

# IMPACT ET EFFICACITÉ DES TRAITEMENTS ANTIPARASITAIRES DES BOVINS DANS LES ZONES HUMIDES DU NORD - PAS-DE-CALAIS





# Impact et efficacité des traitements antiparasitaires des bovins dans les zones humides du Nord - Pas-de-Calais

**Réalisation** : Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais (CEN) et Réseau des vétérinaires en élevage (VET'EL)

**Direction de l'étude** : Vincent SANTUNE (CEN)

**Coordination** : Cédric VANAPPELGHEM (CEN) et Emmanuel THÉBAUD (VET'EL)

**Élaboration** : Baptiste HUBERT (CEN), Anne BOURGEOIS (VET'EL) et Sylvain TALBOT (CEN)

**Avec la participation de** : Vincent DAMOY (CEN)

**Avec le soutien de** :



#### Photos de couverture :

Arrière plan (cliché : Sophie Declercq) ;

Premier plan (cliché : Benoît GALLET) ;

Coléoptères (clichés : David Vaudoré) : gauche : *Onthophagus coenobita* (Herbst 1783) ; droite : *Melinopterus prodromus* (Brahm 1790)



# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>9</b>
<b>A - CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE DE L'ÉTUDE.....</b>	<b>11</b>
A.1 LES TRAITEMENTS ANTIPARASITAIRES ET LEUR EFFICACITÉ.....	13
A.1.1 Contexte général de leur utilisation.....	13
A.1.2 Modes d'utilisation et rémanence des antiparasitaires internes.....	16
A.1.3 Cas particulier des lactones macrocycliques.....	18
A.1.4 Cas particulier des Fasciolicides.....	20
A.2 IMPACT DES PRODUITS ANTIPARASITAIRES SUR L'ENVIRONNEMENT.....	21
A.2.1 Impact des produits antiparasitaires sur la faune non-cible.....	21
A.2.1.1 En fonction de la molécule considérée.....	21
A.2.1.2 En fonction de la forme pharmaceutique utilisée.....	23
A.2.1.3 En fonction de la sensibilité de la faune non cible.....	23
A.2.1.4 En fonction de la période de traitement.....	24
A.2.2 Impact des produits antiparasitaires sur le temps de dégradation des excréments.....	25
A.2.3 Impact des produits antiparasitaires sur les chaînes trophiques.....	27
A.3 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....	29
<b>B - SITES D'ÉTUDE.....</b>	<b>31</b>
B.1 LE CHOIX DES SITES D'ÉTUDE.....	33
B.2 PRÉSENTATION DES SITES D'ÉTUDE.....	34
B.2.1 Pâturage A (Tortefontaine).....	34
B.2.2 Pâturage B (Beauvoir-Wavans).....	36
B.2.3 Pâturage C (Beauvoir-Wavans).....	38
B.2.4 pâturage D (Genes-Ivergny).....	40
B.2.5 Pâturage E (Douriez).....	42
B.2.6 Pâturage F (Raye-sur-Authie).....	44
B.2.7 Pâturage G (Contes).....	46
B.2.8 Pâturage H (Tollent).....	48
B.2.9 Synthèse des informations concernant les sites d'étude.....	50
<b>C - MATÉRIEL ET MÉTHODES.....</b>	<b>51</b>
C.1 VOLET ÉCOLOGIQUE.....	53
C.1.1 Matériel biologique.....	53
C.1.1.1 L'écosystème excrément.....	53
C.1.1.2 Les coléoptères <i>Scarabaeoidea coprophages</i> .....	54
C.1.2 Stratégie d'échantillonnage et récolte des données.....	57
C.1.2.1 Abondance et richesse spécifique des coléoptères coprophages.....	57
C.1.2.2 Suivi du temps de dégradation des excréments.....	60
C.2 VOLET VÉTÉRINAIRE.....	61

C.2.1 Conception des outils d'enquête et de suivi (SV1).....	61
C.2.2 Recrutement des élevages et enquête (SV2).....	61
C.2.2.1 Méthode générale de recrutement et critères d'inclusion.....	61
C.2.2.2 Recrutement et information des agents chargés du pré recrutement et des enquêtes.....	62
C.2.2.3 Pré-recrutement.....	63
C.2.2.4 Recrutement définitif.....	63
C.2.2.5 Enquête in situ.....	63
C.2.3 Étude des strongyloses digestives et respiratoires (SV3).....	64
C.2.3.1 Matériel biologique et thérapeutique.....	64
C.2.3.2 Cadre protocolaire général.....	70
C.2.3.3 Protocole d'analyse de l'infestation des pâturages par les larves de nématodes parasites.....	71
C.2.3.4 Protocole de dosage du pepsinogène sérique.....	72
C.2.4 Étude de la Fasciolose (SV4).....	73
C.2.4.1 Matériel biologique et thérapeutique.....	73
C.2.4.2 Protocole de repérage des gîtes à limnées.....	76
C.2.4.3 Protocole d'analyse du statut sérologique des bovins.....	77
C.2.4.4 Identification des traitements douvicides utilisés.....	77
C.2.5 Étude de l'usage des ectocides (SV5).....	77
C.2.6 Analyse des résultats (SV6).....	78
<b>D - RÉSULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>79</b>
D.1 VOLET ÉCOLOGIQUE.....	81
D.1.1 Liste faunistique générale.....	81
D.1.2 Biologie et statut de rareté des espèces.....	81
D.1.3 Typicité des peuplements et évaluation de l'intérêt patrimonial des sites.....	84
D.1.4 Structure et évolution du peuplement.....	85
D.1.5 Évolution des effectifs de <i>Melinopterus prodromus</i> .....	90
D.1.6 Analyse spatiale des peuplements.....	91
D.1.7 Influence des traitements antiparasitaires sur les coléoptères coprophages.....	93
D.1.7.1 Test de Kruskal-Wallis.....	93
D.1.7.2 Test de corrélation.....	93
D.1.8 Suivi du temps de dégradation des excréments.....	94
D.1.9 Discussion et conclusion du volet écologique.....	96
D.2 VOLET VÉTÉRINAIRE.....	99
D.2.1 Analyse des résultats pâturage par pâturage.....	99
D.2.1.1 Pâturage A.....	99
D.2.1.2 Pâturage B.....	101
D.2.1.3 Pâturage C.....	103
D.2.1.4 Pâturage D.....	105
D.2.1.5 Pâturage E.....	106
D.2.1.6 Pâturage F.....	108
D.2.1.7 Pâturage G.....	110
D.2.1.8 Pâturage H.....	112
D.2.2 Conclusion du volet vétérinaire.....	113
D.2.2.1 Comptage des larves sur prélèvements d'herbe.....	113
D.2.2.2 Résultat global de l'étude des strongyloses.....	114
D.2.2.3 Douve.....	115

<b>D.3 VERS UNE GESTION RAISONNÉE DU RISQUE PARASITAIRE.....</b>	<b>116</b>
D.3.1 Limiter le risque de contamination parasitaire par une conduite d'élevage et une gestion agronomique adaptées.....	117
D.3.1.1 <i>Entretien un bon état général des animaux et leur fournir une ration équilibrée.</i>	117
D.3.1.2 <i>Réduire le nombre d'œufs de strongles sur la parcelle par sa gestion adéquate</i>	117
D.3.1.3 <i>Clôturer les points d'eau naturels et aménager des abreuvoirs surélevés pour les animaux.....</i>	118
D.3.1.4 <i>Traiter les pâtures à la cyanamide calcique ?.....</i>	119
D.3.1.5 <i>Sélection génétique des ruminants.....</i>	119
D.3.2 Baser la stratégie de traitement sur un diagnostic parasitaire et sanitaire fiable.....	119
D.3.2.1 <i>Comptage de larves L3.....</i>	119
D.3.2.2 <i>Coproscopies .....</i>	120
D.3.2.3 <i>Recherche des larves 1 de Dictyocaulus par la technique de Baermann modifiée ou méthode de Mc Kenna.....</i>	120
D.3.2.4 <i>Sérologies.....</i>	121
D.3.3 Mettre en place une stratégie de traitement raisonnée.....	121
D.3.3.1 <i>Utiliser des « vermifuges de substitution » non allopathiques.....</i>	121
D.3.3.2 <i>Choisir de traiter avec des molécules « conventionnelles ».....</i>	123
<b>E - PERSPECTIVES.....</b>	<b>131</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>137</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>151</b>

# LISTE DES FIGURES

## LISTE DES CARTES

Carte 1 : Localisation des sites d'étude.....	32
Carte 2 : Présentation de la pâture A (Tortefontaine).....	35
Carte 3 : Présentation de la pâture B (Beauvoir-Wavans).....	37
Carte 4 : Présentation de la pâture C (Beauvoir-Wavans).....	39
Carte 5 : Présentation de la pâture D (Gennes-Ivergny).....	41
Carte 6 : Présentation de la pâture E (Douriez).....	43
Carte 7 : Présentation de la pâture F (Raye-sur-Authie).....	45
Carte 8 : Présentation de la pâture G (Contes).....	47
Carte 9 : Présentation de la pâture H (Tollent).....	49

## LISTE DES FIGURES

Figure 2 : Principales spécialités pharmaceutiques douvicides (Bosquet et al., 2007).....	20
Figure 3 : Cinétique de dégradation de bouses de génisses placées dans des sacs enterrés dans un sol prairial au Danemark (d'après Sommer & Bibby, 2002).....	25
Figure 4 : Disparition des bouses sur le terrain en région méditerranéenne sans traitement et après utilisation d'un bolus à l'ivermectine (d'après Lumaret, 2006).....	26
Figure 5 : Vues de la pâture A à Tortefontaine (clichés : S. Talbot).....	34
Figure 6 : Vue de la pâture B à Beauvoir-Wavans (cliché : S. Talbot).....	36
Figure 7 : Vues de la pâture C à Beauvoir-Wavans (clichés : S. Talbot).....	38
Figure 8 : Vue de la pâture D à Gennes-Ivergny (cliché : S. Talbot).....	40
Figure 9 : Vues de la pâture E à Douriez (clichés : S. Talbot).....	42
Figure 10 : Vues de la pâture F à Raye-sur-Authie (cliché : S. Talbot).....	44
Figure 11 : Vue de la pâture G à Contes (cliché : S. Talbot).....	46
Figure 12 : Vues de la pâture H à Tollent (clichés : S. Talbot).....	48
Figure 13 : Les différentes phases d'évolution d'un excrément (d'après PNR BSN, 2005).....	53
Figure 14 : Morphologie de <i>Geotrupes puncticollis</i> Marsham, 1802 (d'après Charrier, 2002).....	54
Figure 15 : <i>Aphodius fimetarius</i> (Linnaeus 1758), représentant de la famille des Aphodiidae (cliché : D. Vaudoré).....	55
Figure 16 : <i>Onthophagus lemur</i> (Fabricius 1781), représentant de la famille des Scarabaeidae (Bunalski, 1999).....	55
Figure 17 : <i>Geotrupes mutator</i> (Marsham 1802), représentant de la famille des Geotrupidae (Bunalski, 1999).....	55
Figure 18 : Schéma du piège Cebo-Suspendidi-Reijilla (d'après PNR BSN, 2005) et photographies de sa mise en place (cliché : B. Hubert).....	57
Figure 19 : Cycle de développement des Nématodes du genre <i>Ostertagia</i> (©VET'EL).....	66
Figure 20 : Cycle de développement des Nématodes de l'espèce <i>Dictyocaulus viviparus</i> (©VET'EL).....	68
Figure 21 : Cycle de développement de <i>Fasciola hepatica</i> (©VET'EL).....	74
Figure 22 : Effectifs totaux des espèces observées par famille.....	85
Figure 23 : Évolution de l'abondance moyenne et de la richesse spécifique totale sur l'ensemble des sites d'avril à octobre.....	86
Figure 24 : Évolution de l'abondance moyenne et de la richesse spécifique totale par site d'avril	

à octobre.....	88
Figure 25 : Évolution des effectifs de <i>Melinopterus prodromus</i> d'avril à septembre sur les pâtures A, B, C, E et F.....	90
Figure 26 : Dendrogramme présentant le degré de similitude entre les pâtures étudiées.....	92
Figure 27 : Graphique symétrique montrant les pâtures et les cortèges d'espèces qui les caractérisent.....	92
Figure 28 : Carte des corrélations, tableau des corrélations et matrice des p-values.....	93
Figure 29 : Taux de dégradation des excréments de printemps par pâture (début du suivi le 28 avril pour les sites A, B, C, E et F et le 19 mai pour les sites G et H).....	94
Figure 30 : Taux de dégradation des excréments d'été par pâture (début du suivi le 29 juin).....	95
Figure 31 : Périodes de traitement à privilégier ou à éviter en fonction de l'abondance et de la richesse spécifique en coléoptères coprophages dans les prairies humides du Nord – Pas-de-Calais (d'après les données 2011).....	126
Figure 32 : Document marketing du label sud-africain « dung beetle friendliness » (d'après Lumaret, 2010).....	134

### LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Anthelminthiques utilisés dans l'espèce bovine (Dorchies et al., 2012).....	15
Tableau 2 : Bolus antiparasitaires destinés aux bovins disponibles sur le marché français en 2011 (DMV, 2011).....	17
Tableau 3 : Dates de commercialisation successives des molécules antiparasitaires les plus significatives en élevage.....	18
Tableau 4 : Principales lactones macrocycliques utilisées en médecine vétérinaire.....	19
Tableau 5 : Comparaison du temps de disparition de crottins de chevaux traités au dichlorvos (organophosphate) et non traités (d'après Lumaret, 1986).....	25
Tableau 6 : Principales informations relatives aux sites d'étude.....	50
Tableau 7 : Récapitulatif des périodes de piégeage par site.....	58
Tableau 8 : Interprétation des résultats du dosage de pepsinogène sérique sur des bovins en sortie de première saison de pâturage pour la prise de décision thérapeutique à la rentrée à l'étable (P. Camuset, SNGTV).....	72
Tableau 9 : Liste faunistique, effectifs et fréquences relatives des espèces contactées d'avril à septembre 2011.....	81
Tableau 10 : Principales caractéristiques biologiques et niveaux de rareté des espèces observées.....	82
Tableau 11 : Résultats d'inventaires de coléoptères Scarabaeoidea coprophages dans le Nord de la France.....	84
Tableau 12 : Richesse spécifique, indices de diversité et indice d'équitabilité par site.....	86
Tableau 13 : Présentation du résultat du test de Kruskal-Wallis concernant les traitements administrés à la mise à l'herbe ou en cours de saison de pâturage.....	93
Tableau 14 : Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture A.....	99
Tableau 15 : Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture B.....	101
Tableau 16 : Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture C.....	103
Tableau 17 : Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture D.....	105
Tableau 18 : Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture E.....	106
Tableau 19 : Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture F.....	108
Tableau 20 : Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture G.....	110
Tableau 21 : Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture H.....	112
Tableau 22 : Synthèses des résultats des prélèvements d'herbe.....	113

Tableau 23 : Synthèses des résultats de l'étude des stronglyoses.....	114
Tableau 24 : Synthèses des résultats concernant Fasciola hepatica.....	115
Tableau 25 : Adaptation du traitement strongylicide à la rentrée à l'étable en fonction des résultats d'un dosage de pepsinogène sérique (P. Camuset, SNGTV).....	124
Tableau 26 : Synthèse des propositions pour une stratégie raisonnée de gestion du parasitisme en élevage bovin dans les zones humides du Nord - Pas-de-Calais.....	128

# INTRODUCTION

Les prairies humides sont des écosystèmes riches et fragiles dont l'existence est étroitement liée à la présence des grands ruminants. Dans le Nord - Pas-de-Calais, le maintien de ces écosystèmes est indissociable de l'activité pastorale. Or, les facteurs contraignant l'élevage en zone humide sont nombreux : mauvaise adaptation de certaines races hautement productrices à l'environnement humide, défaut d'accessibilité de certains pâturages (pour l'accès aux soins notamment) et forte pression parasitaire et microbienne (strongles digestifs et respiratoires, douves et certaines espèces de parasites externes), induisant un surcoût pour l'éleveur relatif aux interventions plus fréquentes des vétérinaires (Borey *et al.*, 2011). L'environnement humide est notamment favorable au développement des parasitoses responsables de maladies qui s'avèrent particulièrement pénalisantes pour la production chez les herbivores (perte de poids, ralentissement de la croissance voire mortalité dans certaines circonstances, en particulier en cas de polyparasitisme).

Dans un contexte de concurrence internationale pour la viande et le lait, les éleveurs sont incités, pour préserver la rentabilité de leur activité d'élevage, à augmenter ou stabiliser le rendement de leur troupeau. Pour cela, l'élevage conventionnel nécessite notamment une nutrition riche, la sélection génétique des animaux les plus productifs mais également le maintien d'un bon état sanitaire des troupeaux (Denis, 1998 ; Suarez, 2002). Le maintien d'une activité d'élevage économiquement rentable en zone humide s'accompagne donc d'une gestion prophylactique comprenant l'utilisation de traitements antiparasitaires raisonnés. Les médicaments antiparasitaires ont acquis une place primordiale dans la conduite d'élevage en France alors que leurs conséquences à long terme sur l'environnement ne sont pas toujours connues des éleveurs et des vétérinaires praticiens.

L'impact des antiparasitaires vétérinaires sur la faune coprophage non-cible a été étudié à partir des années 1970. A la fin des années 1980, un article paru dans la revue *Nature* (Wall et Strong, 1987) a marqué le début d'une controverse relative aux effets écotoxiques potentiels d'une famille de molécules (les avermectines et de l'ivermectine en particulier), sur les insectes se développant dans les déjections animales (coprophages). Ces auteurs ont été les premiers à attirer l'attention sur ce sujet et beaucoup d'autres scientifiques se sont par la suite intéressés aux effets indésirables des molécules antiparasitaires, et notamment des lactones-macrocycliques<sup>1</sup>, sur la faune non-cible (Lumaret et Errouissi, 2002). La prise de conscience de l'écotoxicité de certaines molécules sur l'environnement, largement admise aujourd'hui par la communauté scientifique, a notamment entraîné le retrait du marché français en 2003 du bolus<sup>2</sup> d'ivermectine.

Les études traitant de l'impact des traitements antiparasitaires vis-à-vis de la faune non-cible et du fonctionnement des pâturages ont été réalisées pour la plupart en condition expérimentale, sous contrôle de l'ensemble des paramètres étudiés. En France, des études ont été réalisées *in situ* par le Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive de l'Université de Montpellier, dans des contextes géographiques où les conduites d'élevage, les peuplements d'insectes coprophages et/ou les conditions climatiques sont sensiblement différents de ceux rencontrés dans le Nord de la France. Par conséquent, les résultats de ces travaux peuvent difficilement être transposés en l'état au contexte régional.

---

1 Lactones-macrocycliques : molécules synthétisées par des bactéries du genre *Streptomyces*. Essentiellement utilisées pour lutter contre les nématodes et certains arthropodes, elles sont classées en deux groupes : les avermectines (ivermectine, doramectine, éprinomectine et sélamectine) et les milbémycines (la moxidectine et la milbémycine oxime).

2 Bolus : dispositifs pharmaceutiques complexes, qui sont administrés aux bovins par voie orale. Ils se disposent alors durablement dans le système digestif des animaux (le plus souvent dans la panse : c'est le cas des bolus antiparasitaires actuellement disponibles) et libèrent leur principe actif dans l'organisme du bovin traité pendant une longue durée, soit de façon continue, soit au coup par coup, de façon séquentielle.

Dans le même temps, la rationalisation des traitements des animaux de rente est depuis plusieurs années au cœur de la réflexion des vétérinaires praticiens, confrontés à des pratiques non justifiées médicalement. Elles sont le fait d'éleveurs souvent simplement mal sensibilisés aux risques de tels comportements (risque pour leurs animaux, pour eux-mêmes, pour l'environnement, risque économique lié au gaspillage de substances onéreuses), mais quelquefois aussi encouragés dans ces dérives par certains opérateurs peu scrupuleux du marché du médicament vétérinaire.

De telles pratiques peuvent également conduire à l'émergence de formes de résistances des parasites vis-à-vis des antiparasitaires, sans qu'aucune solution immédiate ne soit trouvée (Sidikou *et al.*, 2005). A travers le monde, la répartition géographique de la résistance aux anthelminthiques est très vaste et sévit dans plusieurs pays comme l'Australie, la Nouvelle-Zélande, l'Afrique du Sud et de l'Est, les États-Unis et tous les pays Européens (premier cas de résistance en 1960). Toutefois, aucune forme de résistance n'est à déplorer concernant l'élevage bovin en France, ce qui n'est pas le cas pour les petits ruminants (Menziès, 2009). De ce fait, il est nécessaire de mettre en place les mesures adéquates pour éviter que des formes de résistance n'atteignent les bovins (Pautric-Thomas, 2003), soit d'éviter les traitements systématiques non justifiés et le sous-dosage. D'autant plus qu'un premier cas de résistance au lévamisole chez les bovins a été décrit en Belgique (Jackson *et al.*, 2000).

C'est dans ce contexte et à l'initiative de l'Agence de l'Eau Artois Picardie (AEAP) que le Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais (CEN) et le réseau régional Nord-Pas de Calais-Picardie des Vétérinaires en élevage (VET'EL) se sont associés pour réaliser une étude de portée régionale, permettant d'examiner à la fois la pertinence thérapeutique des protocoles de traitements en usage dans les zones humides régionales et leur impact sur l'entomofaune locale, particulièrement les coléoptères Scarabaeoidea coprophages.

La présente étude a pour objectifs de poser les bases d'une réflexion à l'échelle régionale et de mobiliser différents acteurs autour de cette problématique en vue de concilier les enjeux écologiques et les intérêts économiques et sanitaires des éleveurs.

# **A - CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE DE L'ÉTUDE**



# A. I LES TRAITEMENTS ANTIPARASITAIRES ET LEUR EFFICACITÉ

## A. I. I CONTEXTE GÉNÉRAL DE LEUR UTILISATION

L'intensification de l'agriculture après la seconde guerre mondiale s'est accompagnée du développement d'une concurrence à l'échelle internationale pour la viande et le lait, incitant les éleveurs à plus de compétitivité (Duby et Wallon, 1977). Pour cela, l'élevage intensif s'appuie sur une nutrition riche, la sélection génétique des animaux les plus productifs et le maintien d'un bon état sanitaire des troupeaux (Denis, 1998 ; Suarez, 2002). Dans le même temps, l'intensification des pratiques d'élevage, et notamment l'accroissement de la pression de pâturage, augmentent les risques de contamination parasitaire.

Or, les parasites internes et externes sont la cause de nombreuses maladies ayant pour conséquences des pertes de productivité pouvant aller jusqu'à la mort de certains animaux. La probabilité que les bovins soient infectés par des parasites internes (gastro-intestinaux, pulmonaires ou hépatiques) en première saison de pâture est élevée. A l'âge de 300 jours, la différence de poids entre les animaux déparasités et infestés peut atteindre 50 kg de poids vif (AGRIDEA, 2009). Ce retard de croissance de première année n'est plus compensé ultérieurement. De plus, le polyparasitisme, comme la coexistence de parasites et de maladies infectieuses (par exemple coexistence du parasitisme par la douve, *Fasciola hepatica* et de la paratuberculose, maladie infectieuse provoquée par *Mycobacterium paratuberculosis*), peut entraîner un fort taux de mortalité.

Les raisons de traiter le bétail sont autant préventives que curatives. Les éleveurs soucieux du rendement de leur exploitation ne peuvent se résoudre à voir se détériorer l'état sanitaire de leurs troupeaux. Il leur est donc fortement recommandé d'utiliser des produits antiparasitaires prescrits par leur vétérinaire et généralement inscrits dans un protocole de soin établi lors d'un bilan sanitaire annuel.

Même en élevage labellisé « Biologique », depuis 2009, les traitements antiparasitaires sont autorisés sans limite de nombre pour autant qu'ils soient justifiés. Jusque là, le cahier des charges français pour l'élevage « Biologique » limitait à deux le nombre de traitements par an en antibiotiques et en antiparasites. Le nouveau règlement limite à trois le nombre de traitements antibiotiques mais ne limite plus l'emploi des antiparasitaires (seule la forme galénique en bolus est interdite). Cette tolérance élargie constitue une preuve indirecte que les effets du parasitisme sur les performances zootechniques, mais aussi sur la santé, le bien-être et la vie des animaux sont difficilement supportables, même dans un contexte où l'on accepte que les performances de l'exploitation puissent ne pas toujours être « optimisées », au sens où l'entend l'agriculture conventionnelle.

En réduisant la morbidité et la mortalité du bétail, l'utilisation d'antiparasitaires s'est donc imposée comme une nécessité économique de l'élevage contemporain. La tolérance vis-à-vis de la contamination parasitaire des animaux d'élevage peut toutefois varier en fonction du contexte de l'exploitation ; c'est tout l'enjeu du raisonnement technique et médical qui sous-tend la juste prescription vétérinaire.

En élevage bovin, la tendance actuelle est d'éviter les réinfestations successives par *Fasciola hepatica*, la grande douve du foie. En revanche, en ce qui concerne les strongles (vers nématodes parasites), l'animal développe une immunité qui lui permet de limiter l'infestation parasitaire. Cependant, si les parasites sont trop nombreux, ils génèrent des lésions des organes et des troubles fonctionnels plus ou moins importants (INSTITUT DE L'ELEVAGE, 2008). L'éradication de ces parasites étant illusoire (et non souhaitable du point de vue de la conservation de la biodiversité), seule la charge parasitaire peut-être contrôlée (Blood *et al.*, 1976). Les pratiques actuelles de traitement recherchent donc un juste équilibre entre une pression antiparasitaire nécessaire au contrôle des conséquences cliniques de l'infestation et le

maintien d'un contact hôte parasite suffisant pour permettre le développement d'une immunité naturelle satisfaisante.

Il existe plusieurs familles de produits antiparasitaires, regroupant plusieurs types de matières actives. Trois catégories sont à la disposition des éleveurs en fonction de la localisation et du type d'infestation :

- Les **ectocides** sont utilisés pour agir sur les parasites externes. Ils sont généralement administrés en été, pour lutter contre les tiques et les mouches piqueuses, ou en hiver pour lutter contre les poux et les gales (parasites « d'étable »). Différents insecticides et acaricides sont utilisés dans l'espèce bovine :
  - Les organophosphorés et carbamates sont commercialisés sous forme de produits à pulvériser, peu rémanents sur l'animal. Ils n'ont pas d'action systémique. Ils agissent par contact et paralysent l'arthropode. Exemples de molécules : phoxim, dimpylate (utilisées contre les gales et les poux) ;
  - Les amidines, dont la principale molécule représentante est l'amitraz. Il est commercialisé et est utilisé en pulvérisation ou bains pour la lutte contre les tiques, les gales, les demodex et les poux ;
  - Les pyréthrinoïdes sont utilisés dans la lutte contre les diptères, les tiques, les gales et les poux. Ils agissent par contact sur les parasites, par « effet knock-down ». Les principales molécules utilisées sont les suivantes : deltaméthrine, fluméthrine, cyfluthrine, cyperméthrine, fenvalérate.
- Les **anthelminthiques** (vermifuges stricts, ou endocides) : ils agissent sur les parasites internes des animaux tels que les vers ronds (nématodes gastro-intestinaux ou pulmonaires), les vers plats (ou cestodes) et/ou les trématodes (petite et grande douves, paramphistome).

Habituellement, les nématocides (agissant sur les nématodes) sont administrés au printemps et une à deux fois jusqu'à l'automne.

Les fasciolicides (agissant contre la grande douve du foie *Fasciola hepatica*) sont eux souvent administrés à la rentrée à l'étable ou pendant l'hiver.

- Les **endectocides** (pour endo et ecto-cide) agissent à la fois sur certains parasites internes et externes de l'animal. Ils sont tous rémanents. La période d'utilisation rejoint celle des anthelminthiques, avec une préférence pratique pour les deux moments privilégiés de manipulation des ruminants d'élevage, à savoir la mise au pâturage (printemps) et la rentrée à l'étable (automne).

Le tableau 1 page ci-contre dresse le bilan des endocides et endectocides utilisés dans l'espèce bovine.

**Tableau 1 : Anthelminthiques utilisés dans l'espèce bovine (Dorchies et al., 2012)**

Classes de molécules	Molécules
<p><b>BENZIMIDAZOLES et PROBENZIMIDAZOLES</b></p> <p>Leur indice thérapeutique (IT - l'indice thérapeutique est le rapport de la dose toxique sur la dose efficace) est élevé. Ce sont des suspensions blanches utilisées par voie orale. Certains produits existent en pour-on<sup>3</sup> et en bolus<sup>4</sup>.</p>	<p>thiabendazole</p> <p>fenbendazole <sup>(1)(2)</sup></p> <p>oxfendazole <sup>(1)</sup></p> <p>albendazole</p> <p>fébantel</p> <p>nétobimin</p> <p>triclabendazole <sup>(1)</sup></p>
<p><b>IMIDAZOTHIAZOLES et TETRAHYDROPYRIMIDINES</b></p> <p>Ce sont des molécules très peu toxiques chez les bovins mais avec un IT plus faible que les benzimidazoles.</p>	<p>lévamisole <sup>(1)(2)</sup></p> <p>morantel</p>
<p><b>LACTONES MACROCYCLIQUES</b></p> <p>Très peu toxiques chez les bovins, ils sont plus ou moins liposolubles et s'administrent par voie sous cutanée ou en pour-on.</p>	<p>ivermectine <sup>(1)(2)</sup></p> <p>abamectine</p> <p>doramectine</p> <p>moxidectine <sup>(1)(2)</sup></p> <p>éprinomectine <sup>(1)</sup></p>
<p><b>SALICYLANILIDES et TETRAHYDROPYRIMIDINES</b></p> <p>Leur indice thérapeutique est faible.</p>	<p>closantel</p> <p>oxyclozanide <sup>(1)</sup></p>
<p><b>PHENOL HALOGENE</b></p>	<p>nitroxynil</p>
<p><b>DISULFONAMIDE</b></p>	<p>clorsulon <sup>(1)</sup></p>

(1) Principes actifs utilisés dans les élevages inclus dans la présente étude

(2) Dont principes actifs utilisés dans les élevages de l'étude au moment la mise à l'herbe ou au cours de la saison de pâturage.

3 Pour-on : est une forme pharmaceutique devenue courante en pharmacie vétérinaire, du fait de sa facilité d'utilisation. Il s'agit d'un produit commercialisé sous forme liquide qui s'administre le long de la ligne du dos de l'animal. Le principe actif pharmaceutique est véhiculé par voie transcutanée.

4 Bolus : dispositifs pharmaceutiques complexes, qui sont administrés aux bovins par voie orale. Ils se disposent alors durablement dans le système digestif des animaux (le plus souvent dans la panse : c'est le cas des bolus antiparasitaires actuellement disponibles) et libèrent leur principe actif dans l'organisme du bovin traité pendant une longue durée, soit de façon continue, soit au coup par coup, de façon séquentielle.

## A.1.2 MODES D'UTILISATION ET RÉMANENCE DES

### ANTIPARASITAIRES INTERNES

L'efficacité des traitements varie selon la molécule utilisée, sa rémanence, son degré de métabolisation (dégradation), la fréquence et le mode d'administration des produits et de la dose administrée (Floate *et al.*, 2005).

Certaines de ces molécules ont un spectre d'action restreint (par exemple fasciolicide uniquement), tandis que d'autres agissent sur la plupart des parasites. On parle donc de molécules à spectre d'action large (par exemple nématocide, acaricide, insecticide et fasciolicide). Néanmoins, aucun antiparasitaire n'est véritablement efficace contre tous les parasites pathogènes du bétail. Il peut aussi y avoir des manques dans le spectre d'action ou une activité sur les formes adultes mais pas sur les formes larvaires du parasite.

Au-delà de la molécule active, ou « principe actif », l'efficacité thérapeutique d'un médicament tient également à sa forme pharmaceutique.

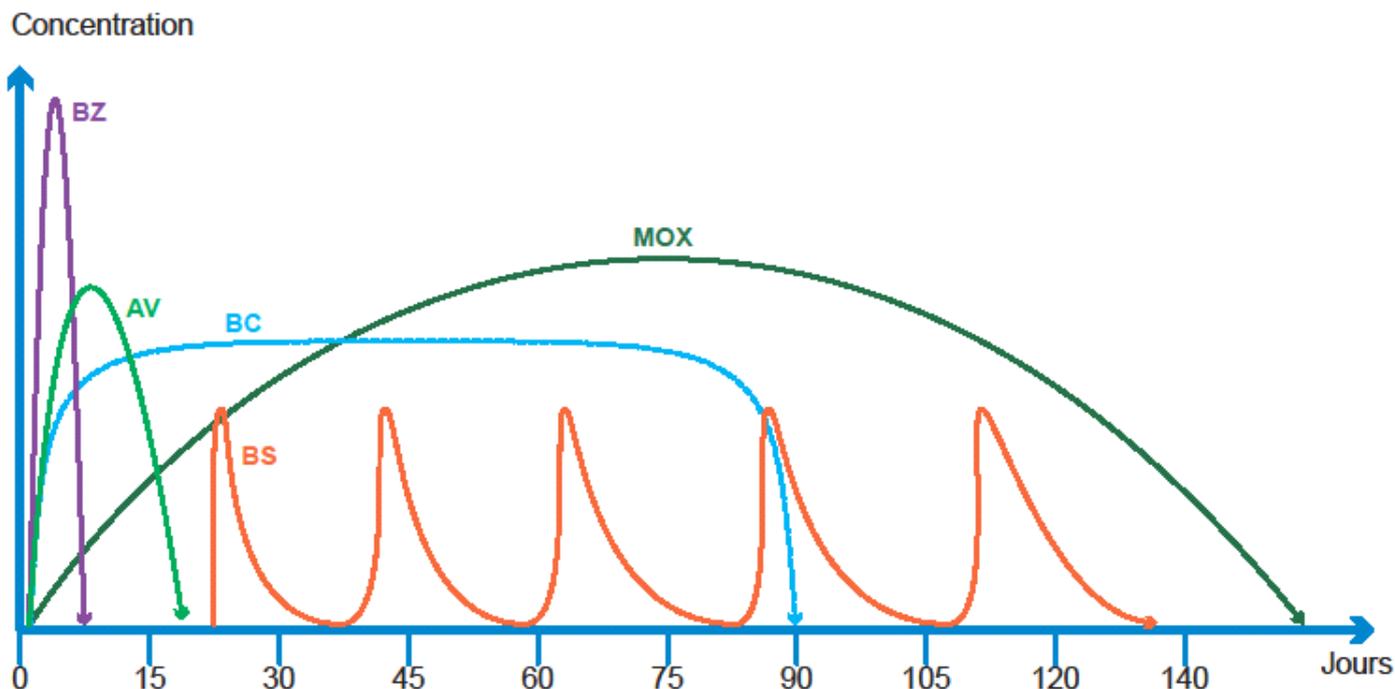
En matière de lutte contre les parasites, la rémanence du produit a une importance particulière. On entend ici par rémanence, la période durant laquelle le médicament reste actif à partir de sa date d'administration. Celle-ci tient tant à la nature de la molécule active elle-même qu'à l'ensemble du dispositif pharmaceutique qui la contient.

Or, en matière de lutte contre le parasitisme, il s'agit généralement, au-delà de la destruction du stade parasitaire hébergé par l'animal traité au moment du traitement, de prévenir également la ré-infestation de l'animal par le parasite. L'objectif recherché consiste alors à protéger l'animal traité pendant une durée suffisamment longue pour que l'ensemble des générations parasitaires vivantes lors du traitement soient successivement détruites au moment où, au cours de leur développement, elles entreront au contact de l'animal traité. De la sorte, le cycle de développement parasitaire peut être durablement interrompu.

Certains produits ont ainsi une action immédiate ou une rémanence de quelques jours seulement. Ce sont principalement les benzimidazoles (BZ – cf. figure 1), sous forme injectable ou buvable. Ils n'empêchent pas la réinfestation et n'ont aucune action durable sur les cycles parasitaires. Ils sont donc plutôt utilisés pour améliorer ponctuellement l'état d'un animal présentant des symptômes cliniques d'infestation parasitaire, ou bien lorsque le risque de réinfestation parasitaire est faible soit, en élevage, à la rentrée à l'étable ou avant un changement de pâturage.

D'autres produits possèdent une rémanence moyenne (AV – cf. figure 1), de l'ordre de 15 jours à un mois et demi. C'est le cas de la plupart des spécialités pharmaceutiques contenant des avermectines. Par exemple : eprinomectine pour-on, doramectine injectable, moxydectine pour-on ou injectable.

Enfin, certaines spécialités possèdent une rémanence longue, comme la moxydectine longue action (L.A.) injectable (150 jours) (MOX – cf. figure 1), ou bien les bolus à diffusion continue de lévamisole (90j) (BC – cf. figure 1) et les bolus séquentiels (dose de benzimidazole toutes les trois semaines couvrant une période de 130 j ; BS – cf. figure 1).



**Figure 1 :** Rémanence (durée d'action) des principaux types de spécialités pharmaceutiques antiparasitaires disponibles en France (Vét'el d'après AGRIDEA, 2009) (BZ : benzimidazole ; AV : ivermectine ; MOX : moxidectine longue action ; BC : bolus à diffusion continue ; BS : bolus séquentiel)

Parmi ces spécialités pharmaceutiques, les bolus possèdent un statut particulier. Il s'agit de dispositifs pharmaceutiques complexes, qui sont administrés aux bovins par voie orale et libèrent leur principe actif dans l'organisme du bovin traité pendant une longue durée, soit de façon continue, soit au coup par coup, de façon séquentielle. Il s'agit le plus souvent d'un « diffuseur » destiné à séjourner dans le réticulo-rumen qui sert de réservoir. Le bolus y persiste parce qu'il est lourd et tombe au fond et parce qu'il est trop encombrant pour poursuivre le transit digestif. Posés à la mise à l'herbe, ils permettent un contrôle parasitaire sur tout ou grande partie de la saison de pâturage, sans nécessité de rattraper les animaux. Les bolus antiparasitaires à libération séquentielle sont aujourd'hui généralement privilégiés pour la lutte contre les nématodes digestifs car le caractère intermittent de la présence du principe actif dans l'organisme du bovin permet de maintenir par période le contact hôte parasite et donc le développement d'une immunité.

Le tableau 2 recense les différents bolus antiparasitaires disponibles sur le marché.

**Tableau 2 :** Bolus antiparasitaires destinés aux bovins disponibles sur le marché français en 2011 (DMV, 2011)

Nom commercial	Libération	Matière active	Durée d'action	Poids des bovins mini	Poids des bovins maxi
CHRONOMINTIC®	continue	lévamisole	90 j	100 kg	
PANACUR Bolus ®	continue	fenbendazole	140	100	300
REPIDOSE FARMINTIC 5 x 750 ®	séquentielle	oxfendazole	130 maximum	100	200
REPIDOSE FARMINTIC 5 ou 6 x 1250 ®	séquentielle	oxfendazole	130 maximum	200	400

Sur le terrain, le choix de l'antiparasitaire est aussi guidé par les temps d'attente viande et lait du produit concerné : période durant laquelle la commercialisation des produits issus de l'animal traité est interdite, calculée à partir de la limite maximum tolérable de résidus du médicament dans les produits alimentaires. Pour les vaches laitières en lactation, qui produisent donc chaque jour du lait à commercialiser, ce choix est souvent très restreint : parmi les endectocides, seule l'éprinomectine administrée sous forme de pour-on possède un délai d'attente lait nul.

Les moyens de contention dont dispose l'éleveur interviennent aussi dans le choix du produit : les produits à faire avaler nécessitent une contention individuelle musclée, les injections peuvent être douloureuses, les produits en pour-on ne nécessitent pas ou peu de contention mais peuvent couler sur le sol ou être léchés par les animaux.

### A.1.3 CAS PARTICULIER DES LACTONES MACROCYCLIQUES

Le tableau 3 brosse en quelques grandes dates l'historique d'apparition sur le marché des molécules antiparasitaires les plus significatives.

**Tableau 3** : Dates de commercialisation successives des molécules antiparasitaires les plus significatives en élevage

Date de mise sur le marché	Molécule	Dose recommandée
1940	Phénothiazine	600mg/kg
1960	Thiabendazole	50mg/kg
1970	Oxfendazole	5mg/kg
1979	Ivermectine	0.2mg/kg

Historiquement, la découverte de nouveaux antiparasitaires a progressé à raison d'un composé nouveau tous les cinq ans environ. L'efficacité de ces principes actifs a été augmentée d'au moins 50% à chaque découverte, la dose étant réduite de moitié à chaque évolution.

Introduite en 1981 en médecine vétérinaire, l'ivermectine a révolutionné les traitements antiparasitaires en créant le concept d'endectocide. Les propriétés des avermectines sont résumées dans son nom (« a » privatif, « verm » pour worm ou ver, « ect » pour ectoparasites).

La classe des lactones macrocycliques (avermectines et milbémycines) est relativement homogène et comporte 16 molécules, dont plusieurs sont utilisées en médecine vétérinaire (cf. tableau 4) (Alvinerie, 2009).

**Tableau 4 :** Principales lactones macrocycliques utilisées en médecine vétérinaire

Classe de molécules	Milbémycines	Avermectines
Molécules dans la classe	Moxidectine Milbémycine oxime	Doramectine Eprinomectine Ivermectine Selamectine

Par abus de langage, dans la littérature courante, le terme « avermectines » est souvent utilisé pour l'ensemble des lactones macrocycliques, et le terme « ivermectines » est attribué à l'ensemble des avermectines.

Les avermectines/milbémycines ont toutes le même mode d'action et le même spectre (nématodes, acariens, insectes) :

- Paralysie des parasites en interférant au niveau de la transmission des signaux nerveux. Augmentation de la perméabilité membranaire aux ions Chlorures par action sur le système GABA (effets toxiques).
- Interaction stéréosélective et avec une haute affinité pour les canaux chlore contrôlés par le glutamate (effets pharmacologiques).

L'application de ces composés est responsable d'une diminution de l'activité puis d'une paralysie chez les nématodes et les arthropodes. Les parasites ne pouvant plus s'alimenter, meurent (Leflammand, 1997).

Certaines molécules peuvent avoir un avantage sur tel ou tel parasite avec des DE50<sup>5</sup> variant de 10 à 200 µg/kg. Ils sont tous actifs sur les formes adultes et immatures des nématodes ainsi que sur les larves en hypobiose<sup>6</sup>.

Dans l'ensemble, les lactones macrocycliques sont toutes très efficaces ce qui explique leur succès : elles possèdent un large spectre d'action, ont un potentiel rémanent très important et ce à de faibles doses et sous différentes formes d'administration.

Elles sont en outre très bien tolérées par les herbivores, ce qui offre un gain de sécurité non négligeable pour l'éleveur. Les molécules diffusent peu dans le système nerveux central des herbivores du fait de l'imperméabilité de la barrière hémato-encéphalique (Campbell *et al.*, 1983). De plus, les canaux chlore contrôlés par le glutamate, qui sont les cibles des endectocides, sont spécifiques des invertébrés.

Le principal représentant des avermectines, l'ivermectine, était en 1996 le premier médicament vétérinaire vendu dans le monde (Roué, 2003). En médecine humaine, celle-ci est également utilisée avec succès contre l'onchocercose, maladie qui cause des lésions oculaires graves et cutanées ayant des répercussions médicales et sociales importantes dans les pays en développement (Leflammand, 1997). L'ivermectine se révèle efficace dans la lutte contre les mouches nuisibles et sur les larves en hypobiose. Ces différents exemples expliquent en partie la large domination de cette molécule sur le marché.

5 DE50 : Dose efficace 50, paramètre de quantification expérimentale de l'effet des médicaments ; dose qui donne 50% de l'effet maximum d'un médicament.

6 Hypobiose : état de vie ralenti de larves de parasites attendant des conditions favorables pour reprendre leur développement.

## A.1.4 CAS PARTICULIER DES FASCIOLICIDES

La figure 2 recense les principales spécialités pharmaceutiques disponibles pour la lutte contre la grande douve du foie (*Fasciola hepatica*). Toutes sont actives sur les grandes douves adultes présentes dans les canaux biliaires. Certaines le sont également sur les jeunes douves en migration dans le foie des bovins. Aucune n'est active sur les stades immatures en migration intrapéritonéale.

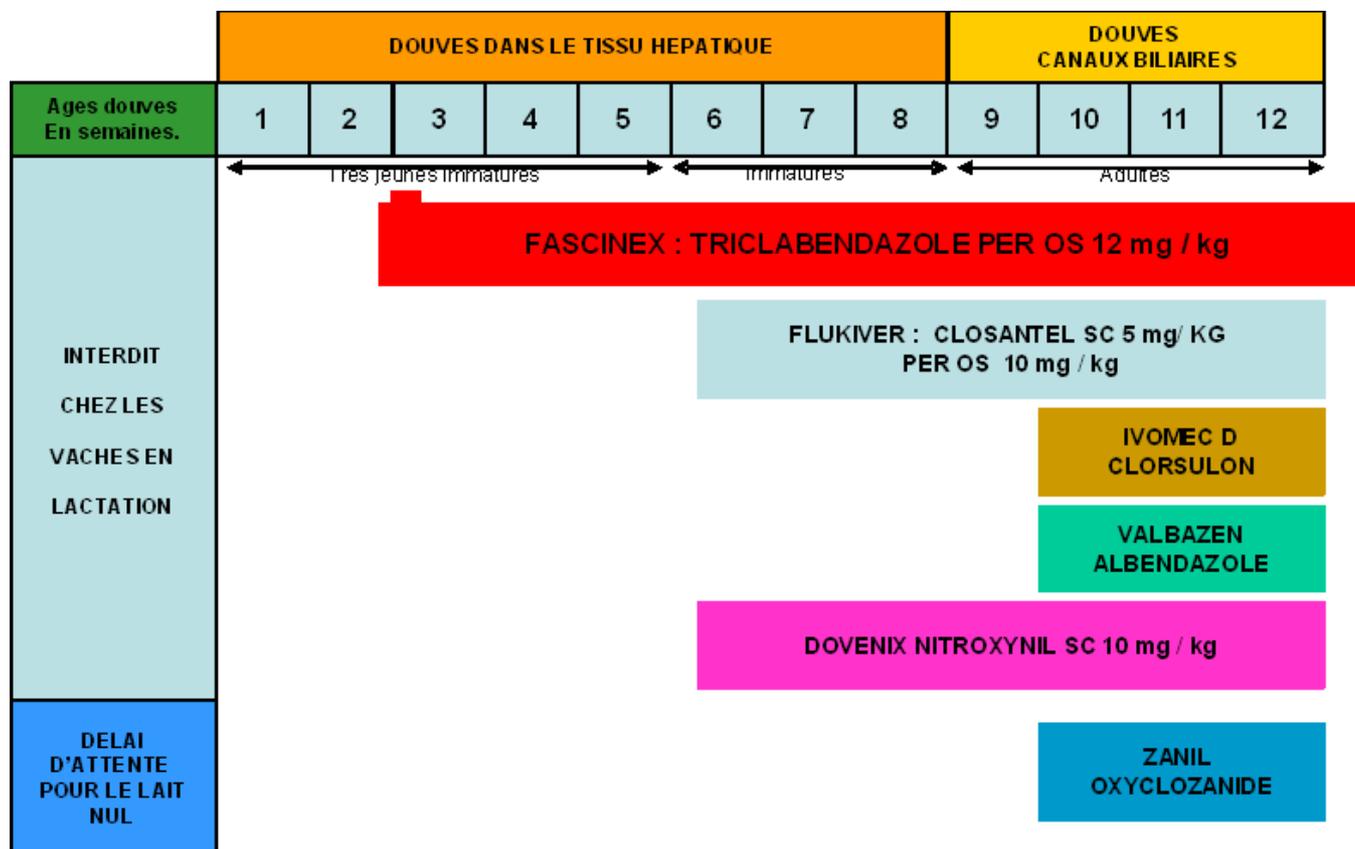


Figure 2 : Principales spécialités pharmaceutiques douvicides (Bosquet et al., 2007)

## A.2 IMPACT DES PRODUITS ANTIPARASITAIRES SUR L'ENVIRONNEMENT

De nombreuses molécules antiparasitaires ne sont que partiellement métabolisées lors de leur passage dans l'organisme de l'animal traité. Elles sont éliminées intactes ou sous forme de métabolites<sup>7</sup> dans les fèces avec des concentrations variables. Les composés parents ainsi excrétés peuvent conserver l'intégralité de leur pouvoir antiparasitaire et présenter pour l'entomofaune inféodée aux excréments des effets toxiques pouvant être sub-létaux (perturbation du développement, de la fécondité...), voire létaux dans certains cas.

Dans cette partie nous présentons le résultat d'un travail bibliographique conduit de manière critique et qui offre un aperçu des nombreuses études publiées dans ce domaine en s'attachant à présenter différents résultats et points de vue. Les résultats des travaux bibliographiques menés par Barbut (2002) et Aubert et Tartary (2010) sur les effets non intentionnels des endectocides sont repris en annexe (cf. annexe 1).

### A.2.1 IMPACT DES PRODUITS ANTIPARASITAIRES SUR LA FAUNE NON-CIBLE

L'impact des antiparasitaires vétérinaires pour la faune coprophage dépend de plusieurs facteurs :

- la molécule considérée (son écotoxicité intrinsèque, sa concentration dans la matière fécale, la durée d'élimination par voie fécale de la molécule ou de ses métabolites et la persistance de la molécule ou de ses métabolites dans le milieu extérieur) ;
- la forme pharmaceutique et la voie d'administration utilisées qui peuvent également avoir une influence sur le mode et la durée de l'élimination du principe actif ;
- la sensibilité des espèces de la faune non-cible ;
- la période de traitement.

#### A.2.1.1 EN FONCTION DE LA MOLÉCULE CONSIDÉRÉE

Il existe plusieurs catégories de produits chimiques classées en fonction de leur spectre d'action (cf. paragraphe A.1.1). Ces différentes catégories possèdent des potentiels de toxicité variables pour la faune non-cible :

- Certains anthelminthiques testés dans littérature scientifique, notamment ceux appartenant aux familles des benzimidazoles, salicylanilides, tétrahydropyrimidines et imidazothiazoles n'ont pas montré d'effets significatifs sur la faune non-cible. Ces molécules sont éliminées au bout de deux à trois jours dans les fèces et leur métabolisation, avant excrétion, est la plupart du temps poussée (Floate *et al.*, 2005 ; Wardhaugh, 2005). Le lévamisole aurait un effet discret sur une espèce de diptère (*Musca vetustissima*) et sur les coléoptères coprophages après traitement à dose normale (Dorchies *et al.*, 2012).
- Des ectocides ont montré une certaine toxicité par rapport à la faune coprophage. Il s'agit des pyréthrinoides (deltaméthrine, cyperméthrine, fluméthrine, cyalothrine et fenvalérate) et de certains régulateurs de croissance. Si la plupart de ces molécules sont rapidement éliminées dans les fèces, elles affectent quand même la faune coprophage (Wardhaugh *et al.*, 1998 ; Lumaret et Errouissi, 2002 ; Chihiya *et al.*, 2006).

<sup>7</sup> Métabolite : composé organique intermédiaire ou issu du métabolisme

Les crottins des chevaux traités au dichlorvos (un organophosphate utilisé comme acaricide) sont toxiques pour les insectes coprophages avec une mortalité de 100% pendant cinq jours après traitement (Lumaret, 2006).

- Les endectocides sont les produits les plus étudiés dans la littérature scientifique. Leur impact toxique varie fortement en fonction de la molécule considérée.

Ainsi, les molécules de la classe des avermectines (abamectine, doramectine, éprinomectine et ivermectine) ont des effets létaux et sub-létaux sur les coléoptères et les diptères. Les effets de l'ivermectine ne sont pas toujours élevés sur les coprophages adultes. Cependant, l'impact sur les larves peut être très important (100% de mortalité dans certains cas) et prolongé (de l'ordre de une à quatre semaines sur les larves de coléoptères et plus de quatre semaines sur celles des diptères) (Wall et Strong, 1987 ; Strong, 1992 ; Lumaret *et al.*, 1993 ; Barth *et al.*, 1994 ; Lumaret *et al.*, 2005 ; Virlovet, 2007). De plus, la doramectine et l'ivermectine ont des effets similaires sur plusieurs groupes d'invertébrés comme les arthropodes, les collemboles, les acariens et nématodes dont le nombre est significativement plus faible les jours suivants le traitement (Suarez, 2002a et 2002b).

O'hea *et al.* (2009) ont démontré que l'ivermectine avait des effets négatifs sur la survie des larves d'espèces de coléoptères coprophages des régions tempérées ainsi que sur leur fécondité (diminution du nombre d'œufs produits par femelle). Par ailleurs cette étude montre qu'un traitement à l'ivermectine (injection sous-cutanée aux doses recommandées) engendre une diminution importante et significative de la taille de la cohorte d'une bouse, pouvant avoir des répercussions importantes sur la génération suivante de coléoptères.

Krüger et Scholtz (1998a et 1998b) ont étudié la modification de la structure des communautés d'insectes coprophages dans des élevages traités à l'ivermectine (injectable aux doses recommandées) pendant la saison de sécheresse et pendant la saison des pluies en Afrique du Sud. En condition de sécheresse, les résultats montrent que l'utilisation d'ivermectine engendre des modifications dans la structure des communautés (réduction de la diversité spécifique et augmentation de la dominance de certaines espèces) durant une période de trois mois après traitement. Pendant la saison des pluies, une diminution du nombre d'insectes a été observée sept jours après traitement. Un à trois mois après traitement, plus aucun effet ne peut être attribué directement au traitement.

Les résultats de ces études indiquent qu'en condition naturelle, l'importance et l'ampleur des effets de l'ivermectine sur l'entomofaune coprophage dépend de plusieurs facteurs, dont les conditions climatiques, l'échelle spatiale du traitement et le nombre d'animaux traités dans un troupeau. D'après O'hea *et al.* (2009), l'impact de l'ivermectine sur la dynamique des populations de deux espèces de coléoptères coprophages Aphodiidae (*Agrilinus ater* et *Acrossus rufipes*) des régions tempérées du Nord de l'Europe (Irlande) est réel mais dépend également de nombreux autres facteurs qu'il conviendrait d'étudier.

D'après Herd (1995), diverses études montrent que la moxidectine, autre molécule de la famille des avermectines, est écologiquement plus sûre que l'ivermectine. En France, Lumaret et Errouissi (2002) ont montré que les effets létaux et sub-létaux de la moxidectine sur les adultes et les larves de coléoptères et de diptères coprophages sont moins importants que ceux provoqués par l'ivermectine. D'après Floate *et al.* (2002), qui ont testé l'impact sur l'entomofaune de quatre molécules administrées en pour-on (doramectine, éprinomectine, ivermectine et moxidectine), les effets létaux observés sont décroissants : doramectine > ivermectine > éprinomectine > > moxidectine. Toutefois, la moxidectine impacte de façon significative les diptères du genre *Neomya*. Pour l'espèce *Neomya cornicina*, aucune émergence n'est observée pendant les 10 jours suivants le traitement et un impact notable est rapporté jusqu'à 16 jours, avec une concentration de 0,2 mg/kg en sous-cutané (Kadirir *et al.*, 1999).

Les effets moins importants de la moxidectine sur la faune coprophage s'expliquent par une toxicité intrinsèque plus faible (concentration létale à 50% minimale pour les larves d'*Aphodius*

constans atteinte à 4 mg/kg de bouse sèche pour la moxidectine contre 0,88 mg/kg pour l'ivermectine ; Hempel *et al.*, 2006) et une moindre concentration dans la matière fécale du fait d'une dégradation plus importante par le foie des animaux traités.

### **A.2.1.2 En fonction de la forme pharmaceutique utilisée**

La toxicité d'un traitement dépend également de la durée et de l'intensité de l'élimination fécale. Or pour un même principe actif, l'allure de la courbe d'élimination fécale dépend de la forme pharmaceutique administrée (cf. paragraphe A.1.2).

L'exemple de l'ivermectine illustre bien le lien entre toxicité et formulation. De fait, l'administration d'un bolus intra-ruminal à diffusion continue est suivie d'une élimination fécale longue (plus de 120 jours) et intense, ce qui entraîne un risque toxique très élevé pour les coléoptères coprophages, avec une durée moyenne des effets létaux de l'ordre de 33 jours chez les adultes à 143 jours chez les larves (Barth *et al.*, 1993 ; Errouissi *et al.*, 2001). Le bolus d'ivermectine est interdit en France depuis 2003 du fait de son écotoxicité.

En revanche, les solutions injectables présentent un risque toxique moindre puisque l'excrétion intense de la molécule ou de son métabolite dure 10 à 12 jours.

L'élimination fécale des solutions pour-on est plus aléatoire, en raison du léchage mutuel (allogrooming) ou individuel (autogrooming) entre les animaux. De plus, la formulation en pour-on est celle où le risque de voir couler le produit en l'état sur le sol est le plus élevé avec un impact direct sur la faune du sol.

D'une manière générale, les modes d'administration favorisant un relargage du principe actif sur une longue période sont les moins favorables à l'entomofaune.

### **A.2.1.3 En fonction de la sensibilité de la faune non cible**

La toxicité des antiparasitaires dépend de la sensibilité des organismes considérés. L'impact peut être très différent selon les taxons d'invertébrés (diptères, coléoptères, annélides,...) et leur stade de développement.

Les diptères sont globalement plus sensibles que les coléoptères. Concernant les diptères adultes, seules les espèces strictement inféodées aux matières fécales sont sensibles aux résidus d'endectocides (Barbut, 2002). De nombreuses études démontrent une très grande sensibilité des larves de diptères coprophages à de faibles concentrations de résidus d'endectocides. La mortalité est totale ou très forte durant le premier mois après un traitement à l'ivermectine (Lumaret et Errouissi, 2002 ; Schlump, 2003 ; Iwasa *et al.*, 2005). Malgré une sensibilité variable en fonction des espèces, les conséquences létales rencontrées à des doses « normales » font des larves de diptères coprophages des populations particulièrement à risque (Barbut, 2002).

Chez les coléoptères, la sensibilité diffère également selon l'espèce et le stade de développement (Sommer *et al.*, 1993). Bien que les adultes soient plus résistants, leur fécondité peut être affectée et des cas de mortalité ont été rapportés chez les imagos<sup>8</sup>, notamment ceux récemment émergés (Wardhaugh et Rodriguez-Menendez, 1988 ; Lumaret et Errouissi, 2002 ; O'hea *et al.*, 2009). La toxicité aiguë des résidus d'endectocides après maturité sexuelle reste cependant modérée. Les stades larvaires sont par contre beaucoup plus sensibles que les adultes, la mortalité pouvant dans certains cas être très élevée (Lumaret et Errouissi, 2002 ; Barbut, 2002 ; O'hea *et al.*, 2009), ce qui peut avoir des conséquences importantes sur la structure des communautés (réduction de la diversité spécifique et augmentation de la dominance de certaines espèces) (Krüger et Scholtz, 1998a et 1998b).

Les résultats sont parfois contradictoires concernant les nématodes du sol et les nématodes coprophiles. Certaines études n'ont pas rapporté d'effet mesurable sur la survie et la ponte des nématodes du sol et/ou coprophiles pour plusieurs molécules testées (fenbendazole, ivermectine, doramectine, eprinomectine ou moxidectine (lactones macrocycliques) ; Barth *et al.*, 1993 ; Schuppel *et al.*, 2003 ; Grønvold *et al.*, 2004) alors que

<sup>8</sup> Imago : chez les insectes, le terme d'imago désigne le stade final d'un individu dont le développement se déroule en plusieurs phases (en général œuf, larve, imago).

d'autres ont mis en évidence les effets néfastes de l'ivermectine sur les populations de nématodes vivant dans le sol (Stretton *et al.*, 1987 ; Jansso et Rabatin, 1997 ; Dimander *et al.*, 2003). La proximité phylogénétique entre nématodes du sol et coprophiles et les nématodes parasites (contre lesquels la toxicité létale des avermectines n'est plus à démontrer) semble cependant plaider pour une grande toxicité vis-à-vis des nématodes (Barbut, 2002).

La toxicité des résidus d'endectocides vis-à-vis des annélides (vers de terre) ne semble pas faire l'unanimité, tant les résultats divergent (Barbut, 2002). Cependant, d'après les travaux de Svendsen *et al.* (2002, 2003 et 2005) au Danemark et Halley *et al.* (2005) aux États-Unis, aucun effet toxique notable des lactones macrocycliques n'a été mis en évidence sur les lombrics dans leur milieu. L'absence d'effets significatifs sur les lombrics peut s'expliquer par le fait que ces produits ne diffusent que peu à partir des fèces et que leur dégradation est plus rapide une fois incorporée dans le sol (Floate, 2006 *in* Aubert & Tartary, 2011).

Les lactones macrocycliques sont faiblement solubles dans l'eau et engendrent une toxicité très marquée vis-à-vis des organismes aquatiques. Les crustacés sont très sensibles à l'ivermectine et notamment les organismes filtreurs (travaux de P. Berny, programme PNETOX B03177). Le crustacé *Daphnia magna* est extrêmement sensible, avec une CL<sub>50</sub><sup>9</sup> de l'ordre de 25ng/L pour l'ivermectine (Lumaret, 2008).

#### **A.2.1.4 En fonction de la période de traitement**

L'impact des produits antiparasitaires sur la faune non cible dépend également de la période à laquelle intervient le traitement.

Un traitement aura potentiellement plus d'impact lorsqu'il est administré au cours de la période d'activité des insectes, qui s'étale grossièrement du printemps à l'automne pour la majorité des espèces. Les traitements administrés au printemps, et dans une moindre mesure à l'automne, sont les plus à risque pour la plupart des espèces de coléoptères coprophages qui se reproduisent et pondent pendant ces deux périodes de l'année. Si le principe actif est encore présent dans les excréments pendant la période de croissance des larves ou d'émergence des imagos, le risque sera d'autant plus important pour les grosses espèces (représentants de la famille des Geotrupidae par exemple), qui produisent peu de descendants, en une génération par an (espèces monovoltines).

Le cas des traitements à la rentrée à l'étable, et de manière générale la conduite d'élevage en bâtiment, sont rarement traités dans la littérature. Si certains auteurs ont démontré en laboratoire une toxicité comparable du fumier d'étable contenant des bouses de bovins traités et des bouses elles-mêmes, les risques pour la faune sont très limités tant que les matières fécales restent dans le bâtiment (Miller *et col.*, 1981 ; Schmidt, 1983 *in* Barbut, 2002). Les effets possibles ne peuvent se produire que sur certains diptères présents dans les étables. Vis-à-vis des insectes du pâturage, les conséquences d'un traitement généralisé peuvent se rencontrer à la sortie des excréments du bâtiment mais ils sont, le plus souvent, atténués par le mode de gestion des déjections du bétail (piétinement par le bétail, manipulation mécanique, stockage, etc.). L'action mécanique de brassage (favorisant la dégradation des résidus), le mélange d'excréments produits sur une longue période et de litière (assurant une dilution de la teneur en résidus), le délais de stockage avant épandage (permettant la baisse de la teneur en résidus) et la forme sous laquelle sont restituées les déjections dans les pâtures, permettent de minimiser les effets sur la faune du pâturage (Barbut, 2002).

---

9 CL : « concentration létale » et DL : « dose létale ». La CL<sub>50</sub> ou DL<sub>50</sub> est la quantité d'une matière ou d'un produit chimique qui cause la mort de 50 % d'un groupe d'animaux d'essai. C'est une façon de mesurer le potentiel toxique à court terme (toxicité aiguë) d'un produit.

## A.2.2 IMPACT DES PRODUITS ANTIPARASITAIRES SUR LE TEMPS DE DÉGRADATION DES EXCRÉMENTS

De nombreuses études ont analysé le lien existant entre traitement antiparasitaire et temps de décomposition des excréments des animaux d'élevage. Les résultats des travaux bibliographiques menés par Barbut (2002) sur les effets de l'ivermectine sur la dégradation des bouses sont repris en annexe (cf. annexe 2).

Un ralentissement de la vitesse de dégradation des excréments d'équins a été mis en évidence pour le dichlorvos (ectocide). Les crottins d'animaux traités avec cet organophosphate disparaissent plus lentement que ceux d'animaux non traités : moins de la moitié des déjections ayant disparu huit mois après le dépôt contre 100% de disparition pour celles des animaux non traités (cf. tableau 5) (Lumaret, 1986).

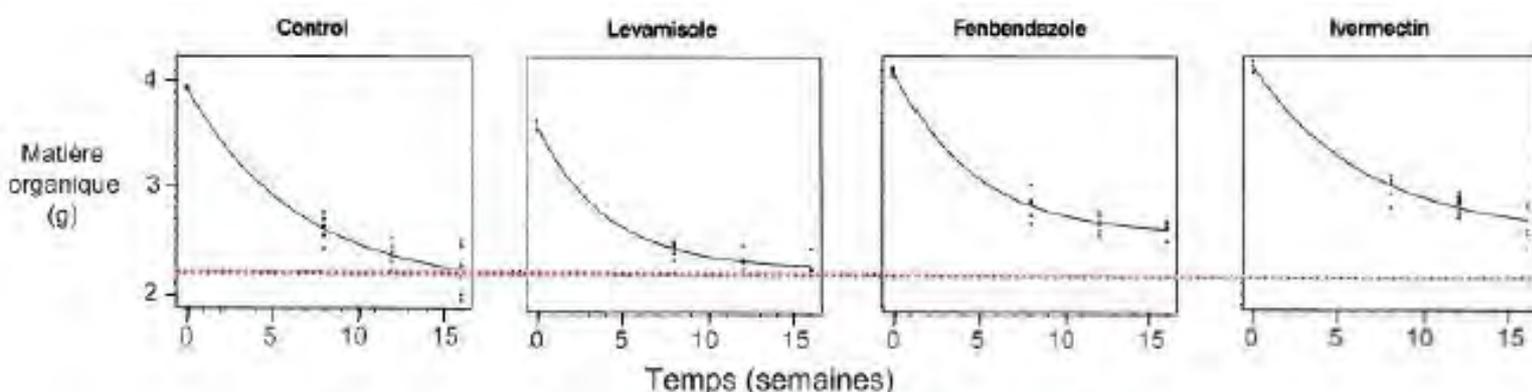
**Tableau 5** : Comparaison du temps de disparition de crottins de chevaux traités au dichlorvos (organophosphate) et non traités (d'après Lumaret, 1986).

	Disparition des crottins (matière sèche)	
	Après 1 mois	Après 8 mois
Crottins issus de chevaux traités au dichlorvos	0%	43%
Crottins issus de chevaux non traités	22%	100%

Les avermectines ont fait l'objet de nombreuses études en relation avec la vitesse de dégradation des excréments. C'est Wall et Strong (1987) qui révèlent l'impact négatif du bolus d'ivermectine sur le temps de dégradation des bouses. Cent jours après le dépôt, les bouses des veaux traités ne sont pas dégradées, alors que celles du lot témoin le sont largement. Les travaux allant dans le sens d'un ralentissement de la vitesse de dégradation des excréments issus de bovins traités à l'ivermectine sont nombreux (Doherty *et al.*, 1994 ; Strong *et al.*, 1994 ; Strong *et al.*, 1996 ; Madsen *et al.*, 1990 ; Floate, 1998 ; Dadour *et al.*, 1999).

Floate (1998) a par exemple démontré qu'une bouse supplémentée d'ivermectine aux doses habituellement excrétées par les bovins était à peine dégradée au bout de 340 jours contre 80 jours pour le lot témoin non traité.

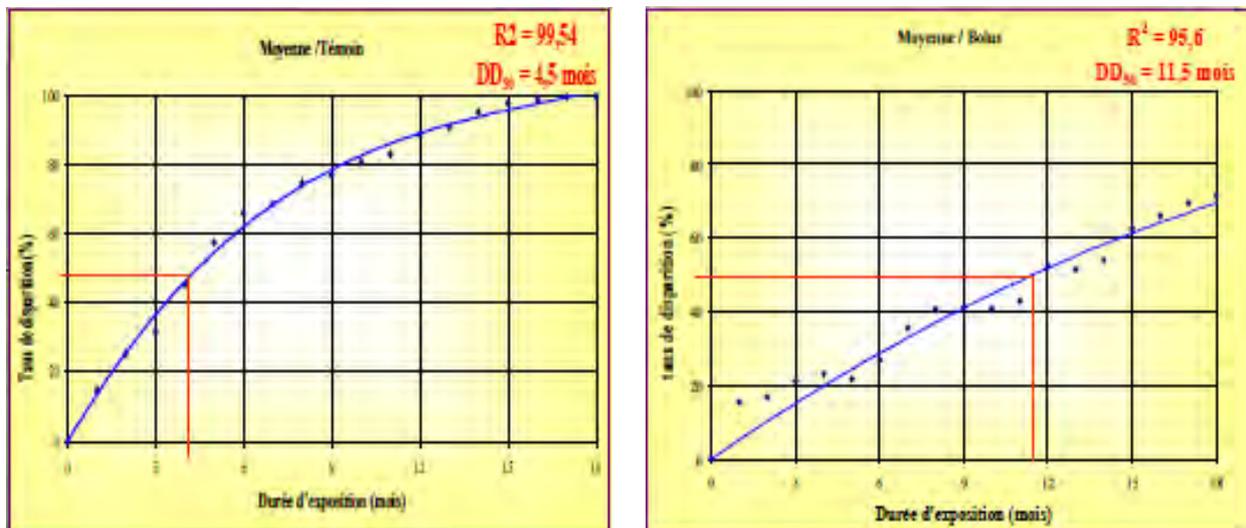
Sommer et Bibby (2002) ont montré que des bouses de génisses enfouies dans le sol à cinq centimètres de profondeur dans des sacs en nylon traités à l'ivermectine et au fenbendazole se décomposent moins rapidement que les bouses témoins ou celles issues d'animaux traités au levamisole. La figure 3 montre qu'après 15 semaines, la quantité de matière organique est significativement moindre pour le sac contenant la bouse de contrôle.



**Figure 3** : Cinétique de dégradation de bouses de génisses placées dans des sacs enterrés dans un sol prairial au Danemark (d'après Sommer & Bibby, 2002)

Une étude réalisée en milieu naturel, en région méditerranéenne, met en évidence un impact

important du bolus d'ivermectine sur le temps de disparition des bouses à la surface du sol (cf. figure 4). On constate en effet que 50% des bouses ont disparu après quatre mois et demi d'exposition en champ pour des bouses d'animaux non traités, alors qu'il faut compter onze mois et demi pour que la moitié des bouses issues d'animaux traités disparaissent (Lumaret, 2006).



**Figure 4 :** Disparition des bouses sur le terrain en région méditerranéenne sans traitement et après utilisation d'un bolus à l'ivermectine (d'après Lumaret, 2006)

Ces travaux mettent en avant la grande sensibilité de certains insectes aux résidus de molécules toxiques comme facteur explicatif du ralentissement de la vitesse de dégradation des excréments. En augmentant la mortalité des larves, dont le rôle est majeur dans l'aération de la bouse les premiers jours, l'activité des insectes s'en trouve réduite et la vitesse de dégradation ralentie.

Cependant, certains auteurs ont démontré l'absence d'impact détectable des avermectines sur le temps de décomposition. Par exemple, Wratten *et al.* (1993) et Barth *et al.* (1993) n'ont pas observé de différence significative du temps de décomposition entre un lot de bouses provenant d'animaux traités à l'ivermectine et un lot non traité. De même, Dimander *et al.* (2003) ont montré, dans une étude réalisée en Suède, qu'il n'y avait pas de différence significative du temps de disparition des excréments entre animaux traités avec des bolus d'ivermectine et animaux non traités. Dans cette étude, les auteurs mettent en évidence l'importance du rôle joué par les facteurs climatiques et notamment des précipitations dans la vitesse de dégradation, qui est supérieure aux effets induits par les traitements antiparasitaires. En empêchant la formation d'une croûte à la surface de la bouse, de courtes périodes de précipitation favorisent une désintégration rapide. A l'inverse, la sécheresse, l'ensoleillement et la chaleur retardent le phénomène de décomposition du fait de la création d'une croûte imperméable qui rend la bouse relativement inattractive pour les coprophages et empêche leur colonisation (Dickinson *et al.*, 1981 ; Anderson *et al.*, 1984 in Dimander *et al.*, 2003).

De nombreux facteurs abiotiques comme la taille de l'excrément, sa composition, son taux d'humidité, son pH, sa localisation ainsi que le climat et les perturbations mécaniques influencent le processus de dégradation (Barth *et al.*, 1993). Selon la région, les facteurs climatiques (humidité, température, pluie, gel, vent, déshydratation, microclimat...) et les facteurs biologiques, auraient donc des poids différents dans les mécanismes de dégradation.

Dans les régions tempérées et humides, les facteurs climatiques et microclimatiques, bien que variables selon la saison et les stations, jouent un rôle majeur dans la dégradation des excréments (Dimander *et al.*, 2003 ; Floate *et al.*, 2005). Les coléoptères coprophages jouent un rôle moins important dans le processus de dégradation des bouses que les lombrics dont l'action dans l'enfouissement et la disparition de la matière organique serait déterminante dans

ces contextes climatiques (Hanski et Cambefort, 1991 ; Holter, 1979). Bien que les insectes coprophages n'interviennent alors que pour 2 à 5 % du travail de décomposition (Lumbreras et al., 2000), ils constituent néanmoins un groupe essentiel pour le fonctionnement de l'écosystème prairial puisque leur action de brassage et d'enfouissement favorise l'action conjuguée des précipitations et des lombrics.

En revanche, sous des climats méditerranéens (ou dans des conditions microclimatiques s'en rapprochant), les conditions climatiques sont peu favorables à la dégradation des bouses et l'action destructurante ne peut être effectuée par des facteurs mécaniques. Par conséquent, l'importance des invertébrés coprophages (essentiellement les coléoptères) est primordiale, dans la mesure où ces organismes sont actifs durant une très grande partie de l'année (Lumaret, 1978, 1983, 1986 ; Lumaret et Kirk, 1987, 1991).

Par conséquent, la généralisation et l'extrapolation de ces résultats ne peut se faire qu'avec discernement en veillant à les replacer dans leurs contextes climatique et microclimatique.

## **A.2.3 IMPACT DES PRODUITS ANTIPARASITAIRES SUR LES CHAÎNES TROPHIQUES**

La colonisation d'un excrément par les insectes coprophages permet la mise en place d'un réseau trophique terminé par de grands prédateurs. La présence de résidus d'antiparasitaires dans les matières fécales pose donc des questionnements quant aux effets liés à une diminution de proies essentielles pour les vertébrés dont le régime alimentaire est en grande partie composé d'insectes coprophages, mais aussi quant à une contamination indirecte par la consommation d'insectes intoxiqués (Carravieri et Scheifler, 2012).

Les coléoptères et les diptères inféodés aux excréments se retrouvent au menu de nombreux oiseaux : Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio*, Étourneau sansonnet *Sturnus vulgaris*, Corbeau freux *Corvus frugilegus*, Choucas des tours *Coloeus monedula*, Chouette chevêche *Athene noctua*, etc. En Angleterre, la régression de l'Alouette des champs *Alauda arvensis* est en grande partie attribuée à la diminution de ses ressources alimentaires en lien avec l'utilisation de l'ivermectine dans les régions d'élevage (Giraud, 2008).

Les mammifères terrestres insectivores comme le hérisson *Erinaceus europaeus* ou les musaraignes pourraient également être impactés par la régression de leur ressource alimentaire, notamment lors de la saison de reproduction ou d'émancipation des jeunes, où une quantité importante de coléoptères est consommée.

Des espèces de chauves-souris, dont le Grand Rhinolophe *Rhinolophus ferrum-equinum*, sont très dépendantes des coléoptères coprophages (Aphodiidae), notamment au cours de deux périodes critiques : à la fin de la gestation et au début de la lactation (en juin) et pendant l'émancipation des jeunes (août). Par ailleurs, les traitements qui affectent aussi les diptères coprophages pourraient avoir des conséquences sur les populations de Petit Rhinolophe *Rhinolophus hipposideros* et de Murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus* qui consomment majoritairement des diptères (Caroff et al., 2003 ; Boireau & Le Jeune, 2007). Sur plusieurs sites dans le sud de la Belgique, les travaux de Kervyn et Libois (2008) démontrent combien les colonies de Sérotines communes *Eptesicus serotinus* sont dépendantes de la disponibilité en coléoptères coprophages du genre *Aphodius*. Dans la littérature scientifique, aucune étude traitant spécifiquement des effets indirects (ingestion de proies contaminées et/ou diminution de l'abondance des proies) de ces produits sur les Chiroptères n'a cependant été trouvée. Un cas de mortalité lié directement à l'usage de ces composés chez les chauves-souris a été mis en évidence chez l'espèce *Cynopterus brachyotis* (DeMarco et al., 2002 in Carravieri et Scheifler, 2012).

L'utilisation de produits antiparasitaires pourrait potentiellement affecter indirectement certaines espèces par le phénomène de bioaccumulation (ingestion de proies contaminées). Cependant, si la mortalité par empoisonnement direct est facile à mesurer, il n'en est pas de

même pour les effets « secondaires » et il est difficile d'identifier les causes d'une mortalité plus précoce que la normale, ou d'une modification des fonctions métaboliques de l'organisme (apparition de tumeurs, d'effets hormonaux de composés sur la reproduction ou sur le stockage et la libération des réserves de graisse...). Des études complexes restent à mener dans ce domaine (Génot et Lecomte, 2002).

Une hypothèse a été émise concernant l'impact des traitements antiparasitaires concernant certaines espèces d'hyménoptères (*Apis spp.* et *Bombus spp.*) qui viennent lécher les excréments et les tâches d'urine à la recherche d'azote. La régression des populations d'abeilles sauvages dans les régions d'alpage, difficile à expliquer dans ces milieux montagneux peu concernés par l'utilisation massive d'insecticides, pourrait trouver une explication dans l'utilisation de molécules antiparasitaires (P. Rasmont, com. pers). Cette hypothèse ne doit cependant pas faire oublier l'ensemble des autres causes de mortalité des abeilles identifiées depuis les années 1980 (acarien parasite, maladies virales, agents chimiques, dégradation de leur environnement, etc.).

Enfin, les coléoptères coprophages limitent la survie (voir la dissémination) des parasites des ruminants se trouvant dans les excréments. Le nombre de nématodes gastro-intestinaux chez les bovins en pâturage est ainsi neuf fois plus important quand les coléoptères coprophages ont été retirés et ce même nombre est divisé par quatre lorsque des coléoptères ont été rajoutés en grand nombre (Fincher, 1975). Lors des périodes d'activité des coléoptères, le nombre d'œufs de nématodes peut être diminué de 84% par rapport aux périodes hivernales, où les coléoptères enregistrent une baisse d'activité importante (Bryan *et al.*, 1989). Ainsi, l'utilisation de molécules antiparasitaires néfastes aux insectes coprophages peut paradoxalement conduire à créer des conditions favorables au développement des parasites.

## A.3 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Les réflexions engagées par le groupe de travail « Agriculture et Zones humides » de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie ont conduit le Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais et le réseau des Vétérinaires en élevage à mener une étude pluridisciplinaire visant à étudier à la fois la pertinence thérapeutique des protocoles de traitements en usage dans notre région et leur impact sur l'entomofaune locale et le temps de dégradation des excréments.

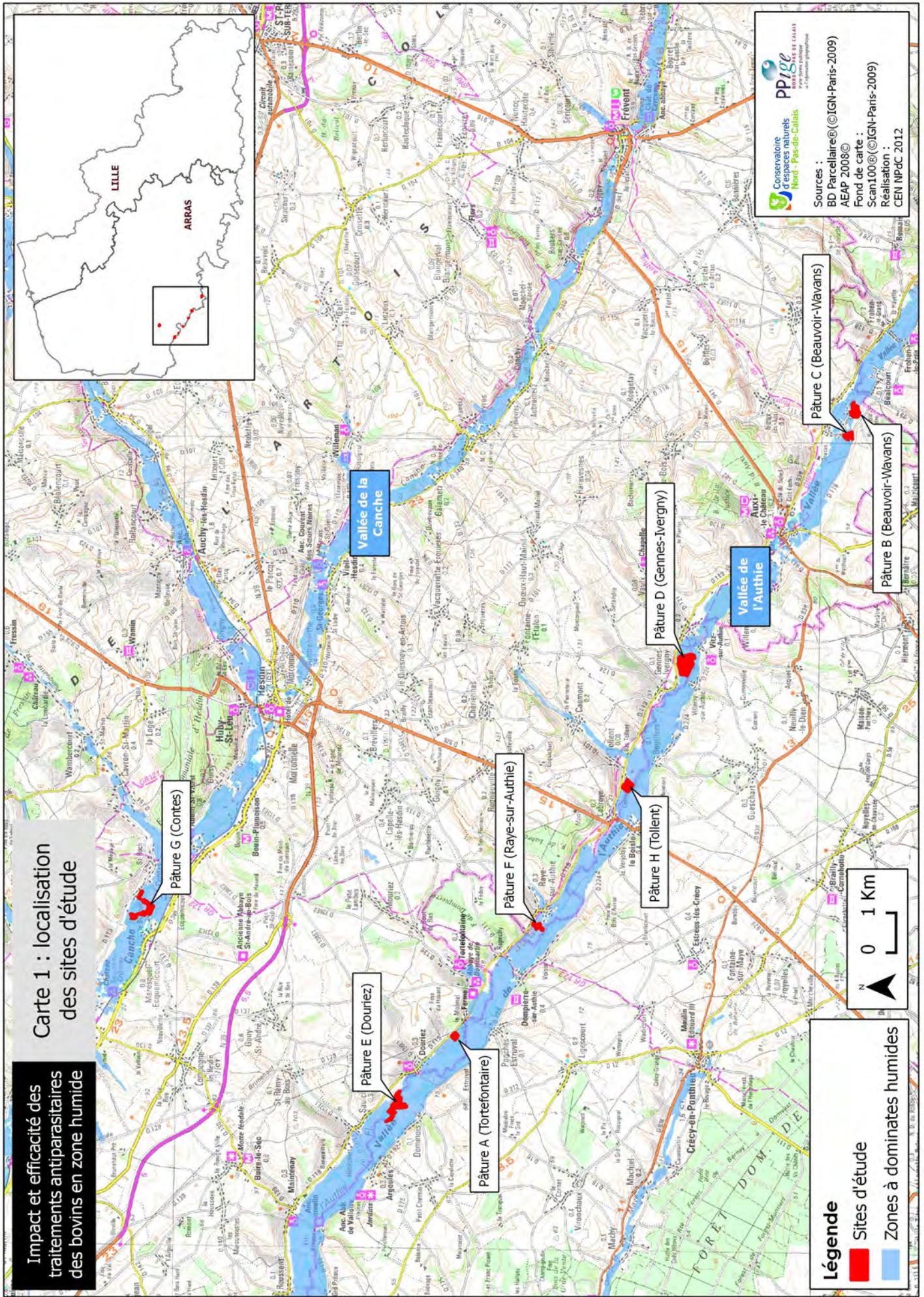
Cette étude s'articule autour de deux volets :

- un volet écologique (porté par le Conservatoire d'espaces naturels) qui a pour objectif d'améliorer la connaissance des espèces d'insectes coprophages des milieux humides du Nord – Pas-de-Calais (richesse spécifique, présence d'espèces patrimoniales, cycles biologiques, etc.) et d'étudier l'effet de différents traitements antiparasitaires sur la dynamique du peuplement des coléoptères coprophages et sur la vitesse de dégradation des excréments au cours d'une saison de pâturage ;
- un volet vétérinaire (porté par le réseau des Vétérinaires en élevage) qui a pour objectif d'évaluer l'évolution sur une saison de pâturage de l'infestation des pâtures par les larves de nématodes digestifs et de contrôler le statut parasitaire vis-à-vis des nématodes digestifs des bovins, en fonction des traitements administrés.

Cette approche complémentaire a pour but de proposer aux vétérinaires et aux éleveurs des indications sur des stratégies de gestion intégrée et raisonnée du parasitisme dans les zones humides du Nord de la France.



## **B - SITES D'ÉTUDE**



Carte 1 : localisation des sites d'étude

Impact et efficacité des traitements antiparasitaires des bovins en zone humide

Conservatoire d'espaces naturels Nord - Pas-de-Calais  
 PPIge  
 Sources : BD Parcellaire©(IGN-Paris-2009) AEAP 2008© Fond de carte : Scan100©(IGN-Paris-2009) Réalisation : CEN INPC 2012

Pâtûre C (Beauvoir-Wavans)  
 Pâtûre B (Beauvoir-Wavans)

Pâtûre D (Gemmes-Ivergny)

Vallée de l'Authie

Pâtûre F (Raye-sur-Authie)

Pâtûre H (Tollent)

Pâtûre E (Douriez)

Pâtûre A (Tortefontaine)

Pâtûre G (Contes)

Vallée de la Canche

**Légende**  
 Sites d'étude  
 Zones à dominates humides

## B.1 LE CHOIX DES SITES D'ÉTUDE

Le choix des sites d'étude s'est fait en fonction de critères généraux d'inclusion suivants :

- Les pâtures sont situées au sein des zones à dominante humide identifiées par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie (la proximité des sites retenus dans les vallées de la Canche et de l'Authie s'explique par des raisons pratiques liées à la nécessité de se rendre régulièrement sur les sites d'étude) ;
- Ces prairies humides sont utilisées comme site principal de mise à l'herbe d'un lot d'au moins 10 jeunes bovins de 1<sup>ère</sup> et/ou 2<sup>ème</sup> saison de pâture préférentiellement (jeunes bovins en croissance non encore mis à la reproduction sauf certaines génisses laitières qui vêlent à deux ans) ;
- Ces prairies humides ont été utilisées comme site de pâturage de bovins durant l'automne de l'année précédente ;
- Ces prairies pâturées présentent une surface suffisante pour y conduire des bovins à l'herbe durant, sinon l'ensemble de la période d'étude, une durée significative. C'est-à-dire que les prairies de très petite surface, utilisées très ponctuellement pour le pâturage puis abandonnées le reste de la saison à défaut de nourriture, ont été exclues de l'étude. Les pratiques de rotation de pâturage de proche en proche sur la même zone sont admises étant entendu que le biotope reste le même ;
- Une politique raisonnée de traitement préventif antiparasitaire est mise en place sur les jeunes bovins de première et deuxième année de pâture. Autant que possible, cette politique est identique à celle menée lors de l'année précédente sur les bovins ayant fréquenté les mêmes pâturages. A défaut, la politique menée l'année précédente est clairement identifiée. Par politique raisonnée, on peut aussi entendre l'absence délibérée de traitements antiparasitaires.

Ces différents critères ont permis de réaliser un pré-recrutement en étroite collaboration avec les vétérinaires praticiens exerçant en clientèle sur la zone d'étude, qui a abouti à la pré-sélection d'une dizaine d'élevages. La discrimination entre les élevages pré-sélectionnés fut conduite en fonction de la nature des traitements préventifs utilisés et de l'âge des bovins. Au départ, il était souhaitable que l'ensemble des élevages travaille avec la même race bovine. Cependant, vu le nombre de races couramment élevées dans la région, ce choix ne fut retenu qu'en deuxième intention et dans la mesure du possible. De ce fait, on se retrouve avec deux races : des Charolaises et des Prim'Holsteins de 2<sup>ème</sup> ou 1<sup>ère</sup> saison de pâture.

Le recrutement définitif concerne huit élevages se situant dans les vallées de l'Authie et de la Canche, au sud-ouest du département du Pas-de-Calais. Sept pâtures sont situées dans la vallée de l'Authie (communes de Douriez, Tortefontaine, Raye-sur-Authie, Tollent, Gennes-Ivergny et Beauvoir-Wavans) et une dans la vallée de Canche (commune de Contes). Les sites d'études numérotés de 1 à 8 sont localisés sur la carte ci-contre (cf. carte 1) et présentés succinctement dans l'ordre de la numérotation.

## B.2 PRÉSENTATION DES SITES D'ÉTUDE

### B.2.1 PÂTURE A (TORTEFONTAINE)

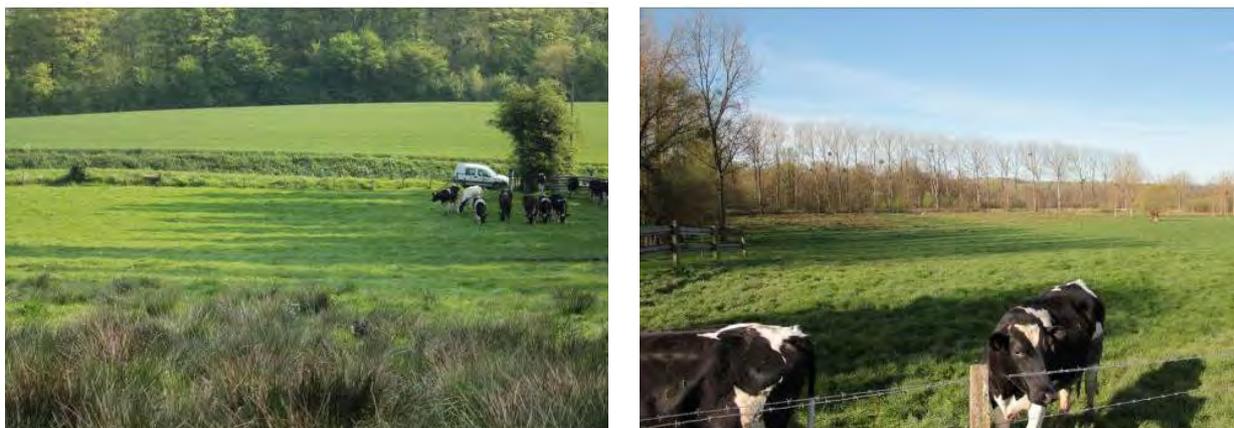
La pâture A, d'une superficie de 3,6 ha, se situe sur la commune de Tortefontaine, dans la vallée de l'Authie.

En 2011, le pré hébergeait 12 bœufs de race laitière (Prim'Holstein) de 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> saison (pression de pâturage instantanée de 3,32 UGB/ha). Aucun traitement n'a été effectué à la mise à l'herbe mais un traitement à l'ivermectine pour-on a été fait à la mi-juillet. A la rentrée, les bovins ont reçu un traitement douvicide (oxyclozanide) et strongylicide (ivermectine) ou ont été envoyés à l'abattoir. Les traitements strongylicides sont identiques l'année précédente.

La prairie peut être divisée en deux parties distinctes selon la topographie. La moitié nord, située à un niveau topographique supérieur, se caractérise par une végétation mésophile à méso-hygrophile et la moitié sud est occupée par une végétation davantage hygrophile, inondée une grande partie de l'année. Une série d'anciens fossés de drainage en cours d'atterrissement (comblement) sont présents dans la partie sud. Un ruisseau longe la pâture dans sa limite sud. Quelques saules têtards et bosquets de ligneux ponctuent la prairie.

Le site est longé à l'est par une plantation de peupliers et au nord par la route départementale (n°119) au delà de laquelle se trouve une parcelle cultivée en céréales. La limite sud est marquée par un ruisseau faiblement courant. On retrouve à l'est des habitations, une jeune peupleraie et un étang de loisir, non accessible aux bovins.

Les animaux s'abreuvent directement dans le ruisseau au sud, dans des secteurs où l'eau stagne et qui sont particulièrement favorables au développement des limnées, hôtes intermédiaires de la grande douve.



**Figure 5 :** Vues de la pâture A à Tortefontaine (clichés : S. Talbot)

### Légende

- Localisation des pièges à insectes coprophages
- ★ Localisation des excréments suivis
- Zone de présence potentielle de Limnées
- Contours de la pâture

Surface : 3,619 ha  
Nombre de bovins : 12  
Race : Prim'Holstein  
Pression de pâture : 3,32 UGB/ha

Accès à un point d'eau naturel pour s'abreuver



## B.2.2 PÂTURE B (BEAUVOIR-WAVANS)

La pâture B, d'une superficie de 9,57 ha, se situe sur la commune de Beauvoir-Wavans, dans la vallée de l'Authie.

En 2011, 15 génisses laitières Prim'Holstein de 2<sup>ème</sup> saison étaient présentes sur la pâture (pression de pâturage instantanée de 1,57 UGB/ha). L'éleveur n'a effectué aucun traitement à la mise à l'herbe mais une injection de lévamisole en été (15 juillet), ce qui oblige à rattraper les animaux puis de l'éprinomectine en pour-on à la rentrée à l'étable. L'année précédente, les bovins ont reçu de la moxidectine LA<sup>10</sup> à la mise à l'herbe.

Il s'agit d'une prairie en partie plantée de peupliers mais dont les zones centrales et est sont ouvertes (une partie des peupliers a été abattue en 2011). La végétation qui se développe sous les peupliers est dominée par des espèces banales. La zone centrale plus ouverte est davantage humide.

On retrouve à l'est, au sud-est et au nord-est du site des prairies pâturées par des vaches laitières. Le site est enclavé au sein d'un réseau urbain peu dense et des routes marquent les autres limites de la pâture.

Les bovins s'abreuvent dans une cuve posée au sol. Celle-ci est entourée de blocs de craie pour éviter que des trous de sabot ne se forment. Cependant, dans les zones les plus humides de la pâture on trouve des traces de sabot dans lesquels l'eau stagne après les épisodes pluvieux et qui constituent des gîtes potentiels à limnées.



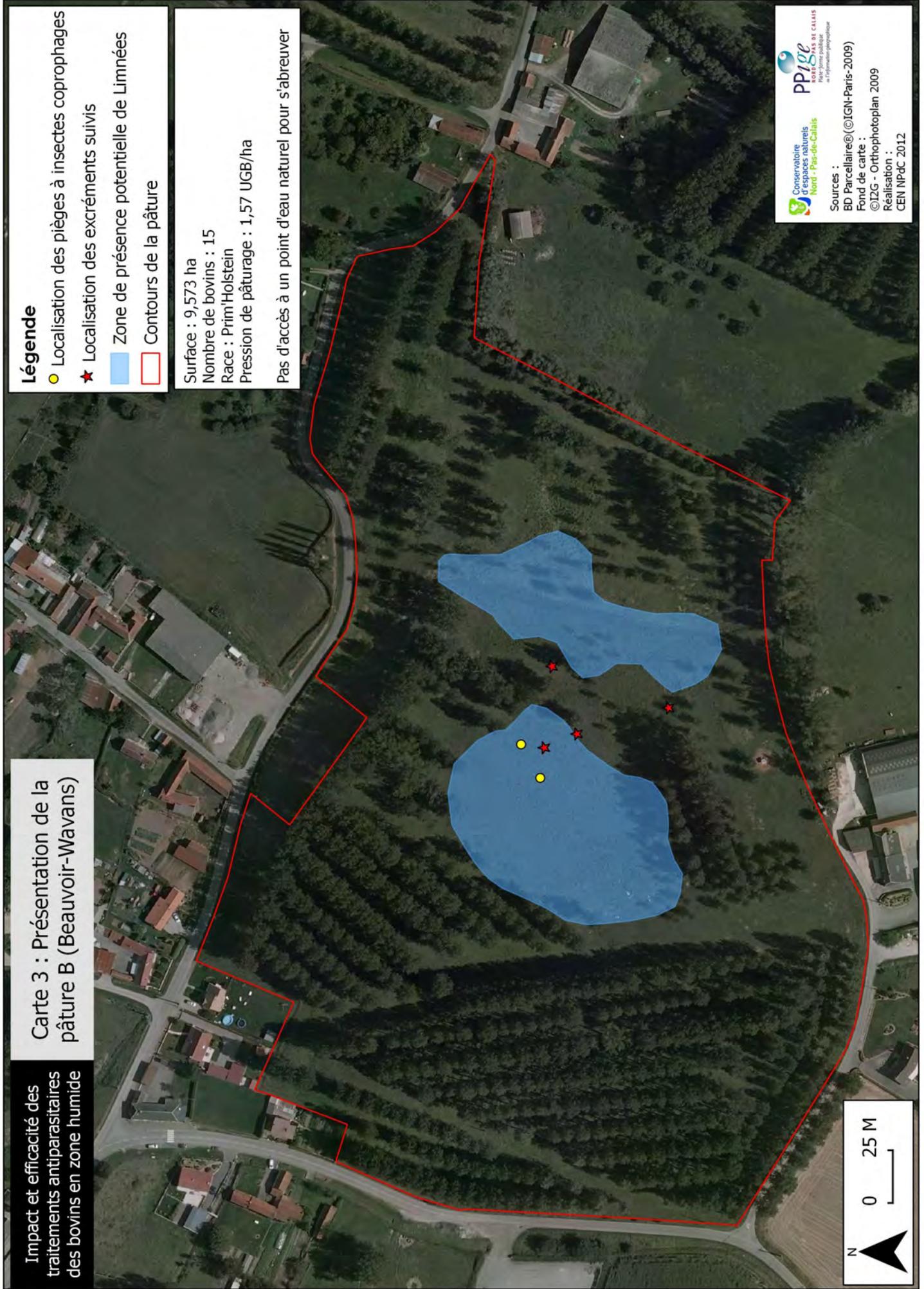
**Figure 6 :** Vue de la pâture B à Beauvoir-Wavans (cliché : S. Talbot)

---

10 LA : Longue action. Dans ce cas, la rémanence de la moxidectine est de 90 à 150 jours selon le parasite considéré.

**Impact et efficacité des traitements antiparasitaires des bovins en zone humide**

**Carte 3 : Présentation de la pâture B (Beauvoir-Wavans)**



**Légende**

- Localisation des pièges à insectes coprophages
- ★ Localisation des excréments suivis
- Zone de présence potentielle de Limnées
- Contours de la pâture

Surface : 9,573 ha  
Nombre de bovins : 15  
Race : Prim'Holstein  
Pression de pâturage : 1,57 UGB/ha  
Pas d'accès à un point d'eau naturel pour s'abreuver

Conservatoire d'espaces naturels Nord - Pas-de-Calais  
PPiège  
Région Nord-Pas de Calais  
Sources :  
BD Parcellaire © (IGN-Paris-2009)  
Fond de carte :  
© IZG - Orthophotoplan 2009  
Réalisation :  
CEN NPdC 2012

### B.2.3 PÂTURE C (BEAUVOIR-WAVANS)

La pâture C, d'une superficie de 5,4 ha, se situe sur la commune de Beauvoir-Wavans, dans la vallée de l'Authie.

En 2011, 10 génisses Prim'Holstein de 2<sup>ème</sup> saison étaient présentes (pression de pâturage instantanée de 1,84 UGB/ha). Un traitement à la moxidectine pour-on a été effectué à la mise à l'herbe et un traitement à l'éprinomectine pour-on à la rentrée.

Le site est composé de trois parcelles :

- une dominée par une végétation mésophile ;
- une plantée de peupliers, où la végétation prairiale présente un caractère mésohygrophile ;
- une dernière est également plantée de peupliers mais la végétation est plutôt mésophile.

Le site est bordé au nord par une route et des bâtiments agricoles. Des prairies pâturées par des bovins sont présentes à l'est, au sud et à l'ouest du site. La pâture est ceinturée d'une haie basse d'aubépine.

Aucun point d'eau naturel n'est présent dans ou à proximité immédiate du site ; les bovins ont accès à un abreuvoir automatique surélevé. Les zones potentielles pour le développement des limnées sont très localisées.



**Figure 7 :** Vues de la pâture C à Beauvoir-Wavans (clichés : S. Talbot)

### Impact et efficacité des traitements antiparasitaires des bovins dans les zones humides du Nord – Pas-de-Calais

### Carte 4 : Présentation de la pâture C (Beauvoir-Wavans)



## B.2.4 PÂTURE D (GENNES-IVERGNY)

La pâture D, d'une superficie de 26,21ha, se situe sur la commune de Gennes-Ivergny, dans la vallée de l'Authie.

En 2011, 28 génisses ou bœufs charolais de 2<sup>ème</sup> saison de pâturage étaient présents sur cette pâture (pression de pâturage instantanée de 1,06 UGB/ha). Ils ont reçu un traitement à la moxidectine pour-on à la mise à l'herbe et à la rentrée à l'étable. L'année précédente, ils ont reçu ce même traitement uniquement à la rentrée.

Il s'agit d'une prairie mésophile dominée par une végétation banale et plantée de plusieurs alignements de peupliers. Au centre de la prairie se trouve une petite pièce d'eau dont les abords sont colonisés par une végétation prairiale hygrophile.

Le site se situe dans un contexte majoritairement boisé, à l'est au nord-est et au sud. Il est limitrophe au sud-est et à l'ouest de prairies pâturées par des bovins et est bordé par l'Authie dans sa partie sud.

Les animaux s'abreuvent directement dans l'Authie ou dans le plan d'eau central. Ces secteurs où l'eau est stagnante ou très faiblement courante, sont particulièrement favorables au développement des limnées. En outre, on observe à différents endroits des trous formés par le piétinement des vaches où l'eau s'accumule.



**Figure 8 :** Vue de la pâture D à Gennes-Ivergny (cliché : S. Talbot)

**Impact et efficacité des traitements antiparasitaires des bovins en zone humide**

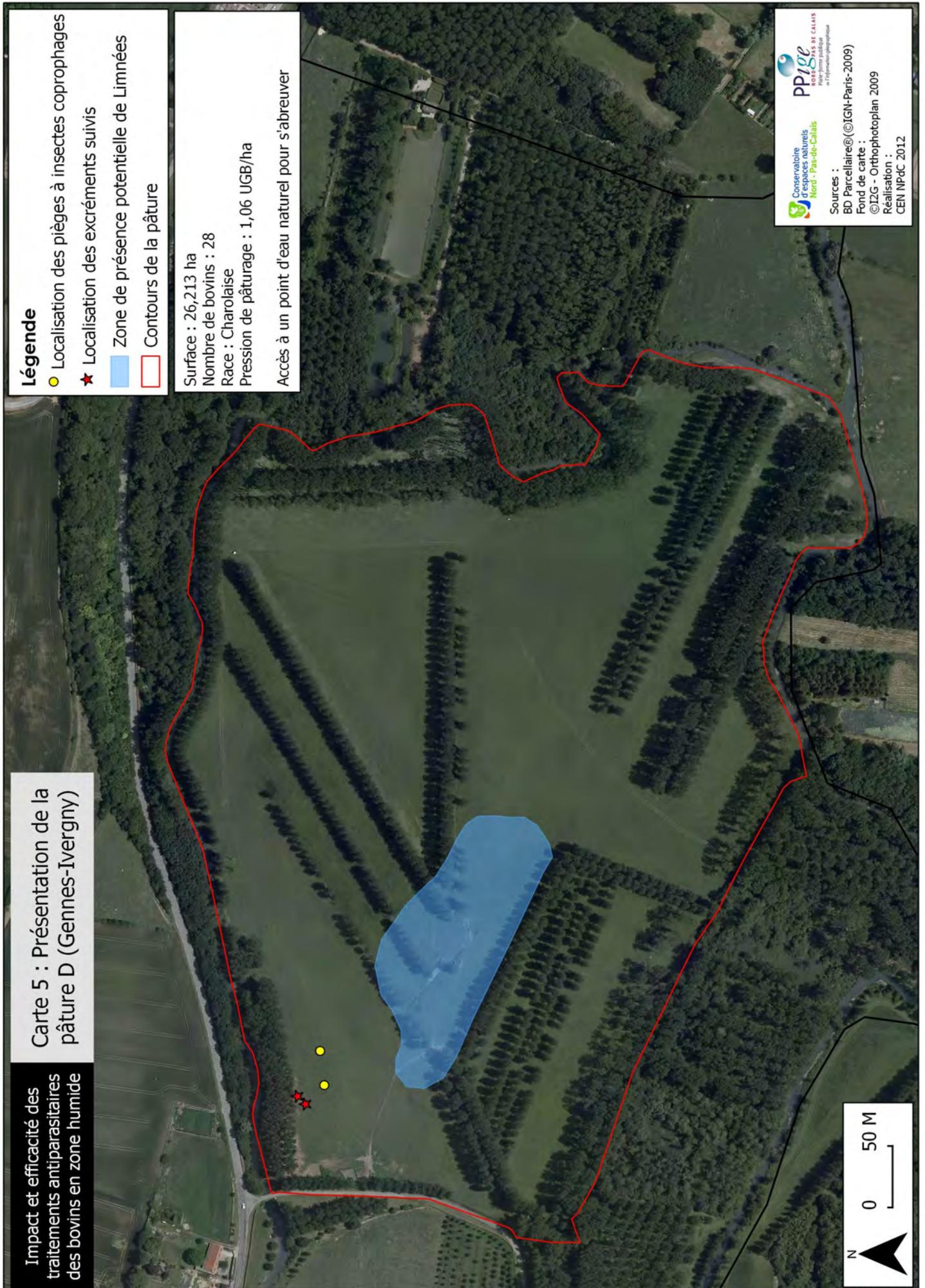
**Carte 5 : Présentation de la pâture D (Gennes-Ivergny)**

**Légende**

- Localisation des pièges à insectes coprophages
- ★ Localisation des excréments suivis
- Zone de présence potentielle de Limnées
- Contours de la pâture

Surface : 26,213 ha  
Nombre de bovins : 28  
Race : Charolaise  
Pression de pâturage : 1,06 UGB/ha

Accès à un point d'eau naturel pour s'abreuver



## B.2.5 PÂTURE E (DOURIEZ)

La pâture E, d'une superficie de 18,5 ha, se situe sur la commune de Douriez, dans la vallée de l'Authie.

En 2011, 36 génisses charolaises de 2<sup>ème</sup> saison étaient présentes sur cette pâture (pression de pâturage instantanée de 1,9 UGB/ha). Aucun traitement n'a été effectué sur les bovins de l'étude à la mise à l'herbe et en été. Ces bovins ont reçu de la moxidectine pour-on l'année précédente, à la mise à l'herbe en 1<sup>ère</sup> saison. Un traitement au fenbendazole ou triclabendazole est effectué à la rentrée.

Cette vaste pâture en bordure de l'Authie se caractérise par l'alternance de végétations mésophiles à mésohygrophiles, voire hygrophiles lorsque l'on se rapproche du ruisseau au nord-est. Certains secteurs connaissent une période prolongée d'inondation en hiver. Cette pâture est ponctuée de saules têtards et de bosquets.

Située dans un fond de vallée, la pâture est bordée par l'Authie au sud et par un ruisseau et des étangs de loisir au nord. On retrouve de l'autre côté de l'Authie des boisements spontanés ou plantés de peupliers et des zones fauchées pour la chasse. Plusieurs autres prairies pâturées par des bovins sont présentes immédiatement à proximité du site, à l'est et au nord.

Les animaux disposent de nombreux accès à des points d'eau naturels, notamment dans la partie nord où ils peuvent s'abreuver directement dans le ruisseau et l'étang. La présence d'eau stagnante et d'une végétation hygrophile est particulièrement favorable au développement des limnées.



**Figure 9 :** Vues de la pâture E à Douriez (clichés : S. Talbot)

**Légende**

- Localisation des pièges à insectes coprophages
- ★ Localisation des excréments suivis
- Zone de présence potentielle de Limnées
- Contours de la pâture

Surface : 18,511 ha  
Nombre de bovins : 36  
Race : Charolaise  
Pression de pâture : 1,9 UGB/ha

Accès aux points d'eau naturels pour s'abreuver



Conservatoire  
d'espaces naturels  
Nord - Pas-de-Calais  
PPIGE  
NORD-PAS DE CALAIS  
Plan d'information publique  
en information géographique

Sources :  
BD Parcelaire©(IGN-Paris-2009)  
Fond de carte :  
©IZG - Orthophotoplan 2009  
Réalisation :  
CEN NPdC 2012

## B.2.6 PÂTURE F (RAYE-SUR-AUTHIE)

La pâture F, d'une superficie de 4,47 ha, se situe sur la commune de Raye-sur-Authie, dans la vallée de l'Authie.

En 2011, 10 génisses Prim'Holstein de 2<sup>ème</sup> saison étaient présentes sur la pâture (pression de pâturage instantanée de 2,23 UGB/ha). Lors de l'enquête préalable, l'éleveur avait prévu de faire un traitement douvicide à la mise à l'herbe, finalement, il a administré du fenbendazole buvable (strongylicide). L'année précédente, les bovins ont reçu du fenbendazole en été et à la rentrée à l'étable mais ils étaient dans un pré différent.

Se développe au sein de cette prairie des végétations mésophiles à méso-hygrophiles dans la partie centrale, composées d'espèces banales favorisées par l'enrichissement trophique du milieu (apport d'intrants). D'anciens fossés de drainage sont encore visibles dans la partie centrale.

Le site se situe dans un contexte d'élevage avec la présence de plusieurs prairies pâturées à proximité immédiate (à l'est, à l'ouest et au sud). Quelques bosquets, haies hautes et boisements sont présents sur le périmètre ou en périphérie immédiate.

Les bovins s'abreuvent grâce à une cuve posée au sol. Celle-ci est entourée de blocs de craie pour prévenir la stagnation de l'eau au pied de l'abreuvoir. Cependant, dans les zones les plus humides de la pâture on trouve des traces de sabot dans lesquels l'eau stagne après les épisodes pluvieux et qui constituent des gîtes potentiels à limnées. Les secteurs hygrophiles sont cependant rares et se cantonnent aux anciens fossés de drainage dans la partie centrale de la pâture.

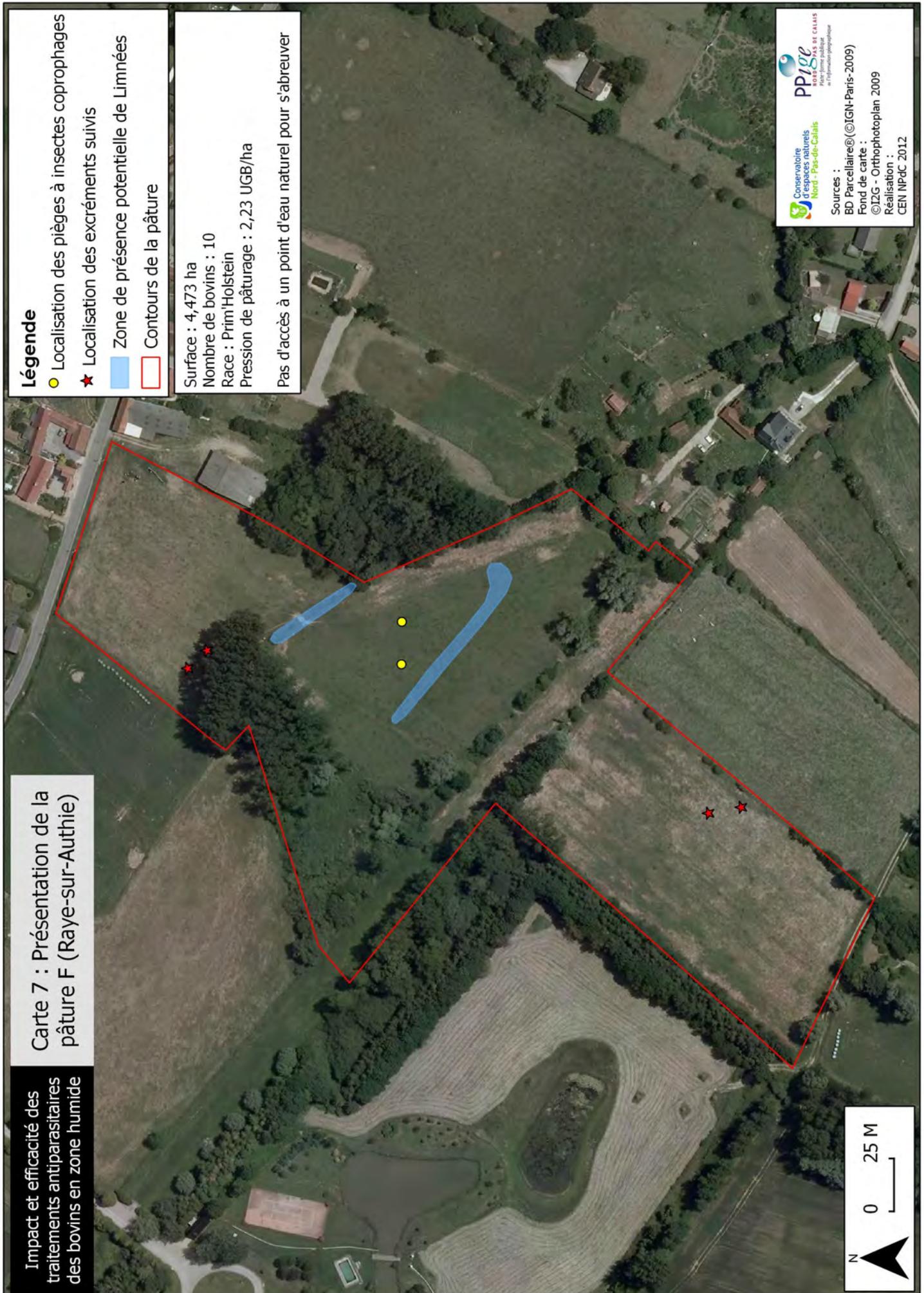


**Figure 10** : Vues de la pâture F à Raye-sur-Authie (cliché : S. Talbot)

### Légende

- Localisation des pièges à insectes coprophages
- ★ Localisation des excréments suivis
- Zone de présence potentielle de Limnées
- Contours de la pâture

Surface : 4,473 ha  
Nombre de bovins : 10  
Race : Prim'Holstein  
Pression de pâture : 2,23 UGB/ha  
Pas d'accès à un point d'eau naturel pour s'abreuver



## B.2.7 PÂTURE G (CONTES)

La pâture G, d'une superficie de 13,99ha, se situe sur la commune de Contes, dans la vallée de la Canche.

En 2011, 15 génisses charolaises de 2<sup>ème</sup> saison étaient présentes sur la pâture (pression de pâturage instantanée de 1,07 UGB/ha). L'éleveur leur a administré un bolus à libération continue de lévamisole (rémanence 90j). A la rentrée, un traitement au triclabendazole/oxfendazole a été effectué.

Ce site est constitué d'un réseau de prairies en bordure de marais et d'étangs. La majorité des surfaces prairiales est occupé par des prairies hygrophiles inondables à Pulicaire dysentrique et Jonc glauque. Les apports d'intrants ont provoqué la banalisation de ces couverts végétaux. On trouve dans la partie ouest des prairies hygrophiles longuement inondables à Oenanthe fistuleuse subissant des inondations annuelles prolongées (3 à 6 mois) et qui présentent un grand intérêt écologique (Bredeche *et al.*, 2007).

Cette pâture se situe dans un contexte très humide et est bordée de boisements humides (saulaie et aulnaie), d'étangs de pêche et de prairies pâturées.

Les animaux s'abreuvent directement dans les fossés et les plans d'eau. La présence de milieux aquatiques stagnants associés à des prairies hygrophiles longuement inondables est particulièrement favorable au développement des limnées.



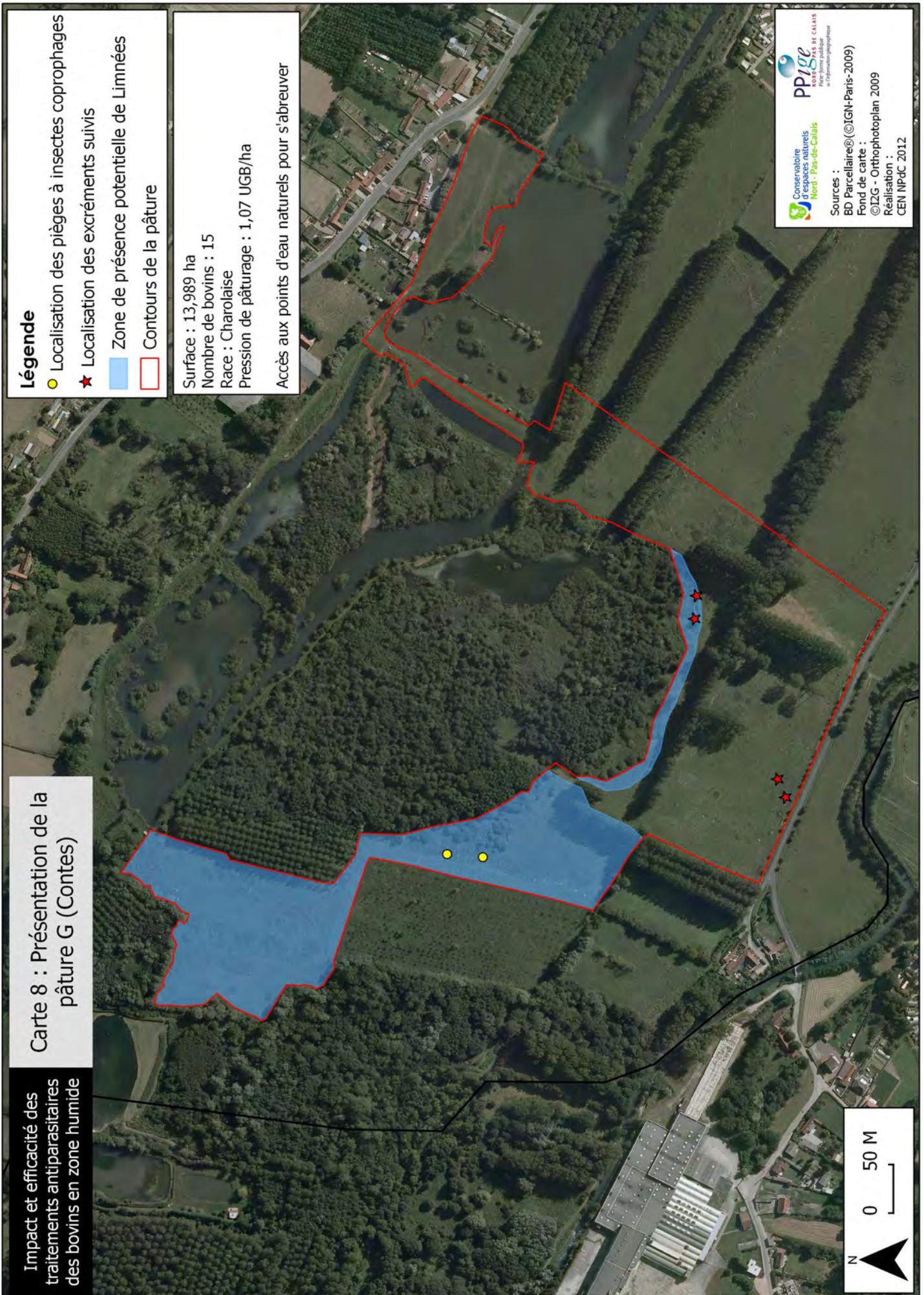
Figure 11 : Vue de la pâture G à Contes (cliché : S. Talbot)

**Légende**

- Localisation des pièges à insectes coprophages
- ★ Localisation des excréments suivis
- Zone de présence potentielle de Limnées
- Contours de la pâture

Surface : 13,989 ha  
Nombre de bovins : 15  
Race : Charolaise  
Pression de pâturage : 1,07 UGB/ha

Accès aux points d'eau naturels pour s'abreuver



## B.2.8 PÂTURE H (TOLLENT)

La pâture H, d'une superficie de 8,11 ha, se situe sur la commune de Tollent, dans la vallée de l'Authie.

En 2011, 18 génisses Prim'Holstein de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> saison de pâturage étaient présentes (pression de pâturage instantanée de 2,22 UGB/ha). En 1<sup>ère</sup> comme en 2<sup>ème</sup> saison, elles ont reçu un traitement à la moxidectine longue action injectable à la mise à l'herbe et un traitement ivermectine et clorsulon (sous-cutané) à la rentrée.

Il s'agit d'une prairie plantée de peupliers sur une grande partie de sa superficie. Une zone demeure cependant ouverte au nord (l'agriculteur ayant abattu une dizaine d'arbres en 2011). La végétation mésophile y est dominée par des espèces banales. La présence d'un ancien réseau de fossés de drainage est le témoin du caractère humide de la zone.

La pâture est encadrée à l'ouest et à l'est de plantations de peupliers, au sud d'une prairie de fauche et au nord d'une prairie pâturée par des bovins.

Les animaux s'abreuvent grâce à un dispositif automatique surélevé. Les zones de stagnation d'eau favorables au développement des limnées sont très rares sur ce site dont le caractère hygrophile est peu marqué.



**Figure 12 :** Vues de la pâture H à Tollent (clichés : S. Talbot)



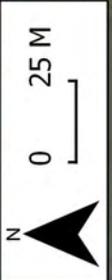
**Impact et efficacité des traitements antiparasitaires des bovins en zone humide**

**Carte 9 : Présentation de la pâture H (Tollent)**

**Légende**

- Localisation des pièges à insectes coprophages
- ★ Localisation des excréments suivis
- Zone de présence potentielle de Limnées
- Contours de la pâture

Surface : 8,111 ha  
 Nombre de bovins : 18  
 Race : Prim'Holstein  
 Pression de pâturage : 2,22 UGB/ha  
 Pas d'accès à un point d'eau naturel pour s'abreuver



Sources :  
 BD Parcelaire® (©IGN-Paris-2009)  
 Fond de carte :  
 ©I2G - Orthophotoplan 2009  
 Réalisation :  
 CEN NPDc 2012

## B.2.9 SYNTHÈSE DES INFORMATIONS CONCERNANT LES SITES D'ÉTUDE

Les principales informations concernant les sites d'étude sont synthétisées dans le tableau suivant (cf. tableau 6).

**Tableau 6** : Principales informations relatives aux sites d'étude

N° site	Vallée	Commune	Surface (ha.)	Pression de pâturage (UGB/ha)	Mois de mise à l'herbe	Traitement (mise à l'herbe/été/rentrée)
A	Authie	Tortefontaine	3,62	3,32	Avril	-/Ivermectine PO <sup>11</sup> /Oxyclozanide <sup>12</sup> , Ivermectine PO
B	Authie	Beauvoir-Wavans	9,57	1,57	Avril	-/Lévamisole injectable/Eprinomectine <sup>13</sup>
C	Authie	Beauvoir-Wavans	5,41	1,84	Avril	Moxidectine PO/-/Eprinomectine
D	Authie	Gennes-Ivergny	26,21	1,06	Juin	Moxidectine PO/-/Moxidectine PO
E	Authie	Douriez	18,51	1,9	Avril	-/-/ Moxidectine PO ou Fenbendazole <sup>14</sup> , Triclabendazole <sup>15</sup>
F	Authie	Raye/Authie	4,47	2,23	Avril	Fenbendazole/-/Oxyclozanide
G	Canche	Contes	13,99	1,7	Mai	Bolus Levamisole continu/-/Triclabendazole, Oxfendazole <sup>16</sup>
H	Authie	Tollent	8,11	2,22	Mai	Moxidectine LA injectable/-/Ivermectine + Clorsulon injectables

11 PO : pour-on

12 Suspension orale

13 L'éprinomectine n'existe qu'en pour-on à la date de publication

14 Suspension orale

15 Suspension orale

16 Suspension orale

# **C - MATÉRIEL ET MÉTHODES**



# C. I VOLET ÉCOLOGIQUE

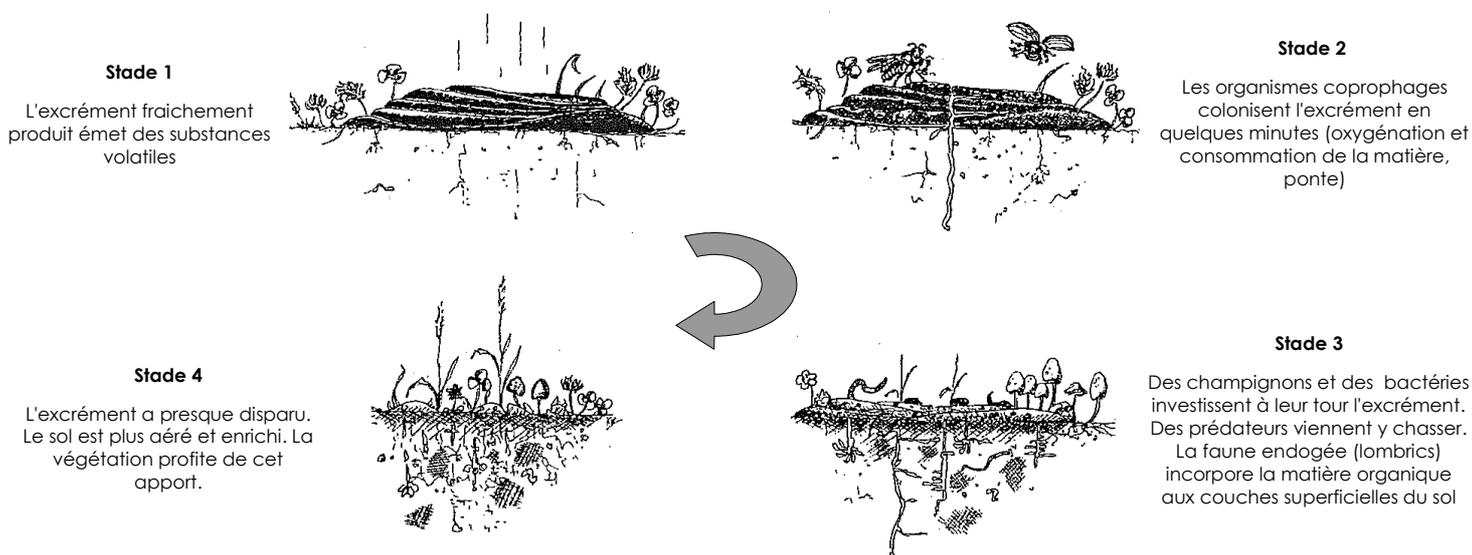
## C. I. I MATÉRIEL BIOLOGIQUE

### C. I. I. I L'ÉCOSYSTÈME EXCRÉMENT

L'existence des prairies pâturées telles que nous les connaissons aujourd'hui est due à la domestication des herbivores par l'homme. L'élevage aurait mené à l'apparition des prés pâturés à la fin du néolithique, entre 7500 et 5000 ans avant J.C. (Christophe, 2004). Les agro-écosystèmes ainsi créés ont entraîné la modification d'équilibres naturels auxquels se sont substitués des équilibres secondaires simplifiés, plus instables et totalement dépendant des herbivores qui y pâturent.

Une partie de la matière organique ingérée par les herbivores domestiques est restituée sous forme de déjections dispersées au sein de la prairie. Un bovin adulte produit en moyenne 12 bouses par jours, c'est-à-dire 4 kg de matières sèches, soit quelques 9 à 12 tonnes de matière organique fraîche à l'hectare sur une année (Finscher, 1981).

La matière organique est principalement restituée sous forme d'excréments contenant, outre les déchets métaboliques de l'animal, la fraction non assimilée de la matière végétale ingérée, les cadavres des micro-organismes du tube digestif de l'animal et des parasites. Les déjections des herbivores, ainsi que la litière et la phytomasse souterraine, sont reprises par divers invertébrés qui ont un rôle de brassage, de dilacération de la litière, d'éparpillement et d'enfouissement de la matière fécale (Lumaret, 2000 ; Floate *et al.*, 2005 ; Nichols *et al.*, 2008 ). Les différentes étapes de la dégradation font intervenir en particuliers les insectes coprophages, comprenant essentiellement des coléoptères et des diptères, mais aussi tous les organismes du sol constituant la pédofaune et participant au recyclage de la matière organique. A ce niveau, les lombriciens et les invertébrés coprophages jouent un rôle fondamental (cf. figure 13).



**Figure 13** : Les différentes phases d'évolution d'un excrément (d'après PNR BSN, 2005)

Les coléoptères coprophages et les diptères sont les premiers à coloniser l'excrément. Ce sont les émissions olfactives des déjections qui les attirent, surtout durant les premières heures. Dans le processus de dégradation de la matière organique, les macro-invertébrés effectuent une grande part de l'action mécanique, de lessivage, évaporation et circulation des gaz favorisant ainsi l'oxygénation et de ce fait l'installation des bactéries telluriques. Ces bactéries et

champignons ont ensuite une action essentielle dans la transformation biochimique de la matière fécale.

L'importance de la faune du sol est donc grande, non seulement dans l'enfouissement et la disparition des bouses de la surface du sol mais aussi dans le maintien des propriétés physiques du sol. De part leurs actions mécaniques, ces invertébrés luttent contre le phénomène de compactage et améliorent les propriétés physiques du sol (texture, taux d'infiltration, porosité) entraînant un meilleur rendement de la pâture (Lumaret, 2000).

Inféodés au micro-habitat « déjection animale », les coléoptères coprophages sont tributaires de son évolution. La principale caractéristique de l'écosystème « excrément » est son caractère éphémère. Son évolution très rapide de l'excrément est principalement due à la dessiccation, plus ou moins régulée par les précipitations, aux insectes et aux micro-organismes (Hanski, 1987 in Hanski et Cambefort, 1991) et rend très forte la compétition pour l'appropriation de cette source de nourriture.

### C.1.1.2 LES COLÉOPTÈRES SCARABAEOIDEA COPROPHAGES

#### C.1.1.2.1 PRÉSENTATION SYSTÉMATIQUE

Les représentants de la super-famille des coléoptères *Scarabaeoidea* sont caractérisés par des antennes généralement bien développées, ordinairement non ou faiblement coudées avec les articles de la massue articulés, pouvant presque se déployer en éventail. Ils possèdent des mandibules généralement peu développées et non différents selon les sexes. Enfin, leur abdomen comprend six sternites visibles (Paulian et Baraud, 1982) (cf. figure 14).

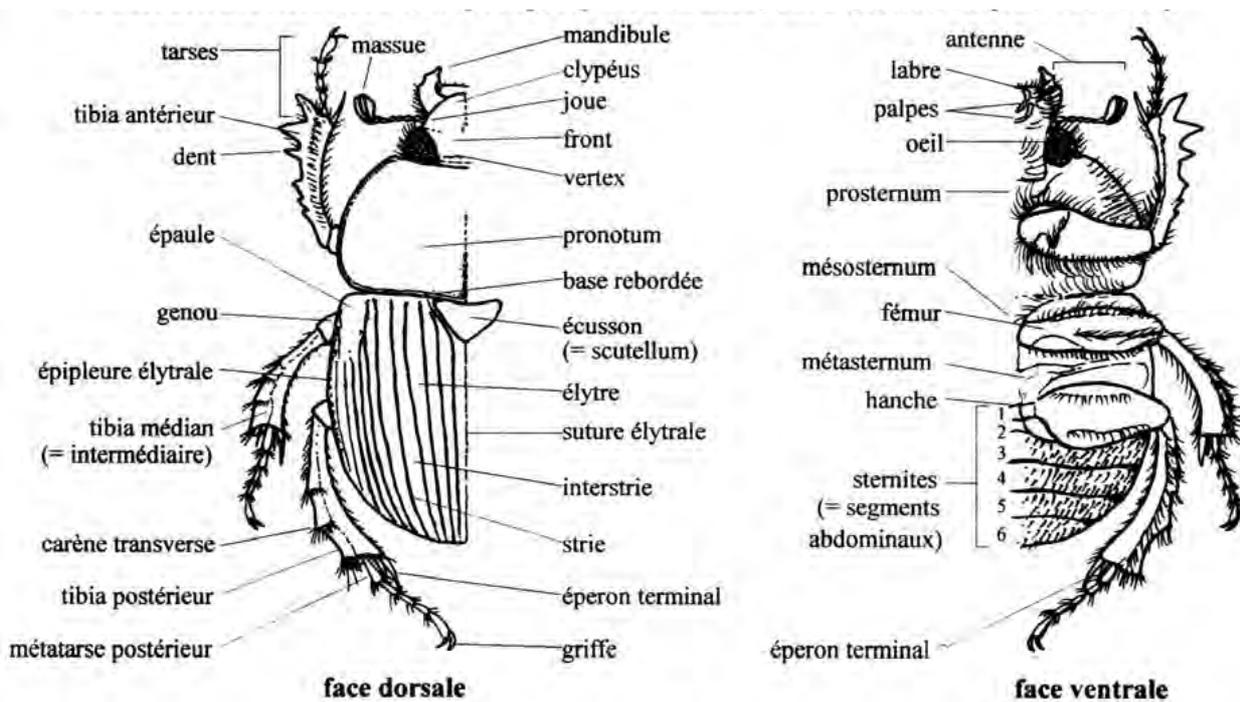


Figure 14 : Morphologie de *Geotrupes puncticollis* Marsham, 1802 (d'après Charrier, 2002)

On dénombre près de 600 espèces de *Scarabaeoidea* en Europe occidentale. En France, on trouve environ 275 espèces qui ont colonisé tous les biotopes terrestres, allant des bords de mer à la haute montagne (Lumaret, 1980). Dans la région Nord - Pas-de-Calais, 90 espèces ont été dénombrées (Debuyser, 1999).

On peut distinguer trois principales familles parmi les *Scarabaeoidea* coprophages :



La famille des *Aphodiidae* est représentée par des espèces souvent de petite taille (quelques millimètres pour la plupart) et de couleur sombre, avec les élytres noirs, rouges ou fauves. De forme souvent allongée, ils se reconnaissent par leurs antennes de neuf articles et à leur *clypeus* très développé, recouvrant entièrement les pièces buccales (Paulian et Baraud, 1982) (cf. figure 15). Cette famille compte près d'un millier d'espèces dans le monde, 150 en Europe occidentale (Dellacasa, 1992 in Pruniers, 1999), 111 en France (Lumaret, 1990) et 43 dans le Nord – Pas-de-Calais (Debuyser, 1999).

**Figure 15** : *Aphodius fimetarius* (Linnaeus 1758), représentant de la famille des *Aphodiidae* (cliché : D. Vaudoré)



Les famille des *Scarabaeidae* est composée de deux sous-familles : les *Scarabaeinae* et les *Coprinae*. Les représentants de cette famille sont de taille variable (5 à 50 mm), de forme trapue, de couleur fauve tachée ou non de noir ou entièrement noire avec parfois des reflets colorés (cf. figure 16). En Europe, on compte une soixantaine d'espèces regroupées en 11 genres (Paulian et Baraud, 1982). En France, 49 espèces ont été dénombrées (Lumaret, 1990) et 11 dans la région (Debuyser, 1999).

**Figure 16** : *Onthophagus lemur* (Fabricius 1781), représentant de la famille des *Scarabaeidae* (Bunalski, 1999)



La famille des *Geotrupidae* est composée de trois sous-familles : les *Bolboceratinae*, les *Geotrupinae* et les *Lethrinae*. Les *Geotrupidae* connaissent une forte variation de taille selon les espèces (12 à 27 mm). De forme convexe, leur corps massif présente souvent des reflets métalliques (Paulian et Baraud, 1982) (cf. figure 17). Cette famille possède une dizaine de genre et environ 40 espèces en Europe (Prunier, 1999), 16 en France (Lumaret, 1990) et 9 dans le Nord – Pas-de-Calais (Debuyser, 1999).

**Figure 17** : *Geotrupes mutator* (Marsham 1802), représentant de la famille des *Geotrupidae* (Bunalski, 1999)

Outre les espèces coprophages qui se nourrissent d'excréments divers, cette super-famille comprend des espèces saprophages, nécrophages, floricoles ou encore phyllophages dont les plus connus sont les cétoines et les hannetons. Seules les coléoptères coprophages *stricto sensu* seront étudiés dans le cadre de cette étude.

Chez les coléoptères *Scarabaeoidea* coprophages (souvent réunis sous le nom de bousiers), la nutrition, la reproduction et le développement larvaire sont entièrement dépendants de la niche écologique « excrément ». C'est pourquoi la plupart des espèces d'Europe du nord vivent dans les prairies et consomment les excréments des animaux domestiques : bovins, ovins, équins, héritage d'un long passé d'élevage (Rainio, 1966 in Hanski et Cambefort, 1991). Associés aux activités humaines, ces insectes ont largement profité de la culture agropastorale et de son extension pour coloniser et occuper aujourd'hui de vastes espaces en Europe (Prunier, 1999).

### C.1.1.2.2 LA NOTION DE GUILDE

Les *Scarabaeoidea* coprophages constituent un groupe écologiquement organisé en communautés d'espèces complémentaires : les guildes (Root, 1967 in Hanski et Cambefort, 1991). L'organisation des communautés en guildes permet la coexistence de nombreuses espèces qui se partagent une ressource aussi éphémère que peut l'être un excrément. On distingue classiquement trois guildes correspondant à des modes d'utilisation de l'excrément (mode d'alimentation et mode de nidification) :

- La guildes des résidents (endocoprines) est représentée par la famille des *Aphodiidae*. Ces insectes se nourrissent et pondent à l'intérieur des excréments. Ainsi, la ponte et le développement des larves sont totalement réalisés dans l'excrément (Errouissi, 2003). Il n'y a pas de nid, pas de coopération entre les sexes ; les adultes n'apportent pas de soins particuliers à leur progéniture ;
- La guildes des rouleurs ou pilulaires (télécoprides) est représentée par la sous-famille des *Scarabaeinae*. Dans cette guildes, les imagos prélèvent une partie d'excrément qui est façonnée en boule et roulée à distance avant d'être enfouie dans un terrier (Errouissi, 2003). La boule sert à la nourriture de l'adulte ou à y déposer ses œufs. Aucun représentant de cette guildes n'est présent dans la région ;
- La guildes des fouisseurs (paracoprines) est représentée par la sous-famille des *Coprinae* et la famille des *Geotrupidae*. Ce sont les espèces qui enterrent leurs réserves sous les déjections ou à leur contact, sans procéder à un transport horizontal (Errouissi, 2003). Par exemple, les *Geotrupidae* creusent des terriers pouvant aller jusqu'à 60 cm de profondeur, et y enterrent une masse d'excrément dans les culs de sac qui terminent leurs divisions inférieures. Les œufs sont pondus au-dessous de la masse nourricière. Les deux sexes collaborent à la nidification (Paulian et Baraud, 1982).

Mac Arthur et Wilson (1967) ont opposé deux types de sélection aboutissant à deux stratégies démographiques différentes : la sélection de type  $r$ <sup>17</sup> et la sélection de type  $K$ <sup>18</sup>. Les coprophages se placent le long d'un « gradient  $r$ - $K$  » (Blondel, 1976). La stratégie démographique des résidents est, pour beaucoup d'espèces, de type  $r$  (Lumaret, 1980). Ainsi, les *Aphodiidae* pondent un grand nombre d'œufs, avec un renouvellement des générations rapide et une maturité sexuelle précoce. Ces caractères autorisent une mortalité importante au sein de l'espèce. La stratégie démographique des espèces de la guildes des rouleurs est de type  $K$ . Enfin, la stratégie démographique des fouisseurs est de type intermédiaire entre  $r$  et  $K$  (Lumaret, 1980). Les *Geotrupidae* et les *Scarabaeidae* ont une croissance plus lente, une maturité sexuelle tardive et une fécondité réduite ; les adultes par leur comportement donnent aux jeunes des chances maximales de survie. Une perturbation aura *a priori* des conséquences plus importantes sur des espèces de stratégie  $K$  que sur des espèces de stratégie  $r$ .

---

17 Sélection de type  $r$  : définissant des espèces colonisatrices, où la régulation est indépendante de la densité et où les espèces sont caractérisées par une maturation sexuelle précoce, une fécondité élevée et un faible longévité

18 Sélection de type  $k$  : définissant des populations plus stables où la régulation est dépendante de la densité et où les espèces sont caractérisées par un taux de renouvellement lent.

## C.1.2 STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE ET RÉCOLTE DES DONNÉES

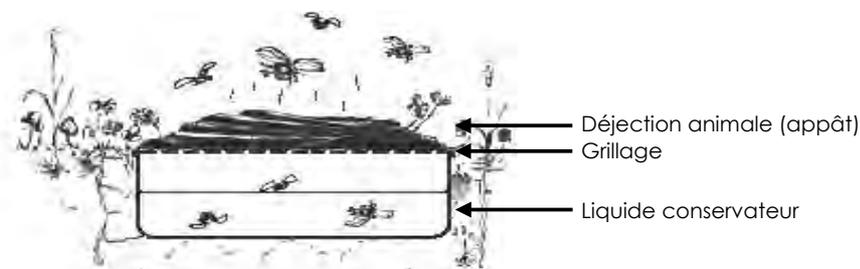
### C.1.2.1 ABONDANCE ET RICHESSE SPÉCIFIQUE DES COLÉOPTÈRES COPROPHAGES

#### C.1.2.1.1 MÉTHODE DE RÉCOLTE DES DONNÉES

Exerçant une pression d'échantillonnage permanente durant plusieurs jours consécutifs, le piégeage est un outil indispensable à l'étude comparative des cortèges d'invertébrés. La capture des insectes a donc été réalisée à l'aide d'un piège attractif de type Cebo-Suspendidi-Rejilla (CSR) (Lobo *et al.*, 1988), utilisant un excrément comme appât (cf. figure 18). Il s'agit du système de piégeage le plus couramment utilisé dans les études scientifiques visant à comparer des peuplements de coléoptères coprophages.

D'après Doube et Giller (1990, *in* Haloti *et al.*, 2006) les pièges CSR donnent la meilleure représentation possible d'une communauté d'insectes coprophages actifs dans un site donné, à un moment donné. Dans la majorité des cas, le spectre faunistique (qualitatif et quantitatif) recueilli dans ces pièges ne diffère pas de la communauté des espèces trouvées dans les autres excréments frais (moins de 72 h) présents dans le pâturage, avant qu'interviennent les processus d'émigration (Hanski 1980, Veiga *et al.*, 1989 *in* Haloti *et al.*, 2006). Un tel protocole permet par conséquent de comparer objectivement les stations entre elles selon leurs effectifs ou leur composition faunistique, et les relevés entre eux pour une même station (Haloti *et al.*, 2006).

Le piège CSR consiste à enterrer un récipient (bassine ronde) remplie d'eau, de produit vaisselle (agent mouillant) et de sel (conservateur), juste sous la surface du sol. Un grillage à maille large (trois centimètres de diamètre) est placé sur la bassine afin que toutes les espèces, des plus petites aux plus grosses, tombent au fond du piège (Lumaret, 1980). La bassine est maintenue par des piquets. L'ensemble est protégé du bétail par une cage métallique ajourée sur chaque face. L'appât est ensuite disposé sur le grillage de façon à recouvrir la totalité du récipient. Le grillage étant préalablement recouvert d'une fine couche de végétation empêchant l'excrément de se déliter et de souiller le contenu du récipient.



**Figure 18** : Schéma du piège Cebo-Suspendidi-Rejilla (d'après PNR BSN, 2005) et photographies de sa mise en place (cliché : B. Hubert)

L'appât (1200 g de bouse de vache) est prélevé dans la pâture étudiée, le jour de la mise en place du piège. Les diptères du genre *Neomyia* étant les premières à coloniser les déjections, quelques minutes après leur dépôt (Prunier, 1999), leur présence est un bon indicateur de la fraîcheur des déjections servant d'appât.

Les individus collectés ont été stockés en flacon contenant de l'alcool à 70° non modifié puis identifiés en salle à l'aide d'une loupe binoculaire. Les ouvrages utilisés pour l'identification sont :

- PAULIAN & BARAUD, 1982 – LUCANOIDEA et SCARABAEOIDEA. Faune des Coléoptères de France. *Édition Lechevalier*, Paris 477p ;
- COSTESSEQUE, 2005 – Les *Aphodius* de France. Une clé de détermination. *Magellanes ed.*, 76p ;
- COSTESSEQUE & PESLIER, 2005 – Clé de détermination illustrée de la tribu des onthophagini de France (Coleoptera, Scarabaeoidea). *RARE*, T XIV (2) : 39-53.
- CHARRIER, 2002 – Clé de détermination des Coléoptères Lucanides et Scarabeides de Vendée et de l'Ouest de la France. *Le Naturaliste Vendéen* N°2 : 62-93 ;

La nomenclature utilisée est celle de Fauna Europaea (2011).

### **C.1.2.1.2 STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE**

Pour chaque site étudié, deux pièges à coprophages de type CSR ont été disposés à une distance d'une quinzaine de mètres l'un de l'autre en milieu ouvert, à raison d'une semaine par mois entre avril/juin à septembre (l'intégralité des pièges est installée et relevée en deux jours). Cette période couvre la période d'activité principale de la majorité des espèces de coléoptères *Scarabaeoidea* coprophages dans le Nord de la France (Janssens, 1960).

Le piégeage, pour être efficace, nécessite d'être réalisé dans des conditions météorologiques clémentes (pas de fortes pluies notamment). Les sessions ont donc été effectuées, dans la mesure du possible, pendant des semaines ensoleillées et systématiquement hors période de forte pluie.

Le tableau 7 fait la synthèse des périodes de piégeage pour chaque site.

**Tableau 7** : Récapitulatif des périodes de piégeage par site

N° de session et mois	Période de piégeage	N° des sites
Session 1 - avril	Du 21/04 au 28/04	A, B, C, E, F (n=5)
Session 2 - mai	Du 12-13/05 au 19-20/05	A, B, C, E, F, G, H (n=7)
Session 3 - juin	Du 21-22/06 au 28-29/06	A, B, C, D, E, F, G, H (n=8)
Session 4 - juillet	Du 18-19/07 au 25-26/07	
Session 5 - août	Du 16-17/08 au 23-24/08	
Session 6 - septembre	Du 20-21/09 au 27-28/09	

Cinq sites ont fait l'objet de relevés pendant six mois, d'avril à septembre (A, B, C, E et F), deux pendant cinq mois, de mai à septembre (G et H) et un pendant quatre mois, de juin à septembre (D). Ce décalage est due à une conduite d'élevage différente en fonction des éleveurs, et à un retard de mise à l'herbe par rapport au planning prévisionnel pour certains d'entre eux. La localisation des pièges est reprise dans les cartes présentant les sites d'étude (cf. paragraphe B.2).

### C.1.2.1.3 ANALYSE DES DONNÉES

Pour la majorité des analyses, les effectifs capturés par sites ont été ramenés à un nombre d'individus moyen par piège, de manière à compenser le manque de données d'un piège cassé (seul un piège de la session 2 de la pâture G a été endommagé au cours de l'étude). Certaines analyses n'ont été réalisées que sur les cinq sites ayant fait l'objet de prélèvements sur l'ensemble de la période d'étude (A, B, C, E, F).

#### Richesse spécifique, diversité et équitabilité

Les peuplements ont été caractérisés par leur richesse spécifique, leur équitabilité et leur diversité :

- La richesse spécifique ( $S$ ) correspond au nombre d'espèces capturées ;
- L'équitabilité ( $J'$ ) correspond au rapport de la diversité observée sur la diversité maximale possible de l'ensemble des échantillons. Pour l'exprimer, l'indice d'Eveness est utilisé :  $J' = (-\sum p_i \log p_i) / \log S$

Où  $p_i$  correspond à la fréquence relative de l'espèce dans le relevé et  $S$  à la richesse spécifique. Plus cet indice tend vers 0 plus le peuplement est plat (tirage des espèces dans l'échantillon équiprobable) plus il tend vers 1, plus ce peuplement est contrasté (représentation quantitative des espèces très variée dans l'échantillon).

Les indices de diversité traduisent le degré de diversité d'une communauté. Ils s'expriment en fonction de deux paramètres : le nombre d'espèces et le nombre d'individus par espèce :

- L'indice de Shannon ( $H'$ ), sensible aux variations d'importance des espèces les plus rares, est le plus couramment utilisé. Il est donné par la formule suivante :  $H' = -\sum (p_i \log p_i)$

Où  $p_i$  = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce :  $p_i = n_i/N$  ;  $S$  = nombre total d'espèces ;  $n_i$  = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon et  $N$  = nombre total d'individus dans l'échantillon. Cet indice permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont codominantes. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à  $\log S$  (toutes les espèces ont la même abondance).

- L'indice de Simpson ( $D'$ ) est sensible aux variations d'importance des espèces les plus abondantes. Il mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. Il est donné par la formule suivante :  $D' = 1/\sum [(n_i(n_i-1))/(N(N-1))]$

Où  $n_i$  = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon et  $N$  = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon. Cet indice varie donc de 0 (diversité minimum) à 1 (diversité maximum).

- En utilisant la sensibilité de l'indice de Shannon aux effectifs des espèces rares, et la sensibilité de l'indice de Simpson aux effectifs des espèces abondantes, l'indice de Hill semble le plus synthétique et permet d'obtenir une vue plus précise de la diversité observée :  $Hill = 1 - ((1/D')/e^{H'})$

Plus cet indice se rapproche de 1, plus la diversité est importante et plus elle se rapproche de 0, plus elle est faible.

#### Analyses explicatives

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) entre espèces et sites a été réalisée sur les valeurs globales. Cette AFC permet d'obtenir la projection simultanée sur un plan à la fois des sites, des espèces et de leurs effectifs. Le calcul de l'AFC a été réalisé en utilisant le logiciel XLSTAT. Une classification hiérarchique ascendante permet par ailleurs d'effectuer des regroupements de sites en prenant en compte leur composition spécifique en coléoptères.

Un test statistique non paramétrique ( $n < 30$ ) de Kruskal-Wallis et un test de corrélation de Spearman ont été réalisés pour comparer deux à deux les sites A, B, C, F avec le site E (site témoin, non traité à la mise à l'herbe ou en cours de saison de pâturage) pour rechercher d'éventuelles corrélations entre l'abondance moyenne, la richesse spécifique en coléoptères coprophages et les traitements antiparasitaires administrés pendant la saison de pâturage.

## **C.1.2.2 SUIVI DU TEMPS DE DÉGRADATION DES EXCRÉMENTS**

### **C.1.2.2.1 STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE ET MÉTHODE DE RÉCOLTE DES DONNÉES**

Sur sept sites, deux lots de deux excréments ont été suivis en vue d'évaluer leur vitesse de dégradation. Le suivi du premier lot (appelé lot de printemps) a débuté au mois d'avril pour les pâtures A, B, C, E, F et au mois de mai (pour les pâtures G, H). L'arrivée tardive des bovins n'a pas permis la mise en place du suivi du temps de dégradation du lot de printemps du site D. Le suivi du second lot (lot d'été) a débuté en juillet pour tous les sites, à l'exception de la pâture D pour laquelle la destruction des marques permanentes pour localiser les excréments a rendu impossible les analyses.

Les déjections ayant fait l'objet de ce suivi ont été sélectionnées parmi celles ayant été déposées par les bovins dans la journée même. La présence des diptères du genre *Neomyia* a servi d'indicateur de la fraîcheur des déjections.

Chaque excrément suivi a été matérialisé individuellement à l'aide de piquets permanents.

Tous les mois, du jour de la mise en place du suivi jusqu'à complète dégradation de l'excrément, le plus grand diamètre de chacune des 28 bouses suivies a été mesuré. En complément, une photographie vue de dessus a été prise et la présence d'activité visible depuis l'extérieure (trous) et l'état de la colonisation par la végétation ont été relevés.

### **C.1.2.2.2 ANALYSE DES DONNÉES**

Un taux de dégradation mensuel est calculé à partir de l'évolution du diamètre de l'excrément. Le taux de dégradation varie de 0% (diamètre du jour de l'excrétion de la déjection) à 100% (disparition complète de la déjection). L'évolution du taux de dégradation mensuel est représentée sous forme de graphiques.

## C.2 VOLET VÉTÉRINAIRE

Le volet vétérinaire est composé de plusieurs sous-volets afin de couvrir les différentes problématiques parasitaires couramment rencontrées en élevage bovin :

- Sous-volet 1 (SV1) : conception des outils d'enquête et de suivi
- Sous-volet 2 (SV2) : recrutement des élevages et enquête
- Sous-volet 3 (SV3) : étude des strongyloses digestives et respiratoires
- Sous-volet 4 (SV4) : étude de la fasciolose
- Sous-volet 5 (SV5) : usage des ectocides
- Sous-volet 6 (SV6) : analyse des résultats

### C.2.1 CONCEPTION DES OUTILS D'ENQUÊTE ET DE SUIVI (SV1)

Le SV1, réalisé en tout début de programme a pour objectif la conception d'un formulaire d'enquête en deux parties destiné au recrutement des élevages concernés par l'étude (cf. annexes 3 et 4).

Le formulaire d'enquête est construit en deux parties :

- Une première partie destinée à identifier l'élevage et ses principales caractéristiques zootechniques et sanitaires. Remplie seule dans un premier temps, elle permet d'affiner le recrutement des élevages associés à l'étude ;
- Une seconde partie plus complète et détaillée, destinée à être renseignée seulement dans les élevages définitivement associés à l'étude.

C'est l'ensemble du document qui constitue *in fine* le formulaire d'audit afférent à l'élevage inclus.

La conception de ces documents est confiée à un groupe de travail constitué des vétérinaires salariés de Vét'el spécialisés en médecine des animaux de rente, des vétérinaires praticiens associés à l'étude pour le recrutement des élevages et la réalisation de certains prélèvements et d'un représentant du Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais.

### C.2.2 RECRUTEMENT DES ÉLEVAGES ET ENQUÊTE (SV2)

#### C.2.2.1 MÉTHODE GÉNÉRALE DE RECRUTEMENT ET CRITÈRES D'INCLUSION

Le SV2 est réalisé avant la période de mise au pâturage des bovins.

Le pré-recrutement des élevages est confié d'une part au Conservatoire d'espaces naturels, d'autre part, aux vétérinaires praticiens du réseau Vét'el exerçant sur la zone d'étude. Ces derniers sont associés au programme sur la base du volontariat.

L'objet de cette première phase est d'aboutir à une présélection de 15 à 25 élevages éligibles pour l'étude, répondant aux critères généraux d'inclusion (cf. ci-après).

Le recrutement définitif est opéré en collaboration entre les équipes de Vét'el et du Conservatoire. Son objet est la sélection de huit élevages au sein desquels est conduite l'étude complète.

Il s'effectue notamment en tenant compte des critères discriminants d'inclusion pour le volet vétérinaire de l'étude (cf. ci-après), ainsi que des critères du volet écologique.

### **C.2.2.1.1 CRITÈRES GÉNÉRAUX D'INCLUSION**

Les critères généraux d'inclusion des pâtures pour l'étude sont décrits au paragraphe B.1 du présent rapport.

### **C.2.2.1.2 CRITÈRES DISCRIMINANTS D'INCLUSION**

La discrimination entre les élevages présélectionnés est conduite en fonction de la nature des traitements préventifs antiparasitaires utilisés.

La répartition théorique idéale des élevages recrutés en matière de politique de traitement préventif antiparasitaire à la mise à l'herbe a été définie comme suit :

- 2 élevages n'utilisant aucun traitement antiparasitaire ou au moins aucun traitement durant la saison de pâturage ;
- 3 à 4 élevages utilisant un traitement n'appartenant pas à la famille des avermectines, à rémanence courte, sous forme injectable ou buvable, administrée au moment de la mise à l'herbe des bovins ou en été ;
- 2 à 3 élevages utilisant un traitement contenant une avermectine de génération récente à rémanence moyenne : doramectine, éprinomectine ou moxidectine, injectable ou pour-on, administrée au moment de la mise à l'herbe des bovins ;
- 1 à 2 élevage(s) utilisant un traitement injectable longue action contenant de la moxidectine (une seule spécialité commercialisée), administrée au moment de la mise à l'herbe des bovins ;
- 1 élevage utilisant un traitement ne contenant pas d'ivermectine et administré par voie orale sous forme de bolus à relargage séquentiel ou continu.

En fonction des élevages réellement disponibles pour l'étude et des pratiques de terrain, cette répartition idéale peut être modifiée.

L'étude concerne néanmoins obligatoirement au moins un élevage ne pratiquant aucun traitement et au moins deux élevages utilisant une molécule de la famille des avermectines.

Le recrutement ne tient pas prioritairement compte de l'usage d'antiparasitaire externe sur les bovins concernés par l'étude, à l'exception de l'élevage n'utilisant aucun traitement.

Afin d'écartier le biais d'une éventuelle variation raciale de sensibilité au parasitisme, bien que jamais décrit dans l'espèce bovine, il est souhaité que l'ensemble des élevages recrutés travaille avec la même race bovine. De nombreuses races étant couramment élevées dans la région, ce critère n'est cependant pas prioritaire et ne sera retenu qu'en dernière intention et dans la mesure du possible.

### **C.2.2.2 RECRUTEMENT ET INFORMATION DES AGENTS CHARGÉS DU PRÉ RECRUTEMENT ET DES ENQUÊTES**

Le pré-recrutement puis le suivi des élevages sera confié :

- D'une part à des vétérinaires praticiens exerçant sur la zone d'étude. L'ensemble des cabinets vétérinaires potentiellement concernés est contacté par Vét'el et reçoit un descriptif détaillé de l'étude ainsi que la cartographie des zones à dominante humide établie par l'Agence de l'Eau. Les vétérinaires volontaires sont invités à se faire connaître auprès de Vét'el pour participer à l'étude ;
- D'autre part au Conservatoire d'espaces naturels - autant que possible - avec le vétérinaire traitant de chaque élevage pressenti. Cette collaboration est souhaitable pour une bonne caractérisation des pratiques.

L'ensemble de ces opérateurs est formé initialement au protocole d'étude. Cette réunion se déroule localement, à proximité de la zone d'étude.

### **C.2.2.3 PRÉ-RECRUTEMENT**

A l'issue de la réunion de formation des opérateurs chargés du pré-recrutement, ceux-ci sont invités, sur la base du protocole d'étude, de la cartographie des zones à dominante humide et de leur propre connaissance des éleveurs exerçant sur la zone d'étude, à identifier les élevages qui pourraient être concernés.

Ils prennent ensuite rendez-vous avec les éleveurs identifiés et se rendent dans l'élevage pour :

- Vérifier avec l'éleveur que les critères principaux d'inclusion sont réunis sur son exploitation ;
- Réaliser la première partie de l'enquête d'inclusion.

A l'issue de ces visites, ils adressent par courrier à Vét'el la première partie du formulaire d'enquête (cf. annexe 3).

### **C.2.2.4 RECRUTEMENT DÉFINITIF**

Le recrutement définitif est opéré après avoir recueilli l'ensemble des contributions de pré-recrutement.

Il est réalisé à l'occasion d'une séance spécifique réunissant les responsables de l'étude pour Vét'el et pour le Conservatoire d'espaces naturels.

### **C.2.2.5 ENQUÊTE *IN SITU***

Les vétérinaires, le Conservatoire et les éleveurs concernés sont informés par Vét'el du recrutement définitif réalisé pour l'étude.

Ils prennent un nouveau rendez-vous dans les élevages, afin de compléter l'enquête sur les pratiques de l'éleveur en matière de gestion de ses pâtures humides et de prévention antiparasitaire au pâturage.

A l'occasion de ce rendez-vous, l'éleveur est informé en détail de ses obligations pour le suivi du protocole d'étude.

A l'issue de ce rendez-vous l'original du formulaire d'enquête est conservé par le Conservatoire (cf. annexe 4) et une copie du formulaire est transmise à Vét'el.

## C.2.3 ÉTUDE DES STRONGYLOSES DIGESTIVES ET RESPIRATOIRES (SV3)

Le SV3 est déclenché dans chaque élevage par la décision de l'éleveur du jour de la mise à l'herbe des bovins de première et/ou deuxième année de pâturage sur les pâturages humides concernés par l'étude.

### C.2.3.1 MATÉRIEL BIOLOGIQUE ET THÉRAPEUTIQUE

#### C.2.3.1.1 CONTEXTE GÉNÉRAL PATHOGÉNIQUE ET THÉRAPEUTIQUE

Plusieurs vers « helminthes » ou « strongles » (embranchement des nématodes - Nematoda) peuvent infester les bovins à l'herbe dans la région d'étude, provoquant une strongylose gastro-intestinales (SGI).

Pour la plupart, ils sont ingérés avec l'herbe sous forme de larves infestantes qui continuent leur développement et évoluent vers le stade adulte dans un ou plusieurs organes de l'hôte.

A partir d'un certain degré d'infestation, les parasites génèrent des lésions organiques et des troubles fonctionnels.

Les SGI regroupent des maladies dues à des vers dont la forme adulte est localisée dans la caillette (*Ostertagia* spp. et *Haemonchus* spp.), l'intestin grêle (*Cooperia* spp. et *Nematodirus* spp.) ou le gros intestin (*Oesophagostomum* spp.). Les strongles les plus pathogènes présents en permanence chez tous les bovins à l'herbe sont les vers du genre *Ostertagia*.

« Les bovins sont infestés par plusieurs genres de nématodes qui peuvent être responsables de taux de morbidité et de mortalité élevés. Bien que le terme général de gastroentérite parasitaire puisse être utilisé pour décrire le syndrome d'anorexie, diarrhée et baisse de production provoqué par différents vers, le plus important sur le plan clinique et économique est *Ostertagia ostertagi*, parasite de la caillette. Les espèces appartenant aux autres genres de la famille des Trichostrongylidés, *Trychostrongylus*, *Haemonchus*, *Cooperia* et *Nematodirus*, ne provoquent pas normalement de syndromes spécifiques par eux-mêmes ; ils aggravent cependant le syndrome général des GEP<sup>19</sup> des bovins comme peuvent le faire certains Strongylidés tel *Oesophagostomum radiatum* et Ancylostomatidés comme *Bunostomum phlebotomum* » (Dorchies et al., 2012).

Avant l'arrivée des bovins, les prairies sont déjà contaminées par des larves transhivernantes ou qui ont survécu dans des hôtes paraténiques<sup>20</sup>.

Dès la mise à l'herbe, les bovins avalent ces larves qui évoluent en adultes à l'intérieur du bovin.

Les vers adultes se reproduisent. Les femelles pondent des œufs rejetés en même temps que les fèces ; les œufs éclosent sur la prairie et évoluent en larves infestantes (Larves au stade 3 de leur développement ou L3) avec une rapidité qui dépend des conditions climatiques (température et humidité). Classiquement, dans la région d'étude, le nombre de larves sur les pâtures atteint un pic en juin puis en septembre.

Les larves infestantes ingérées en automne peuvent cesser leur développement, rester en vie ralentie ou hypobiose dans le tube digestif du bovin pour n'en sortir qu'au printemps suivant. Quelques semaines après la mise à l'herbe, les strongles adultes sortis d'hypobiose pondent des œufs qui mueront en larves infestantes en une semaine dans des conditions favorables. Globalement, à la mise à l'herbe, les prairies sont faiblement contaminées.

Si les larves L3 sont ingérées par des bovins adultes ayant acquis au cours des saisons de pâturage précédentes une bonne immunité vis-à-vis des SGI, leur infestation est faible et ils

19 GEP : gastro-entérites parasitaires

20 Hôte d'attente, non obligatoire ou accidentel

excrètent peu d'œufs de parasites dans leurs bouses ; sur 100 à 2000 larves L3 ingérées par un bovin immunisé (il faut environ 2 années à l'herbe pour *Ostertagia*), seule 1 seule larve réussit à s'implanter et continue son développement.

En revanche, si les L3 sont ingérées par un animal jeune, pas ou encore insuffisamment immunisé, 30 à 70% peuvent s'implanter et assurer une réexcrétion massive d'œufs sur la prairie avec, selon la charge parasitaire, une moindre croissance (classiquement quantifiée en baisse de Gain Moyen Quotidien (GMQ), correspondant à une perte zootechnique) ou le développement d'une maladie clinique (diarrhées, amaigrissement important, mortalités).

Dans de telles conditions, si les bovins malades sont traités avec un produit strongyicide (ou « vermifuge ») à durée d'action courte, la pression de contamination dans la pâture restant très forte, il est indispensable de les changer de pâturage vers une prairie saine (prairie qui, au printemps, n'est pas pâturée par des jeunes bovins ou a été fauchée).

Dans la plupart des cas, l'éleveur ne dispose néanmoins pas d'autre pâturage et se voit contraint de laisser les bovins sur le même pâturage. Le choix thérapeutique se porte alors classiquement sur des antiparasitaires internes à action plus longue, afin de réduire considérablement l'infestation des animaux et la contamination des prairies tout en permettant l'installation de l'immunité.

Il est ainsi courant de traiter avec un endectocide rémanent, administré au moment de la mise à l'herbe des bovins ou un mois plus tard, s'il est possible de rattraper les bovins pour les traiter, en répétant le traitement 6 à 10 semaines après.

Sont également utilisés des dispositifs intra-ruminaux ou bolus. Administrés à la mise à l'herbe, ils persistent définitivement dans le rumen des bovins et libèrent le vermifuge qu'ils contiennent pendant plusieurs semaines de façon continue ou périodique, selon la spécialité pharmaceutique.

Les produits à rémanence longue comme la moxidectine LA (rémanence de 5 mois) peuvent être pour leur part administrés un mois ou deux avant la mise à l'herbe pour permettre au bovin de développer son immunité contre les SGI en fin de période de pâturage.

Sur le plan thérapeutique, plusieurs points complémentaires généraux doivent également être relevés :

- Auparavant, on considérait que tous les animaux d'un même lot (et de même âge) devaient être traités. Aujourd'hui, pour les petits ruminants notamment et pour les animaux immuns, on considère qu'il est préférable de cibler le traitement aux seuls animaux souffrant visiblement du parasitisme, de sorte à ménager une population de parasites non soumis à l'action de l'antiparasitaire et d'éviter le développement de résistance aux traitements (Chauvin *et al.*, 2012). Chez les bovins, très peu d'études sont disponibles.
- Les adultes immunisés assainissent les pâtures ; les jeunes l'enrichissent en larves de strongles. Le mélange des générations sur une même pâture (mères suitées en élevage allaitant) profite donc aux jeunes bovins.
- Si les animaux ne font qu'une seule année de pâturage (voire deux), ce qui est le cas pour les animaux qui seront vendus avant deux ans à la boucherie, la croissance est habituellement privilégiée par rapport au développement de l'immunité. La tendance est donc à l'utilisation de vermifuges rémanents actifs sur toute la saison de pâturage.
- Il arrive que des animaux adultes trop vermifugés en 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> saison de pâturage n'aient pas pu développer une immunité suffisante contre les SGI.

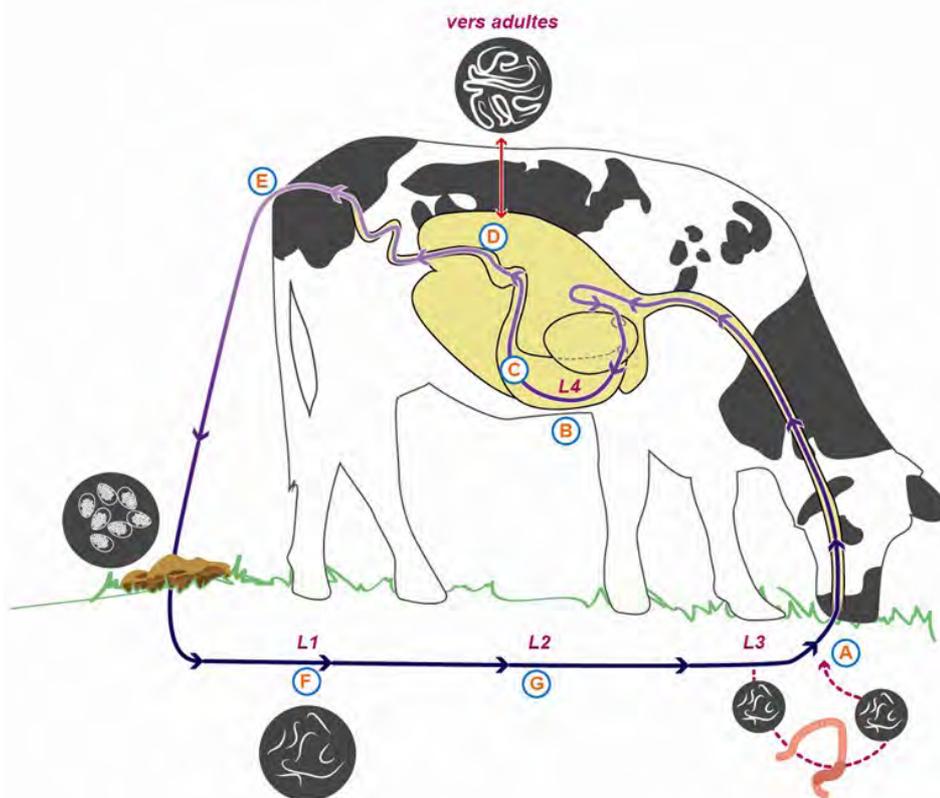
Ces pratiques courantes de traitement, ici recensées pour une meilleure appréhension du contexte global, ne doivent néanmoins pas être considérées comme des règles de conduite standard. Comme toute prescription médicamenteuse, le choix d'un produit antiparasitaire doit être raisonné au cas par cas, en tenant compte du risque parasitaire, de l'immunité des animaux, des conditions climatiques et des objectifs zootechniques de chaque cheptel.

### C.2.3.1.2 CAS PARTICULIER DE L'OSTERTAGIOSE

#### C.2.3.1.2.1 CYCLE DE DÉVELOPPEMENT & PATHOGÉNIE

Parmi les vers gastro-intestinaux susceptibles d'infester presque systématiquement les bovins au pâturage, ceux appartenant au genre *Ostertagia* sont habituellement considérés comme les plus pathogènes et constituent en outre un bon modèle biologique et thérapeutique général pour les nématodes digestifs infestant les bovins.

A la mise à l'herbe, les bovins s'infestent en ingérant des larves appelées L3 qui ont survécu à l'hiver (cf. figure 19 (A)). Elles pénètrent dans les glandes gastriques de la caillette où elles se transforment en larves L4 (B). Ces larves L4 évoluent en vers adultes (C) et sortent de la muqueuse de la caillette qu'ils endommagent. Ils migrent à la surface de l'intestin et se reproduisent (D) : les femelles pondent des œufs expulsés avec les bouses (E). Dans le milieu extérieur, les œufs éclosent et évoluent sur la prairie en larves L1 (F), L2 (G) puis L3 dites infestantes (A) ingérées par les bovins avec l'herbe. Les larves ingérées en automne arrêtent leur développement au stade L4, elles s'enfoncent dans la muqueuse de la caillette et entrent en vie ralentie ou hypobiose.



**Figure 19 :** Cycle de développement des Nématodes du genre *Ostertagia* (©VET'EL)

La multiplication du parasite et l'exposition des bovins aux larves L3 dépendent du système de pâturage, des conditions climatiques et de l'immunité des animaux (les bovins adultes immunisés contribuent à la diminution de la charge parasitaire sur la pâture, les jeunes bovins contribuent à son augmentation). Les parasites seront les plus nombreux quand le climat est doux et humide et la densité d'animaux élevée sur un seul pré. En élevage extensif (moins de 2 UGB/ha), sous climat continental et avec des rotations de pâturage mensuelles, le risque reste faible.

#### C.2.3.1.2.2 PATHOLOGIE

Est dénommée ostertagiose de type 1 la maladie provoquée par le développement de nombreuses larves ingérées sur une courte période. Elle concerne des veaux, classiquement entre juillet et octobre. Elle se manifeste par des diarrhées, une diminution de la capacité de

digestion, un poil piqué, un mauvais état général et des retards de croissance non compensables par la suite pour les animaux de 1<sup>ère</sup> saison de pâturage mais pas ou peu de mortalité.

L'ostertagiose de type 2 correspond à la sortie d'hypobiose massive et simultanée des larves enkystées dans la caillette. L'animal atteint souffre d'une diarrhée d'apparition brutale, d'œdèmes et d'anémie. Elle survient à la fin de l'hiver, suite à un stress comme le vêlage. Elle est grave et parfois mortelle.

Progressivement et au fur et à mesure des contacts avec les différents types de larves internes, une immunité contre *Ostertagia* se met en place. Elle permet de réduire à 1% le taux d'implantation des L3. Pour créer et maintenir cette immunité acquise globalement sur deux saisons de pâturage, le bovin doit avoir un contact suffisant et répété avec les parasites. En revanche, l'immunité est insuffisante pour prévenir l'apparition d'une maladie clinique si la charge parasitaire est trop importante.

#### C.2.3.1.2.3 DIAGNOSTIC

Trois méthodes de diagnostic sont classiquement citées dans le cadre de la lutte contre l'ostertagiose :

- La recherche des larves L3 dans l'herbe permet de mesurer la contamination d'une pâture et, par conséquent, le risque parasitaire auquel sont soumis les animaux. Cette méthode a été retenue pour la présente étude (voir ci-après).
- Les vétérinaires peuvent également recourir à l'examen direct des bouses en microscopie optique, immédiatement après récolte (dans les 24h), pour rechercher la présence d'œufs de strongles (coproscopie). Dans le cas d'une ostertagiose de type 2, maladie provoquée par les larves, les œufs sont absents. Cet examen n'est donc pas productif. Par ailleurs, pour l'évaluation du risque parasitaire, l'intérêt de la coproscopie est souvent remis en cause : elle est difficile à interpréter et l'information obtenue est tardive par rapport à l'évolution de la maladie (Camuset, 2011). De plus, le seuil qualifié en nombre d'œufs par gramme de fèces entre une infestation subclinique avec ou sans répercussion sur la croissance, n'est pas défini (Ravinet, 2007). Dans la plupart des cas, la quantité d'œufs observée n'est pas proportionnelle à la charge parasitaire. Certains parasites sont pathogènes avec des charges parasitaires faibles (*Dictyocaulus spp.*), d'autres font l'objet d'une réaction immunitaire performante qui conduit à l'arrêt précoce de la ponte et à l'hypobiose (*Ostertagia spp.*). En conséquence, la présence d'œufs n'indique que la présence de parasites (Camuset, 2011).

Cette méthode n'a pas été retenue pour la présente étude car ses limites ont été jugées incompatibles avec les objectifs de l'étude : mauvaise valeur pronostique du risque de contamination et généralisation impossible à l'avenir en pratique courante pour les acteurs de terrain. En outre, la nécessité de la faire réaliser *in situ* par une personne formée et dans des délais très courts après récolte des prélèvements n'était pas compatible avec les moyens à disposition.

- Le dosage du pepsinogène sérique des bovins est également une méthode diagnostique classique. Précurseur de la pepsine, le pepsinogène est sécrété par la caillette des bovins. En 1<sup>ère</sup> saison de pâturage, le parasitisme représente la principale cause de lésions gastriques autorisant, proportionnellement à l'intensité des lésions, le passage d'une partie du pepsinogène dans le sang où il peut être dosé. En estimant le niveau d'infestation, ce dosage est intéressant pour décider du traitement d'un lot de jeunes bovins à la rentrée à l'étable (Camuset, 2007). Cette méthode a été retenue pour la présente étude (voir ci-après).

#### C.2.3.1.2.4 THÉRAPEUTIQUE

Les jeunes bovins en première saison de pâture, non immunisés, recyclent et excrètent des quantités importantes de parasites, à l'origine de la contamination massive de la prairie et d'un pic d'infestation, en été (juillet ou août) ou en automne, selon le climat de la région.

L'objectif du traitement préventif consiste à limiter ce pic estival grâce à des anthelminthiques administrés aux animaux de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> saison de pâturage ; à titre d'exemples :

- Strongylicides d'action brève avec transfert des animaux sur une prairie saine ;
- Strongylicides rémanents (bolus séquentiels ou à diffusion continue, moxidectine longue action) à la mise à l'herbe ;
- Endectocides à la mise à l'herbe et mi-juillet ;
- Pour les animaux dont on veut privilégier la croissance aux dépens de l'immunité (mâles vendus pour la boucherie à la rentrée à l'étable) : traitements couvrant toute la saison de pâturage.

### C.2.3.1.3 CAS PARTICULIER DE LA DICTYOCAULOSE

#### C.2.3.1.3.1 CYCLE DE DÉVELOPPEMENT & PATHOGÉNIE

La dictyocaulose ou bronchite vermineuse est une pneumonie obstructive provoquée par la présence dans les bronches et la trachée des bovins, d'un nématode adulte de 5 à 15 cm de longueur, appartenant à l'espèce *Dictyocaulus viviparus* (cf. figure 20 (A)).

Il s'agit d'un parasite fréquent qui serait présent en France dans au moins un troupeau sur deux. (7/10 dans certaines études ; Camuset, 2011).

Dans les bronches, les vers adultes se reproduisent. Les femelles pondent des œufs qui éclosent rapidement d'une larve L1 (B). Quand le bovin tousse, les larves L1 remontent les bronches, sont expulsées dans le pharynx et dégluties par l'animal (C). Elles se retrouvent donc dans le tube digestif (D) et sont éliminées avec les bouses (E).

Les larves L1 évoluent sur la pâture en larves L2 (F) puis L3 (G), stade infestant ingéré par l'animal en même temps que l'herbe. Ces larves traversent la muqueuse de l'intestin et atteignent les nœuds lymphatiques mésentériques où elles muent en L4 (H). Les larves L4 migrent par le système sanguin jusqu'aux artères pulmonaires qu'elles traversent pour atteindre les alvéoles pulmonaires où elles effectuent une mue en L5. Les larves L5 se transforment en vers adultes dans les bronchioles.

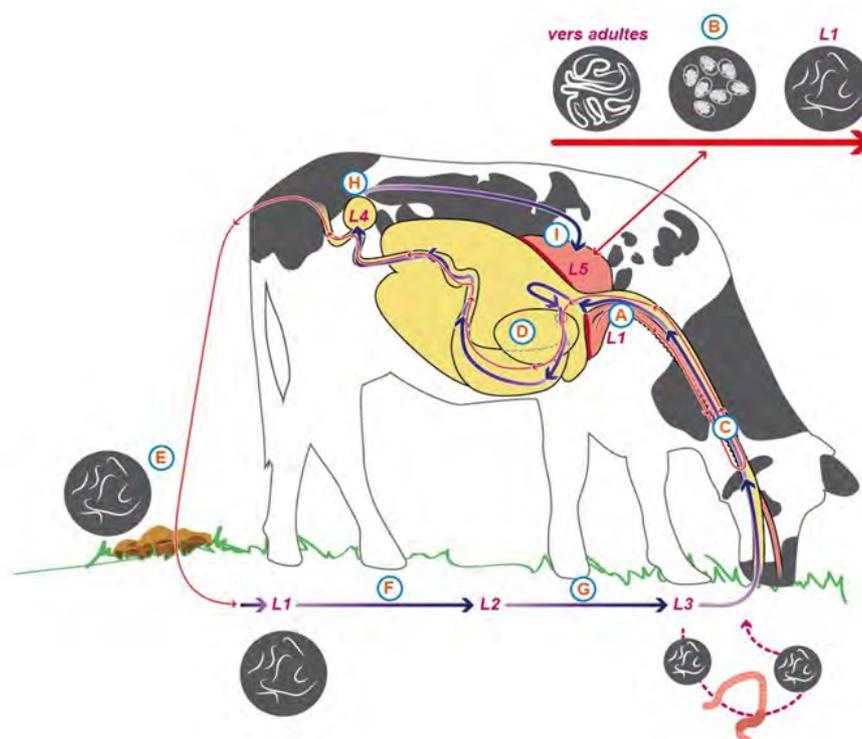


Figure 20 : Cycle de développement des Nématodes de l'espèce *Dictyocaulus viviparus* (©VET'EL)

La présence des vers adultes et la pénétration des larves dans les bronches et les poumons provoquent de graves lésions traumatiques et inflammatoires, souvent suivies de complications infectieuses.

Le froid hivernal élimine la plupart des larves L3 sur les pâtures mais quelques unes peuvent survivre dans des hôtes paraténiques.

De plus, des vers immatures peuvent rester en vie ralentie l'hiver dans les bronches des bovins et reprendre leur cycle au printemps suivant.

La contamination des prés peut aussi être consécutive à l'introduction dans le troupeau de bovins porteurs latents de dictyocauls. Pour limiter ce risque sur les veaux laitiers de 1<sup>ère</sup> année, on leur réserve les mêmes prairies d'une année sur l'autre avec une transition alimentaire avec foin et concentrés à la mise à l'herbe pour éviter l'ingestion massive de L3.

Le pâturage des jeunes bovins réalisé au printemps sur des prairies temporaires, puis en été sur des repousses d'ensilage, d'enrubannage et de foin, a toute chance de ne pas conduire à une infestation des animaux.

La pratique du déprimage<sup>21</sup> par des bovins adultes ou des bovins de 2<sup>ème</sup> année d'herbe est la principale cause de la contamination des prairies à la suite de l'excrétion de larves L1 dans les fèces. Les jeunes bovins s'infestent lorsqu'ils pâturent ces prairies. Après 60 à 80 jours, la forte contamination sur le pâturage entraîne une infestation avec parfois de la clinique lorsque le niveau parasitaire est élevé.

#### C.2.3.1.3.2 PATHOLOGIE

La forme classique de la bronchite vermineuse, appelée parfois « grippe du 14 juillet », survient sur des jeunes bovins en 1<sup>ère</sup> saison de pâturage (ou éventuellement sur des bovins exposés pour la première fois aux dictyocauls ou n'ayant développé aucune immunité vis-à-vis de ce parasite).

La sévérité des signes cliniques est alors proportionnelle au nombre de larves ingérées : l'animal est essoufflé, tousse, supporte mal l'effort. Sans traitement, il devient dyspnéique et anorexique et meurt.

Une 2<sup>ème</sup> forme dite « allergique » de bronchite vermineuse s'observe sur des animaux immuns qui se réinfestent et développent une forte réaction d'hypersensibilité asthmatiforme entraînant également de graves troubles respiratoires.

L'immunité vis-à-vis des dictyocauls s'acquiert rapidement, en trois semaines, mais contrairement à celle développée contre les strongles digestifs, elle est forte et peu durable. Après un mois et demi, il ne persiste qu'une immunité « mémoire » qui devra être réactivée en cas de contact ultérieur avec le parasite. Parfois, cette réactivation est trop intense et cause la réaction allergique responsable de la seconde forme de la maladie.

#### C.2.3.1.3.3 DIAGNOSTIC

Deux méthodes de diagnostic sont classiquement citées dans le cadre de la lutte contre la dictyocaulose :

- Recherche et comptage de larves L3 sur la prairie. Cette méthode a été retenue pour la présente étude (voir ci-après). Cependant, les larves de dictyocauls sont réputées fragiles et sont rarement trouvées au laboratoire dans les prélèvements d'herbe.
- Recherche de larves L1 dans les bouses par coproscopie. Les bouses fraîches doivent être analysées au plus vite (moins de 24h) pour espérer trouver des larves L1 en bon état et confirmer ou infirmer un diagnostic de bronchite vermineuse sur un lot de bovins au pâturage présentant une toux en été ou automne. Réalisé dans ces conditions, on trouve des larves dans environ un cas sur deux (Camuset, 2011), ce qui veut dire aussi que dans la moitié des cas, l'étiologie de la toux est microbienne (virus RS ou PI3, pasteurelles...).

21 Déprimage : mise au pâturage du bétail dans une prairie de fauche à la sortie de l'hiver, avant le démarrage de la croissance de l'herbe.

L'autre solution diagnostique couramment adoptée par les éleveurs est la pratique de la vermifugation immédiate des bovins atteints de toux, suivie de l'observation d'une amélioration éventuelle (on parle de diagnostic thérapeutique).

#### **C.2.3.1.3.4 THÉRAPEUTIQUE**

Les pratiques de vermifugation classiquement adoptées pour lutter contre les strongyloses gastro-intestinales permettent aussi de détruire les dictyocaulus adultes.

Les strongylicides les plus rémanents sont généralement privilégiés, de sorte à éviter les réinfestations si les animaux malades restent dans la même parcelle et pour atteindre plus tardivement les formes larvaires pulmonaires dès leur évolution vers le stade adulte.

### **C.2.3.2 CADRE PROTOCOLAIRE GÉNÉRAL**

#### **C.2.3.2.1 PROTOCOLE A LA MISE A L'HERBE DES BOVINS**

Au moins une semaine avant la date prévue pour la mise à l'herbe, l'éleveur informe le Conservatoire de sa décision et prend rendez-vous avec son vétérinaire traitant chargé du suivi de l'étude.

Durant la semaine précédant la date de la mise à l'herbe, le Conservatoire se rend dans les prairies concernées pour y réaliser les premiers prélèvements d'herbe nécessaires à l'identification et au dénombrement des larves de strongles parasites résiduelles (ayant survécu à la période hivernale) (cf. C.2.3.3).

Le jour de la mise à l'herbe des bovins, le vétérinaire traitant chargé du suivi de l'élevage se rend sur l'exploitation pour :

- Réaliser une série de deux prises de sang sur chacun des bovins d'un échantillon aléatoire de 10 animaux du lot des jeunes bovins de première et/ou deuxième année de pâture destinés à fréquenter la prairie humide. Ces prises de sang serviront d'une part au dosage du pepsinogène sérique (cf. C.2.3.4), d'autre part à la réalisation d'une analyse sérologique pour la recherche d'un contact avec *Fasciola hepatica* (cf. C.2.4).
- Réaliser ou superviser le traitement préventif antiparasitaire de ce même lot de bovins s'il y a lieu.

Réalisées le jour de la mise à l'herbe, l'ensemble de ces opérations ne nécessitent donc qu'un nombre limité de manipulations supplémentaires des bovins, de sorte à respecter autant que possible l'organisation habituelle du travail des éleveurs.

#### **C.2.3.2.2 PROTOCOLE DURANT LA SAISON DE PÂTURAGE**

Durant la saison de pâturage, l'éleveur transmet à Vét'el tout événement susceptible d'influencer les résultats de l'étude, en particulier :

- Toute manipulation réalisée sur le lot de jeunes bovins en suivi (déplacement, rotation de pâturage, vente d'un animal, etc.),
- Tout épisode pathologique intervenu dans le lot de jeunes bovins en suivi,
- Tout traitement complémentaire effectué sur le lot de jeunes bovins en suivi.

Cette méthode permet le cas échéant de prendre en compte un épisode de maladie respiratoire consécutif à une contamination par *Dictyocaulus*.

Par ailleurs, entre le 1<sup>er</sup> et le 30 juillet est réalisé par le Conservatoire pour chaque élevage une nouvelle série de prélèvements d'herbe pour identification et dénombrement des larves de strongles (cf. C.2.3.3).

### **C.2.3.2.3 PROTOCOLE À LA RENTRÉE À L'ÉTABLE**

En fin de saison de pâturage, l'éleveur informe le Conservatoire de la date prévue pour la rentrée à l'étable du lot de jeunes bovins en suivi, qui en informe à son tour Vét'el (qui se charge ensuite d'informer le vétérinaire traitant).

Dans les 10 jours qui suivent la date effective de la rentrée à l'étable, le Conservatoire effectue une troisième série de prélèvement d'herbe pour identification et dénombrement des larves de strongles (cf. C.2.3.3).

Dans les deux semaines qui suivent la date effective de la rentrée à l'étable, l'éleveur et le vétérinaire traitant prennent rendez-vous pour réaliser une deuxième série de deux prises de sang sur chacun des bovins du même échantillon de 10 animaux ayant déjà fait l'objet d'une prise de sang en début de saison. Ces prises de sang servent à nouveau d'une part au dosage du pepsinogène sérique (cf. C.2.3.4), d'autre part à la réalisation d'une analyse sérologique pour la recherche d'un contact avec *Fasciola hepatica* (cf. C.2.4).

### **C.2.3.3 PROTOCOLE D'ANALYSE DE L'INFESTATION DES PÂTURAGES PAR LES LARVES DE NÉMATODES PARASITES**

La recherche des larves L3 dans l'herbe des pâturages fréquentés par les bovins permet de mesurer la contamination d'une pâture et, par conséquent, le risque parasitaire auquel sont soumis les animaux. Cette méthode a été retenue pour la présente étude.

Le protocole de prélèvement en pâture puis d'analyse est réalisé conformément aux préconisations du laboratoire de parasitologie d'*Oniris* (Ex-Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes - service du Pr. Alain CHAUVIN).

Ce protocole est basé sur la collecte de nombreuses pincées d'herbes (représentant une masse totale approximative de 1Kg par prélèvement) sur la prairie, selon un schéma précis prenant en compte l'ensemble de la parcelle et la présence ou non de fèces de bovins. Ce prélèvement, transmis frais dans des délais courts et un emballage isotherme, est ensuite préparé au laboratoire et fait l'objet d'un comptage de larves en microscopie optique. Il est détaillé en annexe 5.

Son objectif est l'identification et le dénombrement précis des larves de Nématodes présentes sur les prairies, donc :

- à la mise à l'herbe : l'évaluation du risque de contamination des bovins,
- durant la saison de pâturage : l'évaluation du niveau d'entretien des cycles parasites sur les pâtures,
- après la rentrée à l'étable : l'évaluation finale du niveau de pression parasitaire entretenu sur les pâtures durant la saison et du potentiel de recontamination des bovins lors de la saison suivante.

Les prélèvements sur les prairies pâturées sont effectués par le Conservatoire. Celui-ci étant en effet mobilisé très régulièrement pour visiter les prairies dans le cadre du volet entomologique de l'étude, ses déplacements sont donc également valorisés pour réaliser les prélèvements d'herbe nécessaires à l'identification et au dénombrement des larves de parasites.

Les prélèvements sont conditionnés dans un emballage isotherme muni d'une plaque eutectique et expédiés au laboratoire d'analyse moins de 24 h après le prélèvement, par messagerie express.

Les analyses sont réalisées par l'équipe de parasitologie d'*Oniris* à Nantes.

L'interprétation du dénombrement s'effectue ensuite selon les critères suivants :

- Entre 0 et 400 larves par kg d'herbe : la charge est très faible.
- Entre 400 et 1000 larves, elle est faible et normale à la mise à l'herbe.

- Supérieure à 1000 L3, la charge parasitaire est forte.

Un objectif secondaire de la présente étude consiste à réaliser une première évaluation de la pertinence de cette méthode comme outil de travail généralisable et utilisable par les acteurs de terrain (éleveurs et vétérinaire) pour le diagnostic régulier des infestations parasitaires.

### C.2.3.4 PROTOCOLE DE DOSAGE DU PEPSINOGENE SÉRIQUE

Le dosage du pepsinogène sérique des bovins est également une méthode classiquement utilisée pour le diagnostic des infestations parasitaires.

Le pepsinogène est un agent précurseur de la pepsine, secrété par la paroi digestive des bovins et participant à la digestion. La sécrétion de pepsinogène et son passage dans la circulation sanguine, et par là même sa concentration sérique, peuvent être perturbés en cas de lésions de la muqueuse de la caillette des bovins (*abomasum*). Une augmentation de la concentration sérique en pepsinogène (mesurée en milliunités de tyrosine) est ainsi le reflet d'une muqueuse abomasale endommagée. «Le dosage consiste (...) à transformer le pepsinogène en pepsine, puis à faire agir la pepsine formée sur un substrat protéique riche en tyrosine (...) et à doser les acides aminés aromatiques libérés. Les résultats sont ainsi exprimés en milliunités de tyrosine (mUTyr) » (Ravinet, 2007).

Il a été montré que le parasitisme par *Ostertagia*, par les lésions gastriques qu'il induit, est une cause majeure d'augmentation du taux de pepsinogène sérique chez les jeunes bovins au pâturage. En première saison de pâturage, le parasitisme est même la principale cause de lésions gastriques des bovins, autorisant, proportionnellement à l'intensité des lésions, le passage d'une partie du pepsinogène dans le sang où il peut être dosé (Mage, 2002 ; Ravinet, 2007).

Or, *Ostertagia* est à la fois un strongle digestif très couramment identifié en France mais également reconnu comme le plus pathogène pour les bovins.

Pour l'étude, deux séries de prélèvements (prise de sang) sont réalisées sur un échantillon de 10 jeunes bovins : au moment de leur mise à l'herbe et au retour à l'étable en fin de saison.

Dans chacun des cas, les prises de sang sont réalisées par le vétérinaire traitant chargé du suivi de l'élevage et expédiées par voie postale au laboratoire d'analyse d'Oniris, à Nantes, qui se charge des analyses.

Ainsi corrélé au niveau d'infestation, ce dosage est intéressant pour évaluer *a posteriori* la charge parasitaire à laquelle ont été confrontés les bovins, décider du traitement éventuel d'un lot de jeunes bovins à la rentrée à l'étable (cf. tableau 8), et anticiper – autant que possible – sur la saison de pâturage suivante, pour mettre en place les mesures préventives adaptées.

**Tableau 8 :** Interprétation des résultats du dosage de pepsinogène sérique sur des bovins en sortie de première saison de pâturage pour la prise de décision thérapeutique à la rentrée à l'étable (P. Camuset, SNGTV)

		Moyenne des dosages pepsinogène sur cinq animaux du lot		
		<1000	1000 à 1750	>1750
Résultats > 2000	0	Pas de traitement		macrolide
	1	benzimidazole		
	>1	macrolide		

Unité de mesure : milliunités de tyrosine (mUTyr)

L'évaluation *a posteriori* de la charge parasitaire à laquelle ont été confrontés les bovins et des conséquences pathologiques probables peuvent aussi être réalisées selon les valeurs suivantes (Kerbeuf, 1997) :

- Valeurs normales : 300-600 mUTyr ;
- Risque *Ostertagiose* de type 1 (été et début d'automne : 2000 à 3000 mUTyr voire plus) *ostertagiose* d'été ou de début d'automne en 1<sup>ère</sup> ou 2<sup>ème</sup> année de pâture ;

- Ostertagiose de pré-type 2 (fin d'automne et d'hiver : 1000 à 1500 mUTyr ; si 2000 mUTyr : suspicion d'évolution en type 2), rentrée en stabulation tardive et au cours de l'hiver : les larves sont inhibées ;
- Ostertagiose de type 2 (printemps : 4000 mUTyr voire plus) ostertagiose de fin d'hiver – début de printemps avant la 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> année de pâture : réveil massif des larves en hypobiose et sortie de la muqueuse.

## C.2.4 ÉTUDE DE LA FASCIULOSE (SV4)

Le SV4 sera également déclenché dans chaque élevage par la mise à l'herbe des bovins concernés par l'étude.

### C.2.4.1 MATÉRIEL BIOLOGIQUE ET THÉRAPEUTIQUE

La fasciolose est le nom donné à l'infestation par la grande douve du foie (*Fasciola hepatica*). Elle toucherait plus d'un élevage bovin français sur deux (Observatoire de la grande douve).

Le cycle de développement de *Fasciola hepatica* comporte un hôte intermédiaire, la Limnée tronquée (*Galba (Limnea) truncatula*), petit mollusque appréciant les milieux humides. La fasciolose est donc classiquement considérée comme une maladie particulièrement favorisée par la présence des bovins au pâturage en zone naturelle humide.

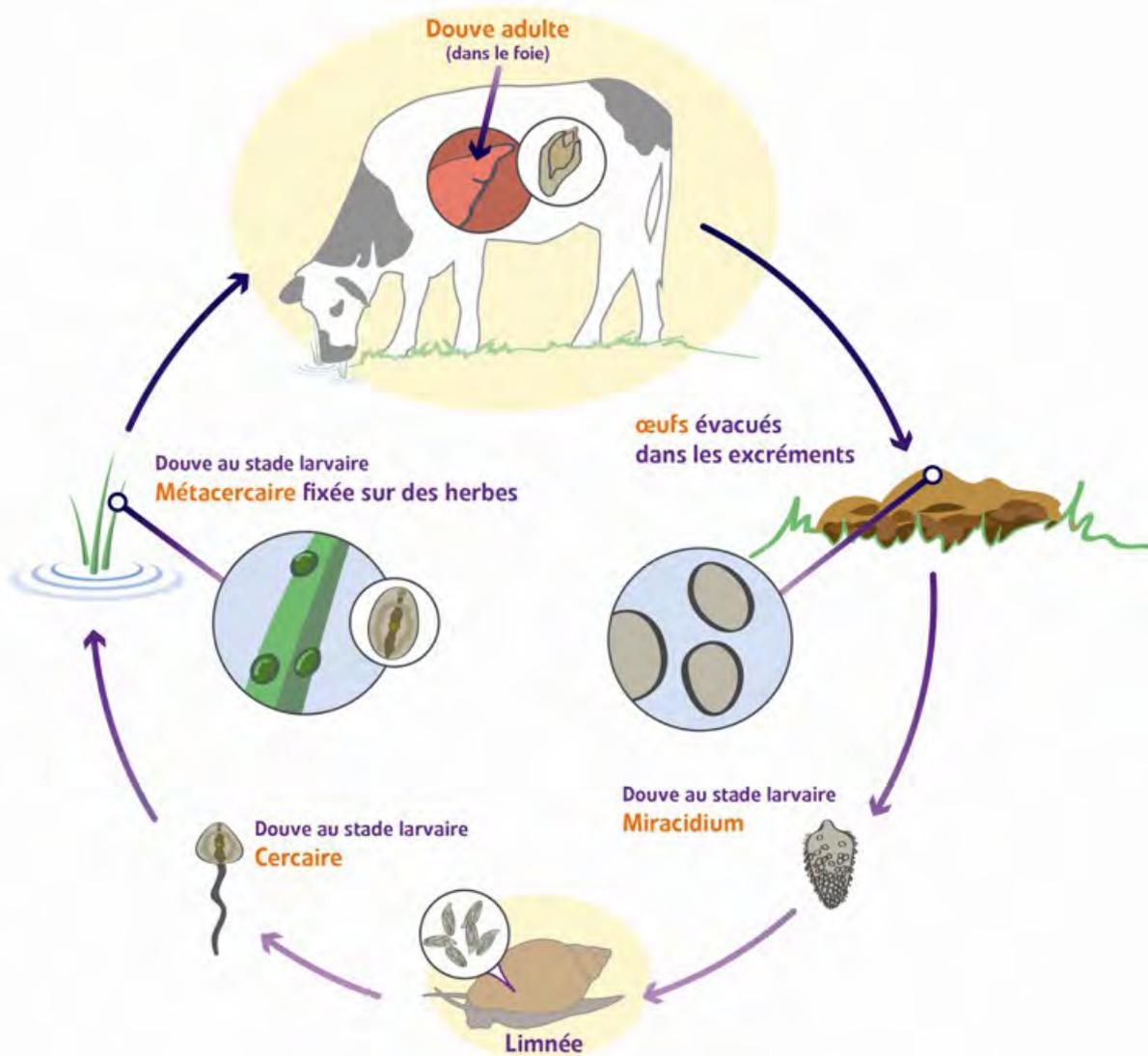
#### C.2.4.1.1 CYCLE DE DÉVELOPPEMENT, PATHOGÉNIE ET PATHOLOGIE

Le cycle parasitaire de *Fasciola hepatica* (cf. figure 21) comporte un hôte définitif, mouton ou bovin (mais aussi ruminant sauvage, ragondin, autres mammifères) et, obligatoirement, un hôte intermédiaire : *Galba truncatula*, la limnée tronquée, petit mollusque amphibie vivant dans des gîtes primaires (ou permanents), lieux humides toute l'année (mares, bord des ruisseaux) où la densité en limnées reste à peu près constante mais faible ; les gîtes secondaires, ou provisoires, sont constitués par des lieux humides seulement une partie de l'année (flaques, zones à empreintes de sabot, ornières, ruissellements) dans lesquels on retrouve des limnées qui proviennent des gîtes primaires ou ont survécu à la sécheresse dans le sol.

Les stades larvaires de *Fasciola hepatica*, ingérés par les bovins avec l'herbe, provoquent de graves lésions nécrotiques du foie en s'y déplaçant, jusqu'à l'insuffisance hépatique qui se traduit par des troubles digestifs (diarrhée) et métaboliques.

Les douves adultes vivent dans les canaux biliaires. Elles se nourrissent de sang et prélèvent une partie des ressources nutritives de l'hôte. Elles perturbent le fonctionnement du foie, ce qui pénalise la croissance, la reproduction et l'immunité des animaux. Les troubles de santé généraux induits, peu caractéristiques sont très pénalisants économiquement pour l'élevage (Bourgeois, 2011) :

- anémie (la douve adulte hématophage peut absorber 1ml de sang par jour), appétit diminué ;
- déficit de 10 à 30% de gain moyen quotidien (GMQ) en élevage allaitant ;
- diminution de la production laitière et baisse du taux protéique du lait ;
- retard de puberté des génisses et détérioration de la fécondité, par insuffisance de production d'hormones ;
- baisse de l'immunité et diminution de l'efficacité des vaccinations ;
- colostrum de piètre qualité, augmentation indirecte de la fréquence des gastro-entérites néonatales et de la mortalité des veaux ;
- la mortalité est faible sauf pour des jeunes bovins pâturant dans des zones très contaminées en larves métacercaires ou pour des animaux souffrant de maladies intercurrentes (polyparasitisme, paratuberculose à *Mycobacterium paratuberculosis*).



**Figure 21** : Cycle de développement de *Fasciola hepatica* (©VET'EL)

L'immunité développée par les bovins vis-à-vis de *Fasciola hepatica* n'a pas de caractère protecteur contre les réinfestations et aucun équilibre hôte/parasite ne s'installe.

L'immunité du bovin est néanmoins fortement sollicitée. Schématiquement, l'organisme tente de « séquestrer » le parasite et développe une immunité exagérée. Une partie des douves meurent ou n'atteignent jamais les canaux biliaires mais la réaction immunitaire entraîne des lésions irréversibles de fibrose et de calcification des voies biliaires du foie (cf. figure 22). Celui-ci devient de moins en moins fonctionnel au fil des infestations. Ce problème majeur s'ajoute aux effets spoliateurs et anémisants des parasites (Debarnot *et al.*, 2011). La présence des parasites a en outre une fonction immunomodulatrice : le système immunitaire « occupé » à détruire *Fasciola hepatica* est moins disponible et moins efficace pour lutter contre des maladies intercurrentes ou répondre aux sollicitations vaccinales.

Selon ce schéma pathogénique, le principal danger vis-à-vis de la douve est généré par les réinfestations annuelles car la perturbation du fonctionnement et la fibrose hépatiques leur sont proportionnelles (Camuset, 2011).



**Figure 22 :** *Fasciola hepatica* (individus adultes) dans les canaux biliaires d'un bovin et lésions de cholangite chronique dit « en tuyau de pipe » (épaississement et fibrose des canaux biliaires) (cliché : A. Bourgeois ; VET'EL)

#### **G.2.4.1.2 DIAGNOSTIC**

Plusieurs méthodes de diagnostic sont classiquement et conjointement utilisées pour l'identification de la fasciolose :

- La présence de *Galba truncatula* dans les pâturages est un signe indirect mais très fiable de la présence de douve dans le cheptel bovin. Elles sont cependant parfois difficiles à repérer car peu nombreuses et de la couleur de leur biotope. Un opérateur de terrain formé et attentif est indispensable ;
- Certains abattoirs relèvent les lésions observées sur le foie des bovins abattus en boucherie et l'indiquent sur les tickets de pesée transmis à l'éleveur en les informant de la saisie du foie assortie de la lettre « D », pour « Douve », ou cholangite chronique ;
- En élevage laitier, une analyse sérologique sur lait collecté dans le tank destiné à la laiterie peut être demandée en fin d'automne. Son résultat est positif seulement si plus de 40% des animaux en lactation sont infestés ;
- L'examen direct des bouses en microscopie optique, ou coproscopie, révèle parfois la présence d'œufs de douve mais il s'agit d'une méthode peu sensible car l'excrétion des œufs est aléatoire, faible et tardive ;
- La recherche d'anticorps dans le sang d'un échantillon d'animaux reste le moyen diagnostique le plus fiable. Les anticorps sont décelables dès 15 jours après infestation et persistent pendant une période de deux à six mois même après un traitement douvicide.

Parmi ces méthodes, deux ont été retenues dans la présente étude : la recherche à vue des limnées et la recherche d'anticorps dans le sang d'un échantillon d'animaux.

#### **G.2.4.1.3 THÉRAPEUTIQUE**

Les stratégies de prévention et de traitement préconisées actuellement contre la fasciolose tendent toutes à rechercher l'absence totale de contamination des bovins par *Fasciola hepatica* et/ou la destruction complète des parasites après infestation. Ce que résume assez bien la formule répandue : « objectif zéro douve ».

Sur le plan thérapeutique, contrairement aux stratégies adoptées pour la lutte contre les strongles digestifs ou respiratoires, il est en effet inutile de chercher à développer l'immunité des animaux en première saison de pâturage puisque celle-ci n'a aucun caractère préventif et comporte même des effets délétères à moyen terme.

Tous les produits douvicides disponibles sont efficaces sur les stades adultes de *Fasciola hepatica* logés dans les canaux biliaires des ruminants. Certains détruisent également les individus immatures. Seul le triclabendazole (interdit chez la vache laitière) détruit les stades larvaires précoces en migration dans le foie. Un seul traitement au triclabendazole dans les 15 jours suivant la rentrée à l'étable est donc suffisant.

Pour les douvicides actifs uniquement sur les adultes, il faut attendre deux à trois mois après la rentrée pour effectuer le traitement ou en réaliser deux successivement. Si les animaux pâturent dans des zones humides avant septembre ou si la rentrée à l'étable est tardive, il peut ainsi être nécessaire de réaliser un traitement en début d'automne.

Dans certains cas rares et évitables, un traitement douvicide est réalisé au moment de la mise au pâturage des bovins, afin que les animaux infestés n'aggravent pas la contamination des pâtures dans lesquelles l'hôte intermédiaire est présent.

La toxicité des douvicides sur l'environnement est peu renseignée notamment parce que les traitements s'effectuent donc généralement hors pâturage.

Ce traitement est indissociable de mesures agronomiques visant à empêcher les bovins de pâturer à proximité des gîtes à limnées, donc en clôturant les accès aux zones à risque. Le drainage des prairies humides, parfois préconisé, est évidemment inenvisageable dans une zone que l'on veut protéger comme telle.

Certains éleveurs ont également recours à l'épandage sur la prairie de cyanamide calcique pour ses effets molluscicides. Il s'agit d'un produit néanmoins très peu sélectif, coûteux, qui nécessite le traitement de l'ensemble des parcelles adjacentes et dont l'impact sur l'environnement des pâtures peut-être important.

Les bovins au pâturage doivent pouvoir s'abreuver dans des abreuvoirs surélevés et non directement dans les sources naturelles du pré. De plus, les bovins qui s'approchent ou descendent dans les cours d'eau pour s'abreuver détruisent partiellement les berges, mettent en suspension des sédiments et perturbent l'écosystème aquatique.

Les abreuvoirs puisant l'eau directement dans les rivières ou les mares présentent néanmoins également un risque car une partie des larves métacercaires de *Fasciola hepatica* sont libres.

Paradoxalement, en cas de sécheresse, le risque de fasciolose est également majoré. Dans ce cas, en effet, les animaux se concentrent autour des points d'eau et là où l'herbe est la moins rare : donc dans les zones les plus à risque.

#### **C.2.4.2 PROTOCOLE DE REPÉRAGE DES GÎTES À LIMNÉES**

La première partie de la présente étude consacrée à la fasciolose consiste en l'identification, sur les prairies fréquentées par les bovins concernés par l'étude, des gîtes à Limnée tronquée *Galba truncatula*.

La présence effective de Limnée tronquée sur une prairie constitue un facteur de risque majeur de présence de *Fasciola hepatica*.

Cette identification est effectuée par le Conservatoire, à l'occasion de deux de ses déplacements sur les prairies dans le cadre du volet entomologique de l'étude :

- Un premier repérage est effectué au printemps à l'occasion de la première visite en pâture qui suivra la mise à l'herbe des bovins, soit la pâture fréquentée par les bovins concernés par l'étude ;
- Un second repérage est effectué au mois d'octobre, dans la pâture fréquentée par les bovins concernés par l'étude à cette époque.

Les gîtes à limnées sont généralement des zones prairiales où persistent des points d'eau : rives de ruisseaux, rivières, mares et étangs, zones de piétinement ou d'enfoncement par les engins agricoles, périphérie de puits ou de forage, zones de piétinement en périphérie des abreuvoirs, etc.

Les gîtes potentiels sont repérés sur les pâtures d'étude le jour de la visite, puis l'agent cherche à identifier la présence effective de *Galba truncatula*. La recherche s'effectue dos au point d'eau, sur le sol en périphérie immédiate. Les limnées sont identifiées sur une série de critères de diagnose rapide. L'agent cherche simplement à confirmer la présence des mollusques. Il n'est pas prélevé d'échantillon ni effectué de dénombrement.

### **C.2.4.3 PROTOCOLE D'ANALYSE DU STATUT SÉROLOGIQUE DES BOVINS**

L'infestation par *Fasciola hepatica* est à l'origine d'une réaction immunitaire non protectrice mais qui constitue un bon marqueur de l'infestation, particulièrement chez des animaux jeunes, de première année de pâturage, qui n'avaient jusqu'alors jamais été en contact avec le parasite.

Ce protocole est donc complémentaire de la recherche des gîtes à Limnées et permet d'identifier, le cas échéant, la contamination effective des bovins.

Sur le même lot de 10 bovins qui font l'objet de prélèvements pour le dosage du pepsinogène sérique (cf. C.2.3.4), le vétérinaire effectue, le même jour, une deuxième prise de sang destinée à une analyse sérologique.

Ces deux séries de prélèvements ont donc lieu d'une part, le jour de la mise à l'herbe des bovins, d'autre part dans les deux semaines qui suivent le retour à l'étable des bovins.

Les prélèvements sanguins sont expédiés par voie postale et analysés par le laboratoire de parasitologie d'*Oniris* à Nantes.

Le kit sérologique utilise une technique Elisa standard dirigée contre plus de 10 protéines antigéniques. Le résultat est donné en densité optique (Camuset et Doré, 2011), sous la forme suivante :  $Tac^{22} < 20$  : négatif ;  $20 < Tac \leq 30$  douteux ;  $Tac > 30$  : positif.

### **C.2.4.4 IDENTIFICATION DES TRAITEMENTS DOUVICIDES UTILISÉS**

La mise en place éventuelle par l'éleveur de traitements douvicides est identifiée lors de l'enquête préliminaire et à l'occasion du suivi saisonnier.

## **C.2.5 ÉTUDE DE L'USAGE DES ECTOCIDES (SV5)**

La capture, l'identification et le dénombrement des parasites externes des bovins consisterait en soit un projet d'étude d'envergure. Il a été choisi de ne pas l'entreprendre dans le cadre de ce travail.

Pour autant, la mise en place de traitements antiparasitaires externes sur les bovins durant la saison de pâturage ne semble pas moins susceptible d'impacter la faune de l'environnement que l'usage des molécules destinées principalement au traitement des parasitoses internes.

Le potentiel toxique de certaines molécules utilisées et leur excrétion dans l'environnement a en effet également été démontré.

Le cadre de cette étude se limite donc au recueil de données et à la notation des pratiques des éleveurs, à l'occasion de l'enquête préliminaire mais également par les déclarations de l'éleveur : chaque traitement effectué durant la période d'étude est notifié et daté.

Ces données peuvent donc être mises en relation avec les résultats obtenus dans le volet écologique de l'étude.

---

22 TAC : taux d'anticorps

## **C.2.6 ANALYSE DES RÉSULTATS (SV6)**

La saisie des données relatives au volet vétérinaire de l'étude sera réalisée par VET'EL.

Le Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais et VET'EL travaillent en coopération afin de faciliter l'analyse croisée des données du volet écologique et de celles du volet vétérinaire. Le tri des données du volet vétérinaire est réalisé par VET'EL.

Le volume de l'échantillon étant faible, la présentation et l'analyse des résultats du volet vétérinaire est effectuée pâtre par pâtre.

# D - RÉSULTATS ET DISCUSSION



## D. I VOLET ÉCOLOGIQUE

### D. I. I LISTE FAUNISTIQUE GÉNÉRALE

Au total, 17938 individus, répartis en 19 espèces, ont été capturés et identifiés sur les huit pâtures d'avril à septembre 2011. Le tableau suivant dresse la liste des espèces en fonction de leur appartenance aux différentes familles et guildes ainsi que les effectifs totaux capturés et les fréquences relatives (cf. tableau 9). Les résultats bruts sont présentés en annexe (cf. annexe 6).

**Tableau 9** : Liste faunistique, effectifs et fréquences relatives des espèces contactées d'avril à septembre 2011

Famille	Espèces	Gilde	Richesse spécifique (S)	Effectifs (N)	Fréquence relative (pi)
Geotrupidae	<i>Geotrupes puncticollis</i> Malinowsky 1811	Fouisseur		46	0,0026
	<b>Sous-total Geotrupidae</b>		<b>1</b>	<b>46</b>	<b>0,0026</b>
Scarabaeidae	<i>Onthophagus coenobita</i> (Herbst, 1783)	Fouisseur		500	0,0279
	<i>Onthophagus joannae</i> (Goljan, 1953)		4	0,0002	
	<i>Onthophagus similis</i> (Scriba, 1790)		5	0,0003	
	<i>Onthophagus vacca</i> (Linné, 1767)		59	0,0033	
	<b>Sous-total Scarabaeidae</b>		<b>4</b>	<b>568</b>	<b>0,0317</b>
Aphodiidae	<i>Acrossus luridus</i> (Fabricius, 1775)	Résident		26	0,0014
	<i>Acrossus rufipes</i> (Linné, 1758)		3272	0,1824	
	<i>Agrilinus ater</i> (De Geer, 1774)		92	0,0051	
	<i>Agrilinus rufus</i> (Moll 1782)		11	0,0006	
	<i>Aphodius fimetarius</i> (Linné, 1758)		60	0,0033	
	<i>Aphodius foetens</i> (Fabricius 1787)		7	0,0004	
	<i>Calamosternus granarius</i> (Linné, 1767)		3	0,0002	
	<i>Esymus pusillus</i> (Herbst 1789)		168	0,0094	
	<i>Melinopterus prodromus</i> (Brahm., 1790)		12743	0,7104	
	<i>Nimbus contaminatus</i> (Herbst, 1783)		508	0,0283	
	<i>Otophorus haemorrhoidalis</i> (Linné, 1758)		15	0,0008	
	<i>Oxyomus silvestris</i> (Scopoli, 1763)		4	0,0002	
	<i>Teuchestes fossor</i> (Linnaeus 1758)		377	0,0210	
	<i>Volinus sticticus</i> (Panzer, 1798)		38	0,0021	
	<b>S/total Aphodiidae</b>		<b>14</b>	<b>17324</b>	<b>0,9658</b>
	<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>17938</b>	<b>1</b>

### D. I. 2 BIOLOGIE ET STATUT DE RARETÉ DES ESPÈCES

Le tableau suivant (cf. tableau 10) dresse la synthèse des préférences écologiques et des niveaux de rareté national et régional pour chacune des espèces observées. Les données relatives à l'écologie, à la distribution et au statut de rareté national sont tirées de la Faune des coléoptères de France Lucanoidea et Scarabaeoidea (Paulian et Baraud, 1982), de l'atlas des coléoptères Scarabeides Laparosticti de France (Lumaret, 1990) et de la clé de détermination des Aphodius de France (Costesseque, 2005). Les données concernant la distribution et le statut régional sont tirées du catalogue des coléoptères Scaraboidae du Nord (Debuyser, 1999) et de la liste des coléoptères Scarabaeoidea du Nord - Pas-de-Calais (Decobert, *in prep.*).

**Tableau 10 : Principales caractéristiques biologiques et niveaux de rareté des espèces observées**

Espèces	Préférence écologique <sup>1</sup>	Statut de rareté national <sup>2</sup>	Présence en N-PdC <sup>3</sup>	Statut de rareté Nord <sup>4</sup>	Statut de rareté Boulonnais <sup>5</sup>	Indice de rareté régional <sup>6</sup>
<i>Geotrupes puncticollis</i> Malinowsky 1811	Milieu ouvert à tendance hygrophile	AC	59 ; 62	CC	CC	C
<i>Onthophagus coenobita</i> (Herbst 1783)	Milieu semi-ouvert à tendance hygrophile	PC	59 ; 62	AC	3 localités	C
<i>Onthophagus joannae</i> Goljan 1953	Milieu ouvert à tendance thermophile	AC	62	/ (confusion avec <i>O. ovatus</i> )		AR
<i>Onthophagus similis</i> (Scriba 1790)	Milieu ouvert à tendance thermophile	AC	59	/ (confusion avec <i>O. fracticornis</i> )		C
<i>Onthophagus vacca</i> (Linné, 1767)	Milieu ouvert sur sols argileux	C	59 ; 62	R	C	AC
<i>Acrossus luridus</i> (Fabricius 1775)	Milieu ouvert à tendance thermophile	C	59 ; 62	R	C	AC
<i>Acrossus rufipes</i> (Linnaeus 1758)	Milieu ouvert	CC	59 ; 62	CC	CC	AC
<b><i>Agrilinus ater</i> (De Geer 1774)</b>	<b>Milieu ouvert</b>	<b>C</b>	<b>59 ; 62</b>	<b>R</b>	<b>4 localités</b>	<b>R</b>
<b><i>Agrilinus rufus</i> (Moll 1782)</b>	<b>Milieu semi-ouvert à tendance hygrophile</b>	<b>C</b>	<b>59 ; 62</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>AR</b>
<i>Aphodius fimetarius</i> (Linnaeus 1758)	Milieus ouverts	CC	59 ; 62	CC	CC	C
<b><i>Aphodius foetens</i> (Fabricius 1787)</b>	<b>Milieu semi-ouvert à tendance hygrophile</b>	<b>PC et localisée</b>	<b>59 ; 62</b>	<b>R dans l'intérieur</b>	<b>/</b>	<b>AR</b>
<i>Calamosternus granarius</i> (Linnaeus 1767)	Milieu ouvert	CC	59 ; 62	C	CC	AC
<i>Esymus pusillus</i> (Herbst 1789)	Milieu ouvert à tendance thermophile	C	59 ; 62	C	/	AC
<i>Melinopterus prodromus</i> (Brahm 1790)	Milieu ouvert	CC	59 ; 62	CC	CC	C
<b><i>Nimbus contaminatus</i> (Herbst, 1783)</b>	<b>Milieu ouvert à semi-ouvert</b>	<b>AC</b>	<b>59 ; 62</b>	<b>R</b>	<b>1 localité</b>	<b>AR</b>
<i>Otophorus haemorrhoidalis</i> (Linnaeus 1758)	Milieu ouvert	C	59 ; 62	C	1 localité	C
<b><i>Oxyomus sylvestris</i> (Scopoli 1763)</b>	<b>Milieu ouvert</b>	<b>C</b>	<b>59</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>AR</b>
<i>Teuchestes fossor</i> (Linnaeus 1758)	Milieu semi-ouvert à tendance hygrophile	CC	59 ; 62	CC	CC	C
<i>Volinus sticticus</i> (Panzer 1798)	Milieu semi-ouvert	AC	59 ; 62	R	/	AC

1 : D'après LUMARET (1990) ;

2 : D'après LUMARET (1990) ; CC = Très commun ; C = Commun ; AC = Assez Commun ; PC = Peu Commun ;

3 : D'après LUMARET (1990) ; COSTESSEQUE (2005) ; DEBUYSER (1999) ; 59 = Mentionné dans le département du Nord ; 62 = Mentionné dans le département du Pas-de-Calais

4 : D'après DE NORQUET (1863, 1867 et 1873) ; CC = Très Commun ; C = Commun ; AC = Assez Commun ; R = Rare ; / = Non signalé ;

5 : D'après DUTERTRE (1925) ; CC = Très Commun ; C = Commun ; / = Non signalé ;

6 : Indice de rareté régional (DECOBERT in prép.) ;

Le peuplement est principalement composé d'espèces liées aux milieux ouverts à semi-ouverts avec une majorité d'espèces ubiquistes. On retrouve quelques espèces ayant une affinité pour les milieux hygrophiles comme *Geotrupes puncticollis*, *Onthophagus coenobita* et *Teuchestes fossor*. Quelques-unes sont davantage liées aux milieux fermés, à l'instar de *Volinus sticticus* et d'*Oxyomus sylvestris*, dont la présence pourrait s'expliquer par la proximité de boisements naturels ou artificiels (peupleraies). Les principales exigences écologiques des espèces contactées sont présentées en annexe (cf. annexe 7).

Parmi les 19 espèces observées, cinq peuvent être considérées comme d'intérêt patrimonial du fait de leur statut de rareté en France ou dans le Nord – Pas-de-Calais (*Onthophagus joannae*, bien que considéré comme assez rare dans la région, ne sera pas repris parmi les espèces patrimoniales du fait des confusions qui existent avec une espèce poche, *O. ovatus*). Il convient cependant de préciser que la connaissance de ce groupe d'insectes est encore lacunaire et

les statuts de rareté ont été définis « à dire d'expert ».

- *Agrilinus ater* (De Geer 1774) :

Présent dans toute la France, *Agrilinus ater* s'observe principalement dans les pâturages frais et parfois en sous bois, de janvier à septembre où il exploite de préférence les crottins de brebis. De Norguet (1863) considère cette espèce comme rare dans le Nord alors que Dutertre (1925 *in* Debuyser, 1999) la cite de plusieurs localités dans le Boulonnais (quatre stations). Les captures récentes de cette espèce dans le Pas-de-Calais semblent rares et cet *Aphodius* est considéré comme rare dans la liste des Coléoptères des *Scarabaeoidea* du Nord – Pas-de-Calais (Decobert, *in prep.*). *Agrilinus ater* est présent sur l'ensemble des pâtures étudiées (92 individus au total) mais domine sur le site E qui totalise la moitié des effectifs de cette espèce.

- *Agrilinus rufus* (Moll 1782) :

Espèce présente dans toute la France mais principalement dans les parties fraîches et tempérées où elle exploite divers excréments. On la trouve surtout dans les pâturages frais et en lisière, sur sol argileux ou sablo-limoneux. L'espèce n'a pas été signalée des catalogues régionaux anciens (Debuyser, 1999) mais d'après Lumaret (1990) et Costesseque (2005), elle a été observée récemment (depuis les années 1950) en plusieurs localités dans la région. D'après Decobert (*in prep.*), il s'agit d'une espèce assez rare dans la région. *Agrilinus rufus* est présent sur cinq pâtures (A, B, C, E et H) mais n'est jamais abondant (11 individus au total).

- *Aphodius foetens* (Fabricius 1787) :

Cette espèce est inégalement distribuée en France et d'après Lumaret (1990), elle est rare dans le nord-ouest du pays. On la rencontre surtout dans les prairies humides, sur sol argileux ou argilo-limoneux, parfois sablonneux surtout dans les régions septentrionales. L'espèce est rare dans le département du Nord, à l'intérieur des terres (De Norguet, 1863 *in* Debuyser, 1999) alors qu'elle semble plus commune sur le littoral. Elle est considérée comme assez rare dans le Nord – Pas-de-Calais (Decobert, *in prep.*). *Aphodius foetens* n'est présent que sur quatre pâtures (A, B, C et D), toujours en faible effectif (sept individus au total mais jamais plus de trois individus par site).

- *Nimbus contaminatus* (Herbst, 1783) :

Assez commun en France, *Nimbus contaminatus* s'observe plutôt dans les régions tempérées et fraîches dans les pâturages. L'espèce pond en automne et les œufs n'éclosent qu'au printemps suivant après une longue diapause dans les excréments desséchés (Lumaret, 1990). Rare dans le département du Nord (De Norguet, 1863), il n'a été observé qu'en quelques rares localités dans le Pas-de-Calais (Debuyser, 1999). Dans la région, il est considéré comme assez rare (Decobert, *in prep.*). *Nimbus contaminatus* est présent sur sept pâtures pour un effectif total de 508 individus. La pâture B totalise plus des deux tiers des effectifs (n=346).

- *Oxyomus sylvestris* (Scopoli 1763) :

Il est présent dans toute la France, surtout à basse altitude et principalement de mars à juillet, dans divers matières en décomposition et également dans les excréments. Debuyser (1999) ne rapporte aucune donnée historique dans la région pour cette espèce qui n'a été capturée, à notre connaissance, que dans les dunes flamandes (1997), en forêt de Raimes (1984), et sur plusieurs coteaux calcaires du Pas-de-Calais (Hubert, 2010). Ce petit *Aphodius* est considéré comme rare dans la liste des Coléoptères des *Scarabaeoidea* du Nord – Pas-de-Calais (Decobert *in prep.*). Dans le cadre de cette étude, *Oxyomus sylvestris* n'a été observé que sur trois pâtures (A, E et H) en effectifs toujours très faibles (de un à deux individus pour un total de quatre individus capturés).

## D.1.3 TYPICITÉ DES PEUPELEMENTS ET ÉVALUATION DE L'INTÉRÊT PATRIMONIAL DES SITES

Avec 10 à 16 espèces recensées, les sites étudiés accueillent entre 6% à 10% des coléoptères *Scarabaeoidea* coprophages de France (qui en compte 157 d'après Lumaret (1990)) et entre 15% à 23% des espèces du Nord - Pas-de-Calais qui en compte 68 (Debuyser, 1999). En considérant l'ensemble des pâtures étudiées, ces pourcentages s'élèvent à 12% de la faune française et 27% de la faune régionale.

La comparaison de ces résultats avec d'autres inventaires nous permet de replacer les sites dans un contexte plus global et d'évaluer leur intérêt et leur contribution pour la conservation de ces insectes. Nous disposons de peu de références dans la région pour comparer cette liste faunistique mais plusieurs études utilisant les mêmes méthodes d'inventaire (piégeage standardisé) ont été menées dans d'autres régions du Nord de la France (par Adrien SIMON en Haute-Normandie notamment). Le tableau 11 compare les résultats obtenus avec ceux réalisés dans des milieux hygrophiles (marais tourbeux, prairies humides) dans le Nord de la France.

**Tableau 11** : Résultats d'inventaires de coléoptères *Scarabaeoidea* coprophages dans le Nord de la France

	Département	Numéro du site	Type de milieu	Type de pâturage	Année d'inventaire	Effectifs	Nombre d'espèces
Sites étudiés dans le cadre de la présente étude	Pas-de-Calais	A	Prairies humides	Bovin	2011	3514	15
		B				2950	16
		C				2269	13
		D				1621	10
		E				1696	16
		F				3020	13
		G				1724	11
		H				1144	14
	Total						17938
Autres sites en milieu humide	Manche <sup>1</sup>	Marais tourbeux	Bovin	2006	1144	14	
		Prairies humides			286	12	
	Seine-Maritime <sup>2</sup>	Prairies tourbeuses	Bovin, équin	2009	4079	20	
		Mosaïque de milieux humides	Bovin	2006	17555	21	
	Seine-Maritime <sup>3</sup>	Roselière pâturée	Équin	2001	3828	18	

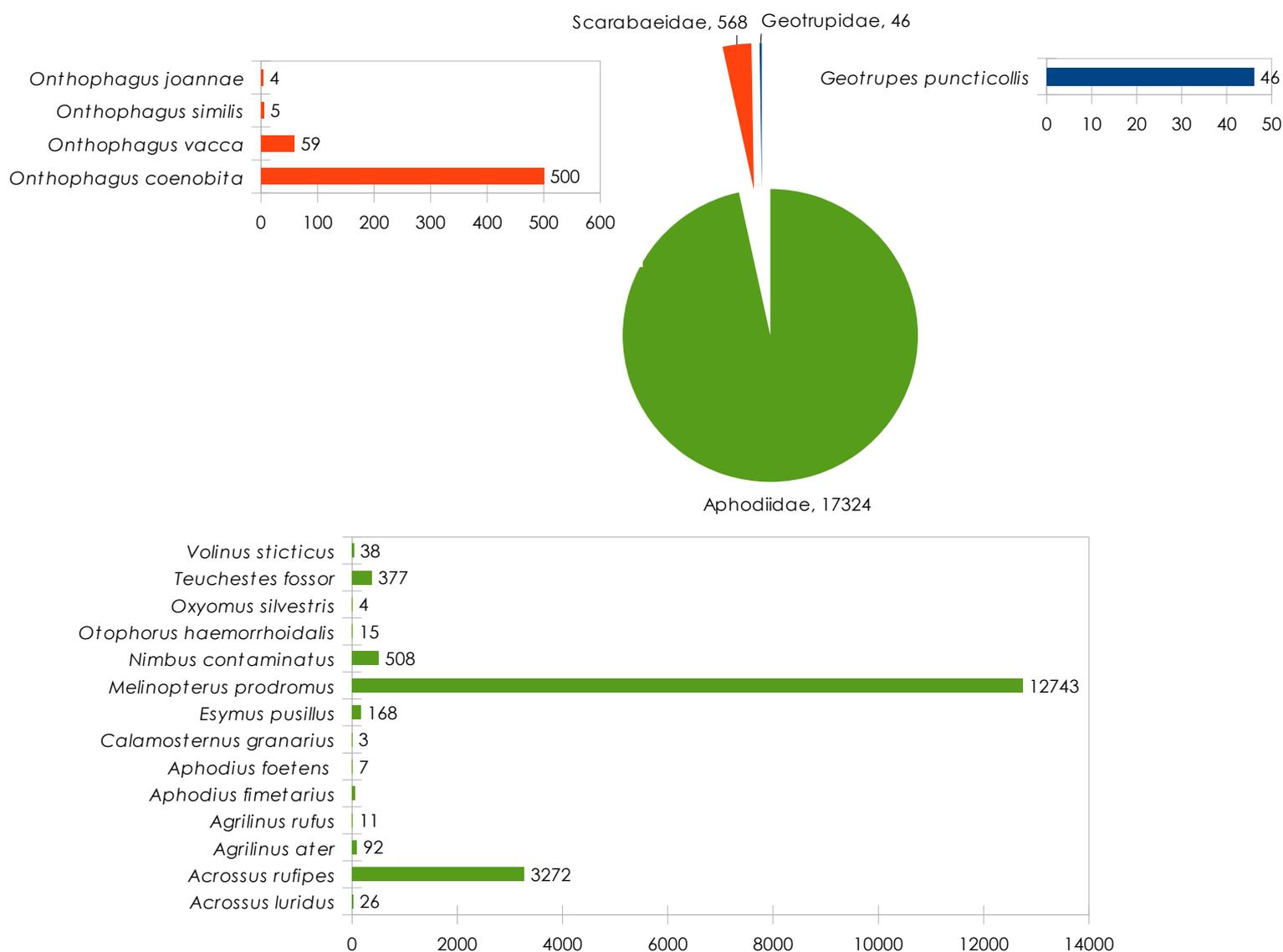
<sup>1</sup> d'après HUBERT, 2006 ; <sup>2</sup> d'après SIMON, 2006 et SIMON com. pers. ; <sup>3</sup> d'après MICHAUD, 2001

Replacés dans un contexte d'inventaires en milieux humides dans le Nord de la France, les résultats obtenus pour l'ensemble de l'étude (19 espèces) sont en accord avec la littérature et semblent mettre en évidence un cortège assez riche. Certains sites de Seine-Maritime comptent cependant jusqu'à 21 espèces. Il convient cependant de comparer ces résultats avec une certaine retenue tant la superficie, la diversité des habitats et les méthodes d'échantillonnages sont différents.

En analysant la liste des espèces régionales et leurs préférences écologiques (espèces ubiquistes), on observe qu'une quinzaine d'espèces potentielles n'ont pas été observées dans le cadre de cette étude. Si la majorité d'entre elles sont rares et par conséquent difficiles à observer, d'autres sont plus communes comme *Anoplotrupes stercorosus* ou *Melinopterus sphaelatus* et leur absence est à souligner.

## D.1.4 STRUCTURE ET ÉVOLUTION DU PEUPEMENT

La figure 22 représente les effectifs totaux de chaque espèce observée par famille.



**Figure 22** : Effectifs totaux des espèces observées par famille

Le peuplement est largement dominé par les *Aphodiidae* qui représentent 96,6% des effectifs totaux ( $n=17324$ ) pour 14 espèces. La répartition des effectifs est très inégale à l'intérieur de cette famille puisque *Melinopterus prodromus*, avec 12743 individus, représente 74% des effectifs. Arrive ensuite *Acrossus rufipes* avec 3272 individus, qui représente 19% des effectifs. Les 12 autres espèces, avec des effectifs ne dépassant pas les 508 individus, représentent chacune moins de 3% des effectifs.

Avec 568 individus, la famille des *Scarabaeidae* représente 3,2% du peuplement. Cette famille est représentée par quatre espèces dont une, *Onthophagus coenobita*, domine le peuplement des *Scarabaeidae* ( $n=500$  ; 88%).

Enfin, les *Geotrupidae* ne sont représentés que par une espèce pour 0,3% des effectifs totaux ( $n=46$ ).

Cette répartition selon les groupes taxonomiques est en accord avec la littérature puisque, d'après Hanski et Cambefort (1991), la famille des *Aphodiidae* caractérise les peuplements des régions tempérées du Nord.

Dans le tableau ci-dessous, sont présentées les valeurs de la richesse spécifique, des indices de diversité et d'équitabilité par site.

**Tableau 12 :** Richesse spécifique, indices de diversité et indice d'équitabilité par site

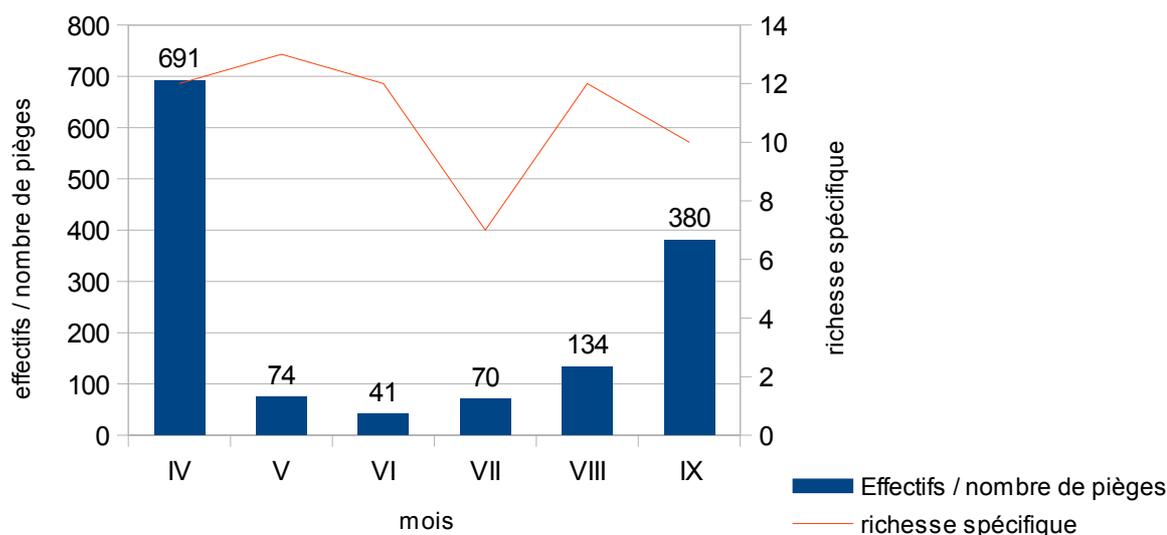
Pâtures	A	B	C	D	E	F	G	H	Moyenne	Ecart-type
Richesse spécifique (S)	15	16	13	10	16	13	11	14	13,5	2,20
Équitabilité (J')	0,26	0,37	0,44	0,5	0,4	0,33	0,24	0,44	0,37	0,09
Indice de diversité – Shannon (H')	1	1,49	1,64	1,66	1,59	1,22	0,84	1,66	1,39	0,32
Indice de diversité – Simpson (D')	0,22	0,46	0,6	0,6	0,5	0,37	0,26	0,6	0,45	0,15
Indice de diversité – Hill	0,71	0,88	0,92	0,92	0,9	0,81	0,68	0,92	0,84	0,10

La richesse spécifique varie de 10 espèces pour la pâture D à 16 espèces pour les pâtures B et E, avec une moyenne de 13,5. La faible richesse spécifique de la pâture D (et dans une moindre mesure des pâtures G et H) s'explique par une mise à l'herbe retardée, décalant de fait les relevés (première session de piégeage en juin pour la pâture D et en mai pour les pâtures G et H). La conséquence de ce décalage se traduit par l'absence des espèces printanières, notamment pour la pâture D. Si l'on ne considère que les sites qui font l'objet de prélèvements d'insectes d'avril à septembre (soit les pâtures A, B, C, E et F), la richesse spécifique est très proche pour ces cinq sites : entre 13 à 16 espèces.

L'indice d'équitabilité varie de 0,24 (site G) à 0,5 (site D). Les sites présentant l'indice d'équitabilité les plus faibles sont les pâtures A, F et G. Le peuplement est particulièrement peu contrasté pour deux pâtures : A (0,26) et G (0,24). L'équitabilité est élevée pour les sites C, D, E et H.

L'analyse des indices de diversité montre également un déséquilibre du peuplement pour trois sites (A, G et F) et plus particulièrement pour deux sites (A et G). Les indices de diversité des sites C, D, E et H sont les plus élevés.

Le figure 23 représente les variations temporelles de l'abondance et la richesse spécifique par mois. Ces valeurs sont calculées par session de piégeage, d'après les données moyennes pour les effectifs et cumulées pour la richesse spécifique.



**Figure 23 :** Évolution de l'abondance moyenne et de la richesse spécifique totale sur l'ensemble des sites d'avril à octobre

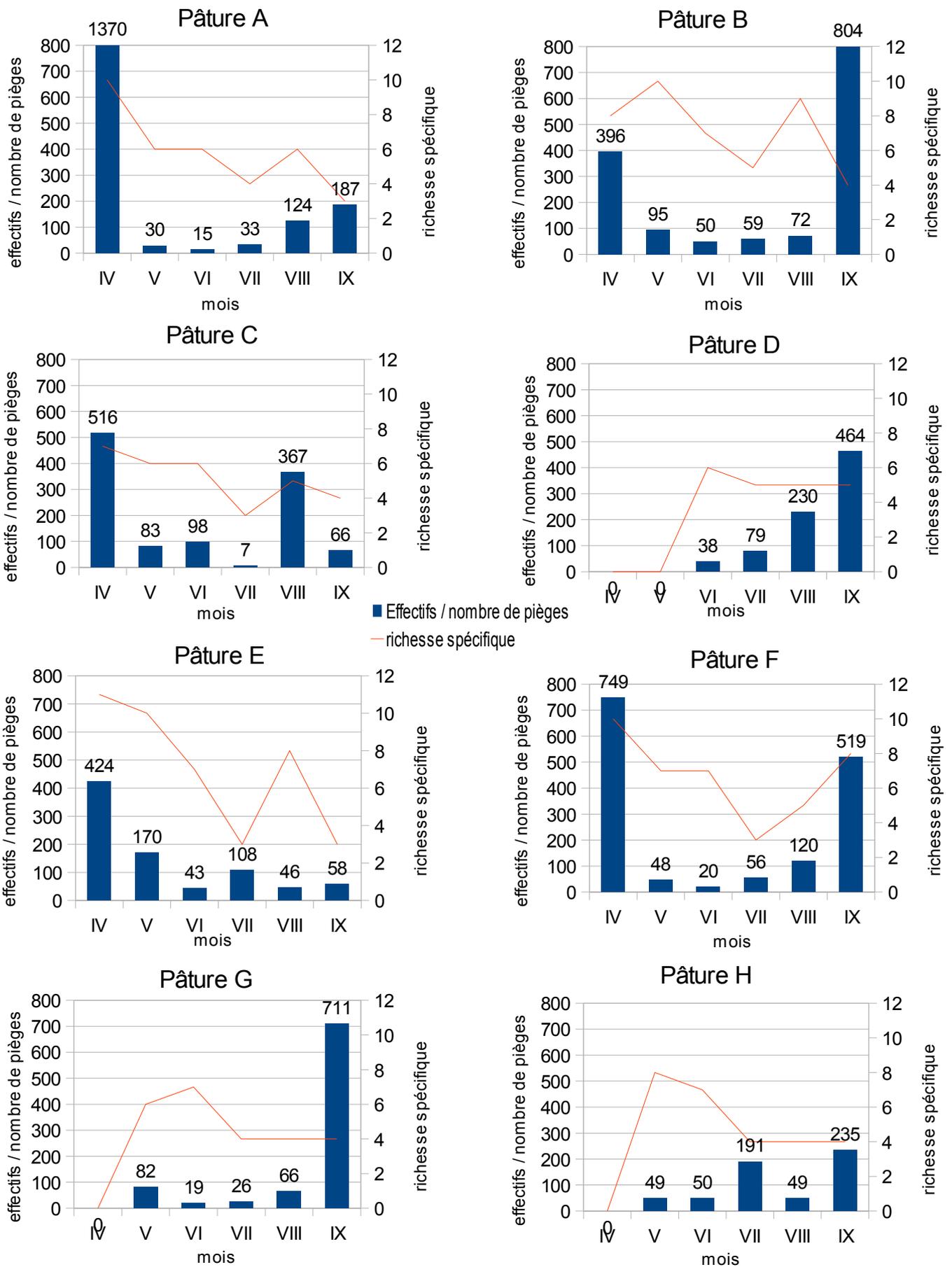
La richesse spécifique maximale est atteinte au cours du mois de mai (13 espèces) et est minimale en août (7 espèces). D'une manière générale, la richesse spécifique est la plus importante au printemps (avril, mai et juin) et chute ensuite fortement en été avant de marquer un second pic en août-septembre.

C'est au mois d'avril que l'abondance totale est la plus forte. A cette période, *Melinopterus prodromus* représente près de 95% des effectifs et les espèces de la guildes des résidents sont alors largement dominantes. Les fouisseurs présentent à cette période des effectifs très faibles (1,8% ; effectif total=126). L'abondance totale chute drastiquement au mois de mai. A cette période, *Melinopterus prodromus* a presque complètement disparu et le peuplement tend à s'équilibrer.

Les pics d'abondance décalés dans le temps mettent en évidence une succession temporelle dans l'exploitation de la ressource trophique par les différentes guildes. Cette succession temporelle s'explique par les stratégies développées par ces espèces face à une ressource alimentaire éphémère. Ainsi, *Melinopterus prodromus*, espèce à stratégie démographique de type r, produit une grande quantité d'individus. Après le pic d'abondance printanier, une grande quantité de ressource alimentaire se trouve disponible pour les autres espèces. La richesse spécifique augmente alors, en même temps que l'abondance se stabilise, ce qui se traduit par la diversification du peuplement en mai et juin. Le mois de juillet est marqué par une forte diminution de la richesse spécifique. Les espèces printanières se sont déjà reproduites et les imagos ne volent plus.

Enfin, l'automne se caractérise par un nouveau pic d'abondance et une augmentation du nombre d'espèces. Ce phénomène s'explique d'une part par l'apparition des espèces automnales (*Nimbus contaminatus* par exemple) et par l'émergence de la seconde génération des espèces ayant deux générations par an, une au printemps et une en automne (dites bivoltines).

Le figure 24, permet de comparer l'évolution des effectifs et de la richesse spécifique au cours du temps pour chaque site.



**Figure 24** : Evolution de l'abondance moyenne et de la richesse spécifique totale par site d'avril à octobre

La pâture A enregistre des effectifs très élevés au mois d'avril qui s'expliquent par une présence importante de *Melinopetrus prodromus*. On observe, entre avril et mai, une chute des effectifs (moins 98%), conséquence de la disparition de *Melinopterus prodromus*. Les effectifs se maintiennent ensuite à un niveau très bas jusqu'en octobre et le second pic d'abondance, qui marque la période automnale, est discret. La richesse spécifique, qui varie entre 10 à 3 espèces, ne cesse de diminuer d'avril à octobre pour atteindre un minimum en fin de saison. La diversité générale est par conséquent faible et semble indiquer une perturbation.

La pâture B suit grossièrement la tendance de l'évolution générale du peuplement au cours de la saison à la fois en termes d'effectifs et de richesse spécifique. On observe une augmentation importante des effectifs en fin de saison, ce qui contraste avec les autres pâtures où les effectifs d'automne se situent en général à un niveau plus bas que les effectifs printaniers. Ces effectifs élevés en fin de saison s'expliquent par l'abondance, en plus de *Melinopterus prodromus*, de *Nimbus contaminatus*, espèce typiquement automnale.

Les effectifs de la pâture C présentent une évolution un peu atypique, dans le sens où ils sont particulièrement élevés au mois d'août au regard des autres sites et chutent de manière significative en septembre. La seconde génération de *Melinopterus prodromus* est absente, les effectifs élevés du mois d'août s'expliquent par la présence en nombre d'*Acrossus rufipes*.

En l'absence de données pour avril et mai, il est difficile d'analyser les courbes d'abondance et de richesse spécifique pour la pâture D. L'évolution des effectifs semble suivre la tendance générale pour la fin de saison, marquée par un regain en août (*Acrossus rufipes*) et septembre (*Nimbus contaminatus* et *Melinopterus prodromus*). La richesse spécifique reste cependant faible en août.

L'histogramme de l'abondance de la pâture E montre une faible diminution des effectifs entre avril et mai (moins 60%). La richesse spécifique, particulièrement importante pour cette pâture, diminue progressivement jusqu'en juillet. La seconde génération de *Melinopterus prodromus* est particulièrement discrète ce qui se traduit par de faibles effectifs en août et surtout en septembre.

La pâture F suit de très près l'allure des courbes moyennes d'abondance et de richesse spécifique. On constate cependant une chute des effectifs de l'ordre de 94% entre avril et mai, en même temps qu'une diminution notable de la richesse spécifique. Ces variations peu habituelles sont à corréliser avec un indice de diversité relativement faible. Les effectifs de la seconde génération de *Melinopterus prodromus* sont importants.

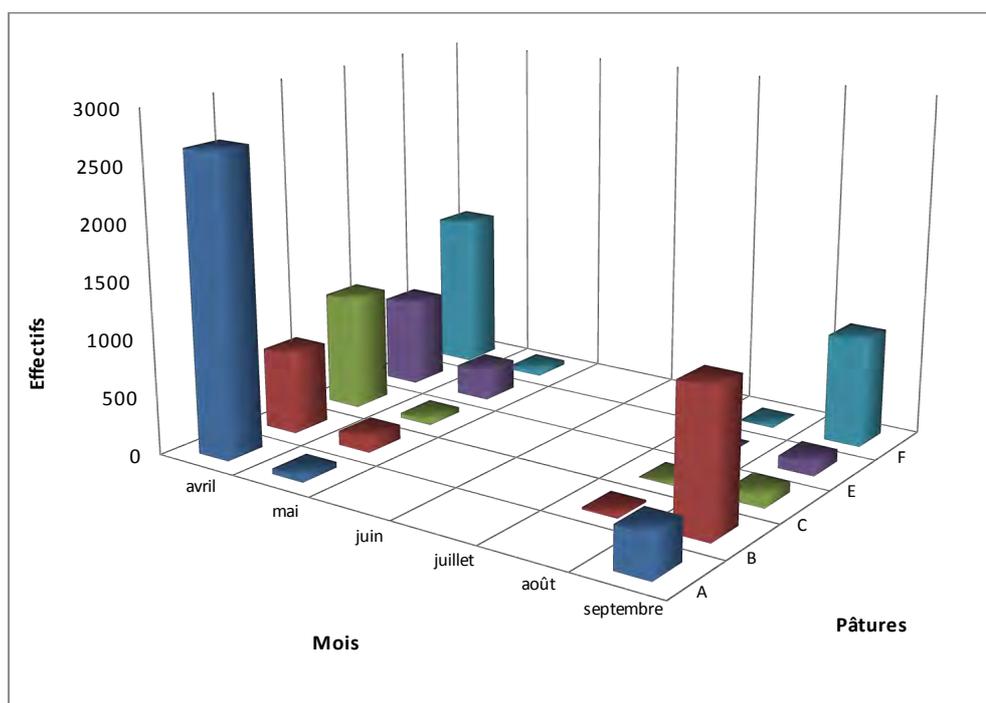
La pâture G n'a pas fait l'objet de prélèvement en avril. On remarque une augmentation importante des effectifs en septembre qui s'explique par une seconde génération de *Melinopterus prodromus* particulièrement abondante. Le nombre d'espèces reste cependant faible au mois d'août.

La pâture H n'a pas fait l'objet de prélèvement en avril. On remarque des effectifs élevés au mois de juillet du fait d'une forte abondance d'*Acrossus rufipes*. Le nombre d'espèces reste cependant faible au mois d'août.

## D.1.5 ÉVOLUTION DES EFFECTIFS DE *MELINOPTERUS PRODROMUS*

*Melinopterus prodromus* est l'espèce la plus abondante sur les sites étudiés. Cet Aphodius est bivoltin, c'est-à-dire qu'il produit deux générations annuelles, l'une printanière, l'autre automnale. Les effectifs de la génération printanière sont généralement plus importants que ceux de la seconde génération (Lumaret, 1990). La différence relative des effectifs de la première et la seconde génération est un bon indicateur pour expliquer d'éventuelles perturbations au cours de la phase larvaire. C'est en effet durant cette période du développement que ces insectes sont les plus sensibles, notamment aux résidus d'antiparasitaires dans les excréments.

La figure 25 présente l'évolution des effectifs de *Melinopterus prodromus* d'avril à septembre, pour les cinq pâtures suivies sur l'ensemble de la période (A, B, C, E et F). Les pâtures D, G et H n'ayant pas fait l'objet de relevés entomologiques pendant la période de vol de la première génération ont été exclues de l'analyse.



**Figure 25 :** Évolution des effectifs de *Melinopterus prodromus* d'avril à septembre sur les pâtures A, B, C, E et F

En avril, l'espèce est présente sur les cinq pâtures étudiées avec des effectifs totaux qui varient de 2661 individus (pât. A) à 719 individus (pât. B). L'espèce régresse très fortement dès le mois de mai pour disparaître en juin et juillet. La chute des effectifs entre avril et mai est particulièrement importante pour les pâtures A (diminution de 99%), F (diminution de 97%) et C (diminution de 96%). La pât. E enregistre la baisse la plus faible, de l'ordre de 65%. Les imagos de la seconde génération commencent à émerger en août mais c'est surtout au mois de septembre que l'on enregistre les plus gros effectifs de fin d'été et d'automne. Les effectifs de la seconde génération sont élevés pour la pât. B (n=1253) et F (n=954) et sont faibles pour les pâtures A (n=372), et davantage pour les sites C (n=99) et E (n=112).

La comparaison des effectifs de la première génération (données d'avril) et de la seconde génération (données de septembre) montrent que quatre pâtures enregistrent une baisse importante des effectifs. La baisse la plus forte étant attribuée aux pâtures C (-90%) et A (-87%) et E (-86%). A l'inverse, on observe une hausse de 43% des effectifs sur le site B.

## D.1.6 ANALYSE SPATIALE DES PEUPELEMENTS

Les analyses suivantes ont été réalisées à partir du jeu de données des sept sites suivants : A, B, C, E, F, G et H, sur la période de mai à septembre. La pâture D n'ayant pas fait l'objet de prélèvement entomologique en avril et mai a été écartée des analyses.

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée entre espèces et sites. Elle permet d'obtenir la projection simultanée sur un plan à la fois des sites, des espèces et de leurs effectifs. Les classes ont été définies à partir du calcul des distances de la classification ascendante hiérarchique (CAH) qui permet d'effectuer des regroupements de sites en prenant en compte leur composition spécifique en coléoptères coprophages. La CAH est une méthode graphique qui hiérarchise des classes selon leur niveau de complexité et d'homogénéité.

L'analyse du dendrogramme obtenu (cf. figure 26) montre qu'un premier ensemble, constitué d'un site (pâture B), s'individualise à une distance de similarité de 13,9% ; à 15,6% de similarité, le site E s'individualise à son tour. Les pâtures A et H constituent un autre ensemble qui s'individualise à une distance de similarité de 22,2% tandis qu'à 25% se séparent enfin d'une part les sites F et G qui forment une classe et le site C. On obtient de la sorte cinq classes.

Le dendrogramme obtenu par la CAH réalisé sur l'ensemble des données (valeurs cumulées d'avril à septembre) permet de définir cinq classes :

- Groupe 1 : il est représenté par la pâture B et est caractérisé par la présence prépondérante de *Nimbus contaminatus* et également par un cortège d'espèces ayant une affinité pour les milieux semi-ouverts (*Nimbus contaminatus*, *Aphodius foetens*) ;
- Groupe 2 : il est représenté par la pâture E. Il est caractérisé par la présence d'espèces ayant une affinité avec les pâtures sur sols humides et argileux, à l'image d'*Ontophagus vacca*. Il diffère également des autres sites par la présence de *Calamosternus granarius* que l'on ne retrouve sur aucune autre pâture ;
- Groupe 3 : les sites A et H sont réunis au sein d'un même groupe. Ils partagent en commun la présence d'*Otophorus haemorrhoidalis* ;
- Groupe 4 : il est représenté par la pâture C et est caractérisé notamment par la présence importante d'*Onthophagus coenobita* et d'*Agrilinus rufipes* ;
- Groupe 5 : les sites G et F sont réunis au sein d'un même groupe. Ils ont en commun *Geotrupes punctiocolis* ou encore *Esymus pusillus*.

L'analyse des résultats obtenus avec l'AFC permet d'illustrer graphiquement ces différents ensembles. Les deux premiers axes factoriels F1 et F2 représentent ensemble 89% de la variance observée (cf. figure 27).

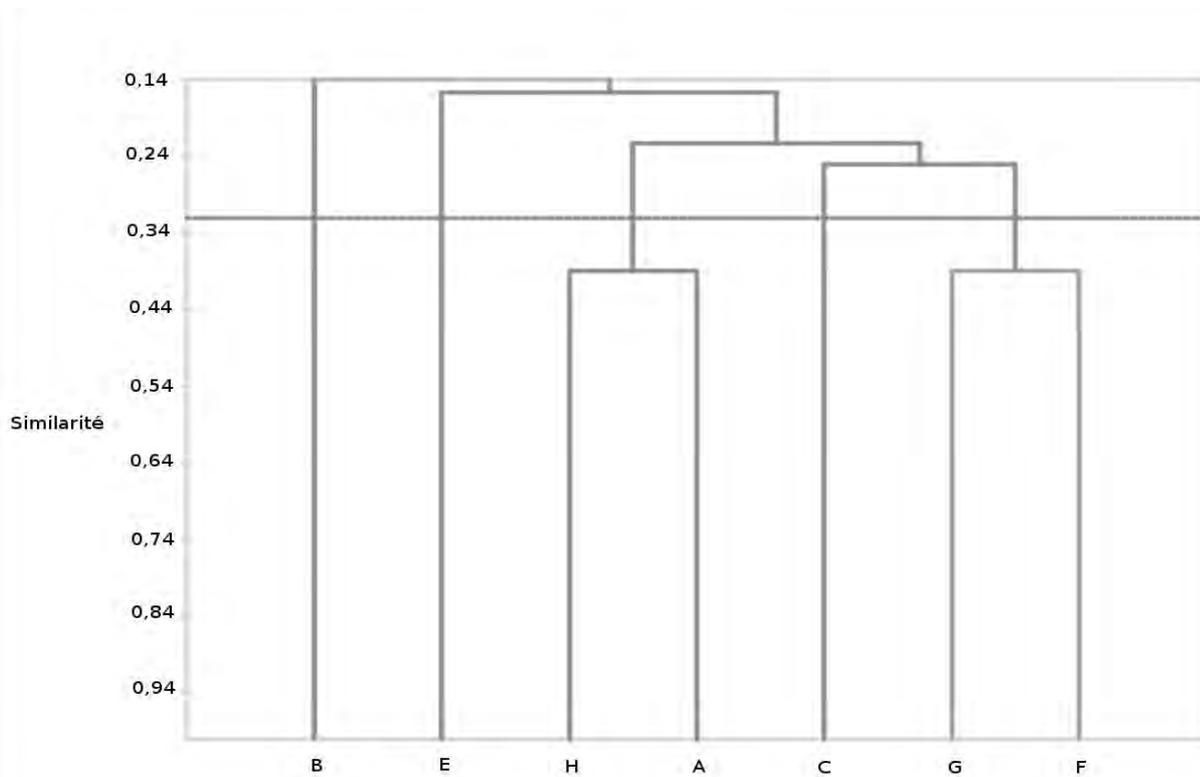


Figure 26 : Dendrogramme présentant le degré de similitude entre les pâtures étudiées

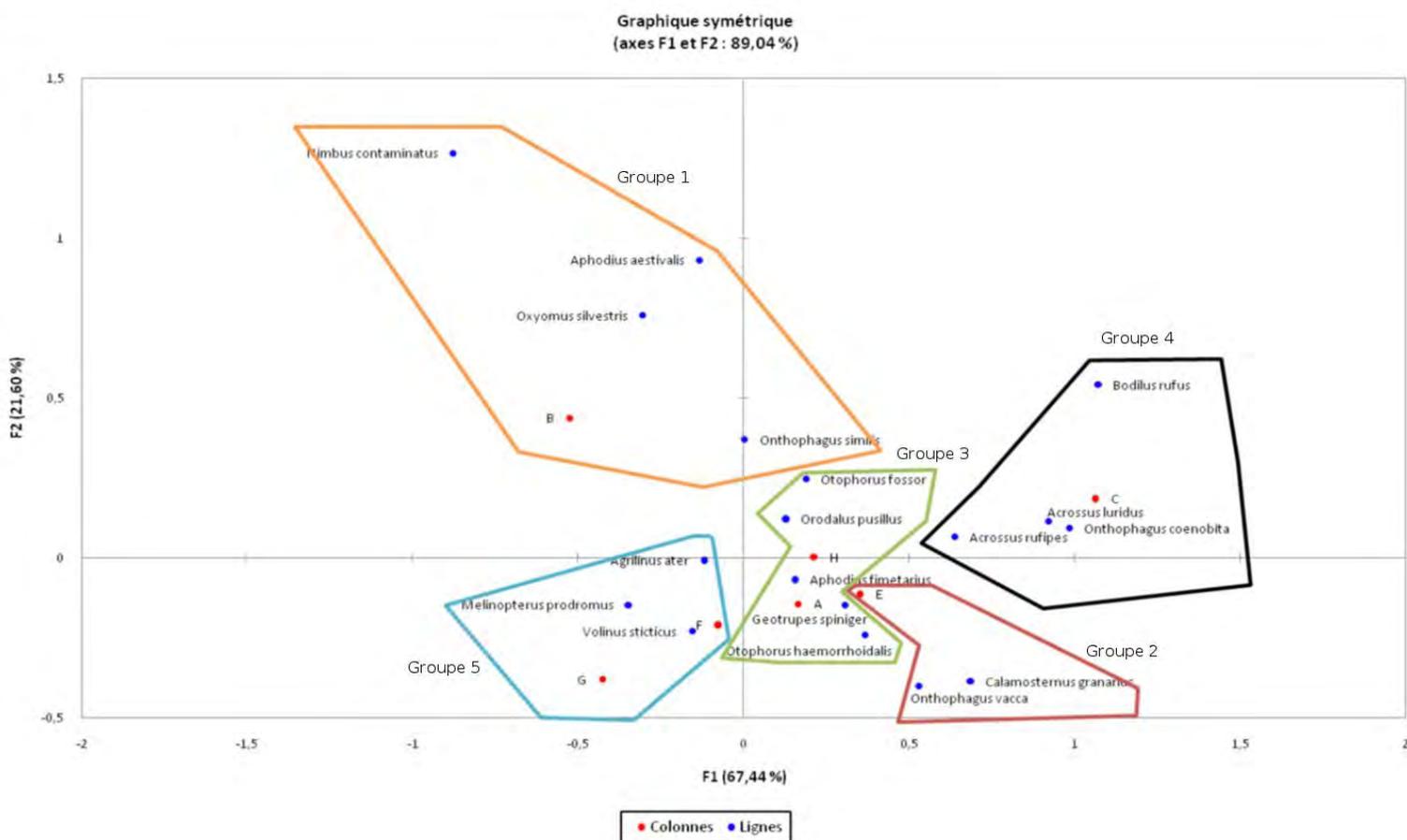


Figure 27 : Graphique symétrique montrant les pâtures et les cortèges d'espèces qui les caractérisent

## D.1.7 INFLUENCE DES TRAITEMENTS ANTIPARASITAIRES SUR LES COLÉOPTÈRES COPROPHAGES

### D.1.7.1 TEST DE KRUSKAL-WALLIS

Le tableau ci-dessous présente les valeurs de p pour les différentes modalités testées du test de Kruskal-Wallis réalisé à partir des abondances moyennes des coléoptères coprophages et des cinq sites ayant fait l'objet de prélèvements sur l'ensemble de la période d'étude (cf. tableau 13).

**Tableau 13** : Présentation du résultat du test de Kruskal-Wallis concernant les traitements administrés à la mise à l'herbe ou en cours de saison de pâturage

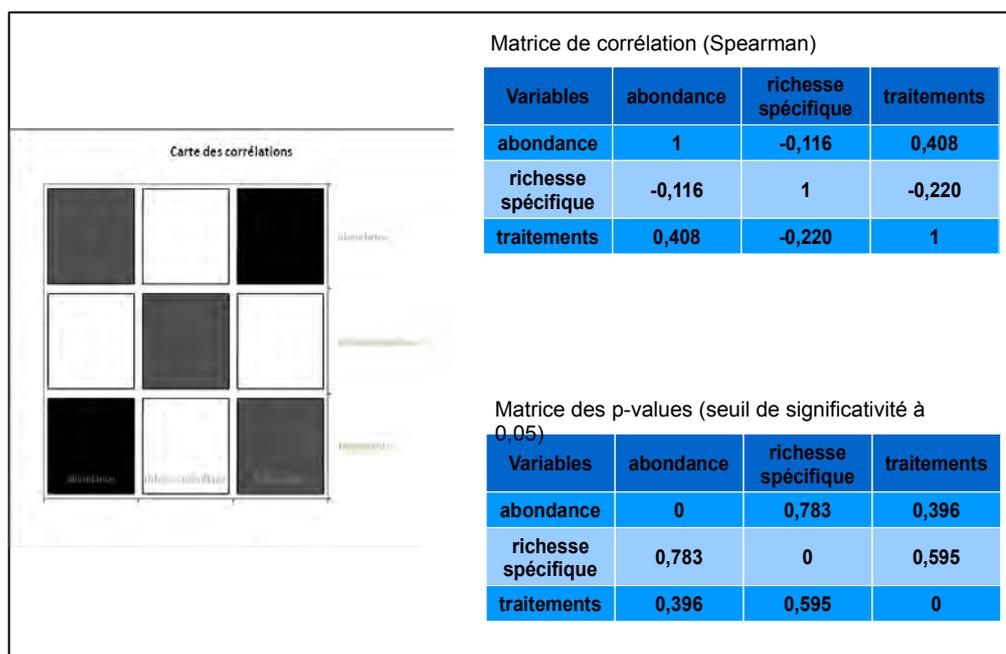
Modalités testées	P-value
site E (non traité) VS site A (Ivermectine - PO)	0,45
site E (non traité) VS site G (Levamisole - bolus continue)	0,35
site E (non traité) VS site H (Moxidectine - LA)	0,47
site E (non traité) VS site C (Moxidectine - PO)	0,75
site E (non traité) VS site F (Fenbendazole)	0,92
site E (non traité) VS site B (Levamisole)	0,45

Seuil de rejet fixé à 5%

Pour l'ensemble des modalités testées, l'hypothèse nulle (H0) doit être rejetée au seuil de 5%. Par conséquent, on ne peut conclure à l'existence de différences significatives d'abondances en coléoptères coprophages selon les différents traitements administrés au printemps ou en été et l'absence de traitement. La puissance de ce test n'étant pas satisfaisante, les chances de démontrer une différence d'abondance entre traitement et absence de traitement est très faible et s'explique par une trop faible taille de l'échantillon.

### D.1.7.2 TEST DE CORRÉLATION

La figure ci-dessous présente les résultats du test de corrélation de Spearman entre les variables abondances, richesse spécifiques et traitements de printemps ou d'été (cf. figure 28).



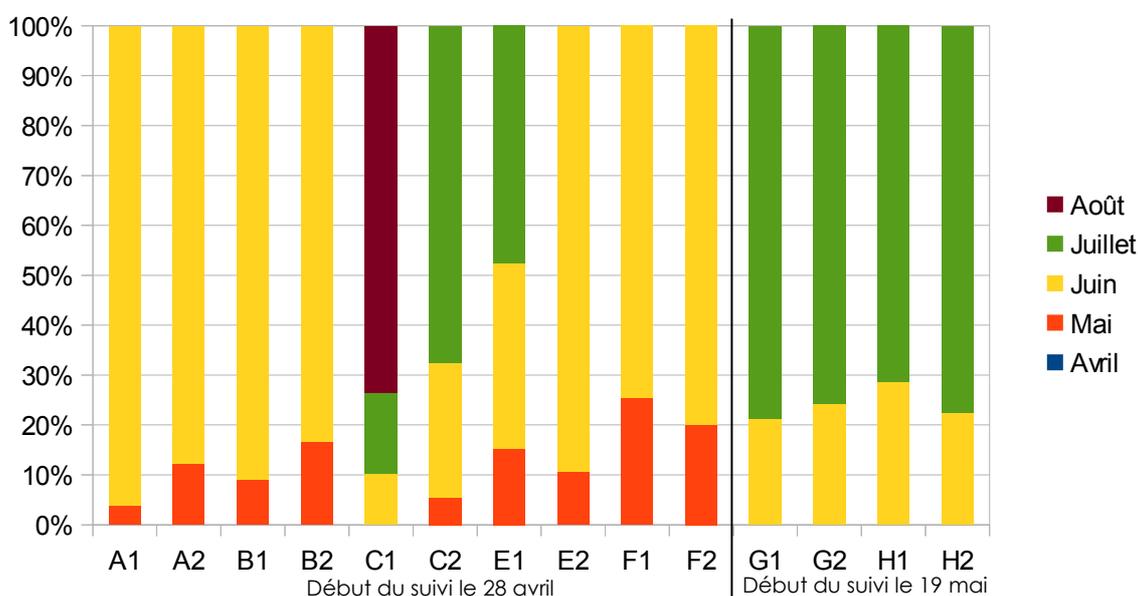
**Figure 28** : Carte des corrélations, tableau des corrélations et matrice des p-values

La couleur noire de la carte de corrélation signifie qu'une influence positive existe entre les deux paramètres. Inversement, la couleur blanche indique une influence négative entre les deux paramètres.

La carte des corrélations montre qu'il existe une corrélation positive entre abondance vs traitement et des corrélations négatives entre richesse spécifique vs abondance et richesse spécifique vs traitements. Cependant, pour l'ensemble des modalités testées, l'hypothèse nulle (H0) doit être rejetée au seuil de 5%. Par conséquent, on ne peut conclure à l'existence de différences significatives entre les différentes modalités testées. Comme précédemment, la faiblesse de la taille de l'échantillon limite la puissance de test.

## D.1.8 SUIVI DU TEMPS DE DÉGRADATION DES EXCRÉMENTS

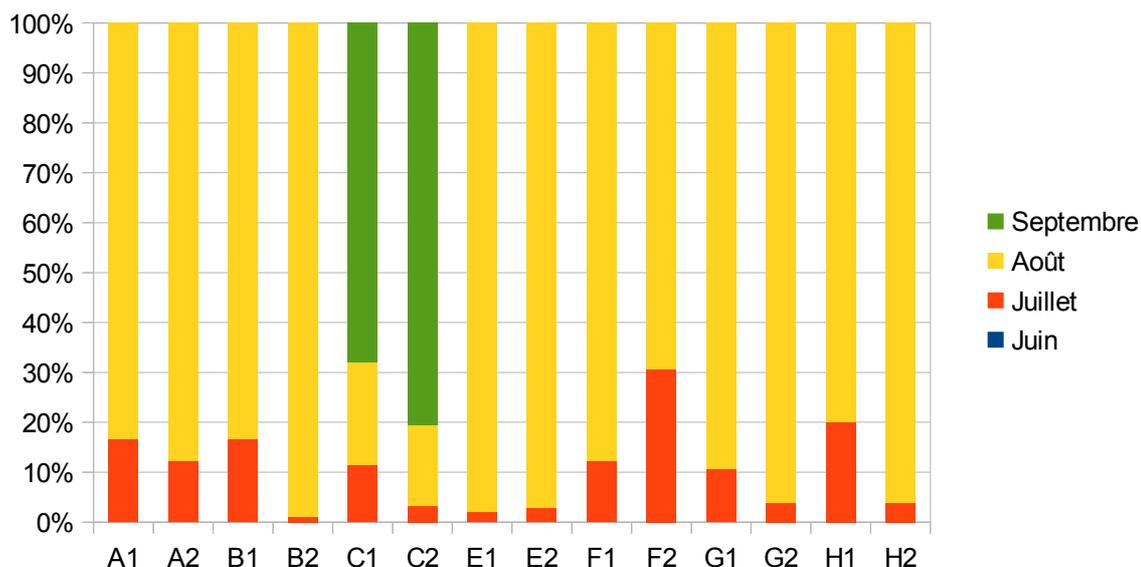
Les figures ci-dessous présentent les résultats du suivi du temps de dégradation des excréments de printemps (cf. figure 29) et d'été (cf. figure 30).



**Figure 29** : Taux de dégradation des excréments de printemps par pâture (début du suivi le 28 avril pour les sites A, B, C, E et F et le 19 mai pour les sites G et H)

La figure 29 montre que 100% des excréments suivis au printemps se sont complètement dégradés au bout de quatre mois. Si la plupart des excréments se dégradent rapidement après leur dépôt (78% ont disparu après deux mois), le processus de dégradation est plus long sur le site C pour les deux excréments et sur le site E pour une des deux bouses suivies. Sur la pâture C, on enregistre un retard de dégradation de un (C2) à deux mois (C1) par rapport aux autres pâtures.

Le diamètre des excréments évolue peu le premier mois suivant le dépôt (taux de dégradation moyen de 20,5%) puis s'accélère rapidement le deuxième mois avec une réduction du diamètre pouvant atteindre 96% en un mois. Le premier mois, le processus de dégradation se met en place et le diamètre et l'aspect général des déjections évoluent peu. A partir du deuxième mois, la colonisation de la végétation semble être un paramètre majeur dans l'accélération du processus de dégradation.



**Figure 30** : Taux de dégradation des excréments d'été par pâture (début du suivi le 29 juin)

La figure 30 montre que 100% des excréments suivis en été ont disparu au bout de trois mois après leur dépôt et plus de 85% après deux mois. Seuls les excréments de la pâture C montrent un retard de dégradation d'un mois.

D'une manière générale, les excréments d'été se dégradent plus vite que ceux de printemps. Hormis pour les déjections du site C qui enregistrent un retard de dégradation pouvant aller jusqu'à deux mois, il n'y a pas de différence importante dans le temps de dégradation en fonction des pâtures étudiées, hormis pour la pâture C.

## D.1.9 DISCUSSION ET CONCLUSION DU VOLET ÉCOLOGIQUE

Les 19 espèces inventoriées dans le cadre de cette étude représentent plus d'un quart (27%) des espèces de coléoptères *Scarabaeoidea* coprophages du Nord – Pas-de-Calais. La richesse spécifique globale est assez proche de ce que l'on peut espérer observer dans les prairies humides du Nord de la France. Les milieux humides étant en règle générale moins favorables à ces espèces que les milieux secs (coteaux calcaires notamment). La plupart des espèces observées sont communes en France (Lumaret, 1990). Quatre espèces présentent néanmoins un intérêt au niveau régional : *Agrilinus ater*, *Agrilinus rufus*, *Nimbus contaminatus* et *Oxyomus sylvestris*. Parmi ces espèces, aucune ne possède cependant un statut de rareté élevé dans le Nord – Pas-de-Calais et en France. Aucun enjeu fort de conservation lié à la présence d'espèces de haute valeur patrimoniale n'a donc été identifié sur les sites étudiés.

On constate également l'absence dans la liste faunistique d'un certain nombre d'espèces communes dans les prairies humides et mésophiles du Nord de la France comme *Melinopterus schacelatus*, *Colopterus erraticus* ou *Anoplotrupes stercorosus*.

D'une manière générale, les peuplements des différentes pâtures étudiées sont majoritairement composés d'espèces ubiquistes. Quelques unes ont une affinité pour les milieux ouverts hygrophiles (*Geotrupes puncticollis*, *Onthophagus coenobita*, *Agrilinus rufus*, *Aphodius foetens* et *Teuchestes fossor*). Une espèce, *Volinus stricticus*, affectionne les milieux semi-ouverts.

La figure 23, qui illustre l'évolution de l'abondance et de la richesse spécifique au cours des six mois de l'étude, met en évidence deux périodes de plus grande activité des imagos. La période printanière s'illustre par la plus forte abondance (avril) mais également par une richesse spécifique élevée (avril, mai et juin). Un deuxième pic d'abondance et de richesse spécifique s'observe à la fin de l'été et au début de l'automne (août, septembre). C'est également en fin d'été et début d'automne qu'apparaissent les espèces de grande taille de la guildes des fouisseurs (*Geotrupidae*), qui sont particulièrement sensibles aux perturbations du fait du faible renouvellement de leurs populations (stratégie de reproduction de type K). C'est principalement pendant les périodes de vol et de reproduction qui s'étalent d'avril à juin et de fin août à septembre pour la plupart des espèces, que l'utilisation de médicaments antiparasitaires présente le plus grand risque pour la faune des coléoptères coprophages. Ce constat, basé sur des relevés réalisés en prairies humides en 2011, ne peut cependant être généralisé à d'autres contextes géographiques et écologiques. En outre, une seule année de prélèvement ne permet pas de disposer d'un jeu de données assez précis pour généraliser ses résultats, d'autant que le printemps 2011, particulièrement chaud et sec, a été atypique. Des relevés complémentaires devront être réalisés pour préciser les périodes de plus grande activité des coléoptères coprophages dans notre région et éventuellement élargir à d'autres types de milieux.

On remarque une certaine hétérogénéité dans la structure des peuplements pour les sites A, B, C, E et F. La richesse spécifique est globalement assez similaire entre ces cinq sites (entre 13 et 16 espèces). D'une manière générale les cortèges sont assez proches et dix espèces sont communes à ces cinq pâtures (*Onthophagus coenobita*, *Onthophagus vacca*, *Acrossus luridus*, *Acrossus rufipes*, *Agrilinus ater*, *Aphodius fimetarius*, *Melinopterus prodromus*, *Esymus pusillus*, *Teuchestes fossor* et *Volinus stricticus*). Une espèce (*Calamosternus granarius*) n'est présente que sur la pâture E et deux espèces (*Onthophagus similis* et *Oxyomus sylvestris*) ne sont présentes que sur deux sites (E et B). La pâture E, avec la plus grande richesse spécifique, la présence de quatre espèces patrimoniales et des trois espèces les plus rares dans le cadre de cette étude accueille le cortège le plus intéressant.

La distribution des coléoptères coprophages est localement influencée par de nombreux paramètres du milieu dont les principaux sont le degré d'ouverture de la végétation, la nature et l'hygrométrie du sol. Les analyses multivariées ont permis de rendre compte de la présence de groupes d'espèces aux seins des peuplements étudiés. Si la plupart des sites accueillent un

peuplement composé d'espèces euryèces<sup>23</sup>, quelques sites hébergent des espèces plus exigeantes comme la pâture E qui se caractérise par la présence d'espèces ayant une affinité pour les sols humides et argileux. Bien que les conditions écologiques des milieux étudiés soient peu contrastés (prairies humides ouvertes à semi-ouvertes pâturées par des bovins), les facteurs écologiques semblent influencer la distribution locale des coléoptères coprophages.

La comparaison des indices écologiques montrent que le peuplement du site A est particulièrement peu contrasté et diversifié par rapport aux autres peuplements étudiés. Dans une moindre mesure, le peuplement de la pâture F est peu diversifié. La valeur de ces indices semble traduire un déséquilibre du peuplement de la pâture A (et dans une moindre mesure du site F) qui s'explique par la sur-représentation d'une espèce (*Melinopterus prodromus*). C'est également pour le site A qu'une diminution importante d'abondance entre la première génération (avril) et la seconde (septembre) de *Melinopterus prodromus* a été observée. Une forte diminution des effectifs a également été notée pour deux autres sites (C et E).

Un traitement à l'ivermectine a été administré aux bovins de la pâture A au mois de juillet. Si l'impact de ce traitement sur le peuplement des coléoptères coprophages et sa dynamique est potentiel au regard de la nocivité avérée de cette molécule sur la faune (Dadour *et al.*, 1999 ; Errouissi *et al.*, 2001 ; Floate *et al.*, 2002 ; Iwasa *et al.*, 2007 ; O'hea *et al.*, 2010), il est difficile à expliquer dans le cadre de cette étude pour plusieurs raisons. Le traitement à l'ivermectine a été réalisé à la mi-juillet, période de moindre activité imagos. Le risque pour la faune est donc plus faible à cette période puisque peu d'insectes colonisent de nouveaux excréments. Nous avons observé une diminution des effectifs de *Melinopterus prodromus* entre la première et la seconde génération presque aussi importante que pour la pâture ayant accueilli des bovins non traités. Au moment du traitement, les individus de la seconde génération de *Melinopterus prodromus* sont à l'état larvaire dans des bouses excrétées avant le traitement qui ne présentent aucun risque pour les larves. Des impacts négatifs sur les imagos fraîchement éclos de la seconde génération, sur leur taux de fécondité et sur la survie des œufs issus de la seconde génération reste cependant possible.

Une récente étude a montré que l'impact de l'ivermectine sur la survie des larves de coléoptères coprophages des régions tempérées du Nord de l'Europe pouvait avoir des répercussions à court et long terme sur les cohortes d'insectes coprophages (O'hea, 2010). Krüger et Scholtz (1998a et 1998b) ont également montré des changements structurels au sein des communautés d'insectes coprophages après traitement aux doses standards d'ivermectine (200 µg/kg). Cependant, étant donné la variété des facteurs de risque à l'échelle d'un paysage, et notamment : 1-le nombre d'animaux traités avec des lactones-macrocycliques, 2-les périodes de traitement différentes en fonction des élevages, 3-les concentrations plus ou moins importantes excrétées dans les déjections, 4-la vitesse de métabolisation des molécules dans le milieu extérieur, il n'est pas surprenant qu'il y ait une si grande incertitude sur l'ampleur de l'impact de l'usage des molécules vétérinaires sur les populations d'insectes coprophages (O'hea, 2010).

Les différences d'évolution de l'abondance et de la richesse spécifique au cours du temps sur les huit pâtures étudiées (cf. figure 24) sont difficiles à corréliser avec les traitements vétérinaires ; d'autres facteurs non testés dans le cadre de ce travail semblent jouer un rôle sur la structuration et l'évolution des peuplements. Les espèces à nidification complexe (guilde des fouisseurs), qui sont considérées comme plus sensibles aux perturbations du fait d'une moins grande fécondité (stratégie de type K), se retrouvent autant dans les pâtures qui accueillent des bovins traités aux lactones-macrocycliques (ivermectine et moxidectine) que dans les autres sites (avec ou sans traitement).

L'échantillonnage appliqué résulte d'un compromis entre un nombre suffisant de traitements antiparasitaires différents pour permettre une analyse pertinente des données vétérinaires et un nombre de relevés entomologiques qui soit techniquement réalisable (notamment en terme de temps de détermination). Avec un total de 78 pièges entomologiques installés pour huit sites,

23 Euryèce : qui caractérise les espèces ayant une grande valence écologique. C'est à dire qui peuvent supporter d'importantes variations vis-à-vis des facteurs écologiques.

soit moins de dix pièges par site sur l'ensemble de la période d'étude, la pression d'échantillonnage s'est avérée trop faible pour obtenir des données suffisamment robustes statistiquement. Le manque de puissance des tests statistiques utilisés ne permet pas de conclure sur l'existence d'effets des traitements antiparasitaires sur l'abondance et la richesse spécifique des coléoptères *Scarabaeoidea* coprophages. Les résultats traduisent davantage une insuffisance d'information (Scherrer, 2007).

En outre, malgré des sites aux conditions écologiques assez similaires, les variables écologiques et paysagères n'ont pas été suffisamment prises en compte dans ce travail. Elles pourraient expliquer localement une différence d'abondance et de richesse spécifique. D'autres facteurs comme la présence de pâtures à proximité immédiate des sites étudiés peuvent influencer les résultats par des apports d'individus (immigration en provenance des pâtures adjacents). A l'avenir, il serait intéressant d'affiner les protocoles :

- utiliser pour chaque type de traitement un plus grand nombre de répliquas ;
- intensifier davantage le piégeage afin de se rapprocher le plus possible du panel d'espèces présentes ;
- prendre en compte plus finement les variables écologiques (hygrométrie et nature du sol, structure de la végétation, contexte paysager, etc.) ;
- disposer de pâtures témoins n'ayant si possible jamais reçu de bovins traités, sinon n'ayant pas eu de bovins traités depuis au moins dix ans ;
- poursuivre les relevés pendant plusieurs années.

Le suivi du temps de dégradation des bouses n'a montré aucune différence, à l'exception de la pâture C, pour laquelle un mois supplémentaire a été nécessaire à la disparition complète des excréments. L'épandage de cyanamide calcique, amendement herbicide, fongicide, insecticide, ovicide, larvicide, nématicide, hélicide et, en certains cas, bactéricide, pourrait expliquer à lui seul l'allongement du temps de dégradation des bouses.

Ce suivi montre que les traitements administrés sur les sites étudiés n'ont pas eu d'impact en 2011 sur le temps de dégradation des bouses en milieu humide dans la région. Il confirme les résultats obtenus par plusieurs études réalisées dans les régions tempérées et fraîches (Dimander *et al.*, 2003 ; Floate *et al.*, 2005). D'après Dimander *et al.* (2003), le rôle des facteurs climatiques et microclimatiques (notamment les précipitations) dans la vitesse de disparition des excréments est plus important que l'impact induit par les traitements antiparasitaires. Barth (1993) précise que de nombreux facteurs influencent le processus de dégradation et de colonisation des excréments parmi lesquels on peut citer l'emplacement, le poids, la taille, la composition, la teneur en humidité ou la teneur en matière organique. Des études complémentaires seront nécessaires pour confirmer ces résultats obtenus avec des conditions climatiques particulières (printemps particulièrement chaud et sec et été très pluvieux).

Le manque d'informations sur l'impact des médicaments vétérinaires à court et long terme sur la dynamique des populations d'insectes coprophages dans le Nord de la France justifie de poursuivre ce travail en collaboration avec le monde universitaire. Des études *in situ* devront être engagées pour évaluer les effets des traitements antiparasitaires sur les peuplements des insectes coprophages à long terme.

## D.2 VOLET VÉTÉRINAIRE

### D.2.1 ANALYSE DES RÉSULTATS PÂTURAGE PAR PÂTURAGE

#### D.2.1.1 PÂTURE A

Le pré héberge des bœufs de race laitière (Prim'Holstein) de 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> saison. Aucun traitement n'est effectué à la mise à l'herbe mais un traitement à l'ivermectine mi-juillet.

A la rentrée, les bovins reçoivent un traitement douvicide (oxyclozanide) et stronglycicide (ivermectine) ou sont envoyés à l'abattoir.

Les traitements stronglycides sont identiques l'année précédente.

##### D.2.1.1.1 COMPTAGE DES LARVES DE STRONGLES DANS L'HERBE :

Le prélèvement réalisé à la mise à l'herbe dénombre 534 larves au stade L3 (dont 50% *Ostertagia* spp. et 50% *Cooperia* spp.)

Le prélèvement réalisé en été dénombre 54 larves au stade L3, toutes de type *Cooperia* spp.

Le prélèvement réalisé au moment de la rentrée des bovins à l'étable dénombre 361 larves au stade L3, toutes de type *Ostertagia* spp.

##### D.2.1.1.2 DOSAGE DU PEPSINOGENE SÉRIQUE DES BOVINS :

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans tableau 14.

**Tableau 14 :** Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture A

Numéro du bovin	Date de naissance	Sérologie douve à la mise à l'herbe Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Sérologie douve à la rentrée Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Dosage du pepsinogène sérique à la mise à l'herbe Unité : mUTyr	Dosage du pepsinogène sérique à rentrée à l'étable Unité : mUTyr
8433	09/08	16 -	22 D	1436	1356
8439	04/09	28 D	26 D	1516	1971
8440	04/09	12 -	0 -	1386	1754
8443	04/09	32 +	0 -	1180	1795
8447	05/09	16 -	4 -	1958	2564
8448	05/09	20 D	16 -	1645	2337
8449	05/09	40 +	53 +	1769	1930
8450	05/09	47 +	63 +	1450	1832
8451	05/09	0 -	3 -	1453	1688
8463	10/09	6 -	40 +	1220	1662
Moyenne				1501	1889

Le dosage de pepsinogène sérique est peu interprétable sur des animaux laitiers en deuxième saison de pâturage car les facteurs de lésions abomasales sont plus nombreux et la corrélation moins bonne avec le statut parasitaire.

Les résultats peuvent néanmoins être considérés comme élevés. Le traitement macrolide à la rentrée est probablement justifié.

### **D.2.1.1.3 DOUVE**

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans le tableau 24 (page 116).

Les bovins concernés par l'étude n'ont pas eu de traitement douvicide l'année précédente.

A la mise à l'herbe comme à la rentrée à l'étable, trois sont séropositifs et deux douteux. Les bovins se sont donc contaminés dans une autre parcelle. La contamination dans ce pré est faible.

L'éleveur n'identifie pas les limnées, déclare n'en avoir jamais vu et n'a jamais été confronté à des saisies de foies à l'abattoir. Lors de l'étude, des limnées ont néanmoins été observées sur la pâture.

Le traitement douvicide à la rentrée est justifié. Il aurait été souhaitable à la rentrée à l'étable de l'année précédente.

Le clôturage du ruisseau permettrait probablement de limiter la contamination de sortes à éviter le traitement.

## D.2.1.2 PÂTURE B

Ce pré héberge des génisses laitières Prim'Holstein, en deuxième saison de pâturage.

L'éleveur n'effectue aucun traitement à la mise à l'herbe mais une injection de lévamisole en été (15 juillet) - ce qui l'oblige à rattraper les animaux - puis de l'éprinomectine à la rentrée à l'étable.

L'année précédente, les bovins ont reçu de la moxidectine LA à la mise à l'herbe.

### D.2.1.2.1 COMPTAGE DES LARVES DE STRONGLES DANS L'HERBE

Le prélèvement réalisé à la mise à l'herbe ne dénombre aucune larve au stade L3.

Le prélèvement réalisé en été dénombre 673 larves au stade L3 dont 17% *Ostertagia spp.* et 83% *Cooperia spp.*

Le prélèvement réalisé au moment de la rentrée des bovins à l'étable dénombre 138 larves d'*Ostertagia spp.* au stade L3.

### D.2.1.2.2 DOSAGE DU PEPSINOGENE SÉRIQUE DES BOVINS :

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans tableau 15.

**Tableau 15 :** Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture B

Numéro du bovin	Date de naissance	à la mise à l'herbe Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Sérologie douve à la rentrée Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Dosage du pepsinogène sérique à la mise à l'herbe Unité : mUTyr	Dosage du pepsinogène sérique à la rentrée à l'étable Unité : mUTyr
6216	05/09	5 -	24 D	963	815
6224	06/09	14 -	36 +	770	740
6238	08/09	1 -	9 -	959	916
6241	09/09	0 -	10 -	784	925
6242	09/09	0 -	2 -	921	777
6243	09/09	0 -	38 +	921	832
6247	09/09	0 -	28 D	803	1050
6270	11/09	15 -	44 +	714	879
6273	11/09	0 -	5 -	1025	1215
3274	11/09	0 -	29 D	858	603
Moyenne				872	875

Le dosage de pepsinogène sérique est peu interprétable en deuxième saison de pâturage des animaux laitiers.

Néanmoins, ils peuvent ici être considérés comme faibles. L'année précédente, les bovins ont été traités efficacement à la moxidectine longue action. Le vétérinaire préconise du lévamisole à la mise à l'herbe et de l'éprinomectine à la rentrée (peu de choix thérapeutique disponible pour des génisses devant vêler prochainement).

L'analyse montre que l'éleveur pourrait probablement surseoir au traitement ou administrer un benzimidazole.

### **D.2.1.2.3 DOUVE**

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans tableau 24 (page 116).

Aucun traitement contre la douve n'a été effectué l'année précédente. Tous les bovins sont séronégatifs en arrivant dans ce pré en zone humide.

La contamination est réelle mais ne concerne que la moitié des animaux.

L'éleveur n'identifie pas les limnées, déclare n'en avoir jamais vu et n'a jamais été confronté à des saisies de foies à l'abattoir. Lors de l'étude, des limnées ont néanmoins été observées sur la pâture.

Les animaux n'ont pas accès à l'étang du fond du pré et s'abreuvent dans une cuve entourée de cailloux pour limiter les zones humides.

A la lecture des résultats, un traitement douvicide à la rentrée à l'étable serait justifié.

### D.2.1.3 PÂTURE C

Ce pré héberge des génisses Prim'Holstein de deuxième saison de pâturage.

Un traitement à la moxidectine pour-on est effectué à la mise à l'herbe et un traitement à l'éprinomectine à la rentrée à l'étable.

Un traitement identique a été effectué la saison précédente.

#### D.2.1.3.1 COMPTAGE DES LARVES DE STRONGLES DANS L'HERBE

Le prélèvement réalisé à la mise à l'herbe dénombre 44 larves d'*Ostertagia spp.* au stade L3.

Le prélèvement réalisé en été dénombre 95 larves d'*Ostertagia spp.* au stade L3.

Le prélèvement réalisé au moment de la rentrée des bovins à l'étable ne dénombre aucune larve au stade L3. Ce qui constitue un résultat surprenant – voire anormal – en l'absence de tout traitement depuis le prélèvement précédent.

#### D.2.1.3.2 DOSAGE DU PEPSINOGENE SÉRIQUE DES BOVINS

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans tableau 16.

**Tableau 16 :** Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture C

Numéro du bovin	Date de naissance	à la mise à l'herbe Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Sérologie douve à la rentrée Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Dosage du pepsinogène sérique à la mise à l'herbe Unité : mUTyr	Dosage du pepsinogène sérique à la rentrée à l'étable Unité : mUTyr
3772	10/08	65 +	51 +	1690	1757
3773	10/08	1 -	10 -	1020	1347
3774	11/08	34 +	14 -	789	953
3775	11/08	11 -	32 +	1263	1518
3777	11/08	71 +	54 +	932	1060
3778	11/08	2 -	Réformée	1447	
3779	11/08	4 -	0 -	1043	1218
3780	11/08	55 +	Réformée	966	
3784	01/09	1 -	3 -	752	1111
3786	01/09	4 -	18 -	995	1530
Moyenne				1090	1311

Deux génisses sont sorties de l'étude : elles ont été réformées en boucherie pour cause de non gestation.

Le dosage de pepsinogène est difficilement interprétable. Il reste néanmoins faible au cours de l'étude. Le challenge parasitaire semble maîtrisé avec le traitement.

A la lecture de ces résultats, il apparaît qu'un traitement par benzimidazole à la rentrée à l'étable pourrait s'avérer suffisant.

#### D.2.1.3.3 DOUVE

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans tableau 24 (page 116).

Aucun traitement douvicide n'est effectué alors que les bovins se contaminent en première et en deuxième saison de pâturage. En revanche l'éleveur procède à l'épandage de cyanamide

calcique.

L'éleveur n'identifie pas les limnées, déclare n'en avoir jamais vu mais a déjà été confronté à des saisies de foies à l'abattoir.

Aucune limnée n'a été identifiée sur la pâture au cours de l'étude. Aucun gîte primaire à limnées ne semble non plus présent sur cette pâture. Seule une zone, humide une partie de l'année, semblerait plus favorable.

A la lecture des résultats, un traitement douvicide de rentrée à l'étable en première et deuxième saison paraîtrait justifié.

### D.2.1.4 PÂTURE D

Le pré héberge des génisses ou des boeufs charolais de deuxième saison de pâturage.

Ils reçoivent un traitement à la moxidectine pour-on à la mise à l'herbe et à la rentrée à l'étable.

L'année précédente, ils avaient reçu ce même traitement mais uniquement à la rentrée à l'étable.

#### D.2.1.4.1 COMPTAGE DES LARVES DE STRONGLES DANS L'HERBE :

Aucune larve de type L3 n'a pu être dénombrée sur chacun des trois prélèvements réalisés.

#### D.2.1.4.2 DOSAGE DU PEPSINOGENE SÉRIQUE DES BOVINS :

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans tableau 17.

**Tableau 17 :** Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture D

Numéro du bovin	Date de naissance	à la mise à l'herbe Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Sérologie douve à la rentrée Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Dosage du pepsinogène sérique à la mise à l'herbe Unité : mUTyr	Dosage du pepsinogène sérique à rentrée à l'étable Unité : mUTyr
1684	12/08	98 -	Non réalisée	1362	Non réalisée
1693	01/09	91 -	Non réalisée	824	Non réalisée
1695	01/09	10 -	59 +	808	351
1697	03/09	5 -	14 -	735	313
1698	06/09	93 +	90 +	1313	250
1699	10/09	0 -	5 -	1086	344
1700	10/09	15 -	62 +	1259	268
1702	10/09	10 -	29 D	593	323
1703	10/09	40 +	14 -	2033	718
1704	11/09	30 D	42 +	774	449
Moyenne				1106	377

Le challenge parasitaire paraît maîtrisé. La moyenne des résultats est très basse à la rentrée à l'étable.

L'éleveur pourrait ne pas faire de traitement de rentrée (ou se satisfaire d'un traitement au benzimidazole).

#### D.2.1.4.3 DOUVE

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans tableau 24 (page 116).

L'éleveur identifie spontanément les limnées mais déclare n'en avoir jamais observé sur ses pâtures et n'a jamais été confronté à des saisies de foies à l'abattoir. Lors de l'étude, des limnées ont néanmoins été observées sur la pâture.

Les bovins se contaminent dans ce pré (trois animaux non négatifs à la mise à l'herbe et positifs au retour à l'étable).

Un traitement douvicide apparaîtrait justifié, au moins à la rentrée de deuxième saison de pâture saison.

### D.2.1.5 PÂTURE E

Cette pâture héberge des génisses charolaises de deuxième saison de pâture.

Aucun traitement n'est effectué sur les bovins de l'étude à la mise à l'herbe et en été.

Ces bovins ont reçu de la moxidectine pour-on l'année précédente, à la mise à l'herbe en première saison.

Un traitement au fenbendazole ou triclabendazole est effectué à la rentrée.

#### D.2.1.5.1 COMPTAGE DES LARVES DE STRONGLES DANS L'HERBE

Le prélèvement réalisé à la mise à l'herbe dénombre 124 larves d'*Ostertagia spp.* au stade L3.

Le prélèvement réalisé en été ne permet de dénombrer aucune larve au stade L3.

Le prélèvement réalisé au retour des bovins à l'étable dénombre 2567 larves au stade L3 (dont 5% *Ostertagia spp.* et 95% *Cooperia spp.*)

#### D.2.1.5.2 DOSAGE DU PEPSINOGENE SÉRIQUE DES BOVINS

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans tableau 18.

**Tableau 18 :** Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture E

Numéro du bovin	Date de naissance	à la mise à l'herbe Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Sérologie douve à la rentrée Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Dosage du pepsinogène sérique à la mise à l'herbe Unité : mUTyr	Dosage du pepsinogène sérique à rentrée à l'étable Unité : mUTyr
5376	08/09	49 +	74 +	1170	806
5378	09/09	17 -	76 +	447	761
5383	09/09	7 -	(74)51 +	1050	(618)1231
5395	12/09	0 -	73 +	1166	947
5401	01/10	22 D	65 +	1140	1227
5409	01/10	4 -	70 +	788	824
5410	01/10	12 -	(94)73 +	670	(510)707
5412	01/10	2 -	76 +	1129	914
5415	03/10	5 -	75 +	776	1005
5424	04/10	2 -	70 +	576	901
Moyenne				891	932

Les génisses ont probablement passé la saison de pâturage précédente avec leur mère.

Le comptage des larves L3 nous montre une forte charge parasitaire en fin de saison de pâturage mais les dosages de pepsinogène restent assez faibles (moyenne inférieure à 1000 et aucun >2000). Il semble donc possible de considérer que ces bovins ont développé une bonne immunité contre les strongles et que le challenge parasitaire est maîtrisé.

L'éleveur a programmé un éventuel traitement stronglycide de rentrée (*information définitive non communiquée*). Il pourrait ne pas le réaliser ou traiter avec un benzimidazole.

### **D.2.1.5.3 DOUVE**

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans tableau 24 (page 116).

Les bovins se contaminent massivement dans ce pré (un positif à la mise à l'herbe, 10 positifs au retour à l'étable).

L'éleveur identifie spontanément les limnées, déclare en avoir déjà observé sur ses pâtures et avoir déjà été confronté à des saisies de foies à l'abattoir. Lors de l'étude, des limnées ont à nouveau été observées sur la pâture.

Le traitement de rentrée pratiqué ici semble justifié. Il pourrait utilement être accompagné de mesures agronomiques d'aménagement d'abreuvoirs dans le pâturage où les bovins s'abreuvent jusqu'ici directement dans la rivière ou dans l'étang, ce qui constitue un facteur de risque majeur.

## D.2.1.6 PÂTURE F

Le pré héberge des génisses Prim'Holstein en deuxième saison de pâturage.

Lors de l'enquête préalable, l'éleveur déclare avoir prévu de réaliser un traitement douvicide à la mise à l'herbe. *In fine*, il a administré du fenbendazole (strongylicide mais pas douvicide).

L'année précédente, les bovins ont reçu du fenbendazole en été et à la rentrée à l'étable mais ils étaient hébergés sur un pâturage différent.

### D.2.1.6.1 COMPTAGE DES LARVES DE STRONGLES DANS L'HERBE

Les prélèvements réalisés à la mise à l'herbe et durant l'été ne dénombrent aucune larve au stade L3.

Au cours de l'étude, au mois de juillet 2011, alors que les comptages de larves restent non productifs, une génisse meurt d'ostertagiose (résultat confirmé par l'autopsie du bovin) et le reste du groupe présente un mauvais état général (poil piqué et amaigrissement).

Le prélèvement réalisé au moment de la rentrée à l'étable permet de dénombrer 103 larves au stade L3, de type *Ostertagia spp.*

### D.2.1.6.2 DOSAGE DU PEPSINOGENE SÉRIQUE DES BOVINS

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans tableau 19.

**Tableau 19 :** Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture F

Numéro du bovin	Date de naissance	à la mise à l'herbe Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Sérologie douve à la rentrée Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Dosage du pepsinogène sérique à la mise à l'herbe Unité : mUTyr	Dosage du pepsinogène sérique à rentrée à l'étable Unité : mUTyr
8753	09/09	19 -	17 -	2125	1026
8758	10/09	0	5 -	2657	662
8759	10/09	0	23 D	2554	699
8766	11/09	15	29 D	2441	439
8774	11/09	0	24 D	2493	1060
8776	11/09	0	19 -	2142	407
8788	12/09	13	29 D	3127	645
8802	02/10	0	36 +	999	287
8804	03/10	0	morte	760	morte
8814	Non communiqué	0	38 +	1480	639
Moyenne				2078	651

Le dosage de pepsinogène est peu interprétable pour des animaux laitiers de deuxième saison de pâturage.

Néanmoins, la moyenne des résultats est très élevée à la mise à l'herbe, ce qui peut probablement être corrélé à un phénomène de levée d'hypobiose.

L'éleveur pourrait faire le choix d'un traitement plus rémanent (macrolide) à la rentrée précédente et/ou à la mise à l'herbe de deuxième saison. Le traitement par benzimidazole, tel que pratiqué lors de l'étude semble insuffisant.

A la rentrée à l'étable la moyenne des résultats baisse, ce qui atteste de l'immunisation probable des bovins mais leur état général et leur croissance ont été affectés et un animal du lot est mort de parasitose clinique.

#### **D.2.1.6.3 Douve**

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans tableau 24 (page 116).

L'éleveur n'identifie pas spontanément les limnées, déclare n'en avoir jamais observé sur ses pâtures mais avoir déjà été confronté à des saisies de foies à l'abattoir. Lors de l'étude, des limnées ont été observées sur la pâture.

Deux bovins (tous initialement séronégatifs) se contaminent et quatre sont douteux. Un traitement douvicide (oxyclozanide) de rentrée semble donc justifié.

Le pré reste peu humide sauf au niveau du fossé de séparation des parcelles qui serait facile à clôturer. Les bovins s'abreuvent déjà dans une cuve.

## D.2.1.7 PÂTURE G

Le pré héberge des génisses charolaises de deuxième saison de pâturage.

L'éleveur leur administre un bolus à libération continue de lévamisole (rémanence 90 jours) au moment de la mise à l'herbe.

A la rentrée, un traitement au triclabendazole/oxfendazole est effectué.

### D.2.1.7.1 COMPTAGE DES LARVES DE STRONGLES DANS L'HERBE

Les prélèvements réalisés à la mise à l'herbe ne permettent de dénombrer aucune larve au stade L3.

Les prélèvements réalisés en été permettent de dénombrer 163 larves de type L3, du genre *Ostertagia spp.*

Les prélèvements réalisés au retour des bovins à l'étable permettent de dénombrer 1142 larves de type L3 (dont 87 % *Cooperia spp.* et 13% *Ostertagia spp.*)

### D.2.1.7.2 DOSAGE DU PEPSINOGENE SÉRIQUE DES BOVINS

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans tableau 20.

La vache indiquée comme morte a été accidentée (noyade).

**Tableau 20 :** Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture G

Numéro du bovin	Date de naissance	à la mise à l'herbe Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Sérologie douve à la rentrée Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Dosage du pepsinogène sérique à la mise à l'herbe Unité : mUTyr	Dosage du pepsinogène sérique à rentrée à l'étable Unité : mUTyr
1694	11/09	-	84 +	872	1549
1695	11/09	-	53 +	371	764
1701	11/09	-	18 -	481	1289
1703	12/09	-	33 +	598	930
1706	12/09	-	70 +	645	886
1710	01/10	-	68 +	1303	876
1713	03/10	-	morte	617	morte
1716	04/10	-	31 +	649	801
1719	04/10	-	38 +	750	727
1720	04/10	-	53 +	1391	1055
Moyenne				768	986

Les génisses ont passé la première saison au pré avec leur mère et on reçu un bolus vermifuge l'année précédente.

La lutte contre les strongles semble maîtrisée. Le bolus est efficace. On pourrait néanmoins lui préférer un bolus à libération séquentielle permettant un contact avec les parasites et le développement d'une meilleure immunité (c'était d'ailleurs le projet initial de l'éleveur).

Le traitement stronglycide de rentrée pourrait être évité.

### **D.2.1.7.3 Douve**

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans tableau 24 (page 116).

L'éleveur identifie spontanément les limnées mais déclare n'en avoir jamais observé sur ses pâtures. Il a déjà été confronté à des saisies de foies à l'abattoir. Lors de l'étude, des limnées ont été observées sur la pâture.

Une forte contamination est observée dans cette parcelle (huit bovins positifs à la rentrée à l'étable, initialement séronégatifs).

Le traitement douvicide de rentrée est justifié.

Les bovins s'abreuvent dans un cours d'eau à débit très lent, dont les berges constituent un biotope idéal pour les limnées. L'épisode de noyade d'un animal au cours de l'étude fournit au demeurant une justification supplémentaire à la mise en place de clôtures pour condamner l'accès au ruisseau.

## D.2.1.8 PÂTURE H

Ce pré héberge des génisses Prim'Hostein de première et deuxième saison de pâturage.

En première comme en deuxième saison, elles reçoivent un traitement à la moxidectine longue action à la mise à l'herbe et un traitement injectable associant ivermectine et clorsulon à la rentrée à l'étable.

### D.2.1.8.1 COMPTAGE DES LARVES DE STRONGLES DANS L'HERBE

Les prélèvements réalisés à la mise à l'herbe et au cours de l'été ne permettent de dénombrer aucune larve de type L3.

Les prélèvements réalisés à la rentrée des bovins à l'étable permettent de dénombrer 185 larves rattachées au genre *Ostertagia*.

### D.2.1.8.2 DOSAGE DU PEPSINOGENE SÉRIQUE DES BOVINS

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans tableau 21.

**Tableau 21** : Résultats des analyses sériques sur les bovins hébergés dans la pâture H

Numéro du bovin	Date de naissance	à la mise à l'herbe Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Sérologie douve à la rentrée Densité optique Interprétation : + : positif D : douteux - : négatif	Dosage du pepsinogène sérique à la mise à l'herbe Unité : mUTyr	Dosage du pepsinogène sérique à rentrée à l'étable Unité : mUTyr
3386	09/09	-	50 +	813	757
3394	10/09	-	32 +	1165	1167
3398	10/09	-	0 -	1133	918
3400	11/09	-	23 D	1086	1256
3401	11/09	-	15 -	504	691
3405	11/09	-	22 D	1098	1265
3407	12/09	-	8 -	1083	924
3411	02/10	-	7 -	958	426
3417	03/10	-	17 -	942	1221
4429	09/09	-	18 -	1020	940
Moyenne				980	956

La moyenne des dosages reste basse. L'éleveur pourrait ne pas administrer un macrolide à la rentrée à l'étable et se contenter d'un benzimidazole ou ne pas traiter.

Inversement, les dosages de pepsinogène sont peut être trop bas, et pourraient être corrélés à un contact insuffisant avec les parasites pour un développement satisfaisant de l'immunité des bovins. Il pourrait alors être intéressant d'injecter la moxidectine avant la mise à l'herbe ou d'utiliser un produit moins rémanent, d'autant que la sortie a lieu très tard en mai et que la rentrée s'effectue assez tôt.

### D.2.1.8.3 Douve

Les résultats obtenus sur les bovins de cette pâture sont détaillés dans le tableau 24 (page 116).

L'éleveur n'identifie pas spontanément les limnées, déclare n'en avoir jamais observé sur ses pâtures et n'a jamais été confronté à des saisies de foies à l'abattoir. Lors de l'étude, aucune limnée n'a été observée sur la pâture.

Pourtant des bovins se contaminent dans cette pâture (deux bovins positifs à la rentrée à l'étable, contre aucun au moment de la mise à l'herbe).

Le traitement à la rentrée à l'étable est justifié. Le clorsulon étant actif uniquement sur les douves adultes, il serait intéressant d'utiliser plutôt un produit également actif sur les formes immatures.

La mise en clôture de la zone humide semble facile à réaliser. Un abreuvoir est déjà disponible.

## D.2.2 CONCLUSION DU VOLET VÉTÉRINAIRE

### D.2.2.1 COMPTAGE DES LARVES SUR PRÉLÈVEMENTS D'HERBE

**Tableau 22** : Synthèses des résultats des prélèvements d'herbe

N° pâtures	Prélèvements à la mise à l'herbe	Prélèvements d'été	Prélèvements à la rentrée
A	534 (267 <i>Ostertagia</i> + 267 <i>Cooperia</i> )	54 <i>Cooperia</i>	361 <i>Ostertagia</i>
B	ABS	673 (144 <i>Ostertagia</i> + 559 <i>Cooperia</i> )	138 <i>Ostertagia</i>
C	44 <i>Ostertagia</i>	95 <i>Ostertagia</i>	ABS
D	ABS	ABS	ABS
E	124 <i>Ostertagia</i>	ABS	2567 (135 <i>Ostertagia</i> + 2432 <i>Cooperia</i> )
F	ABS	ABS	103 <i>Ostertagia</i>
G	ABS	163 <i>Ostertagia</i>	1142 (1000 <i>Cooperia</i> + 142 <i>Ostertagia</i> )
H	ABS	ABS	185 <i>Ostertagia</i>

Seuls *Cooperia spp.* et *Ostertagia spp.* ont été identifiés (cf. tableau 22).

*Dictyocaulus sp.* ne l'a jamais été. Il semblerait que les larves de ce genre soient très fragiles et rarement ou pas observées au laboratoire. Aucun épisode de toux d'été n'a en outre été relevé lors de l'étude.

A la mise à l'herbe, de faibles taux de larves L3 (larves transhivernantes dans le sol ou issues des hôtes paraténiques) sont conformes aux résultats habituels attendus. Il est notable néanmoins que cinq prélèvements d'herbe sur huit ne contenaient aucune larve L3 (sites B, D, F, G et H). Deux pâtures avaient une charge très faible (sites C et E) et un une charge normale à la mise à l'herbe (site A). Aucune pâture ne présentait une charge forte justifiant une surveillance particulière.

En juillet, quatre prélèvements ne contenaient aucune larve (sites D, E, F et H), ce qui, en l'absence de sécheresse ou de prélèvements effectués après des fortes pluies, est inattendu et peut être considéré comme anormal. Trois prélèvements avaient une charge très faible et un faible (sites A, B, C et G).

A la rentrée à l'étable, deux prélèvements ne contenaient aucune larve (sites C et D), quatre prélèvements présentaient une charge très faible (sites A, B, F et H) et deux forte mais pouvant être considérée comme normale à cette période (sites E et G).

A chaque résultat négatif ou très faible de rentrée ou d'été, le laboratoire nous a interrogé sur les conditions de prélèvement et de transport. Celles-ci étant optimisées dans l'étude (préleveur identique et formé, transport rapide avec plaque eutectique et selon les recommandations du laboratoire, même personne pour lire les échantillons), il apparaît que – malgré ces précautions – cet examen présente de fortes limites de faisabilité.

Dès lors, le comptage de larves L3, dans des conditions de terrain beaucoup plus aléatoires qui pourraient être celles d'une utilisation courante par les éleveurs et les vétérinaires, ne semble

pas suffisamment fiable pour estimer hors conditions expérimentales le risque parasitaire sur les pâturages.

En particulier l'estimation par cette méthode du nombre de larves transhivernantes, afin d'adaptation du traitement préventif de sortie, semble très difficile.

### D.2.2.2 RÉSULTAT GLOBAL DE L'ÉTUDE DES STRONGYLOSES

**Tableau 23** : Synthèses des résultats de l'étude des strongyloses

N° pâtures	Traitement précédent	Traitement MAH	Challenge parasitaire SGI	Traitement rentrée fait	Traitement rentrée proposé
A	idem	Rien, Ivermectine été	Pepsinogènes peu interprétables, élevés	MCD	MCD
B	Moxidectine LA	Rien, Lévamisole en été (vétéo levamisole MAH)	Maîtrisé	MCD	Rien ou BZD
C	Moxidectine PO	idem	Peu interprétable mais maîtrisé	MCD	BZD
D	Moxidectine rentrée	Moxidectine PO MAH	Maîtrisé	MCD	Rien ou BZD
E	Moxidectine PO	rien	Maîtrisé	BZ ou MCD	Rien ou BZD
F	BZD	BZD	Traitement insuffisant	rien	MCD à la rentrée /MAH n-1
G	Bolus continu BZD	idem	Maîtrisé (trop ?) Bolus séquentiel	BZD	rien
H	Moxidectine LA MAH	idem	Maîtrisé (trop ?) Traitement + tôt	MCD	Rien ou BZD

MCD : Macrolide ; LA : Longue Action ; BZD : Benzimidazole ; PO : Pour-on ; MAH : Mise à l'Herbe

#### D.2.2.2.1 TRAITEMENTS EFFECTUÉS A LA MISE À L'HERBE

Quatre éleveurs maîtrisent le challenge parasitaire : tous utilisent la moxidectine pour-on ou longue action en deuxième et éventuellement en première saison de pâturage (sites B, C, D et E).

Cette molécule semble donc très efficace et très appropriée au traitement des première et deuxième saison de pâturage qui, s'il est bien géré, permettra l'installation d'une bonne immunité et la non utilisation de vermifuges au cours des années suivantes sur les mêmes bovins (sauf pour les vaches laitières hautes productrices ou lors d'épisodes de bronchite vermineuse).

Deux élevages semblent trop vermifuger à la mise à l'herbe (G et H) : il paraîtrait pertinent, pour l'un d'utiliser un bolus séquentiel pour permettre l'installation de l'immunité (G) et pour l'autre de décaler de deux mois l'injection de moxidectine longue action de sorte à ne pas couvrir toute la saison de pâturage et ménager une période d'installation de l'immunité (H).

Un éleveur réalise un traitement préventif insuffisant (retard de croissance et mortalité de bovins ; site F).

#### D.2.2.2.1 TRAITEMENTS EFFECTUÉS A LA RENTRÉE À L'ÉTABLE

Un éleveur administre « le juste traitement » (macrolide) au regard des résultats de dosage de pepsinogène sur ses animaux (site E).

Six éleveurs pourraient se contenter de ne pas traiter ou d'utiliser un vermifuge non rémanent (sites A, B, C, D G et H).

Un seul éleveur traite insuffisamment pour ménager l'état général de ses animaux (même éleveur qu'à la mise à l'herbe ; site F).

### D.2.2.3 Douve

Des contaminations sont observées dans tous les prés de l'étude, qui contiennent donc tous des métacercaires et qui confirme la forte prévalence de la douve en zone humide (cf. tableau 24).

**Tableau 24** : Synthèses des résultats concernant *Fasciola hepatica*

N° pâtures	Contamination	Douvicide rentrée	Clôture sources d'eau
A	+ (+ année n-1)	Oui, justifié (+ année précédente)	A recommander
B	++	Non	Déjà fait ou impossible
C	++ (+ année n-1)	Non, à faire en 1ère et 2ème saison	Impossible
D	++	Non, à faire	A recommander
E	+++	Oui, justifié	A recommander
F	+	Oui, justifié	A recommander
G	+++	Oui, justifié	A recommander
H	+	Oui, pdt actif sur immatures	

Quatre éleveurs traitent à la rentrée à l'étable ce qui semble pleinement justifié (sites A, E, F et G).

Un éleveur pourrait utilement employer un traitement actif sur les douves immatures (site H).

Trois éleveurs devraient traiter avec un douvicide à la rentrée (sites B, C et D) et parmi eux, deux aussi l'année précédente.

La contamination par la douve est donc sous estimée pour la moitié des élevages.

En outre, sur les huit éleveurs interrogés sur leur connaissance des limnées (identification spontanée sur une photographie présentée par l'enquêteur), quatre ignorent les limnées et disent n'en avoir jamais vu dans leur pré, deux éleveurs connaissent et en ont vu dans leur pré, un éleveur ne connaît pas mais dit qu'il y en a dans son pré quand on lui montre la photo du mollusque. Un éleveur sait ce qu'est une limnée mais n'en a jamais vu dans son pré.

La connaissance générale de la maladie et des éléments descriptifs fondamentaux qui l'accompagnent reste donc limitée dans ce public, malgré l'abondante littérature sur le sujet destinée aux exploitants.

## D.3 VERS UNE GESTION RAISONNÉE DU RISQUE PARASITAIRE

Il est démontré dans la littérature scientifique que l'étendue du spectre des antiparasitaires, notamment des lactones macrocycliques, leur efficacité à dose très faible et leur rémanence présentent un réel danger pour l'entomofaune des prairies. Des perturbations ont été observées sur le peuplement des coléoptères coprophages lors de cette étude, sans qu'il ait été pour autant possible de tirer des conclusions statistiques. Ces perturbations semblent corroborer le constat posé par l'analyse bibliographique sur les effets des endectocides sur la faune non-cible et leur importance et leur ampleur devront être confirmées par des études scientifiques de terrain.

L'usage répété, systématique et généralisé des antiparasitaires quel que soit l'élevage est indiscutablement une pratique à proscrire, mais elle est déjà largement remise en cause depuis plusieurs années et ne constitue plus, loin s'en faut, la règle générale.

Dans leurs prescriptions raisonnées d'un vermifuge, les vétérinaires doivent donc désormais tenir compte de l'écotoxicité du produit, en plus de son efficacité thérapeutique et des nombreux enjeux annexes intervenant déjà dans un contexte d'élevage professionnel : facilité d'emploi, résidus dans les denrées alimentaires d'origine animale, impact éventuel sur la santé humaine, développement de résistances, coût du traitement, etc.

En pratique, des examens complémentaires ciblés pourront aider à identifier les parasites, à évaluer le risque parasitaire et à choisir les justes compromis entre respect de l'environnement et maintien de la santé de l'animal d'élevage, donc de son bien-être, ainsi que des objectifs de productivité des éleveurs.

La prescription médicamenteuse, ou le choix de ne pas utiliser de médicament antiparasitaire, sera accompagnée de conseils agronomiques et zootechniques qui permettront d'assurer une prévention aussi efficace que possible du risque de maladie parasitaire.

Pour être pris en compte aussi largement que possible dans un contexte de terrain, les enjeux posés par cette étude doivent se traduire par des propositions d'actions, mais sans nier la forte diversité de contextes environnementaux et économiques qui peuvent être rencontrés dans la région Nord - Pas-de-Calais. Les besoins exprimés par un exploitant élevant un petit troupeau de race rustique et dont les pâturages sont situés au sein d'une zone protégée ou gérée en faveur de la biodiversité (réserve naturelle par exemple), ne seront pas nécessairement identiques à ceux de l'éleveur d'un troupeau laitier à forte productivité dont les pâturages en zones humides ne sont pas situés dans une zone géographique présentant des enjeux écologiques forts ou faisant l'objet d'une protection environnementale particulière.

Il nous a donc semblé indispensable de proposer aux acteurs de terrain une lecture critique d'un panel de possibilités techniques large, qui tente de mettre en lumière les risques qu'ils comportent, et qui leur permette, en fonction de la situation dans laquelle ils se trouvent, de justifier du meilleur compromis possible pour la protection du troupeau, de ses performances et de l'environnement qui l'héberge.

## **D.3.1 LIMITER LE RISQUE DE CONTAMINATION PARASITAIRE PAR UNE CONDUITE D'ÉLEVAGE ET UNE GESTION AGRONOMIQUE ADAPTÉES**

### **D.3.1.1 ENTRETEENIR UN BON ÉTAT GÉNÉRAL DES ANIMAUX ET LEUR FOURNIR UNE RATION ÉQUILIBRÉE**

Il paraît évident que l'impact du parasitisme, en particulier l'effet spoliateur des parasites et la moindre résistance aux maladies microbiennes intercurrentes sera d'autant plus important que l'animal est déjà carencé sur le plan nutritionnel en nutriments, azote, énergie, vitamines, minéraux, oligo-éléments...

Inversement, un traitement antiparasitaire seul, sans amélioration de l'hygiène ou gestion raisonnée du pâturage, n'aura qu'un effet transitoire sur l'amélioration de la santé du troupeau.

Sur le plan nutritionnel, en outre, en première saison de pâturage chez les bovins, le parasitisme entraîne une perte de croissance qui peut être partiellement compensée par un apport complémentaire en protéines mais ce retard ne sera pas rattrapé ultérieurement (Menzies, 2009 ; Tabel, 2011).

### **D.3.1.2 RÉDUIRE LE NOMBRE D'ŒUFS DE STRONGLES SUR LA PARCELLE PAR SA GESTION ADÉQUATE**

L'objectif sera ici de permettre un contact maîtrisé mais régulier des animaux naïfs avec un faible nombre de parasites de sorte à ce qu'ils développent une immunité vis-à-vis des différentes larves internes, tout au moins quand cette immunité est utile.

L'immunité contre *Ostertagia spp.* nécessite environ huit mois de contact non interrompu avec le parasite, soit deux saisons de pâturage.

L'immunité suite à une infestation par *Dictyocaulus spp.* est rapide (huit à dix jours après l'infestation) mais fugace (moins d'un an en l'absence d'infestation ultérieure)(Thébaud *et al.*, 2003).

L'immunité vis-à-vis de *Fasciola hepatica* existe mais elle ne protège pas l'animal de l'infestation par la grande douve. On parle d'immunité non prémunitive. Les réinfestations successives sont même dangereuses pour l'hôte qui réagit par la fibrose de son foie et des canaux biliaires. Le foie perd alors ses capacités de métabolisme et de détoxification.

Plusieurs mesures sont proposées :

- Sortir les animaux au pré le plus tard possible ou les faire pâturer sur une prairie fauchée préalablement ou à l'automne précédent : les larves L3 transhivernantes ont une durée de vie limitée ; en mai ou en juin, peu ont survécu. Par exemple, une mise à l'herbe en juin sur des repousses d'ensilage, d'enrubannage et de foin suivie d'une rentrée en stabulation mi-septembre n'entraînera qu'une faible infestation des jeunes bovins par les strongles gastro-intestinaux. De même, une parcelle laissée au repos huit mois, avec une sortie ou une rentrée des animaux mi-juillet, est considérée comme propre (Chartier et Camuset, 2012). Une parcelle neuve, soit labourée puis réensemencée, est tout à fait saine mais un tel traitement ne s'imagine pas dans les zones où l'on souhaite protéger l'environnement et les écosystèmes en place ;
- Effectuer des rotations de pâturage : utiliser deux prés sur lesquels les animaux ne reviennent pas divise le risque strongles par deux. Avec trois parcelles, il est très faible (Camuset, 2011). Il faut cependant savoir que les larves L3 peuvent passer l'hiver dehors et survivre des mois, parfois un an pour certaines larves de strongles digestifs si le climat est humide et tempéré (Chartier et Camuset, 2012). La plupart des systèmes de rotation

de pâturages exigent que les animaux retournent plusieurs fois au même pré pendant une saison de pacage. À moins que la fréquence de pâturage ne soit inférieure à deux semaines, les œufs émis lors du pacage précédent seront vraisemblablement éclos et les larves L3, prêtes à infecter les bêtes. Pire, les rotations rapides (tous les 15 jours à 1,5 mois) avec séjour sur une parcelle de un à deux semaines, serait un système plus pénalisant que la parcelle unique (Chartier et Camuset, 2012) ;

- Offrir une « nouvelle » pâture aux bovins en première saison de pâture toutes les deux semaines : l'idée est séduisante sur le plan de la maîtrise du parasitisme mais rarement applicable sur le terrain ;
- Éviter le surpâturage : avec des densités de chargement inférieures à deux bovins à l'hectare, la probabilité de rencontre entre les bovins et les larves de strongles reste faible (Camuset, 2011). A la mise à l'herbe, une transition avec du foin peut être effectuée, de sorte à diminuer le nombre de larves L3 absorbées en quelques jours. En effet, un grand nombre de larves de strongles ingérés sur une longue période est beaucoup moins pathogène qu'un nombre plus limité sur une période très courte. De même, compléter en foin et/ou concentrés en céréales s'avère très bénéfique dès que l'herbe s'appauvrit ;
- Faire pâturer des bovins adultes immunisés contre *Ostertagia spp.* (soit après deux saisons de pâturage). Les adultes immunisés assainissent la parcelle (environ une larve L3 d'*Ostertagia spp.* sur 100 larves ingérées pourra s'implanter). Les jeunes bovins au contraire enrichissent la parcelle en œufs. Attention néanmoins à la bronchite vermineuse : la contamination des prairies se fait par des adultes immunisés mais porteurs sains de strongles. Le mélange des générations est donc à proscrire, ainsi que le déprimage des prairies par les adultes avant les jeunes. Il est préférable de réserver les mêmes prés chaque année aux 1<sup>ères</sup> saisons de pâturage ;
- Vermifuger ponctuellement les animaux nouvellement achetés, susceptibles d'être porteurs sains, peut être utile pour éviter de contaminer les animaux non immunisés ;
- Chez les ovins, au moment de la mise-bas, la baisse d'immunité subie par la brebis, notamment à cause du stress nutritionnel imposé par la fin de la gestation, engendre une hausse périnatale de l'excrétion d'œufs de nématodes (« peri parturient rise ») deux à quatre semaines avant agnelage et six à huit après, à l'origine de la contamination en masse du pré et des agneaux (Mensies, 2009). Ce phénomène n'est pas décrit chez les bovins ;
- Faire pâturer les bovins avec d'autres espèces (non sensibles aux mêmes parasites) ou en alternance avec elles : le copâturage ou pâturage mixte avec des chevaux est bénéfique. Les moutons, dont l'association avec les bovins est préconisée en milieu sec (Camejane, 2003), sont par ailleurs les hôtes de choix de la douve ; cette association est donc à éviter en milieu humide. En effet, les moutons sont particulièrement réceptifs et sensibles à la fasciolose, leurs niveaux d'infestations sont souvent élevés et ils sont responsables de l'entretien et la dissémination de la douve sur les parcelles humides (Dorchies et Remmy, non daté).

### **D.3.1.3 CLÔTURER LES POINTS D'EAU NATURELS ET AMÉNAGER DES ABREUVOIRS SURÉLEVÉS POUR LES ANIMAUX**

Cette mesure agronomique évite que les bovins ne pâturent l'herbe potentiellement riche en métacercaires des gîtes à limnées qu'il faut identifier pour en interdire l'accès. Les systèmes d'abreuvement qui puisent l'eau dans un cours d'eau naturel (sans que les bovins ne s'approchent des berges) permettent de réduire la contamination mais pas de l'empêcher complètement car une certaine proportion de métacercaires est libre, non fixée aux végétaux, est peut être entraînée par le courant (Dorchies et Remmy, non daté).

### **D.3.1.4 TRAITER LES PÂTURES À LA CYANAMIDE CALCIQUE ?**

Le traitement de surface des sols à la cyanamide calcique (300 à 500 kg/hectare) au printemps lorsque l'herbe est courte mais lorsque les limnées sont actives (température > 10 °C) détruit les hôtes intermédiaires ainsi que certaines formes libres de la douve (ALZCHEM, 2012).

L'impact de ce composé du calcium sur les espèces de la faune du sol, et de manière générale sur l'environnement prairial, est potentiellement important. Dans notre étude, des perturbations du peuplements de bousiers et du temps de dégradation des excréments d'une pâture pourrait être imputable à l'utilisation de ce produit. De plus, il est coûteux et nécessite de traiter les parcelles adjacentes pour être efficace. Les produits dits exclusivement molluscicides comme le pentachlorophénate de sodium, le dinitro-orthocrésol et la N-trityl-morpholine ne sont plus commercialisés en France en particulier à cause de leur action toxique sur la plupart des invertébrés et même sur certains vertébrés (Dorchies et Remmy, non daté). Pour ces raisons, l'utilisation de cyanamide calcique est à proscrire sur les prairies.

### **D.3.1.5 SÉLECTION GÉNÉTIQUE DES RUMINANTS**

Certains centres de sélection ovine travaillent sur la génétique de lignées de mouton « rustiques », résistantes au parasitisme ou résilientes. La résistance aux parasites est l'aptitude de l'animal, en partie génétiquement dépendante, à développer une immunité supérieure vis-à-vis de ces parasites. La résilience, elle, est la capacité du mouton à maintenir sa croissance ou sa bonne santé en cas d'infection parasitaire. Cependant, les animaux résilients excrètent beaucoup d'œufs ou de larves de parasites, ils contaminent les pâturages et ils peuvent servir de vecteur de maladie pour les congénères ni résilients ni immunisés. Par conséquent, dans un troupeau, la résistance est plus souhaitable que la résilience (Menzies, 2009).

Il n'existe cependant pas, à notre connaissance, d'études équivalentes ni de races réputées mieux supporter le parasitisme en élevage bovin.

## **D.3.2 BASER LA STRATÉGIE DE TRAITEMENT SUR UN DIAGNOSTIC PARASITAIRE ET SANITAIRE FIABLE**

En cas de suspicion clinique, le recours immédiat au vétérinaire est indispensable. Une analyse parasitologique globale devra alors être pratiquée pour confirmer le diagnostic clinique, mais aussi parce que dans certains cas, les symptômes ne suffisent pas à diagnostiquer la maladie. Il repose sur des analyses pratiquées dans le sang (sérologie), le lait ou les bouses (coprologie parasitaire).

Avoir la possibilité de raisonner et adapter le recours au traitement antiparasitaire, au cas par cas et en cours de saison, en évaluant le risque de contamination sur la base de résultats de laboratoires fiables est séduisant. Les techniques disponibles connaissent néanmoins quelques limites qui rendent l'exercice très délicat.

### **D.3.2.1 COMPTAGE DE LARVES L3**

Le comptage de larves L3 dans des prélèvements d'herbe nous avait semblé être un examen complémentaire très séduisant afin de juger de la charge parasitaire à la mise à l'herbe (larves transhivernantes) et en été (Danin, 2005).

Les résultats obtenus ont toutefois été décevants (absence de larves dans de trop nombreux prélèvements) ou en totale opposition avec la clinique observée sur les animaux : une génisse est morte d'Ostertagiose dans un pré où aucune larve n'avait été détectée à la mise à l'herbe comme en mi-juillet.

Nous supposons que le transport du prélèvement jusqu'au laboratoire comporte des risques importants de détérioration des prélèvements.

Le recours à cette méthode pour évaluer le risque de contamination lié à une pâture semble

donc difficilement généralisable et son interprétation ne pourra pas s'affranchir de la prise en compte des limites de l'examen.

### **D.3.2.2 COPROSCOPIES**

Les résultats de cet examen sont qualitatifs (présence/absence) sauf lors d'utilisation de cellule de Mc Master (Camuset, 2011).

Le stade parasitaire influe directement sur les résultats obtenus en coproscopie : seuls les vers adultes en cours de ponte sont détectés. Les helminthoses larvaires ne sont pas détectées par cette technique.

Les numérations obtenues dépendent du stade parasitaire mais aussi du statut immunitaire de l'animal : un animal correctement immunisé en fin de saison de pâture aura une excrétion nettement plus faible d'œufs de strongles par blocage de la ponte par une réaction immunitaire. Il ne faut donc pas perdre de vue que, dans la plupart des cas, la quantité d'œufs observée n'est pas proportionnelle à la charge parasitaire (Brochot, 2009) (sauf pour les paramphistomes) et que la présence d'œufs n'indique que la présence de parasites, raison pour laquelle nous avons choisi de ne pas faire de suivi des œufs excrétés sur les pâtures étudiées.

Certains parasites pondent peu (*Fasciola hepatica*), d'autres sont pathogènes avec des charges parasitaires faibles (*Dictyocaulus spp.*), d'autres font l'objet d'une réaction immunitaire performante qui conduit à l'arrêt précoce de la ponte et à l'hypobiose (*Ostertagia spp.*) (Camuset, 2011).

Les limites de cet examen le rendent donc peu intéressant pour raisonner de façon globale une politique de contrôle et de traitement des contaminations parasitaires. De plus, le prélèvement fécal doit arriver au laboratoire dans les 24 à 48 heures, ce qui les expose au même type de risque de détérioration que les prélèvements pour analyse de l'herbe des pâtures (voir D.3.2.1). Pourtant, le comptage fécal d'œufs est proposé par de nombreux auteurs et acteurs de terrain (Cornille *et al.*, non daté ; Parc naturel régional de Camargue, 2011).

Vercruyse (2001) propose néanmoins une interprétation quantitative de coproscopies effectuées huit semaines après la mise à l'herbe sur un lot d'animaux : un résultat moyen supérieur à 200 œufs de type COOH (*Cooperia*, *Ostertagia*, *Oesophagostomum*, *Haemonchus*) par gramme de fèces laisserait augurer, en l'absence de traitement antiparasitaire, dans 92% des cas, l'apparition d'une strongylose clinique un à deux mois plus tard si les conditions épidémiologiques sont favorables (Camuset, 2011 ; Vercruyse, 2001).

### **D.3.2.3 RECHERCHE DES LARVES I DE DICTYOCAULUS PAR LA TECHNIQUE DE BAERMANN MODIFIÉE OU MÉTHODE DE Mc KENNA**

Les animaux prélevés sont, de préférence, au nombre minimum de cinq par troupeau, plutôt des primipares et/ou des individus toussant depuis peu (Dorchies *et al.*, 2012). La mise en œuvre du test se fait le plus tôt possible après la récolte et, quoiqu'il en soit, sans que le prélèvement ne soit exposé à la chaleur.

La technique est principalement qualitative. La présence de larves dans le champ, même en très faible nombre, associée à des signes cliniques pouvant se rapporter à la dictyocaulose suffit à incriminer le parasite.

Lors de bronchite vermineuse en début d'évolution ou de syndrome asthmatiforme, des faux négatifs peuvent cependant être rencontrés.

Cette technique permet principalement de s'assurer de l'étiologie parasitaire en cas de toux d'été et d'éviter un traitement vermifuge « diagnostic » parfois effectué par les éleveurs (la moitié des toux à l'herbe ne sont pas dues à *Dictyocaulus spp.* mais par exemple aux virus RSV, PI3, ou à la pasteurellose).

### D.3.2.4 SÉROLOGIES

Pour une recherche de fasciolose dans un groupe de bovins ayant pâturé en zone humide, la méthode la plus performante et la plus sensible s'avère être la sérologie individuelle sur 5 à 10 animaux d'un même groupe, à la rentrée à l'étable.

Le dosage de pepsinogène sérique des animaux en fin de 1<sup>ère</sup> saison de pâturage en élevage laitier ou de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> saisons en élevage allaitant, effectué sur au moins cinq animaux par lot, permet d'estimer la charge parasitaire en *Ostertagia spp.* (essentiellement sous forme larvaire hypobiotique), le plus pathogène des strongles digestifs. Ce résultat aide d'une part à choisir le traitement de rentrée (macrolide, benzimidazole) voire y surseoir ; d'autre part, il apporte rétrospectivement une information sur la maîtrise du parasitisme par les SGI au long de la saison de pâturage et sur l'efficacité du traitement instauré qu'on pourra ajuster au besoin l'année suivante.

Une sérologie *Ostertagia* est également disponible mais son interprétation reste délicate en terme d'évaluation du risque parasitaire.

## D.3.3 METTRE EN PLACE UNE STRATÉGIE DE TRAITEMENT RAISONNÉE

### D.3.3.1 UTILISER DES « VERMIFUGES DE SUBSTITUTION » NON ALIOPATHIQUES

De nombreux vermifuges de substitution, dit « naturels » car élaborés à partir d'éléments naturels sont fabriqués et proposés aux éleveurs en production biologique pour contrôler les infestations parasitaires.

Ils composent une alternative séduisante au traitement médicamenteux traditionnel mais le recours à ces méthodes doit, comme le recours aux traitements médicamenteux conventionnels, faire l'objet d'une véritable lecture critique.

Certains produits naturels sont en effet aussi toxiques pour le bétail que les parasites (par exemple la nicotine chez le mouton (Ecological agriculture project, 1994)). L'utilisation de méthodes de substitution potentiellement toxiques et non validées scientifiquement ne peut en aucun cas constituer une saine gestion du cheptel, fût-il biologique. D'autres s'avèrent inefficaces dans des études contrôlées et vérifiées par des pairs (ail, graines de papaye, huile de margousier, etc. (Menzies, 2009)).

Il ne faut pas non plus confondre les vermifuges avec les produits dit « purgatifs », c'est-à-dire qui aident à évacuer le contenu intestinal (qui accélèrent le transit), comme la Bourdaine, le Séné, l'Aloé, l'huile de ricin, le sulfate de magnésium... Leur emploi chez les ruminants, animaux polygastriques (leur « estomac » est composé de plusieurs organes successifs aux rôles complémentaires) dont les mécanismes digestifs sont à ce titre, tout à fait particuliers, ne peut pas nécessairement être calqué sur celui admis chez des espèces animales monogastriques comme l'homme ou les carnivores de compagnie. De plus, les purgatifs n'ont évidemment aucune action sur les vers non intestinaux ou ensachés dans les muqueuses.

L'utilisation des méthodes alternatives est donc plutôt conseillée en complément des méthodes thérapeutiques classiques (médicamenteuses ou agronomiques) et non à leur place, particulièrement dans un contexte de risque parasitaire élevé, comme celui des zones humides du Nord - Pas-de-Calais.

#### D.3.3.1.1 PHYTOTHÉRAPIE ET AROMATHÉRAPIE

Nombre de plantes aromatiques, sous forme d'huiles essentielles, sont proposées pour leurs propriétés antiparasitaires. Elles sont administrées dans des huiles peu ou pas résorbables (huile de paraffine par exemple) pour une action sur les parasites gastro-intestinaux ; elles sont en revanche administrées avec des excipients résorbables (huile de tournesol) pour une action sur *Fasciola hepatica*.

Les plantes les plus couramment utilisées par les pratiquants sont celles dont les huiles sont

réputées contenir des composés phénoliques ou cétoniques (Labre, 2007). Certaines de ces plantes présentent une toxicité notable et doivent nécessairement être utilisées avec les plus grandes précautions, ce qui rend donc leur usage très délicat. Par ailleurs, certaines de ces huiles essentielles ont un coût prohibitif en élevage.

Ainsi, si les huiles essentielles ne posent pas de problèmes de résidus ni de résistance, leur innocuité dans l'espèce traitée et surtout leur efficacité ne sont en aucun cas démontrées. Une étude du Département Technique d'Élevage et Qualité de l'Allier réalisée sur 150 agneaux en production biologique, visant à déterminer l'activité antiparasitaire de cinq produits phytothérapeutiques a montré que ces produits avaient une efficacité nulle sur l'excrétion fécale d'œufs de strongles intestinaux, de Strongyloides et de coccidies chez le mouton (tous les agneaux étaient excréteurs au premier jour d'utilisation et ont vu leur excrétion fécale augmenter malgré les traitements) (Mage, 2003).

D'autres plantes, telles que la carotte (graines et racines), le fenouil, la gentiane jaune ou la moutarde, sont citées comme des remèdes phytothérapeutiques qui permettent de stimuler l'immunité du jeune et d'éviter la prolifération des parasites internes (Heitz et Delbecq, 2007).

Les résultats les plus prometteurs concernent néanmoins l'utilisation de plantes riches en tanins ayant des propriétés anthelminthiques (études concernant les ovins). Ils sont abondants dans les plantes ligneuses ainsi que dans certaines légumineuses (Issautier, 2009 ; Bister, non daté).

Les tanins sont des substances naturelles phénoliques, métabolites secondaires des plantes supérieures que l'on trouve dans pratiquement toutes les parties des végétaux (écorces, racines, feuilles, fruits etc.) où ils jouent le rôle d'armes chimiques défensives contre certains parasites. Sur le plan chimique, ils sont constitués soit de polyol (glucose le plus souvent) ou de catéchine ou de triterpénoïde auquel sont attachées des unités galloyles (ou leurs dérivés), soit d'oligomères ou polymères de flavanols. Les tanins condensés sont des oligomères ou polymères de flavanols.

Les pâturages ensemencés de plantes qui contiennent de fortes concentrations de tanins condensés ont, à des degrés variables, la capacité de réduire l'émission d'œufs dans les fèces des ovins.

En Amérique du Nord, la plupart des recherches publiées concernent la légumineuse *Sericae lespedeza*, plante de climat chaud (Hoste et al., 2006). Le mécanisme comporterait deux volets. Les tanins condensés auraient un effet direct sur la capacité de ponte des parasites adultes et sur le développement des œufs en larves infectieuses dans les fèces. Cet effet serait, en partie au moins, attribuable aux quantités élevées de protéines *by-pass*<sup>24</sup> disponibles pour l'animal. Les animaux nourris de *S. lespedeza* ont de plus une réponse immunitaire améliorée par rapport aux animaux suivant un régime témoin. La faible teneur en tanins du régime augmente la performance reproductive et la croissance de la laine, indépendamment de la charge parasitaire. Cependant, les fortes teneurs réduisent la quantité d'aliments consommés et nuisent au rendement. Le lotier corniculé (*Lotus corniculatus*) et le sainfoin d'Espagne (*Hedysarum coronarium*) sont deux plantes de climat tempéré qui auraient des effets bénéfiques. Expérimentalement, le sainfoin (*Onobrychis coronarium*) a produit des résultats variables (Menziez, 2006). D'autres plantes riches en tanins, certains extraits d'arbres (par exemple le québracho) voire le marc de café (Lecasble, 2012) sont prometteurs et pourraient renforcer utilement d'autres moyens de lutte antiparasitaire.

S'il n'est pas question de modifier la composition végétale des prairies en apportant des espèces exotiques pouvant constituer un risque pour la biodiversité végétale locale, il est envisageable d'apporter des plantes riches en tanins sous forme de foin. Reste à savoir si les animaux le consommeront en dehors des périodes où l'herbe est peu abondante.

La présence d'une grande diversité d'espèces végétales, dont des espèces ligneuses, augmente les chances que des plantes riches en tanins soient consommées par le bétail.

---

24 Protéines protégées qui échappent à la dégradation par les micro organismes du rumen.

### **D.3.3.1.2 HOMÉOPATHIE**

Il s'agit d'une médecine naturelle qui utilise des substances diluées et dynamisées, d'origines animale, minérale ou végétale. Le choix d'un remède homéopathe est déterminé par l'ensemble des symptômes exprimés par l'animal malade. Les substances utilisées sont rendues inoffensives par des dilutions successives et codifiées. Elles sont prescrites suivant un principe de similitude : une substance qui, administrée à un animal sain provoque l'apparition de troubles et de symptômes caractéristiques, est susceptible de guérir un animal malade atteints de symptômes similaires.

Cette médecine rencontre un vif succès en production biologique mais aucun remède n'a d'action directe sur les parasites bien que certains praticiens proposent des remèdes homéopathiques contre la bronchite vermineuse (Cina 200K, Spigellia 200K) ou pulmonaire (Stanum 200K) en précisant qu'il s'agit d'un traitement préventif vermifuge et non vermicide (Polis, 2009). Pour le Dr Loïc Guiouillier (2012), spécialiste en homéopathie bovine, « *il n'existe pas de traitement vermifuge homéopathe sérieux* ». Ils peuvent cependant être utilisés pour stimuler la réaction de l'organisme à l'agression par le parasite et limiter ainsi les troubles qui en découlent. De nombreuses substances sont utilisables en fonction des symptômes observés (Labre, 2001). Par exemple, dans le traitement des symptômes de la bronchite vermineuse, *Bryonia*, *Antimonium tartaricum* et *Antimonium arsenicum* sont cités. Enfin, ce même auteur préconise, lors de parasitisme gastro-intestinal, et toujours en fonction des symptômes observés, l'utilisation de *China*, *Arsenicum album* ou *Mercurius solubilis*.

Issautier (2009) préconise également d'utiliser l'homéopathie en complément du traitement classique de la bronchite vermineuse pour optimiser l'efficacité du traitement allopathique par la technique de drainage ou après traitement quand la toux due aux lésions bronchiques persiste longtemps.

Les éleveurs doivent néanmoins se rappeler que le fait de traiter seulement la maladie clinique apparente, objectif recherché fondamentalement par l'homéopathie, n'est pas une stratégie adéquate de contrôle global du parasitisme et que ce fait a des conséquences sur le bien-être du troupeau.

### **D.3.3.2 CHOISIR DE TRAITER AVEC DES MOLECULES « CONVENTIONNELLES »**

Choisir d'utiliser un traitement vermifuge conventionnel s'avère très souvent nécessaire pour préserver la rentabilité de l'élevage et/ou la santé des animaux. Dans le contexte de l'élevage bovin en zone humide dans le Nord - Pas-de-Calais, pour les bovins en première saison de pâturage notamment, les plus exposés au risque parasitaire, il est difficile, dans la plupart des situations, de se passer d'un traitement stronglycicide en cours de saison de pâturage.

Il s'agit alors d'intégrer le risque d'écotoxicité dans les critères de choix du traitement de sorte à limiter la pénalisation de l'environnement.

Le choix opéré et les aménagements possibles du traitement constitueront un compromis aussi raisonnable que possible.

#### **D.3.3.2.1 PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES**

Sur un plan général, tout doit être mis en place pour inciter les éleveurs à utiliser les vermifuges de façon réfléchie :

- Privilégier en toute situation la prévention agronomique et une conduite d'élevage minimisant les risques parasitaires. En ce sens, toutes les mesures proposées au paragraphe D.3.1 doivent être utilement raisonnées et mises en place en accompagnement d'une stratégie de traitement conventionnel ;
- Respecter la posologie des produits (évaluer correctement le poids). Les sous-dosages favorisent l'apparition de résistances. Les surdosages maximisent les risques d'effets indésirables, tant sur l'animal lui-même que sur son environnement ;

- En cas de suspicion clinique malgré la prévention mise en place, faire appel au vétérinaire de sorte à éviter tout traitement complémentaire inutile. L'analyse médicale est indispensable pour confirmer le diagnostic clinique, mais aussi parce que dans certains cas, les symptômes ne suffisent pas à diagnostiquer la maladie. Le diagnostic repose alors également sur des analyses pratiquées dans le sang (sérologie), le lait ou les bouses (coprologie parasitaire), voire sur l'autopsie des animaux morts ;
- En début d'hiver, la détection d'une infestation par la grande douve est indispensable sur les troupeaux ayant pâTURé en zone humide dans la région.

### D.3.3.2.2 AGIR À LA RENTRÉE À L'ÉTABLE

À la rentrée à l'étable, le traitement n'a pas d'impact sur l'environnement prairial.

Le traitement contre *Fasciola hepatica* est nécessaire à cette période en cas de contact démontré avec le parasite (une série de cinq sérologies individuelles sur un groupe de bovins ayant pâTURé en zone humide par exemple).

Les traitements contre les trématodes en cours de saison sont inutiles sauf dans le cas particulier de la paramphistomose larvaire ou exceptionnellement en cas de très forte contamination par la douve. En fonction de l'activité du traitement sur les douves immatures ou non (seul le triclabendazole est actif sur les douvules immatures), il faudra traiter à la rentrée ou plusieurs semaines après, voire une fois à la rentrée et deux mois après avec un traitement adulticide uniquement.

En première saison de pâTURage (et en deuxième saison aussi en élevage allaitant), le traitement stronglycide de rentrée sera utilement adapté en fonction des résultats du dosage de pepsinogène sérique d'un lot d'animaux (cf. tableau 25).

**Tableau 25** : Adaptation du traitement stronglycide à la rentrée à l'étable en fonction des résultats d'un dosage de pepsinogène sérique (P. Camuset, SNGTV)

		Moyenne des dosages pepsinogène sur 5 animaux du lot		
		<1000	1000 à 1750	>1750
Résultats > 2000 (mUTyr)	0	Pas de traitement	Benzimidazole	Macrolide
	1	Benzimidazole		
	>1		Macrolide	

### D.3.3.2.3 NE VERMIFUGER QUE CERTAINS ANIMAUX

Certains auteurs préconisent de ne vermifuger que les animaux qui semblent le plus souffrir du parasitisme, de façon à rejeter moins de molécules potentiellement toxique dans l'environnement ou bien à limiter le budget consacré à l'achat des produits antiparasitaires. Cette technique permet aussi de diminuer la pression de sélection de populations de parasites résistants aux anthelminthiques (Chartier et Camuset, 2012).

Pour les ovins, Bister (non daté) parle du concept de « smart drenching » ou vermifugation allégée : le nombre de traitements annuels est minimisé (deux à trois par an sauf pour les agneaux) et seuls les animaux atteints (cliniquement ou coproscopie positive) sont traités. Le traitement sélectif ciblé (TSC) qui consiste à ne vermifuger dans un groupe que les animaux pour lesquels le bien-être et/ou les productions sont affectés, a été proposé au départ chez les ovins pour diminuer la pression de sélection par les anthelminthiques et tenter de limiter le développement de résistance à ces médicaments (Cabaret, 2012).

À moins de disposer de pâTURages supplémentaires pour héberger ensuite ces animaux (voir D.3.3.2), en cours de saison de pâTURage, cette technique ne sera en pas suffisante pour limiter véritablement le nombre d'œufs ou de larves de parasites sur le pré. Les animaux malades courent donc le risque de se recontaminer immédiatement et de s'affaiblir à nouveau.

Elle se justifie plus aisément au moment de la rentrée à l'étable. Certains éleveurs réservent ainsi la vermifugation à cette période uniquement aux animaux les plus maigres.

En pratique, la vermifugation sélective est un choix courant, mais se porte à un autre niveau : le traitement (ou l'absence habituelle de traitement) des adultes immunisés est déjà différent de celui des animaux en première et deuxième saisons de pâturage. Ce type de raisonnement peut être étendu aux mères suitées, ou aux animaux ayant des destinées différentes (mâles vendus jeunes, génisses de renouvellement...), qui peuvent faire l'objet de stratégies de traitement différenciées.

#### **D.3.3.2.4 PRIVILÉGIER UNE MOLÉCULE PEU RÉMANENTE**

Celle-ci sera évidemment présente dans les bouses moins de temps que les molécules rémanentes. D'un point de vue vétérinaire, cette méthode n'a aucun intérêt à la mise à l'herbe.

Si elle est utilisée pendant la saison de pâturage, elle devra être associée à un changement de parcelle.

Une polémique existe sur le changement de parcelle avant ou après traitement. Certains auteurs préconisent de traiter quelques jours après avoir changé de pâturage de façon à contaminer le pré avec quelques parasites et permettre le développement d'une immunité (AGRIDEA, 2009) mais cette pratique oblige à manipuler les animaux à deux reprises.

Au contraire, d'autres auteurs préconisent le « treat and move » ou « dose and move » de Weybridge : les animaux sont maintenus sur une pâture sûre jusqu'à la mi-juillet, sont traités et déplacés vers une autre pâture sûre (Université de Liège, 2003).

La stratégie de « traitement-déplacement » est courante. Elle permet d'éviter que les animaux n'introduisent des parasites dans un pâturage sain. Mais bien qu'elle semble efficace pendant plusieurs années, elle accélérerait également l'établissement de résistance aux anthelminthiques. La résistance aux anthelminthiques est la capacité héréditaire d'un parasite à tolérer une dose normalement efficace d'un médicament anthelminthique. Un parasite est qualifié de « résistant » s'il survit à une dose normale d'un seul anthelminthique. Souvent, les parasites ne meurent pas, car le traitement est mal administré ; il s'agit alors d'un échec de traitement et non de résistance.

Si les animaux sont traités puis renvoyés dans un pâturage infecté, ils seront réinfectés par une population incluant des parasites sensibles déjà présente dans le pâturage. S'ils sont traités puis déplacés dans un pâturage sain, les seuls parasites à émettre des œufs dans le nouveau pâturage seront des souches potentiellement résistantes et ces parasites ne seront brassés avec aucune population déjà présente, donc leur résistance sera intacte lorsque les animaux seront réinfectés.

La constitution d'une population de parasites résistants peut s'étendre sur plusieurs saisons de pacage, mais lorsqu'elle est achevée, les parasites peuvent infliger des pertes sévères (décrit pour les moutons). La recherche sur les facteurs de risque de résistance aux anthelminthiques a démontré qu'il vaut mieux laisser les moutons dans le même pré quelques jours (station de trois à cinq jours) pour qu'ils se réinfectent légèrement. Ainsi, la charge parasitaire des bêtes sera constituée d'un mélange de parasites sensibles (provenant de la réinfection) et de quelques parasites résistants (ayant survécu à la vermifugation) et des refuges de parasites sensibles seront préservés.

Si on utilise une molécule peu rémanente pour le traitement de la bronchite vermineuse, le changement de pâturage est également indispensable car les animaux traités peuvent ne pas avoir eu le temps d'acquérir une immunité suffisante et se réinfester sur la même prairie (Dorchies *et al.*, 2012).

Quand ce changement est impossible, comme c'est souvent le cas dans les systèmes d'élevage du Nord - Pas-de-Calais, les macrolides s'imposent si on veut éviter une recontamination des animaux et plusieurs épisodes de dictyocaulose successifs.

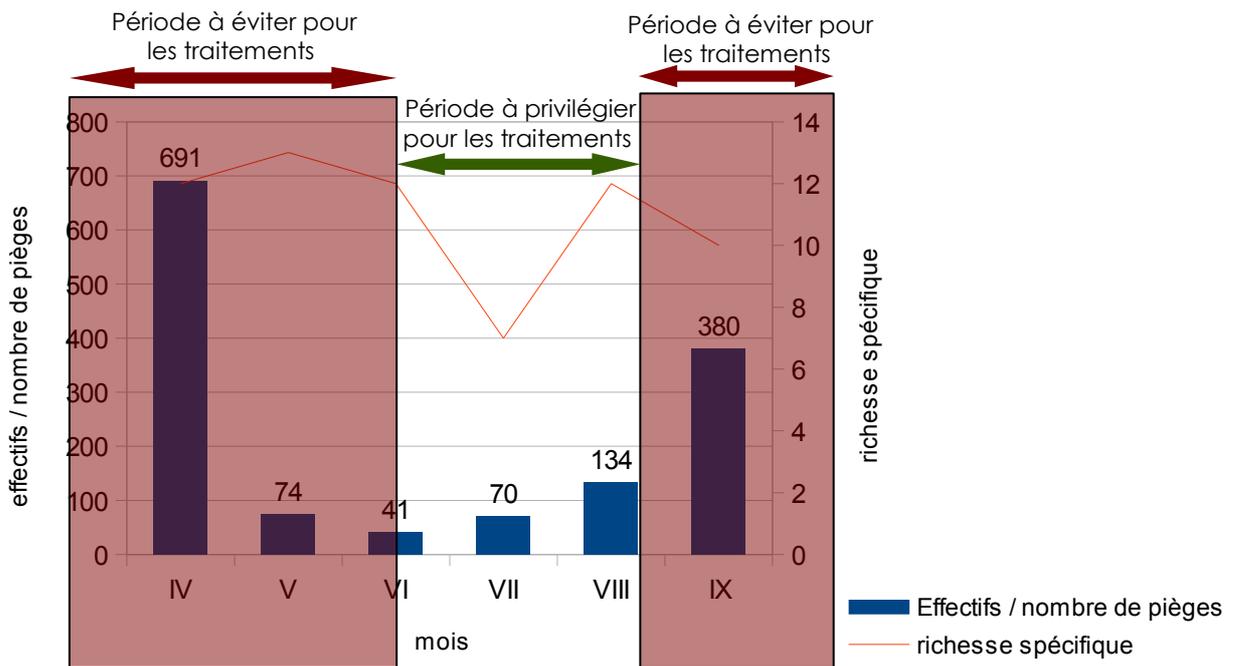
### D.3.3.2.5 TRAITER EN ÉTÉ (JUILLET) PLUTÔT QU'EN DÉBUT DE SAISON

Les traitements rémanents à la mise à l'herbe, période de fort développement des populations d'insectes coprophage, sont à éviter dans une optique de préservation de ces espèces. Un traitement à la rentrée à l'étable, quand il est possible de s'en contenter, est très préférable. Ses effets s'avèrent toutefois insuffisants dans nombre de situations pour véritablement contrôler le risque parasitaire.

Traiter en été (juillet/août), avec une molécule de rémanence moyenne, semble constituer un compromis intéressant dans certaines situations (Lumaret, 2006).

Nous avons montré dans cette étude que la période estivale (juillet et août) est une période de moindre activité des coléoptères coprophages dans les prairies humides du Nord - Pas-de-Calais (cf. figure 31). Si un traitement administré en juillet est moins impactant pour la faune coprophage, cela ne signifie ni que les coléoptères ne sont plus là, ni que l'impact est nul puisque certaines espèces ne sont présentes à l'état imaginal qu'à cette période de l'année. C'est le cas d'*Aphodius foetidus* (présent uniquement en juillet/août dans le cadre de l'étude) ou encore de *Geotrupes puncticollis* (juillet, août, septembre). Contrairement aux espèces de la guildes des résidents, les Geotrupidae, et d'une manière générale les espèces appartenant à la guildes des fousseurs, ne produisent qu'un très faible nombre de descendants et sont par conséquent plus sensible aux perturbations. En outre, un traitement rémanent au mois d'août pourra avoir un impact non négligeable sur les individus fraîchement émergés de la cohorte automnale ainsi que sur leur taux de fécondité et sur la survie de leurs œufs.

Cette période de traitement représente néanmoins un compromis qui peut être privilégié au regard de l'abondance et du nombre d'espèces de coprophages.



**Figure 31** : Périodes de traitement à privilégier ou à éviter en fonction de l'abondance et de la richesse spécifique en coléoptères coprophages dans les prairies humides du Nord - Pas-de-Calais (d'après les données 2011)

#### **D.3.3.2.6 PRÉFÉRER LES BOLUS SÉQUENTIEL PLUTÔT QU'À DIFFUSION CONTINUE**

La libération du vermifuge par un bolus séquentiel s'effectue toutes les trois semaines et non de façon continue. Non seulement l'impact sur l'environnement est plus faible, mais cela permet aussi un contact avec les parasites de sorte à laisser l'immunité se développer (voir A.1.2).

#### **D.3.3.2.7 UTILISER DES MOLÉCULES AYANT UNE TOXICITÉ MOINDRE SUR LES COLÉOPTÈRES COPROPHAGES**

Parmi les lactones macrocycliques, la moxidectine a une toxicité intrinsèque moindre sur les bousiers et se dégrade plus vite que les ivermectines dans l'environnement (Lumaret et Errouissi, 2002 ; Lumaret, 2006 ; Wardaugh *et al.* ; 2001 ; Alvinerie, 2009).

Privilégier cette molécule constitue donc un élément de choix possible mais ne doit pas faire perdre de vue les risques habituels à long terme des stratégies de monotraitement, même si ceux-ci ne sont pas tous démontrés dans le cadre de la lutte contre le parasitisme interne des bovins : sélections d'espèces ou de populations parasites, apparition de résistances, constitution d'une habitude de traitement, abandon du raisonnement thérapeutique saisonnier et baisse de vigilance, etc.

#### **D.3.3.2.8 ÉVITER LE MODE D'ADMINISTRATION EN POUR-ON**

Lorsque le produit anthelminthique est déposé sur le dos de l'animal, celui-ci peut en lécher une partie, jusqu'à ¼ de la dose administrée, sur son propre dos ou celui des congénères du lot également traité. Le produit est alors absorbé par voie orale où la biodisponibilité est très supérieure à la voie transcutanée et se retrouve dans les fèces à des niveaux de concentration élevés (Bousquet-Melou., 2012) pouvant affecter les populations d'insectes coprophages.

Certes, l'administration en pour-on est facile avec une contention limitée voire sans contention mais il serait préférable de choisir le même principe actif en injectable, quand il existe, pour les traitements au pâturage.

Le tableau suivant dresse la synthèse des propositions d'actions pour une stratégie raisonnée de gestion du risque parasitaire dans les prairies humides du Nord de la France (cf. tableau 26).

**Tableau 26 :** Synthèse des propositions pour une stratégie raisonnée de gestion du parasitisme en élevage bovin dans les zones humides du Nord - Pas-de-Calais

Recommandations		Commentaires	
<b>Limiter le risque de contamination parasitaire par une conduite d'élevage et une gestion agronomique adaptée</b>	Entretenir un bon état général des animaux et leur fournir une nutrition équilibrée	- Un apport complémentaire en protéines permet de compenser la perte de croissance induite par la présence de parasites - Une bonne nutrition permet une meilleure résistance au parasitisme	
	Réduire le nombre d'œufs de strongles sur la parcelle par sa gestion adéquate	- Permettre le contact avec un faible nombre de parasites pour favoriser le développement de l'immunité : . sortir les animaux des pâturages le plus tard possible . alterner prairie de fauche et pâturage . pâturage de regain . mettre en place un plan de rotation de pâturage . extensifier les pratiques de pâturage (charge de pâturage faible) . favoriser le pâturage mixte (bovin/équin ; éviter l'association bovin/ovin en milieu humide)	
	Clôturer les points d'eau naturels et aménager des abreuvoirs surélevés pour les animaux	- Limite les potentialités d'infestation par la douve	
	Sélection génétique des ruminants	- Maintien du rendement chez les espèces « rustiques » (chez les moutons) - Il n'existe pas de races réputées mieux supporter le parasitisme en élevage bovin	
<b>Baser la stratégie de traitement sur un diagnostic parasitaire et sanitaire fiable</b>	Surveillance visuelle de l'état sanitaire du troupeau		
	Utiliser les examens de laboratoire en cours de saison de pâturage	Comptage des larves L3 dans l'herbe	- Examen peu fiable et difficilement généralisable (absence de laboratoire pratiquant cette analyse dans la région)
		Coproscopies	- Résultats principalement qualitatifs et présentant de nombreuses limites d'interprétation - Examen peu intéressant pour raisonner de façon globale une politique de contrôle et de traitement des contaminations parasitaires
		Recherche des larves 1 de dictyocaulus par la technique de Bearmann modifiée de Mc Kenna	- Examen qualitatif permettant de s'assurer de l'étiologie parasitaire et d'éviter les traitements vermifuges « diagnostic »
	Autres analyses médicales	Sérologie	- Sérologies à la rentrée à l'étable sur au moins 5 animaux d'un même groupe - Recherche d'anticorps contre Fasciola + dosage de pepsinogène sérique en 1 <sup>ère</sup> et 2 <sup>ème</sup> saison.
		Analyse de lait	- Peu sensible
Autopsie des animaux morts		- Non prédictive !	

Recommandations		Commentaires	
<p><b>Mettre en place une stratégie de traitement raisonnée</b></p>	Évaluer les possibilités d'utilisation des « vermifuges de substitution » non allopathiques	Phytothérapie et aromathérapie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En complément des méthodes thérapeutiques classiques (médicamenteuses ou agronomiques)</li> <li>- Si les huiles essentielles ne posent pas de problèmes de résidus ni de résistance, leur innocuité dans l'espèce traitée et surtout leur efficacité ne sont en aucun cas démontrées.</li> <li>- Stimuler l'immunité du jeune et d'éviter la prolifération des parasites internes</li> <li>- Favoriser les plantes riches en tanins ayant des propriétés anthelminthiques et la diversité végétale (dont les ligneux)</li> </ul>
		Homéopathie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de traitement antiparasitaire homéopathique</li> <li>- Utilisés pour stimuler la réaction de l'organisme à l'agression par le parasite et limiter ainsi les troubles qui en découlent en complément des méthodes thérapeutiques classiques (médicamenteuses ou agronomiques)</li> </ul>
	Faire le choix de traiter avec des molécules « conventionnelles »	Respecter la posologie des produits	- Risque d'apparition de résistances en cas de sous-dosage et risques d'effets indésirables pour l'animal et son environnement en cas de sur-dosage
		Agir à la rentrée à l'étable	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aucun impact sur l'environnement prairial</li> <li>- Traitement contre <i>Fasciola hepatica</i> nécessaire à cette période en cas de contact démontré avec le parasite</li> </ul>
		Ne vermifuger que certains animaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moindre impact sur l'environnement prairial</li> <li>- A privilégier à la rentrée à l'étable</li> <li>- Réflexion sur la stratégie de traitements différenciés en fonction de l'âge et de la destinée des animaux</li> </ul>
		Privilégier une molécule peu rémanente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impact plus limité sur la faune coprophage</li> <li>- Intérêt thérapeutique nul à la mise à l'herbe</li> <li>- A associer à une rotation de pâturage en cours de saison de pâturage</li> </ul>
		Traiter en été plutôt qu'en début de saison	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moindre impact sur l'environnement prairial (mais impact non nul)</li> <li>- Période de moindre activité des coléoptères Scarabéides coprophages</li> </ul>
		Préférer les bolus séquentiel plutôt qu'à diffusion continue	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impact plus faible sur l'environnement (mais impact non nul)</li> <li>- Favorise le développement de l'immunité</li> </ul>
		Utiliser des molécules ayant une toxicité moindre sur les coléoptères coprophages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En cas d'utilisation des lactones macrocycliques, privilégier les molécules de la classe des milbémycines (moxidectine)</li> <li>- Attention cependant aux risques liés au monotraitement (sélection d'espèces ou de populations parasites, apparition de résistances, etc.)</li> </ul>
		Éviter les traitements en pour-on	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autant que possible quand il s'agit d'un traitement en cours de saison de pâturage</li> <li>- Risque de surdosage</li> </ul>



# E - PERSPECTIVES



La diffusion d'une information complète et détaillée aux acteurs de terrain sur les conclusions de cette étude et les éléments de réflexion qui peuvent être proposés en fonction des situations d'élevage sera une priorité. Dans un premier temps, cette information concernera la réalisation et la diffusion de documents de communication et notamment d'une plaquette de sensibilisation destinée aux vétérinaires et éleveurs volontaires pour la préservation de l'environnement et de l'écosystème prairial, avec des niveaux d'exigences variables selon les cas de figures, et description des examens complémentaires réalisables pour affiner le diagnostic parasitaire.

Au-delà, les perspectives de travail sur cette thématique demeurent nombreuses au plan régional et national :

- Intégration des enjeux écologiques dans les conseils et formations donnés aux éleveurs et vétérinaires (et leur personnel non vétérinaire) : mise en place d'un programme de formation des acteurs ;
- Implication du Conservatoire et de Vét'el dans des projets locaux de gestion raisonnée du parasitisme (ex : plan d'actions en faveur de la Pie-grièche grise) ;
- Poursuite de l'amélioration des connaissances de la faune coprophage (inventaires et identification d'espèces remarquables) et de leurs cycles biologiques dans la région ;
- Participation ou initiation de travaux de recherche/développement à plus large échelle :
  - Poursuivre les études *in situ* visant à étudier l'impact des molécules sur la faune coprophage à long terme et améliorer les protocoles d'étude : comparer l'impact d'une même molécule antiparasitaire utilisée à des moments différents de la saison de pâturage et/ou sous une présentation différente (injectable, bolus, pour-on...) ; étendre le nombre de bouses/animaux/prés suivis pour obtenir des résultats à meilleure valeur statistique ;
  - Faire assurer un suivi coproscopique sur un échantillon d'animaux par un laboratoire ou une clinique vétérinaire formée, proche du lieu d'étude, afin de tester la pertinence de cette méthode sur le territoire régional et le niveau de corrélation des résultats obtenus sur les animaux avec la situation parasitaire de la pâture ;
  - Élargir l'étude à la paramphistomose, parasitose émergente des bovins, due à un trématode à localisation gastrique, dont le lien épidémiologique avec la fasciolose dans la région est à étudier ;
- Participation du Conservatoire et de Vét'el à une groupe de travail sur la construction d'une mesure agri-environnementale territorialisée (MAEt) visant à réduire l'impact environnemental des anti-parasitaires du bétail.

Au niveau international, plusieurs actions ont été développées pour une meilleure prise en compte du risque écotoxicologique des molécules antiparasitaires utilisées en élevage. Citons à titre d'exemple la mise en place d'un label « dung beetle friendliness » initié en Afrique du Sud et qui semble être une solution à la fois pertinente et humoristique pour aider les prescripteurs/utilisateurs d'antiparasitaires à orienter leur choix d'une molécule (University of Pretoria, 2007). Il ne pourrait être mis en œuvre qu'avec le recours d'un laboratoire indépendant et à large échelle pour être crédible (cf. figure 32). Il constitue un exemple d'action qui pourrait être menée à long terme dans ce domaine sur le territoire national.

Des recherches sont également menées en Europe sur le développement en routine d'une méthode standardisée visant à évaluer les effets écotoxiques des molécules antiparasitaires utilisées en élevage sur les coléoptères coprophages (Lumaret *et al.*, 2007). A terme, ce test standard devrait être incorporé au processus d'évaluation des risques des nouveaux produits pharmaceutiques, en accord avec la législation Européenne qui requière une évaluation des risques environnementaux, notamment sur les coléoptères coprophages, des substances parasitocides utilisées pour le traitement des animaux élevés en pâturage (Römbke *et al.*, 2007).

## Rating System

Afrique du Sud : labels sur les boîtes de médicaments vétérinaires





absent	Absence of the trademark means that the product has not been tested for non-target toxicity.
★	Product's use should be limited, for example, to stock feedlots, and shouldn't be used in pastures because the effect on dung beetles would be severe.
★★	Product is suitable for occasional use.
★★★	Product which has a minimal impact on dung beetles and is considered suitable for regular use.

**Figure 32** : Document marketing du label sud-africain « dung beetle friendliness » (d'après Lumaret, 2010)

Un « vaccin » contre la dictyocaulose existe mais n'est pas commercialisé en France : *Bovilis Dictol*® (AGRIDEA, 2009) ou *Nobi-vac*® Lungworm. Il contient des larves L3 de *Dictyocaulus viviparus* irradiées, à administrer par voie orale au moins six semaines avant la mise à l'herbe puis quatre semaines après la 1<sup>ère</sup> administration. Son but est de réduire les signes cliniques et les lésions associées à la bronchite vermineuse. Il est fabriqué à partir de larves de troisième stade atténuées par irradiation, ce qui permet à l'hôte d'être exposé à l'ensemble du cycle parasitaire depuis le tractus digestif jusqu'aux poumons (CBIP VET, 2003). La recherche vaccinale devrait permettre de développer des produits dont l'utilisation est compatible avec les systèmes d'élevage actuels (une seule administration, voies muqueuse ou orale, implants...) et dont le prix reste acceptable. Il est raisonnable de penser que dans un futur proche, d'autres vaccins antiparasitaires seront disponibles en tant qu'outils pratiques dans la lutte stratégique contre les maladies parasitaires, permettant de réduire de façon très nette les traitements antiparasitaires et ainsi les résistances aux molécules utilisées et leur impact sur l'environnement.

Enfin, des recherches sur l'usage d'un champignon « nématophage » semblent particulièrement prometteuses. Le champignon *Duddingtonia flagrans* croît dans les fèces des bovins, ovins et caprins, où il émet des mycéliums qui emprisonnent comme un filet et tuent les formes libres de nématodes gastro-intestinaux (EFSA, 2006). Ce champignon est naturellement présent, mais pour qu'il le soit en quantité suffisante dans les fèces, les moutons et bovins doivent ingérer ses spores quotidiennement pendant au moins 60 jours, voire 90. L'objectif est d'administrer les spores au moment de la mise à l'herbe, pendant une certaine période, pour interrompre l'accumulation de larves L3 dans les pâturages jusqu'à ce que la saison soit assez avancée pour que la maladie n'apparaisse plus cette année-là. Au pré, l'administration quotidienne n'est pas pratique ; un bolus intraruminal qui libérerait lentement les spores est à l'étude.

Différents essais ont montré que *D. flagrans* est très efficace contre les larves de tous les strongles gastro-intestinaux et notamment contre les espèces les plus dangereuses, *Ostertagia*,

*Cooperia* et même *Dictyocaulus* (Viard, 2004). Des essais menés en Suisse ont montré un accroissement moyen supérieur de 26 kilos pour un groupe d'animaux traités avec *D. flagrans* comparé au groupe de contrôle non vermifugé. Cette différence de poids s'est maintenue jusqu'au printemps suivant (Fruttschi, 2007).

D'autres champignons microscopiques sont étudiés, y compris pour lutter contre les nématodes qui provoquent des dégâts importants des cultures végétales (Bouguerra, 1993). Pour être utilisés en élevage, les champignons étudiés doivent répondre à plusieurs impératifs : ils doivent avoir prouvé leur innocuité pour l'homme et l'animal, tant par voie orale que par inhalation. Ils doivent par ailleurs subir sans dommage le passage par le tube digestif des animaux, dont certains sont polygastriques, de façon à pouvoir être administrés par voie orale puis retrouvés dans les fèces où ils rempliront leur rôle de prédation vis-à-vis des nématodes rejetés en même temps qu'eux. Afin de vérifier que les champignons nématophages n'ont pas d'autres effets sur le pâturage, des études sont menées en surdosant l'apport de spores. Si ces champignons avaient un effet sur les nématodes utiles du sol, ils pourraient par exemple ralentir la décomposition des bouses. Jusqu'à présent, aucune modification des autres populations de nématodes des pâturages n'a pu être observée (Fruttschi, 2007).

*D. flagrans* présente un potentiel élevé encore jamais atteint par des méthodes alternatives dans la lutte contre les strongles des bovins. Il est intéressant dans le contexte mondial préoccupant du développement constant des résistances aux anthelminthiques et de la préservation de l'entomofaune des prairies. Cependant, les résultats obtenus en condition d'élevage restent aléatoires et des recherches seront encore nécessaires pour optimiser l'application du produit, encore non commercialisé à ce jour (Chartier et Camuset, 2012).



# BIBLIOGRAPHIE

## A

**Agreil C., Greff N.** - 2008. Des troupeaux et des hommes en espaces naturels, une approche dynamique de la gestion pastorale. Guide technique Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 87p.

**AGRIDEA** - 2009. Hygiène et santé - Maîtrise du parasitisme. Fiche Technique 6.25. URL : <http://www.agridea-lausanne.ch/files/6.25.1-5.parasitisme.pdf>

**Alvinerie M.** - 2009. Avermectines et ivermectines. Communication, Laboratoire de Pharmacologie-Toxicologie, INRA de Toulouse. URL : [http://physiologie.envt.fr/spip/IMG/pdf/veto\\_1-2009.pdf](http://physiologie.envt.fr/spip/IMG/pdf/veto_1-2009.pdf)

**ALZCHEM**, 2012 - Le cyanamide calcique – des vaches heureuses sur des prairies saines. [http://www.cyanamidecalcique.de/fr/application/paturages/prairies\\_a\\_bovins](http://www.cyanamidecalcique.de/fr/application/paturages/prairies_a_bovins)

**Aubert M., Tartary P.** - 2010. Éléments de réflexion pour la gestion parasitaire des troupeaux ovins dans le Camp de Canjuers (Var – France). *Conservatoire Études des Écosystèmes de Provence*, Aix-en-Provence. 21p.

## B

**Barbut M.** - 2002. Impact environnemental des endectocides sur la pédaufaune. Thèse de doctorat vétérinaire. *Université Paul Sabatier*, Toulouse. 120 p.

**Barth D.** - 1993. Importance of methodology in the interpretation of factors affecting degradation of dung. *Vet Parasitol*, **48** (1-4) : 99-108.

**Barth D., Heinze-Mutz E. M., Roncalli R. A., Schlüter D., Gross S. J.** - 1993. The degradation of dung produced by cattle treated with an ivermectin slow-release bolus. *Vet. Parasitol.* **48**, 1-4, 215-227.

**Barth D., Heinze-Mutz E. M., Langhoff W., Roncalli R. A., Schlüter D.** - 1994. Colonisation and degradation of dung pats after subcutaneous treatment of cattle with ivermectin or levamisole. *Appl. Parasitol.* **35**, 4, 277-293.

**Bister J.-L.** - non daté. Pathologie du mouton. Parasitologie interne gastro-intestinaux et respiratoire. Présentation orale. FUNDP CRO - Laboratoire de Physiologie animale. URL : <http://www.fundp.ac.be/sciences/veterinaire/physiologie/crovines/docu/objectif1/parasito>

**Blondel J.** - 1976. Stratégies démographiques et successions écologiques. *Bull. Soc. Zool.* 101 : 695-718.

**Boireau J., Le Jeune P.** - 2007. Étude du régime alimentaire du Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) dans quatre colonies du département du Finistère (France). *Groupe Mammalogique Breton*, Sizun. 67p.

**Borey L., Dury B., Kockmann F., Guerin N., Limanton M.** - 2011. Référentiel technique relatif aux Zones humides et Travaux hydrauliques ruraux en Saône-et-Loire. *Chambre d'agriculture de Saône et Loire / Direction Départementale des Territoires*. 32p.

**Bosquet G., Alzieu JP., Chauvin A., Dorchies P., Camuset P., Duret E.** - 2007. Observatoire de la grande douve : enquête de prévalence de la fasciolose bovine. *Bull. Acad. Vét. France*, **160** (2).

**Bouguerra A.** - 1993. Les biopesticides à l'assaut des nématodes du sol. URL : <http://www.alliance21.org/2003/article924.html>

**Bourgeois A.** - 2011. Douve y es-tu ? *VET'EL*, La Lettre des vétérinaires aux éleveurs N°25.

**Bousquet-Mélou A.** - 2012. Numéro spécial du *Point Vétérinaire*, Parasitologie interne des ruminants. Léchage entre congénères et antiparasitaires en pour-on. 124-126.

**Bredeche M., Gallet B., Lefebvre S., Masset O.** - 2007. Marais et étangs de G. Plans de gestion 2008-2012. Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais et Fédération départementale des associations agréées pour la pêche et la protection du milieu aquatique du Pas-de-Calais. 123p.

**Brochot L.** - 2009. Gestion du parasitisme interne des jeunes agneaux de plein air. Thèse Med. Vét. *École Nationale Vétérinaire d'Alfort*. 127p.

**Bryan R.P., Kerr J.D.** - 1989. Factors affecting the survival and migration of the free-living stages of gastrointestinal nematode parasites of cattle in central Queensland. *Vet Parasitol*, **30** (4) : 315-26.

**Bunalski M.** - 1999. Die Blatthornkäfer Mitteleuropas. Coleoptera, Scarabaeoidea. Bestimmung-Verbreitung-Ökologie. 80p.

## C

**Calmejane A.** - 2003. Intérêt du pâturage mixte entre ovins et bovins dans la gestion du parasitisme digestif en agriculture biologique.

**Campbell W.C., Fisher M.H., Stapley E.O., Albers-Schonberg G., Jacob T.A.** - 1983. Ivermectin : a potent new anti-parasitic agent. *Science*, **221** : 823-828.

**Camuset P.** - 2007. Le dosage de pepsinogène sérique. Le Bulletin des GTV, Hors série Parasitisme des bovins.

**Camuset P.** - 2011. Le parasitisme bovin au pâturage : utilisation pratique des examens complémentaires pour une gestion raisonnée. Communication au GDS 62, Saint Pol sur Ternoise, 14/12/2011.

**Camuset P., Doré C.** - 2011. Utilisation pratique des examens complémentaires en parasitologie bovine au pâturage. Communication aux Journées nationales des GTV, Nantes.

**Camuset P.** - 2012. Le dosage du pepsinogène sérique, un outil de gestion des strongyloses gastro-intestinales- Bulletin des GTV N° 65 renouvellement du troupeau laitier, p41.

**Carravieri A., et Scheifler R.** - 2012. Effets des substances chimiques sur les Chiroptères : état des connaissances. Rapport bibliographique. Laboratoire Chrono-Environnement Université de Franche-Comté / CNRS. 65p.

**Caroff C., Duranel A., Roué S.Y.** - 2003. Traitements anti-parasitaires du bétail, insectes coprophages et chauves-souris. *L'Envol des chiros*, **7** : 7-14.

**CBIP VET** - 2003. La vaccination contre les affections respiratoires des bovins. *Folia veterinaria* N°3. 6p.

**Charrier S.** - 2002. Clé de détermination des Coléoptères Lucanides et Scarabeides de Vendée et de l'Ouest de la France. *Le naturaliste Vendéen* **2** : 61-93.

**Chartier C., Camuset P.** - 2012. Numéro spécial du *Point Vétérinaire*, Parasitologie interne des

ruminants. La gestion du pâturage chez les bovins, 22-28.

**Chauvin A., Ravinet N., Chartier C.** – 2012. Numéro spécial du Point Vétérinaire, Parasitologie interne des ruminants. Nouvelle approche du contrôle des strongyloses gastro-intestinales, 14-21.

**Chihya J., Tafara Gadzirayi C., Mutandwa E.** - 2006. Effect of three different treatment levels of deltamethrin on the numbers of dung beetles in dung. *African Journal of Agricultural Research*, 1 (3) : 74-77.

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

**COLLECTIF** – 2011. Dictionnaire des médicaments vétérinaires et des produits de Santé Animale commercialisés en France. Le Point Vétérinaire, 2074p.

**Cornille Y., Bastien F., Soler D.** - non daté. La maîtrise du parasitisme chez les ruminants, Mieux connaître ses risques pour bien gérer son troupeau. Fiche technique, FRGDS PACA. URL : [http://www.frgds-paca.org/IMG/pdf/article\\_parasitisme\\_resonances\\_.pdf](http://www.frgds-paca.org/IMG/pdf/article_parasitisme_resonances_.pdf)

**Costesseque R.** - 2005. Les *Aphodius* de France. Une clé de détermination. *Magellanes ed.*, 76p.

**Costesseque R., Peslier S.** - 2005. Clé de détermination illustrée de la tribu des Onthophagini de France (Coleoptera, Scarabaeoidea). *RARE*, T XIV (2) : 39-53.

## D

**Dadour, I.R., Cook, D.F.** - 1999. Avermectins and pasture pollution : a solution for dung beetles. Proceedings of the 7th Australasian Conference on Grassland Invertebrate Ecology. *Matthiessen, J. N.* (Editor). 146-158p.

**Dadour I.R., Cook D.F., Neesam C.** - 1999. Dispersal of dung containing Ivermectin in the field by *Onthophagus taurus*. *Bulletin of Entomological Research*, 89 : 119-123.

**Danin J.** - 2005. Un contrat de maîtrise contre les strongles. *Dossier Réussir*, Spécial médicaments vétérinaires : 42-43.

**Debarnot P., Gauthier N., Patricot S., Villeneuve MB.** - 2011. Le parasitisme herbager en élevage bovin. Chambre d'agriculture de Saône et Loire, GDS Saône-et-Loire, Communication à la Journée technique de Jalogny, 05/07/2011. URL : [http://www.sl.chambagri.fr/uploads/media/2011Le\\_parasitisme\\_herbager\\_des\\_bovins.pdf](http://www.sl.chambagri.fr/uploads/media/2011Le_parasitisme_herbager_des_bovins.pdf)

**Debuyser M.** - 1999. Catalogue des coléoptères Scaraboidae du Nord. *Bulletin de la société entomologique du Nord de la France*, 2ème trimestre 1999. 31p.

**Delettre Y.R.** - 2008. Populations et communautés, analyses multivariées des données spatialisées. UMR 6553 ECOBIO, Rennes. 50p.

**Denis B.** - 1998. La Fabrique des Animaux in Si Les Lions Pouvaient Parler, *Gallimard*, 710-717.

**De Norguet A.** - 1863. Catalogue des Coléoptères du département du Nord. *Soc. Sc. et Agr. Lille*. 195p.

**De Norguet A.** - 1867. Supplément au Catalogue des Coléoptères du département du Nord. *Soc. Sc. et Agr. Lille*. 48p

**De Norguet A.** - 1873. Deuxième supplément au Catalogue des Coléoptères du département du Nord. *Soc. Sc. et Agr. Lille*. 195p. 39p

**Dimander S.-O., Höglund J., Waller P. J.** - 2003. Disintegration of dung pats from cattle treated with the ivermectin anthelmintic bolus, or the biocontrol agent *Duddingtonia flagrans*. *Acta vet. scand.*, **44**, 3-4, 171-180.

**Doherty W.M., Stewart N.P., Cobb R.M., Kieran P.J.** - 1994. In vitro comparison of the larvacidal activity of moxidectine and abamectin against *Onthophagus gazelle* and *haematobia irritans exigua*. *Journal of the Australian Entomological Society*, **33** : 71-74.

**Dorchies P., Duncan J., Losson B., Alzieu JP.** - 2012. Parasitologie clinique des bovins. Editions Med'com.

**Dorchies P., Remmy D.**, non daté. Abécédaire de la grande douve. Ceva santé animale.

**Doube M., Giller P.S.** - 1990. A comparison of two types of trap for sampling dung beetle populations (Coleoptera: Scarabaeidae). *Bulletin of Entomological Research*, **80** : 259-263.

**Duby G., Wallon A.** [dir.] - 1977. Histoire de la France rurale. Tome 4 : La fin de la France paysan, de 1941 à nos jours. Editions du Seuil, 666p.

**Dutertre A.P.** - 1925. Contribution à la Faune des Coléoptères du Boulonnais. Impr. centrale du Nord, Lille. 56p.

**Duval J.** - 1994. Moyens de lutte contre les parasites internes des ruminants. Ecological Agriculture Projects, McGill University (Macdonald Campus). URL : <http://eap.mcgill.ca/agrobio/ab370-04.htm>

## E

**EFSA** - 2006. Avis du groupe scientifique sur les additifs et produits ou substances utilisés en alimentation animale sur la sécurité d'une préparation à base du micro-organisme *Duddingtonia flagrans*, utilisée comme additif alimentaire chez le veau conformément à la directive du Conseil 70/524/CEE. URL : [http://www.efsa.europa.eu/fr/scdocs/doc/feedap\\_op\\_ej334\\_duddingtonia\\_calves\\_summary\\_fr1,0.pdf](http://www.efsa.europa.eu/fr/scdocs/doc/feedap_op_ej334_duddingtonia_calves_summary_fr1,0.pdf)

**Enderlein C.** - 2002. L'immunité au cours des strongyloses gastro-intestinales des ruminants. Etude bibliographique. Thèse Med. Vet. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. 100p.

**Erroussi F., Alvinerie M., Galtier P., Kerboeuf D., Lumaret J.-P.** - 2001. The negative effects of the residues of ivermectin in cattle dung using a sustained-release bolus on *Aphodius constans* (Duff.) (Coleoptera: Aphodiidae). *Vet. Res.* **32** : 421-427

**Erroussi F.** - 2003. Effets des Anthelminthiques sur les Insectes Coprophages. Conséquences Environnementales. Thèse doctorale, Université Montpellier III. 380p.

**Erroussi F., Jay-Robert P., Lumaret J.-P., Piau O.** - 2004. Composition and structure of Dung Beetle (Coleoptera : Aphodiidae, Geotrupidae, Scarabaeidae) Assemblages in Mountain Grasslands of the Southern Alps. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **94**(4) : 701-709.

## F

**Fauna Europaea** - 2011. Fauna Europaea version 2.4. Web Service available online at <http://www.faunaeur.org>

**Finsher G.T.** - 1973. Dung beetles as biological control agents for gastrointestinal parasites of livestock. *J. Parasitol.* **59** (2) : 396-399.

**Finsher G.T.** - 1975. Effects of dung beetle activity on the number of nematode parasites acquired by grazing cattle. *J. Parasitol.* **61** (4) : 759-762.

**Finsher G.T.** - 1981. The potential value of dung beetles in pasture ecosystems. *Journal of the Georgia Entomological Society*, **16** : 301-16.

**Floate K.D.** - 1998. Off-target effects of ivermectin on insects and on dung degradation in southern Alberta, Canada. *Bulletin of Entomological Research*, **88** : 25-35.

**Floate K.D., Colwell DD., Fox A.S.** - 2002. Reductions of non-pest insects in dung of cattle treated with endectocides : a comparison of four products. *Bulletin of Entomological Research*, **92** (6) : 471-481.

**Floate K.D., Wardhaugh K.G., Boxall A.B.A., Sherratt T.N.** - 2005. Fecal residues of veterinary parasiticides : nontarget effects in the pasture environment. *Annual review of entomology*. **50** : 153-179.

**Floate K.D.** - 2006. Endectocide use in cattle and fecal residues : environmental effects in Canada. *Canadian Journal of Veterinary Research*, **70** (1) : 1-10.

**Fruttschi Mascher V.** - 2007. Un champignon contre les parasites. *AGRI*, Semaine 27. URL : <http://193.247.189.70/agrihebdo/journal/vtArtikel.cfm?id=19700&b1=vaccin&o1=&b2=&o2=&b3=&re=&ra=AM&da=&startrow=31>

## G

**Génot J.-C., Lecompte P.** - 2002. La Chevêche d'Athéna. *Delachaux et Niestlé*, Paris. 144p.

**Giraud M.** - 2008. Safari dans la bouse. *Insectes*, **149** : 3-8.

**Guiouiller L.** - 2012. Intervention vétérinaire en élevage agro-Bio. Communication personnelle, Villers –Bocage, 12/04/2012.

## H

**Halley B.A., Winter R., Yoon S., Marley S.E., Rehbei S.** - 2005. The environmental safety of eprinomectin to earthworms. *Vet. Parasitol.* **128** (1-2) : 109-114

**Haloti S., Janati-idrissi A., Chergui H., Lumaret J.-P.** - 2006. Structure des communautés de Scarabéides coprophages du Maroc nord-occidental (Coleoptera, Scarabaeoidea). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, **28** : 25-34.

**Hanski I., Cambefort Y.** - 1991. Dung Beetle Ecology. *Princeton University Press*. Princeton. 481p.

**Heitz F., Delbecq, V.** - 2007. Soignez vos animaux par les plantes : Phytothérapie, gemmothérapie, aromathérapie. Editions Quintessence. 223p.

**Hempel H., Scheffczyk A., Schallnass H. J., Lumaret J.-P., Alvinerie M., Rombke J.** - 2006. Toxicity of four veterinary parasiticides on larvae of the dung beetle *Aphodius constans* in the laboratory. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **25** (12) : 3155-3163.

**Herd R.** - 1995. Endectocidal drugs : ecological risks and counter-measures. *International journal for parasitology*, **25** : 875-885.

**Holter P.** - 1979. Effect of dung beetles (*Aphodius* spp.) and earthworms on the disappearance of cattle dung. *Oikos*, **32** : 393-402.

**Hosking B.C., Watson T.G., Leathwick D.M.** - 1996. Multigeneric resistance to oxfendazole by nematodes in cattle. *Veterinary Record*. 138 (3) :67-68.

**Hoste H., Jackson F., Athanasiadou S., Thamsborg SM, Hoskin SO** - 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends Parasitol.* **22** (6) : 253-261.

**Hubert B.** - 2006. Contribution à l'étude des bousiers sur les prairies de marais du Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin. Mémoire MST AMVDR, Université de Rennes 1. 50p.

**Hubert B.** - 2010. Inventaire des coléoptères Scarabaeoidea coprophages de la réserve naturelle de la grotte et pelouses d'Acquin-Westbécourt et coteaux de Wavrans/l'Aa. *Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais*, Lillers. 50p.

**Hubert B.** - 2010. Traitements antiparasitaires en zone humide et entomofaune coprophage. Synthèse bibliographique et application. *Conservatoire d'espaces naturels du Nord et du Pas-de-Calais*, Lillers. 45p.

**Hubert B., Simon A, Vaudoré D.** - 2011. Les Scarabéides de Normandie : actualisation de la liste régionale et commentaires sur les espèces remarquables. Bilan intermédiaire du groupe COPRIS. *L'entomologiste* **67** (3) :159-170.

**Hutton S.A., Giller P.S** - 2003. The effects of the intensification of agriculture on northern temperate dung beetle communities. *Journal of applied ecology*, **40** : 994-1007.

## I

**INSTITUT DE L'ELEVAGE** – 2008. Manuel pratique Maladies des bovins, 4<sup>ème</sup> édition. *Editions France-Agricole*. 797p.

**Issautier M.-N.** - 2009. L'homéopathie pour les ruminants : Guide thérapeutique. *Editions France-Agricole*. 382p.

**Iwasa M., Maruyama M., Nakamura E., Yamashita N., Watanabe A.** - 2005. Effects of ivermectin on target and non-target dung-breeding flies (Diptera) in cattle dung pats. *Medical Entomology and Zoology*, **56** (3) : 191-199.

**Iwasa M., Nakamura T., Fukaki K., Yamashita N.** - 2005. Nontarget effects of ivermectin on coprophagous insects in Japan. *Environmental Entomology*, **34** (6) : 1485-1492.

**Iwasa M., Maruo T., Ueda M., Yamashita N.** - 2007. Adverse effects of ivermectin on the dung beetles, *Caccobius jessoensis* Harold, and rare species, *Copris ochus* Motschulsky and *Copris acutidens* Motschulsky (Coleoptera : Scarabaeidae), in Japan. *Bulletin of Entomological Research*, **97** (6) : 619-625.

## J

**Jackson F., Coop R.L.** - 2000. The development of anthelmintic resistance in sheep nematodes. *Parasitology*, **120** : 95-107.

**Jacq E.** - 2007. Impacts des produits antiparasitaires sur la faune coprophage des pâtures : bilan et préconisation. Mémoire bibliographique, *Université de Caen*. 17p.

**Janssens A.** - 1960. Insectes Coléoptères Lamellicornes. *Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, Bruxelles. 411p.

**Jay-Robert P., Niogret J., Errouissi F., Labarussias M., Paoletti E., Luis V., Lumaret J.-P.** - 2008. Relative efficiency of extensive grazing vs. Wild ungulates management for dung beetle conservation in a heterogeneous landscape from Southern Europe (Scarabaeinae, Aphodiinae, Geotrupinae). *Biological Conservation*, **141** : 2879-2887.

## K

**Kadiri N., Lumaret J.-P., Janati-Idrissi A.** - 1999. Lactones macrocycliques: Leur impact sur la faune non-cible du pâturage. *Annales de la Société Entomologique de France*, **35** (Supp.) : 222-229.

**Kerboeuf D.** - 1979. Le dosage du pepsinogène sanguin, élément de diagnostic dans les strongyloses gastriques des ruminants. *Revue Méd. Vét.*, **130** : 1359-1370.

**Kerboeuf D., Hubert J., Le Stang J.-P.** - 1979. Evolution du taux de pepsinogène sérique au cours de l'ostertagiose bovine. Intérêt du dosage lors des traitements. *Recueil Méd. Vét.*, **155** : 143-148.

**Kervyn T., Libois R.** - 2008. The diet of the serotine bat. A comparison between rural and urban environments. *Belg. J. Zool.*, **138** (1) : 41-49.

**Krüger K., C.H. Scholtz** - 1998a. Changes in the structure of dung insect communities after Ivermectin usage in a grassland ecosystem. Impact of Ivermectin under drought conditions, *Acta Oecologica*, **19** (5) : 425-438.

**Krüger K., C.H. Scholtz** - 1998b. Changes in the structure of dung insect communities after ivermectin usage in a grassland ecosystem. II. Impact of ivermectin under high-rainfall conditions. *Acta Oecologica*, **19** (5) : 439-451.

## L

**Labre P.** - 2008. Les Feuilles de Gentiane. *Bulletin d'information du cabinet vétérinaire Gentiana*. N°1 : 4.

**Lacroux C.** - 2006. Régulations des populations de nématodes gastro-intestinaux dans deux races bovines INRA 401 et Barbados Black Belly. Thèse de doctorat. Ecole doctorale : Sciences écologiques, vétérinaires, agronomiques et bio ingénieries de Toulouse. 234 p.

**Lecasble C.** - 2012. Le marc de café comme source atypique de tanins condensés dans le contrôle intégré des nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants du Yucatán, Mexique. Thèse Med. Vét. *École Nationale Vétérinaire d'Alfort*. 91p.

**Leflamand H.** - 1997. Ivermectine et éradication de l'onchocercose en Afrique : un succès durable ? Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie, *Université de Caen*.

**Lobo J.M., Martin-Piera F., Veiga C.M.** - 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. *Rev. Ecologie et Biologie du Sol*, **25** (1) : 77-100.

**Lumaret J.-P.** - 1978. Biogéographie et Écologie des Scarabéides du Sud de la France. Thèse d'Etat, *Univ. Sci. Techniques Languedoc*, Montpellier. 254 p.

**Lumaret J.-P.** - 1980. Les bousiers. *Balland éd.*, collection faune flore. Paris. 123p.

**Lumaret J.-P.** - 1983. Structure des peuplements de coprophages Scarabaeidae en région méditerranéenne française : relations entre les conditions écologiques et quelques paramètres biologiques des espèces. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, **88** (7-8) : 481-495.

**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 Oecologica, Oecol Applic.*, **7** (4) : 313-324.

**Lumaret J.-P.** - 1990. Atlas des coléoptères Scarabeides Laparosticti de France. *Muséum National d'Histoire Naturelle*. 419p.

**Lumaret J.-P., Galante E., Lumberas C., Mena J., Bertrand M., Bernal J.L., Cooper J.F., Kadiri N., Crowe D.** - 1993. Field effects of ivermectin residues on dung beetle. *Journal of applied ecology*, **30** (3) : 428-436.

**Lumaret J.-P., Kadiri N.** - 1998. Effet des endectocides sur la faune entomologique du pâturage. *Bulletin des GTV*, **3** : 55-62.

**Lumaret J.-P.** - 2001. Impact des produits vétérinaires sur les insectes coprophages : conséquences sur la dégradation des excréments dans les pâtures. *Bulletin de la Société française de Parasitologie*, 19.

**Lumaret J.-P., Errouissi F.** - 2002. Use of anthelmintics in herbivores and evaluation of risks for the non target fauna of pastures. *Vet. Res.* **33** :547-562.

**Lumaret J.-P.** - 2006. Traitements vermifuges du bétail et incidence écotoxicologique sur les populations de chauves-souris. Communication à la Journée interactions entre agriculture et conservation des populations de chauves-souris en Wallonie, 28/09/2006.

**Lumaret J.-P., Alvinerie M., Hempel H., Schallnab H.-J., Claret D., Römbke J.** - 2007. New screening test to predict the potential impact of ivermectin-contaminated cattle dung on dung beetles. *Veterinary Research*, **38** : 15-24.

**Lumaret J.-P.** - 2008. 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. Pastoralismes, Diversités, Paysages dans les espaces montagnards. Présentation orale, rencontres de Valdeblorre 28-30 octobre 2008.

**Lumaret J.P. [dir.]** - 2010. Pastoralismes et entomofaune. Pastum hors-série. *AFP, CEFÉ et Cardère éditeur*. 128 p.

**Lumaret J.P.** - 2010. Environnement et protection des animaux d'élevage. Opération pilote pour une gestion parasitaire globale et environnementale des élevages de ruminants dans le Parc naturel régional du Queyras. Les insectes coprophages face aux traitements vétérinaires conventionnels. Présentation orale, Molines en Queyras le 25 octobre 2010.

**Lumberas C.J., Galante E.** - 2000. El impacto de los insecticidas ganaderos somber los escarabajos de la dehesa. *Quercus*, **177** : 26-30.

## M

**Mac Arthur R.H., Wilson O.E.** - 1967. The Theory of Island Biogeography. *Princeton University Press*, Princeton, NJ.

**Madsen M., Overgaard Nielsen B., Holter P., Pederson O.C., Brochner Jespersen J., Vagn Jensen K.M., Nansen P., Gronvold J.** - 1990. Treating cattle with ivermectin : effects on the fauna and decomposition of dung pats. *Journal of Applied Ecology*, **27** : 1-15.

**Mage C.** - 2002. Vivre en sécurité avec les parasites, Épidémiologie parasitaire au travers de pratiques de pâturage. *Institut de l'Élevage*. 11p.

**Menzies P.** - 2009. Handbook for the control of internal parasites of Sheep. *Ontario veterinary college, University of Guelph Guelph*. **39p.**

**Michaud H.** - 2001. Variations spatiales et temporelles des communautés de coléoptères

coprophages dans une roselière pâturée au sein de la réserve naturelle de l'estuaire de la Seine (Seine-Maritime). Rapport DEA « Biosciences de l'environnement, Chimie et Santé », Université Aix-Marseille III. 40 p.

## N

**Nichols E., Spector S., Louzada J., Larsen T., Amezcua S., Favila M.E., The Scarabaeinae Research Network** – 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, **141** : 1461-1474.

## O

**O'hea N.M., Kirwan L., Giller P.S., Finn J.A.** - 2010. Lethal and sub-lethal effects of ivermectin on north temperate dung beetles, *Aphodius ater* and *Aphodius rufipes* (Coleoptera : Scarabaeidae). *Insect Conservation and Diversity*, **3** : 24-33

## P

**Parc naturel régional des Boucles de la Seine Normande** - 2005. Élevage : Lutter contre les parasites en préservant l'environnement. Fiche technique.

**Parc naturel régional de Camargue** - 2011. Pour une gestion du risque parasitaire interne chez les bovins en Camargue. Cahier technique n°8. 24p.

**Paulian R., Baraud J.** - 1982. *Lucanoidea* et *Scarabaeoidea*, Faune des Coléoptères de France II, Lechevalier (éd.), Paris, 959p.

**Pautric-Thomas S.** - 2003. Données récentes sur la résistance aux anthelminthiques des strongles gastro-intestinaux des ruminants. Thèse de docteur vétérinaire. *École Nationale Vétérinaire de Toulouse*. 100 p.

**Polis P.** - 2009. Conduite du troupeau et méthodes alternatives. GIE Zone verte. URL : <http://www.giezoneverte.com>

**Prunier F.**, - 1999. Les Scarabaeoidea coprophages. Rapport bibliographique. 50 p.

## R

**Ramade F.** - 1993. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. *Éditions internationales*, Paris, 822p.

**Ravinet N.** - 2007. Evaluation du système expert Parasit'info en troupeau allaitant, étude de l'infestation des broutards par *Ostertagia ostertagi*. Thèse Med. Vet. Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes. Nantes, 136p.

**Römbke J., Hempel H., Scheffczyk A., Schallnass H., Alvinerie M., Lumaret J.-P., Koschorrek J.** - 2007. Entwicklung und Einsatz eines standardisierten Labortests für Dungkäfer (*Aphodius constans*) zur Prüfung der Ökotoxizität von Veterinärpharmaka. *Umweltchem Ökotox* : 9.

**Roué S.Y.** - 2003. Traitements anti-parasitaires du bétail, insectes coprophages et chauves souris. *L'envol des chiros*, **7** : 7-14.

## S

**Scherrer B.** - 2007. Biostatistique, vol.1, 2e éd., *Chenelière*, 601p.

**Sidikou I.D., Remy B., Hornick J.L., Losson B., Dusquenoy N., Yenikoyea A., Beckers J.F.** - 2005. Le pepsinogène et la prochymosine des bovins : connaissances actuelles, applications et perspectives dans la stratégie de lutte contre les verminoses gastrointestinales, *Ann. Med. Vet.*,

149 (4) : 213-228.

**Simon A.** - 2006. Inventaire des coléoptères coprophages dans le cadre d'une gestion par pâturage extensif de prairies humides. Mémoire Master « Biologie des populations et des Écosystèmes », Université de Rouen, 43p.

**Simon A., Houard X.** - 2009. Quelques espèces nouvelles ou intéressantes de Coléoptères Scarabaeoidea en Haute-Normandie (Coleoptera Aphodiidae, Scarabaeidae, Melolonthidae et Cotonidae). *L'Entomologiste*, **65** (3) : 125-129.

**Sommer C., Grønvold J., Holter P., Nansen P.** - 1993. Effects of ivermectin on two afroropical dung beetles, *Onthophagus gazella* and *Diastellopalpus quinquegens* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Vet. Parasitol.*, **48** (1-4) : 171-179.

**Sommer C., Steffansen B.** - 1993. Changes with time after treatment in the concentrations of ivermectin in fresh cow dung and in cow pats aged in the field. *Vet. Parasitol.*, **48** (1-4) : 67-73.

**Sommer C., Bibby B.M.** - 2002. The influence of veterinary medicines on the decomposition of dung organic matter in soil. *European Journal of Soil Biology*, **38** : 155-159

**Strong L., James S.** - 1992. Some effects of rering the yellow dung fly *Scatophaga stercoraria* in cattle dung containing ivermectin. *Ent. Exp. App.*, **63** : 39-45.

**Strong L., Wall R.** - 1994. Effects of Ivermectin and moxidectine on the insects of cattle dung. *Bulletin of Entomological Research*, **84** : 403-409.

**Strong L., Wall R., Woolford A., Djeddour D.** - 1996. The effect of faecally excreted ivermectin and fenbendazole on the insect colonisation of cattle dung following the oral administration of sustained-release boluses. *Veterinary Parasitology*, **62** (3-4) : 253-266.

**Suarez V.H.** - 2002a. Reductions of non-pest insects in dung of cattle treated with endectocides : a comparison of four products. *Revista de Medicina Veterinaria* (Buenos Aires), **83** (3) : 108-111.

**Suarez, V.H.** - 2002b. Helminthic control on grazing ruminants and environmental risks in South America. *Vet. Res.*, **33** : 563-573

**Svendsen T.S., Sommer C., Holter P., Grønvold J.** - 2002. Survival and growth of *Lumbricus terrestris* (Lumbricidae) fed on dung from cattle given sustained-release boluses of ivermectin or fenbendazole. *European Journal of Soil Biology*, **38** : 319-322

**Svendsen T.S., Grønvold J., Holter P., Sommer C.** - 2003. Field effects of ivermectin and fenbendazole on earthworm populations and the disappearance of dung pats from bolus-treated cattle. *Applied Soil Ecology*, **24** : 207-218

**Svendsen T. S., Hansen P. E., Sommer C., Martinussen T., Grønvold J., Holter P.** - 2005. Life history characteristics of *Lumbricus terrestris* and effects of the veterinary antiparasitic compounds ivermectin and fenbendazole. *Soil Biology & Biochemistry*, **37** : 927-936

## T

**Tabel J., Sauvé C., Cortet J., Tournadre H., Thomas Y., Cabaret J.** - 2009. Fonder l'évaluation de la thérapeutique sur l'individu ou sur le groupe ? un exemple : homéopathie et strongles digestifs des ovins. *Innovations agronomiques*, **4** : 61-65.

**Tabel J.,** - 2011. Alternatives au traitement chimiothérapeutique.

**Thébaud E., Ennuyer M., Flahaut J., Joly C.** - 2003. Ce qu'il faut savoir sur la bronchite vermineuse. VET'EL, La Lettre des vétérinaires aux éleveurs, N°9.

## U

**Université de Liège** - 2003. Pathologie des maladies parasitaires. Cours de deuxième doctorat en médecine vétérinaire. URL : [www.dmipfmv.ulg.ac.be/parasitovet/m/doc2/tcbovin.ppt](http://www.dmipfmv.ulg.ac.be/parasitovet/m/doc2/tcbovin.ppt)

**University of Pretoria** - 2007. Dung beetles friendliness, Sustainable parasite management dung beetles for Africa. URL : <http://www.dungbeetlesforafrica.org/index.html>

## V

**Van Vliet N., Nasi R., Lumaret J.-P.** - 2009. factors influencing diiker dung decay in north-east Gabon : are dung beetles hiding diikers ? *African Journal of Ecology*, **47** (1) : 40-47.

**Vercruyse J., Claerebout E.** - 2001. Treatment vs nontreatment of helminth infections in cattle : defining the threshold. *Vet. Parasitol*, **98** (1-3) : 195-214

**Viard V.** - 2004. Etude du traitement par un champignon nématophage, *Duddingtonia flagrans*, contre les strongyloses digestives chez la chèvre laitière au pâturage.

**Virlouvet G.** - 2003. Étude de l'élimination fécale et urinaire de la Cyperméthrine chez les bovins, impact ecotoxique sur les coléoptères coprophages. Thèse de docteur vétérinaire. *École nationale vétérinaire de Nantes*. 74 p.

**Virlouvet G.** - 2005. Maîtrise du parasitisme chez les bovins et les équins : effets des antiparasitaires sur les insectes coprophages. *Le Point Vétérinaire*, **255** : 42-45.

**Virlouvet G.** - 2007. Limiter les effets toxiques des traitements antiparasitaires. *Espaces naturels*, **17** : 34-35.

## W

**Wall R., Strong L.** - 1987. Environmental consequences of treating cattle with the anti-parasitic dung ivermectin. *Nature*, London, **327** : 418-421.

**Wardhaugh K.G.** - 2005. Insecticidal activity of synthetic pyrethroids, organophosphates, insect growth regulators, and other livestock parasiticides: an Australian perspective. *Environ. Toxicol. Chem.*, **24** (4) : 789-796.

**Wardhaugh K.G., Holter P., Longstaff B.** - 2001. The development and survival of three species of coprophagous insect after feeding on the faeces of sheep treated with controlled-release formulations of ivermectin or albendazole. *Aust. Vet. J.*, **79** (2) : 125-132.

**Wardhaugh K.G., Longstaff B.C., Lacey M.J.** - 1998. Effects of residues of deltamethrin in cattle faeces on the development and survival of three species of dung-breeding insects. *Aust. Vét. J.*, **76** : 273-280.

**Wardhaugh K.G., Longstaff B.C., Morton R.** - 2001. A comparison of the development and survival of the dung beetle, *Onthophagus taurus* (Schreb.) when fed on the faeces of cattle treated with pour-on formulations of eprinomectin or moxidectin. *Vet. Parasitol.*, **99** (2) : 155-168.

**Wardhaugh K.G., Mahon R.J., Axelsen A., Rowland M.W., Wanjura W.** - 1993. Effects of ivermectin residues in sheep dung on the development and survival of the bushfly, *Musca vetustissima* Walker and a scarabaeine dung beetle, *Euoniticellus fulvus* Goeze. *Vet. Parasitol.*, **48** (1-4) : 139-157.

**Wardhaugh K.G., Mahon R.J., Ahmad H.B.** - 2001. Efficacy of macrocyclic lactones for the control of larvae of the Old World screw-worm fly (*Chrysomya bezziana*). *Aust. Vet. J.*, **79** (2) : 120-124.

**Wardhaugh K.G., Rodriguez-Menendez H.** - 1988. The effects of the antiparasitic drug, ivermectine, on the development and survival of the dung-breeding fly, *Orthelia cornicina* (F.) and the scarabaeine dung beetles, *Copris hispanus* L., *Bubas bubalus* (Olivier) and *Onitis belias* F.. *Journal of Applied Entomology*, **106** : 381-389.

**Wratten S.D., Mead-Briggs M., Gettinby G., Ericsson G., Baggott D.G.** - 1993. An evaluation of the potential effects of ivermectin on the decomposition of cattle dung pats. *Veterinary Record*, **133** : 365-371.



# Annexes



**Annexe 1** : Synthèse bibliographique des effets non intentionnels  
des endectocides (Aubert & Tartary, 2010 ; Barbut, 2002)



Tableau 3: Mise en évidence des effets non intentionnels des endectocides (partie 2/4).

Auteurs	Zone géographique	Espèces traitées	Substances actives	Principaux résultats
Iwasa, Marumay et al., 2005	Japon	Bovins	Ivermectine (pour-on)	Diptères : <i>Musca bezzii</i> , <i>Ravinia striata</i> , <i>Sepsis duplicata</i> , <i>S. thoracica</i> , <i>S. cymipsea</i> , ... par échantillon de bouses d'a. non traités - par échantillon de bouses d'a. traités nombre d'adultes émergents : 3.655 2.234 nombre de familles : 18 16 masse sèche d'adultes émergents : indice 100 indice 5,8
Iwasa, Nakamura et al., 2005	Japon	Bovins	Ivermectine (pour-on)	Diptères : <i>Parogly cinerella</i> , <i>Neomya cornicina</i> , <i>Ravinia striata</i> , <i>Sepsis latiforceps</i> , <i>S. duplicata</i> , ... par échantillon de bouses d'a. non traités - par échantillon de bouses d'a. traités nombre d'adultes émergents : 10.494 9.348 nombre de familles : 18 17 masse sèche d'adultes émergents : 5.849 mg 1.268 mg (soit : -79%)
Iwasa et al., 2007	Japon	Bovins	Ivermectine	Scarabaeoidea : <i>Caccobius jessoensis</i> : généralement, même nb. et même taille des boulettes façonnées mais émergences signif. <sup>ev1</sup> réduites dans boulettes de bouses émises de J1 à J3 ou de J1 à J7 après traitement. Coprins ochtus : bouses d'a. non traités mortalité = 11,5% 22 boules façonnées mortalité = 84% aucune boule façonnée Coprins acutidens : mortalité = 3,6% 13 boules façonnées mortalité = 94% aucune boule façonnée
Kadirî et al., 1999	France	Bovins	Ivermectine (0,2 mg/kg sous-cut.)	<i>Neomya cornicina</i> : aucune émergence pendant 20 jours post trait. <sup>ev1</sup> - baisse signif. <sup>ev2</sup> jusqu'à J34 <i>Aphodius haemorrhoidalis</i> : pas d'effet sur mortalité ni émergence
		Ovins	Moxidectine (0,2 mg/kg sous-cut.)	<i>Neomya cornicina</i> : aucune émergence pendant 10 jours post trait. <sup>ev1</sup> - baisse signif. <sup>ev2</sup> jusqu'à J16 <i>Aphodius haemorrhoidalis</i> : pas d'effet sur mortalité ni émergence
			Ivermectine (0,2 mg/kg per os)	<i>Neomya cornicina</i> : aucune émergence pendant 5 jours post trait. <sup>ev1</sup> - baisse signif. <sup>ev2</sup> à J6 <i>Aphodius constans</i> : baisse signif. <sup>ev2</sup> émergence pendant 6 jours post trait. <sup>ev1</sup>
Kryger et al., 2005	République sud-africaine (année très pluvieuse)	Bovins	Moxidectine (0,2 mg/kg per os)	<i>Neomya cornicina</i> : émergences avec baisse seulement pendant 2 jours post trait. <sup>ev1</sup> <i>Aphodius constans</i> : baisse signif. <sup>ev2</sup> émergence pendant 2 jours post trait. <sup>ev1</sup>
			Ivermectine (0,2 mg/kg sous-cut) Fluazuron (pour-on)	Piégeage des coléoptères dans les pâtures : - diversité spécifique - abondance spécifique - rang de dominance inter-spécifique => identiques dans les zones des troupeaux traités/non traités avec variations saisonnières fortes mais parallèles dans les deux types de zones.

Tableau 3: Mise en évidence des effets non intentionnels des endectocides (partie 3/4).

Auteurs	Zone géographique	Espèces traitées	Substances actives	Principaux résultats
Lumaret et al., 2005	France	Bovins	Eprinomectine	21 % de la dose sont éliminés par les fèces Mortalité élevée des larves de <i>Neomyia cornicina</i> jusqu'à J12
Martatogui et al., 1999	Brésil	Bovins	Ivermectine Abamectine (0,2 mg/kg sous-cut.)	Scarabaeoidea : <i>Aphodius lividus</i> , <i>Ataenius platensis</i> , <i>Onthophagus sulcator</i> , <i>Onthophagus hirculus</i> : pas d'effet sur le nombre d'individus adultes dans les bouses.
Saueressig, 2003	Brésil	Bovins	Ivermectine Doramectine Moxidectine	Seule, la Moxidectine n'a pas d'impact signif. <sup>f</sup> sur ponte et développement du coléoptère <i>Digitonthophagus gazella</i>
Schlump, 2003	Allemagne	Bovins	Ivermectine Doramectine Eprinomectine Moxidectine (pour-on)	Émergence des coléoptères à partir des bouses pdt. 28j : aucune différence entre groupes traités/non traités. Émergence des diptères : réduite à partir des bouses des an. <sup>au</sup> traités à partir de J5 post dépôt.
Schuppel, 2003	Allemagne	Bovins	Ivermectine Doramectine Eprinomectine Moxidectine (pour-on)	Pas d'effet signif. <sup>f</sup> sur les nématodes inféodés aux fèces ni sur les nématodes terrestres. Pas d'effet signif. <sup>f</sup> sur la vitesse de dégradation des bouses.
Sommer et al., 1993	Afrique tropicale	Bovins	Ivermectine (0,2 mg/kg sous-cut.)	Susceptibilité est fonction de l'espèce (Scarabaeoidea) : <i>Diasteltopapus quiqueadens</i> : réduction du nombre à J2 post trait. <sup>l</sup> <i>Onthophagus gazella</i> : destruction totale dans les bouses de J1 à J8 post trait. <sup>l</sup>
Strong et al., 1996	Royaume-Uni	Bovins	Ivermectine Fenbendazole (bolus)	Ivermectine : aucune larve de diptères cyclorhaphes – larves de coléoptère scarabaeoïdes : réduction du nb et dévelop. <sup>av</sup> compromis même après transplantation dans bouses témoin Fenbendazole : aucun effet signif. <sup>f</sup>

Tableau 3: Mise en évidence des effets non intentionnels des endectocides (partie 4/4).

Auteurs	Zone géographique	Espèces traitées	Substances actives	Principaux résultats
Suarez, 2002a et 2002b	Argentine (zone tempérée) Brésil (zone subtropicale)	Bovins	Ivermectine Doramectine (0,2 mg/kg sous-cut.)	Dans les bouses des bovins traités : <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ en Argentine : ivermectine et Doramectine ont des effets similaires :</li> <li>- nb. de arthropodes signif.<sup>ev</sup> plus faible de J3 à J28 post trait.<sup>1</sup></li> <li>- nb. de larves de coléoptères, larves de diptères, de Staphylinidae signif.<sup>ev</sup> plus faible</li> <li>- nb. de Collemboles, acariens et nématodes inféodés aux fèces signif.<sup>ev</sup> plus faible</li> <li>- dégradation des bouses des animaux témoins plus rapide.</li> <li>▶ au Brésil :</li> <li>- nb. de larves et adultes de coléoptères, larves de diptères, acariens signif.<sup>ev</sup> plus faible.</li> </ul>
Suarez et al., 2003	Argentine (pampa)	Bovins	Ivermectine Doramectine (0,2 mg/kg sous-cut.)	Dans les bouses des bovins traités : Ivermectine et Doramectine ont des effets similaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>- nb. des arthropodes signif.<sup>ev</sup> plus faible de J3 à J28 post trait.<sup>1</sup></li> <li>- nb. de larves de diptères signif.<sup>ev</sup> plus faible de J3 à J7 post trait.<sup>1</sup></li> <li>- nb. d'acariens signif.<sup>ev</sup> plus faible de J7 à J13 post trait.<sup>1</sup></li> <li>- vitesse de dégradation des bouses des animaux témoins similaire.</li> </ul>
Wardhaugh, et al., 1993	Australie	Ovins	Ivermectine (per os)	<i>Eonitacillus fulvus</i> (Scarabaeidae) : létalité et baisse de la fécondité même après transplantation dans crottes d'ovins non traités. maïs : apparemment pas avec crottes émises au-delà de J5
Wardhaugh, Holter et al., 2001	Australie	Ovins	Albendazole  Ivermectine (capsules à lib. contrôlée)	Développement de <i>Musca vetustissima</i> , d' <i>Onthophagus taurus</i> et d' <i>Euonitacillus fulvus</i> dans les crottes des moutons traités : <ul style="list-style-type: none"> <li>- pas d'effet sur le développement des larves ni sur la survie des adultes émergents</li> <li>- <i>Musca vetustissima</i> = 100% mortalité dans les crottes émises jusqu'à 39 jours post trait<sup>1</sup></li> <li>- <i>Onthophagus sp.</i> : très forte mortalité. Chez les survivants : retard du dév.<sup>ev</sup> sexuel et fertilité réduite</li> </ul>
Wardhaugh, Longstaff et al., 2001	Australie	Bovins	Eprinomectine  Moxidectine (pour-on)	Développement d' <i>Onthophagus taurus</i> dans les bouses des bovins traités : <ul style="list-style-type: none"> <li>- forte mortalité et baisse de la fécondité dans bouses 1-3 semaines post trait<sup>ev</sup></li> <li>- létalité encore forte même après transplantation dans bouses de bovins non traités</li> <li>- pas d'effet signif.<sup>i</sup> sur le développement ni sur la survie.</li> </ul>

Valeurs des DL50 larves de diptères établies par différents auteurs (Barbut, 2002)

Espèce testée	Molécule utilisée	Mode d'exposition	Durée étude	Critère Appréciation létalité	Doses Létales	Référence	Commentaire
<i>Lucilia cuprina</i> pop. sauvage	Ivermectine	Jeunes larves	?	?	DL50=0,0025 mg/L	Hughes P.B. et Levot G.W., 1990	Protocole expérimental peu précis  Unité peu comparable
	DL90=0,0091 mg/L						
<i>Stomoxys calcitrans</i>	MK933 (mélange avermectine)	CEufs déposés sur milieu complexe (mat. fécale, bagasse, farines, eau...)	Jusqu'à émergence adulte	Non émergence adulte	DL50=0,048 ppm Matière fraîche	Schmidt C.D. et Kunz S.E., 1980	Mortalité larvaire diffère de non émergence d'adulte  Absence de donnée sur taux d'humidité du milieu
					DL90=0,186 ppm		
<i>Haematobia irritans</i>	MK933		Jusqu'à larves 24H	?	DL50=0,003 ppm	Strong L. et James S., 1992	Milieu à 10% de matière sèche Ex : 0,0036 ppm Mat Fraîche = 0,36 ppm Mat. Sèche
					DL90=0,006 ppm		
<i>Scatophaga stercoraria</i>	Ivermectine	CEufs déposés sur bouses	Jusqu'à larves 48H	?	DL50=0,045 ppm Matière fraîche		
			Jusqu'à mue nymphe	Prévention nymphe	DL50=0,0036 ppm		
			Jusqu'à émergence adulte	Non émergence adulte	DL50=0,015 ppm		
					DL50=0,001 ppm		

Tableau récapitulatif des durées d'émission des bouses toxiques (Barbut, 2002)

Traitement effectué	Espèce testée	Mode d'exposition	Critère d'appréciation de la mortalité	Durée d'émission de bouses « stériles » (100% de mortalité)	Autres durées importantes	Référence	Remarque
Ivermectine 0,2 mg/kg SC	<i>Musca domestica</i>	Jeunes larves sur bouse fraîche	Non émergence d'adultes à 3-4 sem.	?	Durée 50% de mortalité larvaire D50=14,1 et 20,6 j.	Madsen M. et col., 1990	<i>Musca autumnalis</i> plus sensible que <i>Musca domestica</i>
	<i>Musca autumnalis</i>						
Ivermectine 0,2 mg/kg SC	<i>Musca domestica</i>	Jeunes larves sur bouse exposée au pâturage 7 et 62 jours en été	Non émergence d'adultes à 3-4 sem.	?	D50(bouse 7j) =13,6 et 19,6 jours D50(bouse 62j) =15 jours	Madsen M. et col., 1990	Peu de perte de toxicité au champs
	<i>Haematobia irritans</i> <i>Neomyia cornicina</i>	Jeunes larves sur bouse fraîche	Non émergence d'adultes à 2 sem.	14 jours minimum	Effet non significatif à 28 jours	Sommer C. et col., 1992	
Ivermectine 0,2mg/kg SC	<i>Musca vetustissima</i>	Jeunes larves sur bouse fraîche	Non pupation et Non émergence d'adultes	14 jours	Effet non significatif à 35 jours	Wardhaugh K.G. et col., 1996	
Moxidectine 0,2mg/kg SC	<i>Musca vetustissima</i>	Jeunes larves sur bouse fraîche	Non émergence d'adultes	Jamais	Effet non significatif à 2 jours	Wardhaugh K.G. et col., 1996	Moxidectine moins toxique que Ivermectine
Ivermectine 0,2 mg/kg SC	<i>Neomyia cornicina</i>	Œufs déposés dans bouse fraîche	Non survie à la mue nymphale	10 jours minimum		Lumaret J.P. et col., 1993	Pas de données à plus de 10 jours
Ivermectine 0,2 mg/kg SC	<i>Neomyia cornicina</i>	Œufs déposés dans bouse fraîche	Non émergence d'adultes	20 jours	Effet non significatif à 34 jours	Kadiri N. et col., 1999	
Moxidectine 0,2 mg/kg SC				Jamais	Effet non significatif à 16 jours	Kadiri N. et col., 1999	Moxidectine moins toxique
MK 933 0,2 mg/kg IM	<i>Haematobia irritans</i>	Œufs déposés dans milieu complexe	Non émergence d'adultes	28 jours minimum	Effet non significatif à 42 jours	Schmidt C.D., 1983	Différence de sensibilité
	<i>Stomoxys calcitrans</i>			Jamais	Effet non significatif à 7 jours		
MK 933 0,2 mg/kg injection	<i>Haematobia irritans</i>	Œufs déposés dans bouse fraîche	Non émergence d'adultes	4 semaines	Mortalité 25% à 6 sem. 0% à 7 sem.	Miller J.A. et col., 1981	Différence de sensibilité
	<i>Stomoxys calcitrans</i>			Jamais	30% à 6 sem. 0% à 7 sem.		
Ivermectine 0,2 mg/kg IM	<i>Neomyia cornicina</i>	Œufs déposés dans bouse fraîche	Non émergence d'adultes	16 jours	97% de mortalité à 32 jours	Wardhaugh K.G. et Rodriguez-Menendez H., 1988	
Ivermectine SC	<i>Musca vetustissima</i>	Jeunes larves sur bouse fraîche	Non survie à la mue nymphale	8 jours	93% de mortalité à 16 jours Effet non significatif à 32 jours	Wardhaugh K.G. et Mahon R.J., 1998	
Ivermectine Per os				4 jours	Effet non significatif à 32 jours	Wardhaugh K.G. et Mahon R.J., 1998	Pic d'excrétion plus bref
Abamectine SC				16 jours	Effet non significatif à 32 jours	Wardhaugh K.G. et Mahon R.J., 1998	Toxicité similaire avec Ivermectine
Abamectine 0,2 mg/kg SC	<i>Musca vetustissima</i>	Œufs déposés dans bouse fraîche	Non émergence d'adultes	2 sem.	71% de mortalité à 4 sem. 2% à 8 sem.	Clarke G.M. et Ridsdill-Smith T.J., 1990	

**Tableau récapitulatif des pourcentages de mortalité observés sur les coléoptères adultes (Barbut, 2002)**

Traitement	Espèce	Stade	Durée d'exposition	Déjection distribuée	Pourcentage de mortalité	Référence	Remarque
Ivermectine 0,2 mg/kg IM	<i>Copris hispanus L.</i>	Jeune	10 jours	Bouse J0 Bouse J16 Bouse J32	12,5% 27,5% (*) 12,5%	Wardhaugh K.G. et Rodriguez- Menendez H., 1988	J2 à J16 Toxiques  Effet cumulatif
			43 jours	Bouse J2-J3	90%		
	<i>Bubas bubalus</i>	Mature	5 sem.	Bouse J0 Bouse J16 Bouse J32 Série J1-J8	0% 0% 9% (**) 0%		Espèce et stade très peu sensible
	<i>Onitis bérial</i>	Jeune	5 sem.	Bouse J0 Bouse J16 Bouse J32 Série J1-J8	0% 75% (*) 22.2% (*) 44 à 89% (*)		Espèce et stade très sensible
Abamectine 0,2 mg/kg injection	<i>Onthophagus binodis</i>	Jeune (1 sem.)	2 sem. 8 sem.	Bouses J3-J4-J5	70% 71%	Houlding B. et col.,1991	Forte mortalité du témoin négatif mais augmentation de 20% (*)
		Adulte (8 sem.)	2 sem. 8 sem.		80% 88%		
Abamectine 0,2 mg/kg injection	<i>Onthophagus binodis</i>	Adulte	16 jours	Sem. 1 Sem. 2 Sem. 4 Sem. 8 Sem. 11	0% 4% 34% 12% 4%	Risdill- Smith T.J.,1988	Témoin : traitement au lévamisol Pas de différence significative
Ivermectine Abamectine 0,2 mg/kg SC	<i>Onthophagus gazella</i>	Adulte	?	?	Absence d'effet	Roncagli R.A., 1989	Absence de données précises
Ivermectine 0,2 mg/kg SC	<i>Euoniticellus fulvus</i>	Adulte	?	Bouses de J2 à J31	Absence d'effet	Lumaret J.P. et col., 1993	Absence de données précises
Ivermectine 0,2mg/kg SC	<i>Euoniticellus fulvus</i> <i>Onthophagus gazella</i>	Adulte mature	?	Bouses de sem.1 à sem.10	Absence d'effet	Fincher G.T., 1992	Absence de données précises

(\*) différence significative avec les autres valeurs

(\*\*) différence hautement significative avec les autres valeurs

Stades larvaires d'*Onthophagus gazella* développés en 28 jours au sein des boules de matière fécale issus de quatre lots comprenant chacun quatre mâles et quatre femelles bousiers adultes (Barbut, 2002)

	Lot bouses J2	Lot bouses J7	Lot bouses J17	Contrôle (bouses J0)
Concentration en ivermectine dans les bouses fraîches	3,8 ppm (matière sèche)	1,6 ppm +/- 0,2	0,3 ppm +/- 0,0	0,0
Concentration en ivermectine dans les boules de 28 jours	0,5 ppm +/- 0,0 (matière sèche)	0,2 ppm +/- 0,0	0,0 ppm +/- 0,0	0,0
Nombre de boules avec :				
Larves	<b>0</b>	<b>1</b>	26	47
Prépupes	<b>0</b>	<b>0</b>	18	21
Pupes	<b>0</b>	<b>0</b>	128	40
Absence de chambre	<b>4</b>	<b>1</b>	0	0
Chambre vide (mortalité précoce)	<b>174</b>	<b>92</b>	5	2

**Tableau récapitulatif des pourcentages de mortalité observés chez les larves de coléoptères (Barbut, 2002)**

Traitement	Espèce	Exposition	Pourcentage de mortalité larvaire	Référence	Remarque
Ivermectine 0,2 mg/kg SC	<i>Onthophagus gazella</i>	Couples déposés sur bouses J2, J7 ou J17 pdt 28 jours	100% avec J2 99% avec J7 non significatif avec J17	Sommer C. et Overgaard-Nielsen B., 1992	Effet cumulé de la non reproduction et mortalité larvaire
Ivermectine 0,2 mg/kg IM	<i>Copris hispanus</i>	Couples déposés sur bouses J3, J8 ou J16	100% avec J3 100% avec J8 non significatif avec J16	Wardhaugh K.G. et Rodriguez-Menendez H., 1988	Idem
Ivermectine 0,3 mg/kg SC	<i>Onthophagus gazella</i>	?	100% avec J14 non significatif avec J28	Roncalli R.A., 1989	Pas de données précises
Ivermectine 0,2 mg/kg SC			100% avec J10		
Abamectine 0,2 mg/kg SC			100% avec J21 non significatif avec J28		
Abamectine 0,2 mg/kg injection	<i>Onthophagus binodis</i>	Couples déposés sur bouses J7, J14, J28 ou J60	100% avec J7 non significatif avec J60	Ridsdill-Smith T.J., 1988	Groupe témoin traité au lévamisol
Ivermectine 0,2 mg/kg injection	<i>Euoniticellus intermedius</i>	Couples déposés sur bouses de sem.1 (J7) jusqu'à sem.10 (J70)	100% avec sem.1 non significatif de sem.2 à sem.10	Fincher G.T., 1992	<i>Onthophagus</i> plus sensible que <i>Euoniticellus</i>
	<i>Onthophagus gazella</i>		100% avec sem.1 93% avec sem.2 non significatif ensuite		
Ivermectine 0,2 mg/kg SC	<i>Onthophagus gazella</i> <i>Diastellopalpus quinquegens</i>	Couples déposés sur bouses J2, J8 ou J16	100% avec J2 99% avec J8 non significatif avec J16  72% avec J2 10% avec J8 non significatif avec J16	Sommer C. et col., 1993	<i>Onthophagus</i> plus sensible que <i>Diastellopalpus</i>
Moxidectine 0,2 mg/kg SC	<i>Aphodius haemorrhoidalis</i>	Jeunes larves déposées dans bouses de J1 à J38	Faible mortalité (15-20%)	Lumaret J.P. et Kadiri N., 1998	Protocole différent car ici larves déposées
Ivermectine 0,2 mg/kg SC			Aucun effet significatif quelle que soit l'expérience		
Moxidectine Abamectine	<i>Onthophagus gazella</i>	Couples déposés sur bouses reconstituées, dosées	Mortalité significative qu'au dessus de 512 µg/kg avec moxidectine et dès 16 µg/kg avec abamectine	Doherty W.M. et col., 1994	Moindre toxicité de la Moxidectine
Ivermectine 0,2 mg/kg injection	<i>Euoniticellus fulvus</i>	Jeunes larves déposées sur bouses de J1 et J10 pdt 29 jours	100% avec J1 non significatif avec J10	Lumaret J.P. et col., 1993	

Valeurs des DL50 établies sur les vers de terre dans plusieurs études (Barbut, 2002)

Espèce testée	Milieu	Molécule utilisée	Durée d'exposition	Dose Létale 50%	Référence
<i>Eisenia foetida</i>	Sol reconstitué PH=6	Ivermectine Oramec ND	14 jours	DL50=15.8mg/kg de sol sec	Gunn A. et Saad J.W.,1994
<i>Eisenia foetida</i>	Sol reconstitué PH=7	Ivermectine	28 jours	DL50non corrigée =15-100mg/kg DL50 corrigée =315mg/kg	Halley B.A. et col.,1989a
?	?	Abamectine	?	DL50=28mg/kg	Wisloski P.G. et col.,1989



**Annexe 2 :** Synthèse bibliographique des effets constatés de l'ivermectine sur la dégradation des bouses (Barbut, 2002)



Traitement	Terrain d'expérience	Saison	Climat	Facteurs biotiques particuliers	Effets sur dégradation des bouses	Référence
Ivermectine 0,2 mg/kg SC	Australie	Février	Chaud, sec	Importance des coléoptères	Non significatif à J3 et J15 Significatif entre J7 et J10	Dadour I.R. et col., 1999
Ivermectine 0,2 mg/kg SC	Danemark	Mai, Août	Frais, humide	Diversifié	Significatif à J1 et J20 Non significatif à J30	Madsen M. et col., 1990
Ivermectine 0,2 mg/kg SC  0,5 mg/kg pour-on	Danemark	Août	Frais, humide	Peu de vers	Significatif sur bouses J1-J2  Significatif jusqu'à J13-J14	Sommer C. et col., 1992
Ivermectine bolus	Angleterre	Juin, Juillet	Tempéré	Diversifié	Témoin largement dégradé à 100 jours Lot traité encore intact	Wall R. et Strong L., 1987
Ivermectine bolus	Angleterre	Mai, Juin	Tempéré		Témoin bien dégradé à 42 jours Lot traité encore intact	Strong L. et col., 1995
Ivermectine	Amérique du nord	Mai	Continental	Importance des Coléoptères	Délais passent de 1-2 ans à 3-4 ans	Anderson J.R et col., 1984
Ivermectine 0,2 mg/kg SC	Allemagne	Juin à Octobre	Tempéré		Aucune influence significative à 8 sem.	Shaper R. et Liebisch A., 1991
Ivermectine 0,2 mg/kg SC	Zimbabwe	Janvier à Mars	Saison des pluies	Importance des coléoptères	Aucune influence significative	Sommer C. et col., 1993
Ivermectine 0,5 mg/kg pour-on	Ecosse	Juin à Septembre	Précipitations fréquentes	Importance des vers	Aucune influence significative à 8 sem.	McKeand J. et col., 1988
Ivermectine 0,5 mg/kg pour-on	Angleterre	Mai			Aucune différence avec oxfendazol	Jacobs D.E. et col., 1988
Ivermectine Bolus SC	Angleterre	Juin à Septembre			Aucune influence significative	Wratten S.D. et col., 1993
Ivermectine bolus	Espagne du sud	Juin à Août	Chaud et sec		Faible différence non significative	Barth D ; et col., 1993



**Annexe 3** : Formulaire d'enquête utilisé pour l'étude  
Première partie (pré-recrutement)



NOM :

Prénom :

Adresse :

Vétérinaire :

Je possède un pré en zone dite humide dans lequel séjourne des bovins de 1<sup>ère</sup> ou 2<sup>ème</sup> saison de pâturage.

Adresse et localisation de la parcelle :

Surface :

Animaux présents sur cette parcelle	nombre	Type ou âge (brouards, génisses, bœufs,vaches...)	race	Présents sur cette parcelle du.....au	Traitements antiparasitaires
Bovins de 1 <sup>ère</sup> saison de pâturage					Compléter le tableau ci- dessous
Bovins de 2 <sup>ème</sup> saison de pâturage					Compléter le tableau ci- dessous
Autres bovins					
Chevaux, moutons					

Date approximatives de mise à l'herbe :

Date approximative de rentrée à l'étable :

Cette parcelle hébergeait-elle des animaux l'année dernière ?

**TRAITEMENTS ANTIPARASITAIRES des animaux de 1<sup>ère</sup> ou 2<sup>ème</sup> saison de pâturage**

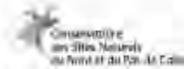
<b>Cette année</b>	<b>Mise à l'herbe</b>	<b>Eté</b>	<b>Automne</b>	<b>Rentrée à l'étable</b>
	2011	2011	2011	2011
Traitement contre Les strongles				
Traitement contre La douve				
Antiparasitaires externes				
<b>L'année dernière</b>	<b>Mise à l'herbe</b>	<b>Eté</b>	<b>Automne</b>	<b>Rentrée à l'étable</b>
	2010	2010	2010	2010
Traitement contre Les strongles				
Traitement contre La douve				
Antiparasitaires externes				

J'accepte :

- que 3 prélèvements d'herbe soit effectués dans ce pré pour recherche de larves de strongles
- qu'un piège à insectes soit posé dans cette parcelle
- 2 séries de prises de sang sur 10 bovins à la mise à l'herbe et à la rentrée à l'étable
- de fournir les renseignements demandés (dates réelles de mise à l'herbe et de rentrée, maladies ou mortalité des bovins concernés, dates et description des traitements antiparasitaires, intempéries inhabituelles).

**Annexe 4** : Formulaire d'enquête utilisé pour l'étude  
Deuxième partie (enquête détaillée)





**ETUDE SUR L'IMPACT & L'EFFICACITE DES TRAITEMENTS  
ANTIPARASITAIRES DES BOVINS EN ZONES NATURELLES HUMIDES**

Enquête en élevage • novembre 2011

Nom du vétérinaire : .....

Nom de la personne répondant à l'enquête : .....

Adresse : .....

Date de l'enquête : .....

Parcelle : .....

- Date effective de mise à l'herbe sur la parcelle étudiée:
- Date effective de rentrée des bovins à l'étable :
- Certains des bovins présents sur la parcelle étudiée ont-ils été rentrés avant ?
- Pourquoi ?
- Les bovins concernés par l'étude sont-ils sortis de la parcelle avant la rentrée (préciser quand) ?
- Si des bovins ont changé de parcelle, les parcelles étaient-elles contiguës ?
- D'autres bovins ont-ils été mis sur la parcelle étudiée ? (préciser quels bovins et quand)
- Y a-t-il eu une période où aucun bovin n'était présent sur la parcelle ?
- Y a-t-il eu des événements météorologiques importants (sécheresse, inondation, etc.) ?

- Compléter le plan d'occupation de la parcelle :

Période(s) d'occupation en 2011 <i>(insérer les mois d'occupation)</i>											Type de bovins (par période)	
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	

- Avez-vous fait du foin, de l'ennubbage ou de l'ensilage avec l'herbe récoltée sur ce pré ?  
 OUI  NON  
 ↪ Si OUI, après combien de temps de stockage est-il distribué aux bovins ? .....
- Avez-vous déjà traité ce pré à la cyanamide calcique ?  OUI  NON  
 ↪ Si OUI, Quand et à quelle dose ? .....
- Réalisez-vous un amendement sur ce pré ?  OUI  NON  
 ↪ Si OUI, de quel type et à quelle époque ? .....
- Réalisez-vous des traitements phytosanitaires sur ce pré ?  OUI  NON  
 ↪ Si OUI, de quel type et à quelle époque ? .....

• Traitements antiparasitaires PREVUS en 2011 sur les bovins de la parcelle étudiée

Catégorie	Types de traitements	Mise à l'herbe 2010	Eté 2010	Automne 2010	Rentrée à l'étable 2010
Bovins inclus dans l'étude	<i>Strongles</i>				
	<i>Douve</i>				
	<i>Parasites externes</i>				
Autres bovins éventuellement présents sur cette parcelle	<i>Strongles</i>				
	<i>Douve</i>				
	<i>Parasites externes</i>				
Autres bovins éventuellement présents sur cette parcelle	<i>Strongles</i>				
	<i>Douve</i>				
	<i>Parasites externes</i>				

• Traitements antiparasitaires EFFECTIVEMENT réalisés en 2011 sur les bovins de la parcelle étudiée :

Catégorie	Types de traitements	Mise à l'herbe 2010	Eté 2010	Automne 2010	Rentrée à l'étable 2010
Bovins inclus dans l'étude	<i>Strongles</i>				
	<i>Douve</i>				
	<i>Parasites externes</i>				
Autres bovins éventuellement présents sur cette parcelle	<i>Strongles</i>				
	<i>Douve</i>				
	<i>Parasites externes</i>				
Autres bovins éventuellement présents sur cette parcelle	<i>Strongles</i>				
	<i>Douve</i>				
	<i>Parasites externes</i>				

• Facteurs de risques généraux sur l'élevage :

- Derniers épisodes cliniques de maladies parasitaires connus (cas de bronchite vermineuse, ostertagiose, douve ...)

Date	Nature de l'épisode

- Derniers résultats connus d'examens complémentaires parasitologiques dans l'élevage (coprocultures, sérologies, lait de tank, autopsie ...)

Date	Type d'analyse	Résultat

- Présence connue dans l'élevage d'autres maladies (EVD, paratuberculose, toux...)

Date des premiers symptômes	Type de maladie

- Des bovins présents sur la parcelle étudiée ont-ils été malades ou sont-ils morts ?

Date et numéro du bovin	Type de maladie

→ Merci de joindre au questionnaire une copie du dernier bilan sanitaire « prescription-délivrance » réalisé sur l'élevage.

**Annexe 5** : Protocole utilisé pour les prélèvements d'herbe  
(Service de Parasitologie, Oniris, Nantes)



# ANALYSE DE L'INFESTATION DES PATURAGES PAR LES LARVES DE NEMATODES PARASITES

## 1 - TECHNIQUE DE PRELEVEMENT D'HERBE

### PRINCIPE

Elle vise à estimer la population de larves infestantes (L3) de strongles digestifs ou respiratoires accessibles aux ruminants, sur l'ensemble d'une parcelle.

### MATERIEL

- 1 ou 2 sacs
- Paire de ciseaux (facultatif)

### REALISATION

- L'échantillon de base est constitué de **pincées d'herbe** arrachées aussi près que possible du sol, à la main ou aux ciseaux si l'herbe est trop dure. Attention de **ne pas prélever de terre**, qui gênerait le traitement de l'échantillon (*cf* fiche 2).
- L'échantillonnage de la parcelle s'effectue de façon homogène, en **100 points** de prélèvement dispersés sur la pâture : chaque point se situe autour d'une bouse (éventuellement une zone de refus en l'absence de bouses).
- A chacun de ces points, on réalisera 2 séries de prélèvement :
  - ❖ Première série de prélèvements : « **près des bouses** »
    - II Prélever 4 pincées d'herbe tout autour de la bouse (à 5 - 10 cm de la bouse).
    - II N.B. : on évitera les bouses trop fraîches, les œufs de strongles n'ayant pas eu le temps d'évoluer en L3.*
  - ❖ Deuxième série de prélèvements : « **loin des bouses** »
    - II Prélever 4 pincées d'herbe, loin de toute bouse (à 1 m au moins de la plus proche).
- Les 8 pincées d'herbe ainsi prélevées sont stockées dans un sac, pour une interprétation globale, ou dans deux sacs pour une interprétation séparée (près des bouses / loin des bouses).
- En fin de parcours, on a ainsi prélevé entre 300 et 500 g d'herbe.

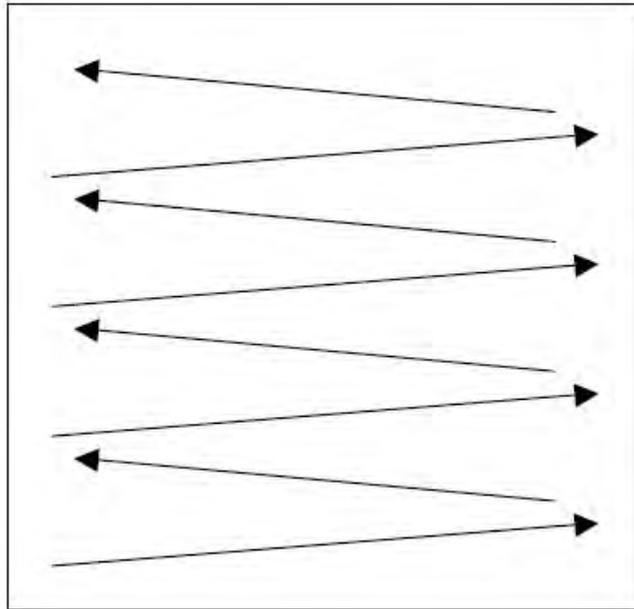


Figure 1 : parcours de prélèvement sur la parcelle

### **CONSERVATION DU PRELEVEMENT**

- 48 H maximum, au frais (réfrigérateur ou chambre froide), **sac ouvert !**

**Annexe 6** : Résultats bruts de la campagne de piégeage des coléoptères coprophages Scarabaeoidea

N° du site	Date récolte	N°piège	Famille	Nom scientifique	Effectifs
A	28/04/11	1	Aphodius	Acrossus luridus	2
A	28/04/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	1
A	28/04/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	6
A	28/04/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	3
A	28/04/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
A	28/04/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	6
A	28/04/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	1028
A	28/04/11	1	Aphodius	Volinus sticticus	2
A	28/04/11	1	Aphodius	Otophorus haemorrhoidalis	1
A	28/04/11	2	Aphodius	Acrossus luridus	2
A	28/04/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	12
A	28/04/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	9
A	28/04/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	25
A	28/04/11	2	Aphodius	Agrilinus ater	2
A	28/04/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	1633
A	28/04/11	2	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
A	28/04/11	2	Aphodius	Volinus sticticus	5
B	28/04/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	398
B	28/04/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	5
B	28/04/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	1
B	28/04/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	2
B	28/04/11	1	Aphodius	Volinus sticticus	9
B	28/04/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	3
B	28/04/11	1	Aphodius	Agrilinus ater	1
B	28/04/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	321
B	28/04/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	25
B	28/04/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	1
B	28/04/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	16
B	28/04/11	2	Aphodius	Aphodius fimetarius	2
B	28/04/11	2	Aphodius	Volinus sticticus	2
B	28/04/11	2	Aphodius	Agrilinus ater	2
B	28/04/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	4
C	28/04/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	424
C	28/04/11	1	Aphodius	Agrilinus ater	2
C	28/04/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	2
C	28/04/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
C	28/04/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	591
C	28/04/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	4
C	28/04/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	1
C	28/04/11	2	Aphodius	Volinus sticticus	1
C	28/04/11	2	Aphodius	Agrilinus ater	2
C	28/04/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	3
E	28/04/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	1
E	28/04/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	9
E	28/04/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	762
E	28/04/11	2	Aphodiidae	Oxyomus silvestris	2
E	28/04/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	3
E	28/04/11	2	Aphodius	Acrossus luridus	2

E	28/04/11	2	Aphodius	Volinus sticticus	2
E	28/04/11	2	Aphodius	Aphodius fimetarius	3
E	28/04/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	5
E	28/04/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	4
E	28/04/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	12
E	28/04/11	2	Aphodius	Agrilinus ater	37
E	28/04/11	2	Aphodius	Otophorus haemorrhoidalis	5
F	28/04/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	624
F	28/04/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	4
F	28/04/11	1	Aphodius	Volinus sticticus	1
F	28/04/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	2
F	28/04/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	11
F	28/04/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	9
F	28/04/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus joannae	3
F	28/04/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	15
F	28/04/11	1	Aphodius	Agrilinus ater	1
F	28/04/11	1	Aphodius	Otophorus haemorrhoidalis	4
F	28/04/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	753
F	28/04/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	17
F	28/04/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	13
F	28/04/11	2	Aphodius	Agrilinus ater	3
F	28/04/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	17
F	28/04/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	19
F	28/04/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus joannae	1
A	19/05/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	25
A	19/05/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	2
A	19/05/11	1	Aphodius	Volinus sticticus	1
A	19/05/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	2
A	19/05/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	2
A	19/05/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	1
A	19/05/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	25
A	19/05/11	2	Aphodius	Volinus sticticus	1
E	19/05/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	52
E	19/05/11	1	Aphodius	Acrossus luridus	1
E	19/05/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	1
E	19/05/11	1	Aphodius	Agrilinus ater	2
E	19/05/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	6
E	19/05/11	1	Aphodius	Calamosternus granarius	2
E	19/05/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	10
E	19/05/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	7
E	19/05/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus similis	1
E	19/05/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	215
E	19/05/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	4
E	19/05/11	2	Aphodius	Acrossus luridus	9
E	19/05/11	2	Aphodius	Volinus sticticus	3
E	19/05/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	6
E	19/05/11	2	Aphodius	Calamosternus granarius	1
E	19/05/11	2	Aphodius	Agrilinus ater	3
E	19/05/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	10
E	19/05/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	7

F	19/05/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	24
F	19/05/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	1
F	19/05/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	1
F	19/05/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	9
F	19/05/11	1	Aphodius	Agrilinus ater	2
F	19/05/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	7
F	19/05/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	19
F	19/05/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	3
F	19/05/11	2	Aphodius	Volinus sticticus	1
F	19/05/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	7
F	19/05/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	1
F	19/05/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	20
G	19/05/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	2
G	19/05/11	1	Aphodius	Volinus sticticus	1
G	19/05/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	1
G	19/05/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	3
G	19/05/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	51
G	19/05/11	2	Aphodius	volinus sticticus	1
G	19/05/11	2	Aphodius	Agrilinus ater	1
G	19/05/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	8
G	19/05/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	14
B	20/05/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	89
B	20/05/11	1	Aphodius	Acrossus luridus	2
B	20/05/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
B	20/05/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	7
B	20/05/11	1	Aphodius	Volinus sticticus	2
B	20/05/11	1	Aphodius	Agrilinus ater	5
B	20/05/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	8
B	20/05/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	5
B	20/05/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus similis	1
B	20/05/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	40
B	20/05/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	1
B	20/05/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	8
B	20/05/11	2	Aphodius	Agrilinus ater	4
B	20/05/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	7
B	20/05/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	9
B	20/05/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus similis	1
C	20/05/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	35
C	20/05/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	14
C	20/05/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	11
C	20/05/11	1	Aphodius	Acrossus luridus	3
C	20/05/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	37
C	20/05/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	11
C	20/05/11	2	Aphodius	Acrossus luridus	4
C	20/05/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	8
C	20/05/11	2	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
C	20/05/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	2
C	20/05/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	39
H	20/05/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	31
H	20/05/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	1

H	20/05/11	1	Aphodius	Volinus sticticus	1
H	20/05/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	3
H	20/05/11	1	Aphodiidae	Oxyomus silvestris	1
H	20/05/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	7
H	20/05/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	42
H	20/05/11	2	Aphodius	Volinus sticticus	1
H	20/05/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	1
H	20/05/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	6
H	20/05/11	2	Aphodius	Agrilinus ater	1
H	20/05/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	2
H	20/05/11	2	Scarabaeidae	onthophagus coenobita	1
A	28/06/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	10
A	28/06/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	1
A	28/06/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
A	28/06/11	1	Aphodius	Agrilinus ater	1
A	28/06/11	1	Aphodius	Otophorus haemorrhoidalis	1
A	28/06/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	11
A	28/06/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	3
A	28/06/11	2	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
A	28/06/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
E	28/06/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	2
E	28/06/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	25
E	28/06/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	4
E	28/06/11	1	Aphodius	Agrilinus ater	3
E	28/06/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	31
E	28/06/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	4
E	28/06/11	2	Aphodius	Aphodius fimetarius	3
E	28/06/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	1
E	28/06/11	2	Aphodius	Agrilinus ater	3
E	28/06/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus similis	1
E	28/06/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	8
F	28/06/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	1
F	28/06/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	12
F	28/06/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	7
F	28/06/11	1	Aphodius	Agrilinus ater	1
F	28/06/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	3
F	28/06/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	2
F	28/06/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	4
F	28/06/11	2	Aphodius	Aphodius fimetarius	6
F	28/06/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	2
F	28/06/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	1
F	28/06/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
G	28/06/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
G	28/06/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	4
G	28/06/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	5
G	28/06/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	2
G	28/06/11	1	Aphodius	Agrilinus ater	4
G	28/06/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	9
G	28/06/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	7
G	28/06/11	2	Aphodius	Acrossus luridus	1

G	28/06/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
G	28/06/11	2	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
G	28/06/11	2	Aphodius	Agrilinus ater	2
G	28/06/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	1
B	29/06/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	30
B	29/06/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	6
B	29/06/11	1	Aphodius	Agrilinus ater	1
B	29/06/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	4
B	29/06/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	21
B	29/06/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
B	29/06/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	20
B	29/06/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	10
B	29/06/11	2	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
B	29/06/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	3
B	29/06/11	2	Aphodius	Oxyomus silvestris	1
B	29/06/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
C	29/06/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	2
C	29/06/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	42
C	29/06/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	10
C	29/06/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	21
C	29/06/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	68
C	29/06/11	2	Aphodius	Agrilinus ater	1
C	29/06/11	2	Aphodius	Aphodius fimetarius	4
C	29/06/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	16
C	29/06/11	2	Aphodius	Agrilinus rufus	4
C	29/06/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	27
D	29/06/11	1	Aphodius	Otophorus haemorrhoidalis	3
D	29/06/11	1	Aphodius	Agrilinus ater	4
D	29/06/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	16
D	29/06/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	24
D	29/06/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	2
D	29/06/11	2	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
D	29/06/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	9
D	29/06/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	16
D	29/06/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
H	29/06/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
H	29/06/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	17
H	29/06/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	16
H	29/06/11	1	Aphodius	Otophorus haemorrhoidalis	1
H	29/06/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	1
H	29/06/11	1	Aphodius	Agrilinus ater	1
H	29/06/11	1	Scarabaeidae	onthophagus coenobita	3
H	29/06/11	2	Aphodius	Agrilinus ater	3
H	29/06/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	25
H	29/06/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	27
H	29/06/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	4
A	25/07/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	46
A	25/07/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
A	25/07/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	2
A	25/07/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	12

A	25/07/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	2
A	25/07/11	2	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
A	25/07/11	2	Aphodius	Agrilinus rufus	1
E	25/07/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	107
E	25/07/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	2
E	25/07/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	104
E	25/07/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	2
E	25/07/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
F	25/07/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	55
F	25/07/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
F	25/07/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	43
F	25/07/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	12
G	25/07/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	33
G	25/07/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	1
G	25/07/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
G	25/07/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	15
G	25/07/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
B	26/07/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	38
B	26/07/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	5
B	26/07/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
B	26/07/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	63
B	26/07/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	9
B	26/07/11	2	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
B	26/07/11	2	Aphodius	Aphodius foetens	1
C	26/07/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	7
C	26/07/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	1
C	26/07/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	4
C	26/07/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
D	26/07/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	78
D	26/07/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	3
D	26/07/11	1	Aphodius	Aphodius foetens	2
D	26/07/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	2
D	26/07/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	65
D	26/07/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	6
D	26/07/11	2	Geotrupidae	Geotrupes puncticollis	2
H	26/07/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	176
H	26/07/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	3
H	26/07/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	2
H	26/07/11	1	Geotrupidae	Geotrupes puncticollis	1
H	26/07/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	192
H	26/07/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	6
H	26/07/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
A	23/08/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	148
A	23/08/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	1
A	23/08/11	1	Aphodius	Aphodius foetens	1
A	23/08/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	2
A	23/08/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	19
A	23/08/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	70
A	23/08/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	5
A	23/08/11	2	Geotrupidae	Geotrupes puncticollis	1

E	23/08/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	30
E	23/08/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	1
E	23/08/11	1	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
E	23/08/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	3
E	23/08/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	4
E	23/08/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus similis	1
E	23/08/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	25
E	23/08/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	1
E	23/08/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	1
E	23/08/11	2	Aphodius	Agrilinus rufus	1
E	23/08/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	22
E	23/08/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus vacca	2
F	23/08/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	137
F	23/08/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	1
F	23/08/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	5
F	23/08/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	81
F	23/08/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	1
F	23/08/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	12
F	23/08/11	2	Geotrupidae	Geotrupes puncticollis	3
G	23/08/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	48
G	23/08/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	4
G	23/08/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	2
G	23/08/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	55
G	23/08/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	13
G	23/08/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	9
G	23/08/11	2	Geotrupidae	Geotrupes puncticollis	1
B	24/08/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	22
B	24/08/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	5
B	24/08/11	1	Aphodius	Aphodius foetens	2
B	24/08/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	1
B	24/08/11	1	Aphodius	Agrilinus rufus	1
B	24/08/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	88
B	24/08/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	5
B	24/08/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	13
B	24/08/11	2	Aphodius	Agrilinus rufus	1
B	24/08/11	2	Aphodius	Esymus pusillus	1
B	24/08/11	2	Aphodius	Volinus sticticus	1
B	24/08/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	3
B	24/08/11	2	Geotrupidae	Geotrupes puncticollis	1
C	24/08/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	351
C	24/08/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	2
C	24/08/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	31
C	24/08/11	1	Geotrupidae	Geotrupes puncticollis	2
C	24/08/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	312
C	24/08/11	2	Aphodius	Aphodius foetens	1
C	24/08/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	1
C	24/08/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	29
C	24/08/11	2	Geotrupidae	Geotrupes puncticollis	5
D	24/08/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	269
D	24/08/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	25

D	24/08/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	5
D	24/08/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	5
D	24/08/11	1	Geotrupidae	Geotrupes puncticollis	11
D	24/08/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	122
D	24/08/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	11
D	24/08/11	2	Aphodius	Teuchestes fossor	1
D	24/08/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	6
D	24/08/11	2	Geotrupidae	Geotrupes puncticollis	4
H	24/08/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	44
H	24/08/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	32
H	24/08/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	1
H	24/08/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	2
H	24/08/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	9
H	24/08/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	6
H	24/08/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	3
A	27/09/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	129
A	27/09/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	1
A	27/09/11	1	Aphodius	Nimbus contaminatus	1
A	27/09/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	243
E	27/09/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	22
E	27/09/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	90
E	27/09/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	2
E	27/09/11	2	Aphodius	Nimbus contaminatus	2
F	27/09/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	620
F	27/09/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	32
F	27/09/11	1	Aphodius	Nimbus contaminatus	12
F	27/09/11	1	Aphodius	Volinus sticticus	1
F	27/09/11	1	Aphodius	Teuchestes fossor	1
F	27/09/11	1	Aphodius	Esymus pusillus	1
F	27/09/11	1	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
F	27/09/11	1	Geotrupidae	Geotrupes puncticollis	6
F	27/09/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	334
F	27/09/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	18
F	27/09/11	2	Aphodius	Volinus sticticus	1
F	27/09/11	2	Aphodius	Nimbus contaminatus	3
F	27/09/11	2	Geotrupidae	Geotrupes puncticollis	7
G	27/09/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	855
G	27/09/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	3
G	27/09/11	1	Aphodius	Volinus sticticus	1
G	27/09/11	1	Aphodius	Nimbus contaminatus	5
G	27/09/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	553
G	27/09/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	3
G	27/09/11	2	Aphodius	Nimbus contaminatus	1
B	28/09/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	749
B	28/09/11	1	Aphodius	Nimbus contaminatus	134
B	28/09/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	2
B	28/09/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	504
B	28/09/11	2	Aphodius	Nimbus contaminatus	212
B	28/09/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	4
B	28/09/11	2	Geotrupidae	Geotrupes puncticollis	2

C	28/09/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	28
C	28/09/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	20
C	28/09/11	1	Aphodius	Agrilinus rufus	1
C	28/09/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	71
C	28/09/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	8
C	28/09/11	2	Aphodius	Agrilinus rufus	1
C	28/09/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	2
D	28/09/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	372
D	28/09/11	1	Aphodius	Nimbus contaminatus	80
D	28/09/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	7
D	28/09/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	421
D	28/09/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	14
D	28/09/11	2	Aphodius	Nimbus contaminatus	32
D	28/09/11	2	Aphodius	Aphodius fimetarius	1
D	28/09/11	2	Scarabaeidae	Onthophagus coenobita	1
H	28/09/11	1	Aphodius	Melinopterus prodromus	239
H	28/09/11	1	Aphodius	Acrossus rufipes	5
H	28/09/11	1	Aphodius	Nimbus contaminatus	20
H	28/09/11	1	Aphodius	Agrilinus rufus	1
H	28/09/11	2	Aphodius	Melinopterus prodromus	194
H	28/09/11	2	Aphodius	Nimbus contaminatus	6
H	28/09/11	2	Aphodius	Acrossus rufipes	4

## **Annexe 7** : Synthèse des exigences écologiques des espèces rencontrées



Nom scientifique	Préférences écologiques (d'après Lumaret, 1990)
<i>Acrossus luridus</i>	Commun dans toute la France, large amplitude d'habitat (ubiquiste)
<i>Acrossus rufipes</i>	Commune dans les parties tempérée et humide ; redoute la sécheresse
<i>Agrilinus ater</i>	Toute la France, dans les pâturages frais de montagne, parfois en sous-bois (plaine)
<i>Aphodius foetens</i>	Principalement dans les prairies hygrophiles, sur sol argilo-limoneux
<i>Aphodius fimetarius</i>	Commun, ubiquiste surtout dans les prairies pâturées, mais aussi parfois en milieu forestier
<i>Agrilinus rufus</i>	Toute la France, espèce euryèce, surtout dans les pâturages frais et en lisière, sur sol argileux ou sablo-limoneux
<i>Calamosternus granarius</i>	Commun dans toute la France, très fréquent en milieu ouvert, parfois en lisière et en forêt
<i>Geotrupes puncticollis</i>	Surtout dans les milieux ouverts, prairies aux sols lourds, argileux ou limoneux humides
<i>Melinopterus prodromus</i>	Commun, surtout dans les milieux découverts, mais aussi en lisière et en sous-bois clair, surtout sur sol argileux ou argilo-limoneux
<i>Nimbus contaminatus</i>	Assez commun, plutôt dans les régions tempérées et fraîches, principalement dans les pâturages mais également en sous-bois
<i>Onthophagus coenobita</i>	Assez commun, dans les milieux semi-ouverts, pénètre parfois en sous-bois dense
<i>Onthophagus joannae</i>	Toute la France, ubiquiste
<i>Onthophagus similis</i>	Toute la France, souvent dans les prairies, mais aussi en milieu semi-ouvert à la lisière des formations forestières
<i>Onthophagus vacca</i>	Toute la France, essentiellement une espèce de pelouses et de prairies pâturées sur sol lourds et argileux, aussi sur sol argilo-limoneux
<i>Esymus pusillus</i>	Toute la France, espèces eurytope, pâturage sec, quelquefois en sous-bois clair. Principalement sur sol argileux, dur en été
<i>Teuchestes fossor</i>	Toute la France, principalement dans les pâturages à sols humides
<i>Otophorus haemorrhoidalis</i>	Toute la France, dans les pâturages secs de l'Europe moyenne. Plutôt thermophile
<i>Oxyomus silvestris</i>	Toute la France, hiverne sous les écorces, au pied des arbres
<i>Volinus sticticus</i>	Toute la France, assez commune, dans les régions boisées et milieu ouvert



