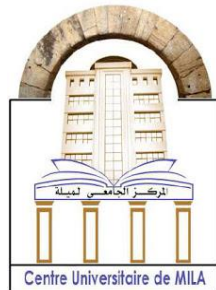


الجمهورية الجزائرية الشعبية الديمقراطية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Réf :.....

Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila
Institut des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Ecologie et Environnement
Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Thème :

**Etude comparative des différentes méthodes de
piégeage de l'entaumofaune coprophage à Mila.**

Préparé par :

- ✓ Bouhali Wissam.
- ✓ Lehchilli Hadir.

Devant le jury composé de :

- | | | |
|---|-----|-------------------------------|
| - Président : Mme. Hakima Tayaa | MCA | Centre Universitaire de Mila. |
| - Examinatrice : Mlle. Ibtissem Boudjahem | MCB | Centre Universitaire de Mila. |
| - Promoteur : M. Mehdi Elaichar | MCB | Centre Universitaire de Mila. |

Année Universitaire: 2021/2022

Remerciements

Nous remercions en premier lieu, Allah de m'avoir guidé et donné le courage et la capacité à terminer ce travail.

Nous remercions aussi à :

*Madame **Tayaa Hakima**, nos chaleureux remerciements vont pour avoir bien accepté de faire partie du jury et de présider le jury ce mémoire. Qu'elle trouve là, nos profonds respects.*

*Mademoiselle **Boudjahem Ibtissem**, nos chaleureux remerciements vont pour avoir bien accepté de faire partie du jury et d'examiner ce mémoire. Qu'elle trouve là, nos profonds respects.*

*Monsieur **Mehdi Elaïchar** de nos avoir fait l'honneur en acceptant de nous encadrer, de nous avoir soutenu par ses conseils tout au long de la période de travail, pour l'appui qu'il nous a accordé et pour son suivi régulier qui a été indispensable à son avancement.*

Nos professeurs qui nous ont enrichis de connaissances.

Nous tient à remercier vivement:

***Dr. Laala Ahmed** pour ses aides et conseils.*

***Dr. Mehdi Keblouti** pour leur aide précieuse et documentation.*

*Nous remercions également le Propriétaire de la ferme
Ms.D/Lehchíllí et sa famille.*

Merci.

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance je dédie ce Modeste travail à ceux quels que soient les termes je n'arriverais jamais à leurs exprimer mon amour sincère:

Mes parents !!

Mon grand-père ***Abd Elrahmane*** qu'il nous a quitté trop tôt, de m'avoir beaucoup encouragé.

Toute ma famille qui m'a énormément appuyé tout au long de ma carrière et de ma vie.

Ma chère amie ***Wissem*** et ***Nour EL Honda*** pour son aide et son amitié pendant toutes ces années.

Hadir.

Dédicace

Avec l'aide et la protection d'Allah

*Je dédie ce modeste travail qui est le fruit de
plusieurs Années d'étude à :*

*Mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur
amour, leur tendresse, leur soutien et leurs
prières tout au long de mes études.*

*Mon cher frère, Mes chères sœurs et A toute ma
famille pour leur soutien tout au long de mon
parcours universitaire, Merci d'être toujours là
pour moi.*

Mon fiancé, Merci pour ton encouragement.

*Mon très cher binôme **Hadir** et à toute sa famille.*

*Mes chers amis **Amal** & **Nor el Rouda**.*

Mes enseignants et mes amis de l'étude.

*A tous les autres que je n'ai pas cités mais à qui je
pense aussi.*

Wissam.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction1

Synthèse bibliographique

I. Les insectes coprophages (les bousiers)3

II. Les principales familles des coléoptères coprophages4

1. Aphodiidae4

2. Geotrupidae.....5

3. Scarabaeidae6

III. Organisation des insectes coprophages en guildes.....7

1. Rouleurs ou Télécoprides (sous famille des Scarabaeinae)7

2. Fouisseurs ou Paracoprides (sous familles des Coprinae et Geotrupinae)7

3. Résidents ou Endocoprides (sous famille des Aphodiinae).....8

IV. Morphologie9

V. Reproduction11

VI. Développement embryonnaire et le cycle de vie d'un bousier.....12

VII. Exigences écologiques des coprophages13

1. Les facteurs abiotiques13

2. Les facteurs biotiques14

VIII. Biologie des coléoptères coprophages14

1. Repérage et attraction des excréments.....14

2. Exploitation des excréments14

3.	Transport des matériaux fécaux.....	15
4.	Comportements nidificateurs	16
5.	Cleptoparasitisme	16
IX.	Coexistence des coprophage	16
X.	Services éco systémiques	17
1.	Accélération de la dégradation des excréments	17
2.	Amélioration de la fertilité du sol.....	17
3.	Conservation de la surface de pâturable disponible	18
4.	Diminution de la pression parasitaire	18
XI.	Le bousier en danger.....	18
XII.	La bouse	19
1.	Caractéristiques générales et composition	19
A.	Éléments chimiques contenus dans les déjections	19
B.	Les éléments minéraux.....	19
2.	L'importance de la bouse	20

Matériel et méthodes

I.	Présentation de la wilaya de Mila	21
1.	Facteurs climatique.....	22
A.	Température	22
B.	Précipitations.....	22
2.	Végétation.....	24
3.	Réseaux hydrographique	24
4.	Les caractéristiques géologiques	25
A.	La Géologie	25
B.	La pédologie.....	25
C.	Relief	25
II.	Site d'étude.....	26

1. Géologie et pédologie	27
2. Couvert végétale.....	28
III. Méthodologie de travail	28
1. Le piégeage CSR	28
A. Matériel.....	29
B. Descriptif.....	29
C. Récolte.....	30
D. Tri et identification.....	31
2. Le piège attractif aérien	31
A. Matériel.....	31
B. Descriptif.....	32
C. Récolte.....	32
D. Tri et identification.....	33
3. La chasse à vue.....	33
A. Matériel.....	33
B. Descriptif.....	33
C. Récolte.....	34
D. L'identification	34
IV. Matériels utilisé.....	34
V. Analyses statistiques.....	38
1. Abondance.....	38
2. Richesse totale	39
3. Indice de Shannon-Wiener (H')	39
4. Indice d'équirépartition des populations (équitabilité)	39
5. L'ANOVA	39

Résultat et discussion

I.	La richesse des coprophages de la zone d'étude	40
1.	La richesse spécifique totale des coprophages selon les grandes familles	45
2.	La richesse spécifique totale des coprophages selon les types de piège	47
A.	Type CSR.....	47
B.	Le piège attractif aérien	47
C.	La chasse à vue	48
3.	Structure de la communauté des coprophages capturé dans les pièges selon les guildes	50
A.	La guildes des rouleurs	52
B.	La guildes des fouisseurs.....	53
C.	La guildes des résidents	54
II.	Indices de structure et d'organisation de la communauté des coprophages.....	55
1.	Les indices de diversité	55
2.	L'ANOVA	56
	Conclusion	57
	Référence bibliographique	59

Liste des abréviations

- **CSR** : Cebo-Suspendido-Rejilla.
- **PAA** : piège attractif aérien.
- **G**: Gramme.
- **M** : mètre.
- **Mm**: Millimètre.
- **Cm**: Centimètre.
- **S** : Richesse spécifique.
- **T** : Température.
- **N** : Abondance.
- **%** : Pourcentage.
- **°** : Degré.
- **ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydraulique.
- **S.O.G.R.E.A.H** : société grenobloise d'étude et d'application hydraulique.
- **Nbr** : nombre.
- **Esp** : espèce.
- **ind** : individu.
- **P** : pourcentage.
- **Moy** : Moyenne.

Liste des figures

<i>Figure 1: Étape de dégradation d'une bouse en un mois.</i>	3
<i>Figure 2: Acrossus rufipes.</i>	4
<i>Figure 3: Geotrupes stercorarius.</i>	5
<i>Figure 4: Copris lunaris.</i>	6
<i>Figure 5: Illustration des trois grands groupes fonctionnels chez les coléoptères coprophages, endocoprines, paracoprines et télécoprides. Pour chaque groupe sont illustrées deux espèces vivant dans le Paléarctique occidental.</i>	8
<i>Figure 6: Morphologie générale d'un Geotrupidae..</i>	9
<i>Figure 7: Spécimen récolté et les spécimens de QMOR.</i>	10
<i>Figure 8: Vue en d'en haut de notre spécimen.</i>	10
<i>Figure 9: Vue frontale de notre spécimen.</i>	10
<i>Figure 10: Vue latérale de notre spécimen.</i>	10
<i>Figure 11: Vue d'en dessous de notre spécimen.</i>	10
<i>Figure 12: Vue frontale rapprochée de notre spécimen.</i>	11
<i>Figure 13: couplement des bousiers Geotrupes stercorarius .</i>	12
<i>Figure 14: Cycle de vie d'un insecte Scarabéidés coprophage d'après Doube et Dalton ,2003.</i>	13
<i>Figure 15: Nids sous les excréments avec présence de boudins.</i>	15
<i>Figure 16: Les Scarabaeinae sont essentiellement des transporteurs.</i>	15
<i>Figure 17: Les types de nids.</i>	16
<i>Figure 18: Situation géographique de la wilaya de Mila.</i>	21
<i>Figure 19: Précipitation moyenne mensuelle pour la station Hammam Grouz</i>	23
<i>Figure 20: Carte des pluies moyenne annuelles de nord algérien.</i>	23
<i>Figure 21: Les Réseaux hydrographique.</i>	24
<i>Figure 22: Carte du relief de la wilaya de Mila.</i>	26
<i>Figure 23: L'emplacement de site d'étude.</i>	26
<i>Figure 24: Photo de la ferme.</i>	27
<i>Figure 25: Végétation de site d'étude .</i>	28
<i>Figure 26: Positionnement des pièges dans la parcelle d'échantillonnage.</i>	29
<i>Figure 27: Piège de type CSR.</i>	30
<i>Figure 28: Piège de type CSR. Vu en coupe.</i>	30
<i>Figure 29: Construction du piège.</i>	31

Figure 30: Le piège attractif aérien.	32
Figure 31: La chasse a vue.	33
Figure 32: <i>Gymnopleurus sturmi</i>	40
Figure 33: <i>Copris hipanus</i>	40
Figure 34 : <i>Onitis belial</i>	41
Figure 35: <i>Ontophagus taurus</i>.	41
Figure 36: <i>Onthophagus trigibbers</i>.	41
Figure 37: <i>Aphodius fimetarius</i>	42
Figure 38: <i>Aphodius prodromus</i>.	42
Figure 39: <i>Aphodius rufipes</i>	42
Figure 40: <i>Aphodius sp</i>	42
Figure 41: <i>Aphodius fossor</i>	43
Figure 42: <i>Aphodius Niger</i>	43
Figure 43: <i>Thorectes marginatus</i>	43
Figure 44: <i>Géotrupe mutator</i>	43
Figure 45: <i>Geotrupes spiniger</i>.	44
Figure 46: Proportion relative (%) des 3 familles collectées dans le site d'étude.	45
Figure 47: Proportion relative (%) des 3 familles dans le pièges de type CSR.	47
Figure 48: Proportion relative (%) des 3 familles dans le piège attractif aérien.	48
Figure 49: Proportion relative (%) des 3 familles dans la chasse a vue.	48
Figure 50: Répartition des coprophages en guildes dans le piège de type CSR.	51
Figure 51: Répartition des coprophages en guildes dans le piège attractif aérien.	52
Figure 52: Répartition des coprophages en guildes dans la chasse a vue.	52

Liste des tableaux

<i>Tableau 1:Classification des Aphodiidae.</i>	4
<i>Tableau 2: classification des Geotrupide).</i>	5
<i>Tableau 3: classification des Scarabaeinae.</i>	6
<i>Tableau 4: Caractéristiques des bousiers.</i>	10
<i>Tableau 5 : Station de Fdoules.</i>	22
<i>Tableau 6: Station de Beni-Guecha.</i>	22
<i>Tableau 7: Les outils utilisés dans l'étude.</i>	34
<i>Tableau 8: liste de figure des espèces capturées puis identifier dans la région d'étude.</i>	40
<i>Tableau 9: Liste systématique globale des familles, sous famille, genres et les espèces coprophages inventoriées dans les trois méthodes.</i>	44
<i>Tableau 10: Proportions des différentes familles et sous-familles de Coprophage capturés dans notre zone d'étude.</i>	45
<i>Tableau 11: Proportions des différentes familles et sous-familles de coprophages capturées dans chaque méthode étudiée.</i>	49
<i>Tableau 12: Proportion des coléoptères coprophages dans les trois pièges.</i>	50
<i>Tableau 13: Les différents indices calculés des trois méthodes.</i>	55
<i>Tableau 14: L'ANOVA.</i>	56

Résumé

Une étude comparative des différentes méthodes de piégeage de l'entomofaune coprophage à Mila. Sur une période de 02 mois entre le mois de Mars et Mai 2022. Pendant l'étude nous avons choisis d'utiliser trois types des pièges ; piège de type CSR, piège attractif aérien et la chasse à vue, l'effort d'échantillonnage nous a permis de capture de 3369 spécimens appartenant à 3 familles (*Scarabaeidae*, *Aphodiidae* et *Geotrupidae*), 14 espèces et 3 guildes (résidents, fouisseurs et rouleurs). La richesse spécifique et l'abondance des coléoptères coprophages varie peu d'un piège à l'autre (entre 13 espèces dans le piège de type CSR, 5 espèces dans le piège attractif aérien et 7 espèces dans la chasse à vue).

Mots clés : Mila, Coléoptères coprophages, *Scarabaeidae*, *Aphodiidae*, *Geotrupidae*, Guildes, pièges.

Abstract

A comparative study of the different methods of trapping coprophagous entomofauna in Mila. Over a period of 02 months between March and May 2022. During the study we chose to use three types of traps; CSR type trap, aerial attractant trap and sight hunting, the sampling effort allowed us to capture 3369 specimens belonging to 3 families (*Scarabaeidae*, *Aphodiidae* and *Geotrupidae*), 14 species and 3 guilds (residents, burrowers and rollers). The specific richness and abundance of coprophagous beetles varies little from one trap to another (between 13 species in the CSR type trap, 5 species in the aerial attractant trap and 7 species in sight hunting).

Keywords: Mila, Coprophagous beetles, *Scarabaeidae*, *Aphodiidae*, *Geotrupidae*, Guilds, and traps.

ملخص:

دراسة مقارنة للطرق المختلفة لاصطياد خنافس الروث في ميلّة. على مدى شهرين بين مارس ومايو 2022. خلال الدراسة اخترنا استخدام ثلاثة أنواع من المصائد؛ مصيدة من نوع CSR، مصيدة جاذبة جوية وصيد البصر، سمحت لنا جهود أخذ العينات بالتقاط 3369 عينة تنتمي إلى 3 عائلات (*Scarabaeidae* *Aphodiidae* *Geotrupidae*) ، 14 نوعاً و3 نقابات (السكان، الجحور والبكرات). يختلف الثراء النوعي ووفرة الخنافس المتأكلة قليلاً من مصيدة إلى أخرى (بين 13 نوعاً في مصيدة نوع CSR ، و5 أنواع في مصيدة الجاذبية الهوائية و7 أنواع في الصيد البصري).

الكلمات المفتاحية: ميلّة، خنافس الروث، *Scarabaeidae* ، *Aphodiidae* ، *Geotrupidae*، النقابات.

Introduction



Introduction

Un écosystème est un ensemble dynamique, formé par les organismes potentiellement interactifs d'une communauté et les facteurs abiotiques avec lesquels ils interagissent.

L'énergie y pénètre généralement sous forme de lumière solaire, elle est alors convertie en énergie organique par les organismes photosynthétiques autotrophes, devenant ainsi disponible sous forme de nourriture aux organismes hétérotrophes. **(Mathieu. 1995).**

En effet dans les systèmes pâturés, une partie importante de la production primaire prélevée par les grands mammifères herbivores retourne au sol sous forme de déjections, et permet ainsi le recyclage et la minéralisation de la matière organique nécessaire aux producteurs primaires, assurant ainsi un "turn over" de la matière. **(Lumaret 1983, 1989, Kadiri et al. 1997, Errouissi 2003) et en Espagne (Verdu Faraco 1998, Lumbreras Vicente 1998),** Ces excréments sont riches en matières organiques assimilables ; ce qui en fait un milieu intéressant pour les insectes, dont l'action est indispensable pour leur incorporation dans le sol **(Elaichar. 2014).**

Par ailleurs, les bousiers sont des proies pour les prédateurs insectivores, notamment les Pie-Grièches et les chauves-souris comme le Grand Rhinolophe. Ces espèces en déclin sont au cœur des préoccupations des sites Natura 2000 et des Plans nationaux d'action « Chauves-souris » et « Pies grièches ». Une diminution des populations de coléoptères coprophages induit donc une réduction de la ressource trophique pour la Pie-grièche à tête rousse, la Pie-grièche grise et le Grand Rhinolophe **(Mc Cracken, 1993 ; Soler J.J. et Soler M., 1993).**

La région de Mila est caractérisée par une superficie agricole importante et composées d'un agro-écosystème très diversifié et modifié par l'homme afin d'exploiter une part de la matière organique qu'il produit, généralement à des fins alimentaires. Ces superficies agricoles sont caractérisées par des terrains à vocation agricole et agro-pastoral, dont Le pâturage ; ce qui contribue de manière directe aux processus de cycle de la matière organique **(Sogreah, 2009).** Ainsi, ceci accélère les processus de recyclage car les bouses sont en majeure partie constituées d'éléments organiques déjà transformés. Toutefois le fonctionnement de l'écosystème est amélioré par un recyclage rapide des excréments lorsqu'ils sont dilacérés et enfouis par les coprophages **(Lumaret J. P. 1980).**

Plusieurs études ont été réalisées sur les insectes coprophages associés aux bovins, équidés, ovins et porcins. Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés sur une étude comparative des différentes méthodes de piégeage de l'entomofaune coprophages dans la région de Mila.

Nous avons structuré notre travail en trois chapitres :

- ✓ Dans un premier lieu, nous nous sommes intéressés sur une synthèse bibliographique sur les insectes coprophages.
- ✓ Dans le second chapitre nous présentons et décrivons la zone d'étude, les méthodes de piégeages ainsi que le matériel utilisé.
- ✓ Enfin, on a consacré le troisième chapitre pour présenter les résultats obtenus, les discutés et comparer les différentes méthodes de piégeage.

Synthèse
bibliographique



I. Les insectes coprophages (les bousiers)

Les bousiers sont des insectes coprophages de l'ordre des coléoptères. Généralement de couleur noire ou brun foncé, ils sont parfois agrémentés de reflets métalliques. (Alter A, 2007).

Il vole pour flairer les tas d'excréments, principalement en soirée ou la nuit et il se rencontre ou différents climats. Repérant une bouse ou du crottin, il y creuse une longue galerie au fond de laquelle il pond ses œufs, sa larve se nourrissant de bouse, généralement de bovin ce qui explique le nom bousier (Emmanuel. 2004).

Leur taille peut dépasser 50mm, mais beaucoup n'excèdent pas le centimètre. Les adultes coprophages possèdent des appendices buccaux membraneux qui leur permettent de se nourrir des fluides des bouses fraîches (jus de bouse) et pondent dans l'amas stercoral même ou dans une boulette enfouie dans le sol sous-jacent ou à une distance plus ou moins grande selon les espèces. Cette boulette enfouie sert de lieu de ponte et de réserve de nourriture pour la progéniture, chaque boulette contenant un œuf. Suite à l'éclosion la larve se nourrit à partir de l'excrément dont elle aspire et concentre la phase aqueuse grâce à son appareil buccal adapté (Hughes R. D, 1975). Ils participent ainsi activement au recyclage de cette matière et le brassage mécanique qui résulte de leur action contribue et améliorer la productivité du milieu (Kadiri N et al. 1997).

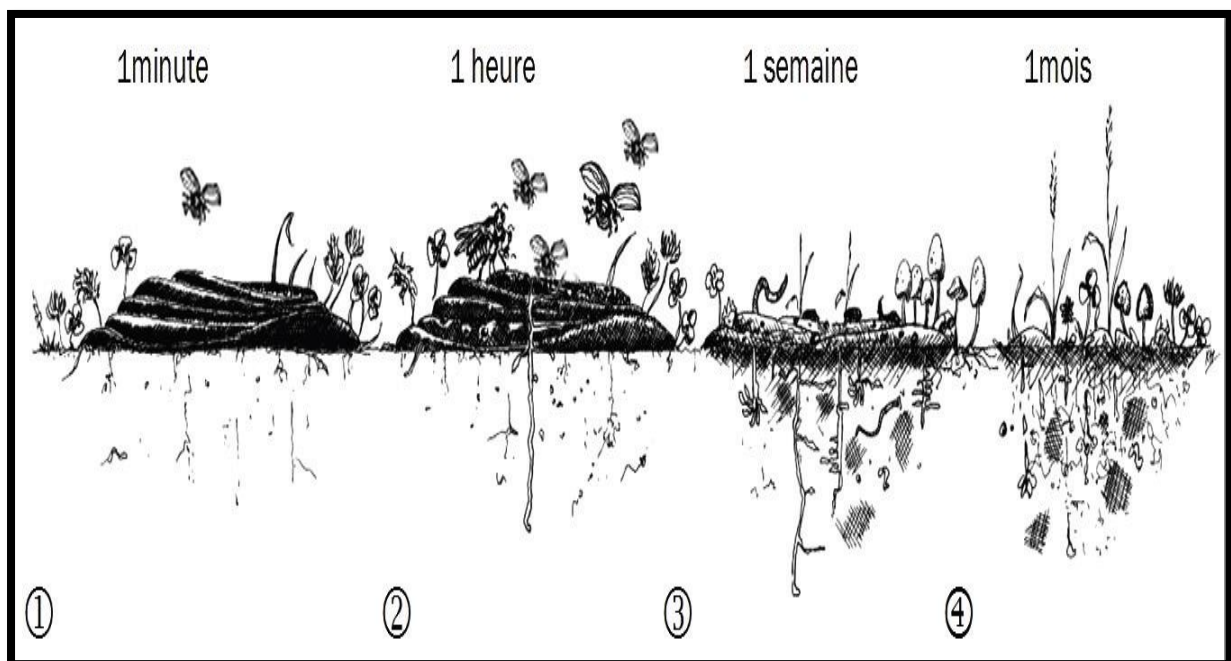


Figure 1: Étape de dégradation d'une bouse en un mois (Raymond, 2001).

II. Les principales familles des coléoptères coprophages

1. Aphodiidae

Les *Aphodiidae* arrivent dans les premières minutes après le dépôt de la bouse. Ils sont le plus souvent de taille inférieure à un centimètre. De forme allongée, ils sont noirâtres aux élytres parfois rouges ou jaunâtres. Ils possèdent de larges pattes avant fousseuses. Leurs tibias postérieurs sont munis de deux éperons. (Aude et Lumaret, 2007).

Les *Aphodiidae* pondent de nombreux œufs et les larves, une fois écloses, vont vivre une véritable "course contre la mort" à la recherche de la nourriture. Les larves vont se nymphoser, entre 20 à 40 jours, sous la terre (Faber J. H, 1879).

Représentée dans les régions tempérées de l'hémisphère nord, des régions tropicales et subtropicales (Rougon, 1987).

Tableau 1: Classification des *Aphodiidae* (Leach, 1815).

Classification (Leach, 1815).		
Règne :	<i>Animalia.</i>	
Embranchement :	<i>Arthropoda.</i>	
Sous-embranchement :	<i>Hexapoda.</i>	
Classe :	<i>Insecta.</i>	
Sous-classe :	<i>Pterygota.</i>	
Ordre :	<i>Coleoptera.</i>	
Sous-ordre :	<i>Polyphaga.</i>	
Super-famille :	<i>Scarabaeoidea.</i>	
Famille :	<i>Aphodiidae.</i>	

Figure 2: *Acrossus rufipes* (Site web01).

2. Geotrupidae

Souvent de couleur sombre, ils s'ornent de reflets métalliques bleus, verts, violets. Leurs pattes avant sont fortement dentées, ce qui correspond à des mœurs fousseuses. (**Faber J.H, 1879**).

Pour abriter réserves et œufs, le couple construit un terrier sous la bouse. Il est formé d'un puits d'où partent des galeries horizontales en cul-de-sac destinées à recevoir chacune un œuf. La femelle referme ensuite la galerie en la remplissant de terre (**Aude et Lumaret, 2007**).

Cette Famille typique des régions tempérées de l'hémisphère nord en général, les espèces sont fousseuses (**Ailli, 2013**).

Tableau 2: classification des *Geotrupidae* (**Lastreille, 1802**).

Classification (Latreille, 1802).		
Règne :	<i>Animalia.</i>	
Embranchement :	<i>Arthropoda.</i>	
Sous embranchement :	<i>Hexapoda.</i>	
Classe :	<i>Insecta.</i>	
Sous-classe :	<i>Pterygota.</i>	
Ordre :	<i>Coleoptera.</i>	
Sous-ordre :	<i>Polyphaga.</i>	
Super-famille :	<i>Scarabaeoidea.</i>	
Famille :	<i>Geotrupidae.</i>	

Figure 3: *Geotrupes stercorarius* (site web02).

3. Scarabaeidae

Les Scarabaeidae sont des coléoptères au corps robuste, dont beaucoup ont des couleurs métalliques vives, mesurant entre 15 et 160 mm. Ils ont un comportement nidificateur très évolué. La plupart confectionnent un nid creusé à l'aplomb de la bouse, tandis que les rouleurs confectionnent une pilule au moins aussi grosse qu'eux.

Arrivés sur l'excrément, ils la façonnent à l'aide de leurs pattes et de leur tête. Roulée sur le sol, elle pourra susciter la convoitise et être volée par un congénère, sinon, elle sera enfouie dans une chambre au fond d'une galerie pour y héberger un œuf unique. La larve se développera à l'intérieur (Aude C & Lumaret J, 2007).

Peu représentée dans les régions tempérées de l'hémisphère nord, mais son importance est majeure dans les régions tropicales et subtropicales, et notamment en Afrique (Ailli, 2013).

Tableau 3: classification des *Scarabaeinae* (Latreille, 1802).

Classification (Latreille, 1802).		
Règne :	<i>Animalia.</i>	
Embranchement :	<i>Arthropoda.</i>	
Sous embranchement :	<i>Hexapoda.</i>	
Classe :	<i>Insecta.</i>	
Sous-classe :	<i>Pterygota.</i>	
Ordre :	<i>Coleoptera.</i>	
Sous-ordre :	<i>Polyphaga.</i>	
Super-famille :	<i>Scarabaeoidea.</i>	
Famille :	<i>Scarabaeinae.</i>	

Figure 4: *Copris lunaris* (site web03).

III. Organisation des insectes coprophages en guildes

On peut classer les insectes coprophages en 3 familles selon l'utilisation des déjections dans leurs cycles biologiques :

1. Rouleurs ou Télécoprides (sous famille des Scarabaeinae)

Ce sont les espèces qui emportent leurs victuailles, notamment en vue de la reproduction se sont les vrais scarabées et le "sacré" (*Scarabaeussacer*) en est un peu l'archétype. Ils confectionnent les boulettes ou pilules que ces insectes peuvent rouler assez loin avant de les enterrer (**Meurgey et Sadorge, 2001**).

Ce sont proprement dits "les rouleurs de pilule" que les scientifiques appellent aussi "Balle nuptiale" (**Baraud J.1985, 1987 ; Desiere M, 1983**). On distingue deux types de pilule celle d'alimentation que les imagos préparent individuellement et qui sont roulées, enterrées et consommées sur place et les pilules de ponte confectionnées par les mâles et les femelles (**Janati I, et al, 1999 ; Kadiri N, et al, 1997**).

Ces coléoptères possèdent une stratégie de reproduction (K), soit peu de descendants par individus, protégés par un soin maternel plus important pour diminuer leur mortalité (**Lumaret, 2010**).

2. Fouisseurs ou Paracoprides (sous familles des Coprinae et Geotupinae)

Enterrent les fèces sous la bouse (déplacement vertical de matière) pour se nourrir et y pondre (nidification et alimentation des larves) (**Lumaret, 2010**).

Après l'accouplement, sous la bouse, mâle et femelle prennent en charge la confection d'un terrier pour la ponte. La femelle creuse le sol et le mâle évacue les déblais vers l'extérieur. Le terrier est composé d'un puits, d'où partent des galeries horizontales en cul-de-sac destinées à recevoir chacune un œuf. Les parois sont consolidées avec des excréments, que le mâle fait parvenir à la femelle. Une fois la galerie terminée, la femelle pond un œuf puis régurgite des excréments prédigérés qui serviront de premier aliment pour la jeune larve. La construction dure plusieurs jours. Les terriers diffèrent suivant les espèces, mais tous ont des galeries de ponte dans lesquelles des excréments sont stockés pour les larves (**Elaichar M, 2014**).

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 **(Christophe, 2004)**.

3. Résidents ou Endocoprides (sous famille des Aphodiinae)

Les espèces qui vivent et se reproduisent au sein même de l'excrément. Ce sont principalement des *Aphodius* **(Meurgey et Sadorge, 2001)**. Après l'accouplement, la ponte est déposée dans la masse d'excrément, là où les conditions d'hygrométrie et de température sont maximales pour un bon développement embryonnaire puis larvaire (plus la bouse sera sèche, plus les œufs seront déposés en profondeur ou la température variera peu) **(Halouti S. et al, 2006)**.

Ces espèces se développent selon la stratégie reproductive de type (r). Cela veut dire que les femelles produisent une descendance nombreuse dont elles s'occupent peu, compensant une forte mortalité par une abondance élevée **(Lumaret, 2010)**.

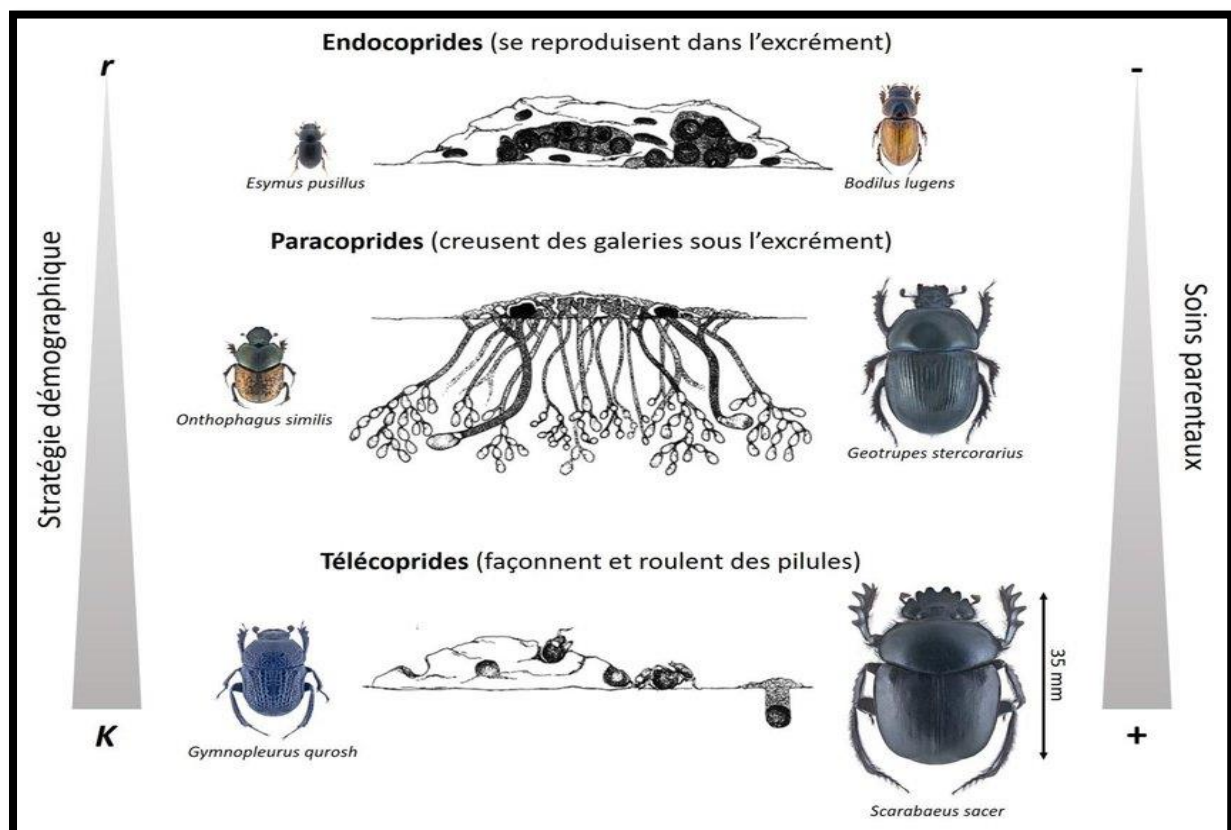


Figure 5: Illustration des trois grands groupes fonctionnels chez les coléoptères coprophages, endocopriles, paracopriles et télécopriles. Pour chaque groupe sont illustrées deux espèces vivant dans le Paléarctique occidental **(Bornemissza.1976)**.

IV. Morphologie

L'identification du spécimen s'est fait initialement (au niveau de l'espèce) grâce au Guide d'identification : Les Insectes du Québec (**Dubuc, 2007**), le 9 octobre 2014, et ensuite confirmée au niveau de la famille *Geotrupidae* grâce à l'Atlas écologique des Coléoptères du nord-est de France le 19 octobre 2014 (Atlas écologique des Coléoptères du nord-est de France 2010). Les critères suivants ont permis son identification :

- Antennes latérales, formées par 11 segments, dont les 3 derniers sont asymétriques et plus volumineux que les autres.
- Labre fortement visible et proéminent, palpes maxillaires ayant 4 segments.
- Pronotum et élytres convexes, striation des élytres, scutellum triangulaire.
- Abdomen présentant 6 métamères.
- Pattes antérieures avec des tibias et fémurs fortement dentés.
- Pattes postérieures dont les tibias portent plusieurs carènes sur leur face externe.

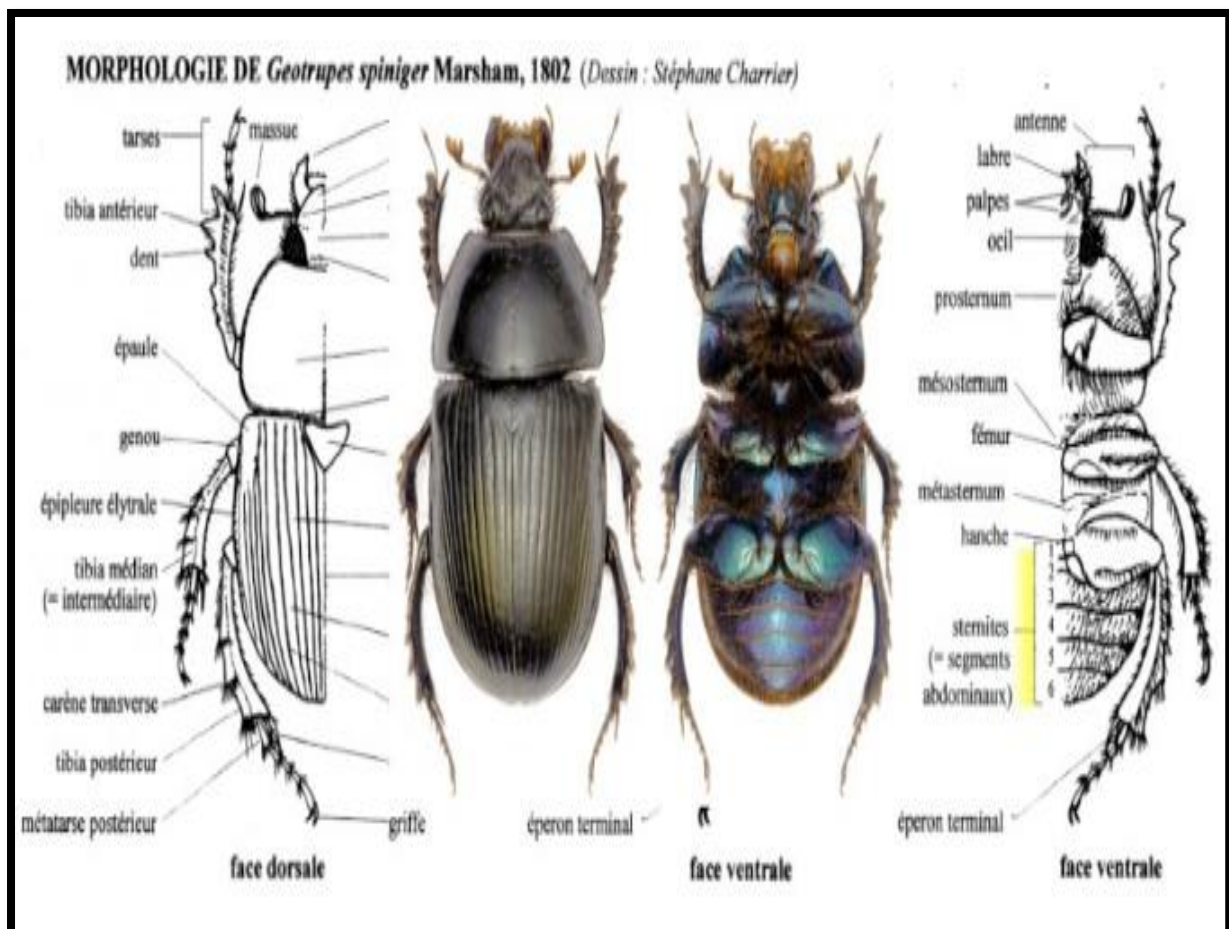


Figure 6: Morphologie générale d'un *Geotrupidae*. (©2014 Publiée par Guppy88 le 26/12/2013 12 :30 :01. Dessin : Stéphane Charrier).

Tableau 4: Caractéristiques des bousiers (Par Pedro Paulo CASTRO GRILLO et Alexandre MARCHAND-THERIAULT (édité par Étienne Normandin) *Geotrypes balyi* Jekel 1865)).



Figure 7: Spécimen récolté et les spécimens de QMOR. (Octobre 2014. ©2014 CC BY-SA 4.0, les auteurs).

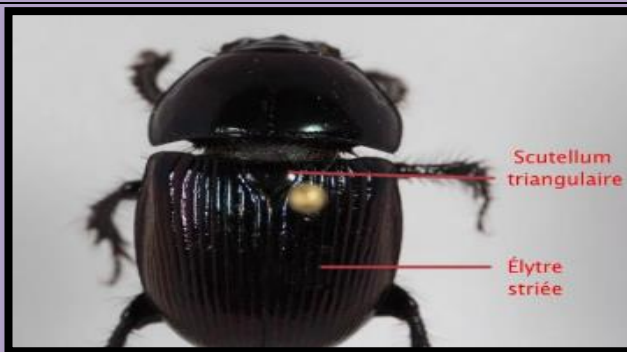


Figure 8: Vue en d'en haut de notre spécimen. (Octobre 2014. ©2014 CC BY-SA 4.0, les auteurs).



Figure 9: Vue frontale de notre spécimen. (Octobre 2014. ©2014 CC BY-SA 4.0, les auteurs).



Figure 10: Vue latérale de notre spécimen. (Octobre 2014. ©2014 CC BY-SA 4.0, les auteurs).



Figure 11: Vue d'en dessous de notre spécimen. (Octobre 2014. ©2014 CC BY-SA 4.0, les auteurs).



Figure 12: Vue frontale rapprochée de notre spécimen. (Octobre 2014. ©2014 CC BY-SA 4.0, les auteurs.).

V. Reproduction

La construction du nid pour accueillir les œufs se fait en coopération par la femelle et le mâle. La majorité de la formation du nid est cependant assurée par la femelle. Lors de la copulation de plusieurs espèces du genre *Geotrupes*, le mâle agrippe la femelle en glissant ses pattes sur les élytres et le pronotum. Ensuite, il introduit son édéage dans la femelle pour une dizaine de minutes. La femelle se défait ensuite de l'emprise du mâle pour mettre fin à la copulation. Par la suite, elle se dirige vers le site de couvée du nid pour y pondre ses œufs.

Les femelles des espèces de *Geotrupes* possèdent deux ovaires ainsi que six ovarioles par ovaire qui sont plus ou moins réduits selon l'espèce. Chaque ovariole produit au minimum un oocyte. Lorsque l'oocyte est mature, le petit pédicelle de l'ovariole qui est relié aux oviductes latéraux laisse alors passer les œufs en direction du vagin. Les femelles peuvent également emmagasiner le sperme des mâles à l'intérieur de leur spermathèque. Lorsque les conditions environnementales sont propices pour la formation de la progéniture, la contraction des muscles de la spermathèque permet d'expulser les spermatozoïdes et permettre ainsi la fécondation (Halffter *et al.* 1985, Whipple 2011, Nichols *et al.* 2008).



Figure 13: couplement des bousiers *Geotrupes stercorarius* (site web 04).

VI. Développement embryonnaire et le cycle de vie d'un bousier

Généralement tous les bousiers suivent le même schéma général de développement trois stades larvaires (œuf, nymphe et adulte) qui se développent dans un terrier séparé 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 leur 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**).

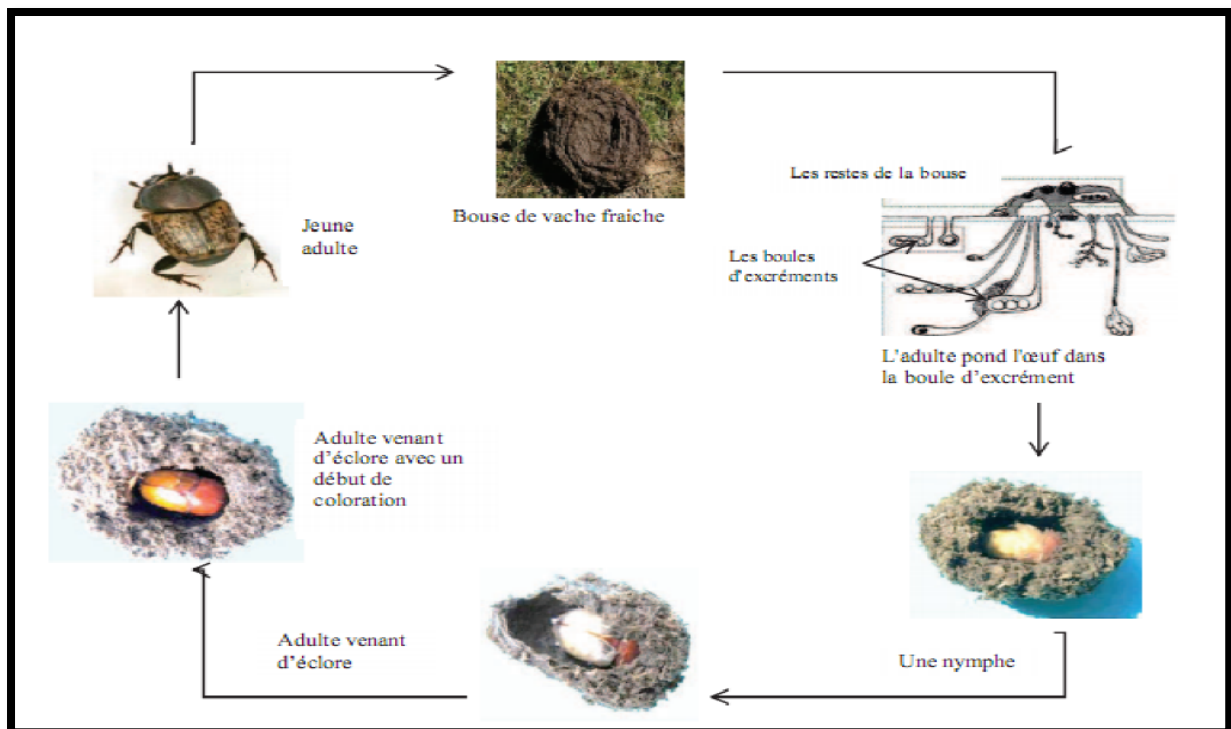


Figure 14: Cycle de vie d'un insecte Scarabéidé coprophage d'après Doube et Dalton ,2003.

VII. Exigences écologiques des coprophages

La bouse composée de trois couches :

- La croûte : qui se forme progressivement à la surface.
- La zone intermédiaire : brun foncé, bien aérée grâce aux galeries creusées par les coprophages, soumise à la dessiccation.
- La zone profonde jaunâtre, milieu très réducteur, pauvre en oxygène (**Mehira. 2014**).

1. Les facteurs abiotiques

Les conditions climatiques et microclimatiques (la pluie, le degré d'humidité) influencent le processus de dégradation (**Mehira. 2014**).

Par temps sec, sur substrat sec, la croûte se forme rapidement sur la bouse, ralentissant la diffusion de molécules émises, attractives pour les coprophages.

A l'inverse, la pluie assure la dilution physique des bouses, ce qui augmente la surface de contact avec le sol, et facilite donc le travail de val faune coprophile et coprophage (**Anonyme.2002**).

2. Les facteurs biotiques

Les imagos utilisent l'excrément pour se nourrir et les adultes pour la ponte. La formation progressive de la croûte en surface ralentit l'arrivée des diptères, tandis qu'arrive la seconde vague de colonisation, Celle des Coléoptères coprophiles et coprophages dont la densité maximale dans l'excrément atteint un seuil situé généralement entre le premier et le cinquième jour qui suit le dépôt de l'excrément (**Hughes R. D. et Breymeyer A 1974, 1975**).

L'enfouissement des bouses par les insectes conduit à un enrichissement des horizons édaphiques sous-jacents, ce qui stimule les populations de microarthropodes du sol, en particulier les Collembolés et les Acariens. Le brassage dû à l'enfouissement augmente généralement d'une manière significative le rapport bactéries/hyphes mycéliens favorisant de la sorte le développement des bactéries ammonifiantes, qui accélèrent le recyclage de la matière fécale et donc la circulation de l'azote et des autres bioéléments dans les écosystèmes pâturés (**Breymeyer A. et Lussenhop J. 1975, 1980**).

VIII. Biologie des coléoptères coprophages

1. Repérage et attraction des excréments

Distance de repérage des fèces (importance et origine d'excréments, des conditions climatique).

Repérage les organes olfactifs (les antennes). L'attraction, chez certains insectes, se fait par les phéromones imprégnant la pilule.

2. Exploitation des excréments

Utilisation sur place des fèces : La plupart des *Aphodiidae* et un grand nombre de *Coprinae* pour l'alimentation des imagos ou bien des larves.

Les *Geotrupidae*, s'ils consomment sur place à l'état adulte, transportent une partie de matière fécale pour construire leurs nids pédotrophiques.

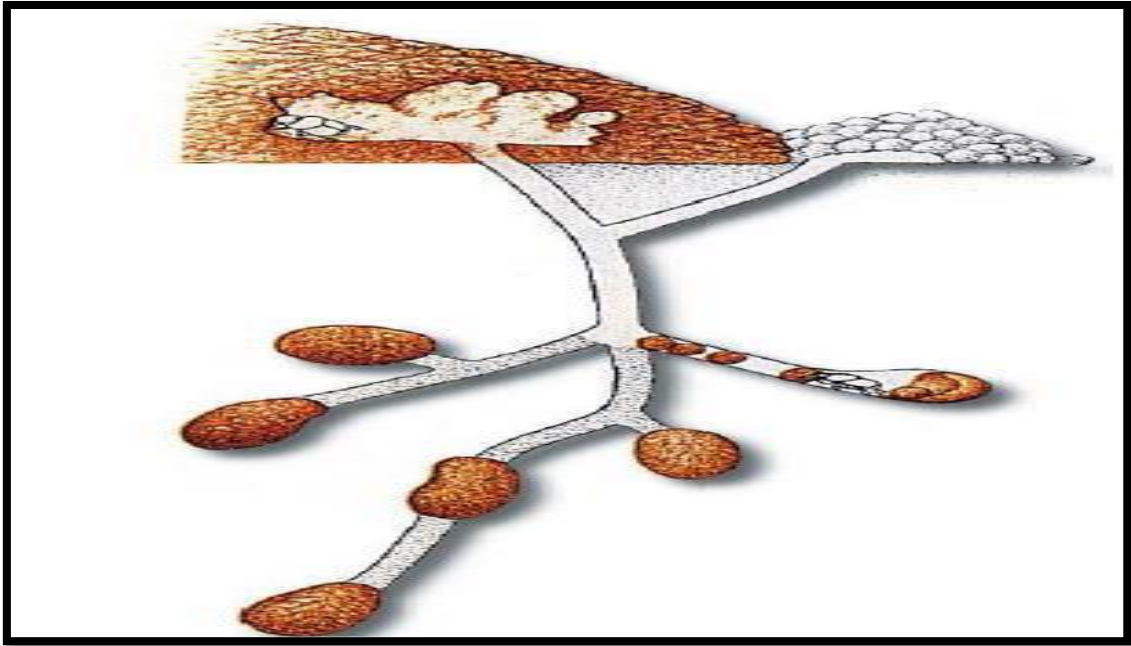


Figure 15: Nids sous les excréments avec présence de boudins (site web 05).

3. Transport des matériaux fécaux

Les *Scarabaeinae* sont essentiellement des transporteurs. Le prélèvement de fragments s'effectue différemment selon la taille, la forme et la consistance des excréments. Le transport est très souvent l'apanage des imagos.



Figure 16: Les *Scarabaeinae* sont essentiellement des transporteurs (site web 06).

4. Comportements nidificateurs

Les formes de nidifications ne sont pas exclusives et peuvent se combiner. Leurs architectures sont variables selon la nature du sol, les conditions climatiques et les espèces. Les *Scarabaeidae* présentent plusieurs types de nids (Ailli, 2013).

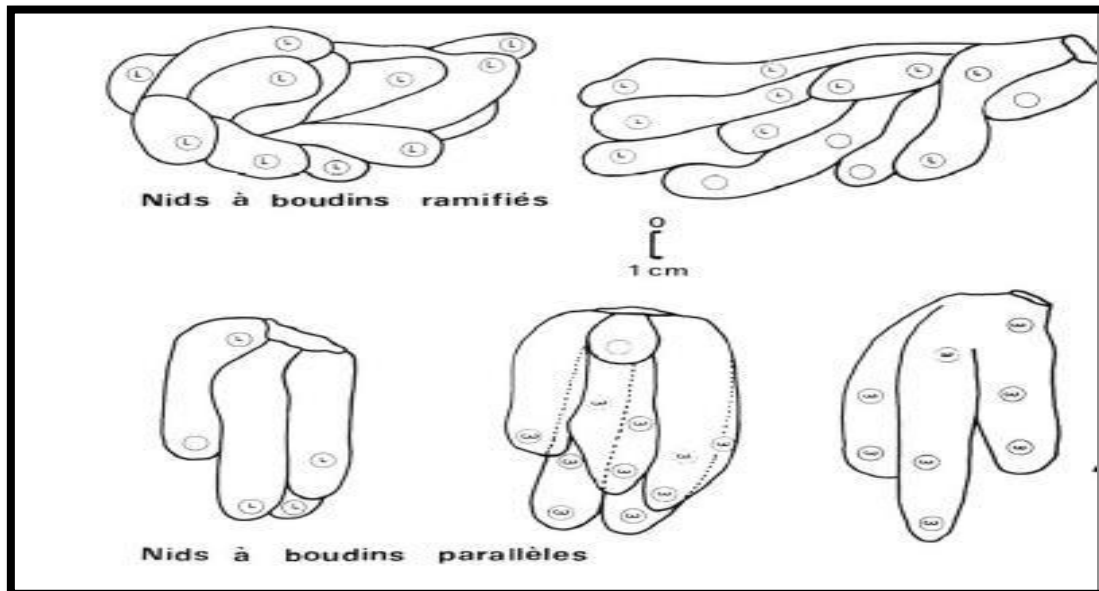


Figure 17: Les types de nids (Rougon et Rougon, 1983).

5. Cleptoparasitisme

Ce comportement s'observe chez les *Aphodiidae*, notamment au sahel pendant la saison sèche. Le cleptoparasitisme est une adaptation à la sécheresse et à la dessiccation plus rapide des excréments (Ailli, 2013).

IX. Coexistence des coprophage

L'existence de plusieurs guildes avec des subdivisions fondées sur le mode d'alimentation et de nidification réduit la compétition interspécifique tout en maintenant une grande diversité du peuplement, avec une utilisation optimale des ressources disponibles.

En effet, les *Geotrupidae* s'isolent des autres familles par leur phénologies est leurs répartitions spatiales ces insectes sont surtout actifs la nuit ; les *Aphodiidae* s'en en différencient par la diversité de leur phénologie alors que les *Scarabaeidae* se distinguent par leur comportement nidificateur , l'architecture de leurs nids pédotrophiques, leur phénologies et le choix de leurs ressources trophique .l'appartenance de chaque sous-familles à une guilde ne suffit pas donc pour expliquer on soit la coexistence des espèces de scarabéidés coprophages(Lobo et al. 1998).

X. Services éco systémiques

Si l'action des coléoptères coprophages est si bien documentée, et ce depuis les années 70 c'est qu'elle est un maillon essentiel des transferts de bioéléments au sein de l'écosystème pastoral.

1. Accélération de la dégradation des excréments

Le fonctionnement de l'écosystème est amélioré par un recyclage rapide des excréments lorsqu'ils sont dilacérés et enfouis par les coprophages » **(Lumaret, 1996)**.

Les bousiers sont considérés comme des espèces « clés de voûtes » dans les écosystèmes pâturés c'est que leur action sur les fèces permet de façonner un micro écosystème qui accueille ensuite une biodiversité importante. Les coléoptères coprophages permettent à tous ces organismes d'avoir accès à l'intérieur des fèces en perçant la croûte imperméable créée par dessiccation. **(Cristophe, 2004)**. L'effet de l'exclusion des bousiers de bouses fraîchement excrétées pendant un mois a été étudié. Le résultat a été que le temps de décomposition de la dégradation des bouses protégées est de 1.7 à 2.2 fois supérieur à celui des bouses non protégées **(Lumaret et Kadiri, 1995)**.

2. Amélioration de la fertilité du sol

Les coléoptères transforment la bouse (ou autre fèces) en écosystèmes favorable à d'autres organismes comme les bactéries ammonifiantes ou des champignons **(Lussenhop et al, 1980)**, facilitant le recyclage des matières organiques de la bouse. Cette dégradation de fèces en surface et en profondeur augmente sensiblement les qualités agronomiques du sol comme sa teneur en minéraux ou sa capacité d'échange cationique **(Nichols et al, 2008 ; Bertone et al 2004 ; Yamada et al, 2007)**.

Les coléoptères améliorent les propriétés hydrologiques du sol en augmentant sa porosité. Brown et al ont montré que 48 heures d'activité des coléoptères sur des patches expérimentaux comportant des excréments augmentent significativement l'infiltration de l'eau et diminuent l'écoulement superficiel sur une durée relativement longue (6 mois) par rapport aux parcelles témoins **(Yamada et al, 2007 ; Arnaudin, 2012)**. Ils sont également impliqués dans la dispersion et l'enfouissement des graines de certaines plantes **(Andresen et Feer, 2005 ; Estrada et Coates-Estrada ,1991 ; Feer ,1999 ; Vulinec, 2002 ; Culot et al, 2009)**.

3. Conservation de la surface de pâturable disponible

La vitesse de dégradation des bouses a un effet direct sur la conservation de la surface pâturable. En effet, la non dégradation des fèces entraîne la création de zones de refus et donc de perte de surface fourragères. Ces zones de refus s'accompagnent généralement de la croissance de plantes non consommées par les animaux (**Marten et Donker, 1964**).

L'activité des coléoptères coprophages crée ainsi des pâturages plus sains ; ces insectes contribuent aussi à la réduction des émissions de gaz à effet de serre (**Halffter et Matthews, 1966 ; Mittal, 1993**), dans le sens où lorsqu'une bouse n'est pas éliminée rapidement par les bousiers, 80% de son azote retourne dans l'atmosphère (**Gillard, 1967**).

4. Diminution de la pression parasitaire

Comme nous l'avons vu plus haut, l'action des bousiers permet de réduire le temps de décomposition de fèces sur les parcelles. Par conséquent, leur disparition rapide diminue la quantité d'habitats exploitables par les diptères dont certains ectoparasites (mouches hématophages). Et autres parasites du bétail (**Nichols 2008 ; Beynon et al. 2015 ; Griffiths et al. 2016**).

Quant aux endoparasites, grâce à l'enfouissement rapide des excréments, à la destruction mécanique ou à la stimulation de l'activité des prédateurs, les bousiers diminuent significativement la pression parasitaire exercée par les nématodes et les parasites gastro-intestinaux (les helminthes) en détruisant leurs œufs (**Bryan, 1973 et Fincher, 1975**).

XI. Le bousier en danger

Le bousier est un insecte indispensable à notre environnement car il contribue très efficacement à son assainissement par l'élimination des excréments, soit en les consommant soit en les enfouissant en créant des galeries souterraines qui aèrent les sols et les fertilisent

Malheureusement, certains antiparasitaires vétérinaires utilisés chez les bovins, équins, et ovins par leurs éleveurs, perdurent dans les excréments et sont nocifs (voire mortels) pour tous les insectes coprophages (qui se nourrissent d'excréments), adultes et larves (**Site web07**).

XII. La bouse

1. Caractéristiques générales et composition

La bouse est le résultat du non digestion de certains composés fourragés. La vache en tant qu'herbivore donc consommateur primaire, ingère une certaine quantité de végétaux qui subissent, au niveau de sa panse une action microbienne intense et au niveau de sa caillette une action chimique importante. Cependant, certaines substances, résistent à ces attaques microbiennes, enzymatiques et chimiques tout au long de leur passage dans le tube digestif et sont libérées dans le milieu extérieur au moment de la défécation sous une forme hydratée nommée communément chez les ruminants bovidés « bouse ».

La bouse représente donc une restitution au pâturage d'une partie du fourrage ingéré.

A. Éléments chimiques contenus dans les déjections

Les restitutions du bétail sont les produits de la digestion ruminale puis intestinale de La vache qui n'a pas été intégrés par l'organisme.

La matière sèche est constituée : de la fraction non digérée de la ration : essentiellement composée de fragments de tissus lignifiés, de sclérenchymes et de tissus vasculaires avec en outre des éléments minéraux ayant échappé à la dégradation microbienne dans le réticulo-rumen, à la dégradation dans la caillette et l'intestin grêle et, à la fermentation microbienne dans le gros intestin, de produits endogènes (sucs digestifs, débris cellulaires...) ou microbiens non digérés **(Hughes.r.d.1975)(Lumaret.J.P, Bertrand.M, Kadiri.N, Blanc.P.1989)**

Les différents éléments excrétés à travers les fèces sont principalement les phosphates, le calcium et le magnésium sans oublier l'azote alors que les excréta liquides en revanche drainent, potasse, sodium ainsi qu'une forte proportion de l'azote restitué **(Lancon.J, 1978)**.

B. Les éléments minéraux

On retrouve aussi dans les matières fécales :

- La silice : elle provient essentiellement de particules terreuses ingérées en même temps que le fourrage.
- Les microorganismes : des bactéries, mortes ou vivantes, originaires en majorité du rumen atteignant parfois 10 à 20 % du poids des fèces.
- D'ailleurs, une partie de l'azote restitué se retrouve sous forme bactérienne **(Stevenson.Buce.G and dindal.Daniel.L.1987)**.

De même on dénombre cellules de levure par gramme de bouse de vache, éléments mycéliens et Actinomycètes (**Lumaret.J.P.1989**).

2. L'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 permet 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. 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. La bouse 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.

La bouse de vache est utilisée dans divers traitements médicaux, il faut savoir que, "la bouse des bovins employée en médecine s'étend toujours fraîche, provient d'un animal en bonne santé, jeune, puissant, nourri en divers prés (**Lemery.N, 1697**).

Son utilisation essentielle en médecine porte sur les états d'inflammation, les douleurs et les plaies. Au Kenya par exemple, suite à la perforation des lobes des oreilles, l'application de cataplasme à base de bouse fraîche permettait l'accélération de la cicatrisation de la plaie saignante, en France on traitait de la même façon les coupures dues au rasage(**Gandilhon.R.1978**).

Dans le passé, L'utilisation de la bouse comme combustible était répandue dans de nombreux pays. D'ailleurs désignaient sous le terme de « bois de vache »(**Gandilhon.R.1978**). Les principes de fabrication étaient simples. Pour la combustion, la bouse de vache doit être évidemment très sèche (**Lemoine.F.1998**).

En effet dans de nombreux pays, elle était ou est encore la bouse un élément de base dans la construction, que ce soit pour l'édification des murs, le coffrage des sols, le comblement des fissures ou l'imperméabilisation des toitures. Mélangée à d'autres éléments (sable, terre, paille, branches ...), elle servait de liant et donnait ainsi un caractère solide et imperméable au mélange, utilisé alors comme ciment ou mortier(**Lemoine.F.1998**).

Matériel et méthodes



I. Présentation de la wilaya de Mila

La wilaya de Mila Est située dans le Nord-est Algérien à 464m d'altitude, et à 33 km de la mer Méditerranée. **(Plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Mila 2013)** elle issue du dernier découpage administratif de 1984, elle présente une superficie totale de 348000 ha, dont 294300 ha sont réservés à l'agriculture soit 85% et les forêts couvrent 33570 ha Soit 10% de la superficie totale de la wilaya **(Plan promotionnel touristique de la wilaya de Mila 2008)**.

Elle est composée de 32 communes et 13 Daïras **(Aniref, 2011)**. Et limitée par 06 wilayas :

- Au Nord- Ouest par la wilaya de Jijel.
- Au Nord- Est par la wilaya de Constantine.
- A l'Ouest par la wilaya de Sétif.
- A l'Est par les wilayas de Constantine et Skikda.
- Au Sud- Est par la wilaya d'Oum El Bouaghi.
- Au Sud par la wilaya de Batna.

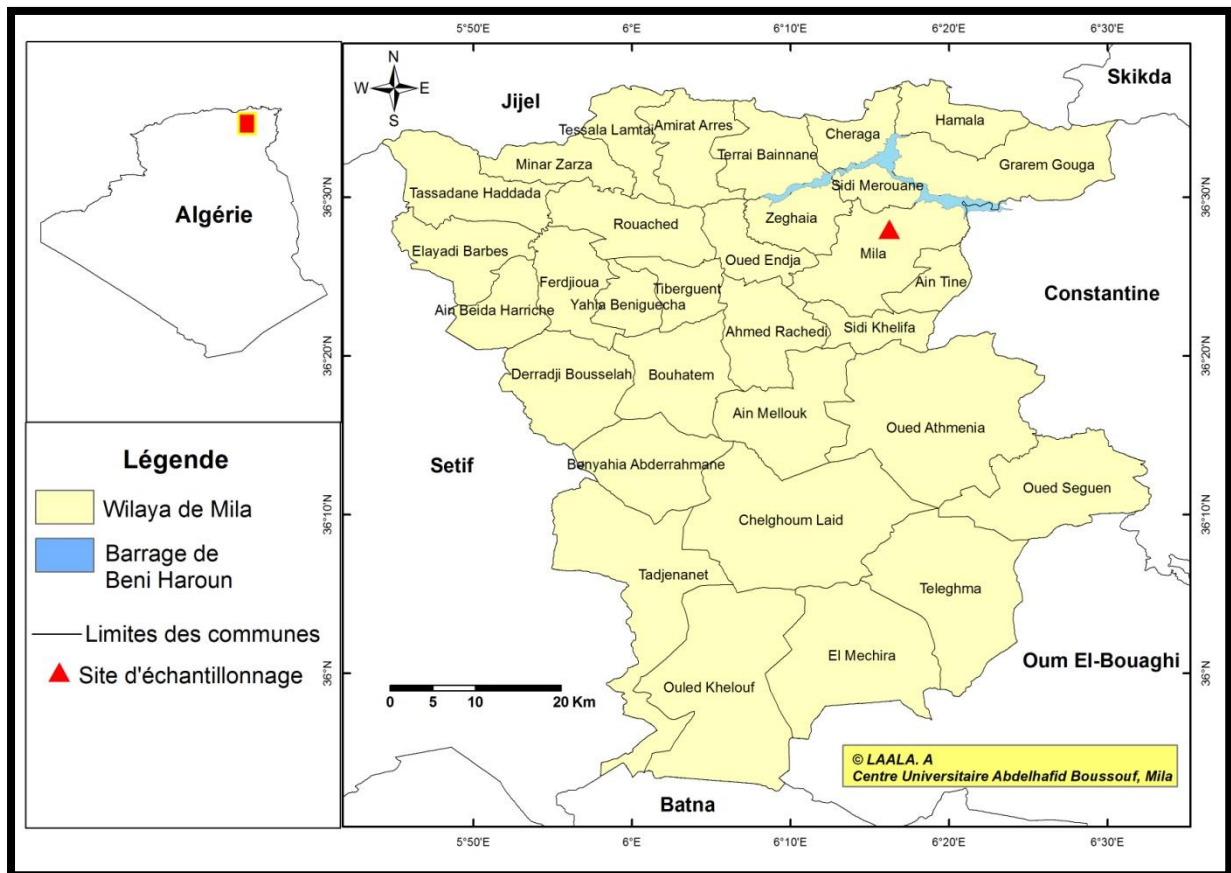


Figure 18: Situation géographique de la wilaya de Mila (Dr. Laala.Ahmed.2022).

1. Facteurs climatique

L'analyse de données climatiques est faite à partir de données des deux stations météorologiques de Fdoules et de Beni-Guecha. Ces deux stations ont des positions géographiques différentes ; la première se trouve sur les hauteurs des monts du nord de Zouagha, la deuxième elle se positionne de Beni Guecha près de Ferdjioua (Soukehal. B, 2011).

A. Température

Une température méditerranéenne modérée durant les mois de l'Automne, l'Hiver et le Printemps. Pendant l'été la température augmente rapidement quoi qu'il en soit la température est favorable pour les cultures autant en Été qu'en Hiver. Elle joue un rôle très important dans la croissance des plantes et la maturation des céréales et de fruits (Soukehal. B, 2011).

Tableau 5 : Station de Fdoules (Soukehal. B, 2011).

Températures	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	MA
Moy. Maxima	15.5	15.8	17.2	19.9	23.0	23.0	25.8	27.9	25.6	22.6	21.1	13.9	20.9
Moy. Minima	7.6	6.1	9.1	9.1	12.7	14.0	17.6	18.5	17.5	14.3	11.5	7.0	12.1
Moyenne	11.5	11.5	13.1	14.5	17.8	18.5	21.2	23.2	21.5	18.3	16.3	10.4	16.5

Tableau 6: Station de Beni-Guecha (Soukehal. B, 2011).

Températures	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	MA
Moy. Maxima	12.0	12.9	15	17.5	23.1	28.44	32.4	32.7	27.4	21.1	16.2	13.0	21.0
Moy. Minima	2.90	2.98	4.02	5.68	9.62	13.66	16.4	17.1	14.2	9.92	4.93	5.66	8.93
Moyenne	4.9	7.96	9.52	11.6	16.7	21.05	24.9	20.8	11.5	10.6	10.6	9.34	14.9

B. Précipitations

Les précipitations sont des facteurs climatiques essentiels en ce qui concerne le cycle écologique, le régime hydrographique et l'activité agricole. La variation de précipitations annuelles est le fait marquant dans cette wilaya. La pluviométrie à Mila est inégalement répartie à travers les mois de l'année et les précipitations est naturellement, cantonnée dans le semestre frais qui débute en Novembre et se termine en Mars. Le manque ou l'abondance des précipitations agissent sensiblement sur les réserves en eau ; quantités mobilisées et quantités exploitées (Soukehal. B, 2011).

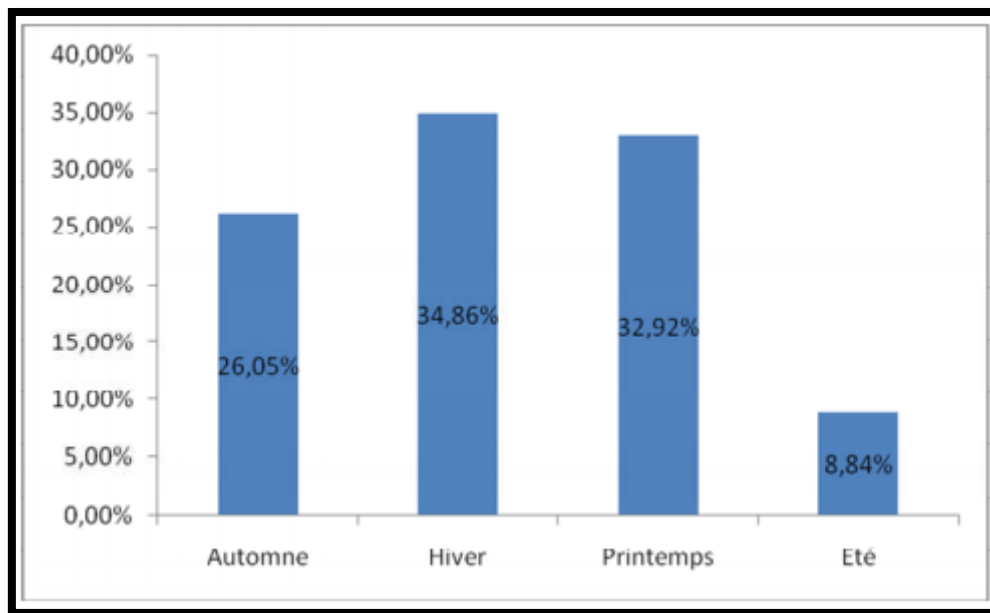


Figure 19: Précipitation moyenne mensuelle pour la station Hammam Grouz (D'après Atamnia.D, 2010).

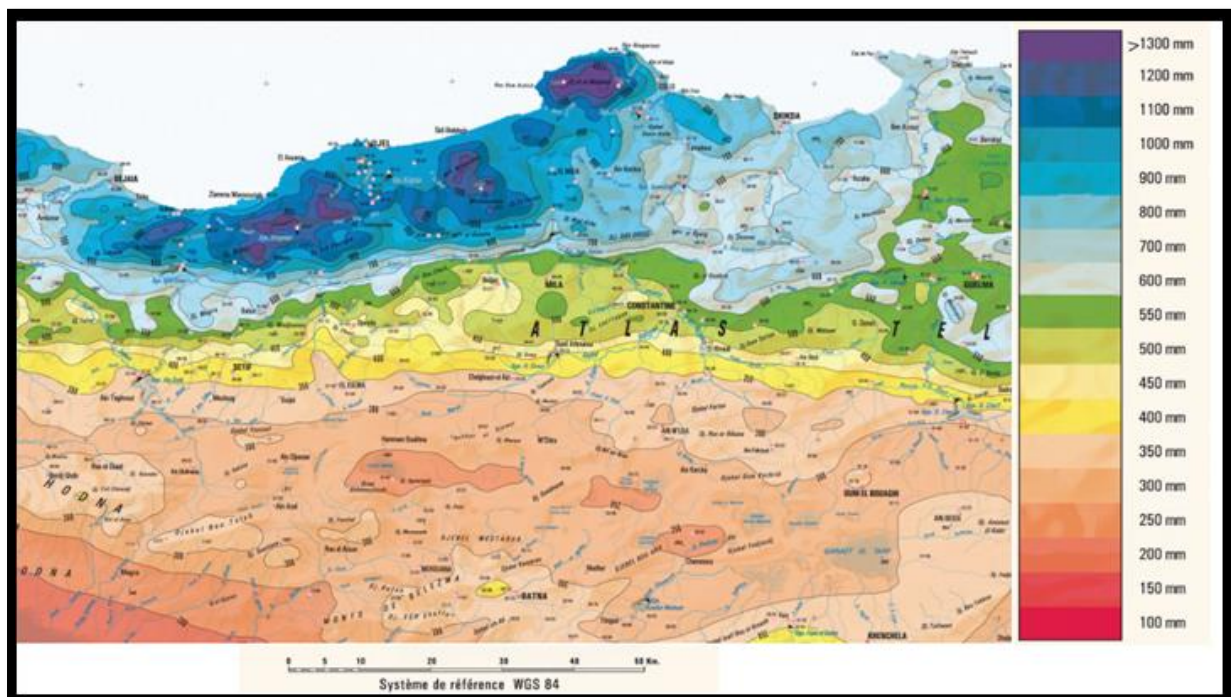


Figure 20: Carte des pluies moyenne annuelles de nord algérien (Source Anrh, 2005).

2. Végétation

Le nord de la wilaya qui fait partie de la petite Kabylie, abrite un massif forestier riche et varié : Forêts de Terai Baïnem, Tassala et Grarem Gouga. La wilaya de Mila est une wilaya agricole (le patrimoine forestier de la wilaya couvre plus de 33.394 hectares représentant 10% de la superficie totale de la wilaya), avec la présence de quelques unités industrielles publiques et privées notamment dans la zone sud de la Wilaya.

Le couvert végétal est peu important. La terre fertile au Nord mais sec avec des terres semi-arides à arides au Sud de la wilaya.

Il se résume principalement aux cultures céréalières et des herbes sauvages. Ce faible couvert végétal favorise considérablement l'érosion de sol (**Pr. Larbi Abid**).

3. Réseaux hydrographique

La wilaya abrite un important réseau hydrographique composé de rivières et de barrages : le plus grand barrage d'eau au niveau national, barrage de Béni-Haroun qui alimente une grande partie de l'est algérien avec de l'eau potable et de l'eau d'irrigation, barrage d'oued el Athmania, et barrage d'oued Segouène. Les oueds Rhumel et oued Nadja (oued El-Kebir) sont les principales sources d'alimentation du barrage de Béni Haroun (**Pr. Larbi Abid**).

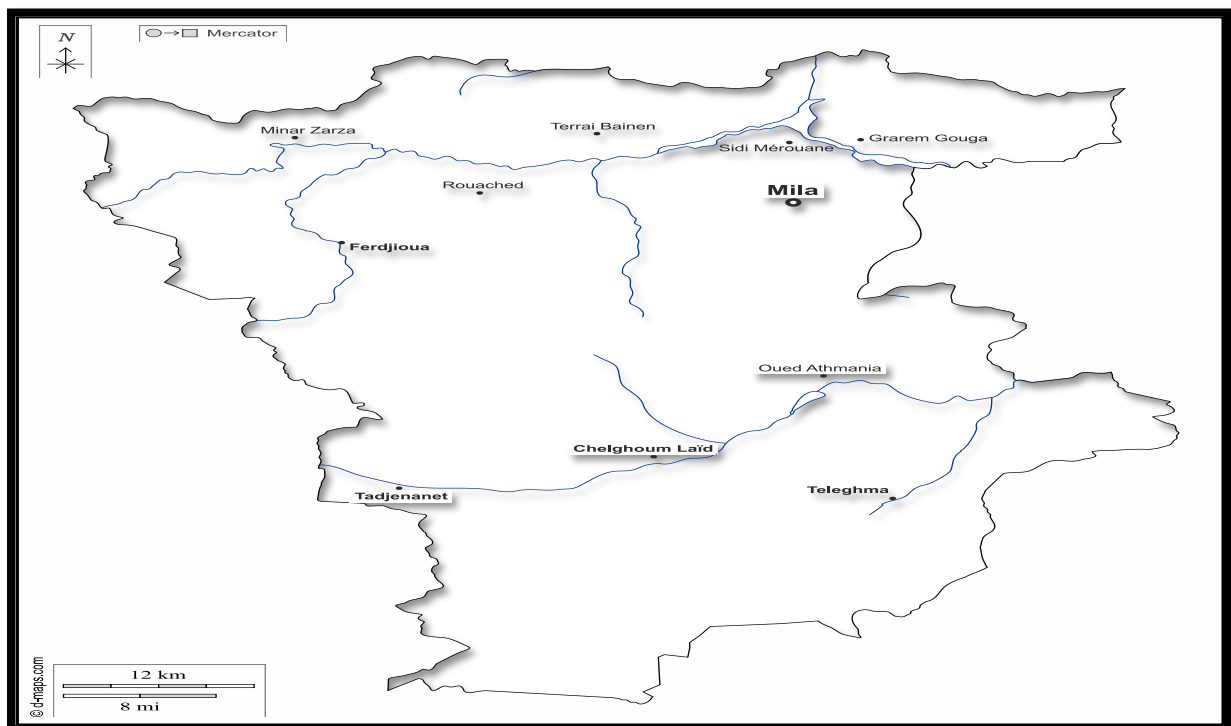


Figure 21: Les Réseaux hydrographique (Site web8).

4. Les caractéristiques géologiques

A. La Géologie

La région de Mila appartient au domaine tellien, segment oriental de la chaîne des maghrébides, qui représente la chaîne alpine d'Afrique du Nord.

Cette chaîne, constituée de nappes mises en place au Miocène, a été structurée par l'orogène alpin. On y distingue trois domaines paléogéographiques, distincts qui sont du Nord vers le Sud (**M. Durand Delga, 1969**).

B. La pédologie

De par la géomorphologie et les caractéristiques agro-pédologiques des sols qui composent son territoire, la wilaya de Mila renferme des terres relativement diversifiées :

- Nord de la wilaya, les Monts de Babors produit des sols pauvres au formés de charriages calcaires, gréseux et marneux sensibles à la solifluxion et au ravinement. Ces terres sont destinées à l'arboriculture et l'élevage. En piémonts de ce massif apparaissent des sols marno-argileux ou marno-calcaires qui sont pauvre en matière organique. Ils sont occupés par les cultures annuelles en sec.

- Au centre de la wilaya, la vallée d'Oued Endja favorise la formation d'apports alluvionnaires : terres grasses et profondes riches. Selon le cas, ces sols ont une texture argilo-limoneuse, limono sableuse. Hormis les sols salins localisés dans la zone de Béni Guecha et Tiberguent, ces sols sont généralement fertiles et aptes à l'irrigation (**ANRH, 1963 2001**). Direction de la pédologie recensent 15 683 ha de terre irrigable sur la wilaya de Mila dont 14 675 ha se localisent dans la zone des hautes plaines et 1008 ha dans la vallée d'Oued Endja (**Sogreah, 2009**).

C. Relief

Le relief de la wilaya est caractérisé par une diversité de paysages. On y trouve :

- Des massifs montagneux dans la partie nord de la wilaya dont l'altitude la plus élevée est 1600m.
- En dessous des communes limitrophes avec la wilaya de Jijel, le relief est caractérisé par des collines et des piémonts.
- La partie centrale de la wilaya comporte de hautes plaines.
- Au sud, on trouve des massifs montagneux d'une altitude de 1400m (**Direction du commerce et de la promotion des exportations de Mila**).

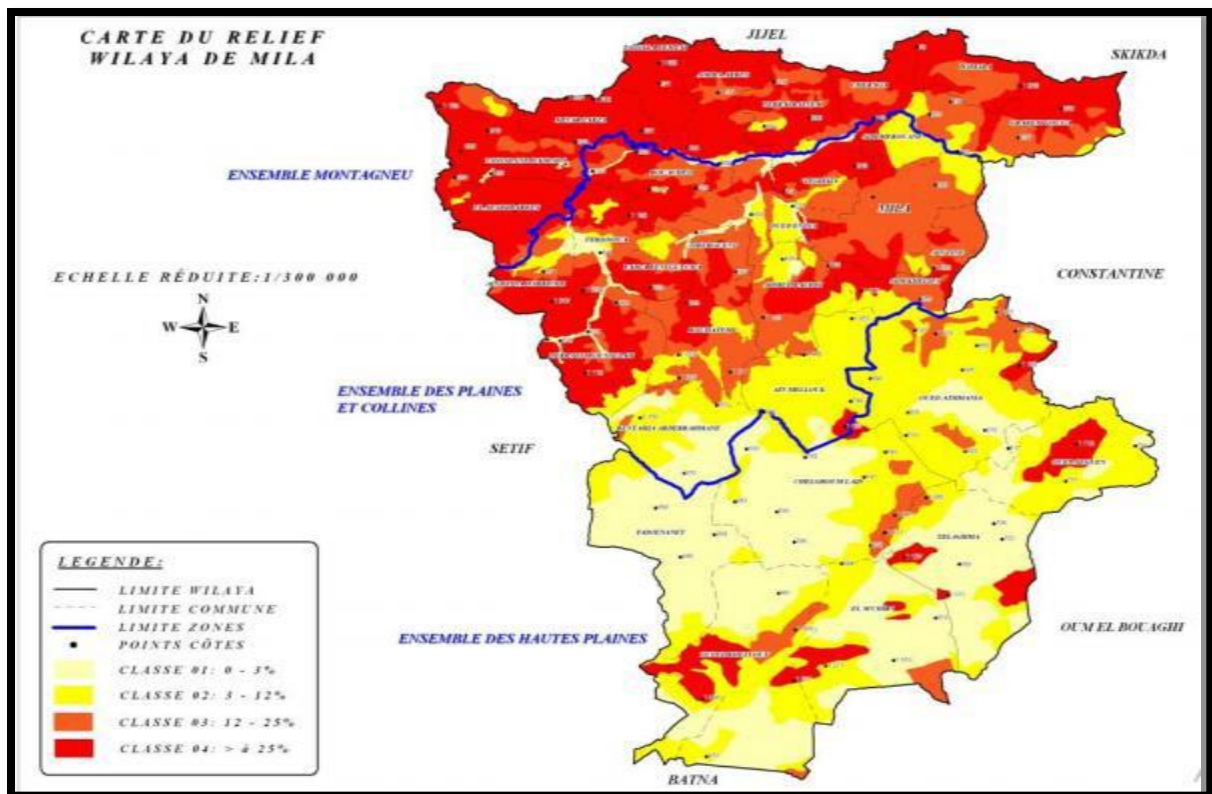


Figure 22: Carte du relief de la wilaya de Mila (Andi, 2013).

II. Site d'étude

La ferme de Lehchilli Djelloule est Située au nord-est de la commune de Mila au nord de la wilaya.

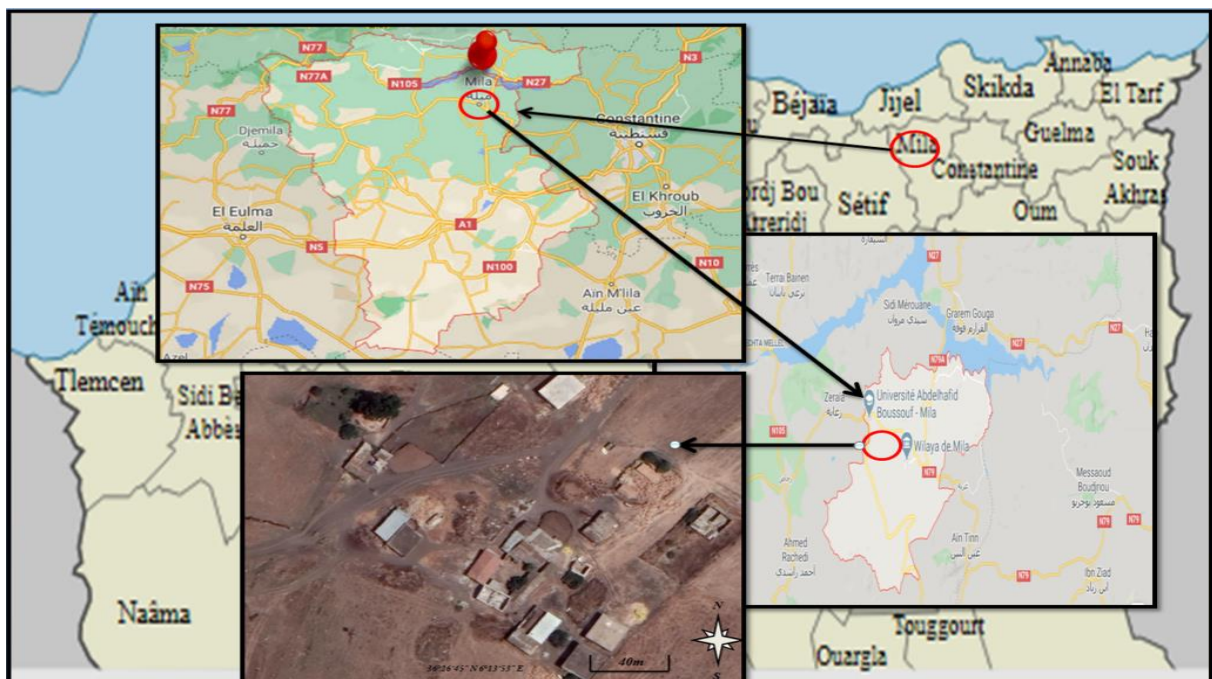


Figure 23: L'emplacement de site d'étude. (Wikipédia.Modifie 2022).



Figure 24: Photo de la ferme (Cliché personnelle).

1. Géologie et pédologie

La zone d'étude est un terrain plat et ouvert, c'est un terrain agricole caractérisée par une superficie importante très diversifiés Cette terre est également utilisée pour le pâturage, ce qui contribue de manière directe aux processus de cycle de la matière organique. Ainsi, ceci accélère les processus de recyclage car les bouses sont en majeure partie constituées d'éléments organiques déjà transformés, cela rend le sol plus fertile et perméable.

2. Couvert végétale

La couverture végétale de ce terrain est essentiellement naturelle constituée de différentes espèces végétales d'une physionomie ne dépasse guère le mètre, c'est une végétation basse à strate principalement herbacée ; Camomille (babounej) *Carduus pycnocephalus* (chouk).



Figure 25: Végétation de site d'étude (Cliché personnelle).

III. Méthodologie de travail

1. Le piégeage CSR

Le piégeage de type C.S.R. demande plus de préparation et de matériel. Il existe plusieurs modèles de pièges. Prendre en compte, l'attraction des pièges C.S.R est effective à 95 % à 25 m et peut avoir une portée maximum de 50 m (**Lobo et al. 1988**).

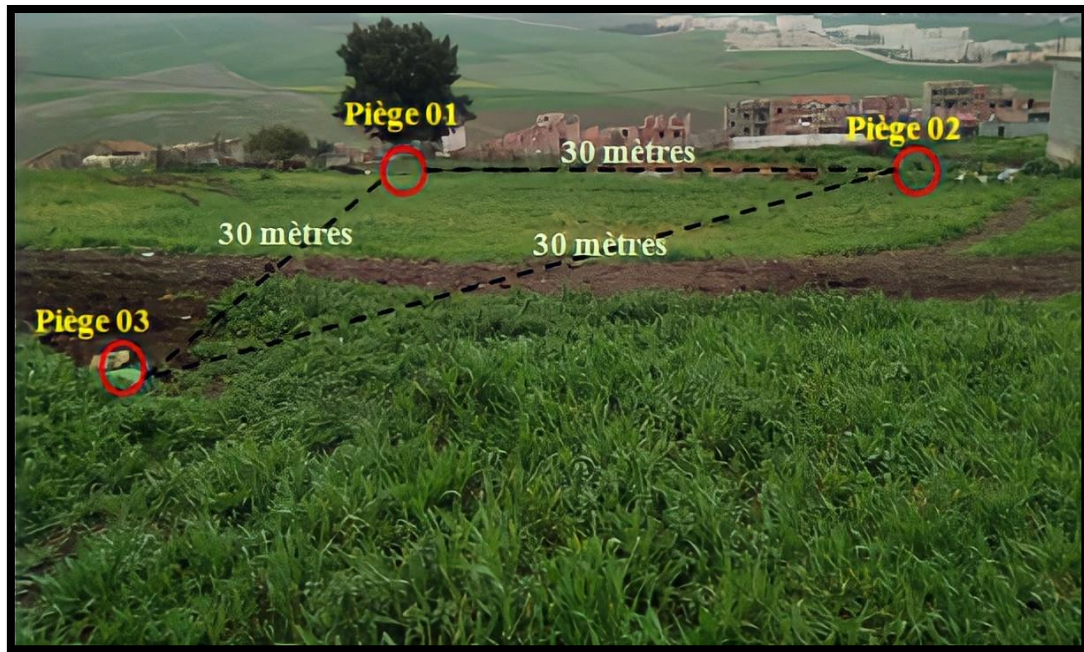


Figure 26: Positionnement des pièges dans la parcelle d'échantillonnage (Cliché personnelle).

A. 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), environ 300 cl de liquide conservateur et une petite pelle.

B. 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 alcool avec quelques gouttes de produit vaisselle) sont versés dans le fond de la bassine. Surmontée de la grille sur laquelle est disposé l'appât (bouse ou crottin frais) (Halffter et Edmonds, 1982).



Figure 27: Piège de type CSR (Cliché personnelle).

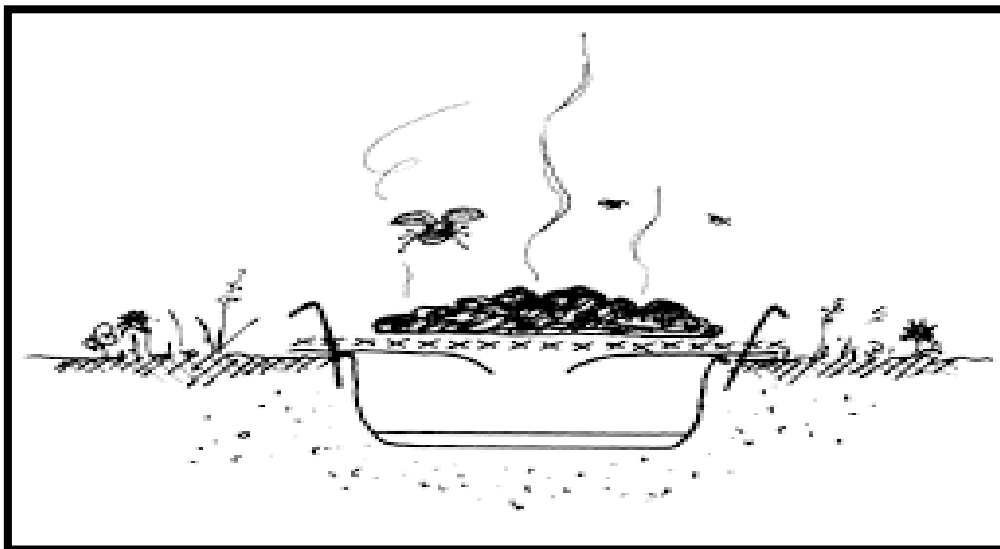


Figure 28: Piège de type CSR. Vu en coupe (Ouard, 2010).

C. Récolte

Les pièges sont laissés en place une semaine au maximum. En cas de météo menaçante, il vaut mieux récolter le piège prématurément plutôt que de le retrouver inondé et inexploitable. Les individus collectés sont éventuellement nettoyés à l'eau claire en les plaçant dans une passoire, puis stockés dans un récipient (Adrien., S, 2010).

D. 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 individus sur une feuille de papier absorbant avant de les observer sous la loupe binoculaire (**Adrien., S, 2010**).

2. Le piège attractif aérien

L'originalité de cette méthode réside principalement dans la conception du piège (récipient et appât) et dans celle du système d'accrochage à une hauteur (**Ronald A., Henri A., 1991**).

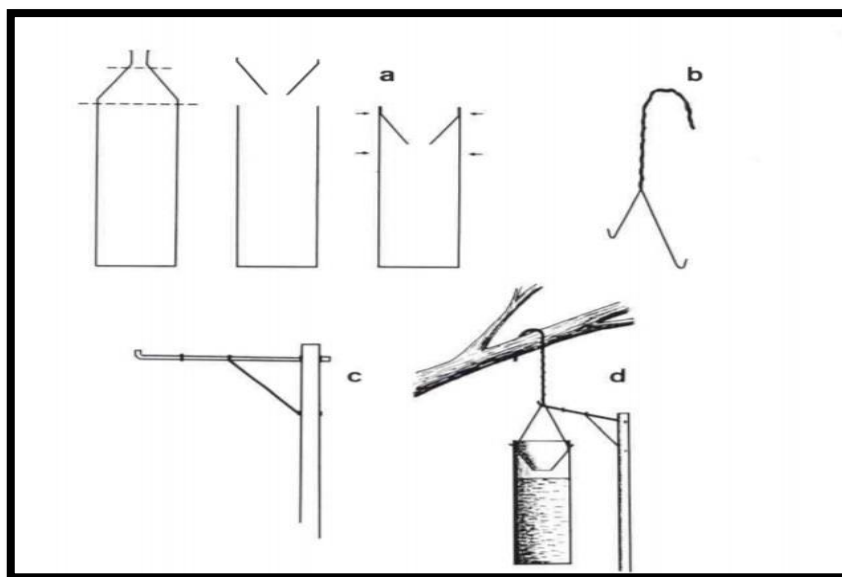


Figure 29: Construction du piège (**Baars, 1979**).

a. Construction du piège, **b.** Dispositif d'accrochage en forme de Y, **c.** Détail de l'extrémité de la perche portant une tige, **d.** Principe d'accrochage et de décrochage du piège.

A. Matériel

Une bouteille d'eau minérale de 1.5 L, systèmes d'accrochage et l'appât (**Baars, 1979**).

B. Descriptif

La bouteille est sectionnée à la base de la partie conique supérieure et du goulot. Après avoir emboîté la partie conique dans la partie inférieure, deux trous diamétralement opposés sont percés pour permettre l'accrochage. Deux autres trous également opposés sont percés dans le même plan, au-dessous du niveau inférieur du goulot pour éviter le remplissage du piège par les eaux de pluie. Le dispositif pour l'accrochage est fabriqué avec du fil de fer est torsadé de façon à former un Y dont les branches sont recourbées à l'extrémité pour tenir le récipient, l'autre extrémité étant courbée en crochet dans le plan perpendiculaire à celui du Y. L'appât conservateur (eau saturée en alcool avec quelques gouttes de produit vaisselles et la bouse) est placé à l'intérieur du piège (**Ronald A., Henri A., 1991**).



Figure 30: Le piège attractif aérien (**Cliche Personnel**).

C. Récolte

Les insectes sont récupérés en filtrant le contenu des pièges au moyen d'une passoire à thé. À ce stade, ils peuvent être conservés 1 à 2 jours au réfrigérateur ou même congelés en attendant d'être triés (**Bouget, 2001**).

D. Tri et identification

Le tri des insectes s'effectue dans l'eau, dans une cuvette à fond clair. En mettant peu d'insectes à la fois. Il est facile de repérer les petits spécimens intéressants parmi les très nombreux papillons, guêpes, mouches. On laisse sécher les coléoptères sur du papier absorbant avant de les observer sous la loupe binoculaire (**Bouget, 2001**).

3. 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 (**Bonneil P., Nageleisen L.M., Christophe B., 2009**).

A. Matériel

Boîte de collecte, pince souple et petite pelle.

B. Descriptif

Les insectes sont recherchés en fouillant directement les excréments. Il ne s'agit pas de foncer « pelle en avant » et de tailler en pièces l'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 (**Adrien., S, 2010**).



Figure 31: La chasse à vue (**Cliché personnelle**).

C. Récolte

Les individus sont récoltés à la pince souple et stockés dans une boîte de collecte, à sec avec du papier absorbant ou chargé en acétate d'éthyle.

D. L'identification

On laisse sécher les individus sur du papier absorbant avant de les observer sous la loupe binoculaire.

IV. Matériels utilisé

Pour réaliser notre étude nous avons utilisé le matériel suivant :

Tableau 7: Les outils utilisés dans l'étude (Cliche Personnel).

Matériel	L'objectif
✓ Les gants. ✓ Les bavettes.	 • Propreté et protection.
✓ Petite pelle.	 • Pour creuser le sol.

✓ Les bassines.		• Récupérer les insectes.
✓ Grille à grandes mailles.		• Chute d'insectes. • Support d'appât.
✓ L'eau.		• Remplissez les cuvettes.

✓ Alcool.



• La conservation.

✓ Savon liquide.



• Les insectes glissent et ne quittent pas la bassine.

✓ La bouse.



• L'appât.

✓ Les bouteilles d'eau de 1,5 L.		• Pour la construction des pièges.
✓ Système d'accrochage.		• Pour l'accrochage des pièges.
✓ Des boîtes.		• Garder les insectes.

✓ Pinces.		• Pour la récolte des individus.
✓ La loupe optique.		• Observation et identification. • Agrandissement des petits insectes.

V. Analyses statistiques

Le traitement des données est exécuté dès que celles-ci sont collectées, en vue de les traduire en information exploitable : Le traitement des données est généralement effectué par un spécialiste data scientifique, biostatisticien, ...etc. (ou une équipe).

1. Abondance

L'abondance des espèces est généralement basée sur les nombres d'individus par espèce, ou sur des variables telles que le pourcentage de couverture ou la biomasse des espèces.

2. Richesse totale

La richesse spécifique totale (S) est le nombre d'espèces contractées au moins une seule fois au terme de N relevés effectués. L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est bien entendu d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand (**Magurran.2004**).

3. Indice de Shannon-Wiener (H')

L'indice de Shannon-Wiener est le plus couramment utilisé et est recommandé par différents auteurs (**Gray et al, 1992**). Il est donné par la formule suivante :

$$H' = -\sum P_i \log P_i$$

Où : p_i = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : $p_i = n_i/N$.

S = nombre total d'espèces.

n_i = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon.

N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

4. Indice d'équirépartition des populations (équitabilité)

L'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Pielou :

$$J' = H'/H'_{\max}$$

$H'_{\max} = \log S$ (S = nombre total d'espèces)

5. L'ANOVA

L'ANOVA est un modèle statistique utilisé pour comparer les moyennes de plus de deux échantillons. C'est donc une généralisation du test t. l'idée est que si la variance entre les groupes est significativement plus grande que la variance aléatoire au sein de chaque groupe, alors les moyennes sont probablement également différentes.

Résultat et discussion



I. La richesse des coprophages de la zone d'étude

La période d'échantillonnage s'est échelonnée sur une période de deux mois, entre mars et mai 2022, pendant lequel on 'a prélevé 18 relevés qui ont été réparties sur 6 sorties bimensuel dans la région d'étude.

Au total 3369 spécimens ont été collectés appartenant à 14 espèces. 3 familles ; les *Scarabeidea*, les *Aphodiidea* et les *Geotrupidae*. 4 sous familles; Scarabainae, Coprinae, Aphodiinae et Geotrupinae. 3 guildes : les résidents, les rouleurs et les fousisseurs.

Nous dressonsci-dessous, la liste des espèces capturées puis identifiées dans la région d'étudedurant notre période d'échantillonnage et leurs photos ont été regroupées dans la planche de la figure dans le tableau suivant :

Tableau 8: liste de figure des espèces capturées puis identifier dans la région d'étude.

La famille de Scarabeidea.	
	
Figure 32: <i>Gymnopleurus sturmi</i> (Macleay.1821).	Figure 33: <i>Copris hipanus</i> (Linne. 1764).



Figure 34 : *Onitis belial*
(Klug, 1835).

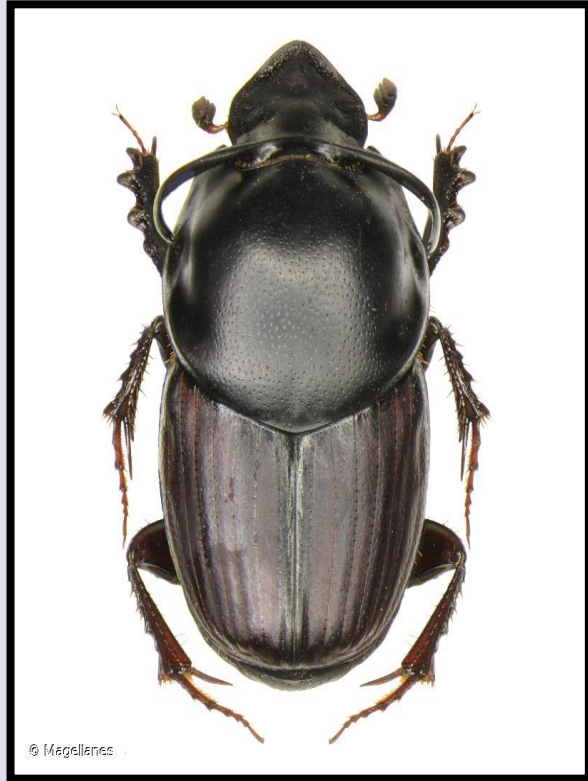


Figure 35: *Onthophagus taurus*
(Schreber, 1759).



Figure 36: *Onthophagus trigibbers* (Reitter, 1894).

La famille d'Aphodiidea.



Figure 37: *Aphodius fimetarius* (Klug, 1835).



Figure 38: *Aphodius prodromus* (Linne, 1764).



Figure 39: *Aphodius rufipes* (Linne, 1758).



Figure 40: *Aphodius* sp (Panzer, 1798).



Figure 41: *Aphodius fossor*
(Linnaeus, 1758).



Figure 42: *Aphodius Niger*
(Illiger, 1798).

La famille de Geotrupidae.



Figure 43: *Thorectes marginatus*
(Poire.1787).



Figure 44: *Géotrupe mutator*
(Mulle. 1776).



Figure 45: *Geotrupes spiniger* (Marshall, 1802).

Le tableau suivant présente une liste systématique globale des familles, sous famille, des genres et des espèces inventoriées dans notre zone d'étude.

Tableau 9: Liste systématique globale des familles, sous famille, genres et les espèces coprophages inventoriées dans les trois méthodes.

Familles	Sous familles	Genre	Espèces
Scarabeidea	Scarabainae	<i>Gymnopleurus</i>	<i>Gymnopleurus strumi</i> . (Macleay.1821).
	Coprinae	<i>Copris</i>	<i>Copris hispanus</i> (Linne. 1764).
		<i>Onitis</i>	<i>Onitis belial</i> (Klug. 1835).
		<i>Onthophagus</i>	<i>Onthophagus taurus</i> (Schreber.1759).
			<i>Onthophagus trigibber</i> (Reitter.1894).
Aphodiidea	Aphodiinae	<i>Aphodius</i>	<i>Aphodius fimetarius</i> (Klug.1835).
			<i>Aphodius prodromus</i> (Linne.1764).
			<i>Aphodius rufipes</i> (Linne. 1758).
			<i>Aphodius sp</i> (Panzer, 1798).
			<i>Aphodius fossor</i> (Linnaeus, 1758).
			<i>Aphodius Niger</i> (Illiger, 1798).
Geotrupidae	Geotrupinae	<i>Thorecte</i>	<i>Thorecte marginatus</i> (Poire.1787).
		<i>Géotrupe</i>	<i>Géotrupe mutator</i> (Mulle. 1776).
			<i>Geotrupes spiniger</i> (Marshall, 1802).

1. La richesse spécifique totale des coprophages selon les grandes familles

Notre richesse spécifique totale est constituée de 5 espèces de *Scarabidae* soit 36% des effectifs et 6 espèces d'*Aphodiidae* soit 43% des effectifs. 3 espèces de *Geotrupidae*, soit 21%. Les résultats de collecte de différentes familles et sous-familles des coléoptères sont enregistrés dans le tableau suivant :

Tableau 10: Proportions des différentes familles et sous-familles de Coprophage capturés dans notre zone d'étude.

Famille	Sous famille	Guilde Trophique	Nombre d'espèces	Proportion relative (%)
Scarabeidea	Scarabainae	Rouleurs	5	36%
	Coprinae	Fouisseurs		
Aphodiidae	Aphodiinae	Résidents	6	43%
Geotrupidae	Geotrupinae	Fouisseurs	3	21%

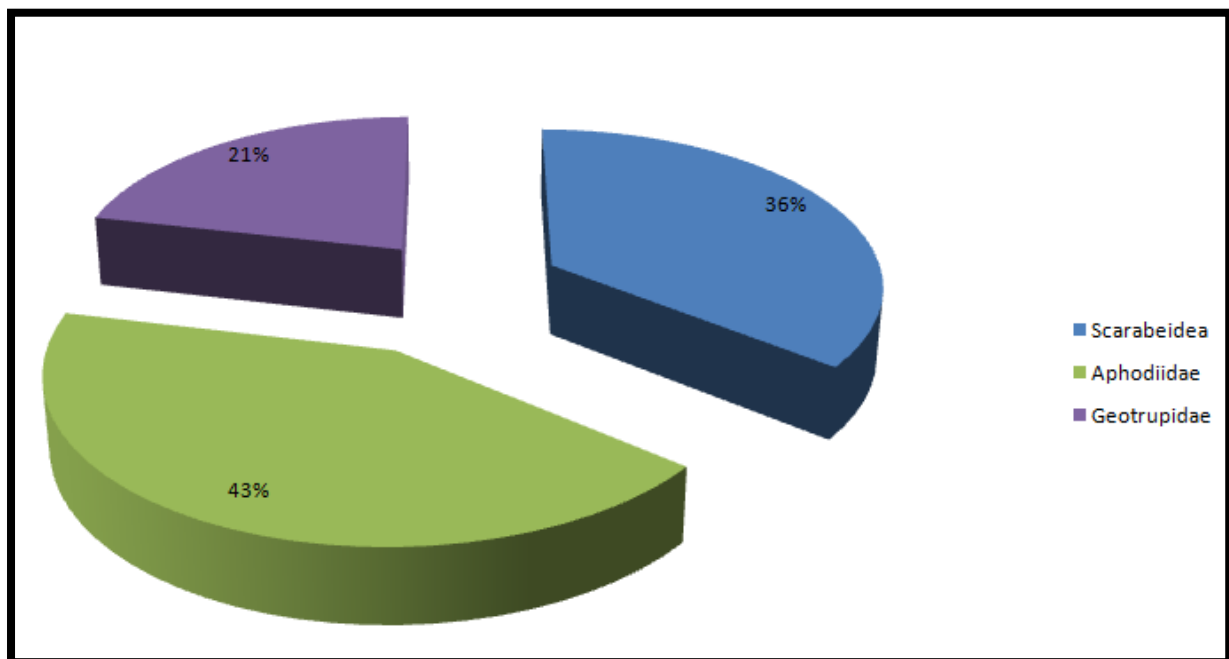


Figure 46: Proportion relative (%) des 3 familles collectées dans le site d'étude.

Dans notre étude nous avons choisis d'utiliser plusieurs types d'échantillonnages qui nous ont permis de collecter 3369 individus. C'est la méthode de piégeage standard de type CSR (Lobo et al. 1988) qui est la plus utilisée dans les études de coléoptère coprophage (Haloti et al, 2006) (Doube et Giller .1990) (El Aichar M. 2014) (Bouaoune et Mechitoua. 2017).

Cette méthode est très efficace : elle capture les espèces rares, peu abondantes ou très petites, aussi non sélectif car elle permet une estimation précise de la part de chaque espèce au sein du peuplement (**Adrien., S, 2010**).

Le 2eme piège que nous avons utilisé ; est le piège attractif aérien (**Ronald A, Henri A., 1991**). Il est peu coûteux, matériel simple, facile à suivre et relativement sélectif.

Le dernier piège choisi est la chasse à vue (**Bonneil P., Nageleisen L.M., Christophe B., 2009**), c'est la méthode la plus rapide et facile avec matériel peu encombrant (**Adrien., S, 2010**). La plus simple qui soit : on fouille la bouse (ou autre excrément) directement et on prélève ce qui circule dessus et dedans.

Dans l'ensemble d'espèces identifiés les *Aphodiidae* sont légèrement dominant avec 43% des effectifs, se sont généralement des espèces de petites tailles espèces qui font leur cycle biologique à l'intérieurs des déjections (**Hanski et Cambfort.1991**). La plupart des *Aphodiinae* résidents (à peu près 1850 espèces dans le monde) ont un comportement non-nichant, c'est-à-dire, ils ne résident pas dans les déjections et se contentent de pondre à l'intérieur de la masse d'excrément. Ils sont donc moins sensibles aux caractéristiques de sol et ont des exigences moins énergétiques que les *Scarabaeidae*. Cela permet à ces espèces d'être actives dans des conditions plus froides (**Lumaret et Stirnet, 1991**), là où les *Scarabaeinae* et les *Geotrupinaes* sont rares ou absents.

Les *Scarabeidea* viennent en 2eme position avec 36% du peuplement, ce sont des espèces grandes de taille (15 et 160 mm.) qui ont le rôle le plus important dans la disparation des déjections animale (**Lumaret et Kirk. 1987**), arrivés sur l'excrément, ils la façonnent à l'aide de leurs pattes et de leur tête Roulée sur le sol, elle sera enfouie dans une chambre au fond d'une galerie pour y héberger un œuf unique. La larve se développera à l'intérieur (**Aude C & Lumaret J, 2007**).

Enfin les *Geotrupidae* sont les moins représentent 21 % des effectifs, Ils jouent cependant un rôle important dans l'enfouissement sur place des déjections animales (**Lumaret et Kirk. 1987**), Pour abriter réserves les œufs, le couple construit un terrier sous la bouse. Il est formé d'un puits d'où partent des galeries horizontales en cul-de-sac destinées à recevoir chacune un œuf. (**Aude et Lumaret, 2007**).

2. La richesse spécifique totale des coprophages selon les types de piège

A. Type CSR

Comme on la mentionné précédemment ce type de piège est le plus utilisé, le principe de ce piège est comme suite : une bassine est enterrée de manière à ce que sa partie supérieure affleure le niveau du sol, les pièges sont laissés en place une semaine au maximum (**Adrien., S, 2010**).

Pendant la période d'échantillonnage sur ce type nous avons collectés 1824 insectes coprophages appartiennent à 13 espèces, répartis à trois familles, *Scarabaeidae*, *Aphodiidae* et *Geotrupidae*.

Nous avons pu identifier 5 espèces qui appartenant à la famille de *Scarabaeidae* soit 39% des effectifs, 5 espèces appartenant la famille de *Aphodiidae* soit 38% des effectifs et 3 espèces de la famille *Geotrupidae* soit 23 %.

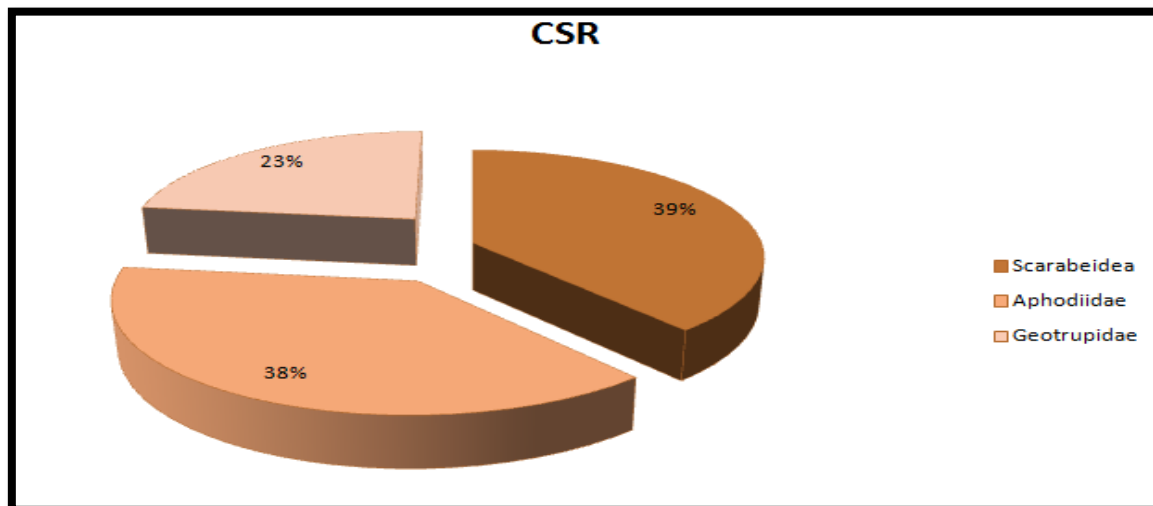


Figure 47: Proportion relative (%) des 3 familles dans le pièges de type CSR.

B. Le piège attractif aérien

L'originalité de cette méthode réside principalement dans la conception du piège (récipient et appât) et dans celle du système d'accrochage à une hauteur. (**Ronald A., Henri A., 1991**).

Pendant la période d'échantillonnage sur ce type nous avons collectés 87 insectes coprophages appartiennent à 5 espèces, répartis à deux grandes familles *Aphodiidae* et *Geotrupidae*.

Nous avons identifié 4 espèces appartenant la famille de *Aphodiidae* soit 80% des effectifs et 1 espèces de la famille *Geotrupidae* soit 20 %.

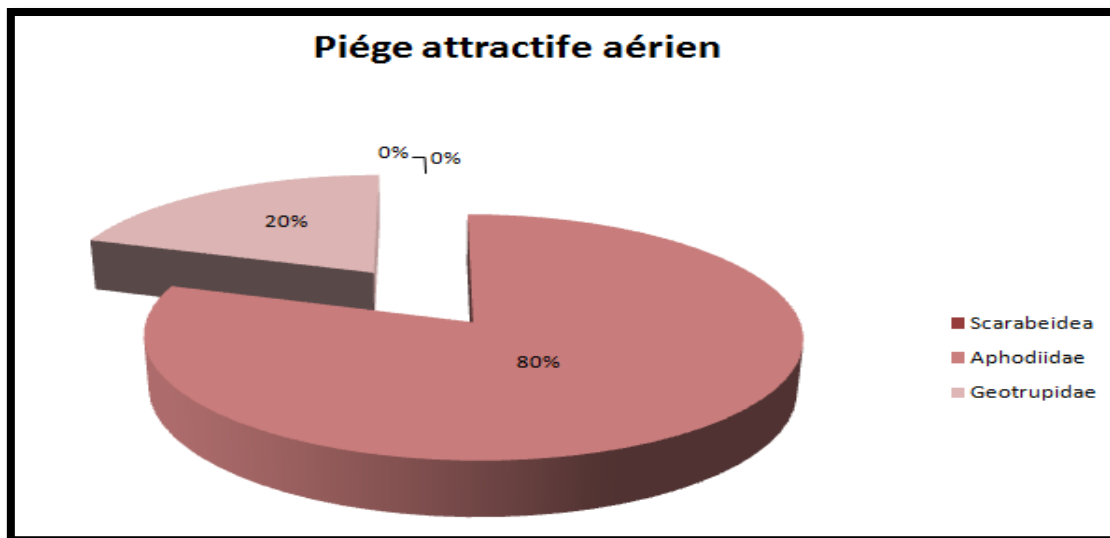


Figure 48: Proportion relative (%) des 3 familles dans le piège attractif aérien.

C. 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. (Bonneil P., Nageleisen L.M., Christophe B., 2009).

Pendant la période d'échantillonnage sur ce type nous avons collectés 1458 insectes coprophages appartiennent à 7 espèces, répartis à deux grandes familles, *Scarabaeidae* et *Aphodiidae*.

Nous avons identifié 2 espèces qui appartenant à la famille de *Scarabaeidae* soit 29% des effectifs, 5 espèces appartenant la famille de *Aphodiidae* soit 71%.

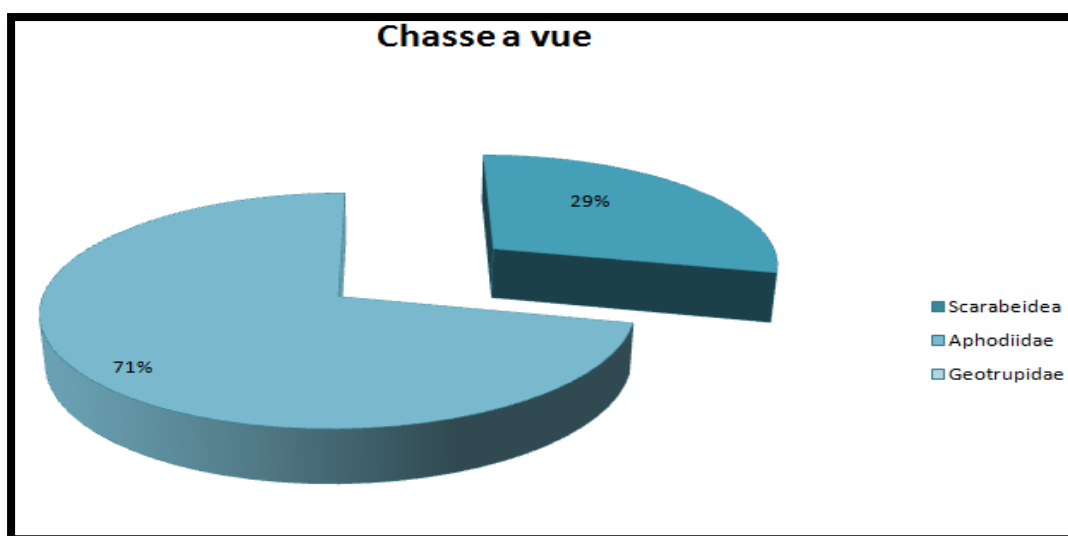


Figure 49: Proportion relative (%) des 3 familles dans la chasse à vue.

Tableau 11: Proportions des différentes familles et sous-familles de coprophages capturées dans chaque méthode étudiée.

Famille	Sous famille	Gilde	CSR		PAA		Chasse a vue	
			Nbr d'esp	P. relative (%)	Nbr d'esp	P. relative (%)	Nbr d'esp	P. relative (%)
Scarabeidea	Scarabainae	Rouleurs	5	39	0	0	0	0
	Coprinae	Fouisseurs			0	0	2	29
Aphodiidae	Aphodiinae	Résidents	5	38	4	80	5	71
Geotrupidae	Geotrupinae	Fouisseurs	3	23	1	20	0	0

Nous avons remarqué une différence de la richesse des coprophages entre les méthodes étudiée, ainsi que la présence des 3 familles *Scarabaeidae*, *Aphodiidae* et *Geotrupida*.

Dans le piège de type CSR par apport a les autres on trouve 3 grand familles *Scarabaeidae*, *Aphodiidae* et *Geotrupidae*. Par contre dans les deux autres pièges en trouve seulement 2 grand famille : le piège attractif aérien on trouve *Aphodiidae* et *Geotrupidae* et la chasse à vue la présence de *Scarabaeidae*, *Aphodiidae*.

Les deux familles de *Scarabaeidae* et *Aphodiidae* sont majorité dans le piège de type CSR avec presque à la même proportion 39 % et 38 % successivement.

Dans le piège attractif aérien et la chasse à vue, la famille d'*Aphodiidae* est majoritaire avec une proportion de 80 % et 71 % successivement.

✓ Donc malgré que les trois pièges se trouvent dans la même zone d'étude mais chaque piège attire des familles différentes.

Le piégeage de type CSR permet de capturer pratiquement toutes les espèces de coléoptères coprophages présentes(Adrien., S, 2010) ; c'est pour cela en trouve les 3 familles des coprophage dans ce type de piège, par contre le piège attractif aérien son d'attraction est limité en termes de familles et d'espèces, et il faut mettre une batterie de pièges, en hauteur et à l'année, pour espérer obtenir les espèces convoitées (Ronald A., Henri A., 1991), pour ce qui concerne la chasse à vue et d'après les résultats obtenues durant la période d'échantillonnage, nous remarquons que cette méthode est aussi efficace pour capturer les espèces qui colonisent préférentiellement les excréments des animaux(Adrien., S, 2010) ;

La famille dominante dans ce type de piège est la famille des *Aphodiidae* avec 71 % des effectifs ; cette dominance on peut l'expliquer par le fait que ces spécimens appartiennent à la guilde des résidents qui se retrouvent sur la surface de la bouse, contrairement aux *Scarabidae* avec les *Geotrupidae* qui sont majoritairement des fousseurs, donc sur notre passage on récolte les individus qu'on les aperçoit.

3. Structure de la communauté des coprophages capturé dans les pièges selon les guildes

L'analyse de la structure des communautés de coprophages montre que ces invertébrés sont organisés en trois guildes différentes : les rouleurs, les fousseurs et les résidents, leur répartition est présentée dans le tableau et la figure si dessous :

Tableau 12: Proportion des coléoptères coprophages dans les trois pièges.

Guildes	Espèces	CSR		PAA		Chasse a vue	
		Nbr d'ind	P%	Nbr d'ind	P%	Nbr d'ind	P%
Rouleurs	<i>Gymnopleurus strumi.</i>	15	0,8224	0	0	0	0
Fousseurs	<i>Copris hispanus.</i>	2	0,1096	0	0		0
	<i>Géotrupe mutator.</i>	14	0,7675	0	0	0	0
	<i>Geotrupes spiniger.</i>	1	0,0548	0	0	0	0
	<i>Onitis belial.</i>	3	0,1645	0	0	0	0
	<i>Onthophagus taurus.</i>	4	0,2193	0	0	2	0,13717
	<i>Onthophagus trigibber.</i>	41	2,2478	0	0	21	1,44033
	<i>Thorecte marginatus.</i>	2	0,1096	4	4,5977	0	0
Résidents	<i>Aphodius fimetarius.</i>	126	6,9079	22	25,287	54	3,7037
	<i>Aphodius prodromus.</i>	13	0,7127	3	3,4483	8	0,5487
	<i>Aphodius rufipes.</i>	8	0,4386	0	0	0	0
	<i>Aphodius sp.</i>	0	0	0	0	6	0,41152
	<i>Aphodius fosso.r</i>	1098	60,197	48	55,172	829	56,8587
	<i>Aphodius Niger.</i>	497	27,248	10	11,494	538	36,8999
Somme		1824	100	87	100	1458	100

D'après le tableau ci-dessous, nous remarquons que les trois guildes sont présentes mais à différentes proportions ; la guildes des rouleurs est représentée par une seule espèce *Gymnopleurus strumi* dans un seul piège qui est le type CSR, elle est absente dans les deux autres pièges.

La guildes des fouisseurs est bien représentée dans le piège CSR avec différentes proportions, 7 espèces sur 14 donc 50% des espèces qui appartiennent à la guildes des fouisseurs sont présent dans le type CSR. Seulement deux espèces fouisseuses sur 14, nous l'avons capturé dans le piège chasse à vue. Alors que seulement 1 seule espèce qui est le *Thorecte marginatus* avec 4 individus qui est présente dans le piège PAA.

La guildes des résidents, elle est représentée par 6 espèces, est très bien représentée dans le piège type CSR et type chasse à vue. C'est *l'Aphodius fossor* qui domine ce peuplement d'un point de vue effectif avec 60% et 57% des effectifs dans les deux types de pièges.

Pour le piège PAA, nous remarquons que cette guildes est moins bien représentée d'un point de vue effectif en la comparant par les deux autres pièges. C'est toujours *l'Aphodius fossor* qui domine ce peuplement de cette guildes dans ce type de piège

Nous adreçons ci-dessous la répartition des coprophages en guildes dans les trois méthodes étudiées.

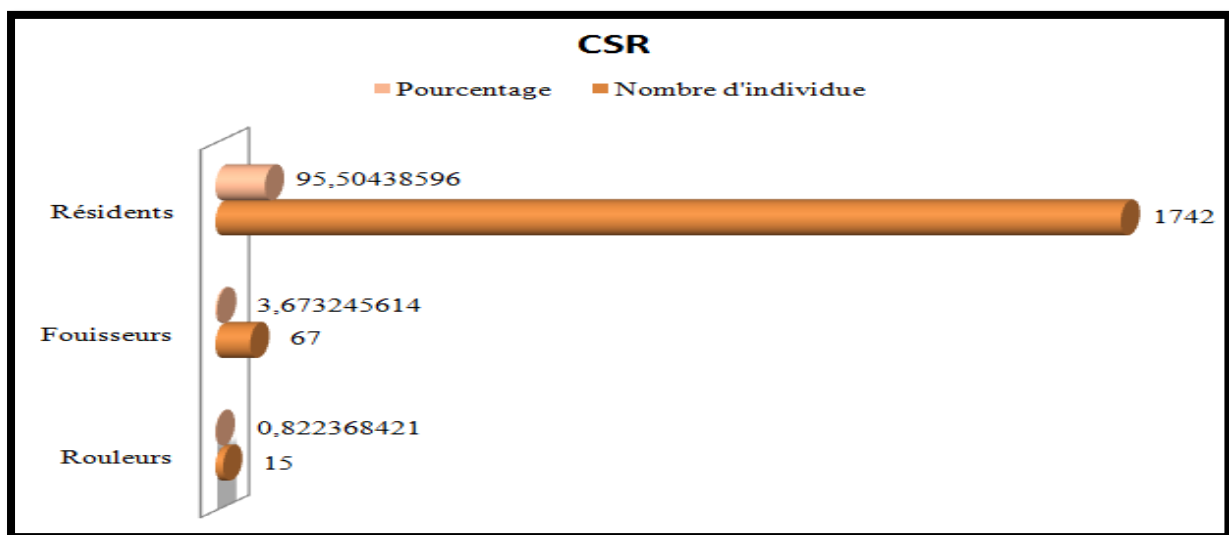


Figure 50: Répartition des coprophages en guildes dans le piège de type CSR.

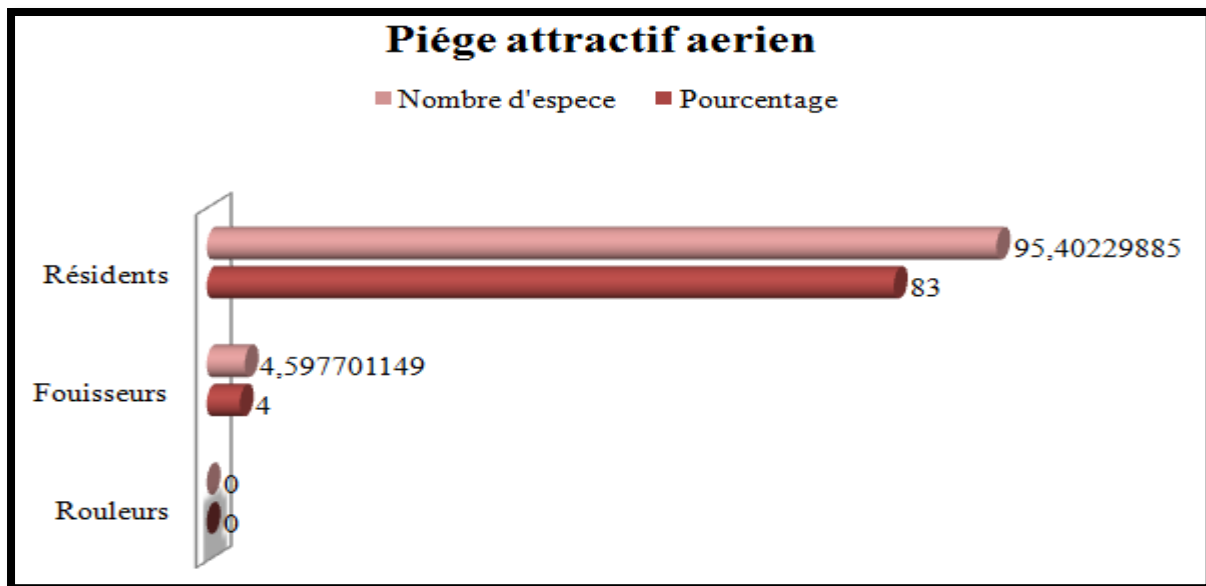


Figure 51: Répartition des coprophages en guildes dans le piège attractif aérien.

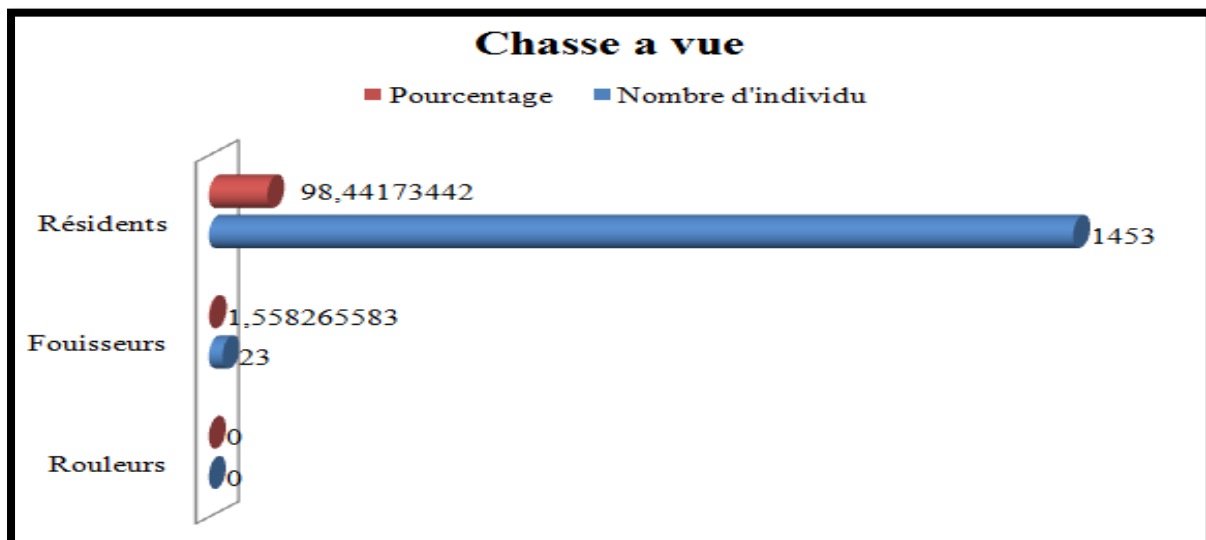


Figure 52: Répartition des coprophages en guildes dans la chasse à vue.

A. La guilde des rouleurs

D'après les résultats, nous avons constatés que cette guilde est la moins représentés dans les trois méthodes étudiées où nous avons compté une seule espèce *Gymnopleurus strumi*.

Cette espèce se trouve seulement dans le piège de type CSR avec 15 individus que représente 0.8224% et l'absence totale dans les deux autres méthodes.

✓ Cette espèce préfère les sols brun forestiers (El Aichar M, 2014). Il est à noter, que les Scarabéidés rouleurs dans les pays méditerranéens, sont dans le déclin constant, probablement en raison de la dégradation d'habitats côtiers et à la disparition du pâturage extensif (Lobo, 2001).

B. La guilde des fousseurs

Les fousseurs jouent un rôle important dans la dessiccation de la matière fécale, ainsi que dans la réincorporation de cette dernière dans le sol ; (Gillard, 1967) a prouvé qu'en absence des fousseurs et des rouleurs, 80% de l'azote d'excrément se volatilise dans les airs.

La guilde des fousseurs est la plus dominante d'un point de vue espèce dans notre zone d'étude avec 7 espèces de la famille *Scarabeidae* et *Geotrupidae* de genre (*Copris*, *Onitis* et *Onthophagus*), (*Thorecta* et *Géotrupe*) par contre elle est moins bien représentée d'un point de vue effectif dans les différents pièges.

- **Le piège de type CSR**

Concernant ce piège, on remarque qu'il est attiré plus d'espèces fousseuses que les autres pièges avec 7 espèces avec un totale de 67 d'individus qui représente 3.67%.

Les espèces les plus dominantes sont *Onthophagus trigibber* qui marque le grand nombre d'individus par apport à l'autre espèce fousseurs avec 41 individus qui représente 2.25%, suivi par *Géotrupe mutator* avec 14 individus à 0.77%, aussi la présence remarquable de l'*Onthophagus taurus*, *Onitis belial*, *Thorecta marginatus*, *Copris hispanus* et *Geotrupes spiniger* avec une faible proportion.

- **Le piège attractif aérien**

Dans ce piège on trouve une seule espèce fousseuse *Thorecta marginatus* avec une totale de 4 individus avec 4.5977%.

- **La chasse à vue**

Quand à la chasse à vue, l'identification des individus collectés donne deux espèces fousseuses seulement avec un nombre d'individu égal à 23 soit 1,558% des effectifs.

Les deux espèces identifiées sont *Onthophagus trigibber* avec 21 individus soit 1,44033% plus dominant qu'*Onthophagus taurus* avec 2 individus soit 0,13717%.

✓ La communauté des insectes coprophages trouvés dans cette guilde, est dominée par les Scarabéidés originaires de la Méditerranée (Lumaret & Kirk, 1987). Ainsi que ces espèces se caractérisent par la capacité de s'adapter dans des milieux à différentes altitudes et différents climats (Lumaret et al. 1989).

C. La guilde des résidents

Les espèces qui vivent et se reproduisent au sein même de l'excrément. Ce sont principalement des *Aphodius*, insectes de petite taille (maxi de l'ordre du cm), au corps assez allongé et au faciès très constant. Les espèces sont très nombreuses et c'est parmi elles que l'on trouve le plus de spécialistes (Meurgey F. & Sadorge A. sd).

La guilde des résidents est représentée par 6 espèces de la famille *Aphodiidae* de genre *Aphodius* qui marqué un nombre d'individus élève dans les trois types- de piégeages.

- **Le piège de type CSR**

Les 6 espèces d'*Aphodius* capturé dans ce site pendant la période d'étude marqué un nombre élevé d'individus de 1742 ind à un pourcentage de 95.5%, *Aphodius fossor* marqué une dominance avec 1098 individus à 60.197%, ainsi que *Aphodius Niger* de nombre 497 individus avec 27.248%, en suite *Aphodius fimetarius* de nombre 126 individus avec 6.9079% aussi la présence remarquable *Aphodius prodromus*, *Aphodius rufipes* et l'absence de *Aphodius sp*.

- **Le piège attractif aérien**

Ce piège a capté seulement 4 espèces d'*Aphodius* avec un nombre d'individu estimé 83 pour un pourcentage de 95.40%. L'identification va donner *Aphodius fossor* de 48 individus *Aphodius fimetarius* 22 ind *Aphodius Niger* 10 ind *Aphodius prodromus* 3 ind avec un pourcentage 55.172%, 25.287%, 11.494%, 3.4483% successivement et l'absence des 2 autre espèces *Aphodius rufipes*, *Aphodius sp*.

- **La chasse à vue**

Nous avons recensés dans ce piège 5 espèces de *Aphodius* à un nombre de 1453 individus qui représente 98.44%, ont remarqué la dominance *Aphodius fossor* avec 829 individus à 56,8587%, ainsi que *Aphodius Niger* de nombre 538 individus avec 36,8999%, en suite *Aphodius fimetarius* de nombre 54 individus avec 3,7037% aussi la présence remarquable *Aphodius prodromus*, *Aphodius sp* et l'absence de *Aphodius rufipes*.

✓ 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, Ce référendum saisonnier, à l'avantage de réduire la compétition interspécifique avec les autres guildes, mais également, les risques de prédation (Lumaret et Stirnet ,1991 ; Jay-robert et al ,2008 ; Erouissi et al, 2004).

II. Indices de structure et d'organisation de la communauté des coprophages

1. Les indices de diversité

Le tableau suivant contient les différents indices calculés des trois méthodes.

Tableau 13: Les différents indices calculés des trois méthodes.

Paramètres	Valeurs		
	Piège de type CSR	Le piège attractif aérien	La chasse à vue
S	13	5	7
N	1824	87	1458
H'	1,109	1,182	0,9323
E	0,4322	0.7345	0.4791

(S : Richesse total en genres, N : nombres d'individus H' : indice de SHANNON, E : l'équitabilité).

D'après les résultats obtenus dans le tableau 13. On remarque que le nombre d'individus est supérieur dans deux types de piégeages, le premier type c'est le type de CSR avec 1824 individus, suivi par la chasse à vue avec 1458 individus et enfin une valeur très restreinte dans le piège attractif aérien avec 87 individus.

➤ Donc nous pouvons conclure que les pièges les plus efficaces sont en premier lieu le types CSR et en deuxième lieu la chasse à vue, par contre on ne recommande pas dont l'échantillonnage des coléoptères coprophages le type attractif aérien.

D'après les valeurs de l'indice de SHANNON nous remarquons qu'elle est presque identique : 1,1 dans le type CSR, 1,2 dans le piège attractif aérien et 1 dans la chasse à vue.

➤ Donc on remarque que la diversité SHANNON est identique dans les trois pièges.

L'équitabilité est supérieure dans le piège attractif aérien elle est égale 0,73 et elle est identique dans les deux autres pièges avec 0,43 et 0,48.

✓ Donc nous remarquons que le peuplement est équilibré dans le piège attractif aérien ; cet équilibre est certainement dû aux nombre des espèces qui est réduit avec l'absence des espèces dominantes, par contre dans les deux autres types de pièges, on remarque que l'indice de l'équitabilité est inférieur à 0.5. Donc on peut conclure que le peuplement inféodé à ces deux types de pièges se caractérise par une nette dominance de deux espèces résidentes *Aphodius fossor* et *aphodius niger* qui sont des espèces, originaire de la méditerranée et

régionalement répandue (**Roslin T. 2001**)(**INPN.2003-2022**). L'activité des insectes et surtout leur reproduction intervienne pendant les périodes fraîches et humides de l'année (**Lumaret 1975, Lumaret & Kirk 1987**).

2. L'ANOVA

Tableau 14: L'ANOVA.

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	119780,1429	2	59890,07143	1,1317	0,332845	3,238096135

L'ANOVA est un modèle statistique utilisé pour comparer les moyennes de plus de deux échantillons. C'est donc une généralisation du test t. l'idée est que si la variance entre les groupes est significativement plus grande que la variance aléatoire au sein de chaque groupe, alors les moyennes sont probablement également différentes.

Dans notre étude, nous avons calculés l'ANOVA à partir des moyennes de chaque espèce ; nous avons trouvé que le p est supérieur à 0.005, on peut dire qu'il n'y a pas différence significative. Par contre le F est légèrement supérieur à 1 ; là on peut conclure que la variation intragroupe est supérieure à la variation intergroupe.

Conclusion.



Conclusion

Cette étude conduite dans la wilaya de -Mila- plus précisément dans une ferme d'élevage des bovidés. Elle a portée sur la comparaison de différentes méthodes des piégeages de l'entaumofaune coprophages pour connaître l'efficacité de ces derniers. Elle issue de l'analyse de la bibliographie et des retours d'expérience des chercheurs.

Pendant l'étude nous avons choisis d'utilisé plusieurs types de pièges. Le piège standard de type CSR (appât, grillage, recéptions). Ce types d'étude nous aide à connaître toutes les espèces de coléoptères coprophages qu'ils existent et structurer leur communauté selon les familles et les guildes.

Le 2eme piège que nous avons utilisé ; est le piège attractif aérien (**Ronald A, Henri A., 1991**). Il est peu coûteux, matériel simple, facile à suivre et relativement sélectif.

Le dernier piège choisi est la chasse à vue (**Bonneil P., Nageleisen L.M., Christophe B., 2009**) c'est la méthode la plus rapide et facile avec matériel peu encombrant (**Adrien., S, 2010**).

A l'issue de notre travail, nous avons pu à identifier une richesse spécifique de coléoptères coprophages de 14 espèces à partir de 3369 individus, répartis en trois grandes familles (*Scarabaeidae*, *Aphodiidae*, *Geotrupidae*.) et quatre sous-familles (*Scarabainae*, *Coprinae*, *Aphodiinae* et *Geotrupinae*), appartenant à trois guildes : la guilde des rouleurs, la guilde des fouisseurs et la guilde des résidents. Nos résultats ont montré, que la communauté des insectes coprophages trouvés dans la zone d'étude était dominée par les *Aphodiinae*, appartenaient à la famille des *Aphodiidae* par un nombre 3260 d'individus.

Dans les trois pièges étudié, Nous avons remarqué une différence de la richesse des coprophages entre les méthodes étudié, ainsi que la présence des 3 familles *Scarabaeidae*, *Aphodiidae* et *Geotrupida*. Le piège de type CSR par apport a les autres on trouve 3 grandes familles *Scarabaeidae*, *Aphodiidae* et *Geotrupidae*. Par contre dans les deux autres pièges on trouve seulement 2 grandes familles : *Aphodiidae* et *Geotrupidae* appartiennent au piège attractif aérien, quand la chasse à vue *Scarabaeidae*, *Aphodiidae*.

La guilde des rouleurs est représentée par une seule espèce *Gymnopleurus strumidans* un seul piège qui est le type CSR, elle est absente dans les deux autres pièges. La guilde des fouisseurs est bien représentée dans le piège CSR avec différentes proportions, 7 espèces sur

14 donc 50% des espèces. La guide des résidents, elle e représentée par 6 espèces, est très bien représentée dans le piège type CSR et type chasse à vue.

Les bousiers assurent une tâche primordiale dans le cycle de la vie. Ils jouent un rôle important, 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 espèces 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. Leur régime coprophage permet le recyclage des excréments. Loin d'être un animal répugnant, le bousier assure la propreté de nos campagnes et de nos forêts. Leur rôle est cependant méconnu et ils ne font pas l'objet de toute l'attention qu'ils méritent (**Rougon & Rougon 1980**).

Les insectes coprophages sont notre capital, tant biologique qu'économique. Leur raréfaction peut à terme avoir des répercussions considérables sur l'équilibre des pâturages, en diminuant leur surface utile, en ralentissant le cycle des nutriments, en obligeant les éleveurs à des ébouages mécaniques. Il est de notre responsabilité de veiller dès à présent à la conservation de ce patrimoine méconnu avant qu'il ne soit trop tard.

A terme, il serait intéressant de réitérer l'expérience une ou plusieurs fois par an, dans les mêmes conditions pour confirmer les résultats présents.

Référence

Bibliographique.



Référence bibliographique

-A-

Adrien., S, 2010 ; Méthodes de recherche des coléoptères coprophages : retour d'expérience. Invertébrés Armoricains, 6 : P.34-44.

Ailli el mahdi, (18 octobre 2013). Cole national d'agriculture de meknès : les insectes coprophages.

Alter, 2007. Fiche Technique, Agri N°85-Septembre-Octobre.

A.N.D.I, (2013) : Agence Nationale de Développement de l'Investissement : Rapport.

Andresen e., feer f. 2005: The role of dung beetles as secondary seed dispersers and their effect on plant regeneration in tropical rainforests. In: forget, p.m., lambert, j.e., hulme, p.e., vander wall, s.b. (eds.), seed fate: predation, dispersal and seedling establishment. Cabi international, wallingford, oxfordshire, uk. 331–349.

ANIREF, 2011 : agence nationale d'intermédiation et de régulation foncière.

Anonyme. 2002. Garde gestion de l'espèce littorale, *Cemagref*. Mai 2002 n° 46.

A.N.R.H, (1963, 2001) : Les inventaires de l'Agence National des Ressources Hydrauliques.

ANRH, 2005 :Les inventaires de l'Agence National des Ressources Hydrauliques.

ARNAUDIN Mary Elin. 2012. Benefits of Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) on Nutrient Cycling and Forage Growth in Alpaca Pastures. [En ligne]. S.l. : Virginia Polytechnic Institute and State University, 97 p. Disponible sur : <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd03052012-152540/> [Consulté le 1 avril 2014].

Atamnia.D, 2010. LES RESSOURCES EN EAU DANS LA WILAYA DE MILA : MOBILISATION, CONSOMMATION ET COMPORTEMENT DE MENAGES. Science et technologie, 34.

Aude C & Lumaret J P, 2007 : les bousiers. - n°85.

-B-

Baars M.A., 1979. Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles. Oecologia, 41, p. 25-46.

Baraud J, 1985. Coléoptères Scarabaeidaes. Faune du nord de l'Afrique, du Maroc au Sinaï. Encyclopédie entomologique, XLVI, Le chevalier éd., Paris, 648p.

Baraud J, 1987. Coléoptères Scarabaeidae du Nord de l'Afrique : addenda et corrigenda. Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.), 23, 4, 351-366.

BERTONEMatthew Alan. 2004, Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae and Geotrupidae) of North Carolina Cattle Pastures and Their Implications for Pasture Improvement. [En ligne]. S.l. : North Carolina State University, 174 p. Disponible sur : <http://repository.lib.ncsu.edu/ir/handle/1840.16/1952> [Consulté le 1 avril 2014].

Beynon SA, Wainwright WA, Christie M. 2015. The application of an ecosystem services framework to estimate the economic value of dung beetles to the U.K. cattle industry. Ecological Entomology 40:124–135.

Boinemissza, G.F et Williams, C.H. (1970). An effect of dung beetle activity on plant yield. Pédologie, 10 : 1-7.

Bonneil P., Nageleisen L.M., Christophe B., 2009. Catalogue des méthodes d'échantillonnage entomologique (Chap. 2, part. II). HAL Id, pp.36-52.

BORNEMISSZA GF (1976): The Australian dung beetle project, 1965–1975. *Austr Meat Res Comm Rev* 30 : 1–30.

Bouaoune L, Mechitoua M, 2017. Le rôle écologique des insectes coprophages dans la région de Redjas –Mila-.

Bouchelia G., Alouane A., Abboud K., 2020. Contribution à l'écologie des coléoptères coprophages en Redjas : préférence stercorale et diversité spécifique. Mémoire de Master 2 : la protection des écosystèmes. Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf Mila, 68-72p.

Bouget, C., 2001. Echantillonnage des communautés de Coléoptères Carabiques en milieu forestier. Relation espèces-milieu et variations d'efficacité du piège à fosse. Symbioses Nouvelle série, 55-64.

BOUMENAKH S., BOULADAM D., 2019. Etude comparative des peuplements des Scarabéidés coprophages dans deux milieux différents (ouvert/fermé) dans la région d'Amira Arres- Mila. Mémoire de Master 2 : la protection des écosystèmes. Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf Mila, 42-47p.

Breymeyer A, Jakubezyk H & Olechowiez E, 1975. Influence of coprophagous arthropods on microorganisms in sheep feces- laboratory investigation. Bull. Acad. polon. Sc, sér. Sc. biol, 23:257-262.

BRYAN R. P.1973. The effects of dung beetle activity on the numbers of parasitic gastrointestinal helminth larvae recovered from pasture samples. *Australian Journal of Agricultural Research - AUST J AGR RES*, [en ligne]., Vol. 24, n° 1. Disponible sur : 10.1071/AR9730161.

-C-

Cambefort Y. 1974. Les coléoptères coprophages de la bordure occidentale de la Grésigne. *L'Entomologiste Toulousain*, 1 (3) : 15-18.).

C.D.F.M, (2019) : Conservation des forêts de Mila.

CHRISTOPHE Jean-Damien. 2004, La bouse : historique, importance et écosystème. [En ligne]. other. S.l. : s.n., 82 p. Disponible sur : <http://oatao.univ-toulouse.fr/2016/> [Consulté le 1 avril 2014].

Christophe, J. D. (sd) (2004). La bouse historique, importance et écosystème. Thèse de doctorat vétérinaire : diplôme d'état, école nationale vétérinaire de toulouse. 82pp

Culot I., huynen m-c, gerard p., heymann e.h. 2009: Short-term post-dispersal fate of seeds defecated by two small primate species (*saguinus mystax* and *saguinus fuscicollis*) in the amazonian forest of peru. *Journal of tropical ecology*. 25: 229-238.

-D-

Dajoz. 2006. Précis d'écologie. 8e Edition. Ed. Dunod. Paris. 631p.

Davis, A. J., Holloway, J. D., huijbregts, H., krikken, J., kirk-spriggs, A. H. and Sutton, S. L. 2001. Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. *J. Appl. Ecol.* 38 : 592-616.

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.

Direction du commerce et de la promotion des exportations de Mila(<https://www.dcwmila.dz/fr/>).

Djokhrab M., Driss M., 2018. L'étude de la diversité des coléoptères scarabéidés coprophages de la plaine agricole Bouhatem –Mila-. Mémoire de Master 2 : la protection des écosystèmes. Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf Mila, 37p.

Durand Delga, M., (1969) : Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. Bull. Serv. Carte géol. Algérie. 39, pp. 89-131.

DOUBE M & GILLER P S, 1990. a comparison of two types of traps for sampling dung beetle populations (Coleoptera: Scarabaeidae). Bull. Entomol. RES., 80, 259-263.

-E-

El Aichar M, 2014. La composition et organisation du peuplement des scarabéidés coprophages dans le Nord- Est Algérien : Occupation de l'espace et rôle écologiques.

Emmanuel A.2004. Environnement& Technique, Chronique janvier 2004.1-5pp.

Errouissi F. 2003. *Effets des anthelminthiques sur les Insectes coprophages ; conséquences environnementales.* Thèsedoctorat, Univ. Montpellier 3, 382 p.

Errouissi F, Jay-Robert P, Lumaret J P & piau O, 2004. Composition and structure of dung beetles (coléoptère: aphodiidae, Geotrupidae, Scarabaeidae) assemblages in mountain grasslands of the Southern Alps.

Estrada a., coates-estrada r. 1991: Howler monkeys (alouattapalliata), dung beetles (scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of los tuxtlas, mexico. Journal of tropical ecology. 7: 459-474.

-F-

Faber J. H ,1879. Les bousiers, P 2, 3, 6.

Feer f. 1999: Effects of dung beetles (scarabaeidae) on seeds dispersed by howler monkeys (alouattaseniculus) in the french guianan rain forest. Journal of tropical ecology. 15: 129-142.

FINCHER G. Truman. Effects of Dung Beetle Activity on the Number of Nematode Parasites Acquired by Grazing Cattle.The Journal of Parasitology, [en ligne]. 1975, Vol. 61, n° 4, pp. 759.Disponible sur : 10.2307/3279480 [Consulté le 25 mars 2014]. ISSN 00223395.

-G-

GANDILHON.R.1978, La bouse de vache, étude d'ethnologie.

Gillard p. 1967: Coprophagous beetles in pasture ecosystems. Journal of australian institute of agricultural science. 33 : 30-34.

Gray, J. S., McIntyre, A. D., & Stirn, J. (1992). Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. FAO Document technique sur les pêches, N° 324, 53.

Griffiths HM, Bardgett RD, Louzada J, Barlow J. 2016. The value of trophic interactions for ecosystem function: dung beetle communities influence seed burial and, seedling recruitment in tropical forests. *Proc. R. Soc. B*, 283(1844), 20161634.

-H-

Hallfater g., mathews e.g. 1966. 'The natural history of dung beetles of the subfamily scarabaeinae (coleoptera, scarabaeidae). *Foliaentomologicamexicana* 38:29-107.

Halffter, G. & Edmonds, WD., 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An ecological and evolutive approach, Instituto de Ecologia, Mexico, 155 p.

Halffter, V., Y. López-Guerrero et G. Halffter. 1985. *Nesting and ovarian development in Geotrupes cavicollis Bates (Coleoptera: Scarabaeidae)*. *Acta Zool. Mex.* Vol. 7. p.

Halouti S, Janati-Idrissi A ; Chergui H et Lumaret J P, 2006. Structure des communautés de scarabéidés coprophages du Maroc nord-occidental (Coleoptera, Scarabaeidae). *Bulletin de l'institut scientifique, rabat, section sciences de la vie*, n°28, 25- 34.

Hanski i & cambefort y .1991. Competition in dung beetles, 481pp! In i. Hanski and y. Cambefort (eds) *dung beetle ecology*. princeton university press,princeton,nj.

Hughes R D, 1975. Introduced dung beetles and australian pasture ecosystems.

-I-

INPN. (2003-2022) : Inventaire national du patrimoine naturel.

-J-

Janati I A, Kadiri N & Lumaret J P, 1999. Le partage du temps et de l'espace entre les guildes de coleopte`RES coprophages dans le moyen-atlas (Maroc). *Ann. Soc. Entomol. Fr.* (n.s). 35: 213-221.

Jay-robert P, Lumaret J P & Lebreton J D, 2008. Spatial and temporal variation of mountain dung beetle assemblages and their relationships with environmental factors (Aphodiidae, Geotrupidae, Scarabaeidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 101 : 58-69.

-K-

Kadiri N. Lobo J M & 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: Scarabaeidae). *Acta Ecologica*. 18. 2. 107-119.

-L-

LAALA Ahmed 2022 Maître de Conférences Département des Sciences de la Nature et de la Vie Institut des Sciences et de la Technologie Université Abdelhafid Boussouf, MILA (Algérie)

LANCON.J, 1978 Les restitutions du bétail au pâturage et leurs effets, fourrages n°75,

Latreille.1802. Histoire naturelle, générale et particulière des Crustacés et des Insectes. Tome 3. F. Dufart, Paris.

Leach, W.E. (1815). The Zoological Miscellany; Being Descriptions of New, or Interesting Animals.

LEMERY.N, 1697. Pharmacopée universelle,

LEMOINE.F.1998, La bouse de vache : folklore et traditions, thèse vétérinaire, ENVT,

Lobo, JM., Martin-Piera., F. & Veiga, CM., 1988. Las trampas pitfall con cebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprofagas de Scarabaeoidea (Col.). I. Características determinantes de su capacidad de captura, *Revue d'Ecologie et de Biologie du sol*, 25, 1 : 77-100.

Lobo J M, Lumaret J P, & Jay-Robert P, 1998. Sampling dung beetles in the french Mediterranean area: effects of abiotic factors and farm practices, *Pedobiologia* a, 42 :252-262.

Lobo J M, 2001. Decline of roller dung beetle (Scarabaeinae) populations in the Iberian Peninsula during the 20th century. *Biol. Conserv.* 97: 43-50.

Lumaret J.-P. 1975. Etude des conditions de ponte ET de développement larvaire d'*Aphodius* (*Agrilinus*) *constans* Duft. (Coléoptère Scarabaeidae) dans la nature et au laboratoire. *Vie & Milieu, Sér. C*, 25, 2, 267-282.

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 Et Kirk A. 1987. Ecology of dung beetles in the french mediterranean region (coleoptera, scarabaeidae). *Acta zool. Mex. (Ns)*. 24 : 1-60.

LUMARET.J.P, 1989 Sécheresse et stratégies comportementales chez les scarabéides coprophages, bulletin écologique, 20, 1, 51-57.

LUMARET.J.P, BERTRAND.M, KADIRI.N, BLANC.P, 1989 Utilisation des déjections animales par la faune édaphique en région méditerranéenne,

LUMARET, J.P., & STIERNET N., 1991. Montane dung beetles, pp. 242-254. In I. Hanski and Y. Cambefort [eds], *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press, Princeton, N.J. pp 480.

Lumaret J –P & Stiernet N, 1991. Montane dung beetles. In Hanski i. & cambefprt y. (eds) : *dung beetle écologie*. Princeton univ. Press, Princeton, nj, 481pp.

LUMARET JP, KADIRI N. 1995, the influence of the first wave of colonizing insects on cattle dung dispersal. *Pedobiologia*, Vol. 39, n° 6, pp. 506-517.

LUMARET, J.-P. (1996). Impact des produits vétérinaires sur les insectes coprophages: conséquences sur la dégradation des excréments dans les pâturages. in convention on the conservation of european wildlife and natural habitats. conservation, management and restoration of habitats for invertebrates: enhancing biological diversity. colloquium, killarney, ireland (p. 27–28).

LUMARET JP, 2010. Pastoralismes Et Entomofaune. . S.l. : AFP, CEFÉ et Cardère, 128 p. (Pastum hors-série). ISBN 978-2-914053-55-6.

Lumbreras Vicente C.J. 1998. *Estudio de la microsucesiones de Coleópteros coprófagos en encinares adehesados y evaluación de los efectos derivados del uso de fármacos antiparasitarios (Coleoptera: Scarabaeoidea)*. Thèse doctorat, Univ. Alicante, 398 p.

Verdu Faraco J.R. 1998. *Biología de los escarabeidos coprófagos en ecosistemas iberolevanticos. Ecología y análisis biogeografico (Coleoptera, Scarabaeoidea)*. Thèse Doctorat, Univ. Alicante, 392 p.

LUSSENHOP John, KUMAR Rabinder, WICKLOW D. T., LLOYD J. E. 1980, Insect Effects on Bacteria and Fungi in Cattle Dung.Oikos, [en ligne]. Vol. 34, n° 1, pp. 54.Disponible sur : 10.2307/3544549 [Consulté le 24 mars 2014]. ISSN 00301299.

-M-

Magurran A E. 2004. measuring ecological diversity. ed. Blackwell science ltd. Uk. 256p.

MARTEN G. C., DONKER J. D. 1964, Selective Grazing Induced by Animal Excreta I. Evidence of Occurrence and Superficial Remedy.Journal of Dairy Science, [en ligne]. Vol. 47, n° 7, pp. 773-776.Disponible sur : 10.3168/jds.S0022-0302(64)88762-2 [Consulté le 7 mai 2014]. ISSN 0022-0302.

Martín-piera F., Lobo, J.M. (1996). A comparative discussion of trophic preferences in dung beetle communities. *Miscellania Zoologica*, 19 (1): 13-31.

Mathieu R. 1995.Campbell. 3èmeed. De Boeck université. Édition du renouveau pédagogique.

Mc Cracken, D.I. (1993). The potential for avermectins to affect wildlife. *V et Parasitol*, 48, 273-280.

M. E. 2008, Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles.Biological Conservation, [en ligne]. Vol. 141, n° 6, pp. 1461-1474.Disponible sur : 10.1016/j.biocon.2008.04.011 [Consulté le 24 mars 2014]. ISSN 0006-3207.

Mehira K. 2014. Etude de la diversité des Scarabéidés coprophages dans la plaine agricole D'El Madher – Batna. P 38.

Meurgey, F et sadorge, A. (sd) (2001). Cartographie des coléoptères scarabaeoidea de loire atlantique, inventaire et révision des collections du muséum d'histoire naturelle de nantes, p1 sous-famille des coprinae. Muséum d'histoire naturelle. Tome i, ii ET iii.

Mittal i. C. 1993: Natural manuring and soil conditioning by dung beetles. *Tropical ecology*, 34: 150-159.

-N-

Nichols E, Spector S, Louzada J, Larsen T, Amezquita S, Favila ME. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141. 1461–1474.

-O-

OUARD H, 2010, Méthodes de recherche des coléoptères coprophages : retour d'expérience
Adrien SIMON Invertébrés Armoricains.

-P-

Pr. Larbi ABID. La couverture sanitaire dans la wilaya de Mila.

-R-

RAYMOND A. 2001. Etude du régime alimentaire de *rhinolophus ferrumequinum* et *Myotis emarginatus* sur deux sites du Parc Naturel de Camargue. 68p.

Ronald A., Henri A., 1991. Une méthode efficace d'échantillonnage de l'entomofaune : le piège attractif aérien. BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE, 64 :P.293-305.

Roslin T. 2001. Spatial population structure in a patchily distributed beetle. *Mol. Ecol.* 10, 823-837.

ROUGON D. & ROUGON C. 1983: Nidification des Scarabaeidae et cleptoparasitisme des Aphodiidae en zone sahélienne (Niger) et leur rôle dans la fertilisation des sols sableux. *Bull. Soc.Entomol. Fr.* **88**: 496–513.

Rougon d. 1987 : coléoptères coprophiles en zone sahélienne : étude biocénétique, comportement nidificateur, intervention dans le recyclage de la matière organique du sol. Thèse d'état, université d'Orléans.

Rullan-Perchirin, F., (1985) : Recherches sur l'érosion dans quelques bassins du Constantinois (Algérie). Thèse 3ème cycle, Univ. Paris I, 356 p.

-S-

S.O.G.R.E.A.H. (2009) : société grenobloise d'étude et d'application hydraulique.

Soler, J.J et Soler, M. (1993). Diet of the Red-billed Cough *Pyrhocorax pyrrhocorax* in southeast Spain, *Bird Study*, 40, 216-222.

SOUKEHAL B., 2011. LES RESSOURCES EN EAU DANS LA WILAYA DE MILA : MOBILISATION, CONSOMMATION ET COMPORTEMENT DE MENAGES. *Science et technologie*, 34.

Stevenson.buce.G and Dindal.daniel.L, 1987 Functional ecology of coprophagous insects: a review, *Pedobiologia*, 30, 285-298.

-V-

Vulinec k. 2002: Dung beetle communities and seed dispersal in primary forest and disturbed land in amazonia. *Biotropica*. 34(2): 297-309.

-W-

Whipple, S. D. 2011. *Dung beetle ecology: Habitat and food preference, hypoxia tolerance, and genetic variation.*

Wikipédia:https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ffr.wikipedia.org%2Fwiki%2FListe_des_communes_d%2527Alg%25C3%25A9rie&psig=AOvVaw2yux6FpRFBp6CnprAuSyf&ust=1654598333063000&source=images&cd=vfe&ved=0CAwQjRxqFwoTCPD-vqjRmPgCFQAAAAAdAAAAABAJ.

-Y-

YAMADADAigo, IMURA Osamu, SHI Kun, SHIBUYA Takeshi. 2007, Effect of tunneler dung beetles on cattle dung decomposition, soil nutrients and herbage growth. *Grassland Science*, [en ligne]. Vol. 53, n° 2, pp. 121-129. Disponible sur : 10.1111/j.1744697X.2007.00082.x [Consulté le 19 mars 2014]. ISSN 1744-6961, 1744-697X.

SITE WEB

- 01)** https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acrossus_rufipes01.jpg?uselang=fr.
- 02)** https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geotrupes_stercorarius.jpg?uselang=fr.
- 03)** https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Copris_lunaris._MHNT.jpg?uselang=fr.
- 04)** https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fviagallica.com%2Fa%2Fbousier.htm&psig=AOvVaw38V0JndYg6R2HGyQhfccUu&ust=1646569342830000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxqFwoTCKDus_z6rvYCFQAAAAAdAAAAABAD.
- 05)** <https://www.insectesquebec.ca/guide/geotrupidae.html>(consulte le 10 février 2020).
- 06)** <https://www.antiopa.info/101-scarabee-bousier-coleoptere-insecte-coprophage.htm>(consulter le 7 février 2020).
- 07)** https://www.ohmymag.com/best-friends/le-bousier-ce-noble-nettoyeur-de-nos-campagnes_art121569.html.
- https://d-maps.com/carte.php?num_car=190110&lang.