



**Suivi des coléoptères coprophages – Projet ELEVE**

Par **Girardin Charlotte**

Stage du 3 avril au 28 septembre 2018 au sein de la **LPO Auvergne**



Master 2 Gestion et Conservation de la Biodiversité  
Année universitaire 2017-2018

Stage co-encadré par :

**Sabine Boursange**  
Chef de service, LPO Auvergne

**Clément Rollant**  
Chargé de missions, LPO Auvergne

## **Remerciements :**

J'aimerais remercier en premier lieu mes encadrants de stage, Clément et Sabine, qui m'ont permis d'appliquer le protocole de ce projet passionnant. Merci au service expertise pour sa bonne humeur ainsi que l'ensemble des salariés de la LPO Auvergne.

Concernant les acteurs du projet ELEVE je souhaite remercier le Conseil Départemental du Puy-de-Dôme pour nous avoir mis à disposition le laboratoire pédagogique de la Maison des Espaces Naturels, me permettant ainsi d'effectuer le tri et les identifications des coléoptères coprophages. Un grand merci à Cédric, le gardien de la structure, pour son accueil, sa gentillesse et son partage de connaissances.

Je remercie l'Université de Blaise Pascal pour m'avoir prêté une loupe binoculaire ainsi qu'un bac de dissection, outils indispensables à mon travail en laboratoire.

C'est au nom de toute l'équipe que je remercie également Pierre Rigaud, pour sa grande implication dans le projet, que ça soit pour le don de matériel, les conseils et le regroupement des informations collectées par tous les vétérinaires participant au projet.

Merci à tous les agriculteurs participant au projet ELEVE et particulièrement les 11 agriculteurs m'ayant permis d'effectuer le suivi des coléoptères coprophages. Merci à eux de s'être rendus disponibles, d'avoir répondu à toutes mes questions et de m'avoir accompagnée sur les parcelles où se trouvaient les vaches suivies durant ce protocole.

Je remercie grandement Jean-Pierre Lumaret, spécialiste des coléoptères coprophages, qui a toujours été là pour répondre à nos questions sur ces espèces et nous conseiller.

J'aimerais aussi remercier Pascale Walravens, bénévole à la LPO, pour ses conseils et son aide au laboratoire lors des identifications.

Finalement j'aimerais remercier mes parents, et particulièrement ma mère qui s'est toujours battue féroce face au système d'éducation, pour que ses enfants dyslexiques ne soient jamais mis à l'écart. Merci à eux pour leur soutien durant ces années d'études.

## Tables des matières

Introduction :	1
I. Contexte	2
II. Matériel et méthode	4
1. Le choix des agriculteurs	4
2. Notation des parcelles	5
3. Changements effectués dans le protocole	6
III. Résultats	7
1. Tendances générales	7
a) En fonction de la taille	7
b) En fonction de la famille	10
c) En fonction du genre	10
2. Résultats en fonction d'une notation des exploitations	12
a) Note général	12
b) Note antiparasitaire interne (API) et antiparasitaire externe (APE)	12
3. Résultats liés à la parcelle	14
a) Le chargement instantané	14
b) Le système de rotation des parcelles	15
c) Habitats	16
4. Résumé résultats	17
IV. Discussion	17
1. Constitution des communautés de coléoptères coprophages	17
2. L'impact des traitements antiparasitaires	19
3. Influence de la parcelle (chargement, habitat, système de pâturage)	20
4. Limites du protocole	22
5. Perspectives de terrains complémentaires	23
6. Quel(s) indice(s) utiliser pour le projet ELEVE ?	25
7. Conclusion	26
Bibliographie	28
Annexes	30

## **Introduction :**

Comme le démontre de nombreuses études, les antiparasitaires ont divers impacts négatifs sur la faune non cible des écosystèmes pâturés. Ces molécules, notamment l'ivermectine, provoquent une intoxication directe pour les insectes coprophages et les organismes aquatiques (Barbut, 2002). D'après les études de Lumaret & Errouissi (2002) ainsi que de Virlouvét (2005) les adultes matures sexuellement sont peu impactés par l'ivermectine contrairement aux larves et jeunes adultes émergents. Ceux-ci souffrent d'une forte mortalité et d'une diminution de leur capacité de reproduction. Ils existent des molécules antiparasitaires moins néfastes pour l'environnement comme par exemple les benzimidazoles qui n'ont pas d'effets nocifs significatifs pour les coléoptères coprophages (Blume et *al.*, 1976 ; Lumaret, 1986) .

Les insectes coprophages comprennent les diptères et les coléoptères qui ont un rôle dans les écosystèmes pâturés. Dans le cadre du protocole uniquement les coléoptères coprophages seront étudiés. Ces coléoptères sont divisés en trois familles, les Geotrupidae, les Scarabaeidae et les Aphodiidae, et regroupent environ 177 espèces en France (Lumaret, 1990 ; Bordat 1999). Ils colonisent les excréments afin de se nourrir et de se reproduire, créant des galeries qui favorisent la minéralisation de la matière organique. Les coléoptères coprophages sont des proies pour les prédateurs insectivores, notamment les Pie-Grièches et les chauves-souris comme le Grand Rhinolophe. Ces espèces en déclin sont au cœur des préoccupations des sites Natura 2000 et des Plans nationaux d'action « Chauves-souris » et « Pies-grièches ». Une diminution des populations de coléoptères coprophages induit donc une réduction de la ressource trophique pour la Pie-grièche à tête rousse, la Pie-grièche grise et le Grand Rhinolophe (Mc Cracken, 1993 et Soler & Soler, 1993). Par exemple, au printemps le régime alimentaire du Grand Rhinolophe est constitué à 50% d'insectes coprophages. De plus les insectes coprophages ont un rôle important pour l'environnement en dégradant les matières fécales. Ceux-ci intègrent la matière organique dans le sol, augmentant la fertilité de la prairie, améliorent la rétention en eaux et permettent la décomposition des bouses, augmentant ainsi la surface pâturée en évitant les zones de refus (Herd, 1995 ; Coulombel, 2007 ; Lumaret 2009). Les bousiers réduisent la charge parasitaire de la prairie en transportant des microbes pathogènes pour certaines larves de parasites. Enfin leurs réponses rapides aux changements environnementaux, aussi bien anthropiques que naturels, font d'eux des bons bio-indicateurs (Horgan, 2005).

Le projet ELEVE souhaite mettre en place une gestion du parasitisme respectueux de l'environnement, visant donc une réduction de l'utilisation des antiparasitaires. Et ceci auprès des 60 agriculteurs volontaires et grâce à l'aide de 30 vétérinaires souhaitant participer à la mise en place de ce projet. L'objectif du stage est de mettre en place un indice « coléoptère » d'efficacité du projet lors d'un état zéro, de récolter les données lors d'une phase de terrain et

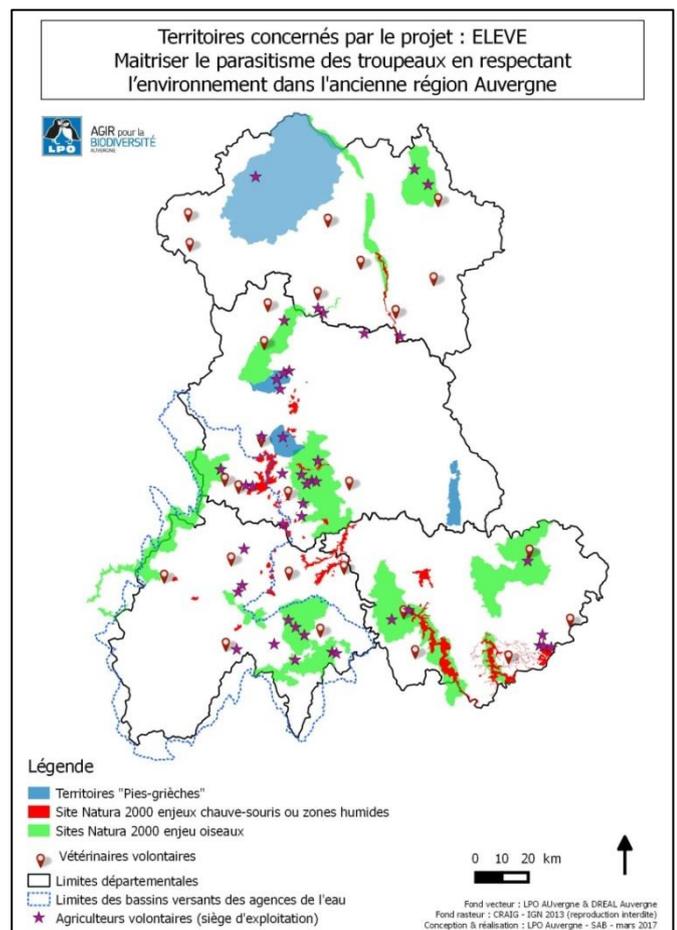
de calculer un indicateur « coprophage » afin de connaître la réussite du projet ELEVE. Plusieurs questions rentrent donc en jeu concernant la mise en place de l'état 0 du projet ELEVE. Quelles méthodes de terrain pour récolter les données ? Comment calculer un indice ? Faut-il calculer plusieurs indices « coprophages » (biomasse, diversité d'espèces, méthodes de traitements...) ? Quelles méthodes employées lors des futurs calculs d'indice ?

La trame se constituera en premier lieu d'une présentation du contexte du projet ELEVE et l'objectif du suivi des coléoptères coprophages. Par la suite, la seconde partie regroupera le matériel et méthode, les résultats de la récolte des données, une discussion des résultats ainsi que des préconisations de modification du protocole.

## I. Contexte

Le projet ELEVE a débuté grâce à un souhait mutuel d'une meilleure gestion du parasitisme en élevage et moins nocive pour l'environnement. Ainsi en 2014 plusieurs structures animatrices Natura 2000 auvergnates à enjeux « zones humides », « oiseaux » et chauves-souris » se sont regroupées afin de réfléchir sur ces actions. Le projet ELEVE a ainsi vu le jour. Celui-ci a comme objectif d'accompagner environ 30 vétérinaires et 60 agriculteurs, dans une démarche en gestion raisonnée de parasitisme des troupeaux. Et sur des zones ciblées à forts enjeux environnementaux répartis dans l'ancienne région Auvergne (carte 1).

Ce projet est piloté par le Groupement Technique Vétérinaire Auvergne (GTV Auvergne), en partenariat étroit avec la LPO Auvergne. La LPO Auvergne et GTV Auvergne sont soutenus, pour mener à bien le projet, par d'autres structures animatrices des sites Natura 2000 concernés. Les autres partenaires participant au projet sont : SNGTV, CEN Auvergne, CEN Allier, SMAT du Haut Allier, PNRVA, Saint-Flour Communauté, CD 43, ADAN Auvergne-Rhône-Alpes, GDS Cantal, UF CIVAM Auvergne, Lycée agricole de Saint-Flour. Enfin le budget prévisionnel du projet, pour les années 2017 à 2019, est de 220 252 euros (annexe 1). Les financements actuels sont de 221 000 euros (annexe 2).



Carte 1 : Territoires concernés par le projet ELEVE. Localisation des vétérinaires et des agriculteurs participant au projet

Le projet ELEVE est constitué de deux phases : une phase opérationnelle, une phase de diffusion des connaissances acquises. La phase opérationnelle est le protocole d'évaluation des pratiques antiparasitaires et des risques parasitaires sur les exploitations. Celle-ci se divise en 5 parties :

- 1- **Visite de l'élevage** : c'est la mise en place du partenariat entre les éleveurs, les vétérinaires et les animateurs Natura 2000 ou PNA. Elle s'effectue avant la mise à l'herbe. L'animateur et le vétérinaire présente le projet. Une « feuille de route », un carnet de pâturage et des traitements antiparasitaires est remis à l'éleveur. Ces documents permettront d'avoir un calendrier de pâturage et de connaître les dates exactes des traitements ainsi que les molécules utilisées.
- 2- **Surveillance des animaux durant la saison de pâture** : effectuée par l'éleveur il devra prévenir le vétérinaire en cas de toux, diarrhée ou amaigrissement dans ses troupeaux. Dans ce cas-là des prélèvements sont effectués afin de détecter une éventuelle pathologie parasitaire et effectuer un traitement adapté.
- 3- **Suivi de la biomasse des coprophages** : mise en place du protocole de terrain et du piégeage des insectes sur les parcelles sélectionnées après discussion avec les agriculteurs.
- 4- **Prélèvements et analyses réalisés à la rentrée en stabulation** : ceux-ci sont effectués par le vétérinaire sur les animaux de première année de pâture. Les analyses sont effectuées par le vétérinaire ou le laboratoire afin de connaître les parasites présents dans l'élevage.
- 5- **Entretien entre éleveur, vétérinaire et animateur Natura 2000 ou PNA** : Une fois les résultats arrivés, cet entretien permettra d'analyser les pratiques de gestion du parasitisme par l'éleveur, aussi bien sur l'aspect sanitaire qu'environnemental. Des conseils seront donc donnés à l'éleveur afin d'améliorer sa gestion du parasitisme.

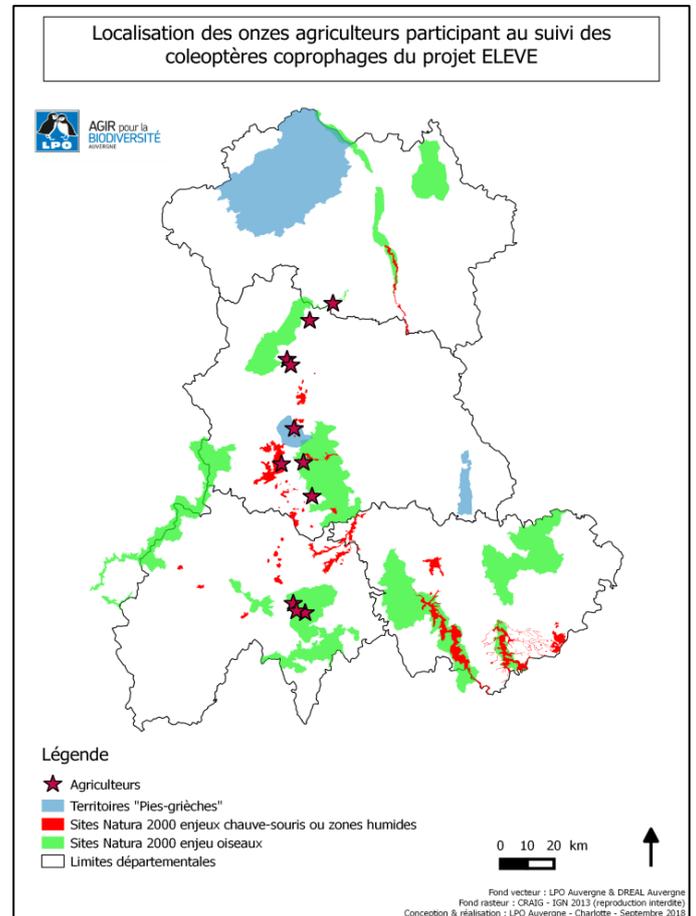
Lors de la première année les étapes 1 à 5 sont effectuées, seulement les étapes 2, 4 et 5 seront renouvelées la seconde année. L'agriculteur connaissant la démarche du projet l'étape 1 n'est plus nécessaire. L'étape 3 aura permis d'obtenir un état zéro des coprophages qui constituera un indicateur. Cette étape sera à renouveler plusieurs années après le lancement du projet. La phase opérationnelle a commencé en 2018 avec la visite des 60 agriculteurs volontaires pour le projet. Un stage de master 2 en 2017 a permis de définir le protocole de suivi de l'indicateur « coprophage » qui a été appliqué dès Mai 2018 par ce présent stage.

## II. Matériel et méthode

Le protocole ayant été conçu en 2017 il est donc visible en annexe 6. Les modifications apportées seront présentées ci-dessous. Pour la phase de terrain le budget pour le matériel est de 404,80 euros (annexe 3).

### 1. Le choix des agriculteurs

Environ 60 agriculteurs se sont portés volontaires pour le projet ELEVE. Pour le suivi des insectes coprophages les éleveurs ont été sélectionnés puisqu'il est impossible en terme de budget et de faisabilité de suivre tous les exploitations agricoles. Les exploitations agricoles ont été choisies en fonction de la proximité à Clermont-Ferrand, du budget mais aussi de leur pratique en termes de traitements antiparasitaires. C'est 11 agriculteurs qui ont été choisis sur l'ensemble de l'Auvergne, sauf en Haute-Loire, qui sont répartis en 5 ateliers allaitants et 6 ateliers laitiers (carte 2). Il y a donc 3 exploitants dans la Zone de Protection Spéciale de Planèze de Saint-Flour (ZPS) et 3 dans la ZPS du Pays des Couzes. Il y a aussi des éleveurs dans les zones Pie Grièche Grise (PGG) du plan national d'action, 2 dans la zone PGG Sancy et 1 dans la zone PGG Dôme. Et enfin 2 éleveurs dans la ZPS Gorges de la Sioule.



Carte 2 : Localisation des agriculteurs en Auvergne participant à la phase de terrain

Ce sont des parcelles pâturées par les génisses, les doublonnes, les broutards (appellation locale pour génisse de deuxième année de pâture) qui ont été choisies pour le suivi des insectes coprophages puisque ce sont en générale les animaux les plus soumis aux traitements antiparasitaires.

## 2. Notation des parcelles

Le vétérinaire Pierre Rigaud a regroupé les informations sur les traitements antiparasitaires des 60 éleveurs auprès de tous les vétérinaires volontaires. Grâce à ces informations il a déterminé deux notes : la note API (Antiparasitaires Internes) et la note APE (Antiparasitaire Externes). Pour comprendre le pourquoi de ces notes voici quelques explications :

Les parasites internes des bovins sont représentés par les strongles, les cestodes (douve, ténias) et certains protozoaires (coccidies...). Et les parasites externes sont représentés des insectes (mouches...), des acariens (gales, tiques...) et des champignons (teignes, dermatophytes...). De ce fait les API sont censés lutter contre les parasites internes alors que les APE luttent contre les parasites externe. Néanmoins les endectocides (regroupant les endocides et ectocides) sont actifs contre certains ectoparasites et endoparasites. Les avermectines et milbémycines (cydectine) sont des endectocides et sont classés dans les API. Les pyrethrinoïdes de synthèse, servant à traiter les animaux contre les mouches et les tiques, représentent essentiellement les APE.

Une note de toxicité envers les coléoptères coprophages a été attribuée à chaque molécule. Les avermectines et les pyrethrinoïdes de synthèse étant les plus nocifs ils ont un indice de 5. Une distinction a été faite entre les API et les APE pour plusieurs raisons. Tout d'abord la gestion du risque parasitaire est assez différente entre les ectoparasites et les endoparasites. Ensuite il est plus simple de réduire l'impact sur les coléoptères coprophages utilisant les avermectines alors que cela semble plus difficile de réduire l'usage des pyrethrinoïdes de synthèse.

Les notes API et APE ont été calculé grâce à différents critères. Un indice de risque maximal des médicaments, noté sur 5, a été utilisé ainsi que la proportion maximale d'animaux traités (100%=1) et du nombre de traitements effectués pendant la période de pâturage. L'indice médicament est multiplié par le nombre d'animaux traités (exprimé en UGB), lot par lot. Le nombre obtenu est additionné pour tous les lots de l'exploitation et est divisé par le nombre total d'UGB. Plus la note est élevée plus le risque pour l'utilisation des antiparasitaires pour les coléoptères coprophages est élevée Cette note a pour but de pouvoir effectuer un suivi du projet elle a été déterminé avec l'appui du docteur vétérinaire P. Rigaud.

### 3. Changements effectués dans le protocole

Plusieurs modifications ont été effectuées sur le protocole proposé en 2017 avant ou pendant sa mise en place. Les génisses, broutards et doublonnes (jeunes animaux) ont été finalement sélectionnés, et non le lot contenant le plus de vaches pour la pose des pièges. Généralement ce sont les animaux les plus soumis aux traitements antiparasitaires.

Après un premier test il a été décidé de ne poser aucune clôture autour des pièges. Non seulement c'était très chronophage mais il a été vite constaté, dès la première pose, que les vaches se prenaient les cornes dedans, arrachant les piquets et se retrouvaient emmêlées. Cette clôture n'est donc

pas efficace si ce n'est pas du barbelé ou un fil électrique, ce qui serait bien trop compliqué à mettre en place. Il a été décidé qu'en vue de la dangerosité que pouvait représenter une clôture en corde pour les vaches de seulement poser 4 piquets autour des bassines afin de constituer un enclos. Après de multiples essais cette méthode a montré son efficacité puisque la destruction des pièges restait assez rare dans l'ensemble des parcelles.

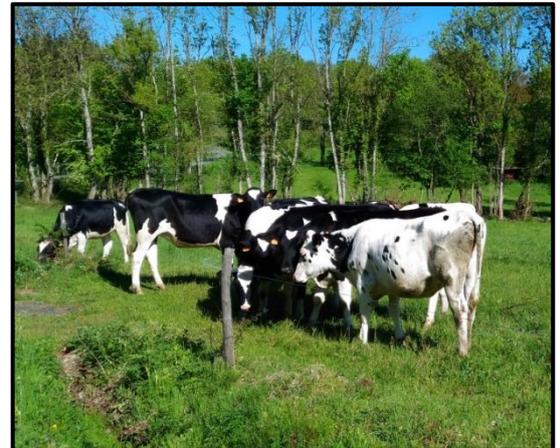


Figure 1 : Troupeau de génisses

La date de la pose des pièges n'a pas toujours été respectée, ce choix a été fait pour rendre la pose des pièges sur l'ensemble des exploitations possible. Afin d'éviter de se déplacer uniquement pour un exploitant et gagner du temps sur le piégeage des coléoptères, la pose des pièges a été regroupée au maximum le même jour sur la même zone. En effet la pose des pièges a été effectuée toujours au minimum une semaine après le changement de parcelle du troupeau, mais il est arrivé que le piégeage a été effectué le même jour ou le lendemain après la sortie des vaches de la parcelle. Ceci dans le but de s'adapter au calendrier de pâturage de tous les agriculteurs du secteur. Il a été estimé que cette entorse au protocole ne constituerait pas un biais puisque les populations de coprophages étaient belles et bien établies sur la parcelle et que les bouses utilisées avaient moins de 24h. De plus les pièges ont été laissés si de faibles précipitations étaient prévues, estimant que celles-ci ne pourraient pas faire déborder les bassines. Sinon le protocole était impossible à mettre en place.

Enfin la taille de la grille au-dessus de la bassine a été modifiée pour une maille de 4x4 cm au lieu d'une maille de 2x2cm. Après la première session de piégeage en Mai il a été constaté que seulement 5 Geotrupidae ont été piégés sur l'ensemble des 11 exploitations. La famille des Geotrupidae constitue la famille possédant le plus d'espèces ayant les plus grandes tailles par rapport aux Scarabeidae et aux Aphodiidae. Donc la famille la plus intéressante niveau proie pour les Pies-grièches. Certains Geotrupidae pouvant atteindre plus de 20 mm il a été choisi d'agrandir la maille afin d'être sûr de pouvoir piéger ces espèces pour la session de piégeage de Juillet et Septembre.

### III. Résultats

Lors de la session de piégeage de mai, juillet et septembre 8 genres de coléoptères coprophages ont été recensés : quatre appartiennent à la famille des Geotrupidae, trois à celle des Scarabaeidae et une à celle des Aphodiidae. Au total 6919 individus ont été prélevés.

Une erreur taxonomique a été commise lors des phases de laboratoire. La famille des Aphodiidae possède 4 genres dont le genre des Aphodius divisé en sous-genre. Pour les Aphodiidae seul le genre Aphodius a donc été pris en compte. Néanmoins, suite à une erreur de compréhension, et la clé ayant quelques années il s'avère que les sous-genres d'Aphodius sont devenus des genres. Ils sont plus d'une vingtaine. Cette erreur nécessitant une vérification bien trop chronophage il a été décidé de rester sur l'ancienne nomenclature.

#### 1. Tendances générales

##### a) En fonction de la taille

D'après la figure 2 la biomasse est proportionnelle au nombre d'individus. De ce fait les représentations graphiques seront concentrées sur les individus. Sauf si une tendance différente est observée entre la biomasse et les individus, dans le but d'éviter une redondance de la présentation des résultats.

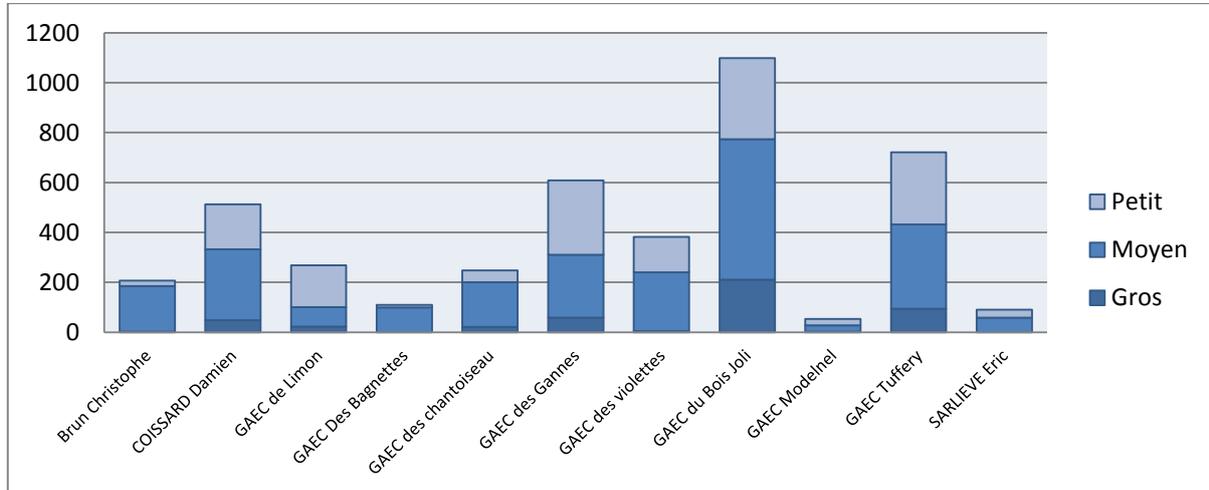


Figure 2 : Nombre d'individu en fonction de la taille des coléoptères et des exploitations (Mai)

En général les individus de taille moyenne et gros représentent la plus grande part de la biomasse sur une parcelle (figure 3).

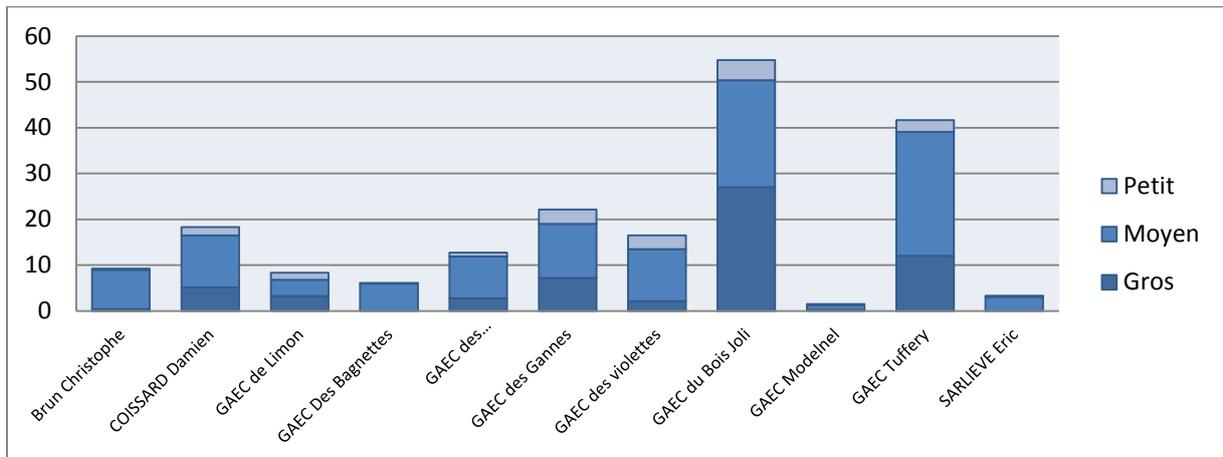


Figure 3 : Biomasse (en g) en fonction de la taille des coléoptères et des exploitations (Mai)

Concernant la taille des individus sur l'ensemble des parcelles pour mai (figure 4) il y a une grande disparité en fonction des exploitations, par exemple entre SARLIEVE Éric et GAEC du bois Joli. Les deux exploitations possédant le plus grands nombres de coléoptères coprophages sont GAEC du bois Joli et COISSARD Damien.

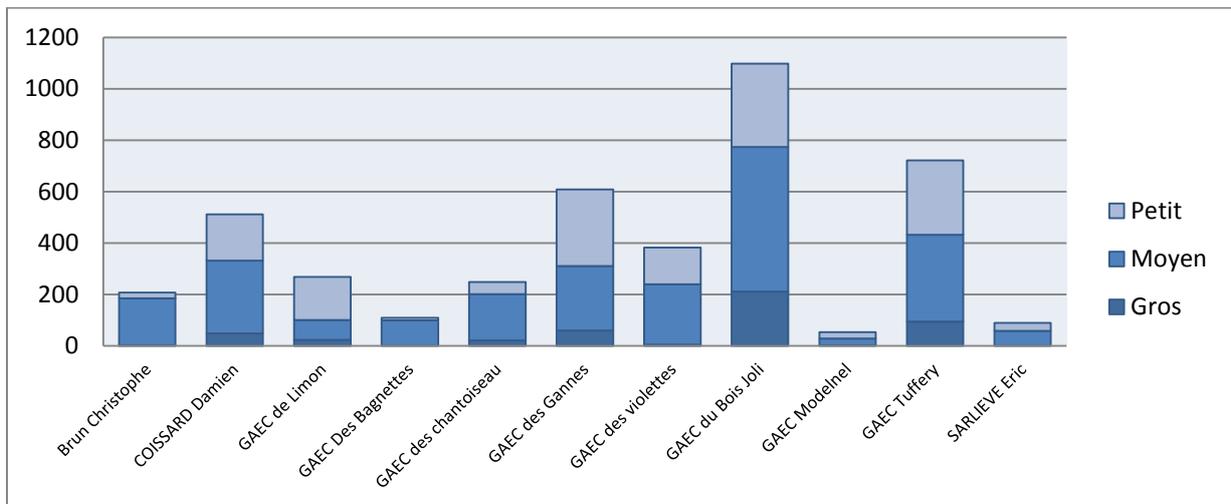


Figure 4 : Nombre d'individu en fonction de la taille des coléoptères et des exploitations (Mai)

En juillet et en septembre il y a toujours une grande disparité entre les exploitations (figure 5 et 6).

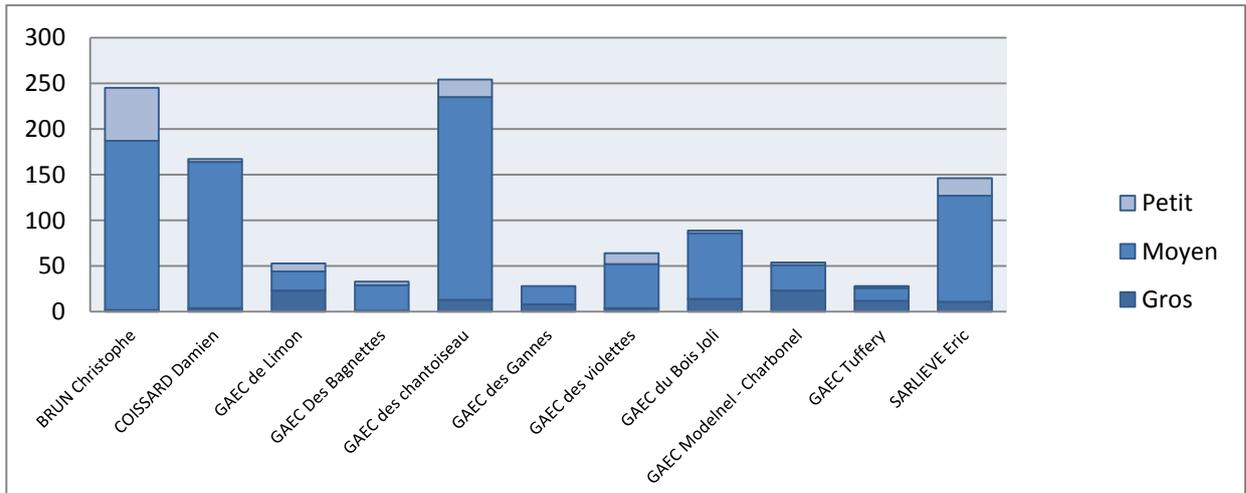


Figure 5 : Nombre d'individu en fonction de la taille des coléoptères et des exploitations (Juillet)

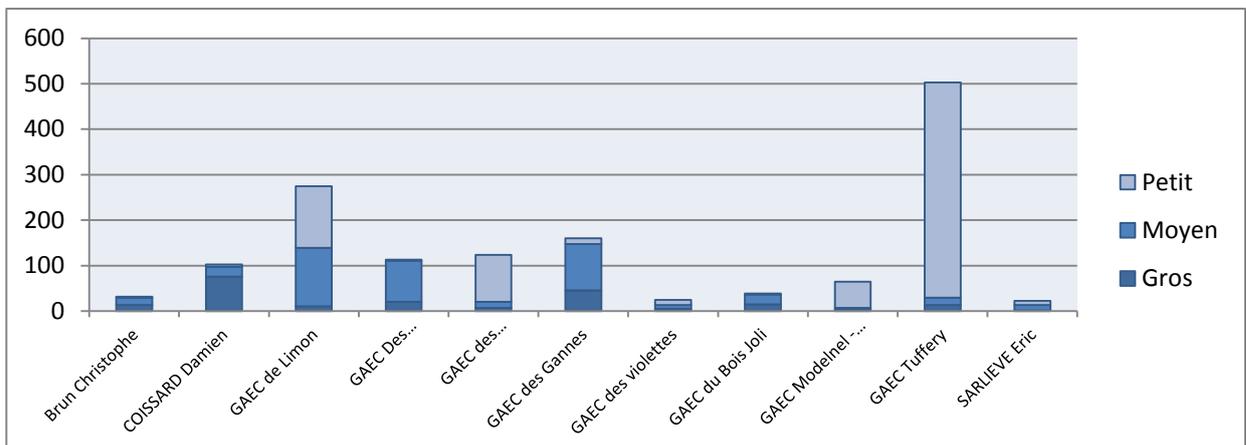


Figure 6 : Nombre d'individu en fonction de la taille des coléoptères et des exploitations (Septembre)

De plus, une forte diminution du nombre d'individu total est observée sur toutes les parcelles en juillet et en septembre (figure 7). Il y a eu au total 4296 individus en Mai contre 1161 individus en juillet et 1462 individus en Septembre, soit 4 fois moins.

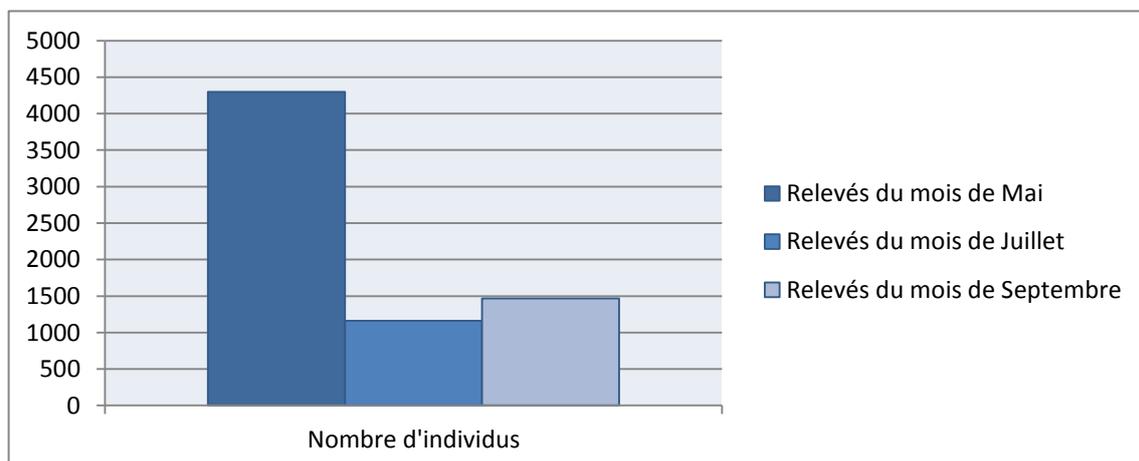


Figure 7: Nombre d'individu total en fonction des exploitations et du mois de piégeage

b) En fonction de la famille

Ces variations entre le mois de mai, juillet et septembre sont aussi présentes concernant les familles de coléoptères coprophages. En mai le nombre d'individus d'Aphodiidae est supérieur ou proche de celui des Scarabaeidae en fonction des exploitations (figure 8). De plus seul 5 Geotrupidae ont été piégés sur l'ensemble des parcelles, qui par leur faible nombre ne sont pas visible sur la figure. Néanmoins en juillet il y a une forte diminution des Scarabaeidae, les populations de coprophages sont essentiellement dominées par les Aphodiidae. Les Scarabaeidae sont essentiellement représentés par le genre *Onthophagus*. Aucun Geotrupidae n'a été piégé lors de la session de juillet. En septembre 25 Geotrupidae ont été piégés et les Scarabaeidae sont présents en plus grand nombre comparé au mois de juillet.

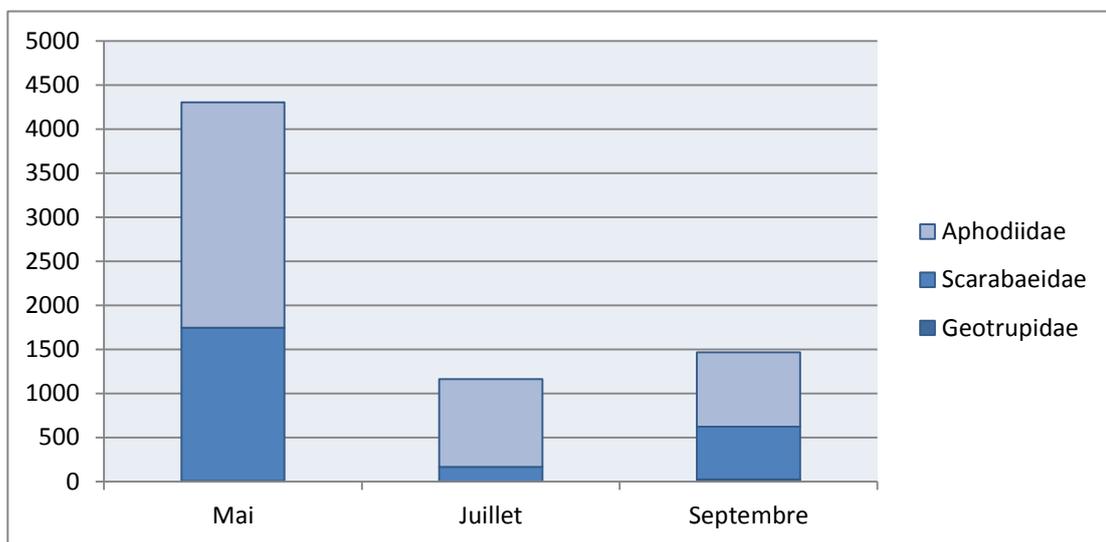


Figure 9

c) En fonction du genre

Le tableau 1 regroupe le nombre d'individus pour chaque genre identifié, en fonction des exploitations et du mois de piégeage. Concernant les Geotrupidae, seul 5 individus ont été piégés en mai et aucun en juillet dont les genres sont les suivants : *Anoplotrupes*, *Sericorupes* et *Trycopris*. En juillet 25 individus appartenant au genre *Anoplotrupes* et *Geotrupes* ont été piégés. Pour la famille des Scarabaeidae, elle est essentiellement représentée par le genre *Onthophagus*. On peut y trouver en faible nombre le genre *Caccobius* possédant une seule espèce en France : *Caccobius schreberi*. Seul 1 individu a été collecté en mai puis 4 en Juillet, toujours sur une seule exploitation. En mai, 10 individus du genre *Euoniticellus* ont été prélevés sur 3 exploitations, représentés par une espèce : *Euoniticellus fulvus*. Puis 19

Euoniticellus ont été collectés en juillet et 84 en septembre, et signifiant donc une augmentation de sa présence. Comme vue précédemment les Onthophagus et les Aphodius étaient présents en plus grand nombre en mai comparé au mois de juillet et de septembre.

Tableau 1 : Nombre d'individu par genre en fonction des exploitations et du mois de piégeage

Mai								
Famille	Geotrupidae				Scarabaeidae			Aphodiidae
Exploitations	Anoplotrupes	Geotrupes	Sericorupes	Trycopris	Caccobius	Onthophagus	Euoniticellus	Aphodius
GAEC des violettes						37		170
Brun Christophe	1					143	1	361
GAEC des chantoiseau						42		226
GAEC Des Bagnettes					1	75		44
GAEC des Gannes						129		119
GAEC de Limon	1					170	1	436
GAEC Tuffery	1		1	1		247		132
GAEC Modelnel						491	8	599
SARLIEVE Eric						5		48
COISSARD Damien						356		365
GAEC du Bois Joli						34		124
Juillet								
Exploitations	Anoplotrupes	Geotrupes	Sericorupes	Trycopris	Caccobius	Onthophagus	Euoniticellus	Aphodius
GAEC des violettes						31	6	208
Brun Christophe						2	1	164
GAEC des chantoiseau						2	3	23
GAEC Des Bagnettes					4	10	1	18
GAEC des Gannes						47	1	206
GAEC de Limon						19	1	8
GAEC Tuffery						10	0	54
GAEC Modelnel						4	3	81
SARLIEVE Eric								54
COISSARD Damien						2	3	23
GAEC du Bois Joli						16	0	130
Septembre								
Exploitations	Anoplotrupes	Geotrupes	Sericorupes	Trycopris	Caccobius	Onthophagus	Euoniticellus	Aphodius
GAEC des violettes						14		11
Brun Christophe		9				6		17
GAEC des chantoiseau	3					110		11
GAEC Des Bagnettes		1			2	57	51	3
GAEC des Gannes						125	29	6
GAEC de Limon		2				154	3	119
GAEC Tuffery	6					5		492
GAEC Modelnel		2				2	1	61
SARLIEVE Eric						8		15
COISSARD Damien		2				9	2	90
GAEC du Bois Joli						16	2	21

## 2. Résultats en fonction d'une notation des exploitations

### a) Note général

Une note a été donnée pour chaque exploitation pour illustrer leur impact sur les coléoptères coprophages en fonction de leur méthode d'utilisation des antiparasitaires. Cette note est sur 5, plus elle est haute, plus les traitements antiparasitaires sont nocifs pour cette faune. La figure 9 représente la moyenne des individus collectés en mai, juillet et septembre en fonction de leur taille et de cette note. Les courbes de tendances montrent une diminution du nombre de ces individus pour les classes « petit » et « gros » lorsque les traitements antiparasitaires sont nocifs. Pour la classe « petit » la diminution n'est pas visible mais peut-être dû à un nombre d'individu plus faible.

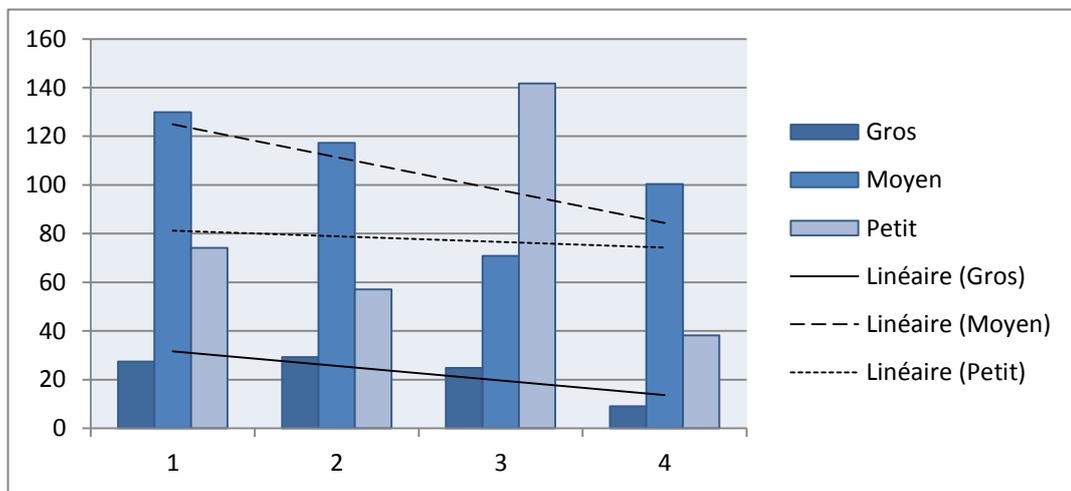


Figure 9 : Moyenne du nombre d'individu de mai, juillet et septembre en fonction de la taille et de la note

### b) Note antiparasitaire interne (API) et antiparasitaire externe (APE)

La figure 10 représente la moyenne des individus collectés en fonction de leur taille et de la note API. Une tendance à la baisse est observée pour la classe « petit », alors que le nombre d'individu augmente légèrement pour la classe « moyen » et « gros ».

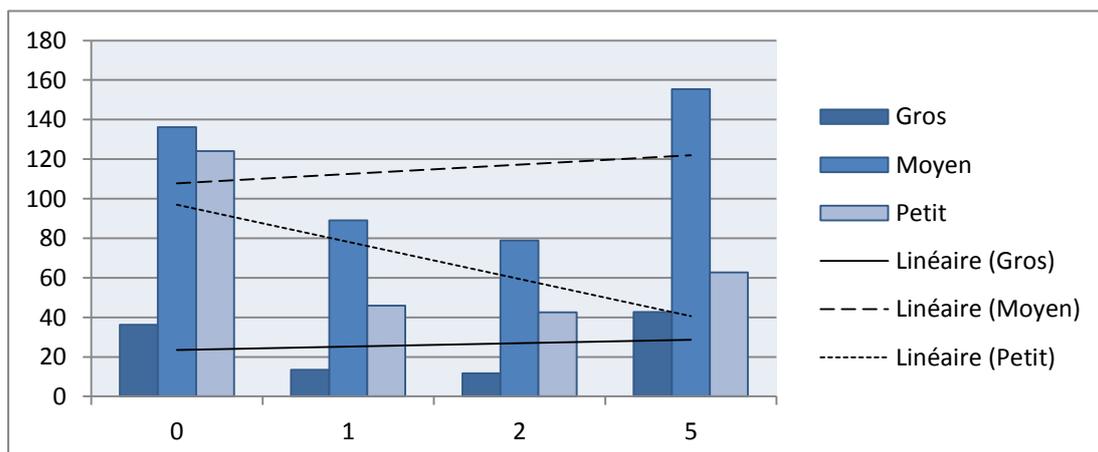


Figure 10 : Nombre d'individu moyen de Mai, Juillet et Septembre en fonction de la taille et de la note API

Ensuite la figure 11 concerne la note APE. Plus le traitement antiparasitaire externe est nocif pour les coléoptères coprophages, plus le nombre moyen d'individu de mai, juillet et septembre diminue, sauf pour la classe de taille « petit »

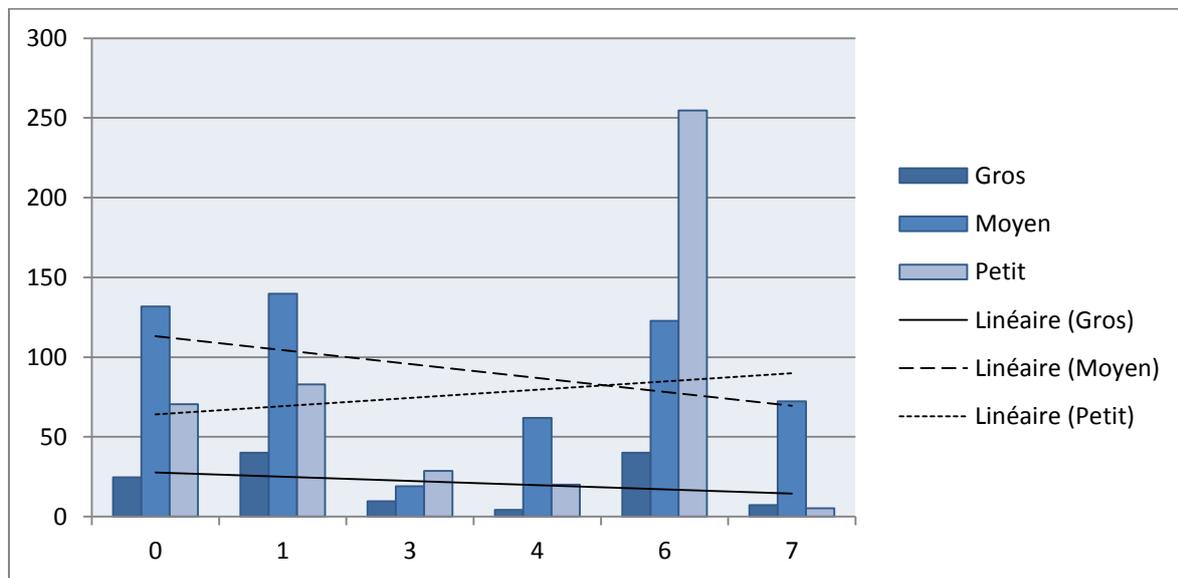


Figure 11 : Nombre d'individu moyen de Mai et Juillet en fonction de la taille et de la note APE

La figure 12 et 13 concernent le nombre d'individus moyens pour mai, juillet et septembre en fonction de la famille et de la note API ou APE. Quelques tendances apparaissent. Pour la note API plus elle est élevée plus le nombre d'Aphodiidae augmente et inversement pour les Scarabaeidae. Enfin pour la note APE, plus la note est élevée plus le nombre d'Aphodiidae diminue. Concernant les Scarabaeidae le nombre reste stable. Cela peut suggérer une sensibilité ou non des familles de coléoptères envers les différentes molécules utilisées.

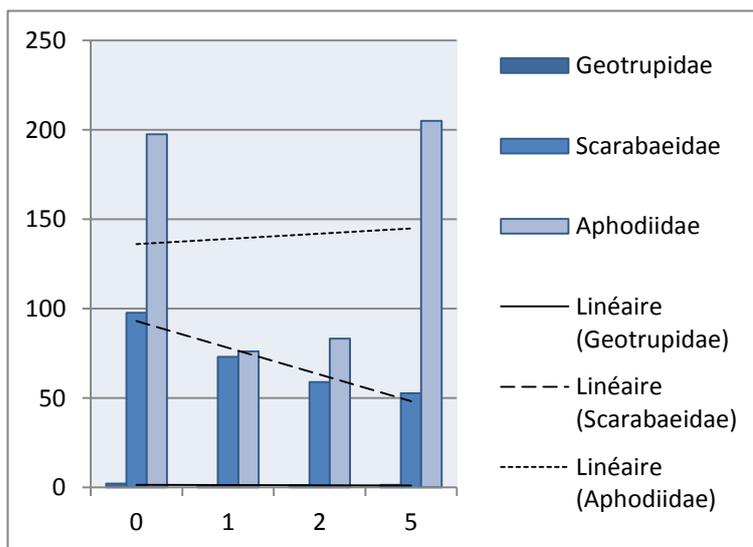


Figure 12 : Nombre d'individu moyen de mai, juillet et Septembre en fonction de la famille et de la note API

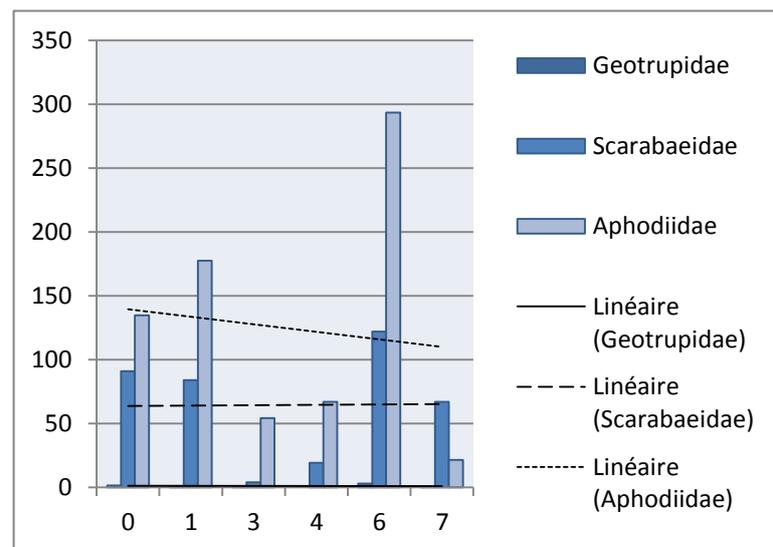


Figure 13 : Nombre d'individu moyen de mai, juillet et septembre en fonction de la famille et de la note APE

### 3. Résultats liés à la parcelle

#### a) Le chargement instantané

Le chargement instantané a été calculé pour chaque parcelle échantillonnée en mai, juillet et septembre à l'aide par exemple du tableau 2 pour le mois de mai. La surface des parcelles a été calculée grâce au logiciel QGIS. Grâce aux différentes informations données par l'agriculteur l'effectif et âge à la mise à l'herbe permet de déterminer l'UGB total. Le chargement instantané exprimé en ares/UGB est obtenu en divisant la surface par l'UGB total et en multipliant par 100 pour convertir les ha en ares. De ce fait plus le chargement est faible, plus le chargement est intensif.

**Tableau 2 : Informations chargement de la parcelle en fonction des exploitations**

Agriculteur	Lot	surface (ha)	Effectif	Age mise à l'herbe (mois)	UBG/vaches	UGB Total	Chargement (ares/UGB)
GAEC des violettes	G2	0.8	6	21-22	1	6	13.1
Brun Christophe	G2	2.3	9	15	0.6	5.4	42.5
GAEC des chantoiseau	G2	1.0	64	36	1	64	1.5
GAEC Des Bagnettes	G2	3.9	9	12	0.6	5.4	72.7
GAEC des Gannes	G2	10.6	16	26	1	16	66.3
GAEC de Limon	G2	2.0	17	20	0.6	10.2	19.2
GAEC Tuffery	G2	2.4	12	24	1	12	20.2
GAEC Modelnel	Doublonnes	1.6	27	25	1	27	5.8
SARLIEVE Eric	Broutard	0.5	30	24	1	30	1.8
COISSARD Damien	G2	16.7	25	19	0.6	15	111.5
GAEC du Bois Joli	G1	10.1	31	16	0.6	18.6	54.1

Ainsi la figure 14 représente le nombre d'individus moyens collectés en mai, juillet et septembre en fonction des classes de taille et du chargement instantané des parcelles. Plus le chargement instantané est élevé (et donc extensif) plus le nombre de coléoptères augmente pour toutes les classes confondues. Or la logique voudrait que plus il y a de vaches sur une petite parcelle, plus il y a de bouses et donc plus il est censé avoir de coléoptères. Reste à comprendre pourquoi il y a cette tendance.

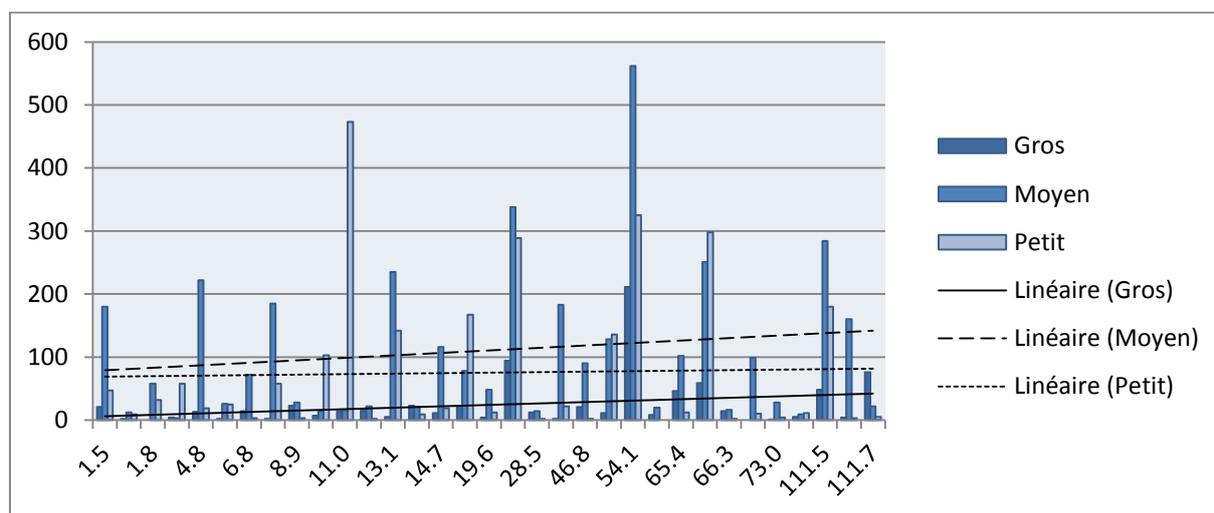


Figure 14 : Nombre d'individu moyen de mai, juillet et septembre en fonction de la taille et du chargement instantané

### b) Le système de rotation des parcelles

Sur les 11 exploitations suivies, 8 exploitants effectuent un système de rotation du pâturage alors que 3 font du pâturage continu. La figure 15 montre une tendance à la hausse pour la classe « petit » des individus collectés en mai, juillet et septembre en fonction du système de pâturage. Néanmoins d'après la figure 16 le nombre moyen d'Aphodiidae est plus élevé dans les pâturages continus que dans les pâturages en rotation.

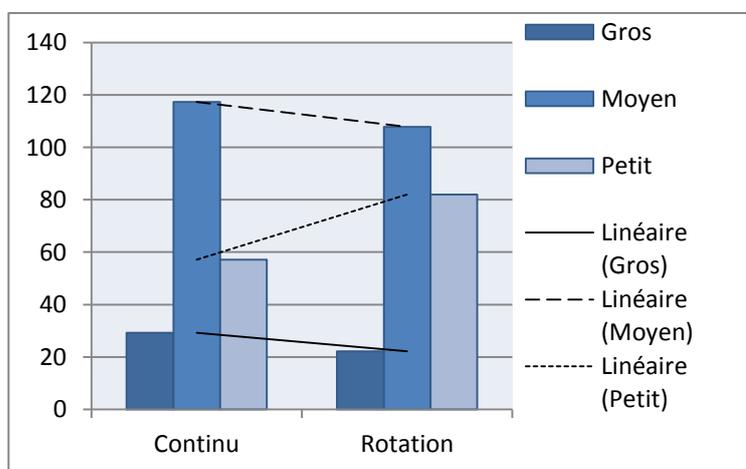


Figure 15 : Nombre d'individu moyen de mai, juillet et septembre en fonction de la taille et du système de pâturage

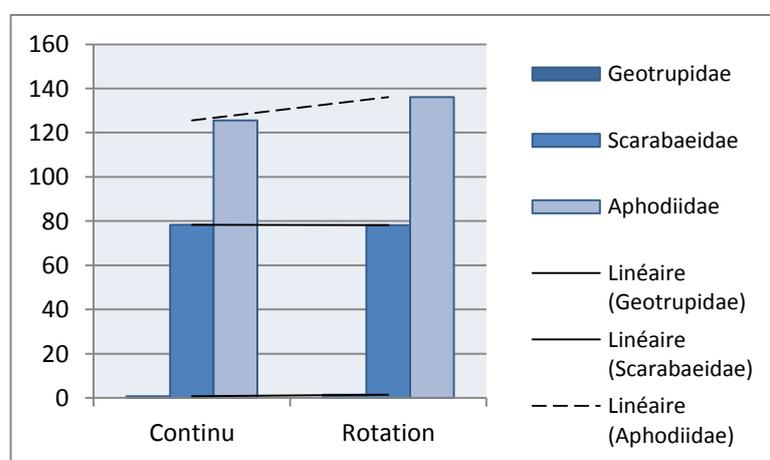


Figure 16 : Nombre d'individu moyen de mai, juillet et septembre en fonction de la famille et du système de pâturage

### c) Habitats

La figure 17 représente le nombre d'individu moyen en fonction de leur taille et de leur habitat collectés au mois de mai, juillet et septembre. Pour les classes de tailles « moyen » et « gros » il y a une augmentation du nombre d'individus dans les milieux semi-ouverts comparés aux milieux ouverts.

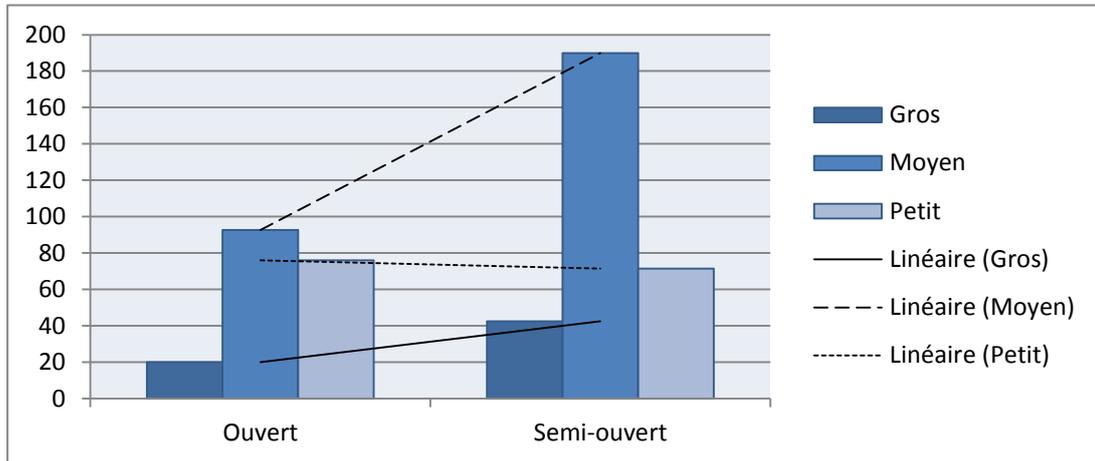


Figure 17 : Nombre d'individus moyen de mai, juillet et septembre en fonction de la taille et du système de l'habitat

Enfin a figure 18 représente le nombre d'individu moyen en fonction de famille et de leur habitat. Généralement il y a plus d'Aphodiidae et de Scarabaeidae dans les habitats semi-ouverts que les habitats ouverts. Les Geotrupidae étant trop peu nombreux il n'est pas possible de voir une réelle tendance.

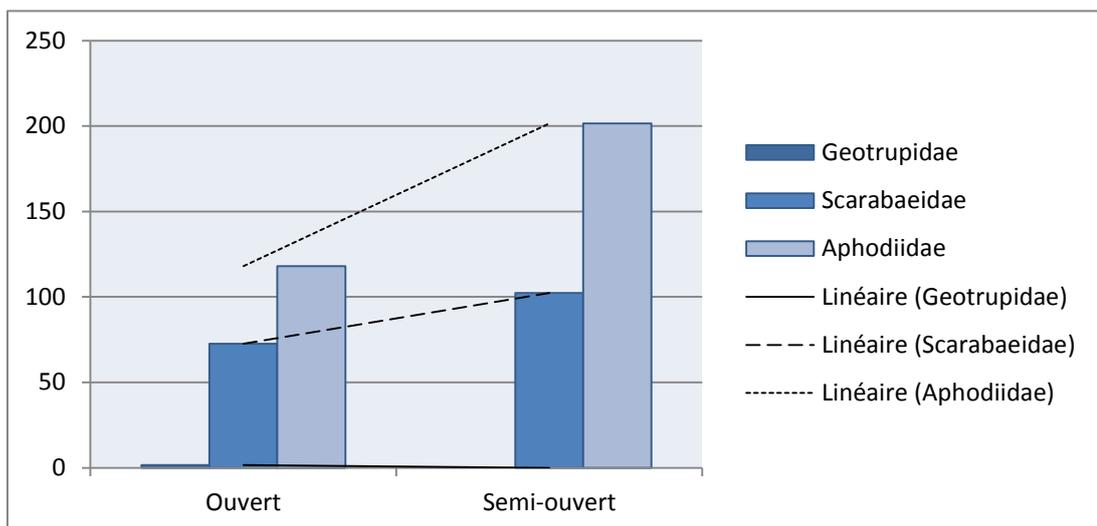


Figure 18 : Nombre d'individus moyen de mai, juillet et septembre en fonction de la famille et du système de l'habitat

#### 4. Résumé résultats

Une fiche synthétique, en gardant la confidentialité des agriculteurs ayant participé au piégeage, sera aussi distribuée aux 60 agriculteurs volontaires et animateurs du projet afin de les tenir informés de l'avancée du projet (annexe 5). Ces fiches pourront être distribuées durant l'entretien entre les éleveurs, vétérinaire et animateur Natura 2000 (ou PNA) point n°5 du projet ELEVE.

### **IV. Discussion**

#### 1. Constitution des communautés de coléoptères coprophages

Les résultats ci-dessus amènent plusieurs questionnements sur la collecte des données et le projet ELEVE. Tout d'abord sur les communautés de coléoptères coprophages récoltées lors des sessions de piégeage. Une forte diminution du nombre d'individu a été observée de mai à juillet ainsi qu'une différence dans la composition des populations de coprophages. En septembre plus d'individus ont été piégés mais cela reste beaucoup plus faible comparé au mois de mai. En effet les Aphodiidae sont largement dominants dans les pièges collectés en juillet par rapport aux Onthophagus qui sont bien plus présents en mai et en septembre. Il y a 4 fois plus d'individus en mai qu'en juillet et septembre. Ces résultats peuvent démontrer que les Onthophagus seraient des espèces plutôt printanières et automnales qu'estivales. D'après l'annexe 4 qui regroupe la liste des espèces en Auvergne, ainsi que leur calendrier d'activité, les Onthophagus sont actifs, pour la plupart, du printemps à l'automne. Pourtant, pour juillet aucun évènement majeur météorologique n'a été relevé lors de la pose des pièges. Mais les jours précédents ont été plutôt chauds et secs, le sol était beaucoup moins humide sur la plupart des parcelles comparé au mois de mai. Ensuite il y a eu très peu de Geotrupidae en mai (5 individus) et aucun au mois de juillet, malgré un agrandissement de la maille, pour favoriser une meilleure réussite de leur piégeage. Néanmoins lors du piégeage de septembre 25 individus ont été récoltés.

Après un entretien avec Monsieur Lumaret et la consultation de sa publication « Atlas des Scarabéides Laparosticti de France » il semblerait que le piégeage des Geotrupidae est assez aléatoire (figure 19). Sa présence va dépendre du type de sol, ainsi que de la proximité d'une zone forestière. Pourtant en juillet des zones forestières étaient présentes à proximité de certaines parcelles. De plus la maille des grilles utilisées en mai était seulement de 2x2cm, ce qui a pu provoquer un biais dans le piégeage, certaines espèces pouvant dépasser 20 mm. Pour le mois de juillet d'autres conditions environnementales ont pu influencer l'absence de cette famille lors du piégeage. En septembre le piégeage a été plus efficace, mais il est encore difficile de déterminer si des facteurs ont pu influencer cette tendance.



Figure 27 : Geotrupidae piégés en septembre



Figure 28 : *Onthophagus taurus* observé à la loupe binoculaire

Concernant les Onthophagus les résultats observés semblent logiques. En effet, si les conditions sont favorables, il peut y avoir un pic des populations d'Onthophagus au printemps et un pic en automne s'il y a des précipitations (Lumaret, 1987). De ce fait une forte diminution des Onthophagus dans les populations des coléoptères coprophages en juillet correspond à leur biologie (figure 20). Les relevés de septembre tendent dans ce sens, notamment dans le secteur ZPS Planèze de Saint-Flour où de fortes précipitations ont été présentes lors du piégeage. De plus lors du piégeage en septembre dans le secteur ZPS Pays des Couzes il a été constaté une sécheresse évidente de la végétation et du sol suite à l'épisode caniculaire de cet été.

Les conditions climatiques et la qualité de l'appât lors du piégeage peuvent influencer les résultats. Si le temps est sec avec des fortes températures lors de la session de piégeage, l'appât va sécher rapidement et donc l'attractivité de celui-ci diminue. Mais s'il pleut lors du piégeage, c'est-à-dire de légères averses avec des périodes de beau temps, la bouse reste « fraîche » plus longtemps et sera donc plus attractive lors du piégeage. Pourtant en comparant les précipitations en mai, juillet et septembre les précipitations ont été plus fortes au mois de juillet sur tous les secteurs de piégeage qu'au mois de mai. Il ne semble pas que l'attractivité de l'appât ait pu influencer un tel écart d'échantillonnage entre le mois de mai, juillet et septembre

Les résultats des sessions de piégeage ont montré une présence accrue de l'espèce *Euonoticellus fulvus* (figure 21) en septembre par rapport en mai et juillet. En effet 10 individus ont été prélevés sur 3 exploitations en mai, 19 individus en juillet sur 8 exploitations contre 88 individus sur 6 exploitations. D'après l'Atlas des Scarabéides Laparosticti de France (Lumaret, 1990) l'espèce est surtout active de mai à septembre et apprécie un sol retenant l'humidité. Pourtant en septembre l'espèce était très présente sur 2 exploitations proches d'Ebreuil, où le sol était extrêmement sec.



Figure 21 : *Euonoticellus fulvus* observé à la loupe binoculaire



Figure 22 : *Aphodius* sp. sur une parcelle du côté d'Ebreuil

Enfin la famille des Aphodiidae est présente aussi bien en mai qu'en juillet et qu'en septembre (figure 22). Sa plus forte présence en Juillet est normale du fait d'une plus faible activité des Onthophagus comme vue précédemment. Cette famille est celle possédant le plus grand nombre d'espèce et donc potentiellement un calendrier d'activité différent d'une espèce à l'autre. En effet l'annexe 4 démontre que selon les espèces, les périodes de présence des Aphodiidae sont diversifiées comparées aux Onthophagus qui sont généralement actifs d'avril à septembre. Il est donc difficile d'expliquer les résultats en fonction de leur biologie, à moins d'effectuer une identification à l'espèce.

## 2. L'impact des traitements antiparasitaires

Les résultats ont permis de montrer des tendances en fonction des traitements antiparasitaires utilisés par les exploitations. Concernant la note générale, plus la note était forte, c'est-à-dire plus les traitements antiparasitaires sont nocifs aux coléoptères coprophages, plus leurs populations diminuent. Il a été prouvé à de multiples reprises que les traitements antiparasitaires, notamment l'ivermectine, était toxique pour les insectes coprophages (Barbut, 2002 ; Virlovet, 2005 ; Martinez *et al.*, 2017). Néanmoins ce sont surtout les larves et les jeunes adultes qui sont impactés par ces traitements antiparasitaires (Lumaret & Errouissi, 2002). Ces résultats vont donc dans le sens de ces études. La différenciation des traitements antiparasitaires en une note API et une note APE devrait permettre de savoir quelles molécules sont les plus néfastes aux coléoptères coprophages et permettre de changer les pratiques de traitement. Les API regroupent les endectocides tels que les avermectines et les milbémycines, et les APE les pyrethrinoïdes de synthèse.

Les résultats ont démontré une légère augmentation des classes de taille « moyen » et « gros » lorsque la note API augmente alors que les endectocides sont censés être nocifs envers ces insectes. Pour la note APE les classes de tailles diminuent, sauf la classe « petit » et semblent

donc impactés. Les résultats sont étudiés au niveau des familles pour savoir lesquels peuvent influencer ces tendances. Pour la note API ce sont le nombre d'Aphodiidae qui augmente lorsque la toxicité des API augmente. Et pour la note APE le nombre d'Aphodiidae diminue légèrement et le nombre d'Onthophagus reste stable.

Ces résultats laissent à penser qu'il pourrait y avoir des familles résistantes ou au contraire plus sensibles à certaines molécules utilisées dans les traitements antiparasitaires. Pourtant les pyréthriinoïdes contenu dans les APE et les avermectines contenus dans les API sont fortement nocifs aux coléoptères coprophages (Lumaret, 2010).

Une étude de Bryony et Richard (2018) effectuée en Angleterre démontre que les Onthophagus ne représentaient que 1% du total des coléoptères collectés dans les exploitations utilisant des antiparasites internes, contre 19% dans celles utilisant les antiparasites externes. Il semble donc que le genre Onthophagus est plus sensible aux traitements tels que les avermectines que les pyréthriinoïdes de synthèse. Il en est de même pour l'étude de Beynon *et al.* (2012) qui démontre que les coléoptères fousseurs tels que les Onthophagus étaient moins abondants que les coléoptères résidants, représentés en grande partie par les Aphodiidae. Mais les données collectées ne permettent pas d'affirmer cette hypothèse. Cependant les coléoptères fousseurs sont plutôt des espèces de stratégie k et ont donc une fécondité inférieure à celle des Aphodiidae (résidents) qui ont une stratégie r (Hanski et Cambefort, 1991). De ce fait les Onthophagus sont moins enclins à récupérer suite à une exposition aux antiparasitaires. Cette étude pourrait expliquer une résistance des Aphodiidae aux antiparasitaires internes notamment.

### 3. Influence de la parcelle (chargement, habitat, système de pâturage)

Les résultats ont permis de démontrer plusieurs tendances en fonction de la parcelle, plus précisément le chargement instantané, l'habitat et le système de pâturage. Concernant l'habitat plus le chargement est extensif, plus le nombre de coléoptères augmente, que ce soit les classes de taille ou les familles de coléoptères coprophages. Il est conseillé afin de réduire le parasitisme, de ne pas effectuer un chargement trop intensif des parcelles (figure 23). Un chargement trop important augmente la concentration des parasites. Par exemple si on double le nombre d'animaux dans un troupeau il y a 4 fois plus d'infestations aux parasites (Nayet, 2010-2011). Des études n'ayant pas vraiment été faites sur ce critère, il est difficile d'expliquer cette tendance. Normalement la quantité de ressources a une influence positive sur les communautés de coléoptères coprophages (Kadiri



Figure 29 : Troupeau d'Aubrac du côté de Murol (63)

*et al.*, 1997). Peut-être qu'un chargement intensif altère trop l'habitat pour les coléoptères coprophages et crée une trop forte compétition entre ces espèces.

Ensuite une distinction entre l'habitat, c'est-à-dire ouvert, semi-fermé ou fermé, a été prise en compte. Le niveau de charge pastorale ainsi que la structure de l'habitat auraient une influence sur la richesse spécifique, l'abondance et la biomasse moyenne par piège entre les sites (Kadiri *et al.*, 1997). Ici aucune parcelle se trouvait dans un milieu fermé, uniquement dans des milieux ouverts ou semi-ouverts. Une différence d'abondance et de biomasse a été observée entre ces 2 habitats. En effet l'abondance et la biomasse était plus élevée dans les habitats semi-ouverts que les habitats ouverts.

Les insectes ont une préférence pour un type déterminé de couvert végétal. Le degré d'ouverture d'un milieu agit comme un filtre, plus au moins sélectif, ne laissant passer que les espèces les plus ubiquistes. Ce filtre a pour conséquence de modifier la composition faunistique et l'organisation des coléoptères coprophages. Pourtant dans les milieux ouverts où les ressources sont abondantes, la richesse spécifique et l'abondance sont plus élevées que dans les milieux fermés (Lumaret & Kirk, 1987 ; Kadiri *et al.*, 1997). Un habitat semi-fermé ne constituant pas un filtre aussi conséquent qu'un habitat fermé il est possible qu'il n'influence pas réellement les populations de coléoptères coprophages. En mai 2 parcelles étaient considérées comme des milieux semi-ouverts contre 9 parcelles étant des milieux ouverts (figure 24). En juillet 3 parcelles étaient des milieux semi-ouverts et une seule en septembre. Une telle disparité entre les 11 exploitations et la sous-représentation des milieux semi ouverts ne permet probablement pas de lisser les biais.



Figure 24 : Parcelle ayant un milieu ouvert, proche d'Aurières (63)

Enfin une distinction a été faite sur le système de pâturage des exploitations, c'est-à-dire si le pâturage est continu ou s'il y a une rotation des parcelles. Afin d'éviter une contamination parasitaire il est plutôt conseillé de favoriser une rotation des parcelles, en privilégiant des durées de retour supérieur à la durée d'un cycle de reproduction des parasites. Dans cette études sur les 11 exploitations suivies, 8 exploitations effectuent une rotation des parcelles et 3 font un pâturage continu. La rotation des parcelles étant le plus représentée dans cette étude un biais est aussi possible. Néanmoins les résultats démontrent qu'il n'y a pas de réels écarts entre une rotation et un pâturage continu concernant les classes de taille de coléoptères. De ce fait le système de pâturage n'a pas de réelle influence sur la disponibilité en ressources alimentaires pour les Pies-grièches et les chauves-souris. Pourtant en regardant plus en détails les Aphodiidae sont plus nombreux dans les parcelles effectuant un pâturage continu et les Scarabaeidae dans les parcelles effectuant une rotation.

Ces résultats pourraient s'expliquer via deux hypothèses. Tout d'abord que les Aphodiidae sont des résidents, il est possible que par leur biologie, il soit plus fidèle à un site et donc plus nombreux. En effet, comme vu précédemment, les Aphodiidae effectuent une stratégie r (Hanski et Cambefort, 1991). Il serait donc logique qu'ils soient plus nombreux sur une parcelle effectuant un pâturage continu du fait d'une disponibilité accrue et pérenne en ressources. Néanmoins une autre cause est possible et a été mentionnée précédemment. Les Scarabaeidae, effectuant quant à eux une stratégie k, sont plus sensibles aux antiparasitaires. Il se pourrait que les Aphodiidae soient plus nombreux dans les parcelles effectuant un pâturage continu du fait d'une meilleure rémanence aux antiparasitaires et d'une diminution du nombre de leurs « concurrents » de leur niche. Si un troupeau reste toute une saison de pâturage sur la même parcelle les populations de coléoptères coprophages locales sont forcément plus exposées aux antiparasitaires lors des traitements. Une plus forte présence des Scarabaeidae sur les parcelles en rotation pourrait s'expliquer par une exposition moindre aux antiparasitaires.

#### 4. Limites du protocole

Le protocole du projet ELEVE peut présenter quelques limites. L'état zéro ayant déjà été effectué et un suivi étant prévu dans les années à suivre il n'est pas possible de le modifier en profondeur, sous peine de rendre la comparaison avec les résultats futurs impossible. Mais ce protocole, ainsi que les modifications qui seraient possible, pourrait être un support pour un projet futur dans une autre région.

La limite principale du protocole est que de nombreux facteurs peuvent influencer les résultats. Plusieurs critères ont été pris en compte afin de maximiser la compréhension des résultats, comme par exemple le type de traitement, le chargement, l'habitat, etc... Ces différents critères peuvent modifier les résultats obtenus sur la population et la biomasse des coléoptères coprophages. Ce nombre important de critères permet de réaliser qu'il est impossible de trouver des exploitations relativement homogènes par rapport à ces critères. C'est pourquoi la comparaison des résultats des exploitations entre elles reste extrêmement difficile puisqu'il y a l'existence d'une grande hétérogénéité entre les exploitations.

Une autre limite du protocole est son aspect chronophage et sa difficulté à mettre en place. La pose des pièges étant dépendant de la météo ainsi que du calendrier du pâturage des agriculteurs, il n'était pas toujours évident de trouver une date pour la pose des pièges. De plus il est conseillé pour la prochaine session de piégeage (dans les années futures donc), de tenter de poser les pièges le plus proche possible des dates de piégeage de 2018. Cet aspect paraît vraiment compliqué à mettre en place. Les coléoptères coprophages étant aussi influencés par l'environnement climatique il est fort possible que les conditions de piégeage en 2018 ne soit pas les mêmes que celles lors des prochains piégeages.

Ensuite le tri et l'identification en laboratoire peut avoir plusieurs limites (figure 25). L'erreur d'identification pour les Aphodiidae peut apporter une perte d'informations. A ce stade seul une nouvelle identification des échantillons permettrait de réparer cette erreur. Dans cette présente étude un manque évident de temps a empêché la mise en œuvre d'une identification plus poussée.



Figure25 : Phase d'identification au laboratoire

Même si ce projet a pour but premier de s'intéresser à la disponibilité en ressource alimentaire pour les Pies-Grièches et les chauves-souris, une identification jusqu'à l'espèce aurait apporté beaucoup plus d'informations. Notamment sur la richesse spécifique et l'équitabilité. Une identification jusqu'à l'espèce était prévue pour les Geotrupidae et Scarabaeidae. Du fait d'une absence d'aide ou d'un référent pour ce taxon, ainsi que d'un délai trop court pour la session de piégeage de septembre, il a été décidé de rester au genre pour éviter une identification biaisée de ces familles et donc des résultats faussés. Une identification à l'espèce pour d'autres études seraient vraiment un plus, mais permettrait aussi d'apporter des données naturalistes non négligeable sur ce taxon peu étudié en France.

## 5. Perspectives de terrains complémentaires

Malgré le fait que ce protocole a pour but d'être renouvelé dans le futur, des améliorations peuvent être mises en place afin d'apporter des informations complémentaires, à conditions que celles-ci ne soient pas trop chronophage. En effet le présent protocole est déjà assez lourd à mettre en place.

La faible présence de grosses proies telles que les Geotrupidae, ou le *Copris Lunaris* appartenant à la famille des Scarabaeidae, pose problème du fait de leur importance dans l'alimentation des Pies-Grièches. Le Grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*) se nourrissant essentiellement d'Aphodiidae, il est avéré qu'une ressource alimentaire est disponible. Le but du projet est de suivre l'évolution de la population et la biomasse des coléoptères coprophages d'années en années afin de voir si un changement de pratiques antiparasitaires a eu un impact sur ces populations. Et potentiellement permettre une augmentation des populations de coprophages, constituant une ressource accrue pour ces prédateurs en conseillant les éleveurs au mieux grâce çà l'aide des vétérinaires.

Les pièges CSR, comme vue précédemment, sont censés être la méthode de piégeage la plus représentative des populations de coléoptères à un moment donnée (Doube & Giller, 1990) (figure 26). D'après l'étude de Simon (2010) le piégeage est une méthode très efficace car elle permet de capturer les espèces rares, peu abondantes ou de petites tailles et elle est non sélective. Néanmoins elle reste encombrante du fait du matériel nécessaire. La chasse à vue est une méthode quant à elle rapide et facile à mettre en place, mais elle permet qu'un inventaire partiel des espèces. Il existe aussi la méthode de lavage qui consiste à mettre les excréments dans un sceau d'eau et récupérer les coléoptères remontant à la surface. Mais cette méthode permet surtout de capturer les coléoptères résidents (Aphodiidae). Lors d'une chasse à vue en septembre, afin d'observer des coléoptères coprophages, 6 *Copris Lunaris* ont rapidement été trouvés sur une parcelle. Pourtant lors du piégeage aucun individu n'a été collecté, ce qui peut remettre en question la réelle efficacité des pièges CSR pour certaines espèces.



Figure 26 : Exemple d'un piège CSR

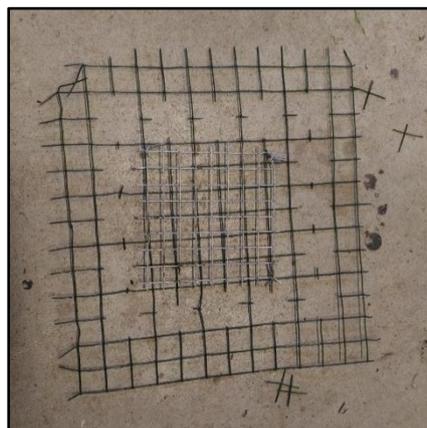


Figure 30 : Agrandissement de la maille du grillage de piégeage

Comme vue précédemment, la maille de piégeage lors du mois de mai n'était pas adaptée pour le piégeage des gros coléoptères, tels que les Geotrupidae (figure 27). Pourtant la session de piégeage de septembre, même si le tri n'est pas totalement fini, met en lumière de meilleurs résultats pour cette famille, 25 individus ont été collectés. L'efficacité de la méthode serait à confirmer lors de la future session de piégeage du fait des biais de mai qui ne permettent pas d'avoir une vue globale. Le piégeage par méthode CSR semble la plus efficace pour les Geotrupes, dont la chasse à vue et la méthode de lavage semblent trop aléatoire.

La nature du substrat et la teneur en eau dans le sol sont deux facteurs majeurs concernant la répartition des coléoptères coprophages (Lumaret & Kirk, 1987 ; Lumaret, 2000). En Auvergne, le sol est essentiellement argileux. Il serait judicieux de s'intéresser à la pédologie des parcelles où sont effectués les piégeages afin de savoir si celle-ci peut avoir une influence sur les résultats. Pour cela il suffit d'une tarière et de faire un prélèvement sur la parcelle afin de déterminer la pédologie du sol. Cette technique est donc rapide et peu coûteuse à mettre en place. Ensuite la teneur en eau pourrait être déterminée à l'aide de différents outils de mesure. La teneur en eau dans le sol a une influence sur les communautés de coléoptères coprophages (Lumaret 1978-1979). Si elle est trop élevée elle peut empêcher

l'installation de certaines espèces appartenant à la famille des Geotrupidae, notamment celles construisant des terriers profonds. Les Geotrupidae affectionnent plutôt les sols drainés. Ces outils peuvent s'avérer coûteux, il faudrait voir auprès des différents partenaires du projet s'ils disposent de tels appareils. En effet il paraît peu judicieux d'investir dans un tel appareil en vue de l'utilisation qui en sera fait.

## 6. Quel(s) indice(s) utiliser pour le projet ELEVE ?

Les résultats permettent de mettre en avant les critères qui semblent les plus adaptés pour constituer un indice « coprophages » du projet ELEVE. Mais ces résultats constituant l'état zéro du projet, l'efficacité et la représentativité de ces indices seront à confirmer lors des prochains piégeages. Les données de mai, juillet et septembre mettent en lumière quelques indices prometteurs. Le suivi des coléoptères coprophages ayant pour but de démontrer l'efficacité ou non du projet ELEVE concernant les changements des pratiques antiparasitaire il semble plus logique de se concentrer sur les critères des antiparasitaires. Néanmoins il est important de ne pas négliger les autres facteurs qui pourraient influencer les résultats.

La note générale, ainsi que la note API et APE constituent d'excellents indices « coprophages ». La note générale permet d'avoir une vue globale sur les modes de traitement antiparasitaire d'une exploitation alors que la note API et APE permet de différencier deux types de traitements bien différents. L'usage des avermectines étant plus facile à réduire que les pyrethrinoides de synthèse une distinction est nécessaire (Lumaret & Kadiri, 2018). Les traitements antiparasitaires internes étant les plus simples à modifier, l'utilisation de la note API en tant qu'indice sera un excellent indicateur pour le suivi des coléoptères coprophages du projet ELEVE.

Ensuite l'identification jusqu'à la famille et plus précisément le genre sont de bons indices « coprophages » puisque les traitements antiparasitaires n'ont pas le même impact en fonction des guildes des coléoptères coprophages (fouisseurs, résidents, rouleurs...). Comme vu précédemment, les Aphodiidae ayant des stratégies de reproductions plus prolifiques que les Scarabaeidae ou les Geotrupidae ils sont plus résistants que ceux-ci. De plus ce projet s'interroge sur la disponibilité en ressources alimentaires pour les Pies-Grièches et le Grand Rhinolophe. Leur alimentation étant spécifique il est important de faire une distinction.

Les autres critères tels que le chargement, l'habitat et le système de rotation sont plutôt des indices complémentaires aux indices de traitements antiparasitaires. La représentativité de ces indices est à confirmer lors des prochains piégeages. De plus un manque de précision ne permet pas pour l'instant de valider les indices « coprophages » les plus efficaces pour le projet ELEVE, même si ils semblent prometteurs. En effet les agriculteurs remettront leur « feuille de route » que prochainement alors que celles-ci constituent une source d'information non négligeable (figure 28). Cette « feuille de route » est constitué du calendrier de pâturage, qui permet aussi de connaître quel traitement parasitaire a été utilisé et à quelle date. Les informations sur ces traitements antiparasitaires permettraient de visualiser si ces traitements ont pu influencer ces résultats.



Figure28 : Rencontre entre un animateur, une vétérinaire et un agriculteur – Remise de la feuille de route

Il est donc évident qu'il faut prendre en compte cette « feuille de route » pour les futurs calculs d'indice. Les prochains piégeages permettront une comparaison avec les résultats obtenus en 2018. Afin que ces comparaisons soient réellement exhaustives l'utilisation de tests statistiques serait importante. Les tests statistiques dépendent des données en main ainsi que des résultats qu'on souhaite mettre en évidence. Par exemple les communautés de coléoptères coprophages pourraient être décrites à l'aide d'Analyse de composante principale (ACP) afin de regrouper les résultats en fonction des critères choisis.

## 7. Conclusion

L'étude semble démontrer que les communautés de coléoptères coprophages sont influencées par de multiples facteurs. Notamment que le nombre d'individus et la composition des populations des coléoptères coprophages dépendent de la saison de piégeage. Le mois de mai semble représenter une forte période d'activités pour ce taxon. De plus les *Onthophagus* seraient essentiellement des espèces printanières et automnales comparées aux *Aphodiidae*. Il a été mis en évidence que la famille des *Geotrupidae* était une famille assez difficile à piéger et que cela semble aléatoire. Les données des prochaines années pourraient confirmer cette tendance.

La comparaison de ces populations par rapport aux traitements antiparasitaires, notamment la note API et la note APE, met en évidence que les *Aphodiidae*, pratiquant une stratégie r, sont plus résistants à ces molécules, contrairement aux *Scarabaeidae* comme les *Onthophagus*. Concernant le chargement, l'habitat et le chargement instantané les résultats ne semblent pas toujours explicables et trop peu d'études permettent d'affirmer ces tendances.

Suite à la mise en place de ce protocole, il est évident que le projet ELEVE constitue un projet ambitieux. La phase de terrain peut s'avérer délicate et peut présenter des limites, une identification jusqu'à l'espèce aurait constitué un réel avantage dans l'acquisition des données. Mais en absence d'encadrant, ou d'un entomologiste spécialisé dans ce taxon, de temps, cette identification à l'espèce est difficile à mettre en place.

Finalement, cette étude montre que les coléoptères coprophages ont un réel potentiel en tant que bio-indicateur pour le changement des pratiques antiparasitaires.

Suite à la mise en place de cette état zéro des populations de coléoptères coprophages, plusieurs perspectives s'ouvrent. La « feuille de route » distribué aux agriculteurs apporta une précision dans les résultats non négligeables. La note API et la note APE semblent les indices « coprophages » les plus exhaustifs pour la suite du projet ELEVE. L'utilisation de ces indices permettra de visualiser si les changements des pratiques antiparasitaires ont eu un impact favorable aux populations de coléoptères coprophages. Les autres critères quant à eux seront des indices complémentaires afin de s'assurer s'ils ont ou non influencer les résultats. La comparaison des résultats futurs avec ceux des données de 2018 permettra l'analyse des changements des pratiques antiparasitaires.

## Bibliographie

- Barbut, B., 2002. Impact environnemental des endectocides sur la pédofaune. Thèse doctorale vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Toulouse, Université Paul Sabatier - Toulouse III Toulouse, 107 p.
- Beynon, A.S, Peck, M., Slade, E.M, Lewis, O.T, 2012. Species-rich dung beetle communities buffer ecosystem services in perturbed agro-ecosystems. *J. Appl. Ecol.*, 49, 1365-1372.
- Bordat, P., 1999. *Aphodius* (*Bodilus*) *arvernicus* Hoffmann, 1928, espèce fabuleuse de la Faune de France (Coleoptera, Aphodiidae). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 104, 343-345.
- Blume, R.R., Younger R.L., Aga, A., Myers, C.J., (1976) Effects of residues of certain anthelmintics in bovine manure on *Onthophagus gazella*, a non-target organism. *The Southwestern Entomologist*, 1(2), 100-103.
- Bryony, S. & Richard, W., 2018. Sustained parasiticide use in cattle farming affects dung beetle functional assemblages. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 265, 226-235.
- Coulombel, A., 2007. Les bousiers. *Alter Agri*, 85, 7-8.
- Doube, B. M. & Giller, P. S., 1990. A comparison of two types of trap for sampling dung beetle populations (Coleoptera, Scarabaeidae). *Bulletin of Entomological Research*, 80 (3), 259-263.
- Hanski, I., Cambefort, Y., 1991. *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press, New Jersey, USA.
- Herd, R., 1995. Endectocidal drugs: ecological risks and counter-measures. *Int. J. Parasitol.*, 25, 875-885.
- Horgan, F.G., 2005. Effects of deforestation on diversity, biomass and function of dung beetles on the eastern slopes of the Peruvian Andes. *Forest Ecology and Management*, 216, 117-133.
- Kadiri, N., Lobo, J., Lumaret, J.P., 1997. Conséquences de l'interaction entre préférences pour l'habitat et quantité de ressources trophiques sur les communautés d'insectes coprophages (Coleoptera :Scarabaeidae). *Acta OEcologica*, 18, 107-119.
- Lumaret, J.P., 1978-1979. Biogéographie et écologie des scarabéides coprophages du sud de la France. *Vie Milieu*, 18-19, 1-34.
- Lumaret, J.P., 1986. Toxicité de certains helminthocides vis-à-vis des insectes coprophages et conséquences sur la disparition des excréments de la surface du sol. *Acta Oecologia, Oecol. Applic.*, 7, 313-324.
- Lumaret, J.P., 1987. Ecology of dung beetles in the french mediterranean region (coleoptera : scarabaeidae). *Acta Zool. Mex*, 24, 1-55.

- Lumaret, J.P., 1990. Atlas des Scarabéides Laparosticti de France. Inventaire de Faune et de Flore, 1. Secrétariat Faune-Flore, MNHN, Paris, 420 p.
- Lumaret, J-P., 2000. Les Coléoptères coprophages : reconnaissance, écologie, gestion. Guide pratique à l'usage des gestionnaires des espaces protégés. Document technique du stage organisé par l'ATEN et le laboratoire de Zoogéographie de l'Université Paul Valéry, Montpellier III : 128 p.
- Lumaret, J.P., 2009. Diversité des communautés de coprophages dans les écosystèmes pâturés : prise en compte de la dimension spatio-temporelle pour une gestion intégrée du parasitisme des troupeaux. Diaporama Rencontres Valdeblore.
- Lumaret, J-P., 2010. Traitements vétérinaires conventionnels : des risques pour l'entomofaune et un nécessaire réajustement des pratiques. In : Lumaret J.-P. (dir.), Pastoralismes & entomofaune. AFP, CEFÉ et Cardère éditeur, Lirac, 83-90.
- Lumaret, J.P. & Errouissi, F., 2002. Use of anthelmintics in herbivores and evaluation of risks for the non target fauna of pastures. *Vet. Res*, 547-562.
- Lumaret, J-P. & Kadiri, 2018. Ecotoxicité : les traitements antiparasitaires persistants, bioaccumulables et toxiques (PBT) – Définition et effets environnementaux.
- Lumaret, J.P & Kirk, A., 1987. Ecology of dung beetles in the french méditerrananean region (coleoptera : scarabaeidae). *Acta Zool. Mex.*, 24, 1-55.
- Martinez, I., Lumaret, J-P., Ortiz Zayas, R., Kadiri, N., 2017. The effects of sublethal and lethal doses of ivermectin on the reproductive physiology and larval development of the dung beetle *Euoniticellus intermedius* (Coleoptera : Scarabaeidae)
- Mc Cracken, D.I., 1993. The potential for avermectins to affect wildlife. *Vet Parasitol*, 48, 273-280.
- Nayet, C., 2010-2011, extrait du livre *GDS Info Rhône-Alpes*, l'action sanitaire ensemble, Limitation du parasitisme, mesures alternatives. 2010-2011, 26-27
- Simon, A., 2010. Méthodes de recherche des coléoptères coprophages : retour d'expérience. *Invertébrés Armorica*, 6, 34-44.
- Soler, J.J. & Soler, M., 1993. Diet of the Red-billed Chough *Pyrrhocorax pyrrhocorax* in southeast Spain, *Bird Study*, 40, 216-222.
- Virlovet, G., 2005. Effet des antiparasitaires sur les insectes coprophages. *Le point vétérinaire*. 42-45.

## Annexes

### Annexe 1 : Budget prévisionnel

Année	Total HT (€)	Intitulé	S/Total HT (€)
2017	7 755	Coordination, animation	7 755
2018	113 075	Acquisition des données : réalisation des audits	78 557
		Coordination, animation	23 523
		Diffusion de documents d'information aux vétérinaires	/
		Diffusion des résultats	10 963
		Valorisation du projet sur site	
2019	99 422	Acquisition des données : réalisation des audits	67 092
		Coordination, animation	21 200
		Diffusion de documents d'information aux vétérinaires	2 650
		Diffusion des résultats	8 480
Total	220 252		

### Annexe 2 : Financements actuels

Financement actuels	Total Ht (€)
Réponse "appel à l'initiative" AE Loire Bretagne	110 000
Réponse "appel à l'initiative" AE Adour Garonne	36 000
Natura 2000	36 000
Interprofession Saint-Nectaire	4 500
Auto financement éleveurs	5 000
Auto financement profession vétérinaires	5 000
Reste à financer	24 500
Total	221 000

Annexe 3 : Budget matériels terrain piégeage coléoptères coprophages

<b>Devis Magasins</b>				
<b>Mr bricolage</b>	<b>Prix l'unité</b>	<b>à</b>	<b>Quantité</b>	<b>Prix total</b>
Grille 30x30 (2x2)	10.90		1	10.90
Grille 10x10 (1x1)	7.90		1	7.90
<b>Total magasin</b>				<b>18.80</b>
<b>Agroservice2000</b>				
Fil de clotûre	23.88		1	23.88
Bidon	13.80		1	13.80
Piquets (1m)	15		12	180.00
<b>Total magasin</b>				<b>217.68</b>
<b>Gifi</b>				
Bassine	0.9		28	27.72
Passoire	3		1	3
<b>Total magasin</b>				<b>30.72</b>
<b>Entomo-silex</b>				
Flacons (2-4 cm)	5.99		12	71.88
Pinces souples	7.56		1	7.56
Boite pétri	3.28		1	3.28
Frais de port				12.05
<b>Total magasin</b>				<b>94.77</b>
<b>Gosport</b>				
Sardines	2.99		12	35.88
Frais de port				6.95
<b>Total magasin</b>				<b>42.83</b>
<b>Total matériel</b>				<b>404.80</b>

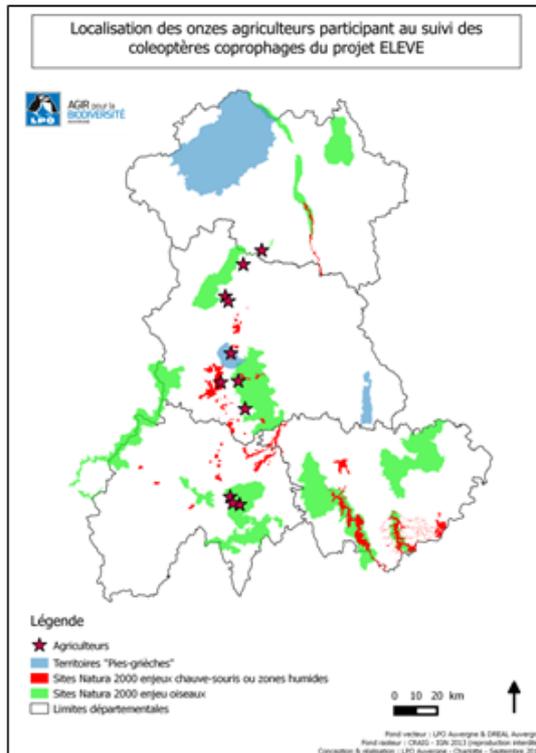
## Annexe 4 : Liste des espèces de coléoptères coprophages en Auvergne et leur période d'activité

Famille	Genre	Espèce	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
<b>Geotrupidae</b>	Odontaeus	armiger												
	Typhoeus	typhoeus												
	Geotrupes	mutator												
	Sericotrupes	niger												
	Geotrupes	stercorarius												
	Geotrupes	spiniger												
	Anoplotrupes	stercorosus												
	Trypocopris	vernalis												
	Trypocopris	pyrenaeus												
	<b>Scarabaeidae</b>	Scarabaeus	laticollis											
Gymnopleurus		sturmii												
Gymnopleurus		mopsus												
Gymnopleurus		flagellatus												
Copris		lunaris												
Sisyphus		schaefferi												
Euoniticellus		fulvus												
Caccobius		schreberi												
Euonthophagus		amyntas												
Onthophagus		taurus												
Onthophagus		illyricus												
Onthophagus		verticicornis												
Onthophagus		ruficapillus												
Onthophagus		furcatus												
Onthophagus		maki												
Onthophagus		ovatus												
Onthophagus		joannae												
Onthophagus		caenobita												
Onthophagus		similis												
Onthophagus		fracticornis												
Onthophagus	lemur													
Onthophagus	vacca													
Onthophagus	nuchicornis													
<b>Aphodiidae</b>	Colobopterus	erraticus												
	Coprimorphus	scrutator												
	Eupleurus	subterraneus												
	Otophorus	haemorrhoidalis												
	Teuchetes	fossor												
	Ammoecius	brevis												
	Alocoderus	hydrochareris												
	Plagiogonus	putridus												
	Acrossus	rufipes												
	Acrossus	luridus												
	Acrossus	depressus												
	Agolius	abdominalis												
	Birus	satellitius												
	Eurodalus	coenosus												
	Esymus	pusillus												
	Esymus	merdarius												
	Nimbus	obliteratus												
	Nimbus	contaminatus												
	Volinus	stricticus												
	Chilothorax	pictus												
	Chilothorax	conspurcatus												
	Chilothorax	paykulli												
	Chilothorax	distinctus												
	Chilothorax	melanosticus												
	Melinopterus	sphaelatus												
	Melinopterus	prodomus												
	Sigorus	porcus												
	Amidorus	obscurus												
	Trichonotulus	scrofa												
	Eudolus	quadriguttatus												
	Phalacrothous	quadrimalatus												
	Phalacrothous	biguttatus												
	Parammoecius	gibbus												
	Parammoecius	corvinus												
	Aphodius	thermicola												
	Aphodius	conjugatus												
	Aphodius	foeticus												
	Aphodius	fimetarius												
	Rhodaphodius	foetens												
	Planolinus	fasciatus												
	Agrilinus	ater												
	Agrilinus	constans												
	Bodilopsis	sordida												
	Bodilopsis	rufa												
	Oromus	alpinus												
	Acanthobodilus	immundus												
	Bodilus	ictericus												
	Bodilus	lugens												
	Bodilus	arvenicus												
	Liuthorax	niger												
Nialus	varians													
Labarrus	lividus													
Calamosternus	granarius													
Heptaaulacus	testudinarius													
Euheptaaulacus	villosus													
Euheptaaulacus	carinatus													
Euheptaaulacus	sus													
Osyomus	sylvestris													
Psammodyus	asper													
Pleuriphorus	caesus													

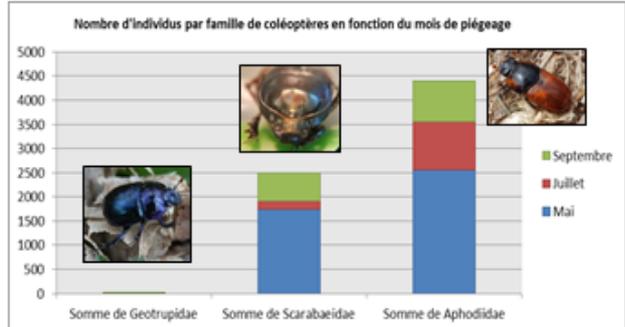
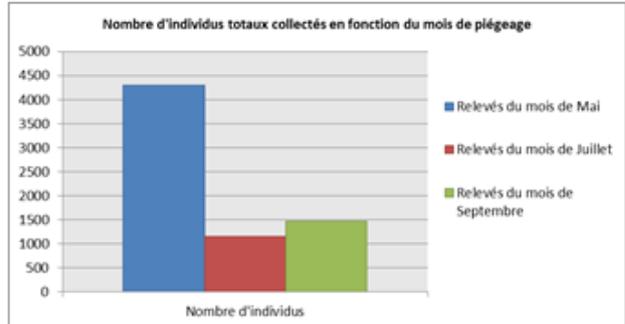
■ période d'activité  
■ surtout à partir  
■ pas d'information

## Résultats suivi des coléoptères coprophages en 2018 – projet ELEVE

Le projet ELEVE a débuté grâce à un souhait mutuel d'une meilleure gestion du parasitisme en élevage et moins nocive pour l'environnement. Ainsi en 2014 plusieurs structures animatrices Natura 2000 auvergnates à enjeux « zones humides », « oiseaux » et « chauves-souris » se sont regroupées afin de réfléchir sur ces actions. Le projet ELEVE a ainsi vu le jour. Celui-ci a comme objectif d'accompagner environ 30 vétérinaires et 60 agriculteurs. En 2018 un suivi des coléoptères coprophages a été effectué sur mai, juillet et septembre afin de constituer un état zéro des populations des 11 exploitations sélectionnées pour ce suivi.



### Résultats suivi :



### Tendances générales:

- Plus d'individus en mai qu'en juillet et septembre
- Onthophagus (Scarabaeidae): espèces printanières et automnales
- Geotrupidae: 30 individus au total, piégeage aléatoire
- Aphodiidae: énormément d'espèces

- Impacts visibles des antiparasitaires
- Antiparasitaire interne (vers, douves...): moins d'impact sur les Aphodiidae car espèces prolifiques
- Antiparasitaire externe (mouches, tiques): peu d'études sur ces molécules permettant d'expliquer les résultats
- Si chargement extensif: populations ↗
- Conclusion: De nombreux facteurs interviennent...



Merci pour votre participation au projet ELEVE!



AGIR pour la BIODIVERSITÉ AUVERGNE





AGIR pour la  
BIODIVERSITÉ  
AUVERGNE



La Région  
Auvergne-Rhône-Alpes



Haute-Loire  
le DÉPARTEMENT

« L'action « Répartition de la Pie-grièche grise dans la Haute-Loire » est cofinancée par l'Union Européenne. L'Europe s'engage dans le Massif central avec le fonds européen de développement régional. »

### Protocole :

#### Suivi de la population et de la biomasse des Coléoptères coprophages en Auvergne

L'impact négatif des antiparasitaires administrés aux animaux d'élevage sur l'environnement n'est plus à démontrer. De nombreuses études sur le sujet ont permis de constater que certains antiparasitaires ont des effets toxiques sur la faune non ciblée des écosystèmes pâturés.

En effet, des molécules utilisées comme antiparasitaires (l'ivermectine etc.) sont encore actives une fois libérées par les animaux dans leurs matières fécales.

Ces molécules sont de vrais insecticides pour les insectes se nourrissant des matières fécales dans les milieux pâturés. Ces insectes indispensables au bon fonctionnement de l'écosystème sont ce que l'on appelle les insectes coprophages.

Les insectes coprophages sont composés de coléoptères et de diptères, ils jouent un rôle prédominant dans les écosystèmes pâturés, nous allons le voir par la suite.

Dans le cadre de ce protocole nous allons nous focaliser sur le groupe des coléoptères coprophages, groupe plus facile à analyser à l'aide d'outils simples à mettre en œuvre sur le terrain.

Les coléoptères coprophages appelés plus communément « bousiers » sont experts dans la dégradation des matières fécales. Ils colonisent les excréments pour se nourrir et se reproduire en créant de nombreuses galeries qui permettent la minéralisation de la matière organique.

En dégradant cette matière fécale, ils participent activement au recyclage de l'azote, à l'aération du sol ainsi que de son oxygénation et permettent le maintien d'une bonne hygiène des pâtures et donc une bonne productivité de celles-ci.

De plus, suite à leur action, ils enrichissent le sol en humus et évitent la création de zone de refus pour les animaux d'élevage (Herd, 1995 ; Coulombel, 2007 ; Lumaret, 2009).

La dégradation rapide des excréments permet une repousse végétale de bonne qualité, évitant ainsi que le bétail se désintéresse des zones situées près des excréments (Bruxaux, 2013).

Les molécules antiparasitaires provoquent de multiples effets létaux et sub-létaux sur les insectes coprophages.

D'après les études précédentes, les coléoptères adultes matures sexuellement seraient peu impactés par l'ivermectine, par contre les larves et les jeunes adultes émergents connaissent une forte mortalité et une diminution du développement de leur système reproducteur (Lumaret & Errouissi, 2002 ; Virlouvét, 2005).

Des molécules antiparasitaires peu destructrices de l'environnement existent sur le marché, les benzimidazoles par exemple, n'ont pas d'effets nocifs significatifs sur les coléoptères coprophages (Blume *et al.*, 1976 ; Lumaret, 1986).

Les insectes coprophages s'inscrivent dans les ressources trophiques de nombreuses espèces insectivores comme le Grand Rhinolophe, l'Alouette des champs (Soler & Soler, 1993), ou les Pies-grièches. Ces animaux sont donc partiellement dépendants de la présence de ces insectes (Mc Cracken, 1993). Par exemple, les insectes coprophages représentent au printemps 50% du régime alimentaire du Grand Rhinolophe.

Ces espèces prédatrices ont vu leurs populations régresser de façon importante ces dernières années.

La diminution des populations d'insectes coprophages dans les milieux où les antiparasitaires sont fortement utilisés pourrait expliquer au moins en partie le déclin de ces espèces.

Il a ainsi été prouvé en Ecosse que les changements démographiques chez les oiseaux pouvaient être reliés aux pratiques agricoles, et ceci au moins en partie par l'intermédiaire de leurs impacts sur les populations d'invertébrés (Benton *et al.*, 2002).

Des mesures visant à limiter l'effet des antiparasitaires sur les ressources alimentaires des espèces d'oiseaux et de chiroptères sont présentes dans les documents d'objectifs de certains sites Natura 2000 d'Auvergne et dans le Plan National d'Actions Pies-Grièches (PNA Pies-Grièches).

A l'issue de ce constat, un appel à projet a été lancé sur les sites Natura 2000 et PNA Pies-grièches qui a donné lieu à la création du projet EleVE (Elevage Vétérinaire Environnement) en 2015 constitué à présent de nombreux partenaires dont la LPO Auvergne.

Ce projet consiste à mettre en place un protocole permettant de mesurer l'effet des antiparasitaires sur l'environnement et travailler avec les agriculteurs et les vétérinaires afin de les inciter à modifier leurs pratiques. L'alternative à l'utilisation de certains antiparasitaires sera une grande avancée dans la conservation des insectes coprophages et en définitive des espèces menacées prédatrices en déclin comme les Pies-grièches et le Grand Rhinolophe.

Nous cherchons à travers le protocole suivant à estimer le niveau des populations de coléoptères coprophages en termes d'individus et de biomasse présentes sur différentes exploitations agricoles auvergnates.

Ce protocole à effectuer de préférence sur plusieurs années, nous permettra de suivre l'évolution des populations et de leur biomasse dans les différentes exploitations.

Et ainsi analyser si la mise en place de changements de pratique de la part des éleveurs en collaboration avec les vétérinaires aura un effet positif sur le niveau des populations de coléoptères coprophages.

Avec l'aide précieuse du Professeur Lumaret, expert des insectes coprophages de l'Université de Montpellier, nous avons mis au point le protocole suivant en espérant qu'il permettra de répondre à nos attentes.

## Protocole : Suivi de la population et de la biomasse des Coléoptères coprophages

Nous avons choisi dans le cadre de cette étude, d'utiliser la méthode des pièges CSR (Cebo-Superficie-Rejilla) testée et validée par les espagnols Lobo *et al.*, 1988 et Veiga *et al.*, 1989 (voir Figure 2) pour échantillonner les coléoptères coprophages. La méthode CSR donne de meilleurs résultats que les autres méthodes de piégeage (Maughan & Paulian, 2011) et donne la meilleure représentation possible d'une communauté d'insectes coprophages actifs dans un site, à un moment donné (Doube & Giller, 1990).

### Matériel :

- **Pour un piège type CSR :**
  - Bassine 20x20 cm et 15 cm de profondeur
  - Grille 30x30 cm à mailles 2x2 cm
  - Grille 10x10 cm à mailles 1x1 cm
  - Un bidon d'eau
  - 2 gouttes de savon liquide (du type savon pour la vaisselle)
  - Une cuillère à soupe de gros sel
  - 4 sardines (modèle pour camping)
  - Fils de fer
  - Pincés multiprise et coupante
  - 4 piquets d'environ 1 mètre/clôture pour éviter le piétinement des bovins
  - Flacons à col assez large (2- 4 cm)
  - Etiquettes
  - Crayon à papier
  - Alcool 90/95%
  - Passoire à fines mailles (millimétriques)
  - Pelle
  - Pincés souples
- **Pour la phase de laboratoire**
  - Essuie-tout
  - Pincés fines (brucelles)
  - Aides à l'identification des familles et de quelques genres (pdf)
  - Liste des espèces potentiellement présentes en Auvergne (pdf)
  - Loupe binoculaire
  - Lampe
  - Règle
  - Balance ( au dixième de grammes)

### Méthodes :

- **Avant la phase de terrain :**
  - Sur la grille 30x30 cm à mailles 2x2 cm, attacher au centre de celle-ci la grille 10x10 cm à mailles 1x1 cm à l'aide de fils de fer et de pincés multiprise et coupante.

Un vide de mailles 2x2 cm permet aux plus gros coléoptères coprophages de tomber dans le piège, puis un vide de mailles 1x1 cm permet d'éviter à ce que la bouse déposée sur le piège comme appât passe de façon importante dans le piège.

La matière fécale présente dans la bassine risquerait de fermenter avec les insectes. Une fois fermentés, les insectes ne seront plus déterminables au laboratoire.

- Préparer les étiquettes à mettre dans chacun des flacons lors de la phase de récolte des insectes.

Ecrire sur les étiquettes : la date de pose et de récolte des pièges, le n° du piège, le n° de la parcelle et de l'exploitation.

- **Choix des échantillons :**

- Choisir **1 lot d'animaux domestiques par exploitation** (choisir le lot avec le nombre le plus important d'animaux).

- Il est préférable de poser les pièges dans les parcelles **une à deux semaines** après la mise à l'herbe. Une fois la saison de pâture commencée, poser les prochains pièges environ **une semaine** après le changement de parcelle.

Il est important d'attendre que la population de coléoptères coprophages se stabilise dans un milieu avant de mettre en place le protocole. La pose des pièges seulement quelques jours après la mise à l'herbe provoquerait une arrivée instantanée des coléoptères coprophages attirés par la présence soudaine de ressources alimentaires. Les données récoltées à l'issue d'une telle arrivée d'insectes ne seraient pas représentatives de la population.

- **Choix de l'emplacement des pièges dans les parcelles :**

- Disposer **quatre pièges par parcelle** dans des zones bien ventilées (Rahagala *et al.*, 2009 ; Viljanen, 2009) et dégagées c'est-à-dire **éloignées de 20 à 50 mètres des limites de la parcelle** (voir Figure 1). Les pièges CSR attirent fortement les insectes coprophages à 20 mètres et encore à plus de 50 mètres (Cambefort, 1984 ; Micoud, 2012).

Les zones éloignées des forêts ou de tout autre élément qui empêcherait l'appât d'attirer les espèces coprophages rendraient nos résultats peu représentatifs de la population. Sans obstacles causés par le milieu, les pièges attireront de manière optimale les coléoptères coprophages.

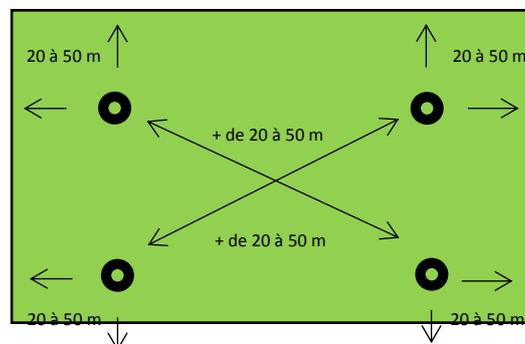


Figure 1 : Exemple d'emplacement des pièges dans les conditions favorables (Garnier S., 2017).

- **Mise en place des pièges CSR** (voir Figure 2):

Nous avons choisi de poser **4 pièges CSR par parcelle**.

D'après les études précédentes, une seule campagne de capture avec 5 pièges au sol, peut capturer 75 à 80% des espèces locales et jusqu'à 95% de l'abondance et de la biomasse en région méditerranéenne (Lobo *et al.*, 1998). Cependant, dans un projet de grande envergure comme le projet EleVE, il est compliqué en termes de charge de travail et de budget de poser 5 pièges CSR par parcelle, 3 fois dans l'année.

Nous avons donc décidé de poser 4 pièges CSR par parcelle, décision estimée représentative de la population et qui permet de pallier la variabilité dans une parcelle.

- Création à l'aide d'une pelle de **4 trous dans la parcelle du lot** d'animaux domestiques choisis.
- Disposer dans chaque trou, une bassine 20x20 cm de 15 cm de profondeur que l'on enterre de manière à ce que sa partie supérieure affleure le niveau du sol.
- Remplir à **moitié la bassine d'eau** et rajouter **une cuillère à soupe de gros sel** (le sel permet d'éviter la dégradation des insectes dans le piège) ainsi que **2 gouttes de liquide vaisselle** (la modification de la tension superficielle du liquide permet de faire couler les insectes au fond du piège).
- Ensuite, installer les grilles (préalablement fixées entre elles) au-dessus de la bassine que l'on fixe au sol avec 4 sardines.
- Positionner au centre de chaque piège **600 grammes de bouse assez pâteuse** (issue de la parcelle dans laquelle on souhaite récolter les insectes coprophages). La bouse doit avoir **moins de 48 heures et penser à utiliser les bouses les moins liquides**. Les excréments de 6h à 24h attirent le plus de coléoptères (Lobo *et al.*, 1988). Des bouses âgées appâtent beaucoup moins d'insectes (à la fois qualitativement et quantitativement), notre estimation de la population serait donc faussée.  
Si la bouse utilisée est trop liquide, rajouter de l'herbe avant de poser la bouse dessus afin d'éviter qu'elle passe à travers la grille et d'écoule dans la bassine.
- Planter 4 petits piquets autour du piège et en faire le tour avec du fil de fer ou une clôture afin d'éviter le piétinement des animaux.
- Laisser les pièges dans les parcelles **pendant 4 jours** avant de les récolter (90% des espèces sont attirées par les bouses fraîches). Quatre jours est le délai favorable à une bonne représentativité des populations tout en évitant la perte d'individus qui auront fermenté et donc ne seront pas identifiables lors de la phase de laboratoire.

Attention à ne pas poser les pièges si la météo s'annonce médiocre (pluie) dans les 4 jours qui suivent la pose des pièges. Les coléoptères ne sont pas actifs par temps pluvieux. De plus, on risque de perdre les individus piégés du fait du débordement des pièges. La bouse utilisée comme appât se liquéfie et passe à travers les grilles du piège pour finalement fermenter avec les coléoptères présents dans la bassine.

Essayer d'effectuer la pose des pièges le même jour chaque mois d'année en année, possibilité de décaler par temps de pluie. Respecter un délai limité entre les années permet d'obtenir des données qui seront comparables afin de suivre l'évolution de la population.

Mieux vaut récolter les pièges quelques jours plus tôt en cas de risque de pluie que de les récolter après les épisodes de pluie (Simon, 2010).

Le mieux, est de poser les pièges par temps chaud et orageux (moment où les insectes sont les plus actifs).

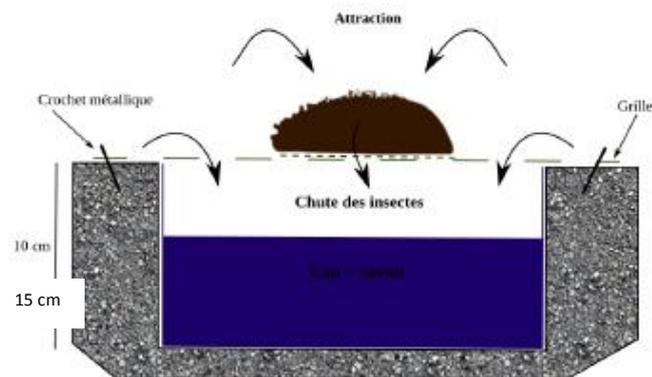


Figure 2 : Présentation du piège CSR (Buffin C., 2014)

D'après les périodes d'activité de la soixantaine d'espèces de coléoptères coprophages susceptibles d'être rencontrées en Auvergne (voir liste pdf), il est préférable de poser les pièges **3 fois dans l'année**, durant le mois de **mai, juillet et fin septembre** afin d'avoir une chance de capturer les espèces printanières, estivales et automnales.

**Poser 3 séries de pièges** dans l'année permet d'avoir une plus forte probabilité de récolter un maximum d'espèces et de suivre les fluctuations saisonnières d'abondance des populations.

La mise en place des pièges durant le mois de mai, juillet et fin septembre est ce que l'on attend du protocole dans les conditions favorables.

Dans les conditions réelles, poser les pièges au printemps, en été et en automne selon la **date réelle de la mise à l'herbe** du lot d'animaux et le **système de rotation des parcelles**.

Il serait judicieux de suivre la date de la pose des pièges (à quelques jours près) année après année afin de pouvoir comparer les données résultantes avec le moins de biais possible.

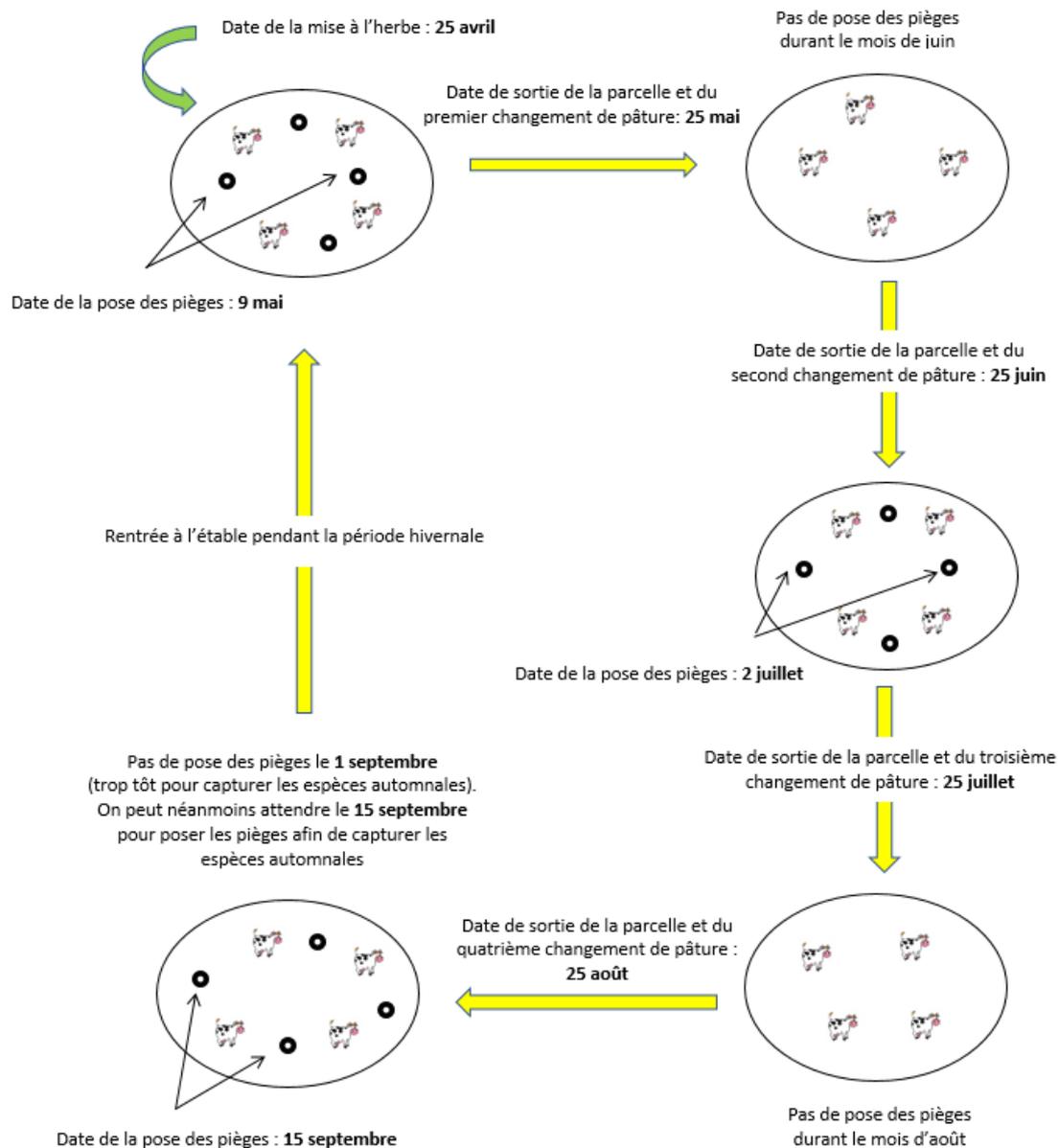
Lorsque les animaux sont déplacés dans une nouvelle parcelle, attendre environ une semaine après le changement de parcelle et placer à nouveau 4 pièges CSR dans la nouvelle parcelle. Suivre le même protocole de mise en place des pièges CSR que précédemment.

#### Exemple pour bien comprendre :

Un éleveur nous confie la date de mise à l'herbe de son troupeau, la période durant laquelle il laisse brouter son troupeau dans la même parcelle (ici 1 mois) et ses dates de sortie des parcelles.

D'après ces dates, nous pouvons mettre en place un planning de pose des pièges 3 fois dans l'année en respectant le plus possible le protocole « idéal ».

Voici un exemple de planning établi ci-dessous (Figure 3) :



- **Récolte des pièges contenant les insectes coprophages** (pour une session de piégeage) :

**Figure 3 : Exemple de protocole de la mise en place des pièges CSR (Garnier S., 2017)**

- Récolter les insectes tombés dans les pièges **4 jours après leur pose**.  
Penser à recouvrir les trous de terre une fois les pièges retirés de la parcelle.
- Passer les insectes dans une **passoire à mailles fines** pour évacuer l'excès de liquide et la présence éventuelle de matières fécales.
- Rincer avec le bidon d'eau les insectes afin de retirer tous les débris qui seraient tombés dans le piège. Une fois les insectes « propres », bien les égoutter et les placer dans un flacon vide à col assez large (2- 4 cm) à l'aide d'une pince.
- Rajouter de l'alcool 90 ou 95% à hauteur de 1-1.5 cm au-dessus des insectes afin qu'ils soient entièrement recouverts d'alcool. L'alcool permet de garder les insectes en bonne condition afin qu'ils soient facilement identifiables au laboratoire.
- **Noter sur une étiquette** toutes les informations nécessaires au suivi des exploitations (date de pose et de récolte du piège, numéro du piège, numéro de la parcelle et n° de

l'exploitation) avec un **crayon à papier** (nous préconisons d'élaborer cette étape avant la phase de terrain) que l'on place dans chaque flacon.

- On peut rajouter une étiquette extérieure avec des données simplifiées (date, numéro du piège) sur les flacons. Cependant, elle ne remplace pas l'étiquette à mettre dans le flacon.

- **Détermination au laboratoire :**

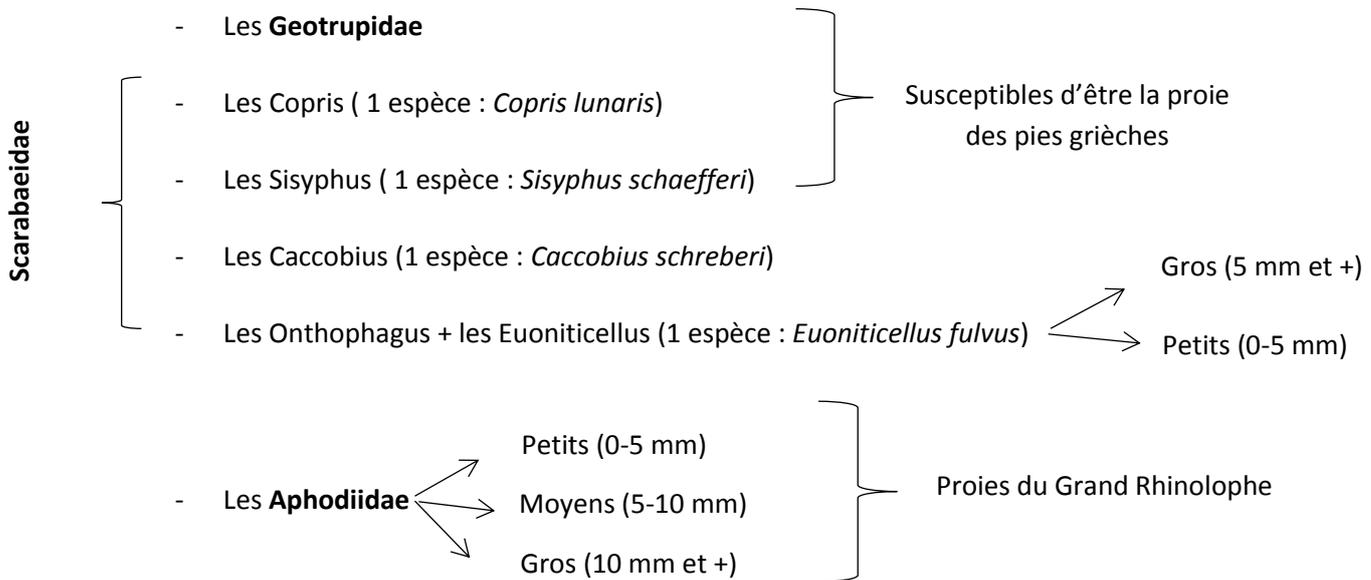
Une fois au laboratoire, le lendemain ou quelques jours après la récolte :

- Passer les insectes à la passoire afin de commencer à les égoutter, puis les poser sur 2-3 couches d'essuie-tout. Nous cherchons à obtenir le poids frais des coléoptères afin de déterminer une biomasse de la population. Cependant, lorsqu'ils sont récoltés, les coléoptères sont imbibés d'eau suite à leur tombée dans le piège, il faut donc éliminer ce surplus d'eau en les posant sur de l'essuie-tout.
- Laisser les insectes sur l'essuie-tout quelques minutes puis passer à la phase de triage des différentes classes.

Durant la phase de détermination, on cherche à estimer la fréquence relative des espèces, ce qui nous donnera par comparaison avec d'autres saisons, une estimation de l'abondance des bousiers dans un espace donnée.

- Pour cela, différencier à l'aide de clé de détermination les familles et les genres cités ci-dessous (voir pdf aide à l'identification + la liste des espèces présentes en Auvergne) :

En **gras**, vous avez les 3 familles :



- Classer les individus récoltés par famille et/ou genre comme ci-dessus, en prenant soin pour les Onthophagus, les Euoniticellus et les Aphodiidae de les ranger par classe de taille.
- Une fois la phase de triage terminée, placer à nouveau les insectes sur l'essui-tout pendant quelques heures (jusqu'à qu'ils ne perdent plus de liquide).  
Penser à changer fréquemment l'essuie-tout imbibé, et le renouveler jusqu'à que les insectes ne perdent plus de liquide.

- Une fois les insectes « séchés », effectuer la pesée. Attention à ce que les insectes ne deviennent pas secs et cassants, on cherche par la suite à déterminer leur poids frais et non leur poids sec !
- Peser les différents groupes obtenus (classement selon les genres et les tailles pour les petites espèces et les Aphodiidae).
- Rassembler toutes les familles en **3 classes de taille : petit (0-5 mm), moyen (5-10 mm) et gros (10 mm et +)** et faites le cumul des biomasses afin d'obtenir les 3 biomasses.

Le but de ce projet est de sauvegarder les espèces prédatrices des coléoptères coprophages comme le Grand Rhinolophe et les Pies-Grièches. Ces espèces de grande taille se nourrissent préférentiellement de grands coléoptères coprophages donc essentiellement des individus dépassant 10 mm de longueur.

Le Grand Rhinolophe se nourrit principalement d'Aphodius.

Différencier les principales familles et/ou genres de coléoptères coprophages ainsi que les classes de taille permet d'avoir une estimation de la structure de la population des ressources alimentaires de ces espèces insectivores. Ainsi si on constate après les changements de pratique, une augmentation de l'abondance et de la biomasse des familles et/ou genres des coléoptères coprophages de grande taille nous pourrions étudier l'effet de cette augmentation de ressources alimentaires sur les populations des espèces prédatrices.

#### Résultats :

Nous obtenons **6 types de résultats (par mois de piégeage) :**

- **Un nombre d'individus par classe de famille et/ou genre**
- **Un nombre d'individus par classe de taille pour les Onthophagus, les Euoniticellus et les Aphodiidae**
- **Une biomasse par classe de famille et/ou genre**
- **Une biomasse par classe de taille pour les Onthophagus, Euoniticellus et les Aphodiidae**
- **Un nombre d'individus par classe de taille (petit, moyen et gros)**
- **Une biomasse par classe de taille (petit, moyen et gros)**

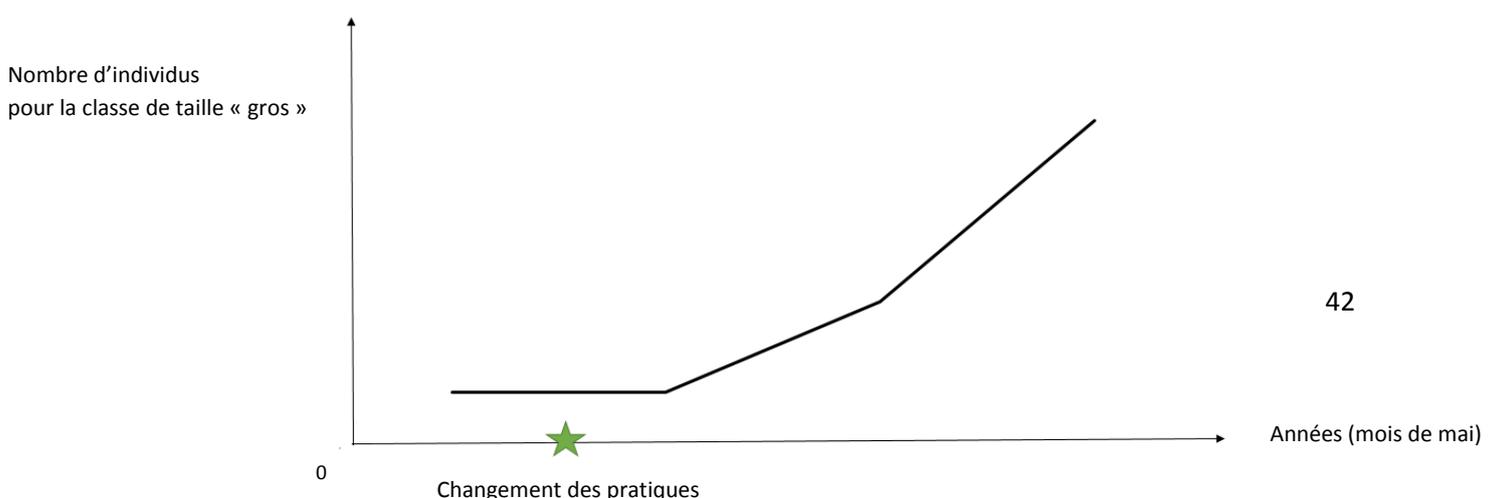
Attention à ne pas mélanger les échantillons prélevés les mois de mai, juillet et fin septembre.

Les communautés d'insectes coprophages changent radicalement suivant le mois d'échantillonnage (Stiernet & Lumaret, 1991).

Il faut donc comparer les résultats des 4 pièges posés le même mois, dans la même exploitation année après année.

Voici ci-dessous (Figure 4) un exemple de résultat que l'on pourrait attendre suite à la mise en place du protocole.

**Figure 4 : Exemple de résultat attendu à la suite de l'étude**



Ces résultats nous permettrons d'obtenir une estimation de la population des coléoptères coprophages en termes d'individus et de biomasse dans chacune des exploitations étudiées.

A terme, nous pourrions obtenir une **évolution de la population et de la biomasse des coléoptères coprophages** d'année en année et ainsi voir si nous observons une différence significative entre avant et après le changement des pratiques agricoles.

Il faut savoir qu'il faut de nombreuses années (5-10 ans) pour constater un effet significatif de la modification des pratiques sur les insectes coprophages.

#### Critères importants à prendre en compte:

Ces différents critères peuvent modifier les résultats sur l'estimation de la population et de la biomasse des coléoptères coprophages. Ils sont à noter sous la forme d'un formulaire auprès des agriculteurs et à associer avec les données lors de l'interprétation des résultats. Le nombre de critères à prendre en compte dans l'interprétation des résultats nous permet de comprendre qu'il est impossible de trouver des exploitations relativement homogènes vis-à-vis de tous ces critères. C'est pourquoi nous ne pourrions pas comparer les résultats des exploitations entre elles car les interprétations issues sont déjà faussées par l'existence de ces biais.

Demander aux éleveurs le produit antiparasitaire

- **Type de traitement** (ivermectine, moxidectine, benzimidazoles etc.).  
Selon le type de traitement, les molécules utilisées ne sont pas les mêmes, de plus elles ne présentent pas la même toxicité sur la faune coprophage. L'ivermectine est hautement toxique pour la faune coprophage comparé au groupe des benzimidazoles par exemple (Lumaret & Errouissi, 2002).
- **Type d'administration** (pour-on, oral, bolus etc.) : comme le type de traitement, le type d'administration ne présente pas la même toxicité sur la faune coprophage.  
L'ivermectine en injection sous-cutanée est retrouvée dans les bouses à une concentration de 3.9 ppm. La dose est augmentée en formulation pour-on (9.0 ppm), ce qui augmente l'effet toxique potentiel sur les insectes coprophages (Sommer et al., 1993).  
En effet, la formulation « pour-on » a une toxicité supérieure aux injections sous-cutanées (Virlovet, 2005) pourtant cette formulation est très prisée des éleveurs car faciles à administrer.

Demander aux éleveurs le nombre d'animaux (veaux, vaches etc) par lot, la surface de l'exploitation et la surface des parcelles échantillonnées

- **Le type d'élevage** (biologique, conventionnel etc.).
- **Le chargement des parcelles échantillonnées :**
  - 1 bovin de 6 mois à 2 ans = 0.6 UGB/ha
  - 1 bovin > 2 ans = 1 UGB/ha (Life +, Chiromed, 2014)Il est préconisé afin de réduire le parasitisme (recontamination des animaux dans les pâturages), de ne pas dépasser le chargement ci-dessus.  
Une charge d'animaux trop importante augmente la concentration de parasites. Ainsi, on retrouvera 4 fois plus d'infestations parasitaires si on double le nombre d'individus (Nayet, 2010-2011).  
Le chargement a un effet important sur le parasitisme que l'on cherche à gérer et donc à terme sur les coléoptères coprophages.  
Il serait donc intéressant d'estimer le surpâturage et le chargement dans chacune des parcelles échantillonnées.
- **Périodes de mise à l'herbe des animaux.** Dans les 2 voire 3 semaines suivant la mise à l'herbe on a la plus grande activité des insectes coprophages.

Demander  
aux  
éleveurs à  
quelle  
fréquence  
ils traitent  
leurs  
animaux  
dans  
l'année

- **Le type d'habitat de la zone de pâture** : soit zones ouvertes, semi-ouvertes ou fermées. Le niveau de charge pastorale et la structure de l'habitat ont une influence significative sur les différences de richesse spécifique, d'abondance et de biomasse moyenne par piège entre les sites (Kadiri et al., 1997)
- **La répétition des traitements dans les exploitations.** La répétition des traitements augmente le risque toxique. L'administration simultanée ou alternée de traitements antiparasitaires différents conduit à une addition des effets toxiques sur la faune non cible (Virlouvét, 2005).
- **Périodes de traitements des animaux (date exacte, avant/après la mise à l'herbe ? ) pour chaque produit antiparasitaire utilisé.**
- **Est-ce qu'ils traitent tous les animaux du lot ou seulement quelques-uns ? Avec quels produits ?**

## Bibliographie :

- Benton *et al.*, (2002) Linking agricultural practice to insect and bird populations: a historical study over three decades. *J. Appl. Ecol.*, 39, 673–687.
- Blume R.R. *et al.*, (1976) Effects of residues of certain anthelmintics in bovine manure on *Onthophagus gazella*, a non-target organism. *The Southwestern Entomologist*, 1(2), 100-103.
- Bruxaux J. (2013) Effets environnementaux des antiparasitaires endectocides dans le cadre des parcs nationaux et du pastoralisme, exemple de l'ivermectine. *Vetagro sup. Campus vétérinaire de Lyon*.
- Buffin C. (2014) Inventaire des coléoptères coprophages de sept sites d'altitude du Parc national du Mercantour : structure des communautés et pratiques sanitaires sur les troupeaux. *Université Paul-Valéry Montpellier*.
- Chiomed & Life + (2013) Cahier des charges pastoral : Recommandations pour une gestion du parasitisme bovin respectueuse de l'environnement.
- Coulombel A. (2007) Les bousiers. *Alter Agri* n°85, 7-8.
- Doube B. M. & Giller P. S. (1990) A comparison of two types of trap for sampling dung beetle populations (Coleoptera, Scarabaeidae). *Bulletin of Entomological Research*, 80 (3), 259-263.
- Herd R., (1995) Endectocidal drugs: ecological risks and counter-measures, *Int. J. Parasitol*, 25, 875-885.
- Kadiri N. *et al.*, (1997) Conséquences de l'interaction entre préférences pour l'habitat et quantité de ressources trophiques sur les communautés d'insectes coprophages (Coleoptera :Scarabaeoidea). *Acta OEcologica*, 18(2), 107-119.
- Lobo J.M. *et al.*, (1988) Las trampas pitfall con cebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprofagas de *Scarabaeoidea* (Col.). I. Características determinantes de su capacidad de captura. *Revue d'Ecologie et de Biologie du sol*, 25, 77-100.
- Lobo J. M. *et al.*, (1998) Sampling dung beetles in Mediterranean area: effects of abiotic factors and farm practices. *Pedobiologia*, 42 (3), 252-266.
- Lumaret J.P. (1986) Toxicité de certains helminthocides vis-à-vis des insectes coprophages et conséquences sur la disparition des excréments de la surface du sol. *Acta Oecologia, Oecol. Applic.*, 7(4), 313-324.
- Lumaret J.P. & Errouissi F. (2002) Use of anthelmintics in herbivores and evaluation of risks for the non target fauna of pastures. *Vet. Res*, 547-562.
- Lumaret J.P. (2009) Diversité des communautés de coprophages dans les écosystèmes pâturés : prise en compte de la dimension spatio-temporelle pour une gestion intégrée du parasitisme des troupeaux. *Diaporama Rencontres Valdeblorre*.
- Maughan N. & Paulian A. (2011) Précisions sur la biogéographie du genre *Copris* Geoffroy, 1762, dans le sud-est de la France. *Bulletin de la Société entomologique de France*, 116(4), 435-452.
- Mc Cracken D.I. (1993) The potential for avermectins to affect wildlife. *Vet Parasitol*, 48(1-4), 273-280.
- Micoud M. (2012). Impact des produits antiparasitaires administrés aux chevaux sur les coléoptères coprophages de la forêt de Fontainebleau. *Rapport de stage, Université de Caen*.
- Nayet C. (2010-2011), extrait du livre *GDS Info Rhône-Alpes, l'action sanitaire ensemble, Limitation du parasitisme, mesures alternatives*. 2010-2011, 26-27
- Rahagalala P. *et al.*, (2009) Assemblages of dung beetles using cattle dung in Madagascar. *African Entomology*, 17 (1), 71-89.
- Simon A. (2010) Méthodes de recherche des coléoptères coprophages : retour d'expérience. *Invertébrés Armoricains*, 6, 34-44.
- Soler J.J. & Soler M. (1993), *Diet of the Red-billed Cough Pyrrhocorax pyrrhocorax in south-east Spain*, *Bird Study* 40, 216-222.

- Sommer & Steffanssen (1993) Changes with time after treatment in the concentrations of ivermectin in fresh cow dung and in cow pats aged in the field. *Veterinary Parasitology*, 48: 67-73.
- Stiernet N. & Lumaret J.P. (1991) Organisation des peuplements de Scarabéides coprophages de Vanoise (insectes coléoptères). 116<sup>e</sup> Congrès national des Sociétés savantes, Chambéry. *Sciences*. 225-239.
- Veiga C.M. *et al.*, (1989) *Las trampas pitfall con cebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprofagas de Scarabaeoidea (Col.)*. II. Analisis de efectividad. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 26(1), 91-109.
- Viljanen H. (2009) Dung beetle communities in Madagascar. Thèse, Université d'Helsinki, Finlande.
- Virlovet G. (2005) Effet des antiparasitaires sur les insectes coprophages. *Le point vétérinaire*. 42-45.