulier des insectes, ce qui montre l'importance du milieu forestier dans l'établissement de la diversité animale (RETALLACK, 1997).

La wilaya de Djelfa possède un patrimoine forestier mélangé entre forêts naturelles et autre artificielles ou reboisements. D'après les données de la conservation des forêts de Djelfa, les forêts naturelles de la wilaya de Djelfa sont constituées par 6 massifs bien distincts, d'une superficie globale de l'ordre de 152.753,0578 hectares. Parmi ces massifs, il est à citer celui de Sénalba Gharbi, localisé au sud-ouest de la commune de Djelfa, c'est une forêt naturelle de l'Atlas saharien qui constitue l'un des derniers rideaux biologiques séparant le milieu aride des zones semi arides, elle s'étend sur une surface de protection de 42 255 hectares. En outre, le reboisement dans cette forêt possède une place bien particulière, avec une superficie de 19 182,20 hectares. Ce reboisement est consacré au Pin d'Alep (*Pinus halepewnsi*. Mill).

Les Arthropodes occupent une place bien particulière dans l'écosystème forestier. En effet les Arthropodes, outre le fait qu'ils constituent de bons indicateurs biologiques, sont pour une large part des éléments essentiels de la disponibilité alimentaire pour de nombreuses espèces animales (CLERE et BRETAGNOLLE, 2001). Les insectes, qui représentent le groupe le plus riche en espèces, jouent dans les forêts plusieurs rôles, tous sont très importants. Nous pouvons trouver, par exemple, des insectes phytophages, décomposeurs, pollinisateurs, prédateurs, parasites ou vecteurs d'organismes pathogènes

L'étude des insectes forestiers, outre son intérêt économique, est riche d'enseignements car ils vivent dans un milieu qui, par sa permanence et sa complexité, est très différent des zones cultivées (DAJOZ, 1980). En région méditerranéenne, les Coléoptères Scarabéidés participent le plus activement à la dilacération, la fragmentation et le transport vertical des excréments, dans la mesure où ces organismes sont actifs durant une très grande partie de l'année (LUMARET, 1978, 1983, 1986; LUMARET et KIRK, 1987, 1991).

Plusieurs études ont été réalisées partout dans le monde, sur les insectes coprophages associés aux bovins, équins, ovins et porcins (LUMARET, 1978; C. ROUGON et D. ROUGON, 1980, 1983; CAMBEFORT, 1989; KADIRI, 1993; JAY-ROBERT, 1997; ERROUSSI, 2003; NIOGRET, 2007; LABIDI 2007; GHERIB, 2009). En revanche, Très peu de travaux sont réalisés sur les Scarabéidés coprophages en Algérie, on peut citer AMRAOUI (2011), Structure des communautés de Scarabaeoidea coprophages dans différents écosystèmes pâturés en zone steppique, Djelfa. BELHADJ (2011), s'est intéressé à la Composante des Scarabaeoidea associés aux cervidés et bovidés de la réserve de chasse d'Ain Maabad- Djelfa. El AICHAR (2014), a fait étude sur la Composition et l'organisation du peuplement de scarabéidés coprophages dans le Nord-Est Algérien.

Cependant nous nous heurtons à un manque de connaissance scientifique sur la structure des scaraboidea coprophages induites par ces perturbations.

Ce travail est réalisé dans la forêt naturelle de Toughoursane ; c'est un milieu naturel où peu d'études récentes des coléoptères coprophages (scaraboidea) ont été faites.

L'objectif principal de cette étude est d'établir un inventaire le plus exhaustif possible (liste actualisée) des coléoptères (scaraboidea) au niveau de la forêt de Toughoursane dans la région de Djelfa et d'étudier l'influence du milieu abiotique et biotique sur leurs diversités en général.

Cette étude est présentée d'une manière classique selon une approche qui s'articule en quatre chapitres structuré comme suit :

Le premier chapitre représente une synthèse bibliographique sur les Coléoptères coprophages, le second chapitre est consacré à la présentation de la région d'étude avec ses caractéristiques biotiques et abiotiques. Le troisième chapitre renferme d'une part la station d'étude choisie et d'autre part la technique employée sur le terrain comme celle de la méthode de C.S.R, ainsi que la méthode d'identification au laboratoire et les différents moyens mis en œuvre pour l'exploitation des résultats et discussion tels que les indices écologiques et les méthodes statistiques. Le quatrième chapitre rassemble les résultats obtenus dans notre station d'étude choisie et les discussions, et enfin //une conclusion générale.

Chapitre I:

Synthèse Bibliographique

I.1. Généralités sur les Arthropodes:

Les Arthropodes constituent le plus grand embranchement animal. On estime que le nombre d'espèces varie de 5 à 10 millions. La taille varie entre 0,1 mm et 60 cm de long (JURED, 2000).

Ils représentent actuellement plus des 3/4 des espèces animales connues. Plus de 900.000 espèces sont répertoriées et on en découvre chaque année de nouvelles (HAMAIDI, 1992).

Selon JEANNEL (1941), cet embranchement ne paraît pas menacé de disparition dans un avenir proche, car ses facilités de reproduction et son énorme diversité lui permettent de s'adapter aux modifications du milieu.

Les Arthropodes sont des invertébrés, ils se caractérisent par la présence de pattes articulées et par un squelette externe chitinisé, divisé en segments ou anneaux dont certains portent des paires d'appendices articulés et également par une croissance accompagnée de mues.

Étymologiquement le terme « Arthropode » vient d'arthron signifiant articulation et podos signifie pieds, « Arthropodes » veut dire « qui a des pieds articulés », ce groupe a été créé en par SIEBOLD et STANNIUS (1845), sous ce nom sont groupés (Les animaux de forme parfaitement symétrique, pourvus d'organes locomoteurs articulés, et dans les masses centrales du système nerveux constituent un anneau ganglionnaire entourant l'œsophage et une chaîne ganglionnaire ventrale portant un anneau).

Si l'on excepte les pro-arthropodes (Trilobitomorphes), on peut diviser les arthropodes de la façon suivante :

1- Chélicerates:

- a- Merostomacés;
- b- Arachnides;
- c- Pycnogonides.

2-Antennates ou Mandibulates:

- a- Crustacés ;
- b- Myriapodes ;
- c- Insectes (ROTH, 1974).

I.1.1. Généralités sur les insectes:

Les insectes constituent dans le règne animal la classe prédominante tant par le monde des espèces (certainement plus d'un million des espèces animales vivantes) que par le nombre des individus. Diversité, abondance, mais aussi présence dans tous les milieux tels sont les caractéristiques du « monde des insectes » (SOUCHON, 1974).

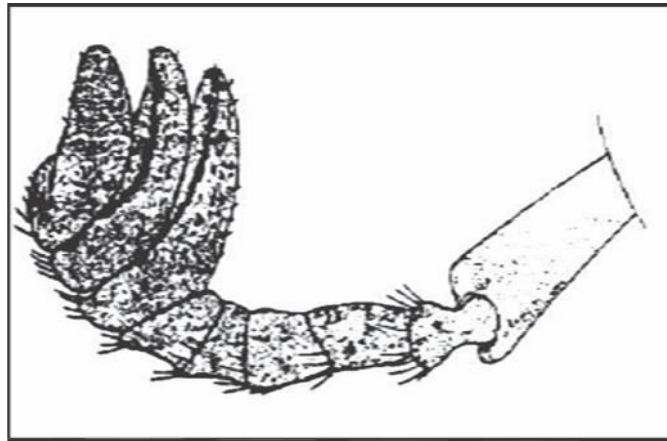
Les insectes, ou hexapodes (six pattes) représentent à eux seuls les neufs dixièmes des Arthropodes. La classe, fort riche quantitativement, renferme des types structuraux différenciés, mais possédant tous un certain nombre de caractères fondamentaux (PIERRE, 1965).

Les insectes comme tous les êtres vivants participent à l'équilibre des écosystèmes. Il existe environ 1 millions d'espèces qui sont actuellement décrites, ce qui représente 90% de toutes les espèces animales connues (HOFFMANN, 2007). Ces animaux de taille et de forme variables, occupent toutes les niches écologiques.

L'ordre des Coléoptères compte le plus grand nombre d'espèces suivi par celui des Hyménoptères et des Diptères (LUMARET, 2010). Parmi les Coléoptères, les représentants de la superfamille des Scarabaeoidea comportent trois familles principalement coprophages: les Geotrupidae, les Aphodiidae et les Scarabaeidae (BARAUD, 1985). Ces insectes communément appelés les bousiers, comptent près de 600 espèces en Europe occidentale et 273 espèces et sous espèces en France (LUMARET, 1980). En Tunisie, 132 espèces (BARAUD, 1985). En Algérie 94 espèces ont été décrites par (BARAUD, 1985). Cette faune est étroitement liée aux écosystèmes pâturés et y participent activement à la dilacération et au recyclage des déjections animales. Cette faune suffisamment connue en France méditerranéenne (LUMARET, 1983; 1989; KADIRI et *al*, 1997; ERROUISSI, 2003) et en Espagne (GALANTE et *al*, 1993; SANCHEZ PIÑERO et *al*, 2004), reste très peu étudiée en Afrique du Nord. Les seuls travaux disponibles actuellement sont ceux d'ERROUISSI et *al*. (2009, 2011) et (LABIDI, 2007) ainsi que (LABIDI et *al*, 2012) en Tunisie. (JANATI, 1999 et HALOTI, 2006) au Maroc. et (AMRAOUI, 011 et EL AICHAR, 2013) en Algérie.

I.1.2. Les Coléoptères Scarabéidés coprophages (les bousiers):

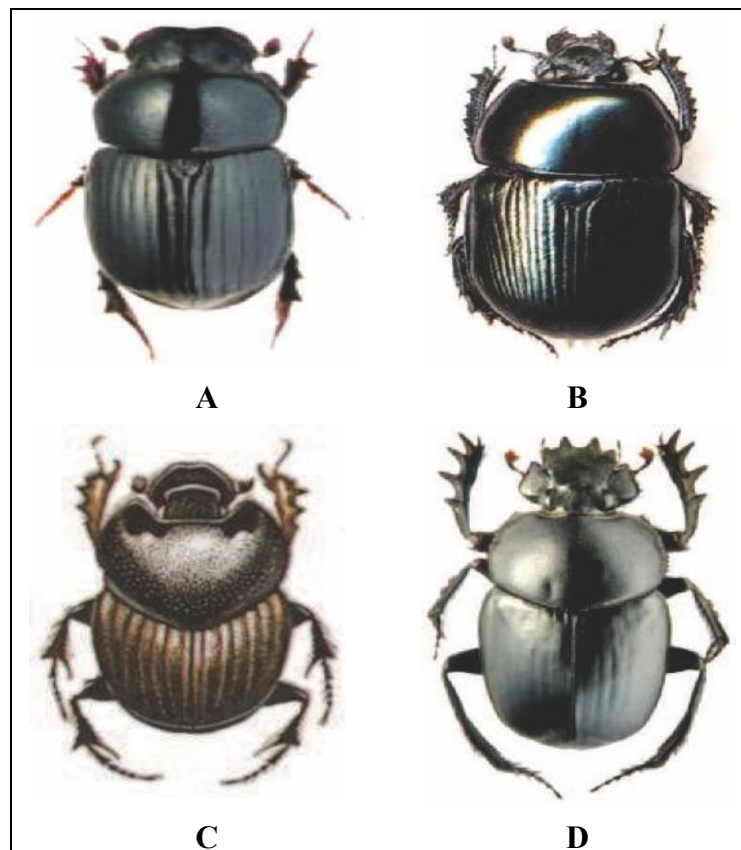
Les Coléoptères sont éparpillées dans un ensemble de superfamilles parmi lesquelles la superfamille des Scarabaeoidea appelée aussi les lamellicornes avec des antennes à massue lamellaire (Fig1). Ces antennes insérées en avant et près des yeux, se composent de sept à onze articles dont le premier (scape) est relativement allongé et renflé à l'apex, les suivants, compris entre le scape et la massue terminale, constituent le funicule (LUMARET, 1980).



Source : EL Aichar, 2014.

Fig.01 : Représentation schématique de la massue antennaire d'un Coléoptère Scarabéidé.

La superfamille des Scarabaeoidea se répartie en 25 familles dans le monde dont seulement 3 familles sont coprophages et se nourrissent des déjections de mammifères : les Aphodiidae, les Geotrupidae et les Scarabaeidae (avec deux sous-familles les Coprinae et les Scarabaeinae) (Fig2).



Source : EL Aichar, 2014.

Fig.02 : Exemples de Scarabéides coprophages. A: Aphodiidae; B: Geotrupidae; C:Coprinae; D: Scarabaeinae.

Les Coléoptères Scarabéides Laparosticti, plus communément regroupés sous le nom de « coléoptères coprophages », contribuent au recyclage des matières fécales. En consommant, en enfouissant et en aérant les excréments, ces insectes permettent une remise en circulation rapide des éléments minéraux. Ils augmentent ainsi de manière importante la productivité des écosystèmes et assurent une production fourragère de meilleure qualité. Une bouse de vache privée de diptères et de coléoptères coprophages mettra deux fois plus de temps à se décomposer (DUPONT & LUMARET, 1997). Ces insectes remplissent donc un rôle prépondérant dans les écosystèmes pâturés (LUMARET, 2000).

L'étude de ces coléoptères apporte un regard important sur cet équilibre de l'écosystème. En effet, les processus d'aération, de brassage et d'enfouissement des matières fécales par ces insectes stimulent directement le développement des champignons, des bactéries et des microarthropodes du sol (collembolés, acariens oribates...), dont les actions combinées sont indispensables à l'accomplissement de ce recyclage (LUSSENHOP *et al.*, 1980; LUMARET, 2000) (Fig.3).

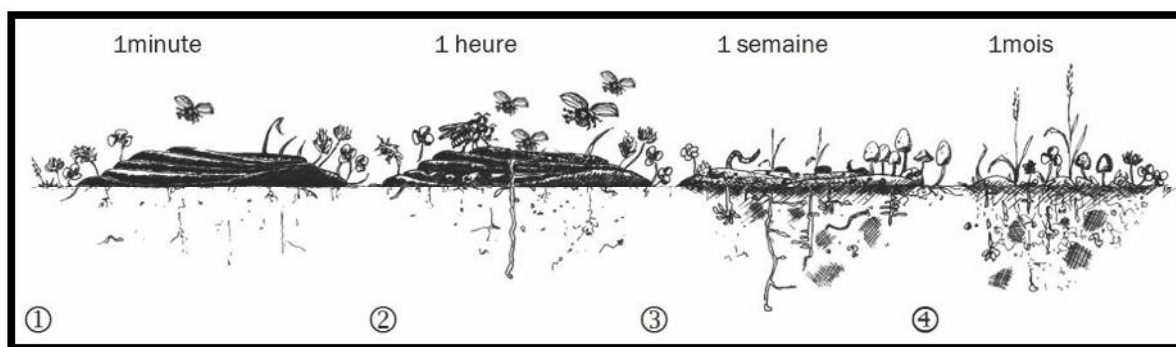
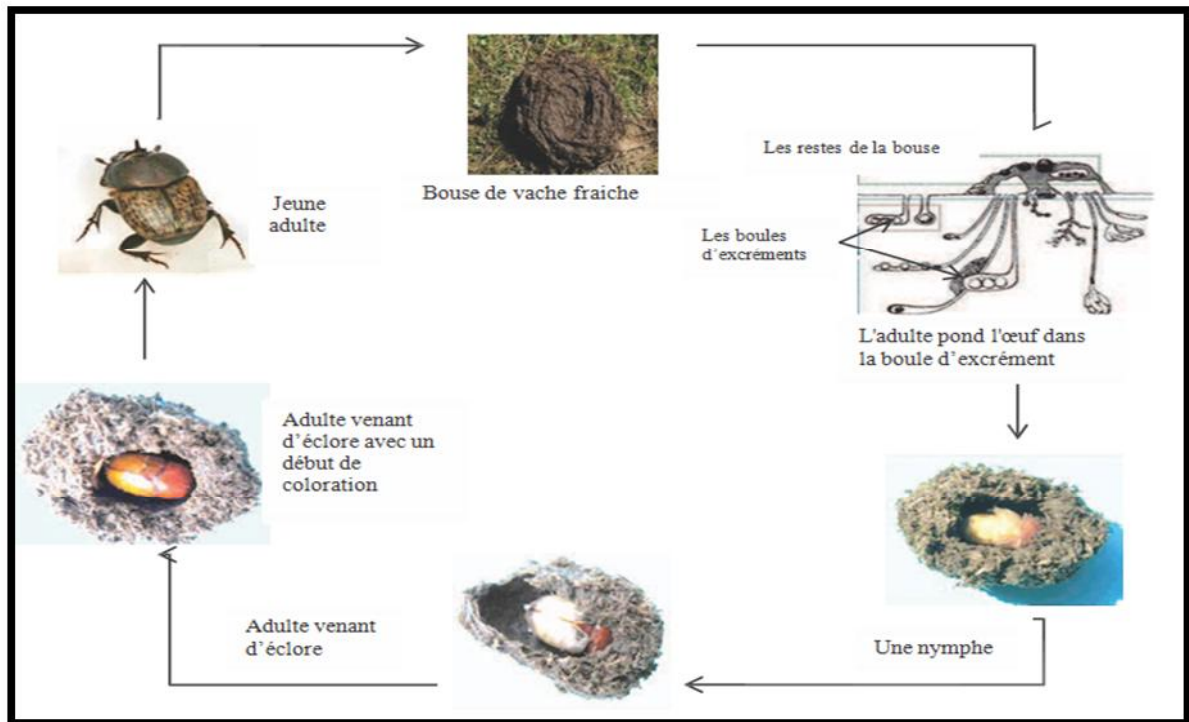


Fig.03 : Etapes de dégradation d'une bouse de vache d'après HOUARD, in P.N.R B.S.N, 2005 (Dessins: X. HOUARD).

- 1-** Bouse fraîche (émission de substances attractives), arrivée des premiers coprophages.
- 2-** Colonisation importante par les organismes coprophages (oxygénation et consommation de la matière, ponte).
- 3-** Champignons et bactéries se développent, la faune endogée (lombrics) incorpore la matière organique au sol superficiel.
- 4-** La végétation profite du sol aéré et enrichi.

I.1.2.1. Le développement post embryonnaire :

Généralement tous les bousiers suivent le même schéma général de développement (Fig.04). Trois stades larvaires (œuf, nymphe et adulte), qui se développent dans un terrier séparés par des mues. En effet, l'éclosion de l'œuf qui a été pondu sur un petit monticule donne une larve qui consomme les aliments mis à sa disposition. Elle agrandit progressivement la chambre alimentaire tout en se dirigeant vers le pôle opposé de la boulette. Ses excréments sont refoulés vers la partie supérieure de la chambre. Après avoir mué une troisième fois elle se nymphose dans une coque dure formée avec ses propres déjections pour donner enfin un adulte qui commence sa vie sous la terre (LUMARET, 1980).



Source : DOUBE, 2003.

Fig.04: Cycle de vie d'un insecte Scarabéidé coprophage d'après

Doube et Dalton, 2003.

I.2. Fonctionnement des pâturages:

Dans les écosystèmes pâturés, les insectes remplissent des fonctions capitales depuis la pollinisation des espèces végétales jusqu'au recyclage des déjections produites par les herbivores (LUMARET, 2010). L'optimisation de leur recyclage passe par leur enfouissement dans le sol par les insectes coprophages, ce qui permet par la suite aux micro-organismes de jouer leur rôle dans le processus d'humification et de minéralisation (BREYMEYER *et al.*, 1975; DESIERE, 1983; LOISEAU *et al.*, 1984; CHRISTOPHE, 2004). En conséquence, il y aura une augmentation notable de la teneur du sol en carbone organique, azote, phosphore, et acides humiques (ROUGON *et al.*, 1988). Les Coléoptères Scarabéidés coprophages participent de la sorte, activement à la dégradation des déjections animales dans les pâturages et les agro-écosystèmes pâturés. La persistance de ces déjections durant le premier mois qui suit leur dépôt peut entraîner des perturbations graves dans le fonctionnement de ces écosystèmes (BREYMEYER *et al.*, 1975; DESIERE, 1983; LUMARET, 1983; LUMARET & KADIRI, 1991; GITTINGS, 1994; KADIRI, 1993; KADIRI *et al.*, 1997). En l'absence de décomposition, il se produit une immobilisation de la matière organique et des éléments minéraux contenus dans la bouse, d'où une perturbation locale des cycles de la matière (ELAICHAR *et al.*, 2013)

Plusieurs facteurs biotiques et abiotiques conditionnent la disparition des déjections animales dans les milieux pâturés. Parmi les facteurs abiotiques on peut citer les conditions climatiques (humidité, température, climat local, radiation solaire, pluviosité, vent...), les caractéristiques physicochimiques des excréments (teneur en eau,

humidité, texture et pH) qui dépendent de l'animal qui produit les excréments (petit, grand, herbivore, carnivore...etc), la nature du sol (texture, structure, pH, humidité, dureté...), l'altitude, le degré d'ouverture des milieux, la charge pastorale (BREYMEYER *et al*, 1975; LUMARET, 1983; LUMARET et KRIK, 1987; Gaspar, 1987; LUMARET *et al*, 1992; KADIRI, 1993; LOBO *et al*, 1997; BARTH, 2002; ERROUSSI, 2003; CHRISTOPHE, 2004; ERROUSSI *et al.*, 2004, 2009,2011; LABIDI., *et al* 2012). Quant aux facteurs biotiques, ils correspondent principalement aux interactions inter et intra-spécifiques qui ont eu lieu à l'intérieur de la matière fécale entre les bousiers eux-mêmes ou entre les bousiers et les autres groupes zoologiques principalement les Diptères et les lombrics.

I.3. Importance des Scarabéidés coprophages dans les pâturages :

En région méditerranéenne, les coléoptères Scarabéidés participent le plus activement à la dilacération, la fragmentation et le transport vertical et horizontal des excréments, dans la mesure où ces organismes sont actifs durant une très grande partie de l'année (LUMARET & KIRK, 1987). Les lombrics contribuent aussi à l'enfouissement, mais leur action est plus déterminante dans les régions tempérées et fraîches (HOLTER, 1979). Cependant, même lorsque les lombrics sont dominants, leur activité est largement favorisée par la présence et par l'activité des insectes qui les ont précédés dans les déjections. L'enfouissement des excréments par les insectes coprophages conduit à un enrichissement des horizons édaphiques sous-jacents (BREYMEYER *et al.* 1975), ce qui stimule les populations de micro-arthropodes du sol précédemment cité (BERTRAND et LUMARET, 1984). Le brassage dû à l'enfouissement augmente généralement d'une manière significative le rapport bactéries/hyphes mycéliens (LUSSENHOP *et al*, 1980), favorisant de la sorte le développement des bactéries ammonifiantes qui accélèrent le recyclage de la matière fécale et donc la circulation de l'azote dans les écosystèmes pâturés (BREYMEYER *et al*, 1975; LOISEAU *et al*, 1984). Les déplacements actifs de la mésofaune édaphique vers la source attractive (BERTRAND et LUMARET, 1984; LUMARET *et al*, 1989) contribuent à accélérer les processus de minéralisation des excréments. En effet les microarthropodes profitent des galeries ouvertes par les insectes coprophages pour coloniser et transformer les excréments en une annexe épigée du sol. Transportant passivement des conidies accrochées à leurs téguments (MAC FADYEN, 1964), ils ensemencent ainsi le cœur des bouses en micro-organismes d'origine tellurique.

Ce système complexe d'interactions biotiques et abiotiques facilite considérablement la minéralisation ultérieure des déjections et leur disparition de la surface des pâturages. De ce fait, les invertébrés coprophages constituent un groupe clé du fonctionnement des écosystèmes pâturés (NICHOLS *et al*, 2008; LOSEY et VAUGHAN, 2006). L'ensemble des processus empêchant l'accumulation des bouses et la formation de refus permet de maintenir la fertilité des pâturages (LOISEAU *et al*, 1984). La persistance de cette matière organique à la surface de sol peut entraîner:

- **L'absence des galeries:** La bouse reste très compacte et après son dessèchement complet elle se réhydrate difficilement. L'absence des galeries ne facilite guère sa colonisation ultérieure par la mésofaune édaphique et par la

même son ensemencement par les spores et les bactéries, d'autant plus que les conditions hydriques au cœur de la bouse sont souvent défavorables (KADIRI, 1993).

- **Immobilisation de la matière organique (énergie potentielle):** Les éléments minéraux et organiques contenus dans la bouse restent intacts sur le sol. Ce qui provoque la création des refus. Au contraire leurs enfouissements sous une forme fractionnée accélèrent la circulation de l'azote dans l'écosystème et modifie la structure du sol en augmentant la stabilité et la capacité de rétention de l'eau au bénéfice de la végétation qui profite de la minéralisation de cette matière organique (LUMARET, 1980; LOISEAU *et al*, 1984; BERYMEYER *et al*, 1975).
- **Des possibilités accrues de transmission des parasites:** Les œufs des parasites persistent dans les bouses non décomposées, ce qui multiplie les risques de transmission des parasites au bétail et donc accroît les besoins de traitements sanitaires (LUMARET et KRIK, 1987), alors qu'en présence des adultes de Scarabéidés, une bonne partie des œufs des parasites intestinaux sont détruites (FINCHER, 1975, NICHOLS *et al*, 2008).

Sur ces bases, la valeur économique des bousiers pour les seuls Etats-Unis d'Amérique a ainsi été estimée à 2 milliards de dollars (US \$) par an qui, en absence de ces insectes, seraient à dépenser par l'ensemble du secteur agricole en engrais supplémentaires, interventions techniques et multiplication des traitements sanitaires du bétail (FINCHER, 1981; NICHOLS *et al*, 2008; LOSEY et VAUGHAN, 2006). C'est d'ailleurs pour pallier le dysfonctionnement des pâturages australiens (du fait de la rareté des Scarabéidés coprophages capables de recycler les bouses des bovins introduits) que le Commonwealth Scientific Industrial and Research Organization (C.S.I.R.O.) a dépensé entre 1970 et 1985 plusieurs millions de dollars pour introduire en Australie une quarantaine d'espèces exotiques de bousiers, à la fois pour réduire les effectifs des mouches qui se développaient sans concurrence dans les déjections et attaquaient le bétail, et pour prévenir l'accumulation des bouses qui, non enfouies, conduisaient à une perte annuelle cumulée d'environ un million d'hectares de pâturages (WATERHOUSE, 1974; BORNEMISSZA, 1979; DOUBE *et al*, 1991; KIRK et LUMARET, 1991).

Enfin, (LUMARET et KADIRI, 1995) ont prouvé que l'élimination des insectes coprophages pendant le premier mois qui suit le dépôt d'une bouse a engendré un ralentissement considérable de sa vitesse de dégradation, avec le plus souvent un dédoublement du temps nécessaire à sa disparition de la surface de sol.

I.4. Les acteurs de la dégradation des excréments :

A peine déposé, les excréments sont envahis par une faune très diversifiée constituée principalement d'arthropodes qui n'agissent pas tous en même temps mais se succèdent en escouades l'une préparant l'arrivée de l'autre (DESIERE, 1983; CHRISTOPHE, 2004). Les insectes et en particulier les Diptères et les Coléoptères

comptent parmi les représentants les plus typiques et les plus abondants des bouses. (FINNE et DESIERE, 1971).

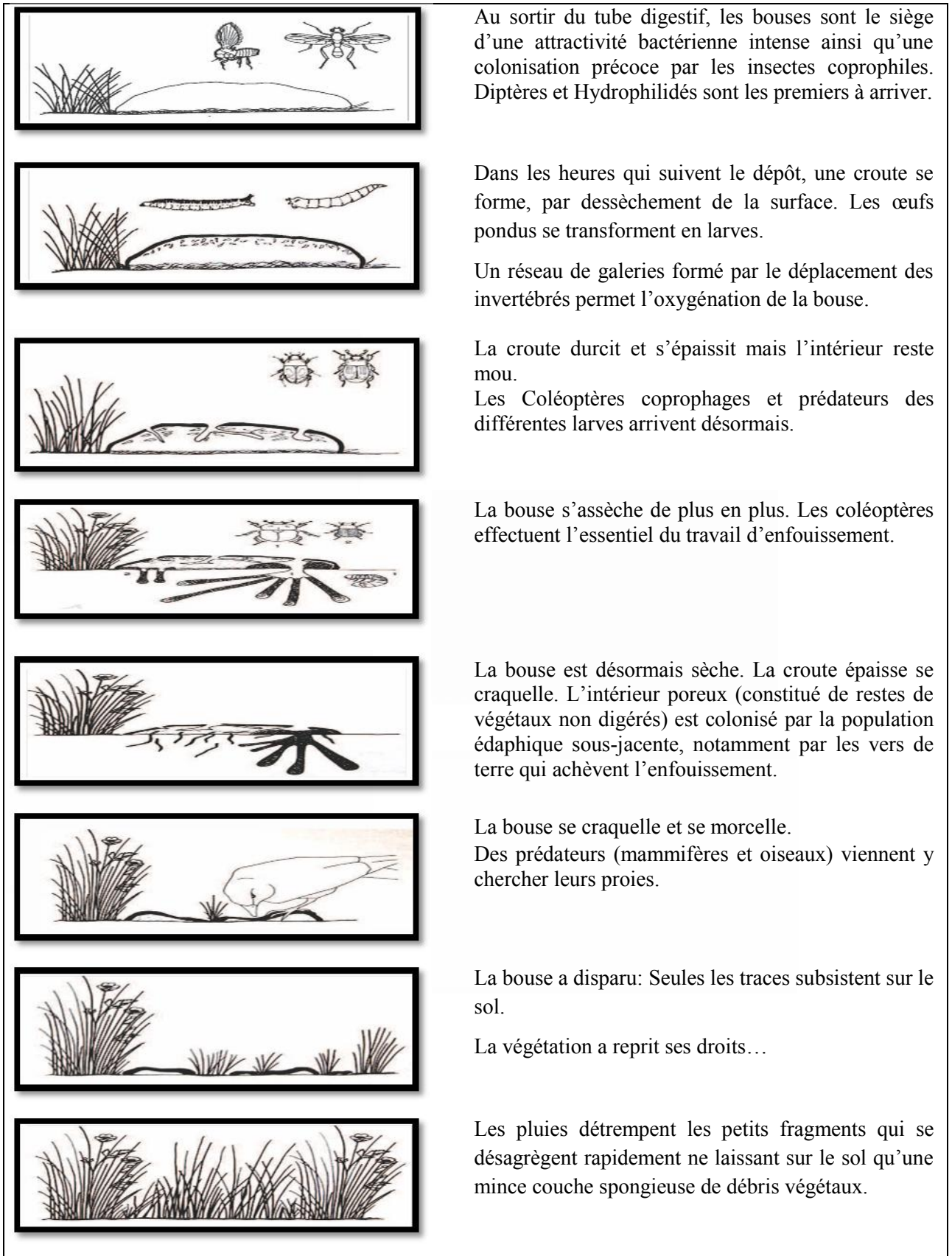
La première vague est présentée par les Diptères (familles des Calliphoridae, Muscidae, Psychodidae, Sarcophagidae et Sepsidae) qui sont attirés par les substances odorantes qu'elles contiennent, pondent un grand nombre d'œufs quelques heures après le dépôt de la bouse (CHRISTOPHE, 2004; LOISEAU *et al*, 1984).

La deuxième vague de colonisation est marquée par l'arrivée des Coléoptères coprophiles et coprophage qui s'installent jusqu'à 5 jours après le dépôt (HANSKI, 1980) leur biomasse atteint sa valeur maximale dans la bouse fraîche vers le huitième jour. A partir du huitième jour, elle diminue et finit par être nulle dans les bouses de plus de 25 jours (FINNE et DESIERE, 1971). Ces insectes se répartissent en deux groupes :

- Les prédateurs qui rassemblent les familles des Hydrophilidae, (localisés sous la bouse) des Staphylinidae et les Histeridae.
- Les coprophages qui sont surtout représentés par les Scarabéidés et qui se répartissent dans la bouse d'une manière plus ou moins égale. Ils vont utiliser ces déjections animales comme source de nourriture et lieu de ponte.

La troisième vague est représentée par les nématodes et les acariens phorétiques qui ont été véhiculés par les Coléoptères et qu'ils quittent dès leur entrée dans les excréments.

Le stade ultime de l'évolution de l'excrément est marqué par la disparition progressive de la barrière écologique excrément/sol, avec la participation de plus en plus importante de groupes édaphiques comme les Collembolés, les Acariens, les Lombrics et les Diplopodes (Fig.5).



Source : CHRISTOPHE, 2004.

Fig.05: Représentation de différents acteurs participatifs à la dessiccation d'une bouse.

I.5. Organisation des Scarabéidés coprophages en guildes et partage de la ressource trophique:

Les Coléoptères scarabéidés coprophages constituent un groupe taxonomique relativement diversifié (l'ordre de 8000 espèces) au sein de la superfamille des Scarabaeoidea. La coexistence des différentes espèces au sein des peuplements est facilitée par l'existence de guildes que l'on peut définir comme des ensembles d'espèces qui se trouvent au même moment au même endroit et qui se partagent la même ressource disponible (ROOT, 1967). Les différentes espèces ont ainsi développé plusieurs stratégies d'utilisation complémentaires de la ressource éphémère que constitue l'excrément. Nous pouvons considérer que ces insectes sont répartis en trois familles et trois guildes principales (Fig.06).

I.5.1. La guildes des « Résidents » ou « Endocoprines » (BORNEMISSZA, 1969; DOUBE, 1990) :

Ce sont les premiers insectes qui arrivent sur la bouse, cette guildes est représentée par la famille des Aphodiidae. Les Aphodiidae constituent la famille la plus cosmopolite et qui compte le plus grand nombre d'espèces dans la région paléarctique occidentale (HANSKI et CAMBEFORT, 1991). Elle rassemble des espèces de taille modeste (moins de 10mm) et est représentée jusqu'aux régions subpolaires et à haute altitude. La plupart des espèces sont endocoprines et ont des durées de développement sensiblement plus courtes que celles observées pour les autres familles. Ces insectes colonisent très tôt les excréments (HANSKI et CAMBEFORT, 1991) et ils y pondent leurs œufs. Les larves se développent au sein de la masse stercorale puis migrent dans le sol pour la nymphose. Cette stratégie est celle de nombreux Aphodiidae dont la femelle compense la non-protection de la progéniture par une forte fécondité (LUMARET, 1989).

I.5.2. La guildes des « Fousseurs » ou « Paracoprines » (BORNEMISSZA, 1969; DOUBE, 1990) :

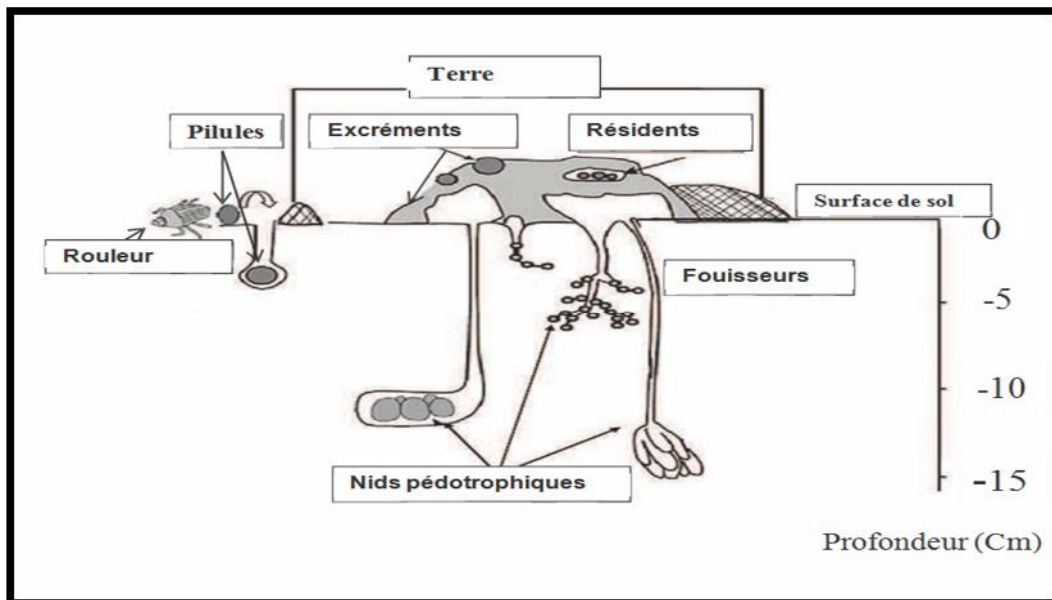
Ce sont des espèces qui enterrent leurs réserves sous masse stercorale, ou à son contact immédiatement sans leur faire subir de transport horizontal, la majorité de ces espèces sont des Geotrupidae et des Coprinae (Famille de Scarabaeidae) (HALFFTER et MATTHEWS, 1966). Les Coprinae sont représentés par « les petitsousseurs » (*Euoniticellus*, *Euonthophagus* et *Onthophagus*) et « les grosousseurs » (genre *Bubas* et *Copris*). La profondeur de nids pédotrophiques peuvent atteindre 1,5m (LUMARET, 1980), la profondeur et l'architecture de nids sont spécifique à chaque espèce (LUMARET, 1995) ce qui limite la concurrence, la prédation et la dessiccation des réserves destinées aux larves (LUMARET, 1980).

Les géotrupes sont des insectes « troueurs de terre »ousseurs par excellence ayant un corps trapu, lourdauds et puissant aux reflets métalliques avec un corps convexe et fortement bombé (LUMARET, 1980). Leurs pattes avant sont fortes et dentées, ce qui facilite l'activitéousseuse. La pluparts des géotrupes sont monogames, le male et la femelle d'un couple creusent ensemble des galeries, pour y abriter ultérieurement des réserves et des œufs. Les Geotrupidae, qui semblent être à la fois la famille la plus

ancienne et la moins diversifiée comprend des espèces ailées, ayant une aire de distribution généralement assez vaste, et des espèces aptères (*Thorectes sensu lato*), beaucoup plus nombreuses (LÖBL et SMETANA, 2006) et aux aires de distributions réduites (beaucoup d'endémiques) (LUMARET et LOBO, 1996).

I.5.3. La guilde des « Rouleurs » ou « Télécoprides » (BORNEMISSZA, 1969; DOUBE, 1990)

Les rouleurs sont représentés par la sous-famille des Scarabaeinae (Famille des Scarabaeidae). Appelés encore les « piluliers », les imagos ont un comportement nidificateur très évoluée et peuvent confectionner des boules qu'ils font rouler jusqu'au terrier très loin de la bouse pour leur propre consommation ou pour l'édification des nids pédotrophiques servant à la réception de la ponte. La guilde des rouleurs regroupe les genres *Gymnopleurus*, *Sisyphus* et *Scarabaeus*, leurs pattes postérieurs grêles et langues leurs permettent de rouler la boule d'excréments sur plusieurs mètres avant de l'enterrer (DOUBE, 1990). Les Scarabaeinae et les Coprinae sont considérés comme étant des groupes thermophiles.



Source : HUBERT, 2006.

Fig.06 : Représentation schématique de différentes guildes des coléoptères Scarabéidés coprophages.

I.6. Importance de la bouse:

La bouse est le produit de la digestion des végétaux ingérés par les bovidés. Les différents remaniements dans les «estomacs» puis le tube digestif de ces végétaux permettent une assimilation et une intégration d'une partie seulement des matières ingérées, le reste étant éliminé dans les bouses. Ces dernières sont donc riches en différents éléments organiques (CHRISTOPHE, 2004).

C'est pour cette raison que la bouse représente un engrais de qualité notamment pour sa forte teneur en azote, élément primordial pour le développement des végétaux.

Probablement depuis que le bœuf a été domestiqué pour aider au travail des champs, la bouse a été utilisée comme engrais améliorant considérablement le rendement des cultures. Aujourd'hui encore la pratique de l'épandage est très répandue dans le milieu de l'élevage (CHRISTOPHE, 2004).

L'emploi de la bouse sous forme de fumier (mélange de bouse et de litière) ou de lisier (bouse, urine, eau et débris pailleux) sur les cultures ou dans les champs pour en améliorer le rendement par l'apport d'agents fertilisants (en particulier l'azote), représente certainement l'emploi le plus important et le plus courant des excréments de vache. Le dépôt d'une bouse entraîne un enrichissement du sol sous-jacent en différents bioéléments nécessaires au développement végétal.

Cette pratique connue de tous et encore largement utilisée consiste, en général au printemps, quand le besoin des végétaux en croissance est maximal, à épandre sur la surface des sols le mélange de litière et de bouse ou de lisier, accumulé pendant la saison hivernale quand les bêtes sont à l'étable (CHRISTOPHE, 2004).

Cette méthode simple représente l'utilisation la plus courante et la plus importante en quantité, des déjections du bétail, et s'applique encore aujourd'hui. Dans les systèmes pâturés, une partie importante de la production primaire prélevée par les grands mammifères herbivores, retourne au sol sous forme de déjections. Les excréments de bovidés occupent donc un pôle énergétique capital dans l'écosystème prairie.

L'optimisation de leur recyclage passe par leur enfouissement dans le sol par les insectes coprophages, ce qui permet par la suite aux microorganismes de jouer leur rôle dans les processus d'humification et de minéralisation. Un tel processus d'enrichissement des horizons édaphiques en humus et en matières minérales, améliore les propriétés physico-chimiques du sol et augmente la production primaire. (CHRISTOPHE, 2004)

Le pâturage accélère grandement les processus de recyclage des éléments biogènes du milieu, car les excréments sont des produits organiques ayant déjà été transformés lors du transit intestinal, donc plus facilement minéralisables que la litière brute. En fait, la dégradation naturelle des bouses résulte d'une série complexe d'évènements à la fois biologiques, certes, mais aussi physiques et mécaniques. Au pâturage, la richesse de la faune du sol, le climat et la saison semblent ainsi, en l'absence de traitements antiparasitaires du bétail, être les principaux facteurs influant sur la vitesse de dégradation des bouses. (CHRISTOPHE, 2004)

Selon la région, les facteurs climatiques (humidité, température, pluie, gel, vent, déshydratation, microclimat...) et les facteurs biologiques, auront des poids différents dans les mécanismes de dégradation: sous des climats tempérés, les facteurs climatiques, certes variables selon la saison, sont plutôt en faveur d'une dégradation rapide des bouses; en revanche, sous des climats plutôt de type méditerranéen, où les conditions climatiques sont peu favorables à la dégradation naturelle des bouses, l'importance de l'action biologique est primordiale (HERRICK et *al*, 1995).

L'importance de la faune du sol est donc grande, non seulement dans l'enfouissement et la disparition des bouses de la surface du sol mais aussi dans le

maintien des propriétés physiques du sol. En effet, par leurs actions mécaniques (brassage, déplacements, création de véritables réseaux de galeries...), ces invertébrés du sol luttent contre le phénomène de compaction et améliorent les propriétés physiques du sol (texture, taux d'infiltration, porosité) entraînant un meilleur rendement de la pâture (HERRICK, et al, 1995).

Ces restitutions au pâturage, représentent une importante source de matière organique et minérale qui doit être remaniée, dégradée, décomposée, enfouie et transformée afin d'être à nouveau disponible dans l'écosystème, par sa réintégration au sol. L'importance de ce processus de recyclage est donc primordiale pour le bon fonctionnement de l'écosystème prairial.

I.7. Menaces pesant sur les insectes coprophages:

Nous avons montré que le pâturage accélérât les processus de recyclage de la matière fécale, cette dernière étant en majeure partie constituée d'éléments organiques déjà transformés. Ces excréments sont en principe plus facilement minéralisables que la litière brute puisqu'ils ont déjà subi des attaques chimiques et physiques lors du transit intestinal. Toutefois, le fonctionnement des écosystèmes pâturés est amélioré par un recyclage rapide des déjections animales lorsqu'ils sont dilacérés et enfouis par les coprophages.

Plusieurs expérimentations ont montré que l'élimination des insectes coprophages durant le premier mois qui suit le dépôt des excréments se traduit par un ralentissement considérable de sa vitesse de dégradation, avec le plus souvent dédoublement du temps nécessaire à sa disparition de la surface du sol (KADIRI, 1993; LUMARET et KADIRI, 1995). Actuellement, ce groupe clé de la chaîne des décomposeurs (Coléoptères Scarabéides et larves de Diptères coprophages, mésofaune édaphique, Lombriciens) peut être menacé par l'utilisation de certains antiparasitaires utilisés en médecine vétérinaire administrés au bétail, sous diverses formulations et doses, ces anthelminthiques se retrouvent à l'état actif dans les fèces et peuvent de la sorte avoir des effets indésirables sur les insectes coprophages (CAMPBELL, 1985; CAMPBELL et al. 1983; HERD, 1995; HERD et al, 1993). L'utilisation des helminthocides est d'un usage courant et les traitements du bétail s'effectuent souvent d'une manière systématique sans que les utilisateurs aient conscience que certaines des drogues utilisées peuvent avoir des effets nocifs sur le bon fonctionnement des systèmes pâturés.

Tous les produits vétérinaires ne montrent pas le même degré de toxicité vis à vis des insectes coprophages (LUMARET, 1986; LUMARET et al. 2012). Sur le plan purement environnemental, les préparations vétérinaires se divisent en plusieurs catégories selon leur voie d'élimination (fécale et/ou urinaire), leur vitesse d'élimination et leurs effets induits sur les insectes coprophages. Cependant, on peut distinguer deux groupes principaux :

- Ceux qui sont rapidement éliminés dans les excréments (2 à 4 jours après leur administration), de telle sorte qu'après cette période les excréments sont exempts des résidus de la molécule active ou de ses dérivés. Ces produits

appartiennent aux familles des benzimidazoles et des salicylanilides qui ne sont pas nocifs pour la faune entomologique (BLUME *et al.*, 1976; LUMARET, 1986; LUMARET *et ERROUISSI*, 2002; LUMARET *et al.* 2012) ;

- Ceux dont l'action est celle d'une systémique, il s'agit des lactones macrocycliques qui rassemblent des molécules surtout utilisées comme anthelminthiques. Leur usage mérite une considération particulière, du fait de la rémanence plus ou au moins prolongée des substances actives dans l'animal traité (effet systémique), leur relargage progressif dans les déjections, souvent pendant plusieurs semaines, et un effet insecticide notable selon les substances actives utilisées et les préparations. Trois familles sont concernées, les avermectines avec principalement l'abamectine (HOULDING *et al.*, 1991; RONCALLI, 1989), l'ivermectine (BOGAN *et MACKELLER*, 1988; WALL *et STRONG*, 1987), l'éprinomectine (WARDHAUGH *et al.*, 2001) et la doramectine (SILVA JUNIOR *et al.*, 1997; STEEL, 1998) les milbémycines avec principalement la moxidectine (KADIRI *et al.*, 1999; STEEL, 1998; ZULALIAN *et al.*, 1994) et plus récemment les spinosynes (SALGADO, 1998; SALGADO *et al.*, 1998). Ces molécules sont lentement éliminées (CAMPBELL *et al.* 1983), si bien qu'elles peuvent être retrouvées dans les excréments plusieurs semaines voir plusieurs mois après leur administration (WALL *et STRONG*, 1987; HERD, 1995; HERD *et al.* 1996; ALVINERIE *et al.*, 1998; ERROUISSI *et al.* 2001, LUMARET *et ERROUISSI*, 2002; ERROUISSI *et LUMARET*, 2005; ERROUISSI *et LUMARET*, 2010; LUMARET *et al.*, 2012). Ces endectocides connaissent un succès considérable, dans la mesure où ils agissent sur un très large spectre d'espèces endo et ectoparasites du bétail (d'où le nom d'endectocide). Ils agissent à très faible concentration, et leur persistance dans l'organisme permet la protection de l'animal pendant plusieurs semaines.

Enfin, une activité insecticide marquée a été également signalée avec les pyréthriinoïdes de synthèse (flumétrine, cyperméthrine, deltaméthrine (LUMARET, 1986; VENANT *et al.* 1990; WARDHAUGH *et al.* 1998; KRUGER *et al.* 1999 ; LUMARET *et al.*, 2012), ainsi que des organophosphates comme le dichlorvos (LUMARET, 1986).

Chapitre II :

Etude du milieu

Ce chapitre porte sur, la description la station d'étude.

II.1. Monographie de la région de Djelfa :

La wilaya de Djelfa est située dans la partie centrale de l'Algérie (les hauts plateaux) du nord au-delà des piémonts sud de l'atlas tellien en venant du nord dont le chef lieu de la wilaya à 300Km au sud de la capitale Alger .elle est comprise entre 2,1°et 5,08° de longitude est et entre32,85°et35,83° nord, d'une superficie totale de 32.256,35 Km² .

La situation géographique de cette zone considérée comme la porte du grand Sahara fait d'elle une région à importance majeure dans la lutte contre la désertification et la protection des sols contre l'érosion éolienne.

II.2. Présentation de la zone d'étude:

II.2.1. Situation géographique:

La forêt de Toghoursane fait partie de la forêt de Sénelba Gharbi, elle couvre une superficie de 18.466,70ha.

Administrativement, elle fait partie de la Daira d'Ain Elbel, commune de Taàdmit.

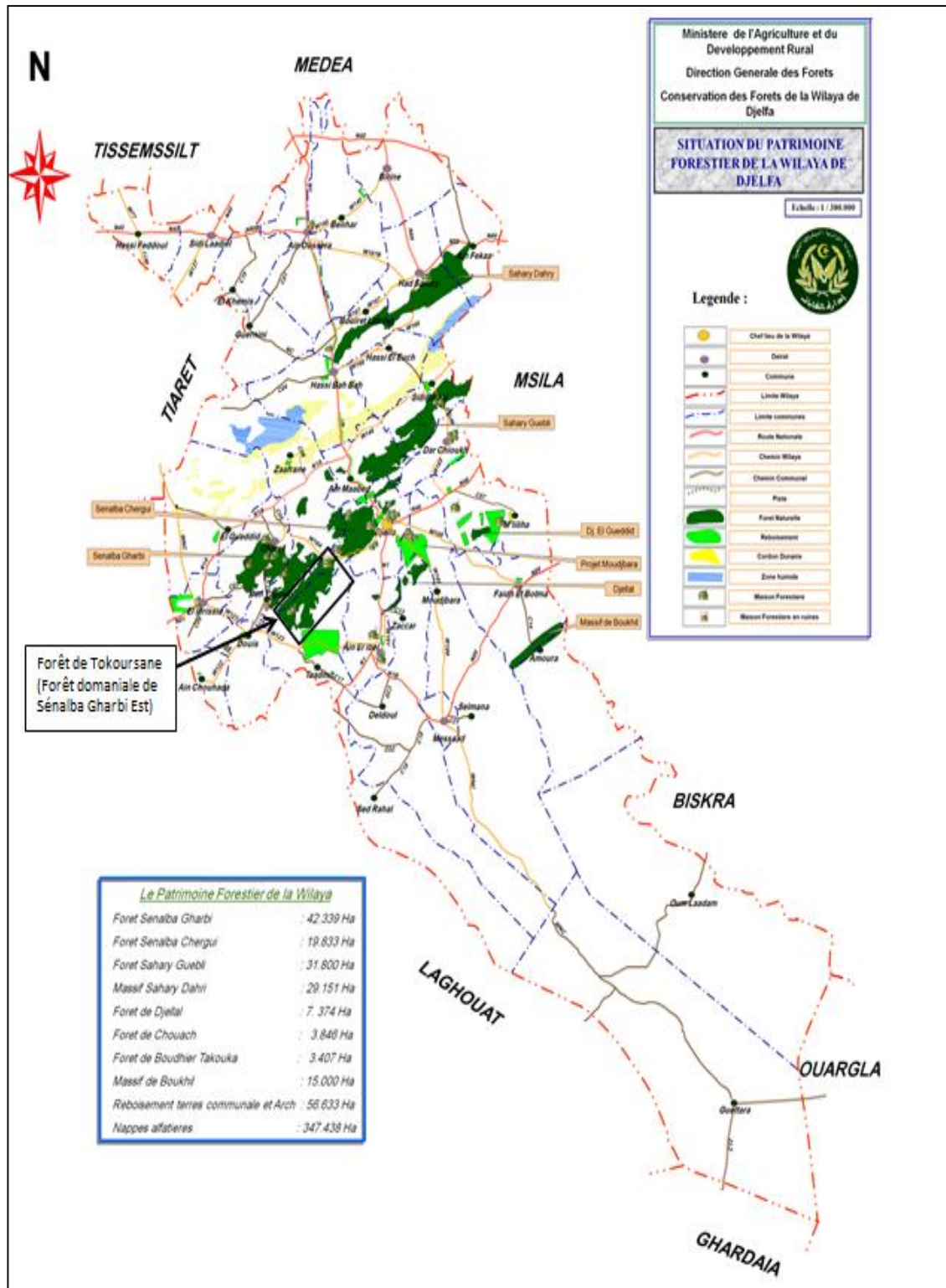
La forêt domaniale de Sénelba Gharbi, est située au sud du Zehrez-Gharbi et au sud ouest du mont Sénelba-Chergui, elle est comprise entre 34° 20` et 34°38` de latitude Nord, et 2°00` et 3°05` de longitude Est, elle présente des altitudes comprises entre 1200m et1600m et s'étend sur une superficie estimée à 42.255 ha; divisée en 12 séries. Gérée par la Conservation des Forêts, circonscriptions d'Ain Elbel et de Charef.

Elle est constituée de 22 cantons, domaniaisée et soumise au régime forestier par arrêté gouvernemental du 21 Mars 1985. (C.F.D, 2000)

La commune de Taàdmit est située dans la partie sud-ouest de la wilaya de Djelfa, la ville s'étend sur 788,6 km², elle fait partie du territoire de l'atlas saharien, entourée par Benyagoub, d'Ain Elbel, Deldoul, Douis, Sed Rahal et Sidi Mekhlouf (Wilaya de Laghouat).

II.2.2. Les infrastructures:

- a. **Les pistes:** La forêt de Sénalba Gharbi est dotée d'un réseau de piste évalué à 268km.
- b. **Postes de vigie:** Elle possède 06 postes de vigie qui permettent de couvrir tout le massif.
- c. **Maisons forestières:** Elle est équipée de 11 maisons forestières.
- d. **Points d'eau :** Il existe, à proximité et à l'intérieur du massif, plus d'une dizaine de points d'eau.
- e. **Le milieu humain:** Dans la forêt de Sénalba Gharbi, il existe une très forte communauté qui y vit et dépend directement de cette forêt



Source : C.F. Djelfa, 2017.

Fig.07: Situation géographique de la zone d'étude, forêt de Toughoursane (Djelfa)



Source : Google Earth professionnel, 2017.

Fig.08: Vue aérienne montrant la situation de la forêt de Toughoursane (Djelfa)

Tab.01. Répartition des superficies de la forêt de Sénelba Gharbi.

Nature	Surface (HA)	%
* Surface boisée :	19182.20	44.40
- Peuplement naturel	15706.80	36.30
- Reboisement	1199.40	2.80
* Surface à boiser :	14111.40	32.60
- vides	6957.20	16.10
- Matorral	3504.30	08.10
- Matorral arboré	3649.90	08.40
* Terrain improductif :	9961.40	23.00
* Total	42255.00	100 %

Source : C.F. Djelfa, 2017.

II.3. La Végétation:

II.3.1. Les forêts de Senalba Chergui et Gharbi :

Les forêts à pin d'Alep sont situées sur mi-versants et bas-versants.

Les forêts peu denses sont représentées par les espèces dominantes suivantes :

- pin d'Alep, chêne vert, genévrier rouge et alfa ;
- pin d'Alep, chêne vert et genévrier oxycèdre .

II.3.2. Les matorrals : Sont généralement des faciès de dégradation de la forêt.

Les matorrals hauts sont bien représentés par trois types de matorrals :

- chêne vert et genévrier oxycèdre.
- pin d'Alep et chêne vert.
- pin d'Alep, chêne vert et alfa.

Les matorrals bas représentés par deux faciès :

- chêne vert, genévrier oxycèdre, pistachier térébinthe et alfa
- genévrier rouge et alfa.

La steppe arborée est individualisée par les espèces dominantes suivantes: alfa, genévrier rouge; et pin d'Alep.

II.3.3. La steppe arborée: Individualisée par les espèces dominantes suivantes :

- alfa, et genévrier rouge;
- alfa, genévrier rouge et pin d'Alep

La steppe à alfa est bien représentée dans cette partie centrale de l'Atlas saharien, Cette steppe devient envahissante, les effets néfastes de l'homme et les tendances ont rendu très difficile la régénération des espèces forestières. Nous assistons au remplacement des forêts par des matorrals puis par la steppe.(C.F Djelfa 2016)

Dans cette région centrale, la dégradation est très intense, on rencontre plusieurs faciès :

- alfa, et armoise ;
- alfa, thymelea et atractyle ;
- alfa et eruca.

II.4. Facteurs abiotiques

La recherche des préférences des coléoptères du sol vis-à-vis de divers facteurs abiotiques comme la température ou l'humidité, permet souvent d'expliquer la répartition et l'abondance de ces insectes dans divers milieux (GREENSLAD, 1965). Les milieux ouverts, accueillent des espèces qui recherchent une température élevée et qui supportent une faible humidité. Selon GOBAT et *al.* (2003), en prairie permanente, la faune du sol

comprend 260 millions d'individus au m². Alors que SCHAEFER & SCHAUERMANN (1990) indiquent que plus de 1000 espèces d'invertébrés se rencontrent dans un 1 m² de forêt tempérée. Les divers types de sol ont une influence qualitative et quantitative sur la composition des peuplements des coléoptères du sol. Dans notre étude, comme facteurs abiotiques, nous avons examiné essentiellement le facteur climatique et le facteur pédologique.

II.4.1. Facteurs édaphiques:

Selon DREUX, (1980) les principales propriétés édaphiques sont constituées par la pente, la profondeur, la granulométrie chimique du sol. C'est à la lumière de ces paramètres que les données géologiques, pédologiques et hydrologiques de la région d'étude sont abordées.

Les facteurs édaphiques ont une action écologique sur les êtres vivants, ils jouent un rôle important, en particulier pour les insectes qui effectuent une partie ou même la totalité de leur développement dans le sol (DAJOZ, 1971; DREUX, 1980). D'après (RAMADE, 1983), le sol constitue l'élément essentiel des biotopes.

Dans cette partie les caractéristiques géologiques et pédologiques de notre région d'étude sont développées.

II.4.1.1. Les Caractéristiques géologiques :

Géologie : C'est à l'ère secondaire, à l'occasion du plissement hercynien qu'apparaît une partie de l'ALGERIE, dont L'Atlas saharien.

L'ensemble du massif de Sénalba Gharbi date du crétacé, c'est-à-dire de la fin de l'ère secondaire (100 millions d'années environ).

L'enlèvement le plus important survenu au cours de cette ère est le long affaissement de la pénélaine post-hercynienne, caractérisée actuellement par différents calcaires alternant avec des marnes, constituant des monts Ouled Nail (B.N.E.F., 1983).

Relief : Le relief est formé de chaînons montagneux qui sont leurs piémonts immédiats. Au Nord, des crêtes à orientations diverses (GUERN- ZEBBACHE: 1421 m, Kef-el-Arguil 1320 m), cet ensemble constitue le prolongement du mont de Sénalba Gharbi, où le point culminant se trouve à 1598 m.

II.4.1.2. Les caractéristiques pédologiques:

Le sol constitue un élément essentiel du biotope, sa composition chimique et biologique présente une influence caractéristique de la distribution des végétaux et des animaux.

La texture et la structure, en général pour tous les profils, ont une texture moyenne fine sauf dans les terrains rocaillieux engendrés avec les structures particulières, grumeleuses, fragmentaires et parfois polyédriques avec des combinaisons entre ces différentes structures.

Elle résulte d'un bon complexe organo-minéral. L'humus intimement lié aux particules des sols n'est disponible pour les végétaux qu'en de faibles quantités.

Tous les profils possèdent un encroutement calcaire plus ou moins épais sous l'horizon AC, parfois tufeuse et parfois dure.

Les différences entre les profils se situent dans des quantités d'humus plus ou moins grandes, et dans l'épaisseur des horizons A et AC, selon qu'il se trouve sous une végétation forestière ou sous un simple tapis herbacé.

II.4.1.2.1. Types de sols existants:

Selon (B.N.E.F., 1984), dans l'étage semi-aride des pinèdes de l'Atlas saharien, les formations végétales recouvrent de nombreux types de sols appartenant aux unités suivantes :

- a. Sols peu évolués.
- b. Sols callimorphes.

a. Les sols peu évolués:

Se localisent le long des oueds sur les terrasses récentes provenant de l'alluvionnement, la texture est généralement sableuse à sablono-limoneuse. Ce type de sol est colonisé par les espèces rupicoles. Les terrasses anciennes sont recouvertes d'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) ou d'Armoise champêtre (*Artemisia campestris*).

Les sols peu évolués modaux conviennent aux productions fourragères et agricoles, pour peu qu'on y pratique une agriculture rationnelle d'autant mieux qu'ils peuvent bénéficier des épandages de crues ou des irrigations.

b. Les sols callimorphes:

Cette série prend naissance sur les calcaires et comprend notamment des rendzines, les sols bruns calcaires ou sans encroutement.

b.1. Les rendzines: Sont situées sous les peuplements de pin d'Alep à Romarin et à Alfa, ainsi que sous les reliques de chêne vert. Ces sols caractérisés par un profil AC, sont peu profonds à profonds.

b.1.1. Localisation: Sont localisées sur des pentes faibles, généralement sur des crêtes Djebels escarpés (Sénalba, Djellal, Shary, etc.), (KADIK, 1987).

Soulignons que les substratums de ce type de sol meuble (marins calcaires) ou fissuré (calcaire), permet au système racinaire d'explorer de grandes profondeurs d'où possibilité de croissance assez élevée.

b. 2. Les sols bruns calcaires: Prennent naissance sur les calcaires, les marnes calcaires. Ils sont généralement bruns à structure grumeleuse fine à grossière en surface moyennement pourvus en matière organique.

La texture est limoneuse à limono-sableuse, le sol plus profond est moins chargé en cailloux. (B.N.E.F., 1984).

b.2.1. Localisation: Ce type de sol est le plus répandu dans la forêt de pin d'Alep de l'Atlas saharien. (KADIK, 1987).

Sur les mi-versants: se trouvent les sols bruns calcaires, et parfois des sols bruns calciques si le recouvrement végétal est convenable (+ 70%).

b.2.1.1. Sur les piémonts: On trouve des sols bruns calcaires, des sols peu évolués d'apport colluviaux avec parfois un début d'accumulation de calcaire qui s'individualise en horizon b,c,a.

b.2.1.2. Sur les glacis: Des alluvions quaternaires enclavées dans les massifs forestiers, les sols évoluent vers les sols bruns à encroutement.

II.4.1.3. Analyses pédologiques:

Les résultats de l'analyse pédologique sont représentés dans le tableau suivant :

Tab.02. Les analyses pédologiques des échantillons prélevés dans la station d'étude de la région de Toughoursane.

Station	Station de Toughoursane
Caractéristique	
Altitude (m)	1388 m
Coordonnées G.P.S.	Nord 34° 49' 14,3'' Est 002° 97' 29,0''
Calcaire total %	18.07
Calcaire actif %	0.5
pH	08.35
CE (Ms/cm)	0.2033
Matière organique %	02.37
Humidité %	02.47
Azote total %	0.1029
Sulfates (So4) ppm	10.2
Chlorures (Cl) ppm	14.2
Argile %	29.43
Sable %	62.75
Limon %	8
Texture	Equilibrée
Nature du Sol	Limono-argilo-sableux

Source: (BENCHERIF et BAKRIA, 2011)

Selon les travaux de (BENCHERIF et BAKRIA, 2011). L'analyse granulométrique montre que la station d'étude présente le type du sol: Limono-argilo-sableux.

La valeur du pH est de 8.35, c'est un pH basique modérément alcalin et une texture équilibrée.

Le taux d'humidité du sol est de 02.47 qui sont peu importante.

Le teneur en matière organique est importante atteint 02.37. est un sol de foret riche en couvert végétal.

II.4.2. Facteurs climatiques:

Le climat est l'ensemble des caractéristiques météorologiques d'une région donnée intégrée dans le long terme. La nature des climats joue un rôle essentiel pour ajuster les caractéristiques écologiques des écosystèmes continentaux. En réalité, il existe une interférence entre les climats, en particulier végétales propre à un écosystème donné et la nature des sols, d'où le triptyque climat, sol, végétation (RAMADE, 2003).

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution des êtres vivants (FAURIE, et *al.*, 1980).

Les facteurs climatiques constituent un ensemble de facteurs énergétiques constitués par la lumière, la température et les facteurs hydrauliques et mécaniques, (RAMADE, 1984).

Le climat est un indicateur de la distribution des êtres vivants. C'est l'ensemble des paramètres météorologiques qui le constituent dont chacun a son importance. Les facteurs climatiques jouent un rôle important dans le contrôle de la répartition géographique des espèces qu'elles soient végétales ou animales (DAJOZ, 1996).

Dans cette partie nous nous intéressons aux facteurs climatiques des dix dernières années, communiqués par l'Office National de Météorologie de Djelfa qui est à une altitude de 1144m.

II.4.2.1. La température:

La température est un facteur écologique important qui détermine de grandes régions climatiques terrestres.

La température est assurément l'une de plus puissante cause de la localisation spatiale des espèces (GRASSE, 1963). Selon (DAJOZ, 1975), les limites des aires de répartitions des êtres vivants sont souvent déterminées par la température qui agit comme un facteur limitant.

Ainsi la présence de biomes sur la terre représente un reflet des principales zones de températures. Le facteur thermique agit directement sur la vitesse de réaction des individus, sur leurs abondances et leurs croissances (BERLIOZ, 1950; DAJOZ, 1971; FAURIE et *al.*, 1980; RAMADE, 1984; MACKENZIE et *al.*, 2000 et THOREAU-

PIERRE, 1976), explique que les êtres vivants ne peuvent exercer leurs activités que dans une fourchette de température allant de 0 à 35⁰ C. pour (DREUX, 1980).

La température est le facteur climatique le plus important. En effet la température intervient pour une grande part dans le développement des insectes, selon (DAJOZ, 2007) la température et les autres facteurs climatiques ont des actions multiples sur la physiologie et le comportement des insectes.

Les valeurs de températures moyennes mensuelles, maximales et minimales de la région durant la période allant de 2006 à 2016, sont mentionnées dans le tableau.04.

Tab.03: Températures maximales, minimales et moyennes mensuelles de la région d'étude durant la période (2006-2016).

	Jan	Fev	Ma	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
m (°C)	1,01	1,59	3,48	7,21	10,86	15,36	19,25	18,74	15,06	10,50	4,91	1,50
M (°C)	10,44	10,61	14,35	19,70	24,29	29,88	34,55	33,73	27,25	22,20	14,59	10,61
T (°C)	5,72	6,10	8,92	13,45	17,58	22,62	26,90	26,23	21,15	16,35	9,75	6,06

Source: O.N.M de Djelfa, 2016

Où : **M** est la moyenne mensuelle des températures maximales en °C.

m est la moyenne mensuelle des températures minimales en °C.

T= (M+m)/2 est la moyenne des températures mensuelles en °C.

Durant la période allant de **2006-2016** nous constatons que le mois le plus froid est le mois de **Décembre** avec une moyenne de **01,01⁰C**. Par contre le mois le plus chaud est le mois de **Juillet** avec une température moyenne mensuelle égale à **34,55⁰C**.

Dans la figure.14 nous observons les variations des températures mensuelles minimales et maximales et moyennes durant la période (2006-2016).

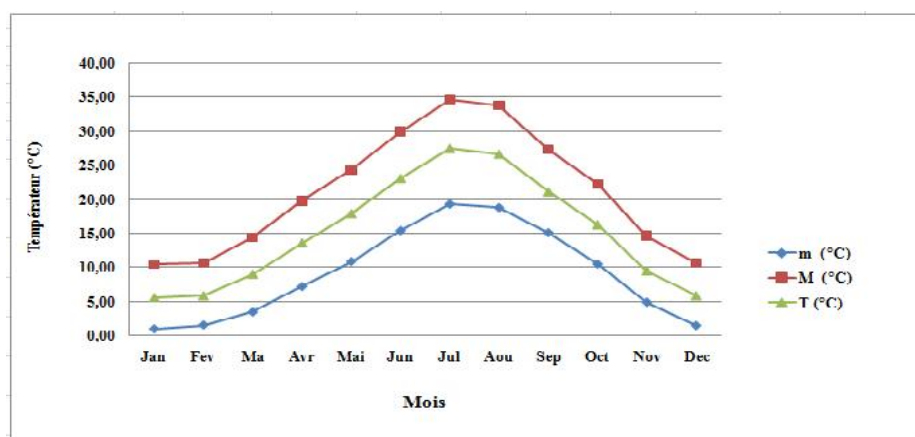


Fig.09. Variation des températures mensuelles minimales maximales durant la période (2006-2016).

II.4.2.2. Les précipitations :

(RAMADE, 1984), indique que la pluviosité constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres.

La pluviométrie a une influence importante sur la flore et sur le comportement des espèces animales. Ainsi, elle peut agir sur la vitesse de développement des animaux, sur leur longévité et sur leur fécondité (DAJOZ, 1971).

Les valeurs mensuelles des précipitations de la période (2006-2016) sont placées dans le tableau.05.

Tab.04. Précipitations moyennes mensuelles en mm durant la période (2006-2016).

Mois	Jan	Fev	Ma	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	20,50	30,87	31,30	30,85	26,01	19,49	11,65	21,40	29,95	27,04	24,22	20,52

Source : O.N.M. Djelfa, 2016

P(mm) : Pluviométrie annuelle en mm.

D'après les données recueillies auprès de la station météorologique de Djelfa, notre région reçoit **24,48 mm** de pluviosité moyenne annuelle mais irrégulièrement (tableau.05)

Alors on a constaté que le mois le plus pluvieux est celui de **Mars** avec une pluviométrie moyenne de **31.30 mm**; par contre le mois le plus sec est le mois de **Juillet** avec seulement **11.65 mm** de pluviométrie moyenne.

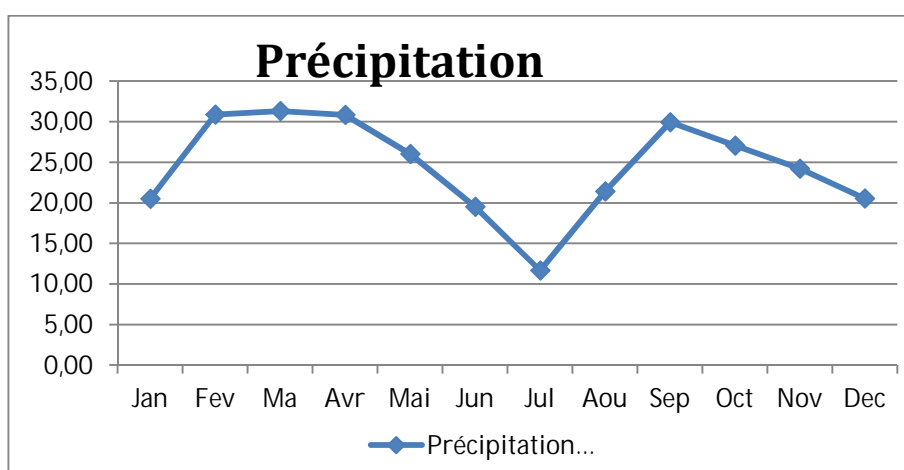


Fig.10. Fluctuation des précipitations moyennes annuelles durant la période (2006-2016)

II.4.2.3. Le vent:

Les principaux systèmes de vents terrestres, résultent du fait que les masses d'air autour de l'équateur sont forcées de s'élever sous l'action de la chaleur continentale, provoquant l'apparition d'air froid dans les hautes latitudes (AULEY et al., 2000; MERABET, 2014).

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Il a une action très marquée sur la répartition des insectes et sur leur activité qui peut être gênée (DAJOZ, 1975).

Pour la station de Djelfa, les vents sont en majorité à dominance Ouest et Nord-Ouest et sont plus fréquents en hiver alors qu'en été, ce sont les vents du sud qui dominent (DELLOULI, 2006).

Les valeurs de la vitesse annuelle moyenne du vent durant la période allant de 2006 à 2016 sont annoncées dans le tableau.06.

Tab.05 : La vitesse moyenne annuelle du vent durant la période (2006-2016).

Année	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
V(m/s)	4,13	5,01	4,08	4,12	4,58	4,14	3,67	4,95	5,1	4,47	3,53

Source: O.N.M. Djelfa, 2016

V (m/s) : vitesse moyenne annuelle du vent en m/s

On note, d'après le tableau.06 que l'année la plus venteuse est l'année 2014 avec une vitesse de 5.1 m/s de vitesse. Par contre, l'année où la vitesse du vent est la plus faible est celle de l'année 2016 avec une vitesse de 3.53 m/s.

II.4.2.4. La gelée:

L'action de la gelée peut entraîner le flétrissement des plantes, elle joue un rôle négatif sur la structure du sol (empêchement de l'aération du sol). Le risque de gelée blanche commence lorsque le minimum moyen tombe au-dessous de 10 °C. La gelée persiste tant que le minimum reste inférieur à cette valeur. Le nombre de jours de la gelée est variant selon les régions (SELTZER, 1946). Le froid ralentit les activités des animaux et le gel contribue à la mort d'un nombre d'entre eux (BACHELIER, 1978).

La région de Djelfa se caractérise par des gelées printanières tardives et des gelées automnales précoces.

Selon les données du tableau.07, le nombre de jours le plus élevé de gelée a été enregistré au cours de l'année 2008. Avec 64 jours répartis en 18 jours pour les mois de Janvier et Décembre, et 13 jours pour le mois de Février.

Tab.06: Nombre de jours annuels de gelée durant la période (2006-2016).

Année	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Nj	32	48	64	50	31	47	62	38	32	26	37

Source: O.N.M. Djelfa. 2016

Nj de gelée : Nombre de jours de gelée.

II.4.2.5. L'humidité relative:

Selon (DREUX, 1980), l'humidité est moins importante que la température. Elle dépend de plusieurs facteurs tels que la quantité d'eau tombée, le nombre de jours de pluies, la forme de ces précipitations, la température, les vents et la morphologie de la station considérée (FAURIE et *al.*, 1980).

Les valeurs de l'humidité moyenne relative mensuelles en (%) durant la période (2006-2016) sont mentionnées dans le tableau.08.

Tab.07. Taux des moyennes de l'humidité relative moyennes mensuelles durant la période (2006-2016).

MOIS	Jan	Fev	Ma	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Hr %	74	75	66	58	52	40	34	38	53	63	72	80

Source : O.N.M. Djelfa. 2016

Hr (%) : Taux de l'humidité relative de l'air.

D'après les données du tableau ci-dessus, on peut constater que les mois les plus humides sont **Décembre** et **Février** avec respectivement 80% et 75%. Tandis que le mois le moins humide est celui de **Juillet** avec 34 % d'humidité relative.

II.4.2.6. La neige:

Elle constitue aussi un facteur écologique de toute première importance. Elle exerce des actions biologiques variées, de nature thermique et mécanique. Et comme l'explique de (DJEBAILI, 1984), la durée d'enneigement moyenne au sol exprimée par le nombre de jours où le sol est couvert de neige, est une durée très utile à connaître car, plus la neige persiste au sol et plus le potentiel hydrique de celui-ci augmente, assurant ainsi aux végétaux une meilleure alimentation en eau.

Ce phénomène (neige) est assez courant dans notre région. Des chutes de neige concordent généralement avec les précipitations fréquentes en hiver et coïncident avec une période de froid. Elles sont peu épaisses de **1 à 25 cm** et atteignent rarement les **50cm** (SELTZER, 1946).

La neige a été fréquente durant l'année 2009 avec 11 jours alors que l'année 2010 n'a vu que 3 jours de neige (tableau.09).

Tab.08. Nombre de jours annuels de neige durant la période (2006-2016).

Année	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Nj	9	5	7	11	3	8	8	4	5	9	4

Source: O.N.M. Djelfa, 2016

Nj de neige: Nombre de jours de neige.

II.4.2.7. L'évaporation:

Les processus d'évaporation au-dessus et au sein d'un couvert forestier sont évalués le plus souvent de façon indirecte, et pour des intervalles de temps de l'ordre de quelques jours, par des mesures d'humidité du sol sous couvert forestier (USSEANAC et al., 1979 In CHASSAGNEUX et al., 1986). C'est au mois de juillet que l'évaporation est la plus importante, avec 184 mm.

Tab.09: L'évaporation moyenne mensuelle durant la période (2006-2016)

MOIS	Jan	Fev	Ma	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
EVP moy (m/m)	41	45	74	80	109	153	184	175	121	80	44	34

Source: O.N.M. Djelfa, 2016

D'après le tableau 10, dans la forêt de Toughoursane l'évaporation est maximale en juillet avec une valeur de 184 mm. Son minimum est enregistré au mois de décembre avec 34 mm.

II.4.2.8. Synthèse bioclimatique:

La synthèse bioclimatique s'effectue de deux manières complémentaires. Elle implique la construction du diagramme de Bagnouls et Gausson et celle du climagramme pluviométrique d'Emberger.

a. Diagramme ombrothermique de BAGNAUL et GAUSSEN :

Les facteurs du climat n'agissent pas isolés les uns des autres, mais ils exercent une action combinée entre eux et sur les êtres vivants. C'est grâce à des indices climatiques qu'on peut faire une synthèse entre les facteurs climatiques pour classer le climat de notre zone. Cette classification nous donne une idée sur la répartition de certaines espèces végétales et animales.

Le diagramme Ombrothermique permet de préciser et de mettre en évidence la durée de la période sèche. C'est un type particulier de diagramme climatique qui représente les variations mensuelles sur une année, des éléments du climat d'une région du point de vue température et précipitations (DAJOZ, 1985).

Selon BAGNOULS et GAUSSEN (1953), la période sèche est définie lorsque les précipitations sont inférieures ou égales au double des températures ($P \leq 2T$). Dans notre région d'étude, la période sèche s'étale sur une longue période allant de la fin du mois d'avril jusqu'à la mi-octobre.

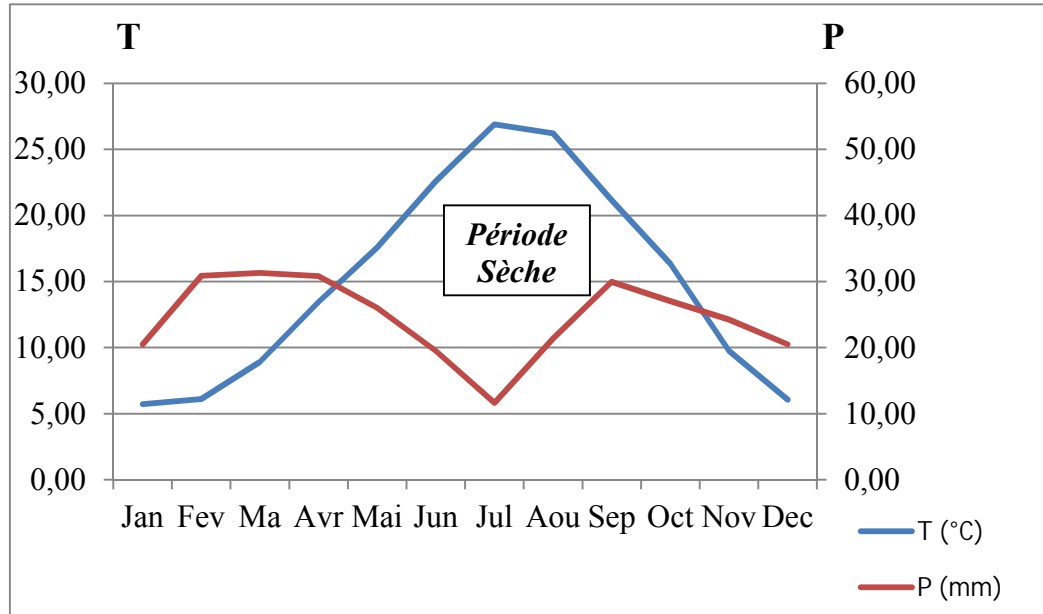


Fig.11. Le diagramme Ombrothermique (BAGNOUL et GAUSSEN) pour la région de Djelfa.

b. Climagramme d'Emberger

Emberger a défini un quotient pluviométrique qui permet de faire la distinction entre les différentes nuances du climat méditerranéen (SAUVAGE, 1963).

Cet auteur a mis au point un indice qui tient compte du total annuel des précipitations et des températures minimales et maximales. Cet indice a été simplifié par (STEWART, 1977) par la formule suivante:

$$Q_2 = 3,43 * P / (M - m)$$

Où: **M**: Moyenne mensuelle en °C des températures maximales du mois le plus chaud.

m: Moyenne mensuelle en °C des températures minimales du mois le plus froid .

P: Pluviosité annuelles en mm.

M-m : Amplitude thermique.

Le quotient pluviométrique Q_2 pour la région d'étude (Djelfa) est égal à:

$$Q_2 = 29,75 \text{ mm}/^\circ\text{C}$$

La valeur de Q_2 qui est égale à 29,75 est rapportée dans le climagramme d'Emberger; montre que cette dernière se situe dans l'étage bioclimatique semi aride à hiver frais. (Fig.17)

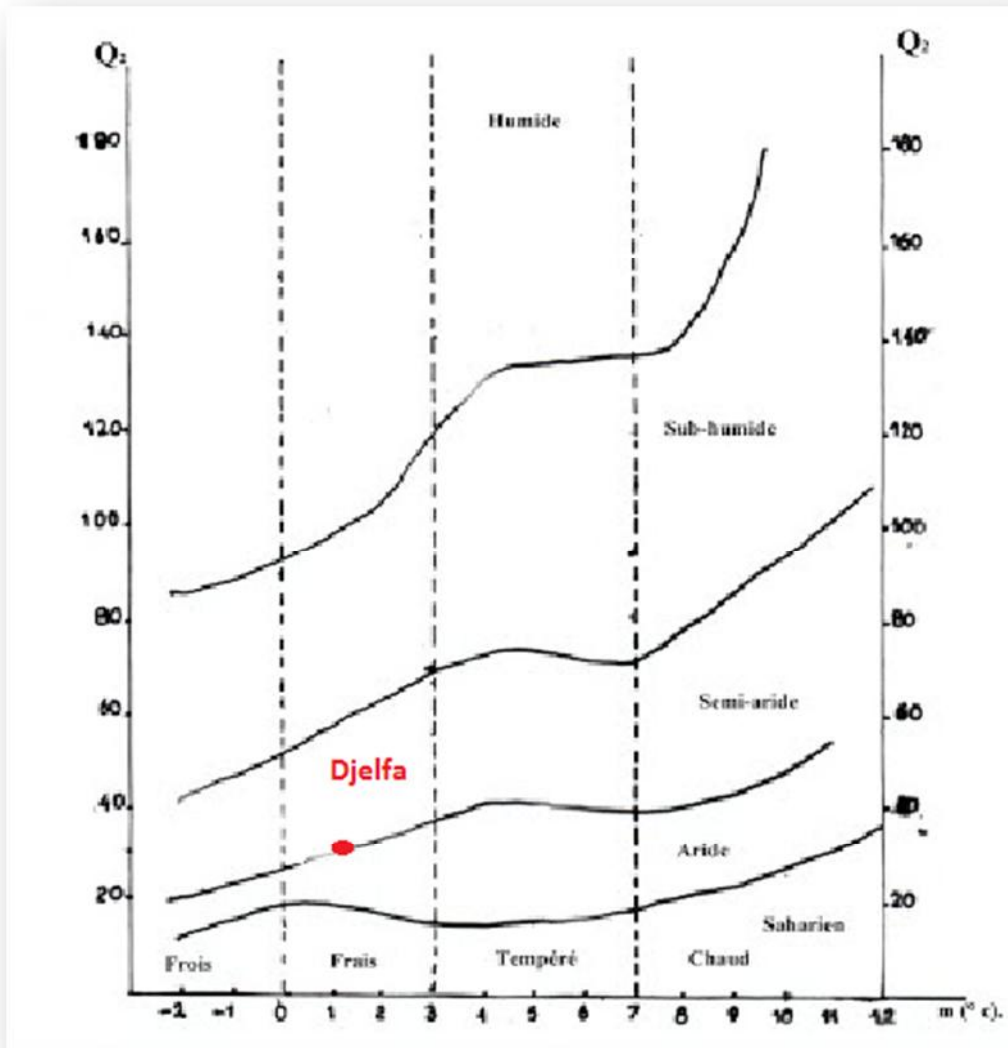


Fig.12. Position de la région de Djelfa dans climagramme d'Emberger pour la période (2006-2016).

II.5. Facteurs biotiques :

II.5.1. La végétation :

La forêt du Sénalba est une forêt naturelle dont l'espèce dominante est le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.), le versant Nord de la forêt se présente sous forme de futaie dont les arbres sont des individus d'une hauteur variant de 10 à 15m et de circonférence variant entre 1,20 m et 1,60 m dans les conditions optimales de développement, avec matorral à base de Chêne vert (*Quercus ilex*), Génévrier (*Juniperus oxycedrus*), Ciste (*Cistus salvifolius*) et Romarin (*Rosmarinus tournefortii*). (AMRAOUI, 2011).

La strate herbacée est assez dense à base d'Alfa (*Stipa tenacissima*), de diss (*Ampelodes maura*).

Le versant sud, différent sur le plan morphologique, bénéficie de meilleures conditions topographiques, la strate arborée est plus dense avec des arbres plus ou moins droits atteignant 10 à 12 mètres. La strate herbacée est pratiquement absente.

Les peuplements sont constitués de futaies (Sénalba, Sahari), la frange périphérique est dégradée: elle est souvent cultivée et subit une forte pression (parcours, coupes de bois illicites). Le faciès continental du Pin d'Alep comporte un certain nombre d'espèces caractéristiques : Romarin, Globulaire, Hélianthèmes, Leuzea, Ciste...etc.

La forêt de Pin d'Alep couvre dans ces zones plus de 150.000 Ha. On y trouve aussi une steppe arborée à Genévrier de Phénicie dans les versants plus secs et plus exposés aux influences désertiques.

L'alfa, plante typique de la steppe s'introduit partout et se régénère par semis dans la forêt, alors qu'en milieu steppique ce mode de régénération est rare.

La végétation de la région du Sénalba Chergui s'apparente aux formations forestières et à un degré moindre à celles steppiques.

II.5.2. La faune sauvage du Sénalba:

La faune sauvage du Sénalba est représentée par plusieurs classes. Nous retrouvons:

Les Mammifères (Chacal, le Gundi, la Gerboise, l'Hérisson d'Algérie, l'Hyène), Le lièvre, le Sanglier (*Sus scrofa*); les Oiseaux (l'Aigle de bonelli, l'Aigle botté, l'Aigle Royal, l'Aigle des steppes, l'Alouette calandre, l'Alouette des champs, le Bec croise, le Bondrée apivore, la Caille des blés), les Reptiles (le Caméléon, la Couleuvre à collier, la Couleuvre de Montpellier, le Lézard vert, le Serpent commun, la Tarente).

Chapitre III :

Matériel et méthodes

Ce chapitre porte sur le matériel et les méthodes utilisées pour l'échantillonnage des coléoptères. Pour l'exploitation des résultats des indices écologiques ont été utilisés suivi d'un traitement par des méthodes statistiques.

III.1. Choix de la station d'étude

Il est entendu par station, l'endroit précis sur le terrain où sont effectués les prélèvements des espèces. RAMEAU et al (1989) ont défini la notion de station forestière comme une étendue de terrain de superficie variable, homogène dans ses conditions physiques et biologiques (mésoclimat, topographie, composition floristique et structure de la végétation spontanée).

Dans la région de Djelfa plusieurs études sont réalisées sur l'inventaire des Arthropodes en général et de l'entomofaune en particulier dans les milieux entre autre nous citons (YASRI et al. 2006) dans la forêt de Sénelba Chergui, (BOURAGBA, 2007) en zone semi aride, (SBA, 2011) dans le reboisement de Moudjbara.

Les caractéristiques de notre région d'étude sont regroupées dans le tableau suivant :

Tab.10. Caractéristiques de la région d'étude.

Région	Latitude N	Longitude E	Altitude (m)	Espèce végétale dominante	Type d'élevage pratiqué
Toughoursane	Pt. 1	34°26' 14.9"	002°57'05.2"	Pin d'Alep Chêne vert Genévrier	Extensif - Bovin et ovin
	Pt. 2	34°26' 14.4"	002°57'04.7"		
	Pt. 3	34°26' 13.6"	002°57'04.0"		
	Pt. 4	34°26' 12.7"	002°57'04.2"		
	Pt. 5	34°26' 12.0"	002°57'03.8"		

La forêt de Toughoursane est un milieu non connu sur tout 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.

Notre station est située sur le versant sud dans la forêt naturelle de Toughoursane fait est partie de la forêt de Sénalba Gharbi, elle est comprise entre 34°26' 14.9" et 34°26' 12.0" latitude N, et 002°57'05.2" et 002°57'03.8" longitude E, elle se trouve de 1399 m d'altitude.



Fig.13. Vue générale de la station d'étude (Toughoursane).

III.2. Méthodes d'échantillonnage des Arthropodes en général:

Les inventaires sur terrain reposent sur l'utilisation des méthodes de collecte les plus adaptées (LAMOTTE, 1996; GODARD, 2006), basé sur des relevés ou sur les résultats d'observation d'un ou de plusieurs taxons identifiés au même endroit, à la même date et par le(s) même(s) observateur(s) (GUINOCHET, 1955; LAMOTTE et BOURLIERE, 1969; ANONYME, 2012). Pour éviter les problèmes pratiques qui rendent impossible la mise en place d'un inventaire de toute la richesse spécifique à grande échelle, les écologues ont testé l'utilisation de certains taxons particuliers, plus précisément la flore vasculaire et les arthropodes, comme indicateurs général de biodiversité (DUELLI, 1997; DUELLI et OBRIST, 1998; MCGEOCH, 1998; PHARO et al., 1999).

La connaissance de la faune entomologique implique des méthodes d'échantillonnage rationnelles et les plus fidèles possibles (COUTURIER, 1973). Il existe de très nombreuses méthodes, chacune d'elles étant plus ou moins adaptées à l'écosystème analysé. D'une façon plus générale le piégeage doit être: économique, rapide et facile à l'emploi (RIBA et SILVY, 1989).

Le choix de privilégier telle ou telle méthode dépendra des objectifs que l'on cherchera à atteindre et du temps dont on disposera pour le tri et la détermination. En effet, si une large majorité des espèces s'observe assez facilement en simple chasse à vue, les particularités écologiques, morphologiques ou phénologiques de certaines nécessitent souvent de recourir à des techniques plus spécialisées comme le piégeage, le lavage ou encore le tamisage.

Ces quatre techniques ne présentent pas les mêmes contraintes, ne fournissent pas les mêmes résultats et possèdent des avantages et des inconvénients (tableau.11.).

Tab.11 : Avantages et inconvénients des 4 techniques principales.

	Avantages	Inconvénients
Chasse à vue	<ul style="list-style-type: none"> - Rapide et facile. - Matériel peu encombrant. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inventaire partiel; des espèces passent inaperçues. - Estimation des effectifs impossible.
Piégeage	<ul style="list-style-type: none"> - Très efficace : <ul style="list-style-type: none"> • capture les espèces rares, peu abondantes ou très petites, • non sélectif; permet une estimation précise de la part de chaque espèce au sein du peuplement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Très contraignant : <ul style="list-style-type: none"> • transport d'un matériel encombrant, • deux passages sur le site à intervalles rapprochés, • temps de tri et d'identification en laboratoire très long (1 journée de laboratoire pour une ½ journée de terrain). - Pièges parfois inexploitable (destruction par piétinement, inondation après orages, démantèlement par les curieux).
Lavage	<ul style="list-style-type: none"> - Peu contraignant et facile à mettre en œuvre sur les sites possédant un point d'eau - Permet une bonne estimation de la contribution de chaque espèce au peuplement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite de transporter l'excrément (seau, sac poubelle) lorsque le site ne possède pas de point d'eau. - Lors d'un transport, le temps de survie des insectes est limité à quelques heures lorsque la température est élevée.
Tamisage	<ul style="list-style-type: none"> - Peu contraignant - Permet la capture d'espèces sténoèces, difficilement décelables par les autres techniques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne capture qu'un faible nombre d'espèces et d'individus. - Ne convient que pour des substrats sablonneux. - Difficile à utiliser lorsque le substrat est mouillé.

Source : SIMON, 2010.

Quelle que soit la technique de capture, certaines étapes de la phase de récolte et de conservation restent similaires. Ainsi, les individus collectés doivent être stockés jusqu'à leur détermination dans un flacon d'alcool non dénaturé à 70° dans lequel on aura pris soin d'ajouter une commémoration (date, commune, lieu-dit, habitat, nature de l'appât et nom du récolteur). On ajoutera éventuellement quelques gouttes d'acide acétique pour conserver la souplesse des spécimens destinés à être préparés (disséqués et étalés) en vue de leur conservation en collection.

III.2.1. La chasse à vue

Il s'agit de la technique la plus simple, la plus rapide et la moins contraignante pour prospecter un excrément, mais elle ne fournit qu'un aperçu du peuplement présent.

III.2.1.1. Matériel

Tube de collecte, pince souple et petite pelle (ou morceau de bois).

III.2.1.2. Descriptif

La fouille des gros excréments requiert une certaine technique ! Il ne s'agit pas de foncer « pelle en avant » et de tailler en pièces son objet d'étude. Il est préférable de procéder par étape et par strate horizontale, car on ne retrouvera pas forcément les mêmes espèces sous la croûte sèche, dans le cœur plus humide et à l'interface sol/substrat.

III.2.2. Le piégeage attractif :

Par définition les pièges sont des appareils que l'on laisse en place pendant un intervalle de temps déterminé et qui prennent les insectes à leur contact (BENKHELLILI, 1992).

Il existe une grande variété de pièges attractifs (LOBO et *al.*, 1989). Nous ne présenterons ici que celle que nous utilisons le plus fréquemment: le piège de type C.S.R. (Cebo-Superficie-Rejilla) (LOBO et *al.*, 1988; VEIGA et *al.*, 1989).



Source : ADRIEN, 2010.

Fig.14. Piège de type C.S.R. Vu en coupe (Dessin : X. HOUARD).

III.2.2.1. Matériel :

Une bassine de Ø 20 cm, un carré de grillage de 30 cm de côté et un vide de maille de 10 x 10 mm, une protection (vieille moquette ou lino) de même dimension que le grillage et percée d'un trou rond en son centre de Ø 18 cm, quatre piquets de tente, environ 300 cl de liquide conservateur et une petite pelle.

III.2.2.2. Descriptif :

La bassine est enterrée de manière à ce que sa partie supérieure affleure le niveau du sol. Quelques centilitres de liquide conservateur (eau saturée en sel avec quelques gouttes de produit vaisselle) sont versés dans le fond de la bassine. Celle-ci est recouverte de la protection à large ouverture centrale, servant à éviter la chute dans la bassine d'animaux non désirés, comme les lombrics ou les limaces. Cette protection est surmontée de la grille sur laquelle est disposé l'appât (bouse ou crottin frais).

III.2.2.3. Tri et identification :

Le piégeage implique une phase de tri souvent longue et fastidieuse. De même, l'identification se révèle parfois délicate dans le cas d'individus abîmés ou décolorés en raison des jours passés au fond du piège. Le temps à accorder à ces tâches dépasse souvent celui passé sur le terrain à installer et relever les pièges. Les risques d'erreur d'identification seront plus réduits en laissant sécher les coléoptères sur une feuille de papier absorbant avant de les observer sous la loupe binoculaire.

III.2.3. Le lavage :

Lorsque les contraintes liées au piégeage semblent difficiles à assumer, mais que l'on souhaite tout de même obtenir un inventaire détaillé du peuplement, il est possible de procéder à un « lavage » des excréments.

III.2.3.1. Matériel :

Seau ou bac en plastique d'un volume d'environ 10 litres, pince souple, tubes de chasse. Disponibilité en eau.

III.2.3.2. Descriptif :

Il s'agit de récolter de l'excrément dans un bac, de le remplir d'eau et de récolter les insectes qui remontent flotter en surface.

Si les premiers bousiers surnagent instantanément, il faut attendre une quinzaine de minutes pour que l'essentiel des coléoptères soit ainsi accessible. Pour accélérer le processus, il est possible de remuer le mélange après quelques minutes d'attente.

III.2.3.3. Récolte :

Les individus qui intéressent l'observateur sont collectés à la pince souple et stockés dans un tube, à sec avec du papier absorbant ou chargé en acétate d'éthyle.

III.2.4. Le tamisage :

Le tamisage est une étape indispensable lorsque l'on souhaite étudier les coléoptères Scarabéides Laparosticti d'une zone sableuse. Cette technique favorise la capture d'espèces peu abondantes et difficiles à observer avec les autres méthodes de prospection.

III.2.4.1. Matériel :

Tamis avec de préférence deux ou trois jeux de mailles différentes, petite pelle, pince souple, tubes de récolte.

III.2.4.2. Descriptif :

Nous travaillons avec des tamis de mailles différentes: le premier niveau (maille 10x10 mm) permet un tri grossier et élimine les cailloux ou gros débris végétaux contenus dans le sable. Le second niveau (maille 4x4mm) retient les petits cailloux et les grosses espèces de Scarabéides (*Onthophagus*, gros *Aphodius*). Enfin, le dernier niveau (maille fine: 1,5x1, 5mm) retient les petites espèces d'Aphodiidae.

III.3. Technique d'échantillonnage utilisée:

L'abondance est le meilleur facteur de différenciation entre les pièges, en ce qui concerne l'efficacité (capacité de capture) des différents modèles. En comparant ces paramètres, on peut affirmer qu'il n'existe qu'un seul modèle de piège capable de représenter l'abondance des espèces qui colonisent une bouse pendant 72 heures: C.S.R (Cebo-Surface-Rejilla=Appât-Surface-Grille); un tel modèle est un piège à retard, puisque ce n'est qu'après 36 heures de mise en place qu'il permet d'obtenir un inventaire

quantitatif et qualitatif comparable à celui d'un excrément de 6 ou 24 heures (VEIGA et al, 1989).

DOUBE & GILLER (1990) ont démontré que les pièges C.S.R donnaient la meilleure représentation possible d'une communauté d'insectes coprophages actifs dans un site donné, à un moment donné. Dans la majorité des cas, le spectre faunistique (qualitatif et quantitatif) recueilli dans ces pièges ne diffère pas de la communauté des espèces trouvées dans les autres excréments frais (moins de 72 h) présents dans le pâturage, avant qu'interviennent les processus d'émigration (HANSKI 1980, VEIGA et al. 1989). Un tel protocole permet de la sorte de comparer objectivement les stations entre elles selon leurs effectifs ou leur composition faunistique, et les relevés entre eux pour une même station, il permet de comparer au cours d'un même cycle annuel les variations de densité, de biomasse et de composition faunistique de communautés de coprophages.

Les coléoptères coprophages ont été piégés mensuellement entre septembre 2016 et mars 2017. Les piégeages ont été réalisés selon le même protocole standard que celui pratiqué par la plupart des auteurs, avec cinq pièges à coprophages de type C.S.R (Lobo et al.; 1988) disposés le même jour dans chacune des stations. Placés à une distance de 25 m l'un de l'autre, les pièges consistent en un récipient collecteur de 25 cm de profondeur (cuvette) enterré au ras du sol et recouvert d'une grille métallique à larges mailles supportant l'appât (environ 400g de bouse de vache). Les insectes attirés tombent dans le récipient préalablement rempli aux trois-quarts avec un liquide conservateur (eau+ détergeant+ formol dilué à 4%) (figure.19). Les pièges sont relevés une 72 heures après leur mise en place.

Pour pallier l'inconvénient de l'hétérogénéité des appâts, de la bouse fraîche a été collectée auparavant en grande quantité, au même moment (printemps), puis homogénéisée et conditionnée en sacs plastiques avant d'être congelée (-18°C). Au fur et à mesure des besoins, les bouses sont décongelées et utilisées comme appât, retrouvant à la fois leur texture, leur fluidité et leur attraction initiale.

L'utilisation d'un appât identique toute l'année et de même origine atténue considérablement les différences qui pourraient résulter de l'utilisation de déjections d'animaux ayant consommé une nourriture différente selon les saisons et de teneur en eau différente. (BERNAL et al. 1994; DOUBE et GILLER, 1990) ont démontré que les pièges C.S.R donnaient la meilleure représentation possible d'une communauté d'insectes coprophages actifs dans un site donné, à un moment donné. Dans la majorité des cas, le spectre faunistique (qualitatif et quantitatif) recueilli dans ces pièges ne diffère pas de la communauté des espèces trouvées dans les autres excréments frais (moins de 72h) présents dans le pâturage, avant qu'elles interviennent les processus d'émigration (HANSKI 1980; VEIGA et al, 1989).

Un tel protocole permet de la sorte de compare objectivement les stations entre elles selon leurs effectifs ou leur composition faunistique, et les relevés entre eux pour une même station.

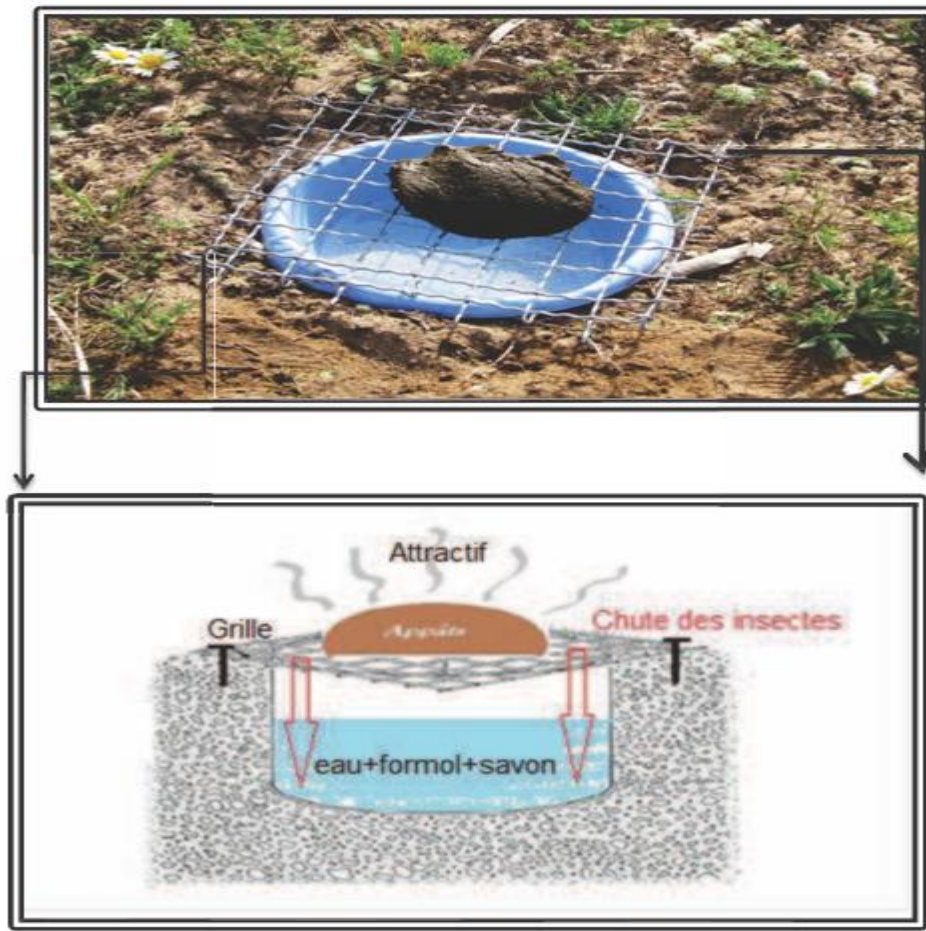


Fig.15. Présentation du piège de type C.S.R. **Source :** SIMON, 2010.

Nous avons effectués deux sorties par mois avec un intervalle de 72 heures, pendant une période de 7 mois allant du mois de Septembre 2016 jusqu'au mois de mars 2017.

III.4. Traitement du matériel faunistique :

III.4.1. La récolte: C'est la première étape après la mise en place des pièges. Elle consiste à vider le contenu des pièges dans des sachets en plastique, dans chacun on a mit une étiquette portant les informations suivantes: la date de sortie, le numéro du piège et la station.

III.4.2. Tri: Au laboratoire de la station de l'I.N.R.F de Djelfa, chaque piège est vidé dans un tamis pour être rincé à l'eau du robinet afin d'éliminer toute impureté (terre, crotte, feuille,...) et le reste est mis dans une assiette en verre près d'une source d'une lumière.

Dans un premier temps, nous séparons en deux groupes notre récolte: les insectes Scarabaeoidea forment le premier groupe et le reste des espèces récoltées forment le deuxième groupe et sont conservées dans des piluliers contenant de l'Alcool à 70%. Les espèces Scarabaeoidea ont été séparées, par la suite, en deux classes: Scarabéidés coprophages et non coprophages, qui sont soit fixés, soit conservés dans des petits flacons étiquetés renfermant de l'alcool.

III.4.3. Identification :

La détermination des espèces a été effectuée à l'aide de divers ouvrages et documents: (BARAUD, 1985), (BOUCHER, 2005), (CHARRIER, 2002), (MEURGEY & SADORGE 2002a, b, c), (PAULIAN, 1941), ainsi que l'Atlas des coléoptères Scarabéidés de LUMARET (1990).

III.4.4. Conservation :

Chaque spécimen identifié est soigneusement introduit dans un pilulier étiqueté contenant de l'alcool. Quelques individus exemplaires, de chaque espèce, sont fixés à part, dans des boîtes de collections entomologiques hermétiques, qui vont servir de matériel de référence pour identifier les différents spécimens restants. Le reste des exemplaires est collectionné dans des cartons organisés par genre et conservé au sein du laboratoire d'entomologie de l'Institut National de Recherche Forestière de la station de Djelfa.

III.4.5. Saisie des listings-répertoires des espèces récoltées:

Les spécimens identifiés sont notés d'abord dans un registre, puis sauvegardés sur ordinateur sous forme de tableaux de données. Ces derniers sont dressés par stations d'étude, en mettant les espèces répertoriées d'un côté et les dates de prélèvements de l'autre côté. Il en résulte, pour chaque station, un répertoire des espèces récoltées.

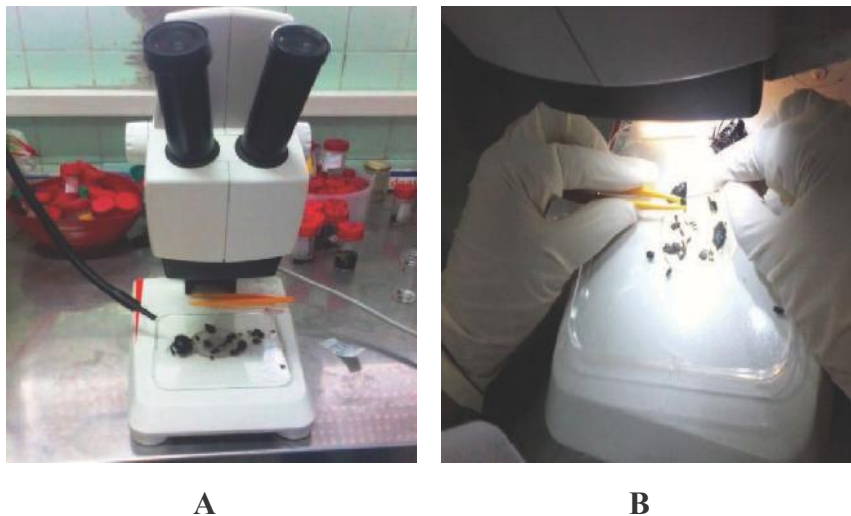


Fig.16. Observation à loupe binoculaire des insectes collectés (A,B)

III.4.6. Analyse statistique des données :**III.4.6.1. Indice de diversité de SHANNON-WEAVER:**

Différents indices de diversité spécifique ont été proposés. Ils peuvent être examinés dans: (ANCELA DA FONSECA, 1969a et 1969b), (PIELOU, 1966a et 1966b), (MORRIS, 1971), (SOUTHWOOD, 1978), (LEGENDRE, 1979b) et (WOLDA, 1983). Selon (LEGENDRE, 1979a), chacun des indices donne une information d'un type précis et l'écologiste peut choisir celui qui convient le mieux à ce qu'il essaie de mesurer.

Considérant qu'un bon indice de diversité doit exprimer la régularité de la distribution d'abondance, nous avons choisi d'utiliser l'indice de SCHANNON-WEAVER, dont les valeurs sont aisément interprétables sur le plan des interactions spécifiques et qui se formule :

$$H = -\sum (N_i/N) * \log (N_i/N)$$

Où: **N_i**: nombre d'individus d'une espèce donnée.

N: abondance totale.

Log: logarithme népérien.

L'indice de Shannon varie directement en fonction du nombre d'espèces. Il convient bien à l'étude comparative de peuplement parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon (RAMADE, 1989).

H est minimal (=0) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce, H est également minimal si, dans un peuplement chaque espèce est représentée par un seul individu, excepté une espèce qui est représentée par tous les autres individus du peuplement. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale pour toutes les espèces (FRONTIER, 1983 in BOURAGBA, 2007.)

III.4.6.2. L'indice de diversité de Simpson :

L'indice de Simpson mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce:

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

Où: **N_i**: nombre d'individus d'une espèce donnée.

N: nombre total d'individus.

Cet indice aura une valeur de **0** pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur : **1** pour indiquer le minimum de diversité. Dans le but d'obtenir des valeurs "plus intuitives", on peut préférer l'indice de diversité de Simpson représenté par **1-D**, le maximum de diversité étant représenté par la valeur **1**, et le minimum de diversité par la valeur **0**. Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon, ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité (PIELOU, 1966b in BOURAGBA, 2007).

III.4.6.3. Composition spécifique et diversité des peuplements:

La composition spécifique des peuplements de Coléoptères Scarabéidés coprophages a été décrite en utilisant des indices tel que: l'abondance des espèces (dans ce cas, le nombre moyen par piège a été pris en considération pour l'analyse des données); la richesse spécifique (nombre d'espèces de Scarabéidés coprophages capturées par piège ou par date de piégeage ou bien par type d'appât) et la diversité spécifique.

Dans ce cas, plusieurs indices ont été utilisés pour décrire la diversité des peuplements :

III.4.6.4. Équitabilité :

La valeur de la diversité, mesurée par la formule SHANNON-WEAVER, dépend de celles de ses deux composantes: la richesse spécifique et la régularité de la répartition de l'effectif entre les différentes espèces. Comme le souligne (BARBAULT, 1981), des peuplements à structures très différentes peuvent avoir la même diversité spécifique. Afin de pouvoir comparer la structure des peuplements, il convient d'utiliser une mesure exprimant la régularité de la distribution indépendamment de la richesse spécifique. Cette mesure est l'équitabilité (E).

D'après DAJOZ (1975), c'est la distribution de nombre d'individus par espèce. Selon RAMADE (1984) l'indice de l'équitabilité est le rapport de la diversité observée (H') sur la diversité maximale (H max). Elle est représentée par la formule suivante :

$$E = H/H' = H/\log S$$

S est le nombre total des espèces présentes (WEESIE et BELEMSOBGO, 1997).

Les valeurs de l'équitabilité varient entre 0 et 1. Elles tendent vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et se rapproche de 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus (RAMADE, 1989).

Si $E < 0,5$ la régularité est faible et les espèces ne sont pas équitablement réparties.

Si $E > 0,5$ (ou égale à 0,7), la régulation est élevée et les espèces sont équitablement réparties.

III.4.6.5. Distributions phénologiques et cycles biologiques :

C'est l'étude de l'influence des variations climatiques saisonnières sur les animaux et les végétaux. Au cours d'une courte période (1 mois), l'abondance des captures d'adultes d'une espèce peut fluctuer simplement en fonction des conditions climatiques momentanées. Mais, lors d'une période plus longue (une année), les fluctuations de cette abondance correspondent aussi et surtout à des fluctuations des nombres d'individus adultes effectivement présents dans le milieu.

En effet, pour la plupart des espèces, on constate que les adultes sont présents à certains moments de l'année seulement; à d'autres moments, on trouve par contre ces mêmes espèces à d'autres stades de développement. Les cycles d'activité des adultes nous renseignent donc sur les périodes de présence effective des adultes ou tout au moins sur les périodes où ces dernières se déplacent activement.

Comme les déplacements des adultes se feraient essentiellement pour la reproduction (MAELFAIT & BAERT; 1975) les pics d'activité observés nous indiquent en fait les périodes où il y a accouplement. Pour notre étude nous nous sommes basés sur les captures de chaque mois à part, pour les espèces les plus représentatives en nombre d'individus.

Le cycle vital ou biologique d'une espèce correspond à la succession de ses stades de développement depuis sa naissance jusqu'à sa mort et a donc une durée, la longévité, qui est fonction de l'espèce. Cette durée peut atteindre plusieurs années (espèce pérennes) ou être inférieure à un an (espèce saisonnière) (TOUFFET, 1982). Les cycles phénologiques sont souvent abordés d'après les cycles d'activité de déplacement qui ont pour but de visualiser l'organisation temporelle des espèces.

III.4.6.6. DECORANA ou DCA (Detrended Correspondence Analysis):

La «Detrended Correspondence Analysis» (DCA) MINCHIN (1987) est une technique qui a été assez populaire en écologie, basée sur l'ordination des données en moyenne réciproques (RA) (HILL & GAUCH 1980). Elle emploie les données des échantillons et des espèces simultanément selon un graphe d'axes factoriels indépendants, dans un plan où l'ensemble des relevés et des espèces est représenté par des points, les espèces sont alors placées dans le plan de telle manière qu'elles arrivent à caractériser chaque relevé (site) qui leur est associé. Les noms des espèces et des pièges sont représentés par des abréviations sur le graphe. Cette méthode tient compte des pièges et des effectifs de chaque espèce capturée dans chaque piège, et met en évidence les facteurs qui déterminent la distribution spatiale des espèces. Elle est exécutée avec le programme PC-ORD.

Chapitre IV :

Résultats et discussion

IV.1. Composition des peuplements végétaux :

Plusieurs auteurs ont montré l'importance de la végétation; en effet, (ROCHER, 1982 in BOUKTIR, 2003), souligne que la composition de la faune d'une région donnée est influencée par la nature des espèces végétales présentes dans ces régions.

Notre station d'étude est une forêt naturelle avec la prédominance du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill), le versant sud de la forêt se présente sous forme de futaie dont les arbres sont des individus d'une hauteur variant de 10 à 15m et de circonférence variant entre 1,20m et 1,60m dans les conditions optimales de développement, avec matorral à base de Chêne vert (*Quercus ilex*), Genévrier (*Juniperus oxycedrus*), Ciste (*Cistus salvifolius*) et Romarin (*Rosmarinus tournefortii*).

Nous avons réalisé une sortie dans la forêt de Toughoursane durant le printemps 2016 pour faire les relevés floristiques de la station d'étude, et après le séchage et la détermination des espèces inventoriées nous avons rassemblées dans le tableau ci-dessous.

Tab.12: La liste des relevés floristiques de la forêt de Toughoursane réalisés durant le printemps 2016.

N°	Famille	N°	Espèce
01	AMARANTHACEAE	01	<i>Polycnemum fontanesii</i> Dur.et Moq.
02	ASTERACEAE	02	<i>Taraxacum laevigatum</i> DC.
		03	<i>Atractylis humilis</i> L.
		04	<i>Echinops spinosus</i> L.
		05	<i>Leontodon hispanicus</i> (Willd.) Poir.
		06	<i>Centaurea parviflora</i> Desf.
		07	<i>Scorzonera laciniata</i> L.
		08	<i>Micropus bombycinus</i> L.ag.
		09	<i>Cirsium echinatum</i> Desf .DC
		10	<i>Launaea angustifolia</i> Desf.
		03	CARYOPHYLLACEAE
12	<i>Minuartia montana</i> L.		
13	<i>Herniaria fontanesii</i> Sub. Al.		
04	CISTACEAE	14	<i>Helianthemum cinereum</i> (Cav) Pers.
		15	<i>Fumana ericoides</i> (Cav) Pau
		16	<i>Helianthemum virgatum</i> (desf.) pers.
05	CUPRESSACEAE	17	<i>Juniperus phoenicea</i> L.
		18	<i>Junipersus oxycedrus</i> L.
06	EUPHORBIACEAE	19	<i>Euphorbia falcata</i> L.
07	FABACEAE	20	<i>Trigonella polyceratia</i> L.
		21	<i>Hippocrepis scabra</i> DC.
08	FAGACEAE	22	<i>Quercus ilex</i> L.
09	LAMIACEAE	23	<i>Thymus ciliatus</i> Desf.
		24	<i>Sideritis montana</i> L.
		25	<i>Salvia verbenaca</i> (L)Briq.
10	PINACEAE	26	<i>Pinus halepensis</i> L.
11	POACEES	27	<i>Stipa tenacissima</i> L.
12	PLANTAGINACEAE	28	<i>Plantago albicans</i> L.
		29	<i>Plantago psyllium</i> L.
13	THYMELAEACEAE	30	<i>Thymelaea tartonraira</i> AII.
		31	<i>Thymelaea nitida</i> VAHL.

IV.2. Analyse de la biocénose:

IV.2.1. Répertoire des espèces Scarabaeoidea récoltées dans la forêt de Toughoursane durant la période d'étude:

Le tableau.13, représente la liste des espèces des Scarabaeoidea coprophages piégées par la méthode de C.S.R dans la station d'étude.

Tab.13. Répertoire des espèces Scarabaeoidea récoltées dans la station d'étude durant la période d'étude.

Famille	Sous famille	Espèce
Scarabaeidae	Coprinae	1- <i>Bubas bubaloides</i> (JANSSENS, 1938)
		2- <i>Chironitis irroratus</i> (ROSSI, 1790)
		3- <i>Ontophagus andalusicus</i> (WALTL, 1835)
		4- <i>Ontophagus arcifer</i> (ORBIGNY, 1904)
		5- <i>Onthophagus nebulosus</i> (REICHE, 1864)
		6- <i>Ontophagus</i> Sp.1
		7- <i>Ontophagus</i> Sp.4
		8- <i>Ontophagus</i> Sp.6
		9- <i>Ontophagus</i> Sp.7
Trogidae		10- <i>Trox fabricii</i> (REICHE, 1853)
Aphodiidae	Aphodiinae	11- <i>Aphodius melanosticus</i> (W. SCHMIDT, 1840)
		12- <i>Aphodius</i> Sp.1
		13- <i>Aphodius</i> Sp.2
		14- <i>Aphodius</i> Sp.3
		15- <i>Aphodius</i> Sp.4
		16- <i>Aphodius</i> Sp.8
		17- <i>Aphodius</i> Sp.10
		18- <i>Aphodius</i> Sp.11
		19- <i>Aphodius</i> Sp.12
		20- <i>Aphodius</i> Sp.13
		21- <i>Aphodius</i> Sp.14
		22- <i>Aphodius</i> Sp.15
		23- <i>Aphodius</i> Sp.16
		24- <i>Aphodius</i> Sp.17
		25- <i>Aphodius</i> Sp.18
		26- <i>Aphodius</i> Sp.19

L'échantillonnage dans la station d'étude au niveau de la forêt naturelle de Toughoursane sur une période de 07 mois (de septembre 2016 jusqu'à mars 2017.), a l'aide de la méthode de piégeage C.S.R nous a permis de recenser trois familles de Scarabaeoidea sont la famille des Scarabaeidae, des Aphodiidae et des Trogidae, représentées par 26 espèces.

IV.2.1.1. Présentation des données quantitatives :

Durant les sept mois d'étude, plus que 26377 individus de Scarabaeoidea coprophages ont été récoltés. Ces derniers appartiennent à trois grandes familles (Scarabaeidae, Aphodiidae et Trogidae), qui se répartissent en 5 genres et 26 espèces, dont la famille des Aphodiidae est la mieux représentée avec 16 espèces, suivi par celle des Scarabaeidae avec 09 espèces, et en dernier les Trogidae avec une seule espèce *Troxfabricii*.

IV.2.1.2. Richesse spécifique des Scarabaeoidea coprophages :

Les Scarabaeoidea font partie des espèces xérophiles qui forment des peuplements en général assez riches en espèces (PAULIAN, 1988). Mais où les individus peuvent pulluler avec des effectifs plus au moins importants. Le nombre d'espèces capturées dans nos stations est une valeur quantitative qui relève de l'étude de l'organisation des peuplements considérés.

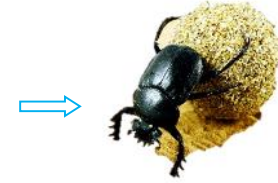
Dans l'ensemble du matériel récolté, 26 espèces Scarabaeoidea coprophages au total ont été capturées appartenant à 4 genres et trois familles (tableau.14). La famille des Scarabaeidae, qui comprend à la fois des insectes rouleurs (Scarabaeinae) et des insectes fouisseurs (Coprinae), n'est représentée ici que par les Coprinae (9 espèces), dont 7 espèces Onthophagini et 2 espèces Onitini pour la guildes des fouisseurs. Les Aphodiidae sont les mieux représentés en nombre (16 espèces résidentes, toutes de la tribu des Aphodiini). Et avec une seule espèce représentée par les Trogidae.

Tab.14. Richesse spécifique dans la forêt de Toughoursane

Famille	Sous famille	Tribu	Genre	Nombre d'espèces	Effectif	
Scarabaeidae	Coprinae	Onitini	<i>Bubas</i>	1	31	
			<i>Chironithis</i>	1	1	
		Onthophagini	<i>Onthophagus</i>	7	229	
Aphodiidae	Aphodiinae	Aphodiini	<i>Aphodius</i>	16	+26116	
Trogidae			<i>Trox</i>	01	01	
Total				5	26	+26378

➤ **Rouleurs** ou **Télécoprides** (sous-familles des *Scarabaeinae*): prélèvent une parcelle d'excrément qui est façonnée en boule et roulée à distance avant d'être enfouie.

0 espèce
Rouleurs



➤ **Fouisseurs** ou **Paracoprides** (sous-familles des *Coprinae* et *Geotrupinae*): enterrent directement la matière fécale à l'aplomb de la source de nourriture.

9 espèces
Fouisseurs



➤ **Résidents** ou **Endocoprides** (sous-familles des *Aphodiinae*) pondent leurs œufs dans la bouse où leurs larves vont se développer directement.

16 espèces
Résidentes



IV.2.1.2.1. La guilde des rouleurs :

Dans ce premier cas, les imagos détachent une parcelle d'excréments et l'emportent par roulage à une distance plus ou moins grande du dépôt avant de l'enterrer dans un endroit convenable pour leur propre consommation ou pour l'édification de nids pédotrophiques servant à la réception de la ponte. Ce sont des espèces diurnes ou crépusculaires pour la plupart.

La guilde des rouleurs dans notre région d'étude est absente.

IV.2.1.2.2. La guilde des fouisseurs :

Il s'agit d'espèces qui enfouissent leurs réserves alimentaires dans les terriers creusés le plus souvent directement à l'aplomb des déjections. Un tel comportement, hautement adaptatif, permet aux larves de disposer de suffisamment de réserves pour accomplir tout leur développement, la compétition n'intervenant qu'entre les adultes pour accumuler les réserves. de plus, dans les régions arides ou semi-arides, l'enfouissement a l'avantage de soustraire une ressource fragile et fugace des effets très rapides de la dessiccation, un nid en profondeur conservant l'humidité initiale (LUMARET, 1989). Dans nos relevés, cette guilde ne compte que des Coprinae. La richesse en fouisseurs est représentée par 3 genres, soit 9 espèces; il s'agit de *Bubas*, *Chironitis* et *Onthophagus*. La famille des Geotrupidae est absente également.

IV.2.1.2.3. La guilde des résidents :

Il s'agit d'espèces dont le développement larvaire se déroule en totalité, ou pour une large part, à l'intérieur même des déjections (cas des *Aphodius*), ce qui nécessite que l'activité des insectes et surtout leur reproduction intervienne pendant les périodes fraîches et humides de l'année lorsque les déjections exploitées sont de petite taille sinon, il y a un problème de dessiccation trop rapide (LUMARET ? 1975; LUMARET et KIRK, 1987).

Selon LUMARET (1989), une autre stratégie consiste à exploiter des excréments plus gros, mais avec le risque de rentrer en concurrence avec les rouleurs et les fousseurs qui confisquent très rapidement une très large part de la ressource trophique en l'enfouissant dans des terriers profonds, à moins de pratiquer le cleptoparasitisme et de parasiter les ressources accumulées par les fousseurs, comme cela est fréquent en zone sahélienne (ROUGON et ROUGON, 1980-1983).

Cette guildes n'est représentée que par les Aphodiidae qui comptent autant d'espèces que les Scarabaeidae avec 16 espèces (tableau.15). Les résidents sont bien représentés avec une forte présence des Aphodiidae (26116). Cette guildes constitue ici 64% de l'ensemble des captures de coprophages.

IV.2.1.3. Composition générale des peuplements de Scarabaeoidea coprophages :

Parmi les espèces récoltées, un maximum de 16 espèces est noté pour la famille des Aphodiidae (64%) avec le nombre d'individus le plus élevé soit 26116 individus, représentant un taux très important de 99% des captures, ensuite la famille des Scarabaeidae représentée qu'avec la sous-famille des Coprinae avec 9 espèces soit 36% individus. (tableau.15.).

Tab.15. Nombre et Taux d'espèces et d'individus récoltés par sous-famille

	Nombres d'espèces	Effectif	Taux d'espèces	Taux d'individus
Aphodiinae	16	26116	64%	99%
Coprinae	9	261	36%	1%

À partir du tableau.15 nous avons établi les proportions du nombre des espèces et des individus des deux sous-familles Scarabaeoidea capturées dans la forêt naturelle de Toughoursane, représentées dans les figures 21 et 22.



Fig.17. Proportion du nombre d'espèce des deux sous-familles récoltés dans la forêt naturelle de Toughoursane

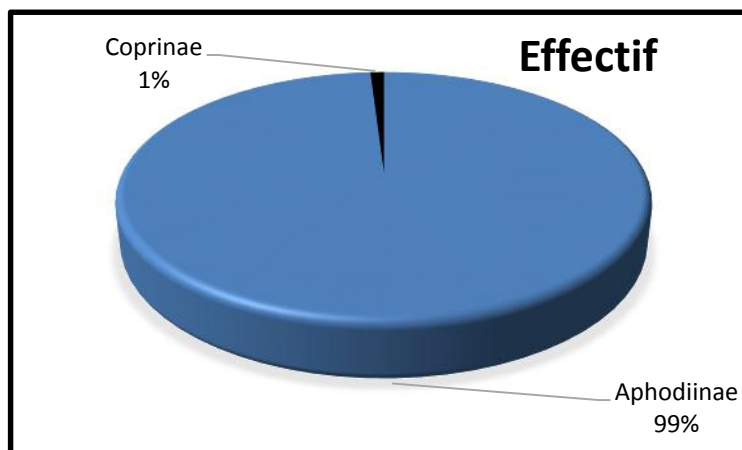


Fig.18. Proportion du nombre d’individus des deux sous-familles récoltés dans la forêt naturelle de Toughoursane.

Nous avons la sous-famille des Aphodiinae qui est mieux représentée que la sous-famille des Coprinae, avec un pourcentage élevé 64% (figure.21).

IV.3. Variations mensuelles de la richesse spécifique des Scarabaeoidea coprophages

Le tableau.16 rassemble les indications sur la richesse spécifique mensuelle, elles sont faibles, la richesse totale étant comprise entre 12 espèces durant le mois de septembre et mars, et 3 espèces durant le mois de janvier le moins représenté. Nous constatons que la richesse spécifique est la presque la même en automne qu’en hiver.

Tab.16. Variations mensuelles de la richesse spécifique dans la forêt naturelle de Toughoursane.

	Automne			Hiver			
	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
Aphodiinae	11	6	4	3	3	3	4
Coprinae	1	1	1	1	0	2	8
Total	12	7	5	4	3	5	12
	24			24			

Contrairement à la richesse spécifique, L’automne comme saison humide est le plus riche en individus (avec 26063 individus). Elle est marquée par la forte abondance des Aphodiidae (tableau.17.).

Tab.17. Variations saisonnières du nombre d'individus dans la forêt naturelle de Toughoursane.

	Automne			Hiver			
	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
Aphodiinae	25842	181	29	3	3	14	44
Coprinae	1	2	8	1	0	11	238
Total	25843	183	37	4	3	25	282
	26063			314			

En analysant les figures 23 et 24, nous constatons que la richesse spécifique est identique durant les deux saisons d'étude automnale et hivernale, face à un nombre d'individus très élevé durant seulement la saison automnale.

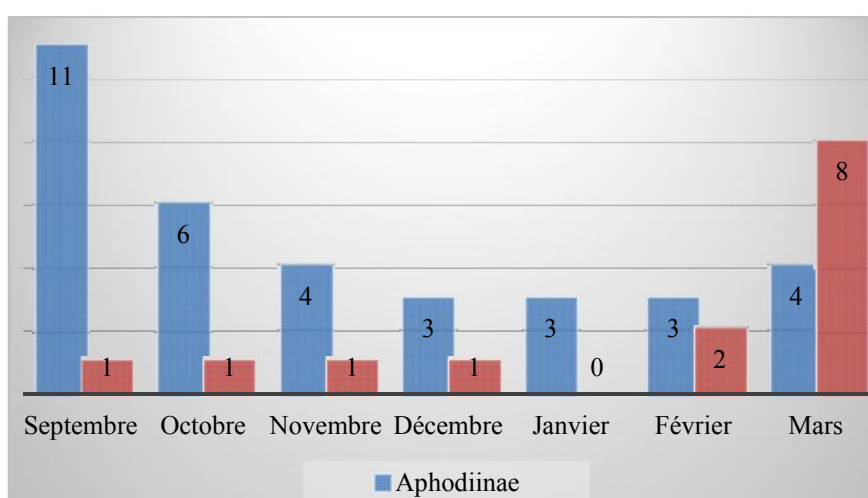


Fig.19. Variations mensuelles de la richesse spécifique dans la forêt naturelle de Toughoursane.

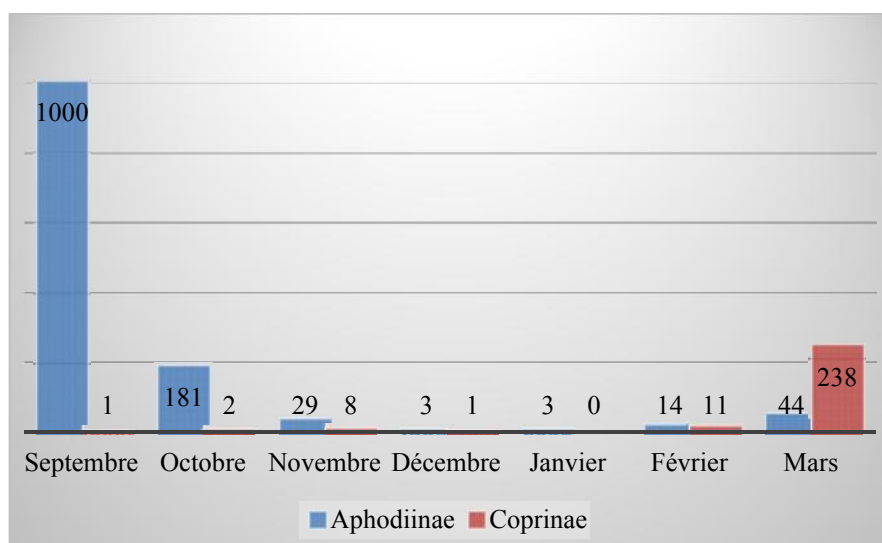


Fig.20. Variations mensuelles du nombre d'individus dans la forêt naturelle de Toughoursane

IV.4. Traitements des données numériques:

Un total de 26378 individus appartenant à 26 espèces Scarabaeoidea coprophages est récolté durant une période de 7 mois d'étude, nombre d'espèces comparable aux résultats obtenus en utilisant la même méthode.

Les espèces inventoriées soit 26 appartenant au groupe Laparocticti, rassemblant trois familles, Scarabaeidae, Aphodiidae et Trogidae, les deux premières constituent les principales familles de coléoptères coprophages regroupées généralement sous le nom de « Bousiers ». La famille des Trogidae reste mal connue, elle n'est représentée que par un seul individu *Troxfabricii*, ce genre vit dans les nids de pics et de rapaces, sous les cadavres desséchés ou les crottes de renards. Dans notre matériel, la famille des Scarabaeidaen est marquée que par la présence de la sous famille des coprinae avec les trois genres *Bubas*, *Chironitis* et *Ontophagus*.

Dans notre région d'étude, les Aphodiidae appelés aussi résidents ou endocoprides marquent leur forte présence (en effectifs plus qu'en espèces) avec 99% des effectifs totaux des Scarabaeoidea coprophages inventoriés. Les résultats d'ERROUSSI *et al*, (2009), en Tunisie ont montré qu'il y a une variation saisonnière significative de composition des peuplements, et de la diversité. Il ya eu quatre périodes d'activité au cours de l'année, le nombre d'individu le plus grand était durant octobre et février. Le cas de la forêt de Toughoursane, sont Septembre et Octobre, les mois les plus remarquable, sachant que janvier est le mois le plus pluvieux mais le plus froid (tableau.18.).

Tab.18. Variations mensuelles des températures moyennes, des précipitations et d'effectif des Aphodiidae dans la forêt naturelle de Toughoursane durant la période d'étude.

	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Ma
Effectif Aphodiinae	1000	181	29	3	3	14	44
Précipitation	17,9	12,8	23,6	22,7	77,7	2,4	0,2
Température moyenne	20.3	17.8	09.4	06.0	02.8	07.9	10.7

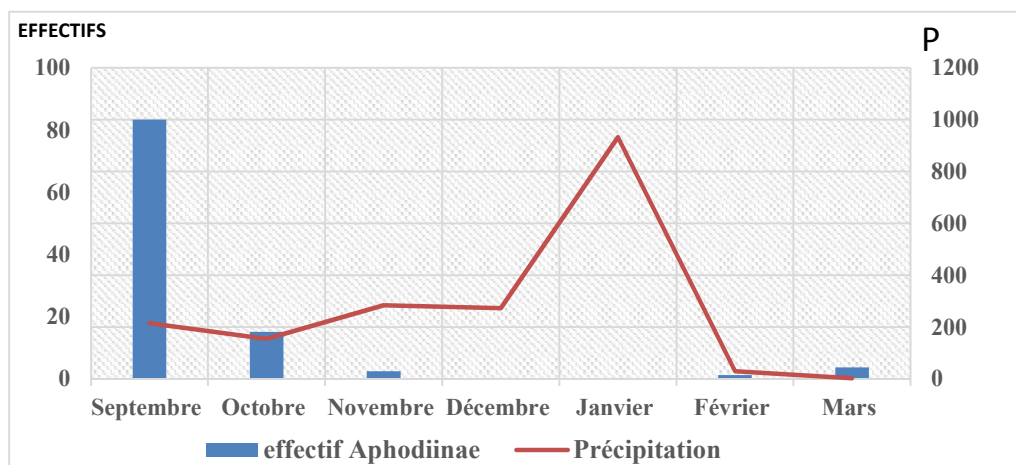


Fig.21. Illustration des variations mensuelles des précipitations et d'effectif des Aphodiidae dans la forêt naturelle de Toughoursane durant la période d'étude.

Certains *Aphodius* ont un cycle biologique complètement original par rapport à celui de la majorité des autres espèces, ce qui leur permet de bénéficier de la période où la vitesse de dessiccation des excréments est la plus faible, tout en limitant la concurrence. Ainsi un bon nombre d'espèces de cette sous-famille exploite les bouses durant l'hiver. Les femelles pondent et sont actives de Décembre à Février, parfois plus tard si le printemps est tardif. Il apparaît donc logique que la discrimination temporelle soit un facteur important pour les endocopriles.

Les conditions pédoclimatiques (en particulier la sécheresse) ne permettent pas à la guilda des résidents de jouer le même rôle fonctionnel majeur qu'en Europe du Nord ou en montagne (HANSKI et CAMBEFORT, 1991; LUMARET et STIERNET, 1991). Janvier le mois le plus pluvieux mais le plus froid avec température moyenne de 2,8°C ce qui explique la faible activité des Aphodiidae dans des températures diminuées même si la saison est assez humide.

MENENDEZ et GUTIERREZ (1996) expliquent que la distribution locale des individus entre les types de végétation a été déterminée par des facteurs microclimatiques, notamment la température. Les différences d'altitude sont associées aux changements de la température.

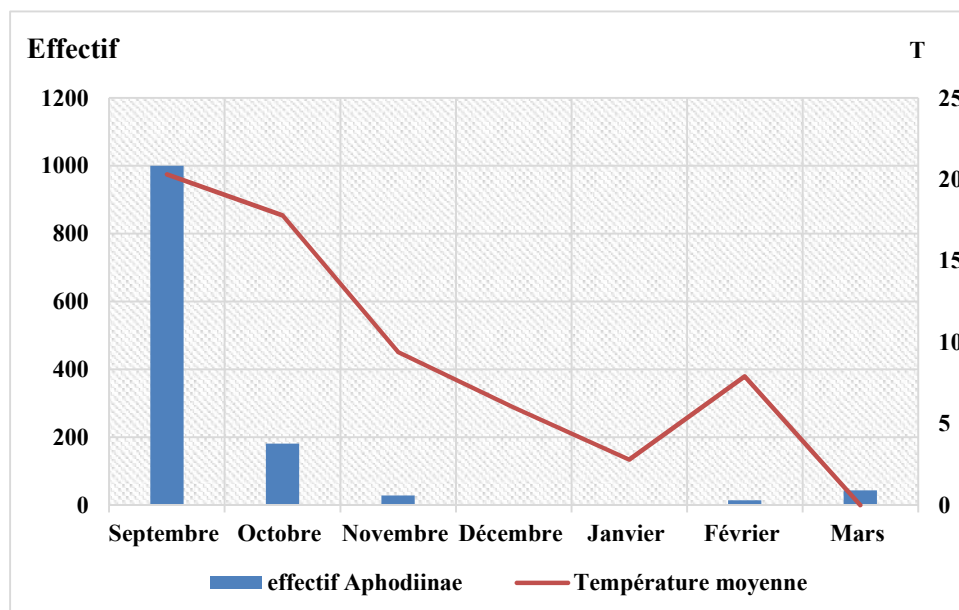


Fig.22. Illustration des variations mensuelles des températures moyennes et d'effectif des Aphodiidae dans la forêt naturelle de Toughoursane durant la période d'étude.

En Méditerranée, l'activité des résidents est concentrée au printemps, la fin de l'hiver ou l'automne, pour certaines espèces. En effet les résidents ou endocopriles sont des insectes qui colonisent très tôt l'excrément où ils y pondent leurs œufs. La grande diversité des *Aphodiinae* est liée à la fois à la grande hétérogénéité des conditions environnementales locales et aux changements saisonniers importants dans l'apparition des espèces de cette sous-famille. Les Aphodiidae jouent partout un rôle mineur, même si localement une espèce peut, pendant une courte période, exercer un certain rôle.

Dans la guildes de fousseurs ou paracopridae les *Coprinae*, essentiellement actifs durant la période chaude de l'année: printemps et été, ce qui explique une présence faible dans notre région d'étude.

Selon une étude menée dans le sud des Alpes par JAY-ROBERT et al (2008), l'analyse de nombreux peuplements de bousiers a montré que l'altitude et le type de végétation influencent fortement la composition des peuplements. Cependant certains chercheurs ont abouti à ce que les bousiers sont insensibles à la structure elle-même de la végétation, mais sont sensibles aux conditions climatiques liées à cette structure (MARTÍN PIERA et al. 1992; MENÉNDEZ et GUTIÉRREZ, 1996; ROMERO ALCARAZ et AVILA, 2000; MENÉNDEZ et GUTIÉRREZ, 2004).

MENENDEZ et GUTIERREZ (1996) expliquent que la distribution locale des individus entre les types de végétation a été déterminée par des facteurs microclimatiques, notamment la température. Les différences d'altitude sont associées aux changements de la température. La communauté est particulièrement sensible à petite échelle à la perturbation de l'habitat et au changement de la structure de la végétation qu'au changement à grande échelle comme la perte du couvert végétal forestier (HOWDEN et NEALIS, 1975; PECK et FORSYTH, 1982; KLEIN, 1989; HALFFTER et al. 1992; HALFFTER et FAVILA, 1993; DAVIS et al. 2001).

Quelques études ont été réalisées dans le parc national d'El-Kala par EL-AICHAR (2014), et de la même région (Djelfa) par AMRAOUI (2011), BELHADJ ET REBBAHI (2011) dans un écosystème forestier; la forêt naturelle de Sénalba, le reboisement de Moudjbara dit Barrage vert, et la réserve de chasse de Chebeika qui fait partie également de ce barrage. Les résultats ont montré que la richesse est presque la même entre 35 et 23 espèces.

Tab.19. Comparaison du nombre d'espèces capturées dans la forêt Toughoursane (Sénalba Gharbi) avec ceux de la forêt de Sénalba Chergui, Moudjbara et Chebeika.

Région	Djelfa				Annaba
	Sénalba	Moudjbara	Chebeika	Toughoursane	El-Kala
Nature	Sénalba Chergui Forêt naturelle	Reboisement sur milieu steppique	milieu fermé Réserve de chasse	Sénalba Gharbi Forêt naturelle	Parc National
Période d'étude	une année 2009/2010	une année 2009/2010	Sept mois Déc.-Mai	Sept mois Sept.-Mars 2017	2 ans 2010-2012
Scarabaeidae	13	10	4	9	15
Aphodiidae	22	18	16	16	8
Total	35	28	20	25	23

La forêt offre certainement des conditions microclimatiques favorables pour certaines espèces (humidité élevée, peu d'éclairage...etc.). Une étude qui a été réalisé dans la forêt de Sénalba par AMRAOUI (2011), avec les mêmes conditions environnementales, a révélé une variation identique à nos résultats.

D'après la comparaison avec les autres études effectuées, citées plus haut, il y a peu d'espèces communes. Nous avons les trois espèces: *Aphodius melanosticus*, *Onthophagus nebulosis* et *Bubas bubaloides* rencontrées dans la présente étude et celle effectuées à Chbeika (2011), et AMRAOUI (2011).

L'unique genre qu'El-AICHAR a trouvé dans son matériel, à El-Kala et que nous avons également trouvé est *Bubas* avec l'espèce *B. bison*.

Il est à noter que les guildes les plus importantes pour tous les travaux réalisés sont les fousseurs et les résidents.

Tab.20. Comparaison du nombre d'espèces et d'effectif capturés dans la forêt Toughoursane (Sénalba Gharbi) avec ceux de la forêt de Sénalba Chergui.

Station	Richesse spécifique		Abondance		Total des espèces capturées
	Automne	Hiver	Automne	Hiver	
Toughoursane 2016/2017	16	15	26063	314	25 (sur 7 mois)
Sénalba 2009/2010	17	19	885	240	35 (sur une année)

IV.4.1. Diversité et Équitabilité :

Pour chaque piège C.S.R, les valeurs de la diversité H de SHANNON ont été calculées globalement sur un cycle de 7 mois, Nous avons établi deux calculs; le premier en comptant les deux espèces dominantes Sp.4 et Sp.16. Le deuxième en les négligeant.

Pour le premier cas, on voit que pour toutes les espèces, l'indice de Shannon est très faible, il n'atteint même pas 1, ce qui indique que le peuplement est dominé par deux espèces qui ont des effectifs très élevés, c'est le cas des espèces Sp.4 qui dépasse les 21037 individus et Sp.16 avec 4744 individus, il en est de même pour l'équitabilité E et l'indice de Simpson D.

Dans le deuxième cas Les résultats ont montré une diversité presque égale dans les cinq pièges C.S.R; valeurs loin de 0, elles sont maximales ce qui signifie que les individus sont répartis d'une façon égale pour toutes les espèces (tableau.20.). L'équitabilité E (valeurs comprises entre 0 et 1) est de presque 0.8 dans les pièges C.S.R.1, 3,4 et 5, et une valeur moyenne de 0.49 dans le piège C.S.R.2.

Tab.21. Récapitulatif des mesures de diversités des espèces des Scarabaeoidea coprophages dans les 5 pièges C.S.R. :

S: Richesse; E: Equitabilité; H: Indice de diversité de SHANNON; D: Indice de SIMPSON (1 pour toutes les espèces, 2 pour toutes les espèces exceptées Sp.4 et Sp.16 qui ont des effectifs très élevés)

	S1	S2	E1	E2	H1	H2	D1	D2
C.S.R 1	13	11	0,182	0.790	0,464	1.895	0,240	0.7979
C.S.R 2	14	12	0,197	0.491	0,521	1.219	0,247	0.5092
C.S.R 3	20	18	0,220	0.764	0,658	2.210	0,371	0.8382
C.S.R 4	17	15	0.271	0.877	0,767	2.376	0,472	0.8828
C.S.R 5	20	18	0,221	0.805	0.663	2.327	0,338	0.8695

IV.4.2. Analyse bio-informatique des résultats (DECORANA)

Le graphe de la figure.27, illustre la disposition des pièges à partir de l’analyse DECORANA, en montrant une ordination selon les axes 1 et 2, toute en considérant la présence des deux espèces dominantes Sp.4 et Sp.16, l’axe 1 montre une disposition de C.S.R 4 et 3 dans sa partie négative avec trois espèces liées à ce dernier: *Onthophagus* Sp.6, *O. Sp.7* et *Troxfabricii* par rapport aux C.S.R 1 et 2 qui se placent dans la partie négative du même axe. La distribution des espèces est indépendante du piège 2. Alors que dans la partie positive des deux axes absence total de la distribution des pièges.

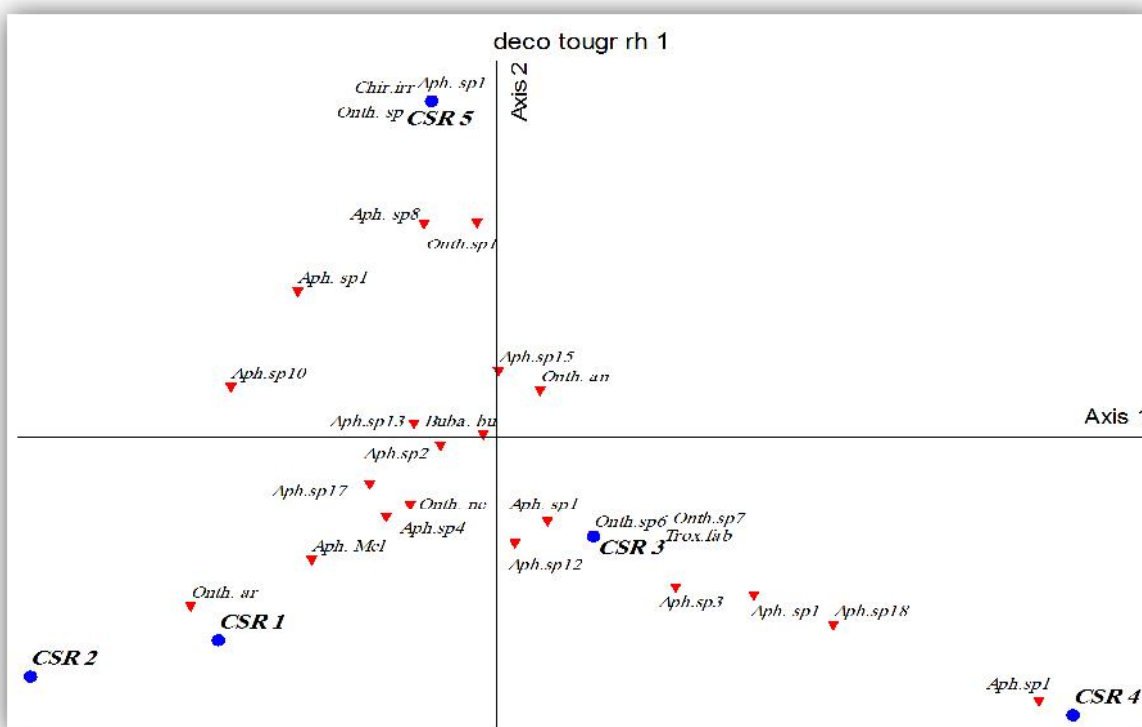


Fig.23. Ordination de l’ensemble des stations pour toutes les espèces Scarabaeoidea Coprophages, selon les axes1 et 2 à partir de DECORANA

Le graphe de la figure.28, illustre la disposition des pièges à partir de l'analyse DECORANA, en montrant une ordination selon les axes 2 et 3, le piège C.S.R 5 se place dans la partie positive l'axe 2 avec trois espèces: *Aphodius* s.p1, *Chirrontis irroratus* et *Onthophagus* Sp.4, O. dans la partie négative du même axe se place C.S.R 3 avec les trois espèces; *Onthophagus* Sp.6, O. Sp.7 et *Troxfabricii*. Dans la partie négative des deux axes se placent les deux pièges C.S.R 2 et 4.

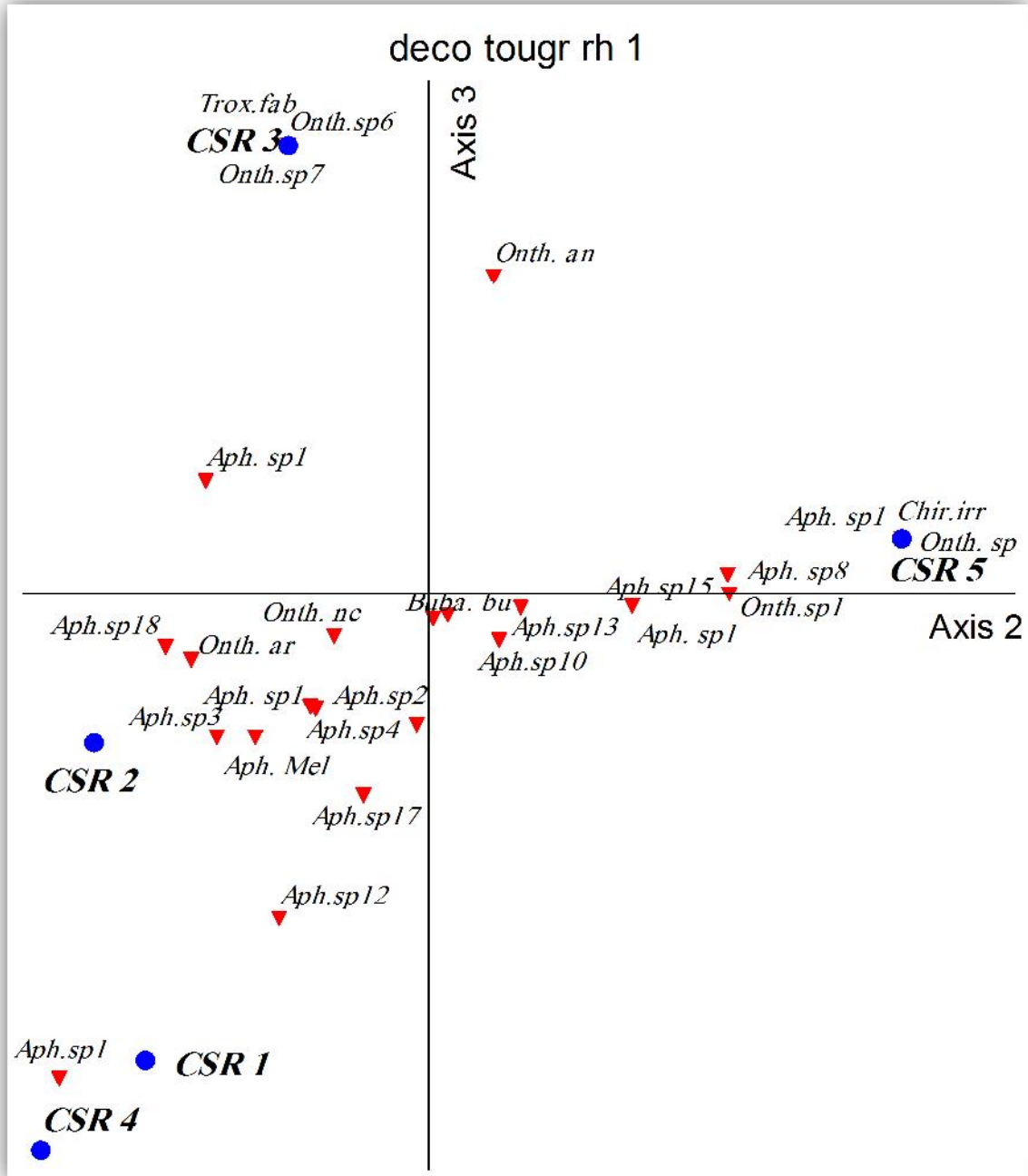


Fig.24. Ordination de l'ensemble des pièges pour toutes les espèces Scarabaeoidea Coprophages, selon les axes 2 et 3 à partir de DECORANA

Dans notre deuxième cas, en négligeant les deux espèces Sp.4 et Sp.16, le graphe de la figure.29, illustre la disposition des pièges à partir de l'analyse DECORANA, en montrant une ordination selon les axes 1 et 3, l'axe 3 montre une disposition de C.S.R 3

dans sa partie positive avec ses trois espèces *Onthophagus* Sp.6, *O. Sp.7* et *Troxfabricii* par rapport aux C.S.R 1, 2 et 5 qui se placent dans la partie négative du même axe. La distribution des espèces est indépendante du piège 2.

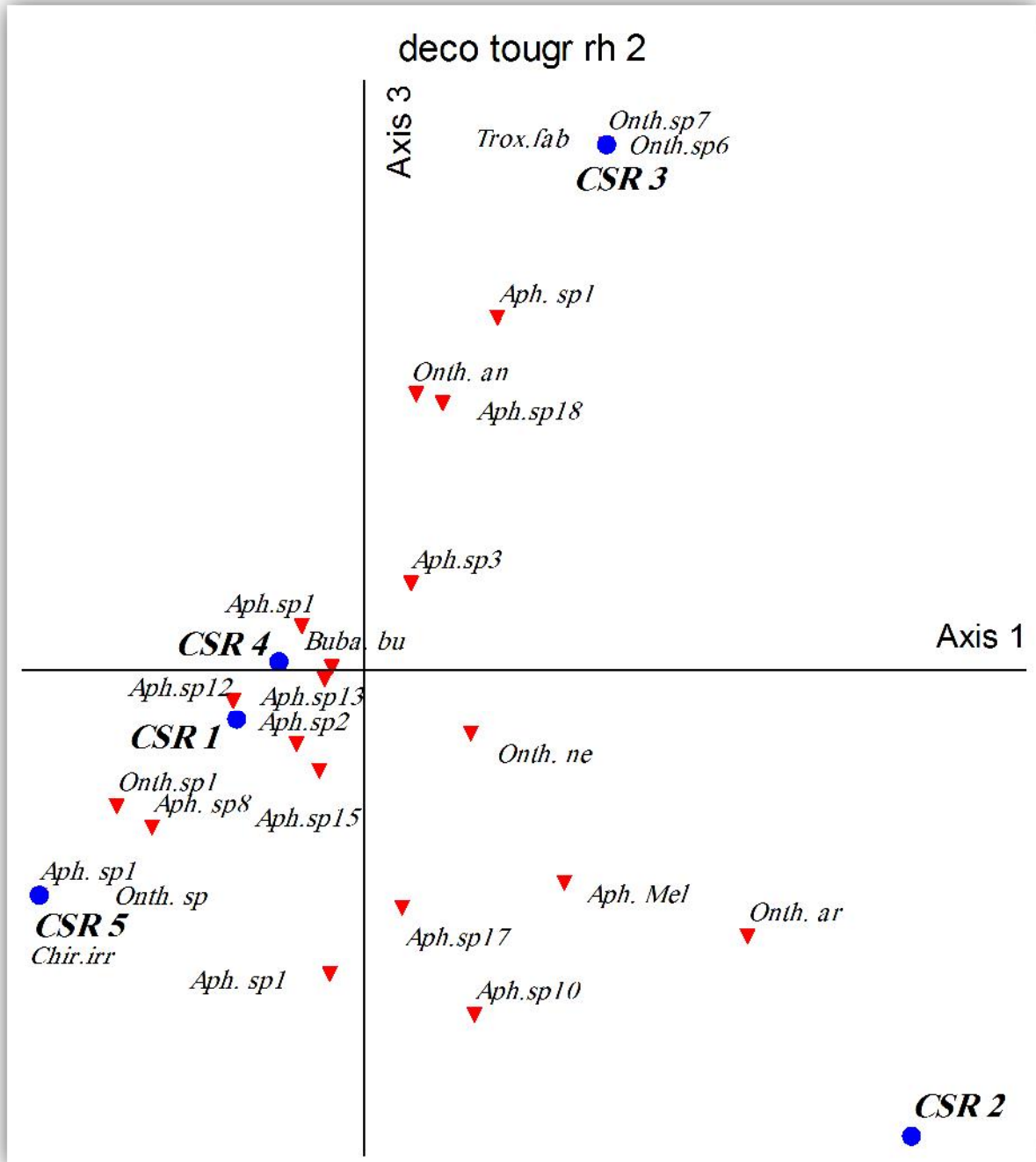


Fig.25. Ordination de l'ensemble des pièges pour toutes les espèces Scarabaeoidea Coprophages (sauf les espèces Sp.4 et Sp.16, selon les axes 1 et 3 à partir de DECORANA

Dans le graphe de la figure.30, obtenu par l'analyse DECORANA, nous avons l'ordination des pièges selon les axes1 et 2. Les pièges 2 et 3 se placent dans la partie positive des deux axes, alors que les pièges C.S.R 1 et 5 se placent dans leur partie positive.

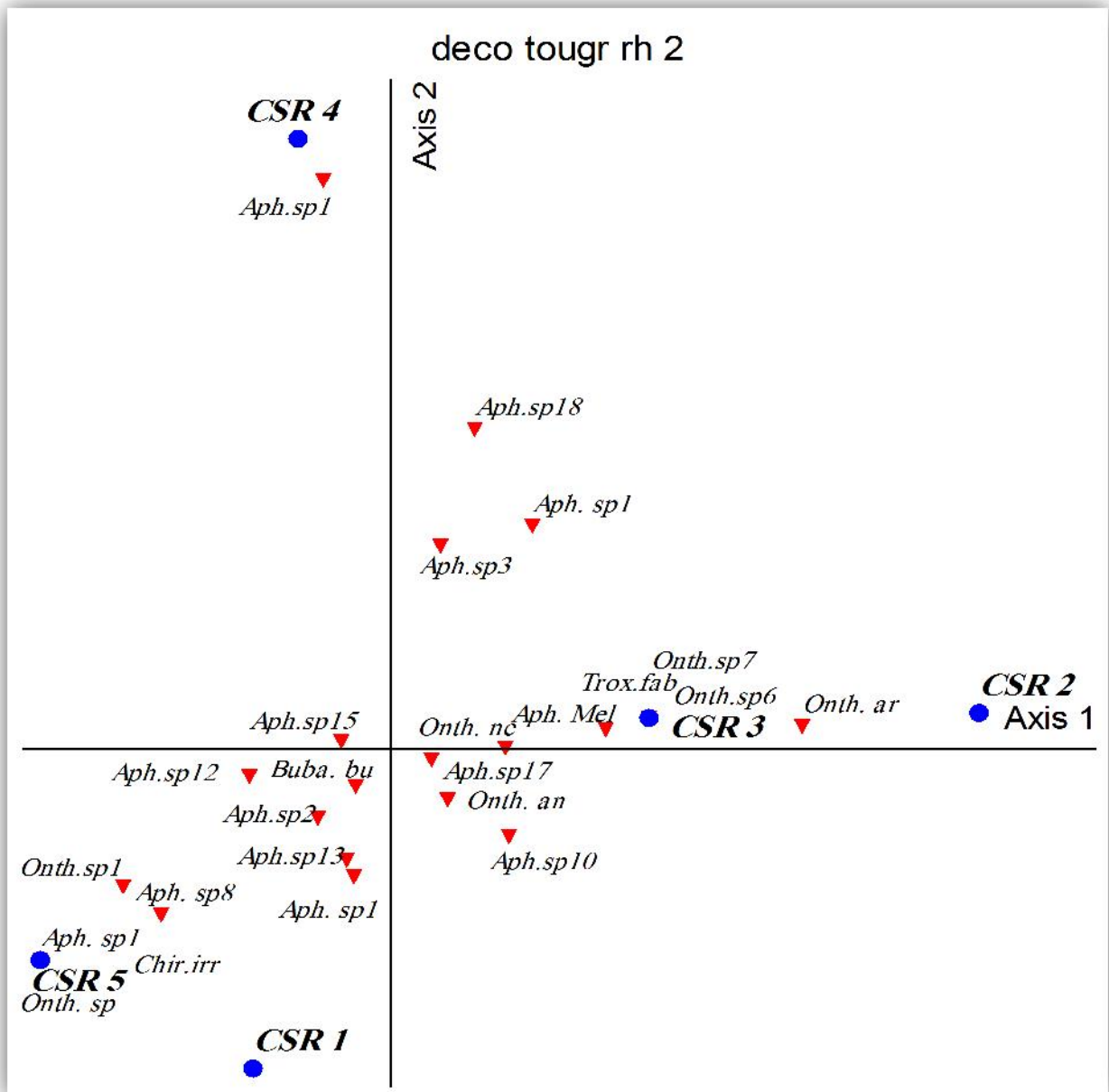


Fig.26. Ordination de l'ensemble des pièges pour toutes les espèces Scarabaeoidea Coprophages (sauf les espèces Sp.4 et Sp.16, selon les axes 1 et 2 à partir de DECORANA

IV.4.3. Similarité entre les pièges C.S.R mis en place dans la forêt de Toughoursane d'étude et entre les espèces.

Le dendrogramme de similarité de SORENSEN des figures.31 et 32 illustre la disposition des pièges C.S.R en fonction des espèces, ensuite illustre la disposition des espèces Scarabaeoidea coprophages récoltées durant sept mois dans la forêt de Toughoursane en fonction des 05 pièges C.S.R.

Dans notre premier cas (avec Sp.4 et Sp.16) (figure.31), pour les pièges, nous avons les deux pièges C.S.R 1 et 2 qui ont une similarité totale à 100%, alors que le piège C.S.R 4 à une similarité presque nulle avec l'ensemble des pièges.

Pour les espèces, d'abord une séparation en deux classes ; la première classe est formée d'un groupe de 20 espèces dont, 6 Scarabaeidae et 14 Aphodiidae. Cette classe

scinde deux groupes, à cette hauteur la dispersion représente 25 % de la dispersion totale, l'un des groupe est formé de 11 espèces dont 3Scarabaeidae, 8Aphodiidae. L'autre classe moins importante formée que de 6 espèces à son tour est partagé en 2 lots à 70% de similarité.

Certaines espèces ont ensemble une similarité totale à 100% comme *Onthophagus* Sp.7 et Sp.6 avec *Troxfabricii*.

Dans le deuxième cas (sans Sp.4 et Sp.16) (figure.32), pour les pièges, nous avons les deux pièges C.S.R 1 et 5 qui ont une similarité totale à 100%, alors que le piège C.S.R 2à une similarité presque nulle avec l'ensemble des pièges. Pour les espèces, nous avons en premier une séparation en deux classes ; la première classe est formée d'un groupe de 18 espèces dont, 6 Scarabaeidae et 12 Aphodiidae. Cette classe scinde deux groupes, à cette hauteur la dispersion représente presque 30 % de la dispersion totale, l'un des groupe est formé de 11 espèces dont 3 Scarabaeidae, 8 Aphodiidae.

La même observation que le premier dendrogramme, les trois espèces; *Onthophagus* Sp.7 et Sp.6 avec *Troxfabricii* ensemble forment une similarité totale à 100%.

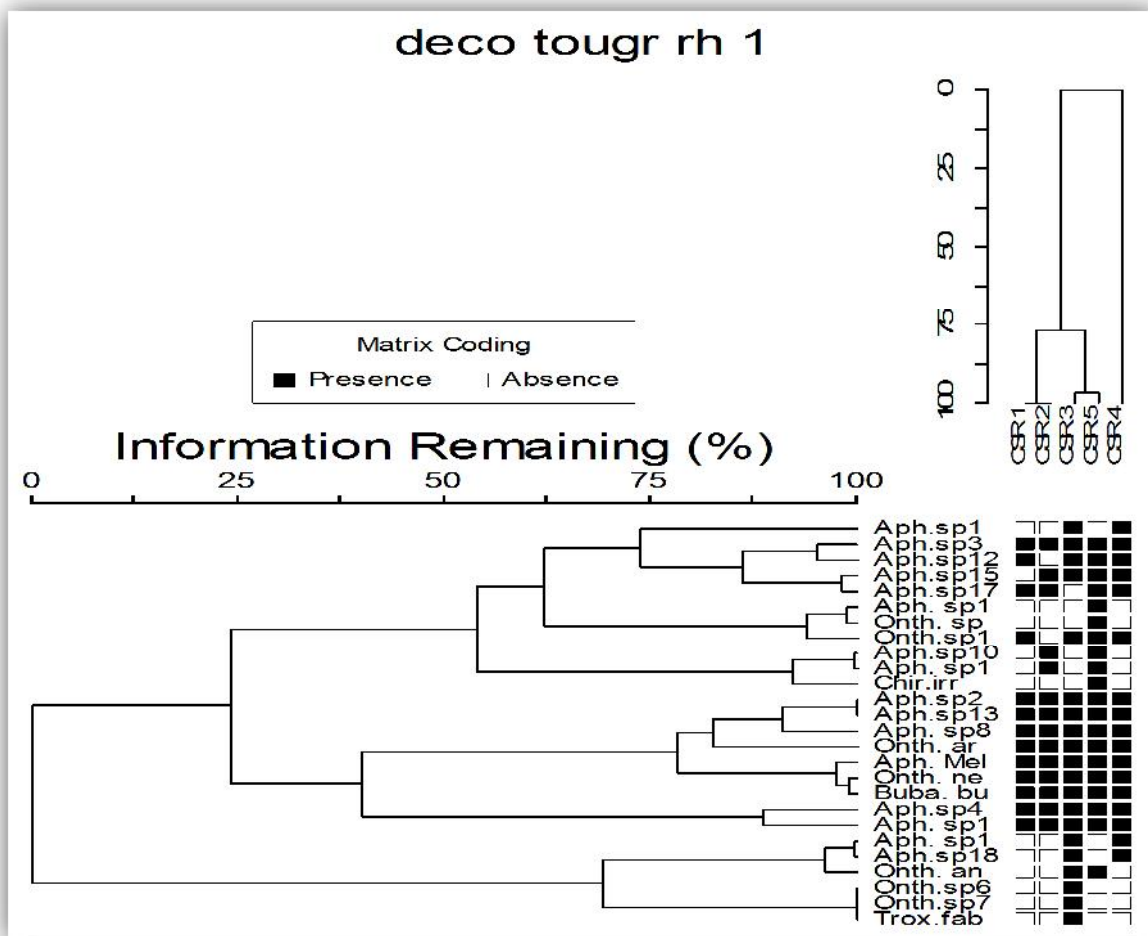


Fig.27. Dendrogramme de similarité de SORESENSE dans la classification des espèces Scarabaeoidea Coprophages récoltés durant sept mois dans la forêt naturelle de Toughoursane (Le premier cas)

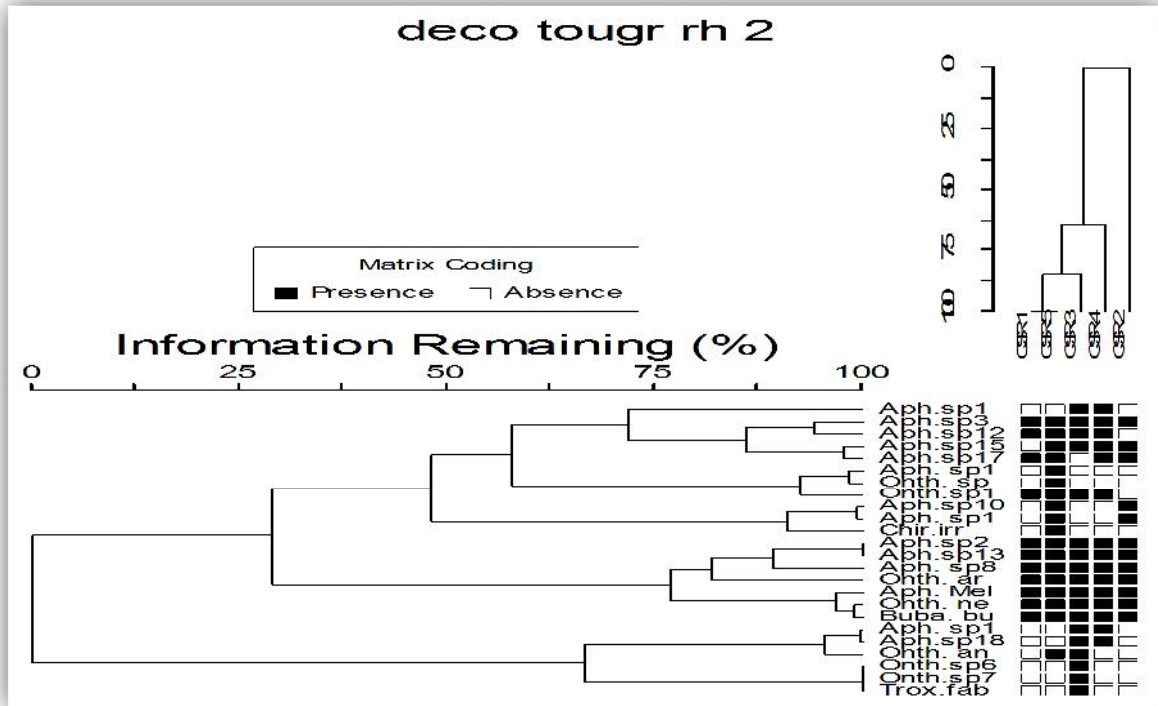


Fig.28. Dendrogramme de similarité de SORENSEN dans la classification des espèces Scarabaeoidea Coprophages récoltés durant sept mois dans la forêt naturelle de Toughoursane.(Deuxième cas)

Selon une étude menée dans le sud des Alpes par JAY-ROBERT et al (2008), l’analyse de nombreux peuplements de bousiers a montré que l’altitude et le type de végétation influencent fortement la composition des peuplements. Cependant certains chercheurs ont abouti à ce que les bousiers sont insensibles à la structure elle-même de la végétation, mais sont sensibles aux conditions climatiques liées à cette structure (MARTÍN-PIERA et al. 1992; MENÉNDEZ et GUTIÉRREZ, 1996; ROMERO-ALCARAZ et AVILA, 2000; MENÉNDEZ et GUTIÉRREZ, 2004).

L'écosystème "prairie pâturée" peut être considéré comme englobant une série d'écosystèmes transitoires de dimensions réduites, limités dans le temps et caractérisés par leurs biocénoses destructrices à chaîne de détritivores et de décomposeurs dominants: les micro écosystèmes "bouses". Micro-biotope très particulier, caractérisé par une structure et une teneur en eau particulières, par une texture physique et une composition riche en matières organiques, et aussi par les conditions microclimatiques qui y règnent, constituant un milieu favorable à l’installation de ces biocénoses spécifiques, riches et variées (DESIERE, 1983). Ces excréments sont donc considérés comme une annexe du sol, qui possède des propriétés physico-chimiques, des véritables niches écologiques pour un bon nombre d’organismes dont l’absence de ces derniers se traduit par de graves dysfonctionnements des pâturages.

Une telle absence entraînerait une accumulation de bouses non enfouies, conduisant à une régression importante des surfaces utiles de pâturage.

Conclusion

Cette étude a été effectuée dans la région de Djelfa plus précisément au niveau de la forêt naturelle de Toughoursane, dont le choix de la station était basé sur le manque des travaux sur les coléoptères coprophages de cette zone. Elle a porté sur la connaissance et l'étude de la structure des Scarabaeoidea coprophages qui constituent un groupe écologiquement organisé en communautés d'espèces complémentaires (guilde).

La technique de piégeage utilisée est celle de type C.S.R, pendant une période qui s'est étalée du mois de septembre au mois mars. Notre échantillonnage nous a permis de trouver plus de 26377 individus appartenant à 26 espèces, qui se regroupent en trois grandes familles, celle des Scarabaeidae, celle des Ahodiidae et celle des Trogiidae.

Pour les indices de diversité de Shannon, l'équitabilité et l'indice de Simpson nous les avons établis pour toutes les espèces, ils ont montré des valeurs très faibles (inférieures à 1 bits) ce qui explique une faible diversité, le peuplement est dominé par deux espèces: *Aphodius* Sp.4 et *Aphodius* Sp.16, qui ont des effectifs plus très élevés.

La sous famille des Aphodiinae constitue la guilde la plus dominante dans notre station (la guilde des Résidents) avec 16 espèces ainsi que par l'effectif le plus important, plus de 26116 individu, suivi par la sous famille des Coprinae qui représente les Fousseurs avec 09 espèces et 261 individus, alors que les rouleurs sont absents.

Dans notre région d'étude, les Aphodiidae appelés aussi résidents ou endocoprides marquent leur forte présence avec 99% des effectifs totaux des Scarabaeoidea coprophages inventoriés pendant 07 mois d'échantillonnage. La technique de piégeage utilisée est celle de type C.S.R, dans une période de 07 mois selon un protocole standardisé, ont permis la capture de plus de 26377 individus appartenant à 26 espèces, qui se regroupent en trois grandes familles, celle des Scarabaeidae, celle des Ahodiidae et celle des Trogiidae.

Pour les indices de diversité de Shannon, l'équitabilité et l'indice de Simpson nous les avons établis pour toutes les espèces, ils ont montré des valeurs très faibles (inférieures à 1 bits) ce qui explique une faible diversité, le peuplement est dominé par deux espèces: *Aphodius* Sp.4 et *Aphodius* Sp.16, qui ont des effectifs plus très élevés.

Il importe que les acteurs du pastoralisme et de la gestion des espaces naturels pâturés puissent prendre connaissance des travaux conduits par les chercheurs spécialistes de l'entomofaune.

Réciproquement, pour traiter des relations entre entomofaune et pâturage, il est essentiel que les spécialistes des insectes affinent leurs approches des techniques et des pratiques que travaillent les pastoralistes. Les axes de recherche sont nombreux concernant ces insectes: l'impact de la médication vétérinaire sur les populations de coprophages, en particulier des helminthocides largement utilisés de nos jours sur les troupeaux, font partie de ces derniers.

Enfin, l'impact écologique et économique des coléoptères coprophages sur les différents écosystèmes, doit être pris en considération dans les prochaines recherches.

Références Bibliographiques

A:

- ALVINERIE M., SUTRA J.F., GALTIER P., LIFSCHITZ A., VIRKEL G., SALLOVITZ J. et LANUSSE C., 1998- Persistence of ivermectin in plasma and faeces following administration of a sustained-release bolus to cattle. *Res. Vet. Sc.*, 66: 57-61.
- AMRAOUI S., 2011- Structure des communautés Scarabaeoidea coprophages dans différents écosystèmes pâturés en zone steppique (Djelfa).Thèse de magister. Université de Djelfa.
- ANONYME., 2012- Méthode d'inventaire floristique. Notice méthodologique. Conservatoire Sud-Atlantique.5p.
- AUSSENAC G., GRANIER A., 1979- Etude bioclimatique d'une futaie feuillue (*Fagus silvatica* et *Quercus sessiliflora* Salisb.) de l'Est de la France. II. Etude de l'humidité du sol et de l'évapo transpiration réelle. *Ann. Sci. for.*, 36 (4), 265-280.

B:

- B.N.E.F., 1983- Étude d'aménagement forestier du massif de Senalba Gharbi (wilaya de Djelfa) sur 32000 ha (étude du milieu). Bureau National des Études Forestiers. Blida. 71p
- B.N.E.F., 1984- Procès verbal d'aménagement de la série VIII. Forêt domaniale Sénalba Chergui Djelfa. Alger. 75 p.
- BACHELIER G., 1978- La faune des sols .Son écologie et son action .O.R.S.T.O.M. Paris.335p.
- BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953- Saison sèche et indice xéothermique, document pour les cartes de production végétale. Série généralité cartographique de l'unité écologique. Ed. Edward Privat. Toulouse. 239 p.
- BARAUD J., 1985- Coléoptères Scarabaeoidea. Faune du Nord de l'Afrique du Maroc au Sinaï. Lechevalier, Paris, France.
- BARBUT B., 2002- Impact environnemental des endectocides sur la pédofaune. thèse vétérinaire.ENVT.
- BENCHERIF K et BAKRIA M., 2011- Contribution a l'étude de l'entomofaune du Chêne vert dans la forêt naturelle de Toughoursane (Djelfa).Mém ing. université de Djelfa.
- BERLIOZ J., 1950- Systématique. pp. 845 - 1055 in GRASSE P.P. *Traité de Zoologie, les oiseaux*. Ed. Masson et Cie. Paris. T.XI. 1164 p.
- BERTRAND M., et LUMARET J.P., 1984- Réactions des populations de microarthropodes à l'enfouissement des fèces de mouton par les insectes Scarabéidae en milieux à forte contraintes. *Pedobiologia*. 27: 51-66.
- BLUME R.R., YOUNGER R.L., AGA A et MYERS C.J., 1976- Effects of residues of certain anthelmintics in bovine manure on *Onthophagus gazella*, a non-target organism. *Southwestern Entomology*, 1: 100-103.
- BOGAN J.A., MACKELLER Q.A., 1988- The pharmacodynamics of ivermectin in sheep and cattle *J. Vet. Pharmacol. Ther.* 11: 260-268.
- BORNEMISSZA G.F., 1979- The Australian Dung Beetle Research Unit in Pretoria. *South Afr. J. Sc.*, 75 (6): 257-260. *Bot. Géol. Fac. Se.* 7(11): 3-43.

BORNEMISSZA G.F., 1969- A new type of brood care observed in the dung beetle *Oniticellus cinctus* (Scarabaeidae). *Pedobiologia*. 9: 223-225.

BRAGUE-BOURAGBA N., 2007- Systématique et écologie de quelques groupes d'Arthropodes associés à diverses formations végétales en zones semisarides. Thèse Doctorat d'État, Univ. U.S.T.H.B., Alger, 180 p.

BREYMEYER A., JAKUBCZYK H et OLECHOWICZ E., 1975- Influence of coprophagous arthropods on microorganisms in sheep faeces Laboratory investigations. *Bull. Acad. Polon. Sc., Sér. Sc. Biol.* 23: 257-262pp.

C :

CAMPBELL W.C., FISHER M.H., STAPLEY E.O., ALBERS-SCHÖNBERG G., FISHER M.H et JACOB T.A., 1983- Ivermectin: A potent new antiparasitic agent. *Science*, 221: 823-828.

CAMPBELL W.C., 1985- Ivermectin: An Update. *Parasit. Today*, 1: 10-15.

CANCELA DA FONSECA J.P., 1969- L'outil statistique en biologie du sol. V. Indice de diversité spécifique. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 6: 1-30.

CHRISTOPHE J.D., 2004- La bouse: historique, importance et écosystème. Thèse d'exercice,. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, ENVT.2004. 82 p.

CLERE E et BRETANOLLE V., 2001- Disponibilité alimentaire pour les oiseaux en milieu agricole: Biomasse et diversité des Arthropodes capturés par la méthode des pots piéges. *Rev. Ecol. (Terre et vie)*, 56 :275-297.

COUTURIER G., 1973- Etude éthologique et biocénotique du peuplement d'insectes dans un verger naturel. *Travaux et document de l'OSTROM*. 96p.

D :

DAJOZ R., 1971- Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris. 434 p.

DAJOZ R., 1975- Précis d'écologie .ED.Dunod,Paris.434p

DAJOZ R., 1980- Ecologie des insectes forestiers. Bordas. Paris, pp.102-106.

DAJOZ R., 1985- Précis d'écologie. 5 ème édition, Ed. Dunod, Pari.505 p.

DAJOZ R., 1996- Précis d'écologie .ED.Dunod,Paris.585p.

DAJOZ R., 2007- Précis d'écologie .ED.Dunod,Paris.640p.

DELLOULI S., 2006- Ecologie de quelques groupes de macro-Arthropodes associés à la composition floristique en fonction des paramètres; altitude exposition, cas de la forêt de Sénalba Chergui (Djelfa). Thèse de Magister. Centre Université Ziane Achour Djelfa.

DESIERE M., 1983- Ecologie des Coléoptères coprophages en prairie permanente pâturée. I. Caractéristiques des populations de Coléoptères adultes coprophiles. Phénologie et dynamique saisonnière. *Bull. Ecol.*, 14. 2. 99-117.

DJEBAILI S., 1984 -Steppe Algérienne .Phytosociologie et écologie .Ed.O.P.U.124P

DOUBE B.M., 1990- A fonctionnal classification for analysis of the structure of dung beetle assemblage. *Ecol. Entomol.*, 15: 371-383.

- DOUBE B.M., MACQUEEN A., RIDSDILL-SMITH T.J., et Weir T.A., 1991- Native and introduced dung beetles in Australia. pp. 255-278. In Hanski et Cambefort, Y(eds), *Dung Beetle Ecology*, Princeton Univ. Press. Princeton,N.J., USA.
- DOUBE B.M., 2003 - Dung beetles of Southern Africa, p. 133–155. In: HANSKI, I. et CAMBEFORT, Y. (eds.). *Dung beetle ecology*. Princeton, Princeton University Press.481 p.
- DREUX P., 1980- Précis d'écologie. Ed. Presse Univ. France, " Le biologiste" Paris, 231 p.
- DUELLI P., 1997- Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: an approach at two different scales, *Agriculture Ecosystems and Environment*, 62 (81–91).
- DUELLI P et OBRIST M., 1998- In search of the best correlates for local organismal biodiversity in cultivated areas, *Biodiversity and Conservation*. 7 (297–309).
- DUPONT P., et LUMARET J-P., 1997- Intégration des invertébrés continentaux dans la gestion et la conservation des espaces naturels Analyse bibliographique et propositions. OPIE. Languedoc. Roussillon. Université Paul Valéry. Montpellier. 258 p.

E :

- EL AICHAR M. et LABIDI I., 2013- European journal of scientific research. fiche 521-revue garde,mai n046.
- EL AICHAR M., 2014- Composition et organisation du peuplement de Scarabéidés Coprophages dans le Nord-Est Algerien. Thèse de doctorat. Université de Annaba.
- ERROUISSI F et LUMARET J.P., 2005- Effets non intentionnels du traitement des bovins avec un bolus d'ivermectine à longue durée d'action sur le Diptère *Neomyia cornicina* (L.) (Diptera : Muscidae). *Rev. Soc. Sc. Nat. Tunisie*, 31 : 94-101.
- ERROUISSI F et LUMARET J.P., 2010- Field effects of faecal residues of ivermectin SR bolus on the attractiveness of cattle dung to Mediterranean dung beetles (Coleoptera :Scarabaeoidea)". *Med. Vet. Entomol.*, 24 : 433-440.
- ERROUISSI F., JAY-ROBERT P., LUMARET J.-P., PIAU O., 2004- Composition and structure of dung beetle (Coleoptera: Aphodiidae, Géotrupidae, Scarabaeidae) assemblages in mountain grasslands of the Southern Alps. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 97: 701Ð709.
- ERROUISSI F., LABIDI I., and NOUIRA. S., 2009 - Seasonal occurrence and local coexistence within scarabaeid dung beetle guilds (Coleoptera: Scarabaeoidea) in Tunisian pasture. *Eur. J. Entomol.* 106: 85Ð94.
- ERROUISSI F., 2003- Effets des anthelmintiques sur les Insectes coprophages; conséquences environnementales. Thèse doctorat. Univ. Montpellier 3. 382 p

ERROUISSI F., ALVINERIE M., GALTIER P., KERBOEUF D et LUMARET J.P., 2001 - The negative effects of the residues of ivermectin in cattle dung using a sustained-release bolus on *Aphodius constans* (Duft.) (Coleoptera: Aphodiidae). *Vet. Res.*, 32: 421-427.

ERROUISSI F., LABIDI I., JAY-ROBERT P., NOUIRA S. et LUMARET J.P., 2011- Dung beetles assemblage organizations under two contrasted areas in the Mediterranean region: affinities and divergences. *Ann. Soc. Entomol. Fr.* 47: 402- 417. *Est Algérien.Mém.Ing. Université de Constantin.* 147p.

F :

FAURIE C., FERRA et MEDORI P., 1980- *Ecologie* .Fd..J.B.Baillière, Paris.168p.

FINCHER G.T., 1975- Effect of dung beetles activity on the number of nematode parasites acquired by grazing cattles. *J. Parasitol.* 61(4): 759-762.

FINCHER G.T., 1981- The potential value of dung beetles in pasture ecosystems. *J. Geogr. Entomol. Soc.*16: 316-333.

FINNE D., DESIERE M., 1971- Etude synécologique des bouses de bovidés. Evolution estivale de la biomasse des Coléoptères en fonction du vieillissement des bouses. *Rev. Ecol. Biol. Sol* 8 : 409-417.

G :

GALANTE E., Mena J., and Lumbreras C.J., 1993- Study of the spatio-temporal distribution in a coprophagous community in a Mediterranean holm-oak ecosystem (Coleoptera: Scarabaeoidea: Scarabaeidae: Geotrupidae). *Elytron* 7, 87–97.

GASPER C., 1987- Protection ou gestion des invertébrés. *Faculté des sciences agronomiques de l'état.* 4: 7-16.

GITTINGS, T., 1994- The community ecology of *Aphodius* dung beetles. Unpublished Ph.D. thesis, National University of Ireland.

GOBAT J.M., ARAGNO M et MATTHEY W., 2003- *Le sol vivant* (2^{ème} édition). PPUR. Lausanne. 569pp.

GODARD V., 2006- Réflexion sur le plan d'échantillonnage. *L'Espace Géographique.* Université de Paris Nord 8. 20p.

GRASSE P., 1963- *Généralités protozoaires –Métazoaires.*1.Librairie Gallimard, 1230 p

GREENSLAD P.J.M., 1965- On the ecology of some British carabid beetles with special reference to life history. *Trans. Soc. Brit. Ent.* 16: 149-179.

GUINOCHET M., 1955- Contribution à la synsystème des pelouses thérophytiques du Nord Botanique National de la Tunisie et de l'Algérie. *Edition Masson et Cie.* Paris. 227p.

H :

HALFTER G et MATTHEWS M E.G., 1966 - The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Ent. Mex.* 12-14 : 1-312.

HALOTI S., JANATI-IDRISSI A., CHERGUI H & LUMARET J.P., 2006-

- Structure des communautés de Scarabéidés coprophages du Maroc nord-occidental (Coleoptera, Scarabaeoidea)
- HAMAIDI F., 1992- Etude systématique, biologique et écologique des Aranea et carabidae dans les paturages du massif de Djurdjura. Thèse de magister., U.S.T.H.B. Alger. 210p.
- HANSKI I., 1980- Migration to and from cow dropping by coprophagous beetles. *Ann. Zoology Fennici*, 17, 11-16.
- HANSKI I et CAMBEFORT Y., 1991- Competition in dung beetles .481 pp. In I. Hanski and Y. Cambefort (eds.). *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, Princeton,NJ.
- HARO E.J., BEATTIE A. BINNS D., 1999- Vascular plant diversity as a surrogate for bryophyte and lichen diversity, *Conservation Biology*. 13(282–292).
- HASSAGNEU P., CHOISNEI E., 1986- Modélisation de l'évaporation globale d'un couvert forestier. *Principes physiques et conception du modèle. Ann. Sci. for.*, 43 (4), 505-52(1).
- HERD R., STINNER B.R et PURRINGTON F.F., 1993- Dung dispersal and grazing area following treatment of horses with a single dose of ivermectin. *Vet. Parasitol.*, 48 : 229-240.
- HERD R., 1995- Endectocidal drugs: ecological risks and counter-measures. *Inter. J. Parasit.*, 25: 875-885.
- HERD R.P., SAMS R.A. et ASHCRAFT S.M., 1996- Persistence of ivermectin in plasma and faeces following treatment of cows with ivermectin sustained - release, Pour-On or injectable formulations. *Intern. J. Parasitol.*, 26(10) : 1087-1093.
- HERRICK J.E, Lal R., 1995- Evolution of soil physical properties during dung decomposition in a tropical pasture. *Soil Sci Soc Am J* 59: 908–912.
- HOFFMANN., 2007- Importances des insectes dans les écosystèmes.
- HOLTER P., 1979- Effect of dung beetles (*Aphodius* spp.) and earthworms on the disappearance of cattle dung. *Oikos*, 32 . 393-402.
- HOULDDING B., RIDSILL-SMITH T.J et BAILEY W.J., 1991 - Injectable abamectine causes delay in Scarabaeine dung beetle egg-laying in cattle dung. *Aust. Vet., J.* 68 : 185-186.
- HUBERT B., 2006- Contribution à l'étude des bousiers sur les prairies de marais du Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin. Mémoire MST AMVDR, Université de Rennes 1. 54pp.

J :

- JANATI I.A., KADIRI N., and J. P. LUMARET., 1999 - Le partage du temps et de l'espace entre les guildes de Coleopteres coprophages dans le Moyen-Atlas (Maroc). *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.)*. 35: 213Ð221.
- JEANEL R., 1941 - La faune de France, coléoptères, carabique. Ed. Office central de faunistique. Paris. 993p.
- JURED R.D., 2000 - l'essentiel en biologie animale. Ed. BERTI. 329p.

K :

- KADIK B., 1987- Contribution à l'étude de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) en Algérie, dendrométrie, morphologie. office de publication universitaire, Alger. 580p.
- KADIRI N., Lobo J.M., et Lumaret J.P., 1997- Conséquences de l'interaction entre préférences pour l'habitat et quantité de ressources trophiques sur les communautés d'insectes coprophages (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Acta Oecologica*. 18, 2, 107-119.
- KADIRI N., 1993 - Effet des activités sylvo-pastorales sur la structure et la dynamique des communautés de Scarabéides coprophages en région méditerranéenne. Thèse doctorat. Univ. d'Aix Marseille III. Fac. Sci. Et Techn. Saint-Jérôm. 225p.
- KHELLIL A., 1995- Le peuplement entomologique des steppes à alfa *Stipa tenacissima*. Ed. O.P.U. 76 p.
- KHELLIL M.A., 1984- Bioécologie de la Faune Alfatière dans la région Steppique de Tlemcen. Thèse de Magistère. p 11.
- KIRK A et LUMARET J.P., 1991- The importation of Mediterranean adapted dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) from the northern hemisphere to the other parts of the World. Chap. 29, pp. 409-420. In GROVES R.H. et F. DI CASTRI (edits): *Biogeography of Mediterranean invasions*, Cambridge Univ. Press. U.K.
- KRÜGER K., LUCKHELE O.M et SCHOLTZ C.H., 1999- Survival and reproduction of *Euoniticellus intermedius* in dung following application of cypermethrin and flumethrin pour-ons to cattle. *Bull. Entomol. Res.*, 89: 543-548. l'environnement.

L :

- LABIDI I., EROUSSI F., NOUIRA S., 2012- Spatial and Temporal Variation in Species Composition, Diversity, and Structure of Mediterranean Dung Beetle Assemblages (Coleoptera: Scarabaeidae) Across a Bioclimate Gradient. *Community and Ecosystem Ecology* Vol. 41. no. 4.
- LABIDI I., 2007- Contribution à l'étude des Coléoptères Scarabaeides coprophages dans la basse Vallée de la Medjerda. DEA. 70p + annexes.
- LAMOTTE M et BOURLIERE F., 1969- Problèmes d'écologie. L'échantillonnage des peuplements animaux de milieux terrestres. Ed. Masson et Ci., Paris. 303p
- LEGENDRE L et LEGENDRE P., 1979-a. Ecologie numérique .1. Le traitement multiple des données écologiques. Ed. Massons. Paris. 197 p.
- LEGENDRE L et LEGENDRE P., 1979-b. Ecologie numérique.2. La structure des données écologiques. Ed. Massons. Paris. 247p.
- LÖBL I et SMETANA A., 2006- Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Vol. 3: Scarabaeoidea, Scirtoidea, Dascilloidea, Buprestoidea, Byrrhoidea. Apollo Books, Stenstrup, Denmark.
- LOBO J.M., LUMARET J.P., et JAY-ROBERT P., 1998- Sampling dung beetles in the French mediterranean area: effects of abiotic factors and farm practices. *Pedobiologia*. 42: 252-266.

- LOISEAU P., JAUNEAU A., et RICOU G., 1984- Etudes sur le recyclage dans l'écosystème prairial. I. influence de la conduite du pâturage sur l'activité biologique des pelouses montagnardes. *Acta Oecol.* 5 (1): 23-41.
- LOSEY J.E et VAUGHAN M., 2006- The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience*, 56 (4): 311-323.
- LUMARET J.P et ERROUISSI F., 2002- Use of anthelmintics in herbivores and evaluation of risks for the non-target fauna of pastures. *Vet. Res.*, 33: 547-562.
- LUMARET J.P et KADIRI N., 1995- The influence of the first wave of colonizing insects on cattle dung dispersal. *Pedobiologia*. 39. 506-517.
- LUMARET J.P et LOBO J.M., 1996- Geographic distribution oendemic dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae) in the Western Palaearctic region. / *Biodiv. Lett.* 3: 192/199.
- LUMARET J.P., 1980- Les bousiers. collection Faune et flore de France .Ballande .p .123.
- LUMARET J.P., 1983- Structure des peuplements de coprophages Scarabaeidae en région méditerranéenne française: relations entre les conditions écologiques et quelques paramètres biologiques des espèces (Col.). *Bull. Soc ent. Fr.*, 88, 7-8, 481-495.
- LUMARET J.P., 1986- Toxicité de certains anthelminthiques vis-à-vis des insectes coprophages et conséquences sur la disparition des excréments de la surface du sol. *Acta Oecol.*, 7: 313-324
- LUMARET J.P., 1989- Sécheresse et stratégies comportementales chez les Scarabéides coprophages (Insecta: Coleoptera). *Bull. Ecol.* 20. 1. 51-57.
- LUMARET J.P., 1995- Desiccation rate of excrement: a selective pressure on dung beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea). SPB Academic Publishing, Amsterdam. *Time Scales of Biological Responses to Water Constraints*. pp. 105-118 in Roy J, Aronson J et di Castri F (dir.)
- LUMARET J.P., 2000- Les Coléoptères coprophages : reconnaissance, écologie, gestion. Guide pratique à l'usage des gestionnaires des espaces protégés. Document technique du stage organisé par l'ATEN et le laboratoire de Zoogéographie de l'Université Paul Valéry. Montpellier III .p.
- LUMARET J.P., 2010- Pastoralismes et Entomofaune. Association Française de Pastoralisme. Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive.13p.
- LUMARET J.P., BERTRAND M et KADIRI N., 1992- Changes in resources: consequences for the dynamics of dung beetle communities. *J. Appl. Ecol.* 29.349-356.
- LUMARET J.P., BERTRAND M., KADIRI N et BLANC P., 1989- Utilisation des déjections animales par la faune édaphique en région méditerranéenne.
- LUMARET J.P., ERROUISSI F., FLOATE K., RMBKE J et WARDHAUGH K., 2012- A review on the toxicity and non-target effects of macrocyclic lactones in terrestrial and aquatic environment. *Curr. Pharmaceut. Biotech.* 13: 1004-1060.
- LUMARET J.P et KIRK A., 1987- Ecology of dung beetles in the French Mediterranean region (Coleoptera: Scarabaeinae). *Acta Zoologica Mexicana*. 5. 24, 1-55.

LUSSENHOP J., KUMAR R., WICKLOW D.T et ELLOYD J.E., 1980- Insect effects on bacteria and fungi in cattle dung. *Oikos*. 34: 54-58.

M :

MAC FADYE A., 1964- Relations between mites and microorganisms and their significance in soil biology. 1st International congress of Acarology Proceedings, *Acarologia*. VI. 147-149.

MACHOURI N., 2006. La forêt : diversité écologique et importance économique Rapport du réseau interdisciplinaire méditerranéen. Univ- Foscari. Venise Italie, p8.

MACKENZIE A et BALLI S., 2000- l'essentiel en écologie. Ed. Berti. p. 78- 79

MCGEOCH M.A., 1998 - The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators, *Biological Reviews*. 73(181–201

MENÉNDEZ et GUTIÉRREZ D., 2000- Shifts in habitat associations of dung beetles in northern Spain: climate change implications. *Ecoscience* 11: 329-337.

MENÉNDEZ et GUTIÉRREZ D., 1996- Altitudinal effects on habitat selection of dung beetles (Scarabaeoidea: Aphodiidae) in the northern Iberian peninsula. *Ecography* 19, 313–317.

MERABET., 2014- Inventaire des arthropodes dans trois stations au niveau de la forêt de Darna(Djurdjura). Mémoire de Magister. Université de tizi ouzou.

MORRIS M.G., 1971- Differences between invertebrate faunas of grazed and ungrazed chalk grassland. IV. Abundance and diversity of Homoptera (Auchenorrhyncha). *Appl. Ecol.* 8: 37-52.

N :

NICHOLS E., SPECTOR S., LOUZADA J., LARSEN T., AMEZQUITA S., FAVILAD M.E., 2008- Review. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. The Scarabaeinae Research Network.

P :

PAULIAN R., 1941- Faune de France 38 coléoptères Scarabéides. Ed. Le chevalier. Paris. 239 p.

PAULIAN R., 1988- Biologie des coléoptères. Ed. Le chevalier, Paris. 719 p.

PIELOU C., 1966–a- Species diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.*, 10: 370-383.

PIELOU E.C., 1966–b The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.*, 13: 131-144.

PIERRE G., 1965- Traité de zoologie. Anatomie, systématique, biologie, insectes coléoptères. Ed Masson et Cite. Tome IX.P1006.

POUGET M., 1981 - les relations sol-végétation dans les steppes du sud algérois. trav et dov. OSTROM. n0=116. paris. 555p

R :

- RAMADE F., 1984- Element d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Graw-hil., paris. 397p.
- RAMADE F., 1989- Eléments d'écologie: Ecologie appliquée. Ed. Mac Graw Hill. 397p.
- RAMADE F., 2003- Dictionnaire encyclopédie de l'écologie et des sciences de l'environnement.
- RAMEAU JC et al., 1989- flore forestière française. tome 1, Plaines et collines. ed. Institut pour le développement forestier.
- RAMEAU J.C., MANSION D et DUMÉ G., 1989- Flore Forestière Française, Tome 1 : plaines et collines, Paris. IDF. 1785 p.
- RETALLACK, G.J. 1997- Early forest soils and their role in Devonian global change nature 276: 583-585.
- RIBA G et SILVY C., 1989- Combattre les ravageurs des cultures enjeux et perspectives, INRA. Paris 390 p.
- ROMERO-ALCARAZ E et VILA J.M.A., 2000- Effect of elevation and type of habitat on the abundance and diversity of Scarabaeoid dung beetle (Scarabaeoidea) assemblages in a Mediterranean area from southern Iberian Peninsula. Zool. Stud. 39: 351-359.
- RONCALLI R.A., 1989- Environmental aspects of use of Ivermectin and Abamectin in livestock: effects on cattle dung fauna, in: Campbell W.C. (Ed.), Ivermectin and Abamectin, Springer Verlag, New York, p. 173-181.
- ROOT B., 1967- The niche exploitation pattern of the blue-grey gnat catcher. Ecol. Monogr. 37 : 317-350
- ROTH M., 1974 - Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes .Edition O.R.S.T.O.M. Paris .213p.
- ROUGHARDEN J et DIAMOND J., 1986- The role of species interaction in community ecology. In: Diamond J., Case T.J. (Eds), Community Ecology, Harper and Row, New York. pp. 333-343.
- ROUGON D.,- 1987. Coléoptères coprophiles en zone sahéenne: étude biocénétique, comportement nidificateur, intervention.
- ROUGON C et ROUGON D., 1980- Le cleptoparasitisme en zone sahéenne: phénomène adaptatif d'insectes Coléoptères Scarabaeidae aux climats arides et semi-arides. C. R. Acad. Sci. Paris, 291D, 417-419.
- ROUGON D et ROUGON C., 1983- Nidification des scarabaeidae et cleptoparasitisme des Aphodiidae en zone sahéenne (Niger). Leur rôle dans la fertilisation des sols sableux (Col.). Bull. Soc. entomol. Fr., 88, 496-513

S :

- SALGADO V L., SHEETS G. B., WHATSON et SCHMIT., 1998 - Studies on the mode of action of Spinosad-the internal effective concentration and the concentration dependence of neuronal excitation. Pest. Biochem. Physiol., 60: 103-110.

- SANCHEZ-PINERO F et J.M AVILA., 2004- Dung-insect community composition in arid zone of south-eastern Spain. *J. Arid Environ.* 56: 303-327.
- SAUVAGE C., 1963- Etages bioclimatiques. Atlas du Maroc, notices explicatives, section II.- Physique du globe et météorologie. Rabat. 1-45.
- SBA B., 2011- Ecologie des Arthropodes dans le reboisement de Moudjbara (Djelfa). Thèse Présentée pour l'obtention du grade de Magister en Ecologie Forestière. Université de Djelfa.
- SCHAEFER M et SCHAUERMANN J., 1990- The soil fauna of beech forest: comparison between a mull and moder forest. *Pedobiologia* 34: 299-314.
- SELZERT P., 1946- Climat de l'Algérie. Ed. Inst. météo. phys., Globe de L'Algérie
- SILVA JUNIOR V.P. DA., BORJA, G.E.M., SANAVRIA A., 1997- Residual effect of doramectin and ivermectin on the development of *Sarcophaga pruna* (Shannon et Del Ponte, 1926) (Diptera: Muscidae) in cattle faeces. *Arquiv. Facult. Vet., Univ. Fed. Rio Grande do Sul* 25:85-91.
- SIMON A., 2006- Inventaire des Coléoptères coprophages dans le cadre d'une gestion par pâturage extensif de prairies humides. Site de GRAINVILLE-LA-TEINTURIERE. Conservatoire des Sites Naturels de Haute Normandie ; Rapport de stage de Master première année. Université de Rouen. 44 p.
- SIMON A et HOUARD X., 2009 - Quelques espèces nouvelles ou intéressantes de Scarabaeoidea en Haute-Normandie. *l'Entomologiste*. 65 (3) : 125-129.
- SOUCHON C., 1974- Les insectes et les plantes. Presse universitaire de France. Paris. 122p.
- SOUTHWOOD T.R.E., 1978 - Ecological methods. Ed. Halsted press book, London. 472p.
- STEEL J.W., 1998- Assessment of the effects of the macrocyclic lactone class of chemicals on dung beetles and dung degradation in Australia, in: National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemicals (NRA). Special Review of Macrocyclic Lactones, Australia. 79 pp.
- STEWART P., 1969- Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. *Bull. Inst. nati. agro., El-Harrach* : 24 – 25.

T :

- THOREAU-PIERRE B., 1976- Facteurs écologiques, notions de dynamique de population. Echantillonnages et exploitation mathématiques et statistiques des résultats. *Doc. polyc., Dép. Zool. agri., Inst. nati. agro., El Harrach*. 41 p.

V :

- VEIGA C. M., LOBO J. M et MARTIN-PIERA F., 1989- Las trampas pitfall con cebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprofagas de Scarabaeoidea (Col.). II. Analisis de efectividad. *Revue d'Ecologie et de Biologie du sol*. 26 (1).
- VENANT A., VAN NESTE E., BORREL S et MALLET J., 1990- Original Articles Determination of residues of deltamethrin in milk and butter.

W:

- WALL R et STRONG L., 1987- Environmental consequences of treating cattle with antiparasitic drug ivermectin. *Nature*, 327: 418-421.
- WARDHAUGH K.G., HOLTER P et LONGSTAFF B., 2001- The development and survival of three species of coprophagous insect after feeding on the faeces of sheep treated with controlled, release formulations of ivermectin or albendazole. *Aust. Vet. J.*, 79 : 125-132.
- WATERHOUSE D.F., 1974- The biological control of dung. *Sc. Am.* 230 (4): 100-109.
- WOLDA H., 1983- Diversity, diversity indices and tropical cockroaches. *Oecologia*, 58: 290-298.

Y:

- YASRI N., BOUISRI R., KHERBOUCHE O et ARAB A., 2006- Structure des arthropodes dans les écosystèmes de la forêt de Senelba Chergui (Djelfa) et de la palmeraie de Ghoufi (Batna). Actes du Congrès international d'entomologie et de nématologie, Alger.17-20 avril 2006. p 178-187.

Z:

- ZULALIAN J., STOUT S.J., DACUNHA A.R., GARCES T et MILLER P., 1994- Absorption, tissue distribution, metabolism and excretion of moxidectin in cattle. *J. Agric. Food Chem.*, 42: 381-387.

Annexes

Annexe 01: Les données climatiques de la région de Toughoursane (Températures mensuelles minimales, maximales, moyennes, Evaporation, Humidité, Précipitations, Gelée, Neige et la vitesse du vent durant la période 2006-2016

Année 2006

2006												
MOIS	Jan	fev	Ma	Av	My	Jun	Juil	Ao	Sep	Oct	No	De
Moy t° mini (°)	-0.8	5.0	3.9	9.0	13.3	16.4	18.8	17.8	13.2	11.5	5.1	3.0
Moy t° max (°)	6.3	9.1	16.7	22.1	26.0	30.6	34.2	33.0	25.5	24.7	16.2	9.0
Moy Temper (°)	2.7	4.5	10.5	15.5	19.9	24.5	27.4	26.1	19.5	18.4	10.7	5.9
Evaporation m/m	31	38	107	167	154	292	231	253	146	168	77	27
Humidité %	85	83	64	54	57	33	34	38	54	48	69	87
Précipitation m/m	49.6	43.4	3.1	47.3	36.5	1.1	19.2	9.9	17.3	0.7	18.9	41.0
Nj de Neige	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nj de Gelée	13	7	2	0	0	0	0	0	0	0	7	3
Nj de Grêle	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Nj de Pluie	12	8	6	6	14	4	8	2	7	1	4	11
Moy. Vit. Vent m/s	3.8	3.8	4.9	4.9	3.9	5.3	4.0	3.6	3.9	4.3	3.6	3.6
Direction Domin.	nw	W	nw	NW	N	S	S	N	N	sw	sw	N

Année 2007

MOIS	Jan	fev	Ma	Av	My	Jun	Juil	Ao	Sep	Oct	No	De
Moy t° mini (°)	0.7	4.2	2.1	7.4	10.0	16.0	18.7	18.9	15.6	10.2	3.4	0.4
Moy t° max (°)	12.7	12.5	12.5	16.7	23.3	31.2	34.4	33.5	28.2	20.3	14.1	9.6
Moy Temper. (°)	6.6	8.3	7.5	12.3	17.4	24.5	27.6	26.9	21.6	15.7	8.6	4.9
Evaporation m/m	64	61	83	89	162	275	278	262	172	107	58	43
Humidité %	70	76	70	68	53	36	29	33	51	63	70	76
Précipitation m/m	4.8	26.6	72.6	28.8	31.0	16.3	12.8	18.2	32.2	38.3	70	3.5
Nj de Neige	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Nj de Gelée	14	1	7	1	0	0	0	0	0	0	10	15
Nj de Grêle	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Nj de Pluie	3	10	12	9	7	2	1	3	13	11	6	4
Moy. Vit. Vent m/s	2.9	6.9	6.5	6.8	5.6	5.7	4.3	4.9	4.8	4.3	3.7	3.7
Direction Domin.	SW	N	N	N	N	ssw	sw	s	ssw	N	N	N

Année 2012

MOIS	Jan	fev	Ma	Av	My	Jun	Juil	Ao	Sep	Oct	No	De
Moy t° mini (°)	-0.6	-2.7	3.2	6.3	10.8	18.2	20.5	19.4	15.3	10.6	6.2	18
Moy t° max (°)	9.6	6.6	14.6	17.3	25.9	33.0	35.8	35.3	27.6	21.6	15.2	10.7
Moy Temper. (°)	4.2	2.2	9.2	11.5	19.3	26.1	28.6	28.3	21.2	15.8	10.5	61
Evaporation m/m	51	36	98	97	182	242	302	281	186	111	0.43	39
Humidité %	75	77	68	71	45	39	35	32	48	64	82	81
Précipitation m/m	0.8	9.0	37.0	48.8	8.2	30.8	1.7	24.6	16.2	24.3	27.8	6.8
Nj de Neige	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Nj de Gelée	22	20	5	0	0	0	0	0	0	1	3	11
Nj de Grêle	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Nj de Pluie	2	9	10	12	5	6	2	2	7	12	5	6
Moy. Vit. Vent m/s	3.8	3.1	2.9	6.9	4.0	2.9	4.3	1.8	3.5	3.4	3.6	3.8
Direction Domin.	N	N	N	N	N	N	N	N	N	SW	SW	N

Année 2013

MOIS	Jan	fev	Ma	Av	My	Jun	Juil	Ao	Sep	Oct	No	De
Moy t° mini (°)	01.7	00.1	04.8	06.4	09.5	13.9	19.1	16.8	15.0	13.6	04.0	0.05
Moy t° max (°)	09.7	09.3	14.5	19.5	22.0	29.0	33.8	32.3	27.8	26.1	12.6	09.6
Moy Temper. (°)	05.7	04.7	09.7	13.0	15.5	21.5	26.5	24.6	21.4	19.7	08.0	04.6
Evaporation m/m	48	50	98	11.8	13.2	21.4	24.8	22.3	16.1	15.9	05.1	30
Humidité %	77	74	64	55	58	38	40	39	57	54	77	85
Précipitation m/m	26.7	23.5	12.5	32.8	30.7	0	13.2	4.7	15.0	11.0	20.1	49.0
Nj de Neige	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nj de Gelée	11	19	3	1	0	0	0	0	0	0	4	0
Nj de Grêle	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Nj de Pluie	12	10	9	8	7	0	0	4	2	4	10	10
Moy. Vit. Vent m/s	06.1	06.1	07.6	04.2	04.6	04.4	03.6	03.0	//	//	//	//
Direction Domin.	N	N	NNW	NW	NW	N	N	N/ SW	//	//	//	//

Année 2016

MOIS	Jan	fev	Ma	Av	My	Jun	Juil	Ao	Sep	Oct	No	De
Moy t° mini (°)	03.0	02.8	03.5	08.6	11.7	15.9	19.2	18.5	14.2	11.5	05.1	02.1
Moy t° max (°)	13.6	13.0	13.8	20.7	25.4	30.7	34.1	32.6	26.8	24.4	14.6	10.8
Moy Temper. (°)	07.9	07.5	08.4	14.5	18.6	23.5	27.1	25.6	20.3	17.8	09.4	06.0
Evaporation m/m	06.5	06.6	09.4	13.4	18.9	22.0	27.1	21.8	14.6	12.5	06.2	02.5
Humidité %	67	71	54	53	45	36	34	39	41	55	50	87
Précipitation m/m	06.1	24.3	29.6	35.8	06.9	0.6	06.4	03.5	17.9	12.8	23.6	22.7
Nj de Neige	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nj de Gelée	10	5	9	0	0	0	0	0	0	0	2	11
Nj de Grêle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nj de Pluie	4	7	9	3	4	1	3	4	5	4	7	10
Moy. Vit. Vent m/s	03.8	04.3	04.7	02.9	04.5	03.7	03.6	31	02.8	02.8	03.4	02.7
Direction Domin.	NW	SSW	NNW	nw	nnw	nw	nnw	nw	W	wsW	SW	wsW

Annexe 02: Vue générale de la station d'étude Toughoursane.



Annexe 03: Nombre d'individu par espèce et par piège C.S.R. dans la station d'étude durant 07 mois d'étude.

	CSR 1	CSR 2	CSR 3	CSR 4	CSR 5
Aph.Sp.1	0	0	1	13	0
Aph.Sp.2	23	10	12	12	32
Aph.Sp.3	1	1	3	4	1
Aph.Sp.4	5416	4761	4032	2240	4588
Aph.Sp.5	0	0	0	0	0
Aph.Sp.6	0	0	0	0	0
Aph. Mela	5	19	4	5	7
Aph. Sp.8	3	2	3	1	29
Aph. Sp.9	0	0	0	0	0
Aph.Sp.10	0	1	0	0	1
Aph. Sp.11	0	0	0	0	4
Aph.Sp.12	7	0	1	4	3
Aph.Sp.13	24	10	25	5	37
Aph. Sp.14	0	0	2	1	0
Aph.Sp.15	0	1	1	1	3
Aph. Sp.16	786	591	1160	1191	1016
Aph.Sp.17	1	2	0	1	2
Aph.Sp.18	0	0	2	2	0
Aph. Sp.19	0	1	0	0	2
Onth.Sp.1	1	0	1	1	10
Onth. neb	3	7	6	3	6
Onth. Sp.3	0	0	0	0	0
Onth. Sp.4	0	0	0	0	7
Onth. Sp.5	0	0	0	0	0
Onth.Sp.6	0	0	1	0	0
Onth.Sp.7	0	0	1	0	0
Onth. and	0	0	2	0	1
Onth. arc	6	125	27	6	15
Buba. bub	5	3	8	4	11
Chir.irr	0	0	0	0	1
Trox.fab	0	0	1	0	0

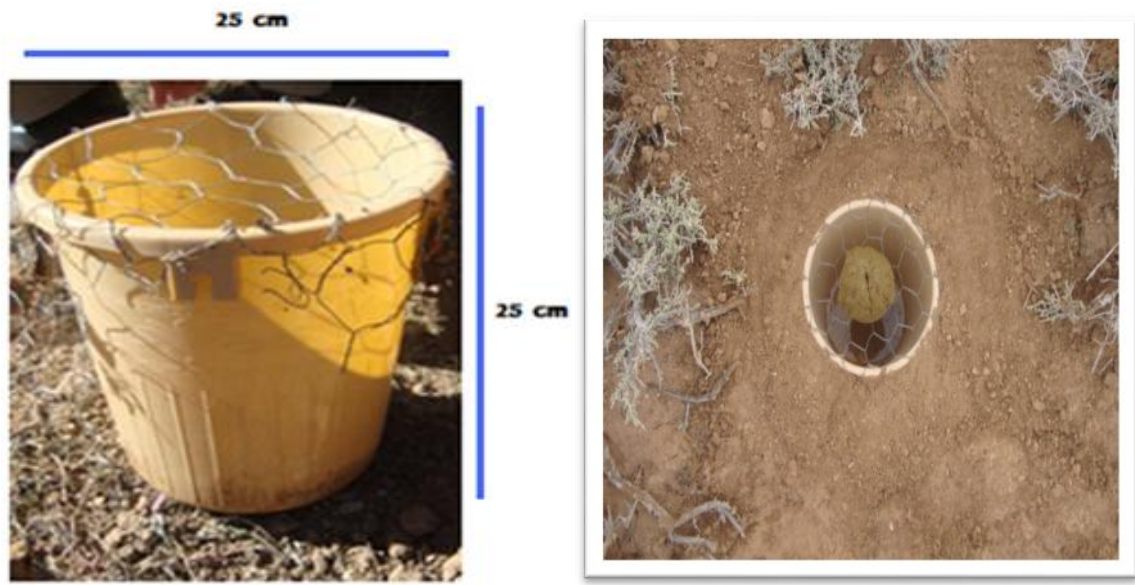
Annexe 04: Nombre d'espèces par mois dans la forêt de Toughoursane durant 07mois d'étude.

	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
Aphodiinae	11	6	4	3	3	3	4
Coprinae	1	1	1	1	0	2	8
Total	12	7	5	4	3	5	12

Annexe 05: Effectif mensuel des Aphodiinae et des coprinae durant les 6 mois d'étude dans la forêt de Toughoursane.

	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
Aphodiinae	25842	181	29	3	3	14	44
Coprinae	1	2	8	1	0	11	238
Total	25843	183	37	4	3	25	282

Annexe 06: Les pièges de type C.S.R.



Annexe 07: Quelques espèces Scarabaeoidea récoltées.



Aphodius melanostictu (W. SCHMIDT, 1840)
https://www.kaefer-der-welt.de/aphodius_melanostictus.htm



Onthophagus andalusicus (WALTL, 1835)
<https://www.insecte.org/forum/viewtopic.php?t=160930>



Onthophagus nebulosus (REICHE, 1864)
<https://www.biolib.cz/en/taxonimage/id112452/>

Annexe 07: Quelques espèces Scarabaeoidea récoltées. (Suite)

Chironitis irroratus (ROSSI, 1790)

<https://www.insecte.org/forum/viewtopic.php?t=41819>



Bubas bubaloides (JANSSENS, 1938)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bubas_bubaloides_Janssens,_1938_\(3013310154\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bubas_bubaloides_Janssens,_1938_(3013310154).jpg).



Trox fabricii (Reiche, 1853)

<https://sites.google.com/site/unentomologoandaluz/home/macrofotografia/coleoptera-trogidae/trox-fabricii-reiche-1853>.

Résumé :

La forêt naturelle de Toughoursane qui fait partie de pinède de Sénalba Gharbi, est caractérisée par un climat semi aride à hiver frais.

Notre travail réalisé dans la forêt citée, porte sur l'étude de la structure des Scarabaeoidea coprophages durant une période de 07 mois à l'aide des pièges de type C.S.R. A la fin de la période d'échantillonnage, nous avons récolté 26 espèces, dont 16 espèces représentent la famille des Aphodiidae et 09 espèces représentent la famille des Scarabaeidae et une seule espèce de la Famille des Trogidae.

L'abondance des espèces a montré une relation proportionnelle à la température et inversement proportionnelle aux précipitations durant la période d'étude. Deux espèces (Sp4, Sp16) ont été récoltées avec des effectifs très importants respectivement (21000 et 4800). Ces valeurs ont donné des indices de Shannon très faibles.

La comparaison de nos résultats avec des études précédentes locales (Chbaika, Sénalba et Moudjbara...) et du nord est (El-Kala) montre des valeurs voisines de la richesse spécifique et des abondances différentes, mais seulement trois espèces communes entre les stations de Djelfa et un seul genre entre Djelfa et El-Kala.

Mot clés : Forêt naturelle, Sénalba Gharbi, Toughoursane, Scarabaeoidea, Coprophage, C.S.R, Aphodiidae, Trogidae.

Summary:

The natural forest of Toughoursane, which is part of Senalba Gharbi pine forest, is characterized by a semi-arid climate with cool winter.

Our work carried out in the cited forest, deals with the study of the structure of Scarabaeoidea Coprophagous during a period of 07 months using the C.S.R.'s traps. At the end of the sampling period, we collected 26 species, 16 species represent the family Aphodiidae and 09 species represent the family Scarabaeidae and a single species of the Trogidae Family. Species abundance showed a proportional relationship to temperature and inversely proportional to rainfall during the study period. Two species (Sp.4, Sp.16) were harvested with very large numbers respectively (21000 and 4800). These values gave very weak Shannon indices.

The comparison of our results with previous local studies (Chbaika, Sénalba and Moudjbara ...) and North East (El-Kala) shows values close to the species richness and the different abundances, but only three species common between the stations of Djelfa and a single genre between Djelfa and El-Kala.

Key words: Natural forest, Senalba Gharbi, Toughoursane, Scarabaeoidea, Coprophage, C.S.R, Aphodiidae, Trogidae.

الملخص:

تتميز غابة توغرسان والتي هي جزء من غابة الصنوبر سن البا الغربي بمناخ شبه جاف ذو شتاء بارد. قمنا بدراستنا في الغابة المذكورة، تتمحور حول هيكل عائلة الخنافس آكلة فضلات الحيوانات لمدة سبعة أشهر بواسطة استعمال فخ من نوع C.S.R.

في نهاية مدة الدراسة أظهرت النتائج وجود 26 نوع، منها 16 نوع ينتمي الى عائلة Aphodidae، 09 أنواع من عائلة Scarabaeidae ونوع واحد فقط من عائلة Trogidae. كما أظهرت النتائج وجود علاقة طردية ما بين وفرة الأنواع ودرجة الحرارة من جهة ومن جهة أخرى وجود علاقة عكسية بين هذه الوفرة وكمية الأمطار، ووجد النوعين Sp.4 و Sp.16 بأعداد كبيرة (21000 و 4800) على التوالي. هذه القيم أعطت مؤشرات ضعيفة حسب (مؤشر شانون).

وبمقارنة نتائج دراستنا مع الدراسات السابقة في هذا الموضوع لكل من المناطق التالية: (الشبيكة، سن البا الشرقي، المجبارة) والقالة (الشمال الشرقي للجزائر)، نستنتج وجود قيم مشابهة لقيم الثراء بينما قيم الوفرة مختلفة، أما الأنواع الموجودة والمشاركة بين مناطق الجلفة فهي 03 أنواع على عكس النوع الوحيد المشترك الموجود بالقالة.

الكلمات الدالة: غابة طبيعية، سن البا الغربي، توغرسان، خنافس آكلة الفضلات، فخ من نوع C.S.R