



RAPPORT DE STAGE

Photo JP Lumaret

Inventaire des coléoptères coprophages de sept sites d'altitude du Parc National du Mercantour : structure des communautés et pratiques sanitaires sur les troupeaux

Etudiante : Buffin Camille

Maître de stage : Lumaret Jean-Pierre

Tutrice : Milor Mercedes

Sommaire

Remerciements	
Liste des sigles utilisés	
Glossaire	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction.....	1
Partie I : Contexte.....	2
1. Le CEFE, structure d'accueil.....	2
2. Une commande du Parc National du Mercantour.....	2
2.1. Quelques chiffres.....	3
2.2. L'activité agropastorale du PNM.....	3
3. Des insectes très étudiés, qui nous amènent à nous questionner.....	4
3.1. Des espèces de milieux ouverts.....	4
3.2. Une histoire de famille.....	5
3.3. Petits mais indispensables.....	5
3.4. Adaptations au milieu montagnard.....	6
3.5. Succession des communautés.....	6
3.6. Des insectes menacés.....	6
3.7. Des bousiers, une étude.....	7
4. Caractéristiques bioclimatiques de la zone d'étude.....	8
4.1. La vallée du Haut-Verdon.....	8
4.2. La vallée de l'Ubaye.....	8
5. Un emploi du temps bien rempli.....	9
Partie II : Démarche d'étude.....	10
1. Plan d'échantillonnage.....	10
1.1. Principes.....	10
1.2. Le dispositif de piégeage : le CSR.....	10
1.3. Choix des sites.....	11
2. Enquêtes auprès des éleveurs.....	13
3. Exploitation des données.....	13
Partie III : Résultats.....	15
1. Présentation des résultats bruts.....	15
2. Un effort d'échantillonnage satisfaisant.....	15
3. Etude de la diversité des communautés.....	16
3.1. Distributions d'abondance.....	16
3.2. Diversité de Shannon H'.....	16
4. Présentation de la structure des assemblages.....	17
4.1. Guildes et groupes fonctionnels.....	17
4.2. Effets de la variable altitude.....	21
Partie IV : Discussion et perspectives.....	24
1. Etude des assemblages.....	24
2. Retour sur les enquêtes.....	24
3. Maîtrise du risque : quelles perspectives ?.....	24
3.1. Analyse du risque.....	24
3.2. Préconisations.....	26
Partie V : Retour d'expérience.....	28
Conclusion.....	29
Bibliographie.....	30
Liste des annexes.....	34

Remerciements

À Jean-Pierre Lumaret, mon maître de stage, pour sa disponibilité à répondre à mes questions incessantes, pour m'avoir transmis une partie de son savoir et pour ses relectures de mon travail. Merci d'avoir égayé sans relâche les pauses café ainsi que les randonnées à coups d'anecdotes loufoques ou glauques des temps anciens qui nous ravissent.

Ma reconnaissance va aussi à Lise Roy, Olivier Bonato et Pierre Jay-Robert dont l'aide a été la bienvenue et très précieuse.

À tous les collègues du labo, qui m'ont accueillie dans les meilleures conditions, notamment les stagiaires Amélie, Louis et Sandra pour les partages de muffins et de pauses ensoleillées. Merci à Pierre et Sylvain pour avoir animé quelques débats philosophiques passionnants.

Aux secteurs de l'Ubaye et du Haut-Verdon du Parc National du Mercantour et en particulier :

À Marie-France Leccia, sans qui les desserts seraient moins savoureux, aventurière dans l'âme surtout quand il y a un lac au bout, un scrabble, un puzzle et du génépi.

À Jo Lombard, pour son dévouement infailible à la recherche de l'eau et des bouses, notre guide au travers des névés et sur les crêtes, fin connaisseur des montagnes de l'Ubaye.

À Jean-Louis Michel, pour son accompagnement dans la vallée du Haut-Verdon.

Aux éleveurs qui m'ont accueillie chaleureusement autour de beaux échanges, qu'on aurait parfois aimé faire durer encore de longues heures...

Aux vallées de l'Ubaye et du Haut-Verdon, dont les montagnes m'ont accompagnée sur leurs sentiers escarpés.

Liste des sigles utilisés

CEFE : Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive

CIRAD : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

EPHE : Ecole pratique des hautes études en recherche fondamentale et appliquée en Sciences de la Vie et de la Terre, Sciences historiques et philologiques et Sciences religieuses.

PNM : Parc National du Mercantour

UMR : Unité mixte de recherche

UMIII : Université Paul Valéry Montpellier III

CSR : Cebo-Superficie-Rejilla (dispositif de piégeage utilisé)

ZH : Zone Humide

ATBI : All Taxa Biodiversity Inventory

IBG : Inventaire Biologique Généralisé

UGB : Unité Gros Bétail

SAU : Surface Agricole Utile

UP : Unité Pastorale

Glossaire

Alpage : pâturage d'altitude où les troupeaux (ovins, bovins, caprins) sont conduits en période estivale essentiellement.

Aptère : qui n'a pas d'ailes.

Arthropode : animal invertébré dont le corps est formé de segments articulés.

Bolus : mode d'administration rapide par voie orale d'une grosse pillule d'un médicament au goût désagréable.

Coléoptère coprophage : insecte plus communément appelé bousier.

Coprophage : organisme qui se nourrit de fèces.

Endémique : Etre vivant (animal ou végétal) dont l'aire de répartition est réduite à une région donnée.

Endocopride : bousier qui nidifie à l'interface sol-excrément ou dans l'excrément.

Guilde : groupement d'espèces appartenant à un même groupe taxonomique ou fonctionnel qui exploitent une ressource commune de la même manière en même temps.

Matière stercorale : qui se rapporte à l'excrément.

Mélanisme : coloration noire du fait de la présence de mélanine.

Nématode : ver non segmenté qui peut parfois être un parasite.

Paracopride : bousier qui vit dans l'excrément mais qui nidifie dans des galeries creusées sous les bouses.

Parasite : Etre vivant qui vit aux dépens d'un autre organisme (pour se nourrir, se reproduire, s'abriter).

Parasitose : l'ensemble des affections qui peuvent conduire à des maladies dues à des parasites.

Phorétique : relatif à la phorésie, comportement de certains animaux se faisant transporter par d'autres.

Pour-on : voie d'administration d'une solution que l'on applique sur la ligne du dos de l'animal puis qui diffuse de proche en proche tout le pelage.

Strongle : ver parasite de l'intestin et des voies respiratoires des mammifères.

Télécopride : bousier qui confectionne des pilules de bouse, les roule, les enterre et y dépose un oeuf.

Trophique : qui se rapporte à l'alimentation.

Unité pastorale : unité d'exploitation correspondant le plus souvent à une unité géographique d'un seul tenant et exploitée par un même troupeau.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Quelques chiffres sur le Parc National du Mercantour.....	3
Tableau 2 : Exploitations agricoles sur les communes des sites étudiés (AGRESTE, 2011).....	4
Tableau 3 : Calendrier de présence des troupeaux sur les différents sites.....	12
Tableau 4 : Synthèse des résultats de la première campagne de piégeages.....	15
Tableau 5 : Classes d'altitude.....	17
Tableau 6 : Représentativité fonctionnelle des différentes guildes de coprophages.....	17
Tableau 7 : Classes de biomasses.....	18
Tableau 8 : Groupes fonctionnels, juin et août (partiel) 2014.....	19
Tableau 9 : Etude des droites de régression.....	24
Tableau 10 : Traitements vétérinaires et risques potentiels pour la faune coprophage.....	26

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du PNM.....	2
Figure 2 : <i>Agolius abdominalis</i> sur un névé, juin 2014.....	9
Figure 3: Pose et récolte des pièges à coprophages.....	10
Figure 4 : Fonte de la neige entre juin (1er et 2nd relevé) et août 2014 - site 5.....	13
Figure 5 : Déterminations au laboratoire, session juin 2014.....	14
Figure 6 : Courbe d'accumulation pour les deux séries de piégeage consécutives (juin 2014).....	15
Figure 7 : Diversité de Shannon H' en fonction de l'altitude (voir tableau 5).....	16
Figure 8 : Variation du poids moyen des espèces le long d'un gradient altitudinal.....	22
Figure 9 : Ajustement des assemblages d'espèces au modèle de Motomura.....	23

Introduction

La plupart des composantes de la biodiversité sur Terre se retrouvent dans les paysages que l'Homme utilise (Halffter 2005). L'Homme et les montagnes sont de vieux amis. Depuis des millénaires elles lui ont été d'une grande ressource autant qu'un immense puits de biodiversité (zones de cultures, prés de fauche, estives...). L'agriculture, par son étroite relation à la nature, peut être tout autant bénéfique que maléfique pour la biodiversité. Ces espaces anthropisés à l'équilibre fragile se voient aujourd'hui menacés par certaines pratiques qui peuvent conduire à des dysfonctionnements. Si l'élevage a su jusqu'à présent respecter les montagnes qui l'accueillent, une mauvaise gestion de la ressource en herbe par endroits et l'usage à outrance de certains produits vétérinaires peuvent dégrader aujourd'hui des équilibres toujours fragiles.

Les coléoptères coprophages font l'objet d'études depuis plusieurs décennies, qui ont montré le lien étroit qu'ils entretiennent avec les troupeaux domestiques, entre autre par la dégradation de leurs déjections et la préservation de la productivité des pâturages. Ils sont un bio-indicateur essentiel du fonctionnement des écosystèmes dont les éleveurs sont tant dépendants, et à ce titre permettent de mesurer l'équilibre qui demeure dans les montagnes.

Le Parc National du Mercantour a fait appel à l'expertise du laboratoire de Zoogéographie de l'université Paul Valéry de Montpellier, en la personne de Jean-Pierre Lumaret, spécialiste des coléoptères coprophages pour réaliser une étude sur sept sites d'altitude (alpages notamment) visant à analyser la structure fonctionnelle des communautés de ces insectes et de mesurer les éventuelles menaces qui pèseraient sur eux afin d'envisager la mise en place de mesures de sensibilisation du monde agricole pour une meilleure cohabitation entre la biodiversité et les usagers de l'espace.

C'est dans le cadre de cette prestation que j'ai effectué mon stage de licence professionnelle Gestion Agricole des Espaces Naturels (GENA) durant six mois, qui sera prolongé par un contrat de deux mois. Ce rapport de stage rassemble les premiers résultats de cette étude diagnostic et pose la question suivante :

Peut-on établir un lien entre la structure des communautés de coléoptères coprophages et l'altitude ?
Les pratiques sanitaires sur les troupeaux (principalement les traitements antiparasitaires) telles qu'elles sont conduites actuellement sur ces sites d'altitude sont-elles susceptibles d'affecter ces communautés ?

Nous contextualiserons l'étude au sein de la première partie afin de mieux cerner les tenants et aboutissants de la commande d'une part et de la problématique d'autre part. Nous viendrons expliquer par la suite la démarche d'étude qui a été entreprise, d'inventaire et d'enquêtes, et du traitement des données recueillies. Nous détaillerons dans la troisième partie les résultats qui en découlent en réponse à la problématique. La quatrième partie ouvrira la discussion et viendra émettre des propositions d'amélioration des pratiques en fonction des enjeux de conservation identifiés. Enfin la cinquième et dernière partie fera un retour sur le stage.

Partie I : Contexte

1. Le CEFE, structure d'accueil ¹

Le Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE) est une Unité Mixte de Recherche (UMR 5175) à plusieurs tutelles : CNRS, Universités de Montpellier I, II et III, Montpellier SupAgro, CIRAD et EPHE (Ecole Pratique des Hautes Etudes).

Le CEFE comprend trois départements scientifiques : Biologie des populations, Dynamique et gouvernance des systèmes écologiques (DGSE), Fonctionnement des écosystèmes. Mon stage s'intègre dans les axes de recherche de l'équipe Ecologie des Arthropodes et Changements globaux (Département DGSE), regroupant des enseignants-chercheurs de l'Université Paul Valéry Montpellier III (UMIII) et un chercheur IRD (Institut de recherche pour le développement). Ses membres constituent le Laboratoire de Zoogéographie (Direction Pr. Jean-Pierre Lumaret) situé dans le Bâtiment Jean-Henri Fabre de l'UMIII.

L'équipe travaille sur l'évolution de la structure des communautés édaphiques dans les systèmes pastoraux et les zones péri-urbaines, avec un accent mis sur la recherche des mécanismes permettant aux arthropodes de s'adapter aux modifications de leurs conditions de vie. Ces changements peuvent être localisés et immédiats (tels que la disponibilité de la ressource par exemple) ou globaux (climat, paysage...). Parmi les points forts de l'équipe, il faut noter les travaux sur les effets des rejets médicamenteux sur la faune coprophage et ceux portant sur les services et la compensation écologique.

Les objets d'étude sont les coléoptères coprophages (Scarabaeoidea), les diptères coprophiles et hématophages (Stomoxyinae), les acariens et les collemboles. Les terrains d'étude de l'équipe sont situés principalement en Europe tempérée et méditerranéenne, au Maghreb, en Amérique du Nord et Amérique centrale, en Asie du Sud-est. Parmi les milieux étudiés, on trouve des zones de transition (écotones) présentant des dynamiques complexes (comme par exemple l'interface Alpes Méditerranée). Les résultats de ces recherches débouchent sur des propositions de normes environnementales visant à réduire les rejets médicamenteux dans l'environnement et la préconisation de pratiques agropastorales plus respectueuses du fonctionnement des systèmes pâturés.

2. Une commande du Parc National du Mercantour

C'est sur ce dernier point qu'a porté plus particulièrement ma mission. Le Parc National du Mercantour, dans le cadre de la poursuite de son Inventaire Biologique Généralisé (IBG depuis 2010, anciennement ATBI, le plus grand inventaire jamais réalisé en Europe qui vise à recenser les espèces du Parc et à les suivre à long terme) a demandé au laboratoire de Zoogéographie de réaliser un inventaire des coléoptères coprophages de sept sites d'altitude du Parc, accompagné d'une analyse des résultats en vue de fournir un diagnostic de l'état de santé du milieu débouchant sur des préconisations pour leur gestion.



Figure 1 : Localisation du PNM

¹ - <http://www.cefe.cnrs.fr/ecologie-des-arthropodes-et-changements-globaux/equipe>
- <http://dypopco.cefe.cnrs.fr/articles%20PDF/2005/RapportCEFE2002-2005sp.pdf#page=165> (voir particulièrement p165-185)

2.1. Quelques chiffres ²

Tableau 1 : Quelques chiffres sur le Parc National du Mercantour

	Zone coeur	Aire d'adhésion
Superficie (ha)	68 500	146 500
Altitude minimale (m)	490	250
Altitude maximale (m)	3 143 (Cime du Gélas)	3 193
Habitants permanents	0	17 700

Le Parc national du Mercantour (PNM) est à cheval sur les départements des Alpes-Maritimes et des Alpes-de-Haute-Provence. Il couvre 28 communes. Créé en 1979, il est jumelé avec le Parco naturale Alpi Marittime (Italie) depuis 1987. Le PNM couvre 6 vallées : l'Ubaye, le Haut-Verdon, la Tinée, la Vésubie, la Roya-Bévéra, le Haut-Var / Cians.

Le parc est riche de 2000 espèces de plantes et de 58 espèces de mammifères, dont les 7 ongulés sauvages présents en France (dont mouflon, bouquetin et chamois). Les invertébrés quant à eux sont estimés à 8 000 espèces bien qu'un peu moins de 2 000 aient été contactées jusqu'à présent.

Les troupeaux domestiques comptent 1600 têtes de gros bétail et 145 000 têtes d'ovins en été. En considérant qu'en moyenne en une journée un bovin restitue 20 kg (4 kg en poids sec) et un ovin 1,2 kg (350 g en poids sec) de matière fécale (LUMARET, 2002), ce sont au minimum 32 tonnes de bouses et 174 tonnes de crottes qui sont déposées chaque jour dans les alpages du PN du Mercantour entre juin et septembre (auxquelles s'ajoutent les déjections de la faune sauvage et des équins). Ces matières fécales, lorsqu'elles sont dispersées directement sur les pâturages sont disponibles pour la faune des insectes coprophages.

2.2. L'activité agropastorale du PNM ³

Les activités d'élevage concernent 60% des exploitations. Les activités pastorales utilisent 56% du territoire et sont très marquées par les troupeaux transhumants. Elles ont ainsi influencé fortement les paysages du Mercantour. Tous les troupeaux viennent de la région PACA (sauf un qui vient de l'Ain). Seulement 23% des 343 éleveurs qui exploitent les unités pastorales du parc ont leur siège d'exploitation situé dans une commune du Parc. Les alpages constituent 83 % du domaine agropastoral.

Autour des villages, les milieux ouverts sont constitués de prés fauchés, pâturés ou cultivés, parfois en bocage. Ces zones de plus basse altitude souffrent d'une déprise et d'une fermeture du milieu.

En 2009, 150 familles dépendaient d'une activité agricole dans le Mercantour.

En 2008, 243 unités pastorales ont été dénombrées dans le Parc, recouvrant approximativement 120.000 ha (parcours et estives). Cette surface est subdivisée en 177 alpages (100 000 ha).

Les élevages du PNM concernent essentiellement des ovins-viande (72% des unités pastorales), bovins-viande (21% des UP), bovins-lait et ovins-lait (7% des UP) majoritairement en « système spécialisé » et surtout situés dans la Vésubie, au sud du PNM.

Les ovins-viande sont souvent conduits avec un agnelage principal de printemps de manière à vendre des tardons, c'est-à-dire des agneaux de descente d'estive âgés de 6 à 8 mois. L'agnelage

² <http://www.mercantour.eu/>

³ - Braud Y., 2012. Lépidoptères, Orthoptères et Coléoptères coprophages du Parc National du Mercantour. Synthèse des connaissances, élaboration d'une stratégie d'inventaires et de suivis des milieux agropastoraux. Rapport d'étude INSECTA sarl pour le Parc National du Mercantour. 92 p.

- Parc national du Mercantour, 2013, Charte du Parc National du Mercantour. 183 p.

- Parcs nationaux de France, 2012. Alpages et estives dans les parcs nationaux métropolitains de montagne, Plaquette, 24p.

d'automne est très peu employé.

Tableau 2 : Exploitations agricoles sur les communes des sites étudiés (AGRESTE, 2011)

Commune	Nb exploitations	SAU (ha)	UGB totales
Allos	5	682	220
Colmars les Alpes	6	206	116
Jausiers	14	1218	850
Uvernet-fours	6	851	344
Larche	1	161	99

Notre étude a porté sur des communes du département des Alpes-de-Haute-Provence. Le département est très agricole avec 5 % de la population composée d'actifs agricoles permanents (mais baisse de 10% en 10 ans). Les communes de montagne de ce département voient leur principale activité tournée vers l'élevage, en particulier l'élevage ovin, qui représente le quart des exploitations moyennes et grandes, avec l'élevage caprin (AGRESTE, 2011 ; FABRE, ns (date non spécifiée)). Le système d'élevage est plutôt extensif, avec une forte composante pastorale et où la transhumance est très importante. La principale production est l'agneau de bergerie non sevré de 120 jours avec 15 à 16 kg de carcasse. Le cheptel se compose de races rustiques : Préalpes du Sud, Mérinos d'Arles, Mourerous. Le secteur aval est puissant avec la création de l'abattoir de Sisteron, premier abattoir municipal ovins de France et second d'Europe (FABRE, np). Le cheptel ovin a diminué de 19 % entre 2000 et 2010 (AGRESTE, 2011) mais l'élevage demeure une ressource essentielle (BARBIER, ns).

3. Des insectes très étudiés, qui nous amènent à nous questionner

3.1. Des espèces de milieux ouverts

Dans les régions tempérées, le pastoralisme a permis de maintenir ouverts des milieux où les arbres auraient pu s'installer, avec une gestion de l'herbe essentielle pour rationaliser cette ressource alimentaire indispensable pour le bétail. L'abandon d'une partie des pratiques traditionnelles a engendré de grands changements qui ont eu des conséquences sur les communautés d'insectes coprophages se nourrissant des déjections du bétail : moins de troupeaux domestiques et donc baisse de leurs ressources trophiques, avec pour corollaire une augmentation de leur dépendance envers la faune sauvage (LUMARET, 1990). La plupart des écosystèmes des régions tempérées ont été modifiés par l'homme, souvent au détriment de la faune sauvage. Les coléoptères coprophages, du fait de leur plasticité trophique, ont pu passer d'un type de déjection à un autre (dans certaines limites cependant) et ainsi persister dans des environnements changeants (HANSKI, 1991), avec cependant des préférences pour les milieux ouverts. Ainsi 2/3 des aphodiens sous nos latitudes sont des espèces de milieux ouverts et seules quelques espèces se cantonnent aux forêts (HANSKI, 1991). En période estivale, la montagne a été traditionnellement mise à profit par les éleveurs pour faire pâturer leurs troupeaux, jusqu'au niveau des pelouses subalpines et alpines. Le milieu montagnard présente des contraintes auxquelles la faune sauvage doit s'adapter. Ses principales caractéristiques sont un taux d'ensoleillement et de radiations important, une plus faible pression atmosphérique qu'en plaine, des vents fréquents et forts, une grande amplitude thermique entre le jour et la nuit, une moyenne annuelle des températures faible avec un enneigement souvent important. Tout cela réduit à quelques mois dans l'année la période propice à l'activité des insectes (MANI, 1968). Pour les montagnes du centre de l'Europe, GAMS (1935) a défini quatre zones biotiques au-dessus de la limite supérieure des arbres : les étages montagnard (autour de 900m), subalpin (autour de 1600m), alpin (autour de 2300m) et nival (au-delà de 2900 m) : il est à noter

que les différences de structure des communautés de coléoptères coprophages suivent assez bien les limites de chacun de ces paliers altitudinaux (LUMARET & STIERNET, 1994).

3.2. Une histoire de famille

Les coléoptères coprophages, plus communément appelés bousiers, rassemblent plusieurs familles (sensu Paulian, 1959) : les Geotrupidae (gilde des fousseurs ou paracoprides (tunnelers pour les auteurs anglo-saxons)), les Aphodiidae (gilde des résidents ou endocoprides (dwellers)) et enfin les Scarabaeidae (gilde des fousseurs et gilde des rouleurs (appelés aussi télécoprides ou rollers)) (LUMARET, 1990 ; HANSKI & CAMBEFORT, 1991). Dans les écosystèmes pâturés ces insectes exploitent les déjections animales qui sont relativement éphémères et distribuées de manière inégale, aléatoire et ponctuelle. A certaines périodes de l'année la compétition pour cette ressource est sévère, mais la coexistence des espèces est favorisée par des exigences différentes liées à la taille différente des individus et à leur appartenance à des guildes distinctes (HANSKI, 1991). L'abondance des coprophages dépend directement de la quantité de ressource trophique disponible (LUMARET et al., 1992).



De gauche à droite : *Aphodius fimetarius*, endocopride ; *Geotrupes puncticollis*, paracopride ; *Scarabaeus laticollis*, télécopride

3.3. Petits mais indispensables

Les bousiers jouent un rôle important dans les systèmes pastoraux car ils enfouissent la matière fécale qui après minéralisation augmente le rendement des pâtures (CURRY, 1994), limite les refus et évite les pertes de surfaces pâturables (bouses non dégradées). Les Aphodiidae se développant au sein de la bouse voire à l'interface sol-bouse dégradent la matière stercorale mais ne modifient pas la structure du sol (GITTINGS & GILLER, 1997), à l'inverse des fousseurs (Geotrupidae et Scarabaeidae) qui modifient les propriétés des horizons de surface (DOUBE, 1990). La présence de bousiers est d'autant plus importante dans le processus de dégradation de la matière fécale que le climat est peu propice à une dégradation physique (BLOOR, 2012), ce qui est le cas en montagne. Leur activité de trituration et d'enfouissement des déjections réduit de manière notable la présence d'oeufs et de larves de parasites du bétail (LUMARET, 1986). La densité des strongles (*Ostertagia* et *Cooperia*) peut ainsi en certains endroits être divisée par quatre (FINCHER, 1975). Les bousiers



Photo : J-Ph. Deguine 2006

sont porteurs d'acariens phorétiques qui sont transportés d'une bouse à l'autre, où ils participent à la régulation des populations des nématodes parasites du bétail et des diptères (mouches) dont certaines espèces sont nuisibles au bétail (NICHOLS et al., 2008). Ainsi les bousiers assurent-ils des services écosystémiques indéniables, à la fois d'un point de vue sanitaire, écologique et économique. Ils sont de la sorte des bio-indicateurs importants du bon fonctionnement des écosystèmes pâturés (MACIEJEWSKI, 2012).

3.4. Adaptations au milieu montagnard

En milieu montagnard, on observe un fort taux d'endémisme des espèces, particulièrement parmi les résidents. Par exemple, pour l'ensemble de la chaîne alpine on décompte 23 espèces endémiques dans les genres *Agolius* et *Neagolius* (LUMARET & STIERNET, 1992). Les Alpes en particulier ont le plus fort taux d'endémisme parmi les montagnes européennes pour ce qui concerne les insectes coprophages : 13,8% dans les Alpes du Sud, 22,6% dans les Alpes du Nord (JAY-ROBERT et al., 1997). La température minimale pour que ces insectes entrent en activité est d'environ 5°C (LUMARET & STIERNET, 1994). Dans ces conditions les espèces ont dû s'adapter aux conditions montagnardes pour assurer le succès de leur cycle biologique (LUMARET & STIERNET, 1992). Un certain nombre d'espèces sont aptères (ce qui nécessite une certaine prévisibilité des ressources trophiques d'année en année), et la courte période favorable pour leur développement en montagne a favorisé les espèces ayant une stratégie de reproduction de type r (ponte de nombreux oeufs et pas ou peu d'investissement parental). Cela explique le succès des Aphodiidae, qui répondent à ces critères, leurs espèces bien adaptées aux zones froides atteignant à la fois des altitudes élevées et une répartition vers les hautes latitudes, jusqu'au cercle polaire (LUMARET & STIERNET, 1994 ; JAY-ROBERT et al., 1997). Au fur et à mesure que l'altitude augmente le nombre d'espèces diminue, de même que la taille moyenne des individus : on constate par ailleurs que le mélanisme des individus augmente avec l'altitude (LUMARET & STIERNET, 1994).

3.5. Succession des communautés

En montagne, plusieurs communautés distinctes de bousiers peuvent se succéder sur un même site entre juin et septembre (LUMARET & STIERNET, 1994). L'organisation des assemblages dépend principalement de la nature du sol, des différences physiologiques entre les habitats et des contraintes d'altitude (KADIRI et al., 2013). Les travaux de LUMARET & STIERNET (1994) en Vanoise montrent qu'au niveau de l'étage montagnard quatre assemblages d'espèces bien distincts peuvent se succéder entre la fin du printemps et le début de l'automne, tandis qu'au cours de la même période à l'étage subalpin trois communautés distinctes se succèdent avec moins d'espèces. Enfin, à l'étage alpin ce sont les espèces de la même communauté qui sont actives pendant toute la belle saison, avec une seule espèce largement dominante (*Amidorus obscurus*) et quelques espèces accessoires dont les effectifs sont restreints.

3.6. Des insectes menacés

L'étude des peuplements de bousiers sur des parcelles pâturées par des ovins en comparaison avec des parcelles fréquentées uniquement par des ongulés sauvages a démontré que dans un même massif l'activité pastorale était fondamentale pour maintenir la diversité et l'abondance des communautés de bousiers (JAY-ROBERT et al., 2008). Or l'équilibre des écosystèmes pâturés est fragile ; la tendance générale à l'abandon des pratiques pastorales traditionnelles et la fermeture des milieux avec une réduction des ressources trophiques disponibles (déclin de l'élevage extensif) peut affecter la conservation des populations de Scarabaeinae (LUMARET, 1990 ; CARPANETO et al., 2007). De plus, l'utilisation de certains médicaments vétérinaires éliminés dans les fèces peut également affecter les insectes coprophages (LUMARET, 1986 ; LUMARET et al., 1993, 2012). La lutte contre les parasites du bétail s'est généralisée ces dernières décennies, du fait de son importance économique, sans pour autant éradiquer les parasitoses, avec un risque avéré pour la faune non-cible, notamment dans le cas des traitements de routine qui peuvent s'accompagner d'une érosion silencieuse de la biodiversité avec un déséquilibre du fonctionnement de l'écosystème pâturé sur le long terme (LUMARET & ERROUSSI, 2002). Les périodes de vulnérabilité pour cette faune sont mai-juin à basse altitude et juillet-août en alpages (LUMARET 2010). Le risque n'est pas le même selon la famille chimique à laquelle le produit vétérinaire appartient. Par exemple les benzimidazoles et le lévamisole s'avèrent peu ou pas dangereux pour la faune coprophage, alors

que les pyréthrinoïdes de synthèse ou les avermectines (ivermectine, éprinomectine, doramectine) sont hautement toxiques. Cependant, il faut prendre en compte plusieurs facteurs qui jouent sur le risque environnemental : la quantité de matière active présente dans chaque déjection (qui dépend du mode d'administration du médicament et de la date du traitement des animaux par rapport au moment où la défécation intervient), la physiologie des animaux traités, la concentration et la persistance de la molécule dans les fèces, le nombre d'animaux traités, les facteurs climatiques, la période d'émission de la déjection, la sensibilité/résistance de certains taxons (HERD, 1995 ; LUMARET & ERROUSSI, 2002 ; LUMARET & MARTINEZ, 2005). En 2005, le stage de LELAURE cherchant à évaluer les risques des traitements antiparasitaires sur l'entomofaune du PNM rapporte des risques assez faibles en alpages du fait de périodes de traitements de plus d'un mois antérieures à la montée à l'estive. Risque à relativiser toutefois du fait des facteurs précédemment cités et du manque de sensibilisation des éleveurs sur la question et des risques plus importants autour des sièges d'exploitation, pour beaucoup en zone périphérique du parc. Ces conclusions ainsi rapportées datant de presque 10 ans, la situation a pu évoluer.

3.7. Des bousiers, une étude

Notre travail a consisté en un suivi et une analyse de la structure des communautés de scarabéidés coprophages dans sept sites des secteurs du Haut-Verdon et de la Haute-Ubaye, dans le Parc National du Mercantour. Des études sur ces communautés ont déjà été conduites sur des territoires voisins : en Vanoise, 40 espèces recensées (LUMARET & STIERNET, 1990, 1992, 1993, 1994), dans le Queyras avec 28 espèces recensées (LUMARET, 2010) ; la Haute vallée du Verdon avec un total de 59 espèces répertoriées (JAY-ROBERT, 1997). Un rapport d'étude d'*Insecta* (BRAUD, 2012) a permis de faire le point de l'état des connaissances sur les coléoptères coprophages du PNM. Ainsi en 2012 on décomptait 77 espèces (52% de la faune française). Il a été estimé que 80 à 95 % des espèces présentes dans le PNM ont été inventoriées. On remarque que les zones les plus prospectées étaient celles à enjeux de conservation les plus importants.

Dans le cas du présent travail, l'objectif est multiple. Il fait suite à la demande du Parc National du Mercantour qui désire effectuer le diagnostic écologique de plusieurs sites d'altitude à travers l'évaluation de leur richesse en coprophages afin de vérifier leur niveau de fonctionnement. L'étude de ces alpages permettra de voir en quoi l'altitude, le type de ressources trophiques et les pratiques peuvent modifier la diversité et la richesse en individus et espèces. Les questions posées sont les suivantes :

Peut-on établir un lien entre la structure des communautés de coléoptères coprophages et l'altitude ? Les pratiques sanitaires sur les troupeaux (principalement les traitements antiparasitaires) telles qu'elles sont conduites actuellement sur ces sites d'altitude sont-elles susceptibles d'affecter ces communautés ? Etude de sept sites dans le Parc National du Mercantour (PNM).

Les données recueillies lors de notre travail viendront nourrir l'ATBI. Mais cette étude est plus qu'un inventaire : l'enquête menée auprès des éleveurs concernant leurs pratiques d'élevage, l'examen des caractéristiques de chaque site ainsi que l'analyse des périodes d'activité des insectes (en particulier des espèces patrimoniales) pourront apporter des pistes de réflexion pour répondre à la problématique de conservation et de gestion du PNM et aboutir à quelques préconisations de gestion en faveur des insectes coprophages, à concilier avec les pratiques d'élevage.

Ce rapport de stage intervient avant la fin de l'étude. Seules les données recueillies lors du mois de juin et très partiellement celles du mois d'août ont pu être exploitées, compte tenu des contraintes liées à un travail en moyenne et haute montagne. Elles ne permettent donc pas de tirer de conclusions quant à l'évolution temporelle de la structure des communautés (ce qui sera fait en fin

d'année) et donc sur le fonctionnement des alpages mais seulement sur la structuration verticale des communautés.

4. Caractéristiques bioclimatiques de la zone d'étude ⁴

Du fait des influences méditerranéennes, le parc se caractérise par un hiver plus doux que dans les Alpes du Nord, avec un été précoce, chaud et sec.

4.1. La vallée du Haut-Verdon

Cette vallée est construite entre couloirs resserrés aux versants abrupts et espaces évasés aux versants adoucis mais toujours surmontés par de hauts sommets. La structure géologique comprend des calcaires marneux du Crétacé Supérieur dans les montagnes au Sud, des flyschs (matériaux d'accumulation) en amont et des nappes de marnes noires en fond de vallée recouvertes de matériaux issus de l'érosion glaciaire.



La végétation, souvent forestière en bas des versants se fait plus éparsée à mesure que l'on prend de l'altitude pour laisser place aux pelouses alpines (mélèzes et épicéas entre 1500 et 1700 m ; au-delà le mélèze seul subsiste avant de s'effacer). Plus bas, les forêts sont principalement constituées de pins sylvestres, de pins à crochets, d'alisiers, de sorbiers, de bouleaux. Les garrigues à buis, pins sylvestres et pins à crochets se retrouvent dans les zones plus rocailleuses.

Environ 1500 personnes habitent la vallée (5 communes). Mais la pression urbaine y est tout de même forte du fait de l'activité touristique (stations de ski par exemple). Notre étude quant à elle porte sur deux communes de cette vallée : Allos et Colmars-les-Alpes.

Seul le Nord-Est de la vallée est inclus dans le PNM.

Le secteur du Haut-Verdon a déjà été prospecté par Jay-Robert lors de sa thèse (JAY-ROBERT, 1997). Notre étude portant plus sur la fonctionnalité des communautés que sur l'inventaire des espèces en place, il n'était pas gênant qu'un alpage soit le doublon d'une zone précédemment étudiée, malgré les préconisations de Braud (2012), à savoir dans le cadre de l'IBG éviter les zones déjà bien prospectées pour se rendre sur des zones délaissées jusqu'à présent. Mais nos critères de choix des alpages n'avaient pas pour priorité de travailler dans les zones vierges de prospection.

4.2. La vallée de l'Ubaye



La zone d'étude s'étend autour du bassin de Barcelonnette (communes de Jausiers et Uvernet-fours) et sur la vallée de l'Ubayette (Larche), que nous décrirons brièvement. Le bassin de Barcelonnette est une large cuvette (12 km de large et 18 km de long) surplombée par de hauts massifs montagneux. Le fond de cuvette est recouvert de marnes noires très épaisses et très sensibles à l'érosion, avec de fréquents glissements de terrain. Les sommets quant à eux sont composés de calcaires jurassiques. Le fond de

vallée est fortement urbanisé (tourisme et développement de Barcelonnette).

Dans la vallée de l'Ubayette, l'adret a été valorisé par l'élevage tandis que la forêt prédomine sur les versants au nord.

4 - Ballan E. et Atelier Azimuts, 2003. Atlas des paysages des Alpes de Haute-Provence, CG Alpes de Haute-Provence & DIREN PACA. 661p.

- Parc national du Mercantour et Atelier technique des espaces naturels, 2002. Atlas du parc national du Mercantour, Nice, Parc national du Mercantour, 80p.

Le climat en Ubaye est de type méditerranéen sec (fort ensoleillement, sécheresse estivale) à tendance montagnarde (importantes précipitations nivales en hiver). La végétation quant à elle est similaire à celle de la vallée du Haut-Verdon (voir paragraphe précédent).

5. Un emploi du temps bien rempli

Le stage à proprement parler (pour l'obtention de la licence professionnelle) s'est déroulé entre le mois d'avril et la mi-septembre 2014. Trois campagnes de piégeage étant nécessaires pour mener un inventaire le plus exhaustif possible et appréhender les variations temporelles d'organisation des assemblages d'espèces, il sera prolongé par un contrat de deux mois. La dernière phase de terrain ayant lieu durant les deux dernières semaines de septembre, le mois d'octobre sera consacré à la détermination des insectes capturés et à la rédaction du rapport final destiné au Parc National du Mercantour.

Mon travail s'est déroulé en plusieurs phases :

- ✓ Phase de préparation (deux mois) : travail de bibliographie important, protocole de piégeage étudié, rédaction de l'enquête. Apprentissage de la détermination des espèces, exercices de terrain (piégeage, récolte, détermination). Préparation pour le départ sur le terrain (caractéristiques des sites, matériel à préparer, hébergement, transport, prises de contacts avec les éleveurs, les agents du Parc, le centre équestre d'Allos), travail sur le rapport de stage. Les phases suivantes ont dépendu de la fonte des neiges et du dégagement des stations.
- ✓ Phases de terrain (trois sessions de 10 à 15 jours entre juin et septembre) : réalisation des piégeages, enquêtes auprès des éleveurs.
- ✓ Phases de laboratoire : détermination des espèces piégées, comptages.
- ✓ Phases d'analyse en croisant les résultats : espèces présentes au regard des facteurs biotiques et abiotiques. Fonctionnalité du milieu. Etudes statistiques. Résultats des enquêtes. Préconisations de gestion.
- ✓ Phases de rédaction : rapport de stage et rapport pour le Parc.



Figure 2 : *Agolius abdominalis* sur un névé, juin 2014

Partie II : Démarche d'étude

1. Plan d'échantillonnage

1.1. Principes

D'après LOBO et al. (1998), l'effort d'échantillonnage se doit d'être adapté aux objectifs de l'expérimentation. Aussi, deux à cinq pièges par site donnent une idée de la structure et de l'organisation des communautés de bousiers et s'avèrent suffisants dans le cadre d'une étude en écologie des coprophages. Dans notre cas nous avons utilisé un nombre de pièges dépendant de la taille des sites et de leur gradient altitudinal. Un site plat avec un seul type de bétail demande moins de pièges qu'un site comprenant 1000 m de dénivelé, avec des équins dans une partie et des ovins dans une autre. En définitive, un site de prélèvement (station) n'est pas assimilable à un site géographique, et pour un alpage donné nous avons été amenés à identifier une ou plusieurs stations. Début juin, fin juillet à début août et fin septembre 2014, les peuplements de coléoptères coprophages ont été (ou vont être) échantillonnés sur 7 sites géographiques répartis entre 1100 m et 2800 m d'altitude. Ces sites ont été redécoupés en 14 stations. Dans un même site géographique, les stations sont déterminés par des niveaux d'altitude ou des types de déjections différents.

Au total 23 pièges ont été posés en juin sur 6 sites géographiques (le site 4, Restefond, n'a pas été prospecté lors de la première saison du fait de la neige) et 27 en juillet/août (et septembre ensuite). Deux pièges sont installés par station. Cela permet d'anticiper le cas où l'un des deux pièges serait détruit (passage de faune sauvage par exemple) et donc de récolter les données tout de même, à moins que les deux ne soient détruits.

Le fait d'avoir effectué trois périodes de piégeage nous permet d'avoir la meilleure vue d'ensemble possible sur l'enchaînement des communautés au cours d'une saison car il prend en compte la dynamique temporelle des populations : fin de printemps, été, début d'automne. Les hivers en montagne étant trop froids, avec une manteau neigeux plus ou moins épais, l'activité à cette période est nulle. À ce jour les résultats se concentrent sur le mois de juin et non sur une évolution au cours du temps. Cette répartition des pièges permet aussi de disposer de résultats de piégeages avec ou sans passage d'animaux transhumants.

Durant la première campagne de terrain début juin, deux sessions de piégeage ont eu lieu. La faune de début de saison étant encore instable, il faut ajuster le début de la période d'apparition des insectes en fonction des conditions météo et de la présence de la neige, afin d'établir un échantillonnage d'espèces le plus complet possible. Les deux sessions suivantes de terrain ne comportent qu'une session de piégeage : début août la faune d'été était stable et fin septembre la faune d'automne aura eu le temps d'émerger.



Figure 3: Pose et récolte des pièges à coprophages

Le piège attractif utilisé correspond au modèle CSR (Cebo-Superficie-Rejilla), décrit par LOBO et al. (1988). Il consiste en une bassine enterrée dont l'ouverture affleure la surface du sol, remplie par

environ 1,5 L d'eau additionnée de quelques gouttes de savon liquide. Le savon modifie la tension superficielle de l'eau et les insectes tombés dans le récipient coulent et se noient rapidement. La bassine est recouverte d'une grille au maillage resserré au centre (pour supporter l'appât choisi) et large en périphérie. La grille est maintenue au sol à l'aide de crochets métalliques. Le piège est relevé au bout de quatre jours. Il peut être réamorcé dans le cas d'une deuxième campagne de prélèvement (cas de la session de piégeage du mois de juin). Ces pièges sont peu coûteux, faciles à confectionner et rapides à mettre en place. Un schéma du piège (d'après LUMARET) se trouve en annexe 1.

Les insectes attirés par les éléments volatils dégagés par l'appât arrivent en volant ou en marchant (cas des espèces aptères), et terminent leur trajet dans la bassine. Au terme des quatre jours, les insectes tombés dans le piège sont récupérés, collectés à l'aide d'une passoire (les insectes encore éventuellement présents dans l'appât sont également recueillis à la pince), puis stockés dans des flacons remplis d'alcool à 95%. Tous les flacons sont étiquetés à l'extérieur avec la date, le numéro du site et du piège. Des étiquettes (écrites au crayon à papier) sont également placées dans chaque flacon avec les mentions suivantes : lieu (site), numéro ou nom du piège, nombre de flacons pour un même piège, date du relevé, type de déjection (ovin, bovin, etc.).

Au laboratoire les insectes sont triés et identifiés à l'espèce, puis comptés.

1.3. Choix des sites

Les sites sur lesquels l'étude a porté sont présentés dans un tableau en annexe 2. La carte en annexe 3 quant à elle présente la zone d'étude ainsi que l'effort d'inventaire déjà effectué et compilé par BRAUD en 2012. On remarque que tous les sites se situent sur des zones qui ont été peu prospectées, entre 1 et 50 données ayant été récoltées dans tous les cas.

Les sites ont été sélectionnés par le PNM, avec au préalable une discussion avec Jean-Pierre Lumaret sur les critères de choix. L'échantillonnage a été conçu de manière à être le plus représentatif possible des diverses situations rencontrées, c'est-à-dire en tenant compte des différents niveaux d'altitude rencontrés dans cette zone du Parc, des différents types de troupeaux (bovins, ovins, équins en particulier, mais aussi cervidés), l'idéal étant un alpage de chaque type pour chaque niveau d'altitude (en prenant soin de considérer les effets adret/ubac). Pour chaque alpage, les placettes de prélèvement ont été disposées chaque 300 à 400 mètres de dénivelé. Cependant tous les sites ne se déclinaient pas selon ce schéma de gradient altitudinal.

Il était important de retrouver aussi la diversité d'habitats pâturés, milieux ouverts ou forestiers clairs (mélézin). Les zones humides ont été évitées même si les bousiers volent pour la plupart, car ce sont des zones de transition où ils se reproduisent difficilement (en particulier dans le cas des espèces fouisseuses à terriers profonds).

Les différents calendriers de pâturage correspondant à l'étendue des périodes de présence des troupeaux, ainsi que la charge pastorale approximative sur chaque site, ont été aussi des éléments qui ont permis d'affiner la stratégie d'échantillonnage.

Comme le montre le tableau 3 ci-dessous, les animaux n'étaient pas présents sur site lors de chaque campagne de piégeage. Aussi il a été nécessaire d'apporter de la bouse collectée chez les éleveurs (ovin / bovin) ou au centre équestre d'Allos (équidé) afin d'amorcer les pièges avec la déjection correspondant au type de troupeau habituellement présent sur le site.

Tableau 3 : Calendrier de présence des troupeaux sur les différents sites

Sites	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
1 – Les prés hauts						
2 – Les plans						
3 – Gaudillon						
4 – Restefond						
5 – Parassac équin						
5 – Parassac bas						
5 – Parassac haut						
6 – Bayasse						
7 – Uvernet						

Un faible nombre de sites permet d'avoir une meilleure connaissance des paramètres et le temps d'approfondir. L'enquête menée auprès des éleveurs nous permet d'étudier d'autres paramètres comme l'utilisation passée des sites quand elle est connue : par exemple savoir depuis combien d'années les sites sont pâturés, quelles sont les pratiques vétérinaires mises en place pour protéger les animaux contre les parasites, y a-t-il toujours eu le même type d'animaux ou y a-t-il des changements d'une année à l'autre (bovins vs ovins, par exemple).

	Bovin
	Ovin
	Equin

Réaliser trois périodes d'échantillonnage dans un milieu où les conditions bioclimatiques évoluent rapidement permet aussi d'évaluer la diversité dans son intégralité en intégrant toutes les communautés qui se succèdent.

Il aurait été intéressant de rajouter à notre inventaire des sites uniquement fréquentés par la faune sauvage, en particulier en hiver, car leurs déjections accumulées dans la neige sont restituées intactes et "fraîches" à la fonte de la neige ; elles sont alors exploitées au mois de juin par des espèces coprophages qui peuvent être intéressantes et rares, endémiques des Alpes (voir travaux de LUMARET & STIERNET à ce sujet en Vanoise). Un tel site nous aurait permis de mesurer le "bruit de fond", c'est à dire connaître l'organisation des communautés de coléoptères coprophages qui sont présentes par défaut, en dehors de tout élevage. Nous n'avons pas pu faire un tel échantillonnage compte tenu du temps déjà important consacré à l'inventaire des autres sites, d'autant plus qu'un site fréquenté uniquement par la faune sauvage implique souvent un accès long et difficile. Nous avons donc préféré nous cantonner aux sept sites proposés par le PNM qui sont fréquentés par des troupeaux domestiques, même si la faune sauvage (cervidés, sangliers, marmottes ...) les fréquente aussi. Malgré tout, sur un plan purement taxonomique les espèces attirées par les déjections de la faune sauvage sont également attirées par les déjections bovines et ovines. Les différences portent essentiellement sur la fréquence des espèces les unes par rapport aux autres et non pas la richesse. Aussi, les troupeaux étant absents de la majorité des sites lors de la première campagne de piégeage, les coléoptères récoltés à cette époque sont des espèces qui dépendent aussi de la faune sauvage. Il ne s'agit tout de même pas d'une faune 100% "bruit de fond" puisqu'elle est entretenue par le pâturage des troupeaux réguliers mais toutefois elle s'en rapproche. Aussi sur l'un des sites (n°6) nous avons ajouté un piège appâté avec des fumées de cerf, à proximité de deux pièges appâtés avec de la bouse.

Lors de l'analyse des résultats du présent rapport, nous avons fait le choix d'ajouter le site 4 (Restefond), prospecté seulement au mois d'août, et cela pour deux raisons principales. La première, est qu'il s'agit du seul site que nous n'avons pas pu visiter en juin du fait qu'il était encore entièrement recouvert par la neige. Nous l'ajoutons afin d'avoir la panoplie complète des sites étudiés et des classes d'altitude considérées. La seconde raison est que sur le plan biologique nous nous situons à une période équivalente à celle du mois de juin. Le site a été libéré de la neige trois semaines environ avant les piégeages, soit une situation biologique équivalente à celle des autres sites échantillonnés en juin. Nous estimons donc que la période de piégeage est équivalente et que les communautés sont dans une situation comparable.



Figure 4 : Fonte de la neige entre juin (1^{er} et 2nd relevé) et août 2014 - site 5

2. Enquêtes auprès des éleveurs

Les éleveurs ont été enquêtés sur la conduite de leurs troupeaux mais aussi sur leurs pratiques vétérinaires. L'enquête, qui se trouve en annexe 4, décrit en premier lieu l'identité du troupeau (provenance, dates d'arrivée et de départ en alpages, durée d'estive etc) avant de s'intéresser aux types de traitements et fréquences dans un second temps.

L'enquête s'inspire des travaux d'enquête de Jean-Pierre Lumaret (communication personnelle). Tous les éleveurs dont les alpages ont été visités ont été enquêtés. Une lettre d'information (annexe 5) leur a été envoyée au préalable pour les sensibiliser aux travaux à venir.

Cette enquête ne cherche pas la représentativité de l'ensemble des éleveurs du PNM. Elle permet de comprendre l'agencement des communautés au regard des pratiques (entre autres facteurs d'influence) et nous aide dans notre problématique. Nous ne tirerons donc pas de généralité sur les pratiques zoosanitaires de la zone, d'autant plus qu'une étude de ce genre, même si elle commence à dater, a déjà été réalisée (LELAURE, 2005).

3. Exploitation des données

Tous les individus ont été identifiés à l'espèce à l'aide de clés de détermination des faunes de BARAUD (1992) et PAULIAN & BARAUD (1982) et dénombrés.

L'étude statistique s'est faite avec LibreOffice Calc et le logiciel PAST pour l'indice de Shannon.

L'étude porte sur une seule année et donc les résultats concernant les abondances spécifiques totales (nombre total d'individus) sont à relativiser : ils peuvent varier grandement d'une année sur l'autre du fait des aléas climatiques ou des mouvements du bétail. Il faut donc rester humble quant aux conclusions à tirer des résultats. En effet les individus lorsque les sites sont rapprochés se déplacent d'un pâturage à l'autre. L'abondance des coléoptères coprophages au sein d'un assemblage est déterminée par le quantité en ressource trophique (LUMARET et al. 1992). Il peut donc y avoir une sur-représentation des individus dans le cas où le piégeage est effectué avant que les animaux n'arrivent sur l'estive (auquel cas les appâts sont les seuls à représenter potentiellement une source de nourriture), alors qu'à l'inverse lorsque l'appât est en concurrence avec de nombreuses autres déjections sa représentativité est plus normale. Cependant dans les deux cas la richesse en espèces n'est pas affectée. Seuls les effectifs varient.

Les conditions climatiques ainsi que la qualité de la déjection récoltée pour appâter les pièges influe sur les résultats. Par exemple s'il fait un grand soleil et des températures élevées entre la pose du piège et la récolte, la déjection séchant plus vite, l'attraction du piège diminuera rapidement. Par contre s'il pleut sur le piège la déjection est conservée "fraîche" plus longtemps et donc attirera des insectes sur un laps de temps plus long. C'est ce qu'il s'est passé pour les pièges 1 et 2 (ovin bas) du site 5 (Pis Parassac) en juin : au premier relevé il avait beaucoup plu et nous avons recueilli plus de

8 000 individus pour deux pièges, tandis qu'au second relevé le temps étant resté sec, la récolte a été inférieure à 1 000 individus.

Les crottins de cheval utilisés comme appâts ont été collectés dans deux endroits différents : les uns dans un centre équestre, les autres dans un pré. Ces derniers ont été utilisés lors des premières poses de juin et ont donné de bons résultats. Quant au second relevé, qui a plutôt été un échec est dû à l'utilisation des crottins prélevés au centre équestre, beaucoup moins attractifs, voire inodores (quatre jours après leur récolte), du fait de l'alimentation (paille, foin et grains) des chevaux.

La bouse comme micro-écosystème forme une unité écologique très transitoire et la composition des assemblages d'une station à l'autre peut différer même si le milieu paraît similaire (leur composition évolue : conditions d'oxygénation, d'humidité et de température varient). Ce microhabitat se modifie au cours du temps à mesure que la bouse vieillit après son dépôt (LUMARET 1983). L'abondance est à son plus fort niveau au bout de 2-3 jours après le dépôt de la bouse puis elle diminue puisque la matière consommable diminue ainsi que l'attractivité s'affaiblit (HANSKI & KUUSELA 1977).

La structure de la végétation est un autre facteur influençant la composition des communautés de bousiers. En milieu ouvert les nombres d'espèces et d'individus sont plus élevés qu'en milieu fermé, sans communautés très structurées en sous-bois contrairement à ce que l'on peut observer en région tropicale (LUMARET & KIRK, 1987).

La dernière difficulté rencontrée a été la destruction de plusieurs pièges par les marmottes, notamment dans les zones encore majoritairement enneigées. Destructures importantes lors du premier relevé qui ont empêché de réamorcer les deux pièges de la partie haute du site 5 pour le deuxième relevé. La fonte de la neige a réduit le risque. Mais les marmottes ne sont pas les seules à représenter un risque potentiel et il faut toujours prendre soin de placer les pièges dans des lieux plutôt protégés du piétinement en général.

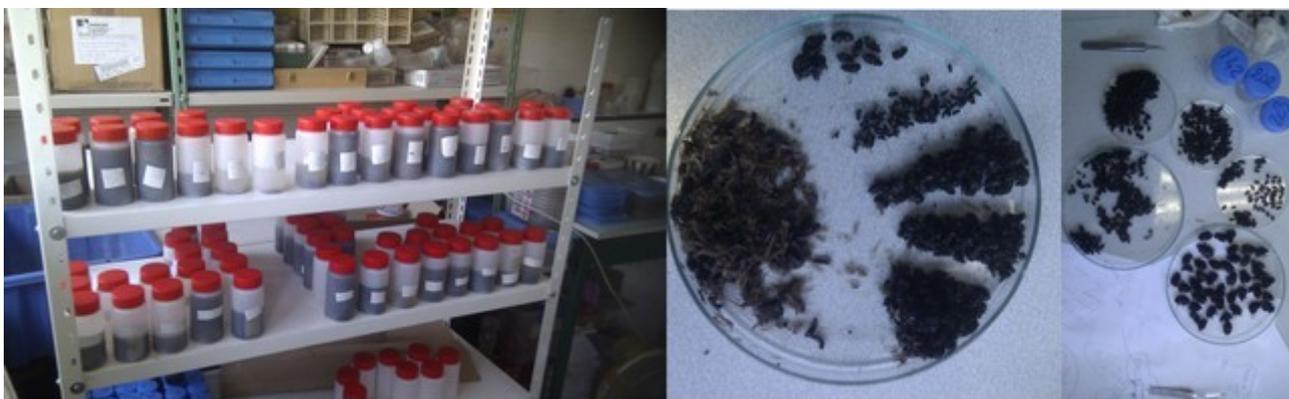


Figure 5 : Déterminations au laboratoire, session juin 2014.

Partie III : Résultats

1. Présentation des résultats bruts

La faune de France comprend 16 espèces de Geotrupidae, 94 espèces d'Aphodius (au sens de Baraud (1992), la nomenclature actuelle ayant érigé au rang de genres tous les sous-genres de Baraud) et 48 espèces de Scarabaeidae (dont le genre *Onthophagus*), soit 158 espèces au total. Près d'un quart des espèces françaises de coléoptères coprophages ont été recensées au mois de juin 2014 sur les vallées du Haut-Verdon et de l'Ubaye. Les résultats de l'inventaire du mois de juin figurent en annexe 6.

Tableau 4 : Synthèse des résultats de la première campagne de piégeages

	Nb de pièges	Individus collectés	Nb d'espèces	Nb familles	Nb genres	Espèces de Scarabaeidae	Espèces de Geotrupidae	Espèces d'Aphodiidae
Juin	23	22 138	35	3	7	9	4	22
% de la faune française			22%			19%	25%	23%

Une autre espèce d'Aphodiidae est à rajouter à ce bilan, avec la capture d'*Heptaulacus carinatus* lors de la seconde campagne (août) prenant en compte le site 4 (Restefond) où 1633 individus et 6 espèces ont été collectés dans quatre pièges.

2. Un effort d'échantillonnage satisfaisant

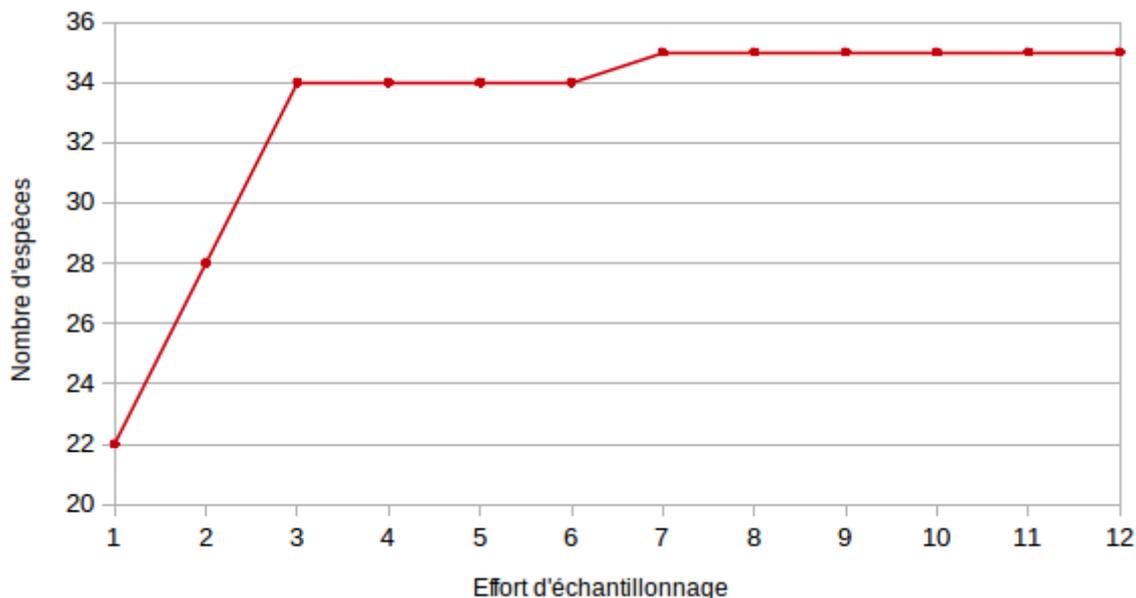


Figure 6 : Courbe d'accumulation pour les deux séries de piégeage consécutives (juin 2014).

L'effort d'échantillonnage peut être considéré comme suffisant quand peu ou pas de nouvelles espèces s'ajoutent aux piégeages précédents. Les chiffres de 1 à 12 correspondent aux stations, soit une paire de pièges à chaque fois. Le graphique montre bien que l'échantillonnage sur les deux vallées du Mercantour et du Haut Verdon est représentatif des populations de coléoptères

coprophages à plus grande échelle, car elle atteint un plateau net. Nous considérons donc que les données récoltées peuvent être exploitées pour une étude statistique représentative de la réalité de terrain.

3. Etude de la diversité des communautés

3.1. Distributions d'abondance

Les distributions de l'abondance des espèces ont été reportées en annexe 7. Plus le plateau est atteint rapidement, plus il y a dominance de peu d'espèces. On s'aperçoit que deux à trois espèces seulement représentent l'essentiel des effectifs (80%) dans les assemblages. Plus la courbe est droite et plus l'équitabilité est forte.

3.2. Diversité de Shannon H'

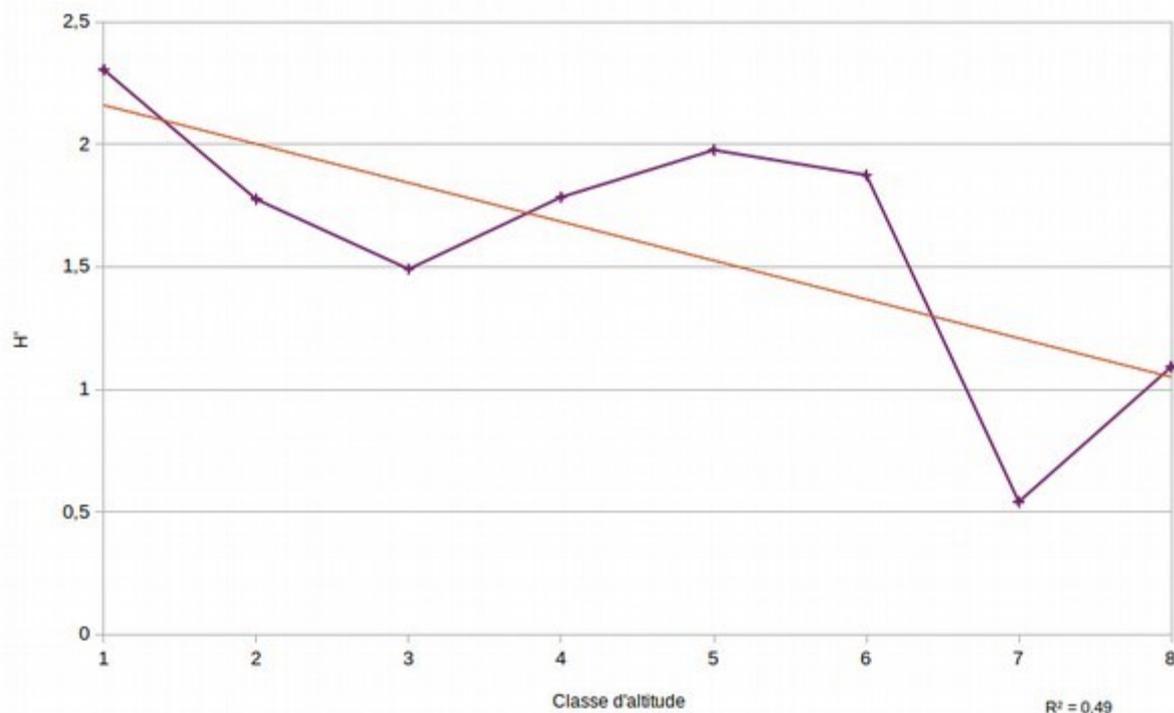


Figure 7 : Diversité de Shannon H' en fonction de l'altitude (voir tableau 5)

La richesse spécifique diminue significativement avec l'altitude entre les classes d'altitude 1 et 4 (voir tableau 5). Elle augmente de nouveau pour les classes 4 à 6, peut-être du fait qu'il s'agit de zones de contact entre basse et haute altitudes où plus d'espèces se rencontrent, pour chuter en classe 7 et remonter un peu en classe 8. Bien que la courbe se comporte par vagues, il semble que la tendance (droite de régression en orange) soit une baisse de diversité avec l'altitude avec une valeur de r^2 qui cependant reste faible (du fait de la dispersion des points et de leur nombre peu important). Cette courbe traduit la tendance multifactorielle de la variation de diversité. L'altitude n'est pas le facteur unique qui influence la diversité et la richesse spécifiques. L'organisation des communautés de coléoptères coprophages dépend principalement de la nature du sol, des différences physiologiques entre habitats et des contraintes altitudinales (LUMARET 1983 ; LUMARET & KIRK 1987 ; LUMARET & STIERNET 1991). Les bousiers sont également sensibles aux

différences microclimatiques (LUMARET & KIRK 1987). Ainsi la classe 1 représentée par le seul site 7, est très bien exposé en été avec une amplitude thermique au cours de l'année très importante. Ce site a déjà été reconnu lors d'autres inventaires pour sa diversité floristique importante avec des effectifs réduits pour chacune des espèces inventoriées. Il apparaît ici qu'il en est de même pour les coprophages avec beaucoup d'espèces pour peu d'individus. La seconde classe est représentée par le site 2, très bien exposé, sans effet adret/ubac. La troisième classe (site 3) a une diversité réduite du fait de la fermeture du milieu et de la nature des déjections majoritairement présentes (équins). Cinq sites se retrouvent dans la classe 4, pour la plupart plutôt en adret (sauf un) ou bien exposés. Trois sites en classe 5 et un site en classe 6, présentent une exposition semblable à ceux la classe 4. La rupture de diversité est nette pour les classes 7 et 8 représentées l'une par un site orienté plutôt en adret pour la classe 7 et l'autre sans effet adret/ubac en classe 8 avec un site soumis à tous les vents et intempéries ; ces deux derniers sites sont soumis à de très fortes contraintes liées à l'altitude élevée.

Pour juger de la tendance réelle de l'évolution de cette diversité en fonction de l'altitude, il conviendra de réitérer les calculs après l'obtention des résultats des deux autres campagnes de prélèvement et de faire des comparaisons. Cette courbe a été obtenue en compilant les effectifs des sites de même classe pour créer des sites « enveloppes ». Le calcul des indices a été fait à l'aide du logiciel PAST.

Tableau 5 : Classes d'altitude

Classe d'altitude	Altitude (m)
1	1000 – 1250
2	1250 – 1500
3	1500 – 1750
4	1750 – 2000
5	2000 – 2250
6	2250 – 2500
7	2500 – 2750
8	2750 – 3000

4. Présentation de la structure des assemblages

4.1. Guildes et groupes fonctionnels

Tableau 6 : Représentativité fonctionnelle des différentes guildes de coprophages

	Effectifs	Biomasses (mg, poids sec)
Rouleurs	0	0
Fouisseurs	11 948	181 509,4
Résidents	11 678	78 729,65
Total	23 626	260 239,05

Les scarabéidés constituent un groupe écologique subdivisé en plusieurs guildes. Sur chaque site ils s'organisent en communautés (ou assemblages) d'espèces en relation les unes aux autres du fait de leur exploitation de la même ressource trophique. Ces espèces ont des stratégies de développement complémentaires qui leur permettent de cohabiter (LUMARET & KIRK 1987). Les espèces dominantes d'un assemblage peuvent coexister lorsqu'elles diffèrent suffisamment en poids (ou taille) ou si elles appartiennent à des guildes différentes (HANSKI & CAMBEFORT, 1991) : *A. fimetarius*, *C. erraticus* et *O. fracticornis* appartiennent à la même classe pour leur biomasse mais la première est résidente, la seconde se développe à l'interface bouse-sol (ROJEWSKI, 1983) et la troisième est fouisseuse, ce qui limite les interactions et la concurrence lors de la période de reproduction. Une description des traits biologiques de chaque espèce se trouve en annexe 8.

Les fouisseurs et les résidents sont représentés par des effectifs égaux. Cependant les fouisseurs, espèces de taille supérieure et donc de biomasse plus importante représentent plus de deux fois la biomasse des résidents. Ces fouisseurs se font plus rares à mesure que l'altitude augmente pour laisser place aux résidents mieux adaptés aux conditions climatiques des hautes altitudes. A titre d'exemple les ratios résidents / fouisseurs sont respectivement de 14/7 pour la classe 1, 13/5 pour la classe 4, 3/1 pour la classe 8 (en nombre d'espèces).

Les espèces dominantes d'un assemblage ont été désignées par le terme de “core species” (en mauve foncé dans le tableau). Il s'agit des espèces qui à un moment donné représentent à la fois plus de 10% des effectifs d'un même assemblage et plus de 10% de la biomasse totale des individus (LUMARET et al., 1992). Les espèces “satellites” (en mauve clair dans le tableau) sont celles qui représentent plus de 10% de l'abondance ou bien plus de 10% de la biomasse totale. Ces deux catégories (“core” et “satellite species”) constituent le groupe fonctionnel de l'assemblage à un instant donné (HANSKI 1982). Enfin les espèces accessoires sont celles qui représentent à la fois moins de 10% des effectifs et moins de 10% de la biomasse totale des individus de l'assemblage (STIERNET & LUMARET 1993). Ces espèces sont mises en évidence par des lignes non surlignées dans le tableau 8.

Le tableau 8 indentifie les espèces constitutives des groupes fonctionnels établis pour le mois de juin 2014. Sont inclus également dans ce tableau les résultats des relevés de Restefond du mois d'août. Pour chaque assemblage la biomasse et l'abondance de chacune des espèces ont été mentionnées. Les biomasses sont calculées sur la base des données du poids sec moyen des espèces concernées (annexe 9), d'après les travaux de LUMARET & KIRK (1987, 1991), LUMARET & STIERNET (1991) et LUMARET (communication personnelle). C représente la classe de taille des espèces, 9 étant le maximum (correspondances dans le tableau 7). Les résultats des deux relevés de juin sont fusionnés dans le tableau. Il est important de noter qu'entre le premier et le second relevé, quelques changements sont intervenus dans l'abondance relative de certaines espèces, qui n'apparaissent pas dans ce tableau synthétique. En effet pour certaines espèces, la barre des 10% a été franchie pour un des relevés mais pas dans l'autre, ce qui implique que l'organisation des assemblages en juin était encore fluctuante, dépendante des conditions météorologiques locales ou de la qualité des appâts utilisés d'une semaine à l'autre. Les principaux changements entre les deux relevés ont été les suivants :

S1 ouvert : *O. baraudi* franchit la barre des 10 % en biomasse au second relevé seulement.

S1 fermé : *A. fimetarius* chute en abondance et biomasse entre le premier et le second relevé.

S6 haut : apparition de *O. fracticornis* seulement au second relevé avec des effectifs nombreux.

S6 cerf : disparition brutale et totale d'*Agriinus tenellus* au second relevé (30 % des effectifs lors du 1^{er} relevé). Cette espèce est remplacée par *Onthophagus fracticornis* qui apparaît soudainement.

Lors des seconds relevés, une destruction des pièges ou un appât défectueux (cheval) n'ont pas permis de considérer les captures (sites 3 et 5 équin : distributions tronquées et effectifs très faibles). Dans ce cas, seules les fréquences des espèces de la première série de relevés ont été prises en compte.

Ces relevés que l'on peut qualifier de ratés permettent cependant de constater l'abondance relative d'*Aphodius fimetarius*, l'espèce la plus commune en France, capable de s'adapter à tous types de sols et présente dans toutes sortes de déjections, même anciennes et peu attractives pour les autres espèces.

Tableau 7 : Classes de biomasses

Classe	Biomasse (mg)
1	< 3
2	< 5
3	< 9
4	< 17
5	< 33
6	< 65
7	< 129
8	< 256
9	≥ 256

Tableau 8 : Groupes fonctionnels, juin et août (partiel) 2014

Station	Espèces	Classes	% Effectifs	% Biomasse (mg poids sec)
1- Les prés hauts ouverts	<i>Onthophagus fracticornis</i>	4	83,42%	81,23 %
	13 autres espèces		16,58%	18,17%
1- Les prés hauts fermés	<i>Geotrupes stercorarius</i>	9	0,79 %	23,89 %
	<i>Onthophagus fracticornis</i>	4	79,51%	63,38 %
	10 autres espèces		19,70%	12 ,73%
2- Les plans	<i>Coloboferus erraticus</i>	4	26,02 %	9,25 %
	<i>Geotrupes stercorarius</i>	9	3,09 %	52,22 %
	<i>Onthophagus fracticornis</i>	4	42,99 %	19,10 %
	19 autres espèces		24,87%	19,43%
3- Gaudillon	<i>Onthophagus baraudi</i>	3	37,66%	30,01 %
	<i>Onthophagus fracticornis</i>	4	13,42%	14,26 %
	<i>Onthophagus verticicornis</i>	5	23,16 %	46,02 %
	<i>Orodalus pusillus</i>	1	21,00 %	2,90 %
	5 autres espèces		4,76%	6,81%
4- Restefond bas	<i>Amidorus immaturus</i>	3	17,31%	17,64%
	<i>Amidorus obscurus</i>	3	81,36%	81,51%
	3 autres espèces		1,32%	0,85%
4- Restefond haut	<i>Amidorus immaturus</i>	3	32,77%	37,47%
	<i>Amidorus obscurus</i>	3	49,23%	55,35%
	<i>Heptaulacus carinatus</i>	1	15,69%	3,89%
	1 autre espèce		2,31%	3,29%
5- Pis-Parassac équin	<i>Amidorus obscurus</i>	3	40,56 %	14,42 %
	<i>Anoplotrupes stercorosus</i>	7	6,92 %	32,23 %
	<i>Geotrupes stercorarius</i>	9	1,13 %	26,00 %
	<i>Onthophagus baraudi</i>	3	20,19 %	9,13 %
	<i>Onthophagus fracticornis</i>	4	15,43 %	9,30 %
	10 autres espèces		15,77%	8,92%
5- Pis-Parassac ovin bas	<i>Amidorus obscurus</i>	3	26,44 %	18,26 %
	<i>Anoplotrupes stercorosus</i>	7	1,27 %	11,46 %
	<i>Coloboferus erraticus</i>	4	14,02 %	13,13 %
	<i>Onthophagus baraudi</i>	3	31,69 %	27,81 %
	<i>Onthophagus fracticornis</i>	4	14,51 %	16,98 %
	13 autres espèces		12,07%	12,36%

Station	Espèces	Classes	% Effectifs	% Biomasse (mg poids sec)
5- Pis-Parassac ovin milieu	<i>Agrilinus ater</i>	1	15,94 %	4,86 %
	<i>Amidorus immaturus</i>	3	17,99 %	15,67 %
	<i>Amidorus obscurus</i>	3	21,08 %	18,05 %
	<i>Aphodius fimetarius</i>	4	20,82 %	29,92 %
	<i>Onthophagus fracticornis</i>	4	18,77 %	27,23 %
4 autres espèces			5,40%	4,27%
5- Pis-Parassac ovin haut	<i>Amidorus obscurus</i>	3	24,56 %	20,39 %
	<i>Colobopterus erraticus</i>	4	14,95 %	16,83 %
	<i>Onthophagus baraudi</i>	3	24,56 %	25,92 %
	<i>Onthophagus fracticornis</i>	4	14,23 %	20,03 %
6 autres espèces			21,70%	16,83%
6- Bayasse bas	<i>Aphodius fimetarius</i>	4	21,25 %	14,66 %
	<i>Geotrupes stercorarius</i>	9	1,29 %	34,29 %
	<i>Onthophagus fracticornis</i>	4	59,98 %	41,79 %
14 autres espèces			17,48%	9,26%
6- Bayasse haut	<i>Amidorus obscurus</i>	3	13,16 %	6,57 %
	<i>Aphodius fimetarius</i>	4	20,83 %	17,46 %
	<i>Geotrupes stercorarius</i>	9	0,88 %	28,25 %
	<i>Onthophagus fracticornis</i>	4	42,98 %	36,40 %
9 autres espèces			22,15%	11,32%
6- Bayasse cerf	<i>Planolinus uliginosus</i>	1	22,04 %	2,93 %
	<i>Amidorus obscurus</i>	3	10,20 %	4,70 %
	<i>Aphodius fimetarius</i>	4	25,66 %	19,85 %
	<i>Geotrupes stercorarius</i>	9	1,64 %	48,88 %
	<i>Onthophagus fracticornis</i>	4	14,47 %	11,31 %
7 autres espèces			25,99%	12,33%
7- Uvernet-Fours	<i>Aphodius fimetarius</i>	4	15,09 %	11,21 %
	<i>Geotrupes stercorarius</i>	9	1,58 %	45,00 %
	<i>Onthophagus baraudi</i>	3	14,86 %	8,37 %
	<i>Onthophagus fracticornis</i>	4	21,17 %	15,89 %
	<i>Orodalus pusillus</i>	1	11,26 %	1,10 %
	<i>Chilothorax sticticus</i>	1	13,29 %	2,49 %
15 autres espèces			37,61%	15,94%

Le tableau 8 montre que sur un plan purement fonctionnel les communautés du mois de juin sont majoritairement centrées autour des espèces suivantes, par ordre décroissant d'importance : *Onthophagus fracticornis*, *Amidorus obscurus* et *Aphodius fimetarius* pour les trois principales. Viennent ensuite *Onthophagus baraudi*, *Amidorus immaturus* et *Colobopterus erraticus*. Ces espèces se répartissent bien entre les guildes de résidents (*A. fimetarius*), fousseurs (Onthophages) ou celles à nidification à l'interface sol-bouse (*C. erraticus*, et dans une moindre mesure les espèces du genre *Amidorus*) (LUMARET, 1990).

A celles-ci s'ajoutent les espèces satellites qui sont souvent de très petites espèces présentes en grand nombre (*Planolinus uliginosus*, *Agrilinus ater*, *Esymus pusillus*, etc) mais dont la biomasse est négligeable, ou au contraire de grosses espèces que l'on ne retrouve qu'en petit nombre mais dont la biomasse est importante (*Geotrupes stercorarius*). Ces grandes espèces jouent un rôle important dans l'exploitation de la matière fécale.

Les espèces accessoires représentent moins du quart des abondances (16% en moyenne). En terme de biomasse elles sont quasiment insignifiantes et jouent un rôle mineur dans la dégradation de la matière stercorale, représentant en moyenne environ 10% de la biomasse totale des individus d'un assemblage. A l'inverse, trois à quatre espèces dominantes constituent 90% de la biomasse totale.

4.2. Effets de la variable altitude

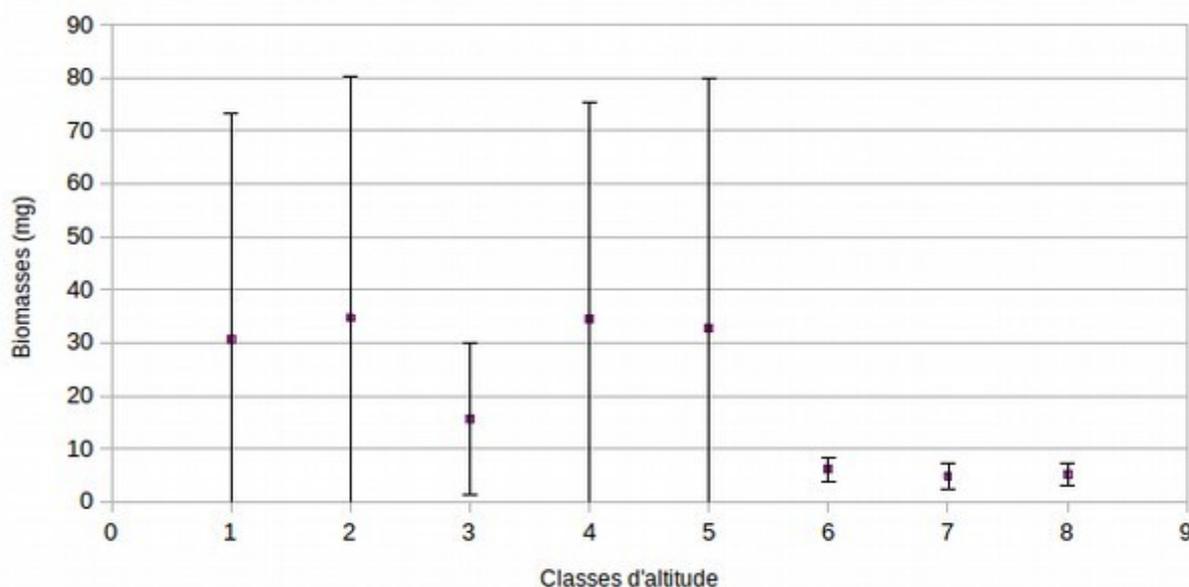


Figure 8 : Variation du poids moyen des espèces le long d'un gradient altitudinal

Pour chaque classe d'altitude (voir les valeurs du tableau 5) on a calculé la biomasse moyenne (mg) des espèces présentes. On constate qu'entre la classe 1 (1000-1250 m) et la classe 5 (2000-2250 m), la biomasse moyenne des espèces est comparable, avec une très forte variance (figure 7). Petites et grandes espèces cohabitent dans les assemblages, avec une biomasse moyenne des espèces proche de 35 mg. Les espèces de classe 3 (1500-1750 m), semblent pourtant faire exception: il s'agit en fait d'un cas particulier, le site 3, correspondant à un milieu forestier à la structure de végétation dense. De fait les milieux fermés modifient l'organisation des communautés, la végétation jouant le rôle d'un filtre en éliminant certaines composantes des milieux ouverts (en particulier la plupart des géotrupes), d'où la présence d'espèces en moyenne plus petites avec une amplitude de biomasse (et donc de taille) relativement réduite. Ce cas mis à part, on observe par contre une nette rupture à partir de la classe 6 (2250-2500 m) qui correspond au passage à l'étage alpin. Les espèces à cette altitude se doivent d'être adaptées à des conditions climatiques difficiles : elles sont toutes plus petites, avec une amplitude de taille entre les plus grosses et les plus petites très réduite. La taille

moyenne des espèces se rapproche d'une taille optimale, ni trop petite afin de faire assez de réserves pour la reproduction et pour conserver un taux de reproduction élevé, ni trop grosse afin d'avoir le temps de se développer dans un laps de temps court.

Il y a plusieurs façons d'analyser comment les communautés de bousiers se structurent en fonction de l'altitude. Sur le graphique de la figure 8 nous avons reporté en ordonnée le rang des espèces i (classement allant de l'espèce la plus abondante (rang 1) à l'espèce la moins abondante) et en abscisse l'abondance Q_i de ces mêmes espèces (valeurs exprimées en $\log(Q_i+1)$).

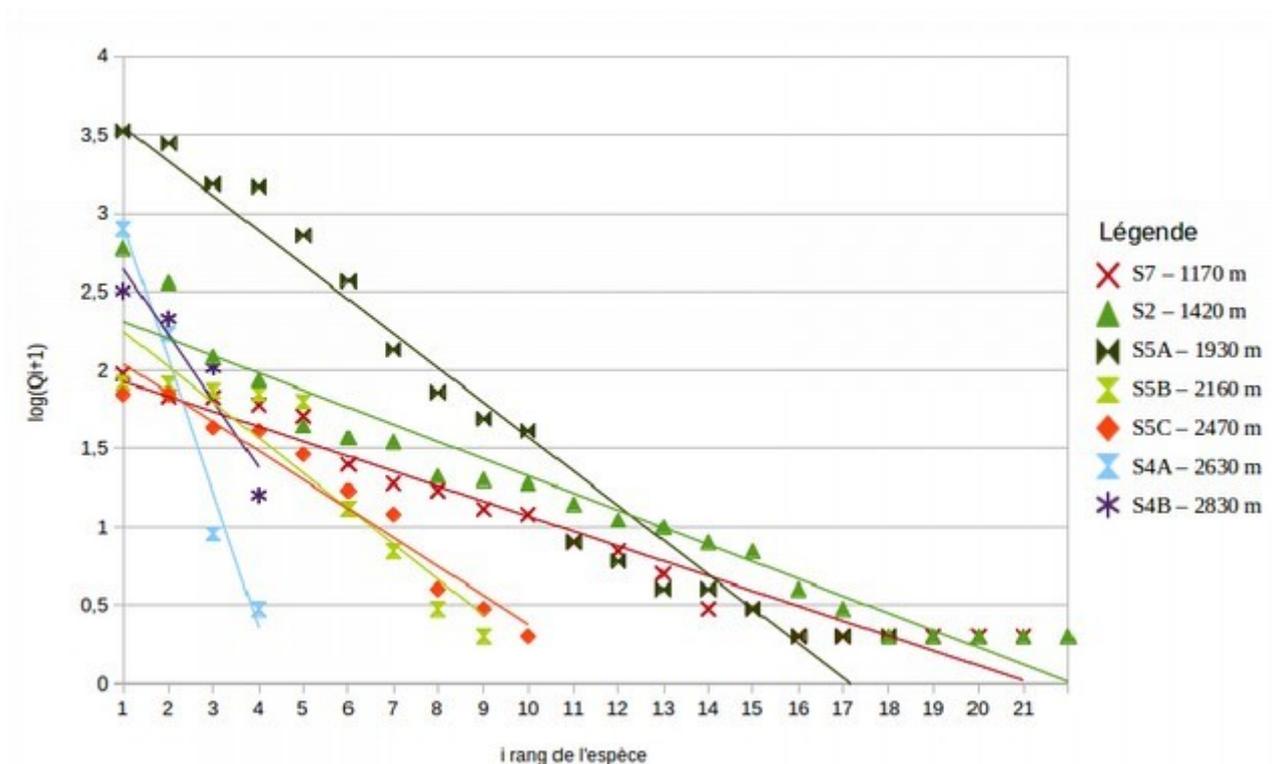


Figure 9 : Ajustement des assemblages d'espèces au modèle de Motomura

Les assemblages d'espèces ont été ajustés au modèle de Motomura (MOTOMURA, 1932) avec un coefficient de corrélation r^2 oscillant entre 0,87 et 0,97. La pente de la droite de régression linéaire qui est représentée par la valeur m , varie d'un site à l'autre, les pentes les plus fortes correspondant aux sites les plus contraignants (voir tableau 9 ci-dessous). Plus m est faible et plus l'équitabilité est forte au sein de l'assemblage. L'étude de m permet ainsi de distinguer trois familles de droites avec : les sites 7 et 2 d'une part, caractérisés par une grande richesse spécifique et une équitabilité élevée (étage montagnard) ; les sites 5 A, B et C avec un nombre d'espèces plus réduit (étage subalpin) ; enfin les sites 4 A et B avec très peu d'espèces, mais dont certaines sont représentées par un grand nombre d'individus et une faible équitabilité (étages alpin et nival). Pour les sites 2 et 7, l'équitabilité est élevée avec de nombreuses espèces aux effectifs relativement bien répartis.

Le site 5A à 1930 m se distingue des autres par une forte pente (et donc une équitabilité faible) très proche de celle des sites de plus haute altitude mais avec de nombreuses espèces présentes, ce qui la rapproche des sites de plus basse altitude. Ce site, bien exposé, est une interface entre les étages subalpin et alpin, ce qui pourrait expliquer ce comportement intermédiaire, qui en fait un site de transition, une sorte d'écotone, enrichi par des espèces provenant des altitudes inférieures et supérieures. La valeur du coefficient de corrélation r^2 du site 5 B à 2160 m est plus faible que les autres ; pour ce site l'équitabilité est très forte pour les cinq premières espèces (effectifs très comparables) avant de chuter brusquement.

Les résultats montrent ainsi que plus le milieu est contraignant (altitude croissante), plus l'équitabilité est faible. Les effectifs se rassemblent autour d'un faible nombre d'espèces dont la fréquence est très élevée et qui s'approprient l'essentiel des ressources trophiques disponibles à ce moment là. De manière globale le nombre d'espèces est réduit en altitude.

Tableau 9 : Etude des droites de régression

	Altitude	m (pente)	r ²
S7	1170	0,09	0,96
S2	1420	0,11	0,94
S5A	1930	0,22	0,96
S5B	2160	0,23	0,87
S5C	2470	0,18	0,95
S4A	2630	0,86	0,97
S4B	2830	0,42	0,89

Partie IV : Discussion et perspectives

1. Etude des assemblages

On observe une perte de diversité et une diminution de la biomasse avec l'augmentation de l'altitude, comme cela a déjà été observé par d'autres études dans des conditions similaires (LUMARET & STIERNET). Nous avons relevé que la fermeture du milieu, souvent due à l'abandon progressif de la gestion pastorale, se traduit par une perte d'abondance et de diversité.

Dans les assemblages les espèces se partagent équitablement les ressources trophiques à condition d'appartenir à des guildes distinctes ou à des classes de poids différentes. Cependant il est difficile d'expliquer que *A. obscurus* et *A. immaturus*, qui ont la même taille, la même phénologie et des exigences comparables cohabitent avec des effectifs voisins dans les sites les plus élevés. Toutefois *A. immaturus* a priori se retrouve à des altitudes supérieures à *A. obscurus*.

D'une manière générale, plus les conditions environnementales sont contraignantes, plus l'équitabilité est faible. Il semblerait que l'on ait vraiment l'existence de paliers altitudinaux plutôt que le glissement insensible d'un niveau à l'autre. On retrouve ici les notions d'étages (montagnard, subalpin, alpin...) tels que les avaient définis les phytosociologues et les biogéographes.

2. Retour sur les enquêtes

Les résultats des enquêtes menées auprès des éleveurs ont été compilés dans deux tableaux qui figurent en annexe 10. Tous les éleveurs (11) concernés par les alpages et prairies sur lesquels porte notre étude ont répondu à nos questions.

Les réponses apportées à ces questionnaires sont plus ou moins développées par les éleveurs, et contrastent de l'un à l'autre. Les traitements effectués ne sont pas enregistrés avec la même rigueur. Il en résulte des dates parfois très précises (à la demi-journée près), et d'autres très aléatoires (saison). La sensibilité de l'éleveur à ma présence faisait aussi varier les réponses. Tantôt l'un veut se débarrasser au plus vite du fardeau, tantôt l'autre invite à rester à sa table. La précision de la trame d'enquête n'implique pas une réponse complète et précise si toutefois l'éleveur n'en a pas l'envie.

3. Maîtrise du risque : quelles perspectives ?

3.1. Analyse du risque

Les périodes les plus sensibles pour les coprophages (notamment durant les périodes de reproduction) ont été reportées dans un tableau résumant le cycle de vie de chaque espèce (annexe 11). Ce tableau a été réalisé à l'aide des travaux de J-P. Lumaret dans le Queyras (LUMARET, 2010) et de l'atlas des coléoptères de France (LUMARET, 1990). Ces données sont à considérer avec précaution. En effet, pour une espèce largement répandue, les périodes d'activité sont "lissées" du nord au sud de la France. Par contre ces périodes sont plus précises lorsqu'il s'agit d'espèces à répartition réduite. Seules les périodes d'activité principales sont représentées, les périodes de reproduction étant souvent déduites des pics d'activité et de ce que l'on connaît de la biologie des espèces. Une espèce est d'autant plus sensible que ses périodes d'activité et de reproduction sont courtes. Il est certain qu'une espèce active plusieurs mois, avec deux générations par an et un régime non strictement coprophage sera infiniment moins sensible qu'une espèce qui n'est active que trois semaines dans l'année et pour laquelle les déjections sont l'unique alimentation.

Nous avons pour l'instant identifié trois espèces patrimoniales (*Amidorus immaturus*, *Onthophagus baraudi* et *Trypocopris alpinus*) et une espèce rare (*Onthophagus illyricus*) qui devraient faire l'objet d'une attention particulière dans le cadre du traitement des animaux. Ces espèces se reproduisent entre juin et août, période durant laquelle des molécules n'ayant pas d'effet toxique pour les coprophages devraient préférentiellement être utilisés.

Notre étude porte sur une seule année ; nous ne pouvons donc pas tirer de conclusions quant à une quelconque relation entre les traitements vétérinaires effectués en 2014 et une bonne ou mauvaise santé des populations. La plupart des traitements utilisés ne paraissent pas avoir d'effet immédiat ; les conséquences peuvent n'apparaître que l'année suivante car les rejets médicamenteux touchent surtout les larves. D'une manière générale, l'impact des traitements sur les communautés de coprophages n'est vraiment apparent que sur le long terme, parfois après une quinzaine d'années, à condition d'avoir un référentiel des pratiques des éleveurs sur cette durée et un suivi régulier des populations de coprophages (LUMARET, comm. pers.). Il est donc difficile d'une année sur l'autre de savoir quel a été l'effet d'un traitement, sauf s'il s'agit de molécules particulièrement dangereuses et d'effet immédiat pour la faune coprophage comme cela a été le cas du dichlorvos longtemps utilisé comme antiparasitaire chez le cheval (LUMARET, 1986).

Nous avons repris chacune des molécules utilisées par les éleveurs enquêtés en croisant les périodes de traitement, les risques pour la faune coprophage et les sites concernés recevant les animaux traités. Il en résulte le tableau de synthèse n°10. Celui-ci a été réalisé en tenant compte des travaux de VIRLOUVET (2005), des données de J.P. LUMARET (com. pers.), et des informations contenues dans le Dictionnaire des Médicaments Vétérinaires (PETIT, 2011). Dans ce tableau nous n'avons pris en compte que les traitements visant les parasites. Les antibiotiques ne sont pas concernés, d'autant plus que leur effet est négligeable sur la faune coprophage dans la mesure où le traitement est effectué à l'individu. Globalement nous considérons que les traitements effectués "à la bête" n'ont pas d'effet délétère sur les populations de bousiers. Deux sites (2 et 6) ont pu être identifiés comme présentant des pratiques à risques du fait de la rémanence de molécules toxiques (traitement juste avant voire le jour de l'arrivée sur le site). Cela présente un danger pour la faune coprophage, d'autant plus que trois espèces rares ou patrimoniales y sont présentes. Il n'y a pas de risque notable pour la faune coprophage dans les autres sites.

Tableau 10 : Traitements vétérinaires et risques potentiels pour la faune coprophage

Molécule	Protection de l'animal	Risques	Risque dans le contexte du site concerné
Butox® 7,5 Pour-on (Deltaméthrine : pyréthrianoïde de synthèse)	Mouches : 8-10 semaines Tiques : 4-5 semaines	Effets toxiques jusqu'à 21 jours après l'application	Tout le troupeau traité le jour de la montée en alpages (fin juillet) donc risque élevé pour l'alpage du site 6 pendant trois semaines.
Cydectine® 1% Solution injectable (Moxidectine)	2 à 5 semaines	Effet très atténué pour les coprophages (maximum 3 jours et sans mortalité totale).	Idem
Ectotrine® Pour-on (Cyperméthrine : pyréthrianoïde de synthèse)	7 à 8 semaines	Rejet de résidus médicamenteux pendant 1,5 mois. Libération progressive du produit avec risque élevé pour les insectes coprophages pendant les 7 à 10 premiers jours (VIRLOUVET, 2005).	Risque réduit sur l'alpage (S1) car un seul éleveur sur les deux traite son troupeau et traitement 10 jours avant la montée en alpage. Le risque se cantonne sur l'exploitation de l'éleveur puisque le traitement s'effectue en extérieur.

Eqvalan® (Ivermectine) Pâte orale	-	Les études menées sur <i>Neomyia cornicina</i> (diptère Muscidae) ont montré une mortalité totale pendant les deux premières semaines et une très forte mortalité jusqu'au 21ème jour (alors que les traitements à la moxidectine entraînent chez cette espèce une forte mortalité les 5 premiers jours) (LUMARET, comm. pers.).	Site 5 : une dizaine de chevaux traités sur l'exploitation en avril. Pas de risque sur ce site. Risque sur l'exploitation (en dehors du Parc) en avril. Ces chevaux ont cessé de pâturer le site 5 en 2014. Site 2 : six chevaux présents deux semaines en automne. Traitement à l'eqvalan à cette période. Risque modéré, mais avéré.
Hapadex Suspension orale (Netobimin : benzimidazole)	-	Pas d'effet nocif avec l'utilisation des benzimidazoles (LUMARET & ERROUSSI, 2002)	Pas de problème
Ivomec® Pour-on Bovin (Ivermectine)	Protection contre <i>Haematobia irritans</i> (mouches des cornes) : 5 semaines	Toxicité forte pendant les 7 à 10 premiers jours post-traitement.	Traitement effectué de manière ponctuelle sur la bête malade concernée, pas d'utilisation toutes les années. Pas de risque avéré.
Oxfenil® 9,06 % et Oxfenil® 2,265 % Suspension orale (Oxfendazole)	-	Pas d'effet nocif avec l'utilisation des benzimidazoles (LUMARET & ERROUSSI, 2002)	Pas de problème
Panacur® Bolus Bolus (Fenbendazole : benzimidazole)	Actif pendant 140 jours	Pas d'effet nocif avec l'utilisation des benzimidazoles (LUMARET & ERROUSSI, 2002)	Pas de problème

3.2. Préconisations

De manière générale, on sait que parmi les molécules existantes (d'après LUMARET & ERROUSSI, 2002) :

- **Certaines n'ont pas d'effet nocif significatif sur la faune coprophage** : les benzimidazoles qui ont été étudiés (thiabendazole, cambendazole, fenbendazole, mebendazole, oxfendazole), les imidazothiazoles (levamisole), et les salicylanilides (niclosamide, rafoxamide)
- **D'autres sont nocives pour la faune coprophage** : les résidus d'anthelminthiques comme la phénothiazine (composé hétérocyclique), le coumaphos, le ruélène, la piperazine et le dichlorvos (organophosphoré phosphate).

Concernant l'impact des traitements vétérinaires, il apparaît que peu de traitements sont effectués sur les troupeaux (en moyenne un à deux par an), et que les molécules utilisées sont dans la plupart des cas inoffensives pour les insectes coprophages. Il conviendrait de faire connaître aux vétérinaires et aux éleveurs quelles molécules sont les plus à risques, afin de contrôler leur utilisation. Une liste de molécules à proscrire en zone cœur du Parc ou lors de la contractualisation de MAEt pourrait être établie pour servir de guide à l'usage des gestionnaires d'espaces naturels. Du fait des variations inter-annuelles sur un site, seule une étude conduite sur plusieurs années pourrait permettre de traduire le lien entre les traitements effectués et les populations de coprophages.

Pour une bonne maîtrise du risque lié aux traitements antiparasitaires, les dates de traitement doivent être enregistrées avec précision (le risque est le plus élevé dans les jours qui suivent le traitement) et doivent être adaptées en fonction du risque encouru. Le contrôle des parasites ne doit

pas reposer uniquement sur le traitement systématique des animaux (AGREIL & GREFF, 2008). Il serait souhaitable que l'objectif premier de l'éleveur soit de conserver un bon état de santé générale de son troupeau, et cela tout au long de l'année, en favorisant l'acquisition d'une immunité durable pour tous les individus, ce qui implique que les animaux doivent rester toujours faiblement parasités et non totalement débarrassés de leurs parasites. Les molécules proposées pour traiter le troupeau sont diverses et variées avec des effets différents pour la faune coprophage. En l'absence de cette faune du fait des traitements, la dégradation des bouses est de 1,7 à 2,2 fois plus lente et peut atteindre 3 à 4 ans sous un climat méditerranéen (LUMARET & KADIRI, 1995).

Pour limiter les risques environnementaux, AGREIL et GREFF (2008), ont établi une liste de préconisations que nous reprenons ci-dessous :

- Eviter les traitements systématiques préventifs
- Ne traiter que les animaux ou groupes d'animaux malades
- Choisir les produits spécifiques de la maladie
- Varier les matières actives utilisées chaque année, en étant attentifs à ne pas seulement changer de nom de produit, mais changer aussi de molécule
- Administrer la bonne dose (ni plus, ni moins) après pesage des animaux
- Privilégier le traitement par injection ou ingestion
- Privilégier les produits les moins toxiques
- Choisir la période de traitement en fonction du calendrier de pâturage, du cycle naturel des parasites, de l'activité du produit
- Traiter quelques jours avant le changement de pâture : le traitement favorise l'évacuation des oeufs (majoritairement 7 à 10 jours si on évite les molécules dont les excréments persistent plusieurs semaines)
- Eviter tout traitement avec une mise en pâturage proche d'un point d'eau car il y a risque d'atteinte de la faune aquatique
- Pratiquer en bergerie certains traitements, par exemple contre les ténias des ovins.

Des traitements alternatifs existent, qui ont été expérimentés par un éleveur rencontré, avec a priori de bons résultats. Voici quelques exemples de pratiques :

- Chlorure de magnésium dans le sel ou sur le foin pour renforcer le système immunitaire
- Selephefrol (vitamines en piqure) pour prévenir le traitement des myopathies des agneaux
- En continu pour les agneaux : mélange d'eau et de vinaigre de cidre au moment du sevrage (gestion de l'acidité pour la digestion).
- Contre la coccidiose : argile, ail en poudre dans des boîtes suspendues pour les agneaux (une semaine quand ils ont 2 mois), voire si c'est insuffisant de la poudre de marjolaine et dans le cas d'une baisse d'énergie ajout de Sariette et de Caroube.

Ces exemples sont quelques idées des pratiques qui peuvent être conduites pour renforcer le système immunitaire du troupeau voire même dans le cas du traitement d'une maladie parasitaire.

On trouvera en annexe 12 une mini bibliographie de documents traitant des méthodes alternatives pour traiter le troupeau des diverses affections.

Partie V : Retour d'expérience

Ce stage était tout d'abord la découverte d'un univers : la recherche. Je me suis surprise à trouver des travailleurs solitaires, mais aussi solidaires, toujours prêts à ouvrir la discussion. Un espace réduit entre quatre murs et cent piles de revues scientifiques, qui s'ouvre sur les portes de la connaissance, de l'échange et de l'entraide. J'ai beaucoup appris au contact des autres sur mon sujet comme sur d'autres, notamment à prendre du recul sur certaines choses.

Ma mission était un cas d'exception comparé aux autres sujets d'étude, parce qu'elle entrait plus dans la recherche appliquée que fondamentale, et ce n'était pas pour me déplaire. Car sur le terrain je me suis retrouvée entièrement dans mon élément, au milieu des montagnes en travailleuse autonome. La rencontre avec les éleveurs était toujours un moment attendu, récompensé par des échanges qui offrent souvent de nouvelles perspectives. Ma binoculaire au laboratoire m'a offert des moments d'intimité, dans ce travail répétitif et de concentration. De la presque méditation. De manière globale, je me suis découvert des capacités d'autogestion alors même que je me pensais faite quasi exclusivement pour le travail en équipe. J'ai apprécié me plonger dans les articles des dernières décennies et m'autoformer aux coléoptères coprophages. Il m'est désormais impossible de rester impassible à la vue des déjections déposées le long de ma route... Elles recèlent de secrets bien trop ignorés !

J'ai renforcé ma volonté de vivre et de travailler près du monde agricole et des montagnes, étant toujours plus sensible aux problématiques de production en élevage et à la conservation des activités traditionnelles qui maintiennent les paysages que j'affectionne et la biodiversité qui lui est inféodée. Je souhaite continuer sur la voie de la recherche, mais d'alternatives cette fois, pour réconcilier les deux domaines qui me sont précieux, que sont l'agriculture et l'environnement.

Pour les prochains mois c'est l'excitation de connaître le contenu de mes prochains flacons afin d'en tirer les secrets des communautés d'insectes des montagnes qui me tient en haleine.



Conclusion

Cette étude nous a permis de dénombrer 23 771 coléoptères coprophages pour 36 espèces, ce qui nous donne une bonne idée des communautés de début de printemps du Parc National du Mercantour. Parmi ces espèces 3 sont des espèces patrimoniales et une espèce est rare, de par leur caractère endémique. Les résultats des études statistiques qui ont fait suite aux relevés semblent entrer en corrélation avec les recherches effectuées sur d'autres sites des Alpes (LUMARET & STIERNET ; JAY-ROBERT). La richesse spécifique et la biomasse des espèces sont négativement corrélées avec la prise d'altitude tandis que la diversité spécifique semble indifférente aux changements d'altitude. Si le milieu se referme les diversité et richesse spécifiques diminuent, les bousiers sous nos latitudes étant des espèces de milieux ouverts.

La seconde partie de l'étude s'est intéressée aux pratiques des éleveurs rencontrés. Aucun des sites étudiés n'a semblé être touché par une sévère destruction des communautés de coprophages. Par ailleurs les enquêtes ont fait ressortir un risque lié aux traitements antiparasitaires faible à moyen avec une menace liée à l'usage de certaines molécules en particulier dont le recours devrait être surveillé voire réglementé comme dans le cas de contractualisations en MAEt notamment. Nous avons pu avancer des idées pour une gestion des parasites différente, et proposer des molécules alternatives car moins nocives pour l'environnement. Une réflexion est à enclencher pour sauvegarder ces milieux sensibles et riche d'une biodiversité souvent très utile pour le monde agricole.

Ces résultats restent pour l'instant très incomplets car l'étude va se poursuivre dans les quelques mois à venir et d'autres relevés viendront compléter les premiers. Aussi les hypothèses de ce rapport pourront être infirmées ou confirmées, et une analyse temporelle des communautés nous donnera une bonne vue d'ensemble de la dynamique des populations de bousiers au cours d'une saison au lieu de se restreindre à un instant t. Toutefois, les variations interannuelles de la composition des communautés nous inviteront toujours à prendre du recul sur des résultats qui restent relatifs.

Bibliographie

- Agreil C., Greff N., 2008. Des troupeaux et des hommes en espaces naturels : une approche dynamique de la gestion pastorale : guide technique. Vourles, Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels. 92 p.
- Agreste, 2011. Recensement agricole 2010, Provence-Alpes-Côte d'Azur, premières tendances. 63 : 4 p.
- Ballan E., Atelier Azimuts, 2003. Atlas des paysages des Alpes de Haute-Provence, CG Alpes de Haute-Provence et DIREN PACA. 661 p.
- Baraud J., 1992. Coléoptères Scarabaeoidea d'Europe, Paris ; Lyon, Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles ; Société linnéenne de Lyon. 850 p.
- Barbier B., ns. Que sont les Alpes de Haute-Provence ? L'agriculture départementale - Chambre d'agriculture des Alpes de Haute-Provence. Adresse : <http://www.ahp.chambagri.fr/lagriculture-departementale.html> [Consulté le : 27 mai 2014].
- Bloor J.M.G., Jay-Robert P., Le Morvan A., Fleurance G., 2012. Déjections des herbivores domestiques au pâturage : caractéristiques et rôle dans le fonctionnement des prairies. *Productions Animales*, 25 (1) : 45.
- Boutefeu M., 2014. LIFE+ Chiro-Med Action A8 - Amélioration des connaissances relatives aux ressources alimentaires du Grand rhinolophe. Rapport final : Impact des traitements antiparasitaires sur les coléoptères coprophages. Les Amis des Marais du Vigueirat. 109 p.
- Braud Y., 2012. Lépidoptères, Orthoptères et Coléoptères coprophages du Parc National du Mercantour. Synthèse des connaissances, élaboration d'une stratégie d'inventaires et de suivis des milieux agropastoraux. Rapport d'étude INSECTA sarl pour le Parc National du Mercantour. 92 p.
- Carpaneto G.M., Mazziotta A., Valerio L., 2007. Inferring species decline from collection records : roller dung beetles in Italy (Coleoptera, Scarabaeidae). *Diversity and Distributions*, 13 (6) : 903-919.
- Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive. Ecologie des arthropodes et changements globaux. Adresse : <http://www.cefe.cnrs.fr/ecologie-des-arthropodes-et-changements-globaux/equipe> [Consulté le : 28 avril 2014].
- Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, 2005. Rapport scientifique 2002-2005, projet 2007-2010. Rapport scientifique, Montpellier. Adresse : <http://dypopco.cefe.cnrs.fr/articles/%20PDF/2005/RapportCEFE2002-2005sp.pdf#page=165> [Consulté le : 28 avril 2014].
- Curry J.P., 1994. Grassland invertebrates. Ecology, influence on soil fertility and effects on plant growth. Chapman & Hall, London, 437 p.
- Doube B.M., 1990. A functional classification for analysis of the structure of dung beetle assemblages. *Ecological Entomology*, 15 (4) : 371-383.
- Errouissi F., Jay-Robert P., Lumaret J.P., Piau O., 2004. Composition and structure of dung beetle (Coleoptera: Aphodiidae, Geotrupidae, Scarabaeidae) assemblages in mountain grasslands of the Southern Alps. *Annals of the Entomological Society of America*, 97 (4) : 701-709.
- Fabre J.L., ns. Des productions animales dominées par l'élevage ovin. Les productions animales - Chambre d'agriculture des Alpes de Haute-Provence. Adresse :

<http://www.ahp.chambagri.fr/lagriculture-departementale/les-productions-animales.html>
[Consulté le : 27 mai 2014].

- Fincher G.T., 1975. Effect of dung beetle activity on the number of nematode parasites acquired by grazing cattle. *Journal of Parasitology*, 61 : 759-762.
- Floate K.D., Kadiri N., 2013. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) associated with cattle dung on native grasslands of southern Alberta, Canada. *The Canadian Entomologist*, 145 (6) : 647-654.
- Gams H., 1935. Pflanzenleben des Glocknergebietes. Kurze Eläuterungen der Vegetationskarte. *Z. Deutschen und Österreichischen Alpenverein*, 66 : 157-176.
- Gittings T., Giller P.S., 1997. Life history traits and resource utilisation in an assemblage of north temperate *Aphodius* dung beetles (Coleoptera : Scarabaeidae). *Ecography*, 20 (1) : 55-66.
- Halffter, G. 2005. Towards a culture of biodiversity conservation. *Acta Zoologica Mexicana* 21 : 733-153.
- Hanski I., 1982. Dynamics of regional distribution : the core and satellite species hypothesis. *Oikos*, 38 : 210-221.
- Hanski I., 1991. North temperate dung beetles : 75-96. Dans : Hanski, I. & Cambefort, Y. (eds), *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Hanski I., Cambefort Y., 1991. *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 481 p.
- Hanski I., Kuusela S., 1977. An experiment on competition and diversity in the carrion fly community. *Annals of Entomology Fennici*, Helsinki, 43 (1) : 108-115.
- Herd R., 1995. Endectocidal drugs : ecological risks and counter-measures. *International Journal for Parasitology*, 25 (8) : 875-885.
- Jay-Robert P., 1997. Dynamique des introgressions réciproques de la faune des Scarabéides coprophages entre la zone méditerranéenne et la chaîne alpine. Implications biogéographiques. Thèse doctorat de l'Université Montpellier 3. 431 p.
- Jay-Robert P., Lobo, J.M., Lumaret, J.P., 1997. Altitudinal turnover and species richness variation in European montane dung beetle assemblages. *Arctic and Alpine research*, 29 (2) : 196-205.
- Jay-Robert P., Niogret J., Errouissi F., Labarussias M., Paoletti E., Vázquez Luis M., Lumaret J.P., 2008. Relative efficiency of extensive grazing vs. wild ungulates management for dung beetle conservation in a heterogeneous landscape from Southern Europe (Scarabaeinae, Aphodiinae, Geotrupinae). *Biological conservation*, 141 (11) : 2879-2887.
- Kadiri N., Lumaret J.P., Floate K.D., 2014. Functional diversity and seasonal activity of dung beetles in native grasslands in Southern Alberta, Canada. *The Canadian Entomologist*, 146 (3) : 291-305
- Lelaure B., 2005. Les produits antiparasitaires : quels risques pour l'entomofaune du Parc national du Mercantour. Rapport de stage, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 30 p.
- 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*, 42 (3) : 252-266.

- Lobo J.M., Martín-Piera F., Veiga C.M., 1988. Las trampas pitfall con cebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprófagas de Scarabaeoidea (Col.). I. Características determinantes de su capacidad de captura. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, 25 (1) : 77-100.
- 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.]. *Bulletin de la Société entomologique de France*, 88 (7-8) : 481-495.
- Lumaret J.P., 1986. Toxicité de certains anthelminthiques vis-à-vis des insectes coprophages et conséquences sur la disparition des excréments de la surface du sol. *Acta Oecologia, Oecologia Applicata*, 7 : 313-324.
- Lumaret J.P., 1990. Atlas des Coléoptères Scarabéides Laparosticti de France. Collection "Inventaires de Faune et de Flore", n°1. Secrétariat Faune et Flore, MNHN, Ministère Environnement édit., Paris. 420 p.
- Lumaret J.P., 2002. Les coléoptères coprophages : écologie, répartition locale, menaces, reconnaissance, gestion. Guide pratique à l'usage des gestionnaires des espaces protégés, Stage à Villar d'Arène (Hautes-Alpes), ATEN et laboratoire de zoogéographie, Université Montpellier III. 121 p.
- Lumaret J.P., 2010. Environnement et protection des animaux d'élevage : opération pilote pour une gestion parasitaire globale et environnementale des élevages de ruminants dans le Parc Naturel Régional du Queyras. Rapport de fin de contrat, Laboratoire de zoogéographie, Université Montpellier 3. 40 p.
- Lumaret J.P., Errouissi F., 2002. Use of anthelmintics in herbivores and evaluation of risks for the non target fauna of pastures. *Veterinary Research*, 33 (5) : 547-562.
- Lumaret J.P., Errouissi F., Floate K., Römbke J., Wardhaugh K., 2012. A review on the toxicity and non-target effects of macrocyclic lactones in terrestrial and aquatic environments. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 13 (6) : 1004-1060.
- Lumaret J.P., Kadiri N., 1995. The influence of the first wave of colonizing insects on cattle dung dispersal. *Pedobiologia*, 39 (6) : 506-517.
- Lumaret J.P., Kadiri N., Bertrand M. 1992. Changes in resources : consequences for the dynamics of dung beetle communities. *Journal of Applied Ecology*, 29 : 349-356.
- Lumaret J.P., Kirk A., 1987. Ecology of dung beetles in the French Mediterranean region (Coleoptera : Scarabaeinae). *Acta Zoologica Mexicana*, 24 : 55.
- Lumaret J.P., Kirk A., 1991. South temperate dung beetles : 97-115. Dans : Hanski, I. & Cambefort, Y. (eds), *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Lumaret J.P., Martínez I., 2005. El impacto de productos veterinarios sobre insectos coprófagos: consecuencias sobre la degradación del estiércol en pastizales. *Acta Zoologica Mexicana*, 21 (3) : 137-148.
- Lumaret J.P., Stienet N., 1989. Inventaire et distribution des Coléoptères Scarabéides coprophages dans le massif de la Vanoise. *Travaux scientifiques Parc National de la Vanoise*, 17 p.
- Lumaret J.P., Stienet N., 1991. Montane dung beetles : 242-254. Dans : Hanski, I. & Cambefort, Y. (eds), *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

- Lumaret J.P., Stiernet N., 1992. Biogeography of dung beetle communities in the western and the central Alps (Coleoptera Scarabaeidae) : 425-436. Dans : Bacetti, B. (éd.), Il popolamento delle Alpi occidentale. Biogeographia (nuova serie), Torino, XVI.
- Lumaret J.P., Stiernet N., 1993. Organisation des peuplements de Scarabéides coprophages de Vanoise (Insectes coléoptères). Actes 116^{ème} congrès Sociétés Savantes, Chambéry 1991, Sciences. CTHS, Paris : 225-239.
- Lumaret J.P., Stiernet N., 1994. Adaptation and evolutive strategies of dung beetles in high mountains (Coleoptera, Scarabaeoidea). *Ecologie*, 25 (2) : 79-86.
- Maciejewski L., 2012. État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1. Rapport SPN 2012-21, Service du patrimoine naturel, Museum national d'histoire naturelle, Paris. 119 p.
- Mani M.S., 1968. Ecology and biogeography of high altitude insects. W. Junk Publishers, The Hague : 527 p.
- Motomura I., 1932. Etude statistique de la population écologique. *Doobutugaku Zassi*, 44 : 379-383.
- Nichols E., Spector S., Louzada J., Larsen T., Amezcuita S., Favila M.E., 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, 141 (6) : 1461-1474.
- Parc National du Mercantour, 2013. Charte du Parc National du Mercantour. 183 p.
- Parc National du Mercantour, Le territoire du Mercantour. Adresse : <http://www.mercantour.eu/> [Consulté le : 28 avril 2014].
- Parc national du Mercantour, Atelier technique des espaces naturels, 2002. Atlas du parc national du Mercantour, Nice, Parc national du Mercantour, 80 p.
- Parcs nationaux de France, 2012. Alpages et estives dans les parcs nationaux métropolitains de montagne, Plaquette, 24 p.
- Paulian, R., Baraud, J., 1982. Faune des coléoptères de France, II Lucanoidea et Scarabaeoidea. Lechevalier SARL. 291 p.
- Petit, S. (sous la direction de), 2011. Dictionnaire des médicaments vétérinaires et des produits de santé animale commercialisés en France. Le point vétérinaire. 1807 p.
- Rojewski C., 1983. Observations on the nesting behaviour of *Aphodius erraticus* (L.) (Coleoptera, Scarabaeidae). *Polskie Pismo Entomologiczne*. 53 (3) : 271-279.
- Virlouvet G., 2005. Effets des antiparasitaires sur les insectes coprophages. *Le Point Vétérinaire*, 255 : 42-45.

Liste des annexes

Annexe 1 : Présentation du modèle de piège attractif

Annexe 2 : Tableau de présentation des sites géographiques

Annexe 3 : Carte des sites géographiques

Annexe 4 : Trame d'enquête à destination des éleveurs

Annexe 5 : Lettre d'information à destination des éleveurs

Annexe 6 : Résultats des captures, juin et août (un site) 2014

Annexe 7 : Distributions de l'abondance des espèces par station

Annexe 8 : Description des espèces recensées

Annexe 9 : Biomasses des espèces contactées

Annexe 10 : Compilation des enquêtes 2014

Annexe 11 : Cycles de vie des espèces

Annexe 12 : Petite bibliographie de documents relatifs aux traitements vétérinaires alternatifs

Annexe 1 : présentation du modèle de piège attractif

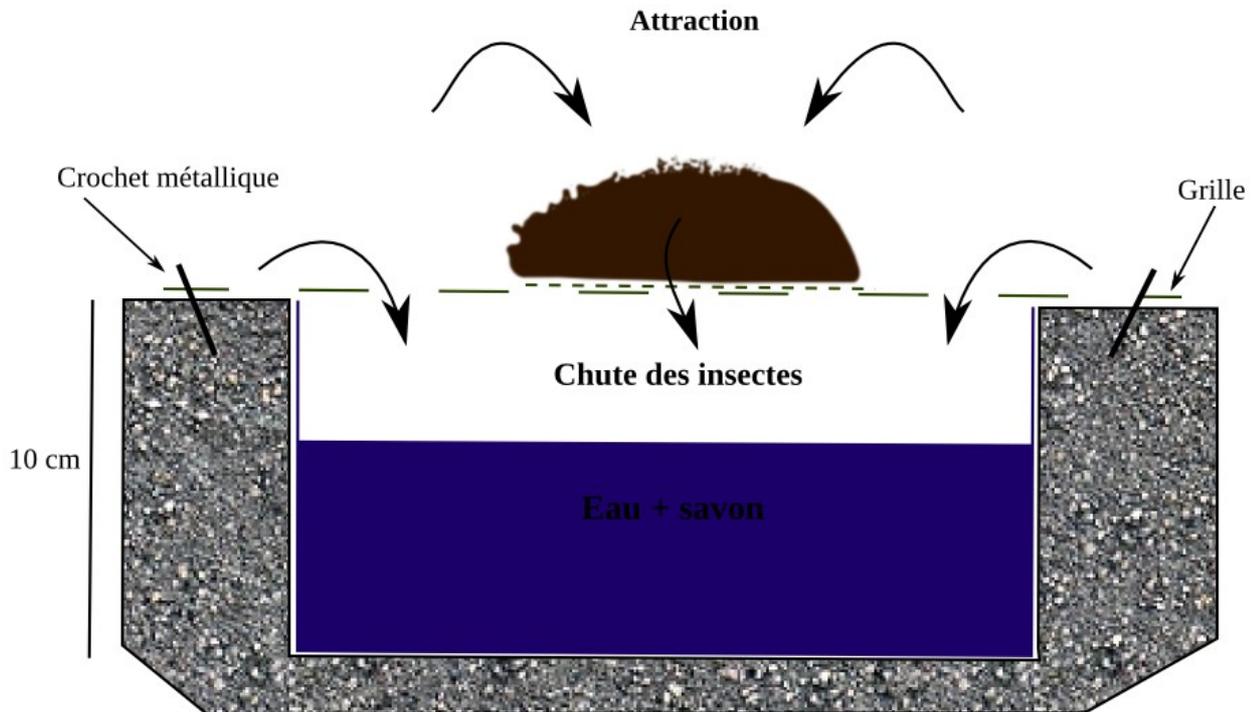


Schéma inspiré des travaux de JP Lumaret



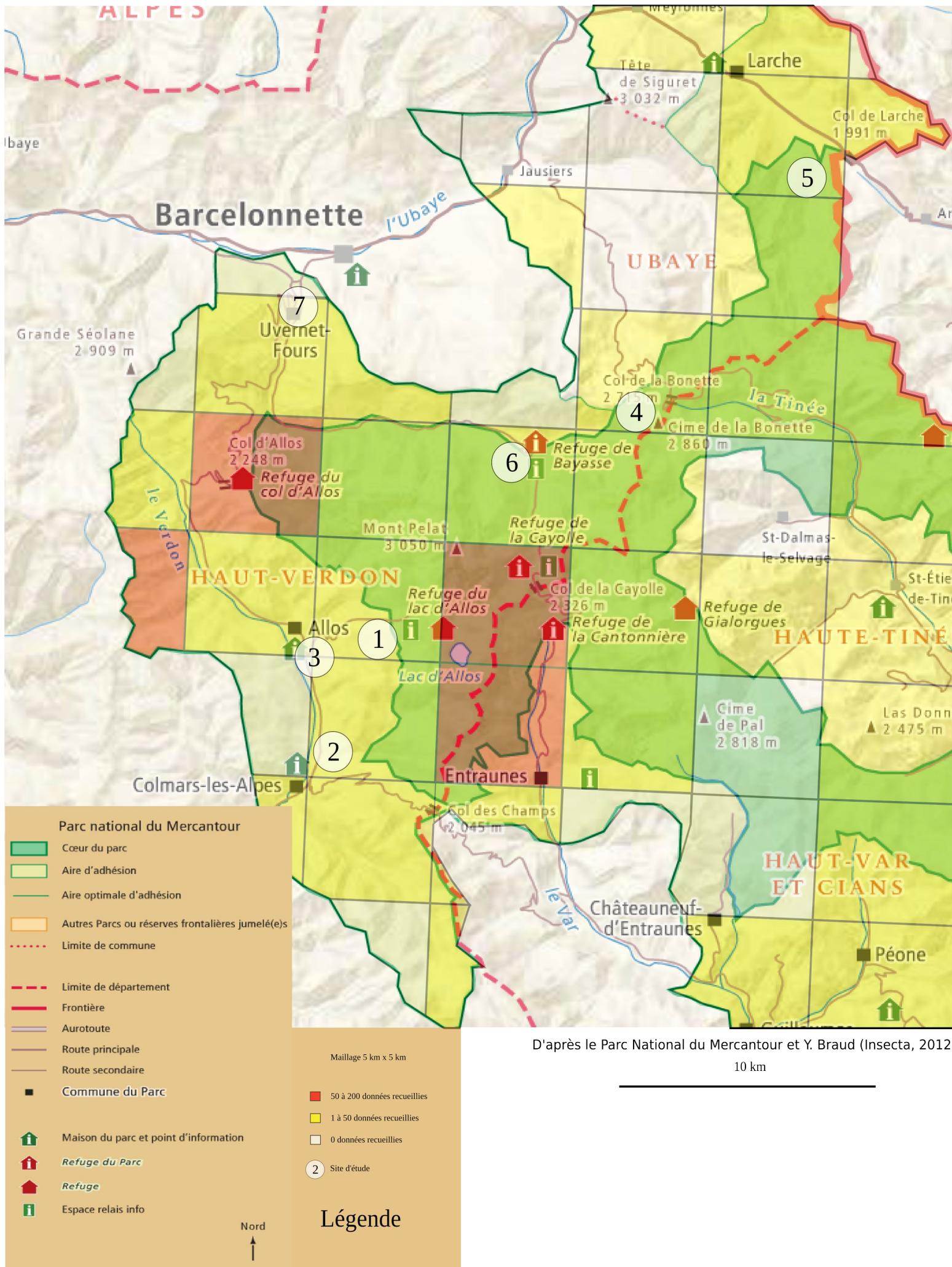
Photo Camille Buffin

Annexe 2 : Tableau de présentation des sites géographiques

N°	Nom	Commune	Coordonnées (géoportail)	Amplitude altitudinale	Surface	Versant	Type de troupeau	Nombre de bêtes	Période(s) de pâturage	Conduite	Habitats naturels	Faune sauvage	Accès	Eleveur	Autre (MAEt, ...)
1	Les Prés Hauts	Allos	Long : 6°39'44.8"E Lat : 44°14'33.4"N	1600-2000	155 ha	partie basse plutôt en adret, partie haute plutôt en ubac	Bovins	Moins de 80	Fin juillet au 15 octobre	Parc	Prés fauchés, mélezins, anciens prés de fauche abandonnés sur la partie basse / pelouses sur la partie haute	Faiblement fréquenté par les ongulés (chevreuil, chamois l'hiver)	Facile	A, B et C	Pas de MAEt, protocole tétra OGM
2	Les Plans	Allos	Longitude : 6° 37' 36.9" E Latitude : 44° 13' 58.0" N	Env. 1400 m - plat	27 ha	(pas d'effet adret/ubac)	Bovins	50	octobre à début novembre <u>Bovins</u> : troupeau local, et sur un temps limité <u>Ovins</u> : pas toutes les années et locales ou transhumantes selon les années <u>Equins</u> : 2 sem. en automne	Parc	Prés de fauche (en partie amendés) et bocages	Faiblement fréquenté par les ongulés sauvages, au printemps (zone fréquentée par le loup)	Facile (contre bas du village)	C et M	Pas de MAEt
							Ovins	500							
							Equins	6							
3	Gaudillon	Colmars-les-Alpes	Longitude : 6° 38' 27.6" E Latitude : 44°12'04.9"N	1400-1550	12 ha	Versant ouest (pas trop d'influence adret/ubac)	Equins (ânes)	13	24 juin – 14 septembre	Parc	Prés non fauchés au milieu d'un bois (feuillus/résineux), coupes occasionnelles	Bien fréquenté par les cerfs et les chevreuils l'hiver	Moins d'1/2 heure	D	Troupeau local, pas de MAEt

4	Moutière Restefond	Jausiers	Longitude : 6° 48' 26.3" E Latitude : 44° 19' 42.3" N	2600-2800	280 ha	Ubac / adret	Ovins	1500	15 au 25 août	Garde	Pelouses d'altitude, présence de ZH et pentes avec fort drainage, mais présence également de pentes moins humides	Fréquenté par les bouquetins l'hiver, notamment la zone de défens prévue à cet effet	Très facile	Groupement pastoral. Eleveurs E, F et G	Troupeau local, MAEt avec zone de quiétude pour lagopède et zone de défens pour bouquetins, calendrier de pâturage
5	Parassac/Lauzanier (UP Pis-Parassac)	Larche	Larche : Long : 6°50'47.3"E Lat : 44°27'03.7"N	Entre 1800m et 2000m + jusqu'à 2700m pour les quartiers d'août	650 ha	Ubac / adret	Ovins	1200	4 quartiers (Q1 & Q2 jusqu'à 1500 ovins du 20 juin au 31 août, Q3 & Q4 jusqu'à 800 ovins du 1 sept au 10 oct.)	Garde, transhumants de Provence Berger (= éleveur I)	Adret sec avec prairie de fauche à queyrellin, pelouses alpines sur les quartiers d'août	Un peu de fréquentation par les chamois l'hiver ; présence d'une zone de défens (chamois, mouflon, ...) dans le vallon du Lauzanier	Accès en 2h30 pour la partie haute	Eleveurs H, I et J	MAEt, diagnostics d'alpage établis par Lambertin et CERPAM, calendrier de pâturage
							Equins (chevaux) au pied du Parassac	6-7	juillet + août depuis 8-9 ans remplacé ovin en 2014						
6	Bayasse	Uvernet-fours	Longitude : 6° 45' 01.8" E Latitude : 44° 18' 45.9" N	Entre 1900 et 2200m	180 ha	Ubac	Bovin (seul alpage bovin en ZC en Ubaye)	35 vaches + 35 veaux (max autorisé 41 adultes et 40 veaux)	Fin juillet au 30 octobre (au plus tard). Deux quartiers	Transhumants du dptmt	Anciennes prairies de fauche et mélezin	Présence de Chamois, Cerfs, Chevreuils l'hiver	Facile	GAEC Eleveur K	MAEt, Contrat d'alpage, calendrier de pâturage
7	La combe	Uvernet-fours	Longitude : 6° 37' 31.4" E Latitude : 44° 21' 34.0" N	Entre 1100m et 1300m	12 ha	Pas d'effet	Ovins	100. Jusqu'à 1200-1500 pr départ en alpages	Début juin puis fin sept / début octobre.	Garde	Prairies de fauche (fauchées fin juillet)	Qq cerfs et chevreuils en hiver	Facile	L	Troupeaux locaux. Calendrier de pâturage. Doc de gestion.

Annexe 3 : Carte des sites géographiques



D'après le Parc National du Mercantour et Y. Braud (Insecta, 2012)

10 km

Annexe 4 : Trame d'enquête à destination des éleveurs

Une fiche est à remplir par type d'animal concerné.

1) Localité et dénomination de l'espace concerné :

2) Lieu-dit :

3) Département :

4) Nom et prénom de l'éleveur (+ numéro) :

5) Les animaux sont présents sur le Parc (entourez la réponse) :

- toute l'année

- une partie de l'année seulement (précisez la période)

6) Origine des animaux :

- commune

- communes limitrophes

- département

- région et départements limitrophes

- autres (préciser)

7) Moment de l'arrivée des animaux dans l'estive et période de départ (précisez la période, la plus exacte possible) :

8) Durée du séjour (en semaines) :

10) Quelle utilisation passée des zones pâturées actuellement par le troupeau ? préciser les dates ou nombre d'années.

11) Le troupeau est-il mélangé avec des troupeaux d'autres éleveurs ?

Type d'animal	Effectif total cheptel	Nombre de mères	Fréquence des traitements dans l'année?	Quel(s) traitement(s) (nom, marque) + Quel mode d'administration ?	Quel(s) parasite(s) visé(s)?	Quelle(s) période(s) de traitement (le plus précis possible)? Avant / pendant / après la montée à l'estive?	Tout le troupeau traité en même temps? (o/n)	Si non à la question précédente, préciser : mères seulement, jeunes seulement, autres (préciser)	Combien d'animaux traités au total ?	Dans quel quartier / secteur / site sont traités les animaux ? (répondre même si traitement sur l'exploitation)
			Une fois	a)						
			Deux fois	b)						
			3 à 4 fois	c)						
			Plus de 4 fois	d)						

Annexe 5 : Lettre d'information à destination des éleveurs

Inventaire des coléoptères coprophages de 7 alpages du Mercantour, accompagné d'une analyse des résultats en vue de fournir un diagnostic de l'état de santé du milieu et des préconisations pour la gestion.

Il s'agit d'inventorier les insectes à plusieurs moments de l'année pour suivre l'évolution saisonnière de leurs effectifs et la succession des espèces dans les alpages.

Qu'est-ce qu'un coléoptère coprophage ?

On les appelle communément les bousiers. Ils se nourrissent des excréments des autres animaux et se développent dedans ou dans des terriers creusés au-dessous de la bouse ou du crottin. Ils forment des petites boulettes de crottin enfouies dans des tunnels qu'ils ont creusés dans le sol et dans lesquelles ils pondent un œuf qui donnera une larve qui consommera la boulette d'excrément.



Quelques bousiers

Le rôle des bousiers est essentiel car ils enfouissent les déjections animales, empêchant que les bouses non recyclées recouvrent les pâturages. Leur action mécanique sur les bouses détruit aussi une grande partie des œufs des parasites du bétail, limitant la ré-infestation des animaux. Ils transportent sur leur corps de petits acariens qui s'attaquent aussi aux larves des parasites ainsi qu'aux œufs de mouches, limitant leur prolifération.

Après le travail des bousiers, la bouse fragilisée disparaît en quelques semaines ou quelques mois.



Quel est l'intérêt de l'étude ?

Il s'agit d'un inventaire, suivi d'un diagnostic sur le fonctionnement des alpages. Les espèces inventoriées pourront être utilisées dans le cadre du programme ATBI+M mis en place conjointement par le Parc national du Mercantour et le Parco Naturale Alpi Marittime. Ce programme consiste en un inventaire exhaustif de toutes les espèces d'un territoire donné, un suivi de leur évolution dans le temps (Monitoring) et un ajustement des modes de gestion. Une fois réalisé, l'ATBI permettra aux gestionnaires d'avoir une meilleure connaissance des sites et des espèces et de pouvoir, par l'intermédiaire du monitoring faisant suite à l'inventaire proprement dit, d'avoir un suivi de la biodiversité du lieu et d'évaluer l'impact des différentes menaces environnementales.

Quand aura lieu l'étude ?

Entre juin et septembre 2014.

Comment allons-nous procéder ?

Dans les alpages, les insectes seront piégés en utilisant des pièges standards permettant de faire des comparaisons entre les sites et pour un même site entre les saisons.



Piège à coprophages.

Le piège utilisé consiste en une bassine en plastique (3 litres) enterrée recouverte d'une grille en plastique supportant une bouse. Les insectes attirés tombent dans la bassine qui est remplie à moitié d'eau additionnée de 2 à 3 gouttes de savon liquide (pour modifier la tension superficielle du liquide : les insectes coulent au fond de la bassine). Une semaine après, les insectes sont recueillis, mis en flacons avec de l'alcool, et déterminés au laboratoire.

Parallèlement à ces piégeages, les éleveurs seront interrogés sur leurs pratiques dans les alpages (périodes de pâturage, observations qu'ils y font, traitements des animaux ...).

Qui réalise cette étude ?

Cette étude a été confiée à l'Université Paul-Valéry Montpellier (Laboratoire de Zoogéographie) où travaillent des spécialistes des insectes coprophages.

Le travail est coordonné par le Professeur Lumaret et sera confié à une stagiaire (Camille Buffin) dans le cadre de son stage de fin d'étude de licence professionnelle GENA (Gestion des Espaces Naturels et Agricoles) (SupAgro Florac – Université Paul-Valéry Montpellier).

Quels sont les résultats escomptés de cette étude ?

A la fin de l'étude, un inventaire exhaustif des espèces présentes sur les alpages inventoriés permettra de dégager les grandes tendances : quelles sont les espèces les plus abondantes qui effectuent l'essentiel du recyclage des déjections, à quel moment de la saison, quelles sont les espèces patrimoniales, quelles sont les périodes où elles sont le plus vulnérables, etc ...

Contacts pour plus d'information

Professeur Jean-Pierre Lumaret

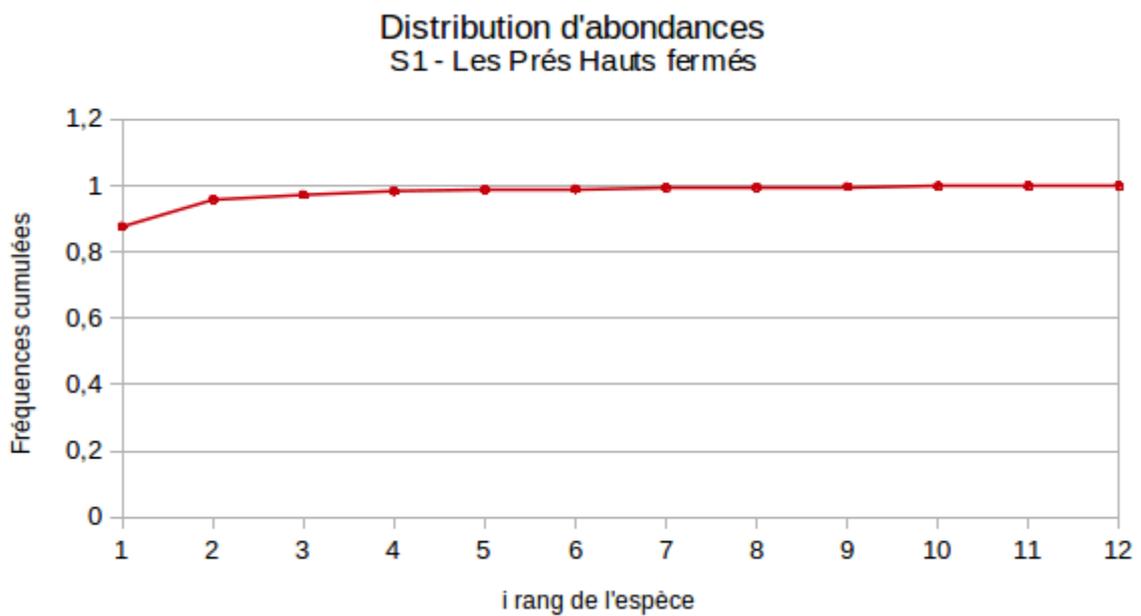
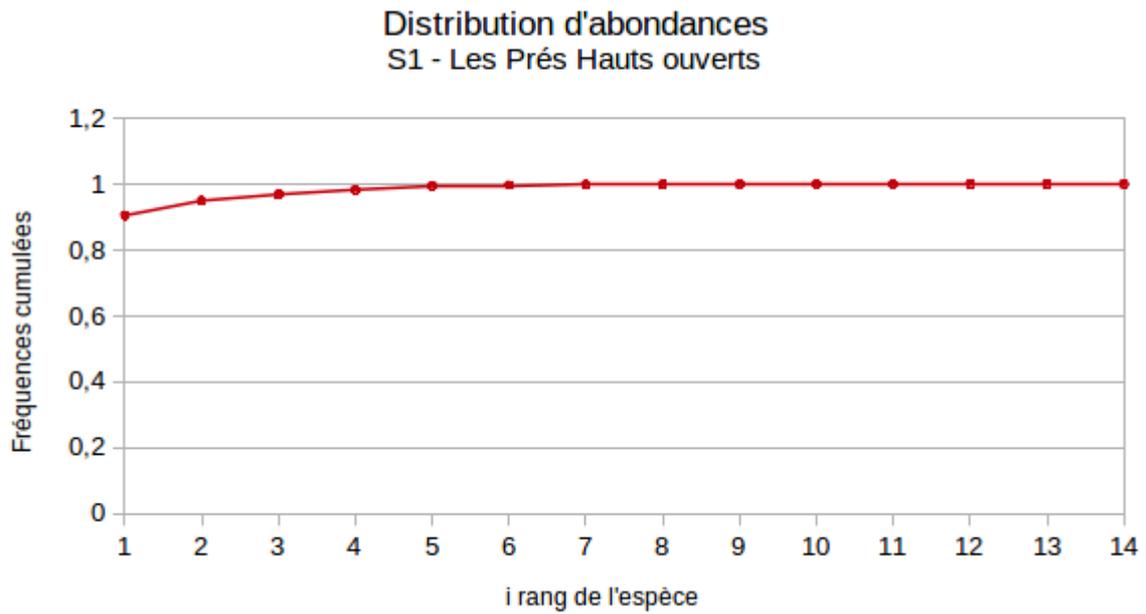
Université Paul-Valéry Montpellier, laboratoire de zoogéographie, route de Mende, 34199 Montpellier cedex 5

jean-pierre.lumaret@univ-montp3.fr / tel : 04 67 14 23 16

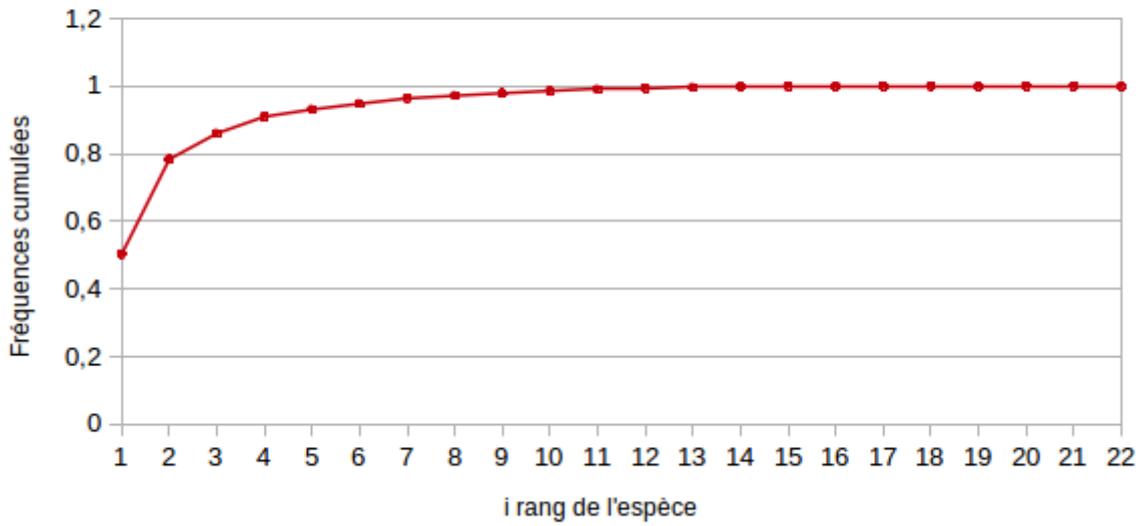
Camille Buffin (Stagiaire)

camille.buffin@supagro.inra.fr / tel : 06 76 01 30 27

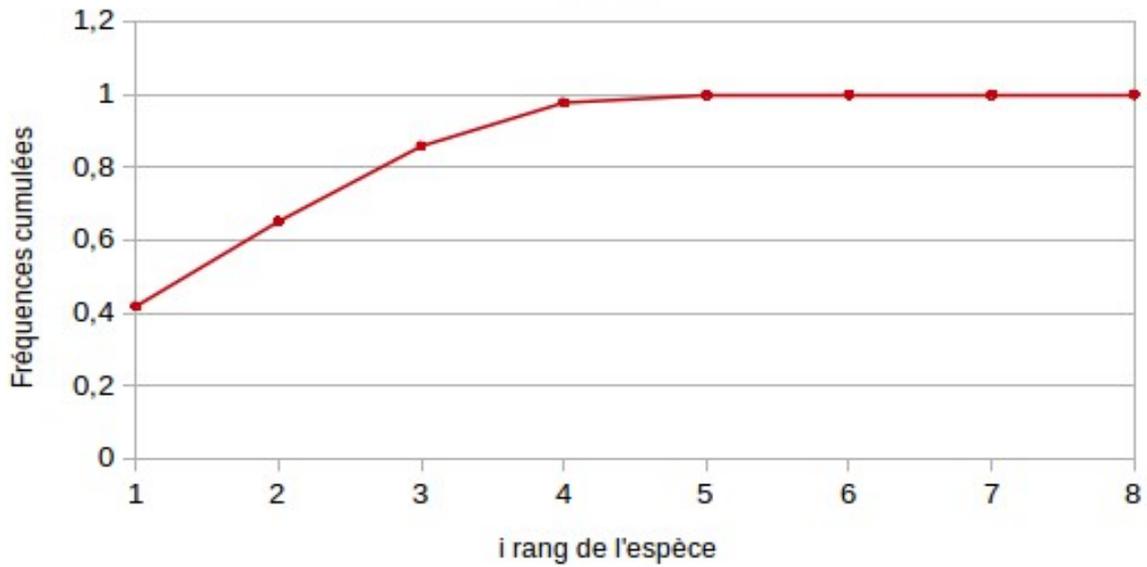
Annexe 7 : Distributions de l'abondance des espèces par station



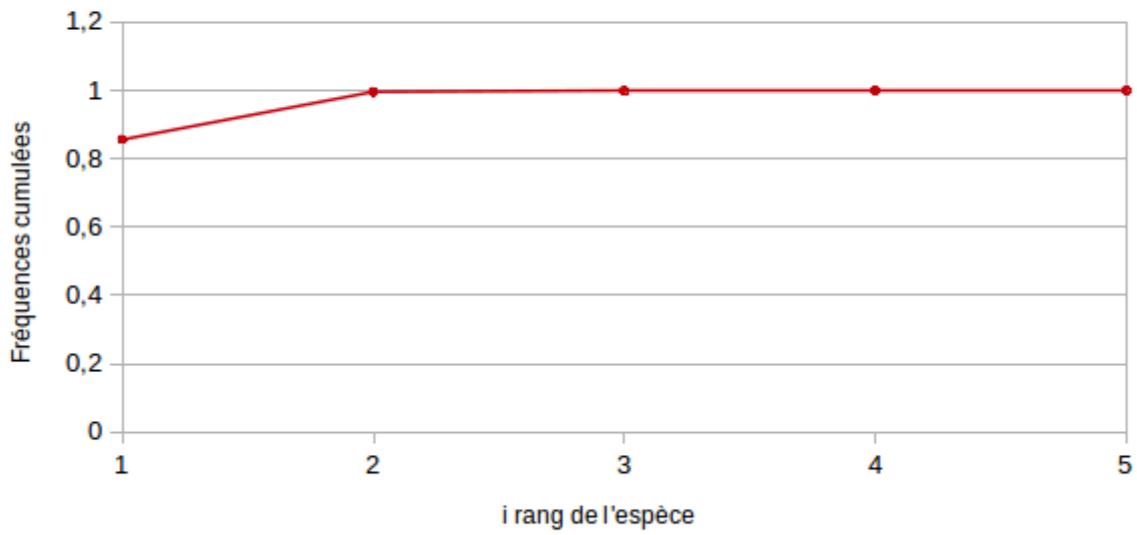
Distribution d'abondances
S2 - Les plans



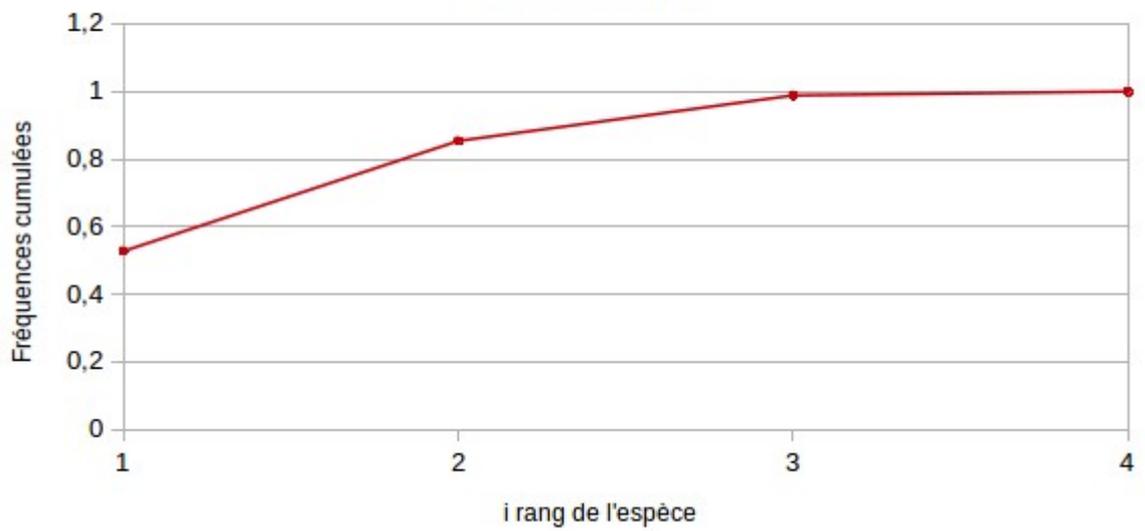
Distribution d'abondances
S3 - Gaudillon



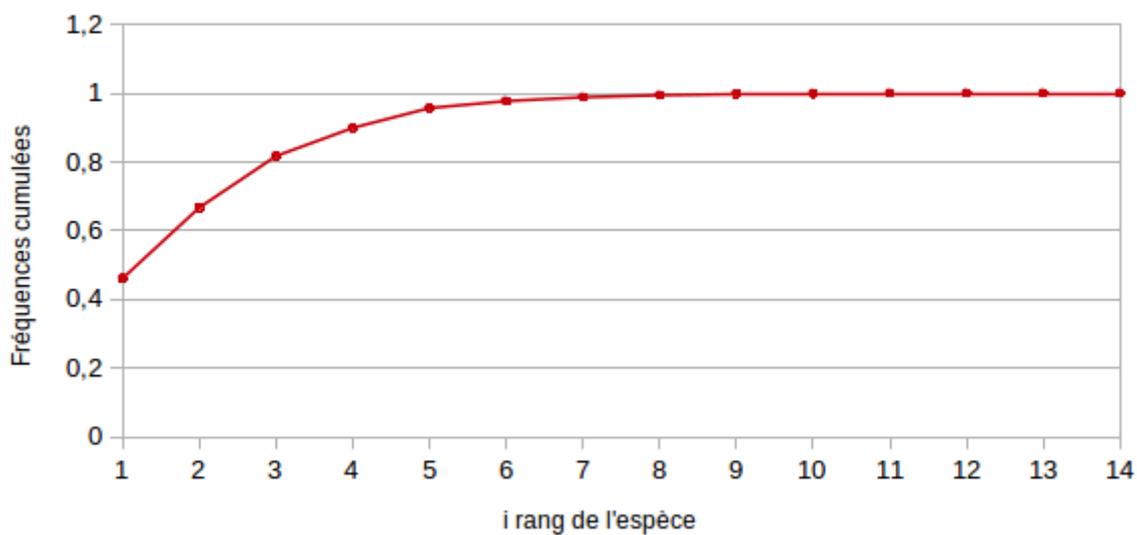
Distribution d'abondances
S4 - Restefond bas



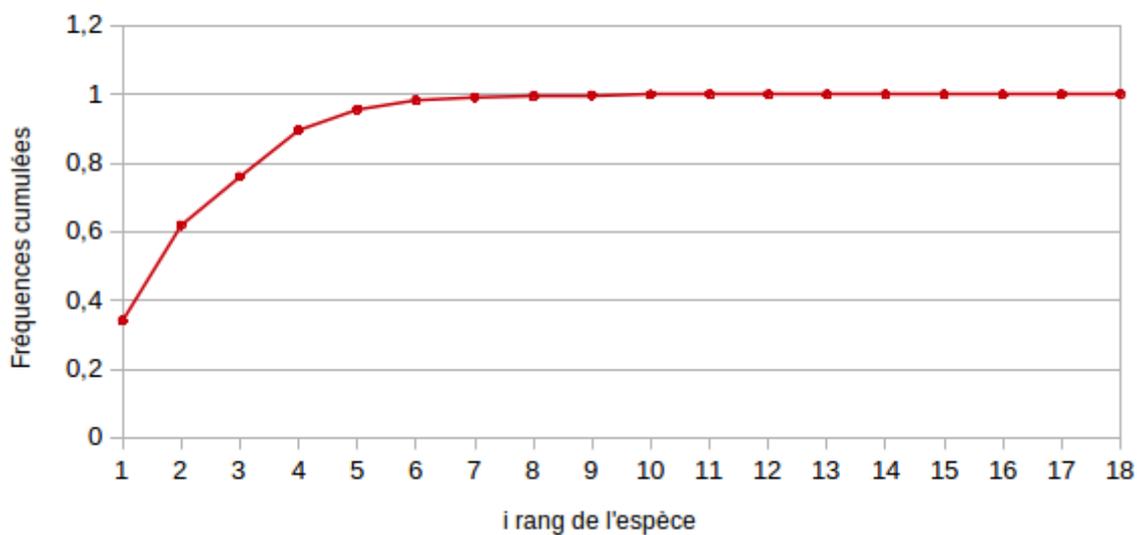
Distribution d'abondances
S4 - Restefond haut



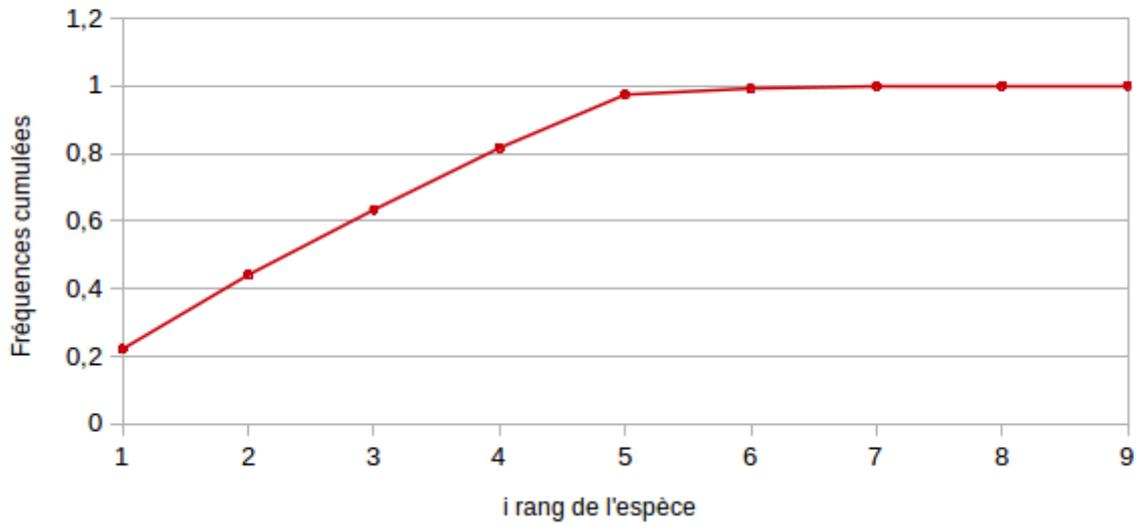
Distribution d'abondances
S5 - Pis Parassac équin



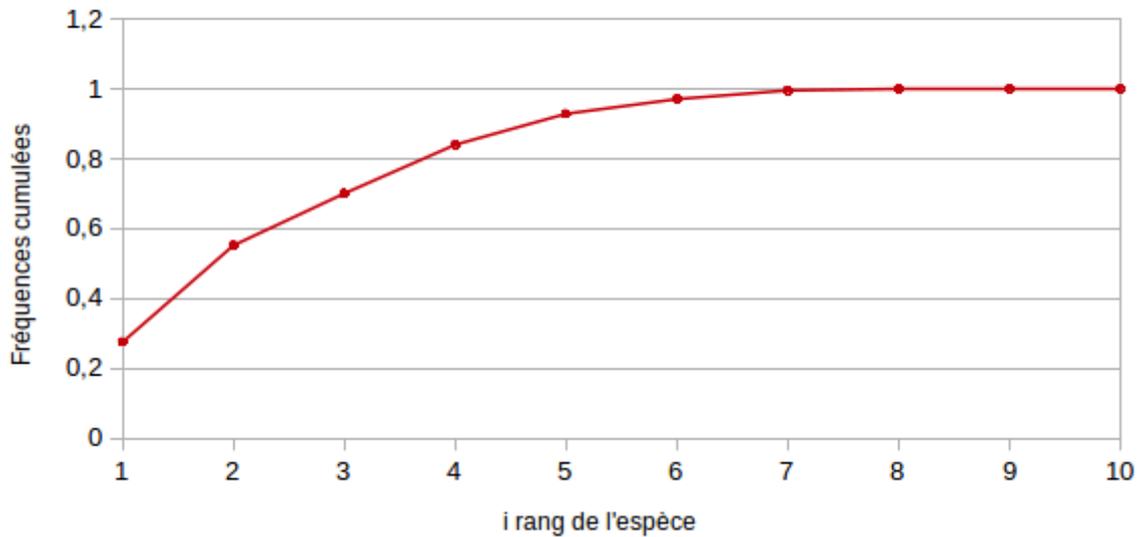
Distribution d'abondances
S5 - Pis Parassac ovin bas



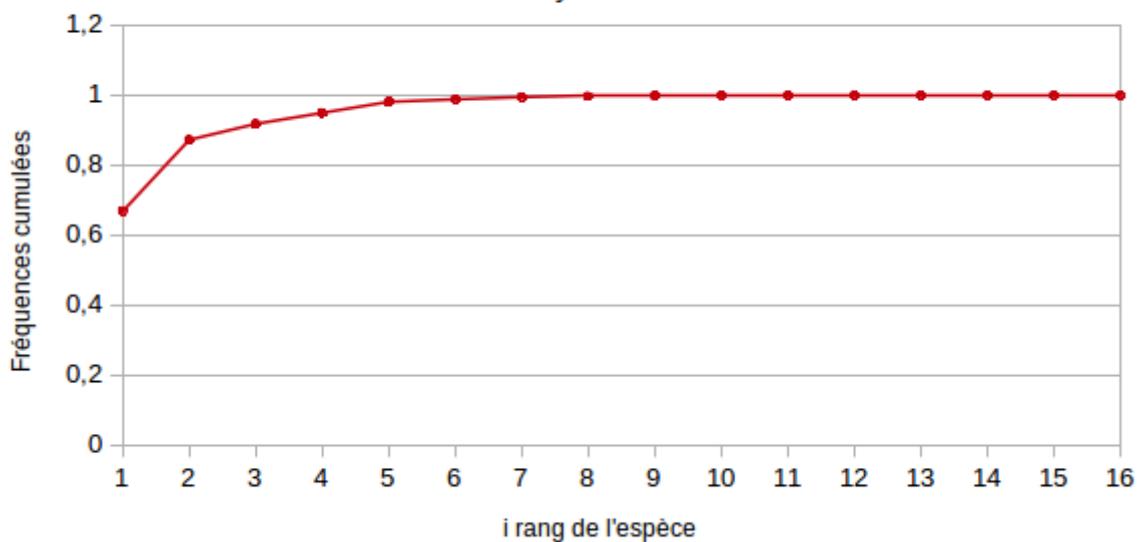
Distribution d'abondances
S5 - Pis Parassac ovin milieu



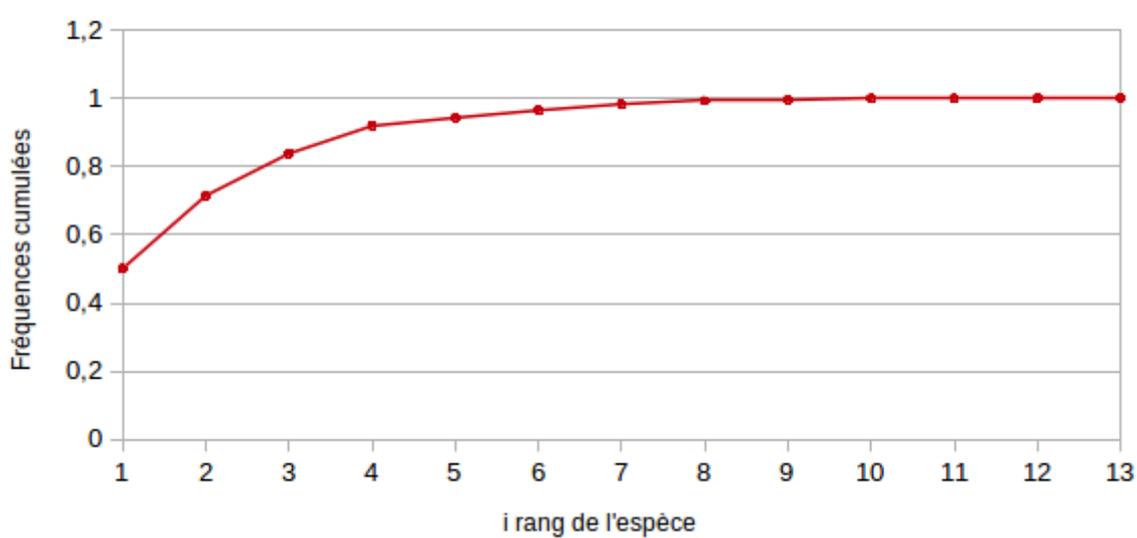
Distribution d'abondances
S5 - Pis Parassac ovin haut



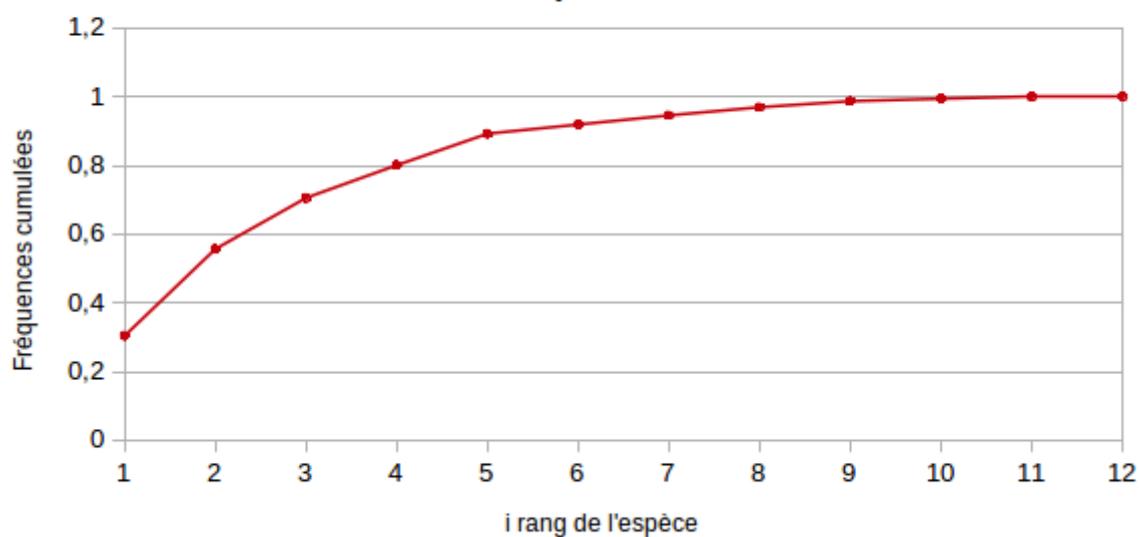
Distribution d'abondances
S6 - Bayasse bas



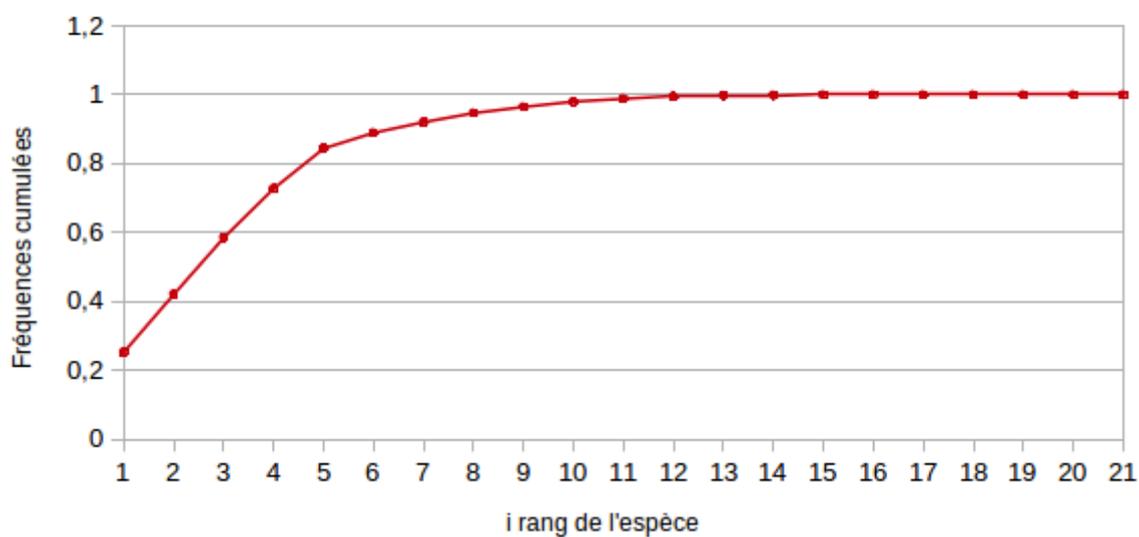
Distribution d'abondances
S6 - Bayasse haut



Distribution d'abondances
S6 - Bayasse cerf



Distribution d'abondances
S7 - Uvernet



Annexe 8 : Description des espèces recensées

Famille des Scarabaeidae	Biologie - écologie
<i>Esymus pusillus</i> (Herbst, 1789)	Biomasse (mg) : 1,3 Classe de poids : 1 Taille : 3-4,5 mm Jusqu'à environ 2100 m dans les Alpes et les Pyrénées. Largement répartie en France. Actif de mars à septembre, mais surtout entre avril et juillet. Deux générations par an. Bouses et crottin.
<i>Euoniticellus fulvus</i> (Goeze, 1777)	Biomasse (mg) : 25,1 Classe de poids : 5 Taille : 7-12 mm Espèce de basse et moyenne altitude. Espèce de fin de printemps jusqu'au début de l'automne (octobre). Espèce essentiellement estivale à reproduction entre mai et août.
<i>Onthophagus baraudi</i> (Nicolas, 1964)	Biomasse (mg) : 7,5 Classe de poids : 3 Taille : 5-7 mm Régions élevées des Alpes occidentales. Espèce patrimoniale . En France, des Hautes-Alpes aux Alpes de Haute-Provence ; Alpes du Piémont en Italie ; atteint l'Autriche (très rare). D'avril à août, mais surtout en juillet . Actif deux mois environ. Entre 1450 et 2250 m en Vanoise. Entre 1520 m (de mai à août) et 2020 m (juillet et août) dans la haute vallée du Verdon (Jay-Robert, 1997). Rare. Ponctuellement abondant. Hiverne au stade adulte Reproduction de fin mai à mi-août.
<i>Onthophagus illyricus</i> (Scopoli, 1763)	Biomasse (mg) : 32 Classe de poids : 5 Taille : 7,5-10,5 mm De distribution semblable à celle de <i>O. taurus</i> , il semble cependant remonter plus haut en altitude. De mars à novembre mais activité principale entre mai et septembre. Ponte en juin. Nymphose juillet-août.
<i>Onthophagus fracticornis</i> (Preyssler, 1790)	Biomasse (mg) : 10 Classe de poids : 4 Taille : 7-10 mm Espèce présente dans toutes les régions montagneuses d'Europe, de la Péninsule ibérique jusqu'en Iran. Atteint 2400 mètres en Vanoise et 2800 mètres dans d'autres massifs des Alpes. Activité surtout entre avril et mi-octobre ; ponte en juin-juillet (période critique pour cette espèce dont les larves accumulent des réserves graisseuses à ce moment là ; nécessité de disposer de déjections non contaminées). Activité souvent bimodale en montagne : mai-juillet et septembre-octobre ; ou juillet et octobre, moindre les autres mois. Préférence pour le crottin de cheval et les excréments d'humains.
<i>Onthophagus furcatus</i> (Fabricius, 1781)	Biomasse (mg) : 3,7 Classe de poids : 2 Taille : 3,5-5 mm Rare ou absent dans les régions montagneuses. Jusqu'à 1300m.
<i>Onthophagus lemur</i> (Fabricius, 1781)	Biomasse (mg) : 13,4 Classe de poids : 4 Taille : 6-8 mm Atteint 1890 m en France (Lumaret, 1990). Espèce de printemps et de début d'été, affectionne les sites chauds et bien exposés. Deux générations par an entre avril et juillet. Vraisemblablement une seule génération par an en montagne (mai-juin). Préférence pour excréments de brebis et d'humain.
<i>Onthophagus taurus</i> (Schreber, 1759)	Biomasse (mg) : 32,4 Classe de poids : 5 Taille : 5,5-11,5 mm En plaine et moyenne altitude. Rare en montagne. Activité principale de mai à septembre. Ponte à partir d'avril, deux générations par an. Dans les milieux très ouverts.
<i>Onthophagus vacca</i> (Linné, 1767)	Biomasse (mg) : 41,2 Classe de poids : 6 Taille : 7-13mm Forme vicariante aux plus hautes altitudes (<i>Onthophagus medius</i> , Panzer, 1793). Jusqu'à 1700m. Espèce printanière : de mars à novembre, avec un pic en mai. Reproduction entre fin avril et fin juillet.
<i>Onthophagus verticornis</i> (Laicharting, 1781)	Biomasse (mg) : 18,7 Classe de poids : 5 Taille : 6-9 mm Assez rare. Parties montagneuses de la région méditerranéenne. Jusqu'à 2000m. Activité d'avril-juillet. Ponte en mai-juin et nymphose en juillet-août. Excréments divers

Famille des Aphodiidae	Biologie – écologie
<i>Acrossus depressus</i> (Kugelann, 1792)	Biomasse (mg) : 6,6 Classe de poids : 3 Taille : 6,5-9 mm Espèce des régions froides (y compris en plaine) et montagneuses, active d'avril à octobre, mais principalement de juin à août. L'espèce hiverne à l'état adulte. Reproduction estivale. C'est une espèce de milieu semi-ouvert à fermé, préférant les habitats ombragés à sol humide.
<i>Acrossus luridus</i> (Fabricius, 1775)	Biomasse (mg) : 12,1 Classe de poids : 4 Taille : 6-9 mm Large amplitude d'habitats. Abondant en moyenne altitude. 1300 m dans les Alpes. Activité de mars à juillet, sporadique jusqu'en septembre. L'adulte hiverne. Préfère la brebis.
<i>Acrossus rufipes</i> (Linné, 1758)	Biomasse (mg) : 19,8 Classe de poids : 5 Taille : 9,5-13 mm En Europe méridionale, uniquement dans les zones de montagne. Activité principale entre juillet et septembre. Dès leur sortie les femelles creusent sous les amas d'excréments de courtes galeries de 1 à 4 cm, au fond desquelles elles déposent de 7 à 10 œufs. Les larves se dispersent ensuite dans le sol en creusant leurs propres galeries. Elles s'alimentent dans la bouse. Une diapause intervient fin octobre au troisième stade larvaire, dans des cellules individuelles creusées à 6-12 cm de profondeur. Selon les conditions climatiques locales la métamorphose peut avoir lieu avant ou après l'hiver.
<i>Agoliinus satyrus</i> (Reitter, 1892)	Biomasse (mg) : 4,55 Classe de poids : 2 Taille : 6-6,5 mm Espèce surtout présente dans les Alpes occidentales (France, Italie), moins fréquente dans les Alpes orientales. Pâturages humides d'altitude de la Haute-Savoie aux Alpes-Maritimes. A partir de 1700 m d'altitude, jusqu'à 3100 m. Activité de juin à août, avec un pic en juillet (reproduction en juin-juillet). Tendance à devenir forestière en milieu xérique.
<i>Agolius abdominalis</i> (Bonelli, 1812) (=mixtus, Villa)	Biomasse (mg) : 5,9 Classe de poids : 3 Taille : 4-6 mm Espèce d'altitude généralement au-dessus de 1700 m, jusqu'à la limite des névés. L'espèce trouvée dans les Alpes est la forme nominale, distribuée des Alpes occidentales jusque dans les Carpathes. Activité d'avril en septembre, mais surtout en juillet. L'espèce passe habituellement l'hiver sous la forme larvaire.
<i>Agrilinus ater</i> (Geer, 1774)	Biomasse (mg) : 2,1 Classe de poids : 1 Taille : 4-6 mm Toute la France en plaine et en montagne. Jusqu'à 2500 m. Dans les pâturages frais de montagne, parfois en sous-bois. Activité de janvier à septembre, surtout d'avril à juillet. Préfère les déjections de brebis. Hiverne au stade adulte. Les larves issues des oeufs pondus au printemps occupent un terrier de 20 cm de profondeur. Elles s'alimentent en remontant chercher leur nourriture à la surface. La nymphose a lieu en juillet.
<i>Amidorus immaturus</i> (Mulsant, 1842) (=germandi, Nicolas & Triboulet)	Biomasse (mg) : 6 Classe de poids : 3 Taille : 6,5-8,5 mm Cette espèce, voisine de <i>A. obscurus</i> et souvent confondue avec, est beaucoup plus rare. C'est une espèce endémique des Alpes et Préalpes occidentales, mais elle atteint le versant italien (citée aussi des Abruzzes). Une petite population relictuelle isolée se retrouve au niveau de la calotte sommitale du Mont Ventoux (localité type). Rencontrée de début juin à fin septembre, elle est surtout active en juillet et août.
<i>Amidorus obscurus</i> (Fabricius, 1792)	Biomasse (mg) : 5,9 Classe de poids : 3 Taille : 6,5-8 mm Très commun en altitude entre 1000 et 3000 m. Pelouses alpines. Activité : elle apparaît en mai (dès la fonte des neiges), jusqu'à début octobre, avec un pic entre juin et août. C'est l' espèce dominante des régions subalpines à alpines, où ses effectifs représentent généralement plus de 50% des captures, jusqu'à 90% aux plus hautes altitudes en été. Deux générations par an aux niveaux montagnard et subalpin, une seule à l'étage alpin
<i>Aphodius fimetarius</i> (Linné, 1758)	Biomasse (mg) : 9,9 Classe de poids : 4 Taille : 5-8 mm C'est l'espèce la plus commune en France. L'espèce atteint 2850 m en France. Activité de janvier à décembre, selon les stations, mais surtout entre mi-mars et octobre. Deux générations par an, avec émergence de la première génération au cours de l'été. Une seule génération (reproduction estivale) en haute montagne. Passe l'hiver à l'état adulte.
<i>Bodilus rufus</i> (Moll, 1782)	Biomasse (mg) : 5,6 Classe de poids : 3 Taille : 5-7 mm En France, jusqu'à 2030 m d'altitude dans le Mercantour (Jay-Robert, 1997). Activité de juin à début octobre (surtout entre juillet et septembre). Hiverne au dernier stade larvaire.

<i>Calamosternus granarius</i> (Linné, 1758)	<p>Biomasse (mg) : 3,4 Classe de poids : 2 Taille : 4-5 mm</p> <p>Espèce cosmopolite commune dans toute la France. Plus rare en montagne, elle atteint cependant 2100 m en Vanoise (Lumaret, 1990). Espèce polyphage très fréquente dans les milieux ouverts. Activité de février à novembre mais surtout entre mars et début août, avec un pic en avril-mai. Les adultes hivernent.</p>
<i>Chilothorax distinctus</i> (Müller, 1776)	<p>Biomasse (mg) : 2,8 Classe de poids : 1 Taille : 3,5-5,5 mm</p> <p>A tous les niveaux d'altitude mais souvent en plaine. Pyrénées jusqu'à 1850 m. Activité principale de février à mai et de septembre à novembre. Deux générations par an.</p>
<i>Chilothorax sticticus (=equestris)</i> (Panzer, 1798)	<p>Biomasse (mg) : 2,5 Classe de poids : 1 Taille : 4,5-5 mm</p> <p>Surtout à basse altitude mais entre 500 et 1900 m (max en Pyrénées). Activité surtout d'avril à octobre. Hivernent au stade adulte.</p>
<i>Colobopterus erraticus</i> (Linné, 1758)	<p>Biomasse (mg) : 8 Classe de poids : 3 Taille : 6-9 mm</p> <p>Cette espèce est principalement estivale, plus commune de mai à août. Dans les milieux très ouverts. Une à deux générations par an selon l'altitude, les individus de la seconde génération passant l'hiver sous forme de larves au dernier stade (en profondeur). Les femelles creusent 4 à 8 courtes galeries verticales ou obliques sous les excréments (3 à 10 cm) au fond desquelles elles déposent un œuf. Elles approvisionnent ensuite chaque terriers en nourriture à la manière des Géotrupes. Elles déposent parfois un second œuf à mi hauteur si les réserves sont abondantes. Une fois les réserves consommées les larves s'enfoncent plus profondément pour la nymphose. Le développement total de l'œuf à l'adulte nécessite 6 à 7 semaines (Rojewski, 1983).</p>
<i>Heptaulacus carinatus</i> (Germar, 1824)	<p>Biomasse (mg) : 1,3 Classe de poids : 1 Taille : 4,5-5 mm</p> <p>Espèce alpine, très commune dans les Alpes. De 1000 à 2700 m. Pelouses alpines arides. Activité d'avril à août, surtout mi-juillet à fin août en montagne.</p>
<i>Melinopterus prodromus</i> (Brahm, 1790)	<p>Biomasse (mg) : 4,9 Classe de poids : 2 Taille : 4,5-7 mm.</p> <p>Rare ou absent dans les Alpes. Jusqu'à 1800 m. Activité toute l'année mais surtout printemps mars-juin et automne septembre-novembre. Deux générations par an.</p>
<i>Otophorus haemorrhoidalis</i> (Linné, 1758)	<p>Biomasse (mg) : 4 Classe de poids : 2 Taille : 4-5,5 mm</p> <p>Espèce largement distribuée de la mer à la haute altitude. Grande plasticité écologique (altitude et habitats). Activité d'avril à octobre, avec un pic en été (juillet) ; reproduction principalement de mi-juin à août. Hivernent au stade larvaire. Une génération par an. Préfère les bouses de vache, adaptée aux grands mammifères.</p>
<i>Oxyomus sylvestris</i> (Stephens, 1839)	<p>Biomasse : 1,1 Classe de poids : 1 Taille : 2,5-3 mm</p> <p>Espèce qui se retrouve surtout en basse altitude. Adultes toute l'année mais activité principale de mars à juillet. Nymphose vers mi-juillet. Non strictement coprophage.</p>
<i>Parammoecius corvinus</i> (Erichson, 1848)	<p>Biomasse (mg) : 1,3 Classe de poids : 1 Taille : 3-4 mm</p> <p>Massifs montagneux. A la fois dans les pelouses alpines et en sous-bois clair dans les grandes forêts de plaine. Atteint 2700 m d'altitude (entre 1500 et 2400 m en Vanoise) (Lumaret, 1990). Activité d'avril à octobre.</p>
<i>Phalacrothus biguttatus</i> (Germar, 1824)	<p>Biomasse (mg) : 0,6 Classe de poids : 1 Taille : 2,4-3,5 mm</p> <p>Basse et moyenne altitude (jusqu'à 1300m) dans des endroits secs et arides en milieu ouvert à très ouvert. Activité de mars à septembre. Nette préférence pour les crottes de brebis.</p>
<i>Planolinus uliginosus</i> (Hardy, 1847) (=tenellus, Say, 1823)	<p>Biomasse (mg) : 1,7 Classe de poids : 1 Taille : 3,5-4,5 mm</p> <p>Pelouses et massifs montagneux. Abondante en Vanoise entre 1500 et 2400 m d'altitude. Activité toute l'année mais surtout en début d'automne (septembre-octobre).</p>

<i>Teuchestes fossor</i> (Linné, 1758)	Biomasse (mg) : 39,1 Classe de poids : 6 Taille : 10-13 mm Espèce présente dans toute la France, essentiellement dans les pâturages à sols humides mais bien ensoleillés. Espèce de plaine et moyenne montagne en France, atteignant cependant 2400 m d'altitude, mais déjà très sporadique à partir de 1700 m. Préférence pour les fèces de ruminants. Ponte en été ; la larve hiverne au troisième stade. Activité des imagos entre fin avril et début octobre. Le développement larvaire dure presque un an.
---	---

Famille des Geotrupidae	Biologie - écologie
<i>Anoplotrupes stercorosus</i> (Scriba, 1796)	Biomasse (mg) : 77,3 Classe de poids : 7 Taille : 11-19 mm En montagne dans le midi. Jusqu'à 2500 m. Pâturage ou sous-bois. Pas exclusivement coprophage. Activité toute l'année surtout avril-novembre. Ponte en juin-juillet. Larve adulte hiverne. Nymphose mai-juin. Imagos juin-juillet.
<i>Geotrupes stercorarius</i> (Linné, 1758)	Biomasse (mg) : 380,3 Classe de poids : 9 Taille : 12-27 mm Régions forestières et massifs montagneux. Atteint 2100 mètres en Vanoise (Lumaret 1990). Principalement dans les pâturages. Activité entre mars et novembre, mais surtout de mi-avril à octobre. Ponte en avril-mai. Nymphose à la même période l'année suivante.
<i>Trypocopris alpinus</i> (Hagenbach, 1825)	Biomasse (mg) : 52,7 Classe de poids : 6 Taille : 10-12 mm Espèce endémique des Alpes occidentales (France, Italie, Grisons) et centrales, jusqu'à l'ancienne Yougoslavie. Forte valeur patrimoniale . La forme française correspond à la sous-espèce <i>T. a. epistomalis</i> Muls., présente de la Haute Savoie aux Alpes maritimes, où elle est toujours rare et localisée, entre 1000 et 2500 m d'altitude. Activité estivale (juin à fin-août) dans les pelouses ensoleillées des étages montagnard et alpin. Reproduction principalement en juillet et août.
<i>Trypocopris vernalis</i> (Linné, 1758)	Biomasse (mg) : 119,5 Classe de poids : 7 Taille : 11-20 mm Différentes sous espèces : dans le Sud-Est <i>T. vernalis</i> fauveli plus en altitude que les autres. Jusqu'à 2800 m. Activité du printemps au début de l'automne (mai-septembre surtout).

Annexe 9 : Biomasses des espèces contactées

Liste espèces	Biomasse (mg, poids sec)	Classe de poids
<i>Acrossus depressus</i>	6,6	3
<i>Acrossus luridus</i>	12,1	4
<i>Acrossus rufipes</i>	19,8	5
<i>Agoliinus satyrus</i>	4,55	2
<i>Agolius abdominalis (mixtus)</i>	3,7	2
<i>Agrilinus ater</i>	2,1	1
<i>Amidorus immaturus (=germandi)</i>	6	3
<i>Amidorus obscurus</i>	5,9	3
<i>Anoplotrupes stercorosus</i>	77,3	7
<i>Aphodius fimetarius</i>	9,9	4
<i>Bodilus rufus</i>	5,6	3
<i>Calamosternus granarius</i>	3,4	2
<i>Chilothorax distinctus</i>	2,8	1
<i>Chilothorax sticticus (=equestris)</i>	2,5	1
<i>Colobopterus erraticus</i>	8	3
<i>Esymus pusillus</i>	1,3	1
<i>Euoniticellus fulvus</i>	25,1	5
<i>Geotrupes stercorarius</i>	380,3	9
<i>Heptaulacus carinatus</i>	1,3	1
<i>Melinopterus prodromus</i>	4,9	2
<i>Onthophagus baraudi</i>	7,5	3
<i>Onthophagus fracticornis</i>	10	4
<i>Onthophagus furcatus</i>	3,7	2
<i>Onthophagus illyricus</i>	32	5
<i>Onthophagus lemur</i>	13,4	4
<i>Onthophagus taurus</i>	32,4	5
<i>Onthophagus vacca</i>	41,2	6
<i>Onthophagus verticicornis</i>	18,7	5
<i>Otophorus haemorrhoidalis</i>	4	2
<i>Oxyomus silvestris</i>	1,1	1
<i>Parammoecius corvinus</i>	1,3	1
<i>Phalacrothous biguttatus</i>	0,6	1
<i>Planolinus uliginosus (=tenellus)</i>	1,7	1
<i>Teuchestes fossor</i>	39,1	6
<i>Trypocopris alpinus</i>	52,7	6
<i>Trypocopris vernalis</i>	119,5	7

Annexe 10 : Compilation des enquêtes 2014.
 Première partie : généralités

Site géographique	Localité		Commune	Dép.	Éleveurs	Présence des troupeaux dans le PNM	Origine des animaux	Arrivée	Départ	Durée du séjour (en semaines)	Utilisation passée de la zone	Troupeaux mélangés ?
1	Les Prés Hauts		Allos	04	A et B (pension chez C)	Une partie de l'année	Département	fin juillet	15 octobre	7	Pâturé par les vaches depuis 25 ans, avant les moutons pâturaient	oui
2	Les plans		Allos		M	Toute l'année	Commune	Fin septembre	Mi octobre	2	Prés de fauche	non
3	Gaudillon		Colmars-les-Alpes		D	Une partie de l'année	Commune	24 juin	14 septembre	12	vaches puis rien pendant 20 ans. Ânes depuis 5 ans. Vieux prés de fauche du XIXe siècle	non
4	Moutière / Restefond		Jausiers		E, F et G	Toute l'année	Région et départements limitrophes	15 août	25 août	2	Estives	oui
5	Pis Parassac	La confrérie Equins	Larche		H	Une partie de l'année	Département	15 juin	15 octobre	17	Avant probablement prairies de fauche (anciens canaux) Les chevaux y sont depuis 6 ans. Fin en 2014.	non
		Ovin			I et J	Une partie de l'année	Région et départements limitrophes	19 juin	10 octobre	17	Prairies de fauche sur les parties basses et estive en haut.	oui
6	Bayasse	Bovin	Uvernet-Fours		K	Une partie de l'année	Département	fin juillet	Mi / fin octobre	10-12	La même depuis longtemps ! Eux depuis 2012, avant M. R.	non
7	La Combe	Ovin	Uvernet-Fours	L	Toute l'année	Commune	Début juin puis fin septembre début octobre		2 x 2	Prairie de fauche	non	

Annexe 10 : Compilation des enquêtes 2014.
Deuxième partie : les traitements

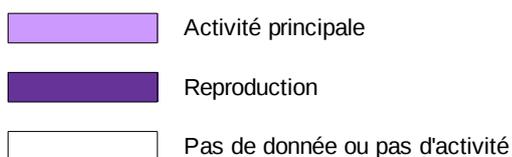
SITE Type d'animal	Effectif total cheptel	Nb de mères	Quelle fréquence des traitements dans l'année? (1, 2, 3 fois ou plus)	Quel(s) traitement(s) (nom, marque) Quel mode d'administration ?	Quel(s) parasite(s) visé(s)?	Quelle(s) période(s) de traitement (le plus précis possible)? Avant / pendant / après la montée à l'estive?	Tout le troupeau traité en même temps? (o/n)	Si non préciser : mères seulement, jeunes seulement (jeunes de l'année, animaux de l'année précédente), autres (préciser)	Combien d'animaux traités au total ?	Où sont traités les animaux ?	
S1 Les Prés Hauts 50 génisses Un traitement par an				Ectotrine® Pour-on (Cyperméthrine : pyréthrinéoïde de synthèse)	Poux et mouches en préventif	Dizaine de jours avant la montée en alpages	Oui mais troupeau d'un éleveur sur les deux	-	30	Pré	
S2 Les plans 6 chevaux Trois à quatre traitements par an				Eqvalan® (Ivermectine) Pâte orale	Vermifuge	3x par an (printemps, été, automne)	O	-	6	Exploitation	
				Panacur® Bolus (benzimidazole)							
S3 Gaudillon Ânes < 10 Pas de traitements				Aucun traitement							
S4 Restefond 790 brebis et 720 agneaux Un à deux traitements par an				G	Cyductine® 1% (injectable) (Moxidectine)	Vermifuge	20 mai	Non 600 brebis de G	Brebis	600	Pré (Vaucluse)
					Hapadex (Netobimin : benzimidazole)	Vermifuge (strongles, douve)	10 juillet	Non 600 agneaux de G	Agneaux	600	Parc sur l'estive
				E	Aucun traitement (70 brebis)						

	F	Oxfenil® 9,06 % (Oxfendazole) suspension orale	Strongles, petite douve (copro et conseil vété)	2 avril 2014	O	-	120 brebis et 70 agneaux (≠ de ceux montés en alpage)	En bergerie
S5 Pis Parassac Un dizaine d'équins Un traitement par an		Eqvalan® (Ivermectine) Pâte orale	Vermifuge (strongles, ascaris)	Avril	O	-	10	Exploitation
S5 Pis Parassac Environ 1000 ovins dont 400 agneaux Un traitement par an		Oxfenil® 2,265 % (oxfendazole) suspension orale	Cestodes (Moniezia) et strongles	Juin, 15 jours avant l'estive pour I, 8 jours avant pour J	N	Agneaux (200 + 180)	En extérieur, parc de tri pour I, en bergerie pour J (agneaux en bergerie la nuit seulement) NB : Sur l'alpage, petits soins ponctuels, éventuellement un antibio, pas de gale ni de piétain. Presque rien.	
S6 Bayasse Bovins Plus de quatre traitements par an		Butox® 7,5 Pour-on (Deltaméthrine : pyréthrinoïde de synthèse)	Mouches, poux, tiques	Le jour de la montée en alpages autour du 20 à 30 juillet	O	-	Parc	
		Shotapen® (Pénicilline G et Dihydrostreptomycine : antibiotiques large spectre, par injection	Gros pied	À la demande	N	La bête malade	1	En alpages ou en bas en bâtiment ; bêtes souvent isolées
		Ivomec® Pour-on Bovin (Ivermectine)	Vermifuge : strongles, hypodermo ses, gales, poux, mouches	Pas toutes les années	N	Si une bête est maigre	Pas en 2014	

	Hemodiarh® (voie orale) (Sulfadimidine)	Diarrhée des veaux	Au tout début de l'hiver	N	Veaux d'environ 8 jours		étable
	Colicilline® antibiotique injectable (muscles) (Ampicilline + Colistine)						
S7 Uvernet Ovins 104 brebis Traitement moins d'une fois dans l'année	Oxfenil® 9,06 % (Oxfendazole) suspension orale	Petite douve (copro et conseil vété)	Avant estive 30 avril	O	-	104	Bergerie, pas de sortie avant le 18 mai
	Penijectyl® Benzylpénicillate de procaïne + Dihydrostreptomycine Antibiotique bactéricide à large spectre suspension injectable	Mammite et prolapsus	Respectivement début mars et fin février	N	2 brebis malades	2	bergerie

Annexe 11 : Cycles de vie des espèces

Liste espèces	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre
Acrossus depressus (Kugelann, 1792)					
Acrossus luridus (Fabricius, 1775)					
Acrossus rufipes (Linné, 1758)					
Agoliinus satyrus (Reitter, 1892)					
Agolius abdominalis (Bonelli, 1812)					
Agrilinus ater (Geer, 1774)					
Amidorus immaturus (Mulsant, 1842)					
Amidorus obscurus (Fabricius, 1792)					
Anoplotrupes stercorosus (Scriba, 1796)					
Aphodius fimetarius (Linné, 1758)					
Bodilus rufus (Moll, 1782)					
Calamosternus granarius (Linné, 1767)					
Chilothorax distinctus (O.F. Müller, 1776)					
Chilothorax sticticus (Panzer, 1798)					
Colobopterus erraticus (Linné, 1758)					
Esymus pusillus (Herbst, 1789)					
Euoniticellus fulvus (Goeze, 1777)					
Geotrupes stercorarius (Linné, 1758)					
Heptaulacus carinatus (Germar, 1824)					
Melinopterus prodromus (Brahm, 1790)					
Onthophagus baraudi (Nicolas, 1964)					
Onthophagus fracticornis (Preyssler, 1790)					
Onthophagus furcatus (Fabricius, 1781)					
Onthophagus illyricus (Scopoli, 1763)					
Onthophagus lemur (Fabricius, 1781)					
Onthophagus taurus (Schreber, 1759)					
Onthophagus vacca (Linné, 1767)					
Onthophagus verticicornis (Laicharting, 1781)					
Otophorus haemorrhoidalis (Linné, 1758)					
Oxyomus silvestris (Stephens, 1839)					
Parammoecius corvinus (Erichson, 1848)					
Phalacrothous biguttatus (Germar, 1824)					
Planolinus uliginosus (Hardy, 1847)					
Teuchestes fossor (Linné, 1758)					
Trypocopris alpinus (Hagenbach, 1825)					
Trypocopris vernalis (Linné, 1758)					



Annexe 12 : Petite bibliographie de documents relatifs aux traitements vétérinaires alternatifs

Labre P., 2009. Médecines naturelles en élevage tome 1 : Homéopathie vétérinaire chez les bovins, ovins & caprins. Collection "l'Elevage autrement". Fémenvet. 287 p.

Labre P., 2012. Médecines naturelles en élevage tome 2 : Phytothérapie & aromathérapie chez les ruminants et le cheval. Collection "l'Elevage autrement". Fémenvet. 352 p.

Quiquandon H., 1978. Pour un élevage biologique vers une médecine biothérapique (12 balles pour un véto). Agriculture et vie. 239 p.

Quiquandon H., Kubicz S. et Osdoit P., 1983. Homéopathie vétérinaire : biothérapies. Le Point Vétérinaire. 912 p.

Muséum d'Histoire Naturelle (Toulon), 1983. Quand les plantes guérissaient les moutons : exposition (Mai à Juin 1984). 38 p.

Zone Verte : formations, suivi d'élevage - Homéopathie, ostéopathie, laboratoire d'analyse vétérinaire, 2007. Zone verte, pour penser librement l'élevage et l'agriculture. Adresse : <http://www.giezoneverte.com/>.

Résumé

Les coléoptères coprophages sont de bons bio-indicateurs de la biodiversité fonctionnelle des espaces pâturés. Ils dégradent les déjections des animaux dans les pâturages et limitent leur réinfestation par les parasites se développant dans celles-ci, rendant ainsi de grands services à la profession agricole.

Le Parc National du Mercantour dans le cadre de sa mission de protection de la biodiversité et de soutien aux activités qui la maintiennent, s'est intéressé à ces insectes et à la préservation de leurs populations, en vue de s'en servir pour établir à terme un diagnostic de santé de plusieurs alpages. Une étude a ainsi été commandée au laboratoire de Zoogéographie de l'Université Paul-Valéry Montpellier visant à mieux connaître l'organisation des assemblages de bousiers dans ces pâturages d'altitude, et les menaces que les traitements antiparasitaires des troupeaux pourraient faire peser sur eux.

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un stage de six mois, qui sera prolongé par un contrat de deux mois. Le présent document dresse le cadre de l'étude et apporte les premières réponses aux questions posées. Il ne s'agit encore que de résultats partiels et incomplets, la phase de terrain n'étant pas achevée. Le rapport final destiné au Parc National du Mercantour sera achevé à la fin de l'année 2014 et intégrera la dimension temporelle de l'étude des assemblages.

Notre étude a porté sur sept sites d'altitude qui ont fait l'objet d'un inventaire en juin et août 2014, permettant de dénombrer 36 espèces de Scarabéides coprophages. Nous avons analysé les variations de structure de leurs assemblages en fonction d'un gradient altitudinal, montrant l'existence de différences très nettes d'organisation correspondant chacune à des paliers altitudinaux distincts. En parallèle, une enquête a été conduite auprès des onze éleveurs propriétaires des troupeaux fréquentant ces sites. Les résultats sur leurs pratiques sanitaires ont été croisés avec l'étude des traits de vie des espèces et leur phénologie de manière à déceler les pratiques à risques pour les coléoptères coprophages (rejets médicamenteux dans les déjections).

À ce stade de l'étude, les données récoltées ont permis de mettre en évidence l'influence de l'altitude sur la structure des assemblages (entre autres sur la richesse spécifique et la biomasse individuelle des insectes), et de constater que la faune coprophage était peu ou modérément menacée par les traitements antiparasitaires sur les vallées de l'Ubaye et du Haut-Verdon, du fait de l'utilisation par la plupart des éleveurs de molécules ayant peu d'impact sur les insectes.

Mots clés : Alpes, alpages, traitements antiparasitaires du bétail, coléoptères coprophages, structure des communautés, risque environnemental

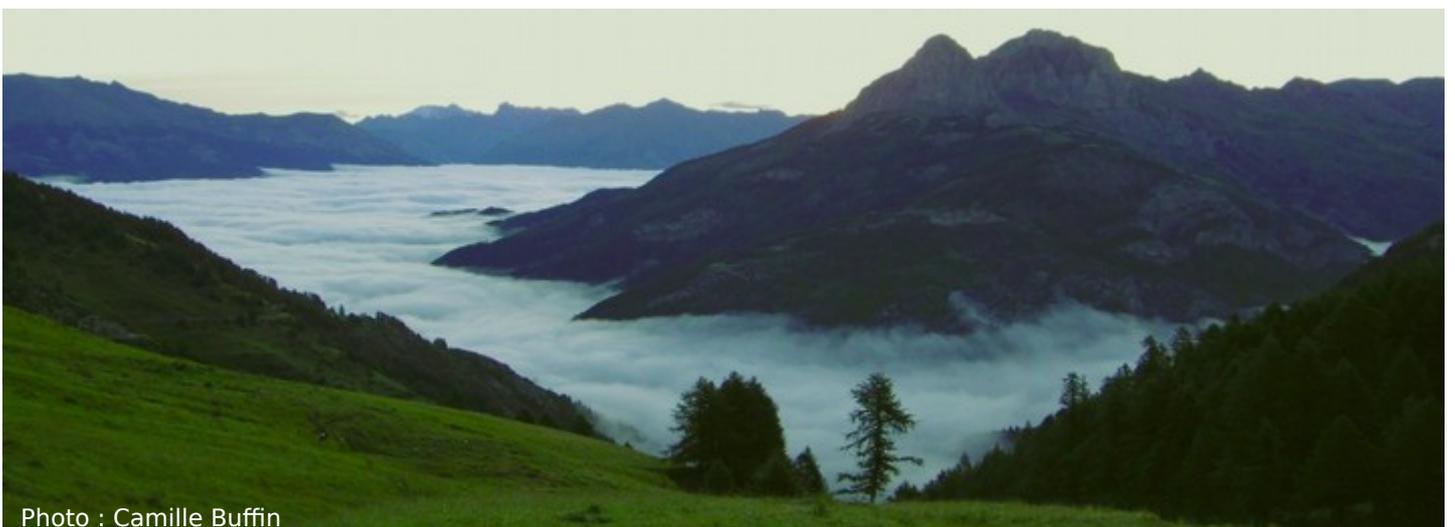


Photo : Camille Buffin