

# Contribution à l'écologie des coléoptères coprophiles et coprophages en Belgique : diversité spécifique, préférences stercorales et phénologie

Julien Bebermans, Jean Fagot & Frédéric Francis

Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgique.

E-mail : jbebermans@ulg.ac.be ; jean.fagot@ulg.ac.be ; frederic.francis@ulg.ac.be

Reçu le 25 janvier 2016, accepté le 4 mai 2016.

Pendant les mois de septembre et octobre 2014, les coléoptères coprophages et coprophiles des bouses de vaches et des crottins de chevaux ont été étudiés en Wallonie. Cette recherche s'est axée sur la super-famille des Scarabaeoidea et la famille des Staphylinidae. Au total, 6245 individus, appartenant à 15 espèces de scarabées coprophages et à 73 espèces de staphylins ont été recensés. La capture des insectes s'est réalisée à l'aide de pièges relevés chacun une fois par semaine. Trois régions géographiques ont été comparées : le Pays de Herve, la Hesbaye et le Pays Brabançon, comprenant chacune un lieu de piégeage, respectivement à Julémont, Waremme et Grez-Doiceau. L'objectif est d'observer si les populations d'insectes diffèrent entre matières stercorales, c'est-à-dire s'il existe des insectes spécialistes pour un type d'excrément. La dynamique des populations au cours du vieillissement des excréments ainsi que les variations géographiques ont également été envisagées. Les résultats ont mis en évidence que plusieurs espèces montrent une préférence nette pour un des deux types de matières fécales, mais qu'il n'existe pas d'insectes spécialistes stricts. La placette de Julémont est apparue comme étant la plus richement diversifiée en ce qui concerne les staphylins, tandis que c'est à Grez-Doiceau que la plus grande diversité de scarabées est observée. Enfin, il a été constaté que les insectes envahissent très rapidement les crottes fraîchement déposées. Après une semaine, les insectes paraissent moins attirés.

**Mots-clés :** Wallonie, Staphylinidae, Aphodiidae, Scarabaeidae, bouse, crottin, piégeage.

In a study performed from September to October 2014, coprophagous and coprophilic beetle of cattle and horse dung were observed. This research focused on Scarabaeoidea super-family and Staphylinidae family. Totally, 6245 individuals, belonging to 15 coprophagous scarabs species and 73 staphylinids species were identified. Insects have been captured using a trap weekly visited. Three geographic regions were compared: Pays de Herve, Hesbaye and Pays Brabançon with one trapping site by region, respectively Julémont, Waremme and Grez-Doiceau. One of the objectives was to observe the insects population diversity according to dung type and identify insect preference related to a specific type of dung. The goal was to observe if the communities change between regions. The population dynamics during the ageing of dung has also been considered. Several species showed a significant preference for one of the two kind of feces, even if there are no strict specialist insects. Also, Julémont appeared as being the most diversified site regarding staphylinids, while Grez-Doiceau seemed to be the most suitable place concerning scarabs. Finally, insects were found to invade very quickly the freshly dropped dung, while they seem less attracted after a few days.

**Key words :** Wallonia, Staphylinidae, Aphodiidae, Scarabaeidae, cow dung, horse dung, trapping.

## 1 INTRODUCTION

Cette étude est axée uniquement sur les coléoptères coprophages et coprophiles vivant dans les bouses de vaches et les crottins de chevaux dans trois régions de Wallonie.

Les crottes renferment souvent une faune entomologique typique, riche en taxons divers.

Ce thème de recherche est original et soulève plusieurs questions intéressantes. Les populations de coprophages et coprophiles diffèrent-elles dans les bouses et les crottins d'une même station? En d'autres termes : existe-t-il des populations spécialistes pour un type d'excrément? Varient-elles en fonction du type de sol? Comment évoluent-elles au cours du vieillissement des excréments? Trouvons-nous toujours les mêmes insectes durant l'assèchement de la matière fécale?

Plusieurs travaux ont déjà été réalisés sur la thématique des insectes coprophages, notamment par Hanski & Cambefort (1991) ou Lumaret (1980). Les sources d'informations sur les insectes coprophages sont variées, mais ce genre d'étude au niveau belge n'a été envisagé que par quelques auteurs comme Desière (1974) ou De Bast (1981). Il existe peu de travaux comparant la faune entre types d'excréments. Dès lors, il a été décidé de travailler sur la comparaison bouse/crottin et qui plus est, dans trois endroits distincts du point de vue pédologique. Ainsi l'objectif sera d'accroître les connaissances de la biologie des coprophages en mettant en évidence le lien entre la diversité spécifique, le type d'excrément et la région.

## 2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1 Sites d'étude

Dans le cadre de cette étude, trois régions naturelles de Wallonie ont été sélectionnées, à savoir ; le Pays de Herve, la Hesbaye et le Pays Brabançon. Une station présentant une pédologie et un paysage distinct a été sélectionnée dans chaque région, plus précisément : Julémont, Waremmes et Grez-Doiceau.

Dans le Pays de Herve, les terres reposent sur un plateau calcaire couvert par des terrains argileux, sablonneux, glaiseux ou marneux à charge de silex (Belayew *et al.*, 1996 ; Cremasco *et al.*, 2007). Comme le Pays de Herve, la Hesbaye se trouve sur un socle calcaire, mais celui-ci est recouvert d'une épaisse couche de loess et de limon très fertiles pouvant parfois atteindre 20 mètres d'épaisseur. En ce qui concerne le Pays

Brabançon, le sous-sol est composé de sables ou grès recouverts de dépôts limoneux ou sablo-limoneux, mais ceux-ci sont plus grossiers qu'en Hesbaye (Belayew *et al.*, 1996 ; De Witte *et al.*, 2009).

Une ferme et un propriétaire équestre voisin par région ont été sélectionnés. Aucun n'applique de traitement contre les parasites.

### 2.2 Piégeage d'insectes

Afin de maximiser la collecte d'insectes rampants, la capture des insectes a été réalisée à l'aide de pièges de chute, type Barber, consistant en des seaux enterrés jusqu'au ras du sol. De l'eau additionnée de détergent est versée dans les seaux pour que les insectes restent prisonniers dans les pièges. Un treillis de maille 1 cm x 1 cm sur lequel reposent les bouses et crottins couvre le seau.

D'autres types de pièges auraient pu être envisagés. Par exemple, disposer la matière fécale, séparée de quelques mètres de la suivante, à même le sol, et venir chaque jour prélever quelques excréments avec une partie du sol (Martin, 1984). Ou encore, enfoncer un récipient dans le sol, suspendre un excrément contenu dans une étamine, soit poser directement ce dernier dans le fond du pot (Moretto, 2010). Chacun de ces pièges ayant ses avantages et inconvénients, nous avons choisi de prendre celui qui répondait le mieux à nos attentes. En effet, entre les dates de pose et de retrait du matériel, il est possible d'examiner la plupart des insectes des bouses et crottins, de suivre l'évolution des populations d'insectes et il ne demande pas de récoltes journalières.

Dix pièges par placette ont été placés, à raison de cinq avec bouses et de cinq avec crottins. Ils ont été relevés une fois par semaine à partir du 03 septembre 2014 et ce jusqu'au 22 octobre 2014. Tous les insectes étaient directement stockés en alcool dans des piluliers dûment numérotés et datés. Le 24 septembre 2014, tous les excréments ont été renouvelés car ces derniers ne semblaient plus être attractifs pour les insectes. Au total, nous avons effectué huit relevés, quatre en septembre et quatre en octobre.

### 2.3 Traitement des échantillons

Par la suite, les staphylins ont été déterminés grâce aux faunes de Tottenham (1954), Coiffait (1972), Lott (2009) et Lott & Anderson (2011) ; pour les scarabées, celles de Paulian (1959), Baraud (1992) et Costessèque (2005)

**Tableau 1** : Répartition des Staphylinidae selon le type de matière fécale et selon la région.

	Genres	Espèces	Individus	% genres	% espèces	% Individus
<b>Total</b>	39	73	4595	100	100	100
<b>Bouse</b>	34	66	2411	87,2	90,4	52,5
<b>Crottin</b>	32	53	2184	82,1	72,6	47,5
<b>Julémont</b>	28	50	1055	71,8	68,5	23,0
<b>Wareme</b>	25	46	1068	64,1	63,0	23,2
<b>Grez-Doiceau</b>	25	42	2472	64,1	57,5	53,8

### 3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1 Abondance et diversité

L'abondance des insectes piégés, leur répartition dans les micro-écosystèmes et dans les placettes sont présentées (**Tableaux 1 et 2**).

#### Coleoptera Staphylinidae

L'étude réalisée a permis de récolter plusieurs espèces intéressantes de staphylins, dont *Quedius (Raphirus) acuminatus* (Hochhuth, 1849), nouvelle espèce pour la faune belge. Plusieurs Staphylinidae rares et peu communs d'après Drugmand (1987, 1989) ont pu être identifiés.

**Espèces rares** : *Philonthus alpinus* (Eppelsheim, 1875) et *Rabigus pullus* (Nordmann, 1837)

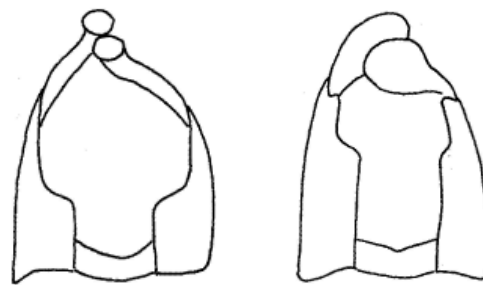
**Espèces peu communes** : *Aleochara verna* (Say, 1836), *Gabrius piliger* (Mulsant & Rey, 1875), *Quedius curtipennis* (Bernhauer, 1908), *Quedius scintillans* (Gravenhorst, 1806), *Stenus lustrator* (Erichson, 1839) et *Tachyporus tersus* (Erichson, 1839).

Le **tableau 1** indique un total de 4595 insectes recensés, comptant 73 espèces réparties dans 39 genres. Il ressort que le nombre d'individus entre

bouses et crottins est assez semblable, mais que la bouse est l'écosystème qui compte le plus d'espèces. La part la plus importante des insectes a été observée à Grez-Doiceau, mais le nombre d'espèces y est le plus faible. La diversité spécifique est la plus grande à Julémont.

#### Cas particulier

Il a été constaté qu'au sein des grandes séries d'*Anotylus sculpturatus* (Gravenhorst, 1806) se mélangent 2 espèces : *A. sculpturatus* et *A. mutator* (Lohse, 1963). La confusion entre ces deux espèces est très facile et seule une dissection pour observer les édéages permet de les distinguer. Dès lors il est très difficile, voire impossible de distinguer les femelles des deux espèces. Même si *A. mutator* a une tête plus large et des élytres plus rougeâtres, beaucoup d'*A. sculpturatus* analysés possédaient ces mêmes caractères. Une tête plus forte est propre aux mâles. Par contre, la différence entre les paramères de l'édéage est aisément observable (**Figure 1**).



**Figure 1** : A gauche, édéage d'*A. mutator* et à droite, édéage d'*A. sculpturatus*, d'après Lott et Anderson (2011).

**Tableau 2** : Répartition des Scarabaeoidea selon le type de matière fécale et selon la région.

	Genres	Espèces	Individus	% genres	% espèces	% Individus
<b>Total</b>	9	15	1650	100	100	100
<b>Bouse</b>	9	14	1065	100	93,3	64,5
<b>Crottin</b>	7	10	585	77,8	66,7	35,5
<b>Julémont</b>	7	10	894	77,8	66,7	54,2
<b>Wareme</b>	8	9	393	88,9	60,0	23,8
<b>Grez-Doiceau</b>	8	12	363	88,9	80,0	22,0

La présence d'*A. mutator* en Belgique, n'a été mentionnée qu'une seule fois entre 1950 et 2000 dans le district mosan selon Bruge, *et al.* (2001) et Dethier & Hubart (2010). Or, les individus récoltés se comptent par dizaines. Nous pouvons donc nous interroger sur l'exactitude des identifications d'*A. sculpturatus* passées. Les deux espèces étant très similaires, il est possible que des erreurs de détermination aient été commises dans les collections et donc que la rareté d'*A. mutator* ne soit pas fondée.

### **Coleoptera Scarabaeoidea**

En ce qui concerne les bousiers, aucun n'est considéré comme espèce rare selon Miessen & Schoolmeesters (2005).

Chez les Scarabaeoidea, le **tableau 2** montre que 15 espèces comptant 1650 insectes ont été récoltées. Deux tiers des individus se retrouvent dans les bouses et un tiers dans les crottins. Quasiment toutes les espèces sont représentées dans l'écosystème bouses avec 14 espèces sur les 15 au total. Dix espèces sur 15 ont été collectées dans les crottins.

A l'inverse de la famille des Staphylinidae, c'est à Grez-Doiceau que le plus d'espèces a été observé et à Julémont le plus d'individus.

### **3.2 Répartition des insectes par régions et types d'excréments**

#### **Coleoptera Staphylinidae**

La liste de toutes les espèces de Staphylinidae rencontrées lors de l'étude est détaillée dans le **tableau 3**.

Plusieurs éléments importants ressortent de ce tableau. Les sept premières espèces, sur les 73 dénombrées, regroupent à elles seules 81,13% du total d'individus capturés. *A. sculpturatus* est le plus courant (53,4% des récoltes), suivi d'*Ocyopus olens* (O. Muller, 1764), espèce ubiquiste, mais qui ne représente que 7,6% du total.

Des espèces comme *Philonthus splendens* (Fabricius, 1793), *Philonthus varians* (Paykull, 1789) ou encore *Rugilus erichsonii* (Fauvel, 1867) figurent comme dominantes à Julémont par rapport aux deux autres placettes. Même chose à Wareme où ce sont les *Pella limbatus* (Paykull, 1789) les plus nombreux. A Grez-Doiceau, *A. sculpturatus* est de loin le plus abondant. C'est d'ailleurs sa forte fréquence qui fait augmenter les totaux et pourcentages de coprophiles. Il existe aussi quelques espèces (coprophiles ou non) qui n'ont été vues qu'une seule fois.

Du point de vue comportemental, les pourcentages relatifs aux individus coprophiles sont très différents d'une station à l'autre. Néanmoins, ils sont toujours plus élevés dans les bouses. Le pourcentage total de coprophiles équivaut à 67,6%.

Parmi les staphylins coprophiles les plus courants, *A. verna*, *Megarthritis depressus* (Paykull, 1789), *Philonthus* sp. (Stephens, 1829), *Platysthetus arenarius* (Geoffroy, 1785) et *Oxytelus laqueatus* (Marsham, 1802) se retrouvent en majorité dans les bouses. Ce fait est bien marqué chez quelques-unes de ces espèces (*P. varians* et *P. splendens*) à Julémont. Les *Anotylus* (Thomson, 1859), quant à eux, sont en général également représentés dans les deux types d'excréments. Dix-huit *Platydracus flavopunctatus* (Latreille, 1804) ont été comptabilisés aussi bien dans les bouses que dans les crottins. Même si leur apparition dans les pièges avec crottins est plus régulière dans le temps, il est difficile d'affirmer que cette espèce développe une préférence pour un type d'excrément. Seuls trois staphylins ont montré une abondance significativement plus élevée dans les crottins que dans les bouses.

Il s'agit de *Dropephylla ioptera* (Stephens, 1832), *Micropeplus staphylinoides* (Marsham, 1802) et *P. limbatus*, toutefois ces trois espèces ne sont pas coprophiles.

Enfin, les espèces non coprophiles sont le plus souvent bien réparties entre bouses et crottins mais comptent moins d'effectifs.

### **Coleoptera Scarabaeoidea**

Les cinq premières espèces, sur les 15, comptabilisent près de 95% des individus récoltés (**Tableau 6**). *Melinopterus prodromus* (Brahm, 1790) est l'espèce la plus fréquemment rencontrée (36,3%) avec *Acrossus rufipes* (Linnaeus, 1758) (31,0%). Cette dernière espèce se trouve dans chaque région, mais domine à Julémont. *Volinus sticticus* (Panzer, 1798) représente à lui seul 45,5% du total d'insectes à Waremme. Par contre, sur l'ensemble des lieux de piégeage, un seul individu des espèces *Teuchestes fossor* (Linnaeus, 1758) et *Acrossus luridus ab.* (Fabricius, 1775) a été capturé.

Notons ici qu'*A. rufipes* et *V. sticticus* ont une attirance plus marquée pour les bouses. *Oxyomus sylvestris* (Scopoli, 1763) et *Nimbus contaminatus* (Herbst, 1783) semblent préférer les crottins, même si ce dernier compte autant d'individus dans les bouses que dans les crottins à Julémont. Les 25 *Onthophagus* (Latreille, 1802) piégés figurent tous dans les bouses.

### **Approche complémentaire**

La seule présence d'une espèce dans une placette ne signifie pas qu'elle est totalement absente des deux autres régions.

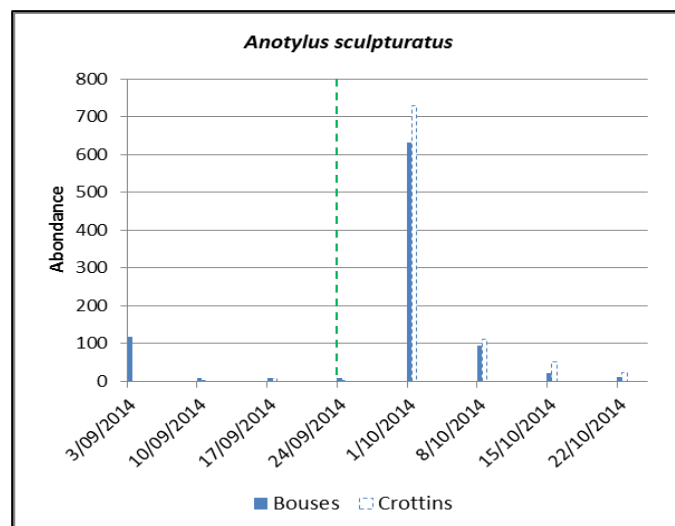
Plusieurs hypothèses sont envisageables pour le comprendre : premièrement, l'autoécologie chez les staphylins. Beaucoup sont sylvicoles, fongicoles, etc. Ainsi, certains peuvent être capturés en fonction du milieu dans lequel se trouvent les pièges. Ensuite, les espèces peu courantes ont moins de chances d'être capturées. Après, les pièges ont été placés dans un seul lieu par région et ce sur de faibles surfaces. D'autres résultats auraient pu être observés en ayant choisi plusieurs lieux par région. Enfin, les cycles varient d'un insecte à l'autre. Dès lors, leur apparition diffère dans le temps.

### **3.3 Analyse comportementale au cours du temps**

Pour retracer l'évolution de l'abondance d'une espèce en fonction du vieillissement de l'habitat, plusieurs graphiques ont été tracés (exemple : **Figure 2**).

### **Coleoptera Staphylinidae**

Parmi les staphylins coprophiles les plus nombreux, dans la plupart des cas, l'abondance la plus élevée est mesurée aux premiers relevés (03 septembre 2014 et 01 octobre 2014). Par la suite, le nombre d'individus diminue progressivement. Mais ce fait n'est pas constant chez les espèces comme *O. olens* qui sont ubiquistes et humicoles.



**Figure 2** : Graphique de l'abondance d'*A. sculpturatus* au cours du vieillissement des excréments. La ligne discontinue marque le dernier relevé de septembre ainsi que le renouvellement des excréments.

**Coleoptera Scarabaeoidea**

En ce qui concerne les bousiers, dans tous les cas une très forte concentration aux premiers relevés est observée. Elle est suivie d'une dégringolade dès les seconds relevés, encore plus marquée que chez les staphylins coprophiles. Ceci s'explique par le fait que la crotte perd rapidement de son humidité et de sa valeur nutritive. Elle devient donc moins attractive pour les insectes (Mroczynski & Komosinski, 2014). Les relevés ont montré que certaines espèces sont exclusivement présentes en septembre et d'autres en octobre.

**3.4 Indices de biodiversité**

Plusieurs indices de biodiversité ont été calculés afin de déterminer la richesse de chaque placette et de séparer les deux types de crottes sur base des présences et absences des insectes. Les indices utilisés sont :

1. Shannon-Weaver (S-W). Cet indice donne plus de poids aux espèces rares.

$$H = - \sum_{i=1}^S \left( \left( \frac{Ni}{N} \right) * \log_2 \left( \frac{Ni}{N} \right) \right)$$

2. 1 - Simpson (1-D). Simpson donne plus d'importance aux espèces abondantes.

$$D = \sum_{i=1}^S \frac{Ni*(Ni-1)}{N*(N-1)}$$

Shannon-Weaver et Simpson augmentent lorsque les individus sont répartis de manière homogène parmi les espèces. Ils diminuent quand une espèce est dominante par rapport aux autres.

3. 1 - Hill (1-H). L'indice de Hill donne une idée encore plus précise de la diversité observée. Le premier terme mesure le nombre effectif d'individus très abondants et le second mesure le nombre effectif d'insectes abondants, mais aussi des espèces rares.

$$\text{Hill} = (1/\lambda)/e^H$$

4. Piélou. Insensible à la richesse spécifique, il est utile pour comparer les dominances potentielles entre stations.

$$\text{Piélou} = H/H \text{ max}$$

Les indices prennent en compte à la fois le nombre d'espèces et leur abondance relative.

**Coleoptera Staphylinidae**

Ci-dessous sont présentés les 4 indices de biodiversité calculés pour les staphylins.

**Tableau 3 :** Indices de biodiversité des Staphylinidae. Entre parenthèses, les indices sans *A. sculpturatus*. En gras et italique, les valeurs les plus élevées.

Stations	S-W	1 - D	1 - H	Piélou
<b>Julémont</b>	<b>4,267</b>	<b>0,919</b>	<b>0,827</b>	<b>0,735</b>
<b>Wareme</b>	2,765 (3,817)	0,678 (0,847)	0,804 (0,856)	0,490 (0,676)
<b>Greze-Doiceau</b>	1,798 (3,695)	0,445 (0,842)	0,702 (0,843)	0,322 (0,662)
<b>Julémont bouse</b>	<b>4,064</b>	<b>0,902</b>	<b>0,825</b>	<b>0,732</b>
<b>Julémont crottin</b>	<b>4,068</b>	<b>0,916</b>	<b>0,797</b>	<b>0,787</b>
<b>Wareme bouse</b>	2,675 (4,453)	0,612 (0,934)	0,822 (0,825)	0,506 (0,843)
<b>Wareme crottin</b>	2,553 (3,034)	0,695 (0,745)	0,744 (0,812)	0,494 (0,587)
<b>Greze-Doiceau bouse</b>	1,739 (3,589)	0,436 (0,840)	0,689 (0,827)	0,339 (0,700)
<b>Greze-Doiceau crottin</b>	1,766 (3,462)	0,451 (0,823)	0,688 (0,823)	0,336 (0,660)

S-W = Shannon-Weaver ; D = Simpson ; H = Hill.

C'est à Julémont que les indices sont les plus élevés. Par ailleurs, il n'apparaît pas de différences d'indices au sein d'une même station, bouses et crottins sont très proches.

En première analyse, Julémont est la station la plus riche puisque les indices y sont supérieurs aux autres localisations. A Waremme et Grez-Doiceau les indices sont plus faibles, principalement à cause de la très forte abondance d'*A. sculpturatus* (**Tableau 5**). Cette espèce représente respectivement 54% et 74% du total des insectes collectés.

Les valeurs plus grandes à Julémont peuvent aussi s'expliquer par le nombre d'espèces, avec 55 taxa observés. Au sein de cette placette, plus d'espèces ont été dénombrées et le nombre d'individus par espèce est mieux réparti que dans les deux autres relevés. Par conséquent, les indices sont plus élevés.

Il est encore trop tôt pour conclure que Waremme et Grez-Doiceau sont moins riches en staphylins. Pour mesurer l'influence d'*A. sculpturatus*, tous les indices ont été recalculés, mais cette fois, en le considérant comme absent de Waremme et Grez-Doiceau. Suite à l'élimination de cette espèce, un net accroissement des valeurs (**Tableau 3**) de tous les indices est constaté. Ceci permet de se rendre compte de l'influence qu'a une espèce dominante comme *A. sculpturatus* sur la valeur des indices de biodiversité.

En conclusion, Julémont semble être la station la plus riche. De plus, il semblerait y avoir une différence plus marquée entre régions, mais au sein d'une même station, il n'existe pas de différences notoires entre les types d'excréments.

#### **Coleoptera Scarabaeoidea**

Ci-dessous sont présentés les 4 indices de biodiversité calculés pour les bousiers.

Chez les Scarabaeoidea, il n'apparaît pas d'écarts importants entre les régions, rien ne permet donc d'affirmer qu'une placette est différente d'une autre. Par contre, contrairement aux staphylins, il existe une plus grande différence de diversité entomologique entre les deux types de matières fécales.

Comme pour les Staphylinidae, la valeur des indices (**Tableau 4**) a tendance à augmenter lorsqu'il y a une codominance entre les espèces capturées. C'est pourquoi les crottins à Julémont et les bouses à Grez-Doiceau correspondent à des valeurs d'indices plus élevées.

La valeur des indices des crottins à Grez-Doiceau est très faible. En dépit de ces valeurs réduites, il n'est pas envisageable de conclure que les crottins de cette placette impliquent une faible diversité. Huit espèces sur les douze que compte Grez-Doiceau ont été capturées, alors que seulement cinq et quatre espèces se retrouvent respectivement à Julémont et Waremme.

**Tableau 4 :** Indices de biodiversité calculés à partir de la matrice de Scarabaeoidea. En gras et italique, les valeurs les plus élevées.

Stations	S-W	1 - D	1 - H	P
<b>Julémont</b>	1,995	<b><i>0,695</i></b>	0,555	0,601
<b>Waremme</b>	<b><i>2,079</i></b>	0,693	0,592	<b><i>0,656</i></b>
<b>Grez-Doiceau</b>	2,010	0,640	<b><i>0,628</i></b>	0,561
<b>Julémont bouse</b>	1,746	0,578	0,587	0,526
<b>Julémont crottin</b>	<b><i>1,813</i></b>	<b><i>0,680</i></b>	<b><i>0,490</i></b>	<b><i>0,781</i></b>
<b>Waremme bouse</b>	1,754	0,632	0,529	0,585
<b>Waremme crottin</b>	1,482	0,591	0,445	0,741
<b>Grez-Doiceau bouse</b>	<b><i>2,212</i></b>	<b><i>0,710</i></b>	<b><i>0,623</i></b>	<b><i>0,639</i></b>
<b>Grez-Doiceau crottin</b>	0,930	0,309	0,429	0,310

S-W = Shannon-Weaver ; D = Simpson ; H = Hill

Si Grez-Doiceau affiche de petites valeurs pour les crottins, il n'en est pas de même pour les bouses. Le plus grand nombre d'espèces (11) ainsi que leur codominance (meilleure qu'aux deux autres lieux de piégeage) ont permis d'obtenir des indices de biodiversité plus élevés.

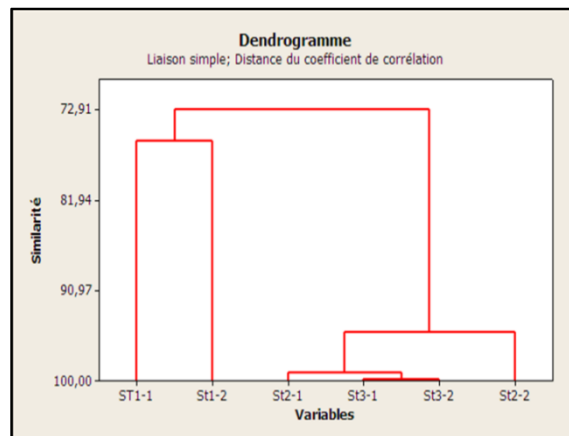
En conclusion, d'après les indices il n'est pas possible de distinguer les régions suivant la population entomologique étudiée. La distinction tiendrait plus au nombre d'espèces collectées et dans ce cas, Grez-Doiceau est la station la plus riche en bousiers.

### 3.5 Analyses multivariées

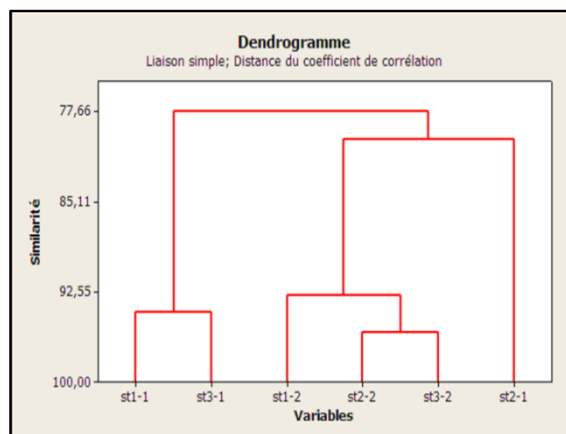
De manière à confirmer les conclusions basées sur les indices de biodiversité, la similarité entre écosystèmes est illustrée grâce à deux dendrogrammes résultant d'analyses factorielles.

### Coleoptera Staphylinidae

Aucune différence pour la famille des Staphylinidae n'a été constatée entre la diversité entomologique des bouses et crottins (**Figure 3**). Par contre, une nette différence entre stations a été identifiée entre Julémont (St1-1 et St1-2) et les deux autres placettes. La forte abondance d'*A. sculpturatus* explique le fait que bouses et crottins à Grez-Doiceau soient très proches. De même, cette espèce étant bien représentée à Waremme, la station présente une grande similarité avec Grez-Doiceau. St2-2 s'en écarte légèrement à cause de la forte abondance de *P. limbatus* en plus de celle d'*A. sculpturatus*.



**Figure 3** : Dendrogramme des Staphylinidae. St signifie « station » ; 1, 2 et 3 sont les trois lieux de piégeage, respectivement Julémont, Waremme et Grez-Doiceau ; 1 et 2 sont les écosystèmes, respectivement bouse et crottin.



**Figure 4** : Dendrogramme des Scarabaeoidea. St signifie « station » ; 1, 2 et 3 sont les trois lieux de piégeage, respectivement Julémont, Waremme et Grez-Doiceau ; 1 et 2 sont les écosystèmes, respectivement bouse et crottin.



### **Coleoptera Scarabaeoidea**

En ce qui concerne le second groupe étudié, les Scarabaeoidea, le dendrogramme est différent (**Figure 4**). Un groupement composé des trois placettes avec crottins (St1-2, St2-2 et St3-2) est opposé aux stations avec bouses assez similaires (St1-1 et St3-1). La station St2-1 est éloignée de toutes les autres, probablement à cause de la forte proportion de *V. sticticus*.

Pour les Scarabaeoidea, la différence entre matières stercorales semble être plus marquée que pour les staphylins. Ce qui pourrait faire penser que c'est le milieu (bouse/crottin) qui est le plus important et non la région et sa pédologie.

### **3.6 Phénologie et abondance**

#### **Coleoptera Staphylinidae**

Les publications étudiant les cycles des staphylins sont peu courantes dans la littérature scientifique, il est donc compliqué de comparer avec les résultats disponibles. Il serait concevable de faire un rapprochement entre les larves de diptères et d'Aphodiidae, qui, tant qu'elles sont présentes, attirent des staphylins coprophiles prédateurs. Desière (1974) a remarqué que l'abondance est la plus élevée fin du printemps, celle-ci décroissant progressivement jusqu'en septembre, dernier mois des prélèvements qu'il avait réalisés. Or, notre recherche montre que plus d'insectes ont été capturés en octobre qu'en septembre, quelle que soit la station.

#### **Coleoptera Scarabaeoidea**

De manière générale la densité des insectes coprophages dans les excréments est la plus élevée au moment où la déjection est la plus fraîche. Mais certaines espèces sont très abondantes en septembre tandis qu'elles sont quasiment, voire totalement absentes en octobre. L'inverse est vrai aussi. Pour mieux comprendre ce phénomène, il suffit de se référer aux cycles des différentes espèces communes à l'étude de Wabner (1994). Il a séparé les espèces en plusieurs catégories selon leur apparition pendant l'année.

#### **Espèces bivoltines, précoces au printemps et tardives en automne**

*M. prodromus* et *Melinopterus sphaelatus* (Panzer, 1798) présentent deux pics d'abondance, dont un commence en octobre. Dans nos récoltes, ces espèces ne sont apparues qu'en octobre, cela rejoint donc les constatations de Wabner (1994).

#### **Espèces bivoltines, avec un premier pic au printemps et un second plus élevé en automne**

D'après les relevés, *Onthophagus coenobita* (Herbst, 1783) et *V. sticticus* ne sont présents qu'en septembre. Wabner (1994) a montré que l'abondance de ces espèces forme deux pics dont l'un croit fortement en septembre et chute ensuite considérablement en octobre. Cela pourrait donc expliquer le fait que les insectes n'aient été collectés qu'en septembre.

Desière (1974) ne semble pas d'accord avec Wabner (1994) concernant la phénologie d'*O. coenobita* et de *V. sticticus*. Le premier classe ces espèces comme printanières dominantes alors que le second les classe comme automnales dominantes. En revanche, ils sont d'accord sur le fait que les deux espèces soient bivoltines. Bien sûr, il faut considérer le fait que leurs recherches ont été menées dans des régions différentes, Desière (1974), sur le domaine du Sart-Tilman, en Belgique, et Wabner (1994), sur le site de Kaiserstuhl, au sud-ouest de l'Allemagne. Cette différence de région pourrait expliquer l'opposition de leurs résultats.

#### **Espèces univoltines de fin d'été et automne**

En ce qui concerne *A. rufipes*, les chiffres correspondent parfaitement avec les affirmations de Wabner (1994) ; une densité importante en septembre et une diminution de cette dernière en octobre. Très peu d'*Aphodius foetens* (Fabricius, 1787) et *Agrilinus rufus* (Moll, 1782) ont pu être capturés. Il est donc compliqué de comparer avec les cycles présentés par l'auteur, mais au vu de leur phénologie, il semble logique d'en avoir collectés.

#### **Espèce plurivoltine avec un maximum d'abondance en août et septembre**

*O. sylvestris* n'a été vu qu'en octobre, ce qui positionne nos résultats en léger décalage par rapport au constat de Wabner (1994). Néanmoins, cette espèce est beaucoup plus abondante fin de l'été, sa présence dans les pièges reste donc tout à fait normale.

#### **Espèce univoltine de fin du printemps et début de l'été.**

Un seul *T. fossor* fait partie des insectes piégés. Son pic d'abondance étant observé entre mai et juin selon Wabner (1994), il est tout à fait normal de n'avoir qu'un seul représentant plus tard dans l'année.

Les graphiques illustrant la phénologie de *N. contaminatus* ne figurent pas parmi ceux de Wabner (1994). Mais De Bast (1981) a capturé, lors de son étude étalée sur un an, cette espèce en septembre et en octobre avec une plus forte présence en octobre, comme c'est le cas dans nos relevés.

### 3.7 Préférence stercorale

#### Coleoptera Staphylinidae

La préférence pour un type d'excrément est peu observable chez les staphylins, dont beaucoup sont des prédateurs. Il est logique d'avancer l'hypothèse qu'ils choisissent la déjection en fonction de la présence potentielle de proies, comme les larves de Diptères, les collemboles, les acariens, etc. Lors des relevés, il n'était pas rare de compter plusieurs dizaines, voire centaines, de larves de diptères dans les pièges avec bouses. Ceci pourrait expliquer le fait que les prédateurs coprophiles soient plus nombreux dans les bouses.

#### Coleoptera Scarabaeoidea

La distribution des scarabées est plus marquée entre les excréments.

Selon De Bast (1981), *A. rufipes*, *Aphodius fimetarius* (Linnaeus, 1758) et *V. sticticus* sont plutôt polyphages. Ce n'est pas le cas d'après les résultats de cette étude puisque ces trois espèces ont été collectées presque exclusivement dans les bouses de vaches. Ce constat rejoint Mroczynski & Komosinski (2014) pour *A. fimetarius*, les deux autres espèces ne faisant pas partie de leur relevé. De Bast (1981) décrit *A. rufus* et *T. fossor* comme préférant les bouses, ce qui concorde avec les résultats de la recherche, même si le nombre d'individus capturés est faible. *N. contaminatus* semble avoir une plus grande affinité pour les crottins de chevaux. Ce constat va dans le sens de l'auteur. Deux autres insectes, *M. prodromus* et *M. sphaelatus*, sont un peu plus nombreux dans les crottins. Selon la littérature (De Bast (1981)), ces deux espèces se trouvent plus régulièrement dans les crottins et surtout au printemps. *O. sylvestris* est mieux représenté dans les crottins. C'est ce qu'ont aussi constaté Mroczynski & Komosinski (2014) lors de leurs prélèvements. Cela pourrait s'expliquer par le fait que sa larve se développe dans les fèces de moutons qui ressemblent plus aux crottins de chevaux qu'aux bouses de vaches.

Tant pour les staphylins que pour les bousiers, aucun insecte ne semble être spécialiste d'un type

de matière fécale. En dépit du fait qu'il existe des cas où l'on trouve des taxons exclusivement dans une des deux matières fécales, ce n'est pas pour cette raison que nous ne les observerons jamais dans les crottins. En effet, le faible nombre d'individus récoltés sur une courte période ne permet pas d'affirmer qu'ils ont une affinité stricte pour les bouses ou les crottins.

## 4 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Au cours de ce travail, nous nous sommes attachés à l'étude des Staphylinidae et des Scarabaeoidea vivants dans les excréments de bovidés et équidés. L'étude met en évidence que les insectes envahissent très rapidement les crottes fraîchement déposées. Par la suite, l'excrément perdant de sa valeur nutritive et de son humidité, les insectes se montrent moins attirés (Mroczynski & Komosinski, 2014).

Certaines espèces montrent une nette préférence pour un des deux types de matières fécales, mais il n'existe pas d'insectes spécialistes ayant une préférence alimentaire stricte. D'autres insectes n'ont pas montré de réelle affinité pour l'un ou l'autre milieu.

La distinction entre les trois régions prospectées est plus complexe. La famille des staphylins a permis de les séparer en inscrivant Julémont comme étant la station la plus riche, suivie de Waremme et Grez-Doiceau. Les Aphodiidae et Scarabaeidae étudiés, purement coprophages, ont plus marqué la différence entre excréments qu'entre régions. Toutefois, Grez-Doiceau est la station la plus diversifiée pour ces groupes d'insectes.

A terme, il serait intéressant de réitérer l'expérience une ou plusieurs fois, dans les mêmes conditions, pour confirmer les résultats présents. Cette fois en piégeant sur une période d'un an et pourquoi pas avec un ou deux types d'excréments supplémentaires. De nouvelles régions comme la Lorraine belge ou encore l'Ardenne, aux caractéristiques environnementales différentes seraient également prospectées. De plus, il serait intéressant d'analyser plusieurs stations par région et de réduire le laps de temps entre les relevés de pièges.

## ANNEXES : DISTRIBUTION DES INSECTES

Tableau 5: Abondance des Staphylinidae selon la placette et le micro-écosystème.

	Jul B	Jul C	War B	War C	G-D B	G-D C	Fréq absolue	%
<i>Anotylus sculpturatus</i>	28	28	251	322	901	924	<b>2454</b>	53,41
<i>Ocypus olens</i>	70	46	0	3	111	119	<b>349</b>	7,60
<i>Aleocharinae</i>	92	21	30	38	32	23	<b>236</b>	5,14
<i>Philonthus varians</i>	180	16	6	5	1	2	<b>210</b>	4,57
<i>Pella limbatus</i>	1	0	10	161	0	3	<b>175</b>	3,81
<i>Dropephylla ioptera</i>	12	38	12	21	4	70	<b>157</b>	3,42
<i>Autalia rivularis</i>	89	4	8	10	24	11	<b>146</b>	3,18
<i>Platystethus arenarius</i>	19	5	15	1	26	10	<b>76</b>	1,65
<i>Philonthus splendens</i>	46	8	3	3	6	0	<b>66</b>	1,44
<i>Megarthus depressus</i>	46	3	1	1	6	7	<b>64</b>	1,39
<i>Micropeplus staphylinoides</i>	0	0	2	32	6	11	<b>51</b>	1,11
<i>Rugilus erichsonii</i>	28	19	3	0	0	1	<b>51</b>	1,11
<i>Oxytelus laqueatus</i>	35	3	1	1	0	0	<b>40</b>	0,87
<i>Omalius rivulare</i>	2	0	2	3	19	10	<b>36</b>	0,78
<i>Platydracus flavopunctatus</i>	18	18	0	0	0	0	<b>36</b>	0,78
<i>Anotylus inustus</i>	5	0	5	18	3	0	<b>31</b>	0,67
<i>Quedius levicollis</i>	5	10	11	3	0	1	<b>30</b>	0,65
<i>Gabrius sp.</i>	7	2	2	0	5	12	<b>28</b>	0,61
<i>Tasgius morsitans</i>	0	0	1	4	14	9	<b>28</b>	0,61
<i>Philonthus concinnus</i>	0	0	1	0	14	9	<b>24</b>	0,52
<i>Philonthus tenuicornis</i>	7	0	3	1	5	3	<b>19</b>	0,41
<i>Falagria thoracica</i>	18	0	0	0	0	0	<b>18</b>	0,39
<i>Philonthus carbonarius</i>	4	5	2	0	4	2	<b>17</b>	0,37
<i>Quedius semiobscurus</i>	3	4	5	3	0	1	<b>16</b>	0,35
<i>Tachinus corticinus</i>	4	4	0	2	4	1	<b>15</b>	0,33
<i>Quedius cinctus</i>	2	1	0	5	2	3	<b>13</b>	0,28
<i>Philonthus cognatus</i>	5	2	2	1	1	0	<b>11</b>	0,24
<i>Philonthus marginatus</i>	7	1	1	1	1	0	<b>11</b>	0,24
<i>Anotylus nitidulus</i>	1	0	1	2	1	5	<b>10</b>	0,22
<i>Gyrophypnus fracticornis</i>	0	0	3	1	4	2	<b>10</b>	0,22
<i>Philonthus intermedius</i>	5	0	0	1	3	1	<b>10</b>	0,22
<i>Ocypus aeneocephalus</i>	3	6	0	0	0	0	<b>9</b>	0,20
<i>Philonthus cf. alpinus</i>	4	0	0	3	0	2	<b>9</b>	0,20
<i>Megarthus sinuato-collis</i>	8	0	0	0	0	0	<b>8</b>	0,17
<i>Philonthus laminatus</i>	6	2	0	0	0	0	<b>8</b>	0,17
<i>Tasgius ater</i>	0	0	4	4	0	0	<b>8</b>	0,17
<i>Xantholinus longiventris</i>	2	0	6	0	0	0	<b>8</b>	0,17
<i>Quedius cf. acuminatus</i>	0	0	0	0	1	6	<b>7</b>	0,15
<i>Rugilus geniculatus</i>	7	0	0	0	0	0	<b>7</b>	0,15
<i>Aleochara sp.</i>	2	1	1	1	0	0	<b>5</b>	0,11
<i>Platystethus nodifrons</i>	2	0	3	0	0	0	<b>5</b>	0,11
<i>Xantholinus elegans</i>	0	1	0	0	2	2	<b>5</b>	0,11

	Jul B	Jul C	War B	War C	G-D B	G-D C	Fréq absolue	%
<i>Aleochara verna</i>	0	0	2	0	2	0	4	0,09
<i>Tasgius globulifer</i>	0	1	2	1	0	0	4	0,09
<i>Xantholinus gallicus</i>	2	2	0	0	0	0	4	0,09
<i>Anotylus rugosus</i>	0	0	2	0	1	0	3	0,07
<i>Drusilla canaliculata</i>	2	1	0	0	0	0	3	0,07
<i>Gabrius piliger</i>	2	0	0	1	0	0	3	0,07
<i>Megalinus glabratus</i>	0	1	0	1	1	0	3	0,07
<i>Ontholestes murinus</i>	2	1	0	0	0	0	3	0,07
<i>Othius punctulatus</i>	0	0	0	0	1	2	3	0,07
<i>Tachyporus tersus</i>	1	0	0	0	2	0	3	0,07
<i>Trogophloeus</i> sp.	3	0	0	0	0	0	3	0,07
<i>Othius subuliformis</i>	0	0	0	0	1	1	2	0,04
<i>Proteinus brachypterus</i>	0	0	0	0	1	1	2	0,04
<i>Quedius molochinus</i>	1	0	0	0	0	1	2	0,04
<i>Quedius scintillans</i>	0	0	1	0	1	0	2	0,04
<i>Tachyporus chrysomelinus</i>	0	1	0	0	0	1	2	0,04
<i>Tachyporus nitidulus</i>	0	0	0	2	0	0	2	0,04
<i>Tasgius winkleri</i>	0	2	0	0	0	0	2	0,04
<i>Aleochara bilineata</i>	0	0	1	0	0	0	1	0,02
<i>Bledius</i> sp.	0	0	1	0	0	0	1	0,02
<i>Bolitochara obliqua</i>	0	0	1	0	0	0	1	0,02
<i>Falagria sulcata</i>	1	0	0	0	0	0	1	0,02
<i>Lathrobium</i> sp.	0	1	0	0	0	0	1	0,02
<i>Medon apicalis</i>	0	0	0	1	0	0	1	0,02
<i>Metopsia clypeata</i>	0	0	0	1	0	0	1	0,02
<i>Oxypoda</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1	0,02
<i>Oxytelinae</i>	0	0	0	0	0	1	1	0,02
<i>Phloecharis subtilissima</i>	0	0	0	0	0	1	1	0,02
<i>Platarrea</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1	0,02
<i>Proteinus ovalis</i>	0	0	0	0	0	1	1	0,02
<i>Quedius curtipennis</i>	1	0	0	0	0	0	1	0,02
<i>Quedius (microsaurus)</i> sp.	0	0	1	0	0	0	1	0,02
<i>Quedius picipes</i>	0	0	0	0	1	0	1	0,02
<i>Rabigus pullus</i>	0	1	0	0	0	0	1	0,02
<i>Stenus lustrator</i>	1	0	0	0	0	0	1	0,02
<i>Tachinus rufipes</i>	0	1	0	0	0	0	1	0,02
<i>Tachyporus hypnorum</i>	0	0	1	0	0	0	1	0,02
<i>Tasgius melanarius</i>	0	0	0	1	0	0	1	0,02
<b>Total</b>	792	263	408	660	1211	1261	<b>4595</b>	100
<b>Total coprophiles</b>	436	85	293	359	970	963	<b>3106</b>	67,6
<b>% Coprophiles</b>	55,05	32,32	71,81	54,39	80,10	76,37	<b>67,60</b>	

En orange, sont surlignées les espèces de staphylins coprophiles. B = bouse ; C = crottin ; Jul = Julémont ; War = Waremmé ; G-D = Grez-Doiceau.

**Tableau 6** : Tableau de l'abondance des Scarabaeoidea selon la placette et le micro-écosystème.

	<b>Jul B</b>	<b>Jul C</b>	<b>War B</b>	<b>War C</b>	<b>G-D B</b>	<b>G-D C</b>	<b>Fréq absolue</b>	<b>%</b>
<i>Melinopterus prodromus</i>	100	125	101	75	51	147	<b>599</b>	36,30
<i>Acrossus rufipes</i>	385	23	22	0	81	1	<b>512</b>	31,03
<i>Nimbus contaminatus</i>	55	58	4	42	5	24	<b>188</b>	11,39
<i>Volinus sticticus</i>	0	0	117	0	26	1	<b>144</b>	8,73
<i>Melinopterus sphacelatus</i>	57	63	0	0	0	0	<b>120</b>	7,27
<i>Onthophagus coenobita</i>	17	0	3	0	2	0	<b>22</b>	1,33
<i>Oxyomus sylvestris</i>	1	0	0	16	0	0	<b>17</b>	1,03
<i>Aphodius foetens</i>	1	1	6	3	1	3	<b>15</b>	0,91
<i>Agrilinus rufus</i>	1	0	2	0	8	1	<b>12</b>	0,73
<i>Melinopterus consputus</i>	5	0	2	0	2	1	<b>10</b>	0,61
<i>Acrossus depressus ab.</i>	0	0	0	0	4	0	<b>4</b>	0,24
<i>Onthophagus similis</i>	0	0	0	0	3	0	<b>3</b>	0,18
<i>Aphodius fimetarius</i>	2	0	0	0	0	0	<b>2</b>	0,12
<i>Acrossus luribus ab.</i>	0	0	0	0	0	1	<b>1</b>	0,06
<i>Teuchestes fossor</i>	0	0	0	0	1	0	<b>1</b>	0,06
<b>Total</b>	624	270	257	136	184	179	<b>1650</b>	100

**B = bouse ; C = crottin ; Jul = Julémont ; War = Waremmé ; G-D = Grez-Doiceau.**

**BIBLIOGRAPHIE**

- Baraud, J. (1992). *Faune de France : France et régions limitrophes : coléoptères Scarabaeoidea d'Europe* (78). Lyon : Société Linnéenne de Lyon, 880 p.
- Belayew, D., Froment, A., Hallet, C., Orban-Ferauge, F., & Van Der Kaa, C. (1996). Etat de l'environnement wallon. Rapport non publié. <http://www.unamur.be/sciences/geographie/atrier/documents/envirwallon96.pdf> (12/11/2014)
- Bruge, H., Drugmand, D. & Haghebaert, G. (2001). Coleoptera Staphylinidae de Belgique et du Grand-Duché de Luxembourg. Catalogue commenté et éléments de biogéographie. *Bulletin de la Société royale belge d'Entomologie*, **137**, p. 139-172.
- Coiffait, H. (1972). *Coléoptères Staphylinidae de la région paléarctique occidentale : généralités : sous-familles : Xantholininae et Leptotyphlinae* (Tome 2, fascicule 2). Toulouse : Publications de la Nouvelle Revue d'Entomologie, 651 p.
- Costessèque, R. (2005). *Les Aphodius de France : Une clé de détermination*. Andrésey : Magellanes, 76 p.
- Cremasco, V., Doguet, A., Feremans, N., Neuray, C., Pons, T., Van der Kaa, C., Godart, M.-F., & Teller, J. (2007). *Atlas des paysages de Wallonie : L'entre-Vesdre-et-Meuse* (1). Conférence permanente du développement territorial, Namur, 266 p.
- De Bast, A. (1981). *Écologie des Scarabaeoidea et autres coprophages des bouses de vaches* (Parties 1 et 2). Travail de fin d'études en sciences agronomiques, Faculté des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 378 p.
- De Witte, C., Neuray, C., Nielsen, M., Pons, T., Van der Kaa, C., Godart, M.-F., & Feltz, C. (2009). *Atlas des paysages de Wallonie : Les plateaux brabançon et hesbignonnais* (2). Conférence permanente du développement territorial, Namur, 287 p.
- Desière, M. (1974). *Écologie des coléoptères coprophiles en prairie pâturée et en forêt*. Thèse de doctorat en sciences zoologiques, Université de Liège, Belgique, 235 p.
- Dethier, M. & Hubart, J.-M. (2010). Évolution de la faune invertébrée des grottes de Ramioul (commune de Flémalle, province de Liège, Belgique). *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, hors-série n°3, 15-44. [http://md.adesa.be/pdf/bcw-hs-03\\_pp.15-44.pdf](http://md.adesa.be/pdf/bcw-hs-03_pp.15-44.pdf) (13/11/2014)
- Drugmand, D. (1987). *Distribution des Staphylinidae de Belgique (Coleoptera, Staphylinidae)* (N° 45). Bruxelles : Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, 73 p.
- Drugmand, D. (1989). *Distribution et phénologie des Paederinae de Belgique (Coleoptera, Staphylinidae)* (N°55). Bruxelles : Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, 62 p.
- Hanski, I. & Cambefort, Y. (1991). *Dung beetle ecology*. Princeton : Princeton University Press, 541 p.
- Lott, D. A. & Anderson, R. (2011). *The Staphylinidae (Rove Beetles) of Britain and Ireland : Oxyporinae, Steninae, Euaesthetinae, Pseudopsinae, Paederinae, Staphylininae* (Vol. 12. Part 7 and 8). St Albans : Royal Entomological Society, 346 p.
- Lott, D. A. (2009). *The Staphylinidae (Rove Beetles) of Britain and Ireland: Scaphidiinae, Piestinae, Oxytelinae*. (Vol. 12. Part 5). St Albans : Royal Entomological Society, 106 p.
- Lumaret, J.-P. (1980). *Les bousiers*. Poitiers/Ligugé : Balland, 123 p.
- Martin, P. (1984). *Etude comparée des peuplements de coléoptères coprophiles des fumées de cerf dans divers biotopes forestiers ardennais*. Mémoire en sciences zoologiques, Université de Liège, Belgique, 51 p.
- Miessen, G., & Schoolmeesters, P. (2005). Liste des Geotrupidae, Scarabaeidae et Aphodiidae de Belgique et aperçu de leur présence dans les différents districts phytogéographiques (Coleoptera, Scarabaeoidea). *Bulletin de la Société Royale Belge d'Entomologie*, **141**, p. 175-183.
- Moretto, P. (2010). Piégeage des Scarabéides coprophages. Document non publié. <http://www.catharsius.fr/sites/default/files/Documents/Piegeage-Copros.pdf> (25/09/2014)
- Mroczynski, R. & Komosinski, K. (2014). Differences between beetle communities colonizing cattle and horse dung. *European Journal of Entomology*, **111**(3), p 349-355.
- Paulian, R. (1959). *Faune de France : coléoptères scarabéides* (2ème édition). Paris : Paul Lechevalier, 298 p.
- Tottenham, C. E. (1954). *Handbooks for the identification of british insects : coleoptera Staphylinidae : section (a) Piestinae to Euaesthetinae* (Vol. IV. Part 8(a)). London : Royal Entomological Society of London, 79 p.
- Wabner, T. (1994). Seasonality of coprophagous beetles in the Kaiserstuhl area near Freiburg (SW-Germany) including the winter months. *Acta oecologica*, **15**(5), p. 607-631. <http://www.staff.uni-ainz.de/wassmer/fulltext/AOecSeason.pdf> (04/12/2014)

**(23 ref.)**