

Les tourbières sont-elles des réservoirs pour les vecteurs de maladies émergentes ? Evaluation des populations de *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) dans la réserve naturelle des Hautes Fagnes (Belgique).

Jean-Yves ZIMMER¹, Jean FAGOT¹, François SMEETS², Bertrand LOSSON², Eric HAUBRUGE¹ & Frédéric FRANCIS¹

1. Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège), Département des Sciences agronomiques, Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive, Passage des Déportés 2, B-5030 GEMBLoux (Belgique).
E-mail: Jean-Yves.Zimmer@ulg.ac.be ; jean.fagot@ulg.ac.be ; entomologie.gembloux@ulg.ac.be

2. Université de Liège, Faculté de Médecine vétérinaire, Département des Maladies infectieuses et parasitaires, Laboratoire de Parasitologie et Maladies parasitaires, Boulevard de Colonster 20, B-4000 LIEGE (Belgique).

Introduction

De nombreux insectes répartis à travers le monde jouent le rôle de vecteurs pour diverses maladies humaines et animales ; les diptères hématophages constituent une part importante de ceux-ci. Parmi ces diptères se retrouvent les moucheron piqueurs du genre *Culicoides* Latreille 1809 (Du Toit, 1944), dont quelques espèces peuvent agir comme vecteurs biologiques de virus (Mellor, 1990 ; Mellor, Boorman & Baylis, 2000 ; Delécolle & de La Rocque, 2002 ; Mehlhorn *et al.*, 2007 ; Meiswinkel *et al.*, 2007 ; Carpenter *et al.*, 2008a ; Dijkstra *et al.*, 2008 ; Meiswinkel *et al.*, 2008a ; Hoffmann *et al.*, 2009). Ces dernières années, ces insectes suceurs de sang ont été incriminés dans l'éclatement d'importantes épizooties virales en Europe du nord, dont la fièvre catarrhale ovine (FCO) en 2006 (Thiry *et al.*, 2006) et la maladie de Schmallenberg (SB) en 2011 (Hoffmann *et al.*, 2012 ; De Regge *et al.*, 2012).

L'impact économique de ces maladies pour les agriculteurs explique que la plupart des campagnes de piégeage de ces moucheron adultes ont précédemment été réalisées au sein d'exploitations agricoles ; c'est par exemple le cas pour le programme de surveillance entomologique réalisé en Belgique entre 2007 et 2012 par l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire (AFSCA). Les zones humides tels que les marais et les tourbières ont une grande valeur biologique et sont souvent inclus dans des programmes de protection nationaux ou internationaux. Cependant, les biotopes présents au sein de ces habitats pourraient s'avérer tout à fait propices au développement larvaire de ces moucheron piqueurs. Leur développement larvaire se déroule en effet préférentiellement dans la couche superficielle des substrats semi-aquatiques ou humides, riches en débris organiques (Uslu & Dik, 2006). De plus, l'introduction initiale du virus de la FCO en Belgique a probablement eu lieu durant le printemps 2006 non loin de la réserve naturelle des Hautes Fagnes (Saegerman *et al.*, 2010) ; un troupeau de moutons pâturent en 2007 dans cette zone a par ailleurs été infecté par ce virus. Malgré ces éléments, les tourbières ont à ce jour été insuffisamment étudiées en ce qui concerne leur capacité à permettre la croissance et le développement des culicoïdes. Une surveillance ciblée dans cette réserve, qui est une destination pour de nombreux oiseaux migrateurs, est par conséquent pertinente.

Les objectifs poursuivis par cette étude étaient de caractériser les populations de moucheron piqueurs du genre *Culicoides* présentes dans différents biotopes de la réserve naturelle domaniale des Hautes Fagnes (Belgique) et de comparer ces moucheron à ceux capturés dans une ferme d'élevage bovin avoisinante.

1. Réserve naturelle des Hautes Fagnes

Le territoire concerné par l'étude se situe sur le plateau des Hautes Fagnes, dans l'est de la Province de Liège, à quelques pas de la frontière allemande. Il s'agit d'un des joyaux naturels les plus précieux du pays. Perché au dessus de 500 m d'altitude, le haut plateau fagnard en est le relief le plus élevé. Trois points culminants du pays se côtoient sur peu de distance, la Baraque Michel à 672 m d'altitude, le Mont-Rigi à 673 m et le Signal de Botrange à 694 m. Ce plateau n'a pas de limites précises mais on le localise généralement entre la Vesdre au nord, la Rur et la Warche au Sud, l'Amblyve moyenne et le Winanplanche à l'ouest. A proximité, les centres urbains les plus importants sont Eupen, Verviers, Spa ou Malmédy (Collard & Bronowski, 1993 ; Fagot, 2006).

Une grande partie du plateau des Hautes Fagnes est en réserve naturelle domaniale. Il se prolonge en Allemagne pour constituer le Parc Naturel « Hautes Fagnes – Eifel ». Créée en 1957, cette réserve naturelle est la plus vaste du pays. Elle est constituée d'une quinzaine de sites différents totalisant plus de 5000 hectares de tourbières, de landes sèches ou humides, de bas-marais acides et de boisements divers. Il s'agit d'une zone très sensible présentant de multiples intérêts, tant scientifique, paysager que touristique.

L'ensemble de la réserve domaniale des Hautes Fagnes fait partie du réseau européen Natura 2000 (site BE33035C0) (<http://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=BE33035C0>) et est distingué par un diplôme du Conseil de l'Europe pour la qualité de son environnement et de sa gestion. Ce qui justifie ce statut exceptionnel est une « nature » elle aussi d'exception. Tant pour la faune que pour la flore, les espèces qui s'y rencontrent sont particulières, adaptées aux conditions climatiques, géologiques, orographiques et historiques du plateau. Il s'agit d'un ensemble d'organismes et d'habitats peu communs qui demandent

les conditions très strictes d'existence qui président à la vie dans ces régions bien souvent hostiles aux activités humaines (Collard & Bronowski, 1993 ; Fagot, 2006).

2. Les culicoïdes

2.1. Généralités

Les culicoïdes sont des moucherons piqueurs dont la taille est comprise entre 1 et 4 mm (**Photos 1 & 2**), appartenant à la famille des Ceratopogonidae et au genre *Culicoides* (Du Toit, 1944). On les rencontre des tropiques à la toundra, du niveau de la mer jusqu'à près de 4.000 m d'altitude et ils sont connus de longue date en Hautes Fagnes (Collart, 1949 ; Goetghebuer, 1952). L'implication de ces diptères dans la transmission de maladies parasitaires et virales est connue depuis déjà longtemps (Du Toit, 1944). Parmi près de 1.400 espèces de culicoïdes décrites à travers le monde (Borkent, 2012), seule une trentaine d'espèces jouent cependant le rôle de vecteur biologique des virus de la FCO et de SB (Mellor, Boorman & Baylis, 2000 ; Mehlhorn *et al.*, 2007 ; Meiswinkel *et al.*, 2007 ; Carpenter *et al.*, 2008a ; Dijkstra *et al.*, 2008 ; De Regge *et al.*, 2012 ; Rasmussen *et al.*, 2012 ; Veronesi *et al.*, 2013).

Les moucherons piqueurs constituent également une source de nuisances à travers les piqûres des femelles. Leur présence peut ainsi gêner le développement économique de certaines régions, en entravant les activités agricoles et forestières ainsi que le développement du tourisme (Hendry & Godwin, 1988). Les randonneurs fagnards connaissent bien ces insectes et leur donnent le nom presque affectueux de « Culis ».

2.2. Cycle biologique

Pour la majorité des espèces de culicoïdes, les femelles adultes ont besoin d'un repas riche en protéines afin d'assurer la maturation des œufs (espèces anautogènes) ; elles sont de ce fait hématophages et prennent un repas sanguin tous les 3-4 jours environ (Birley & Boorman, 1982). Quelques espèces sont toutefois autogènes et donc capables de se reproduire en l'absence de repas sanguin. La ponte survient 2 à 4 jours après la prise alimentaire (Zimmer, Losson & Haubruge, 2008). Les larves de culicoïdes sont vermiformes, de couleur claire, et dépourvues de pseudopodes (**Photo 3**). Elles se nourrissent de débris organiques divers ou sont prédatrices de nématodes, protozoaires, bactéries, champignons, algues,... (Kettle, 1962). Le développement larvaire, dont la durée dépend des conditions climatiques et des espèces (Chaker, 1983), passe par quatre stades. Les nymphes peuvent se présenter sous forme libre ou attachées à divers débris organiques. Les imago s'accouplent peu après l'éclosion, lors de vols nuptiaux ou au niveau du sol (Chaker, 1983).

Le comportement trophique des femelles pourrait justifier le fait qu'on les rencontre principalement au niveau du sol, à proximité immédiate du bétail (Rieb, 1982). Zimmer *et al.* (2008a) suggèrent que les culicoïdes peuvent être plus abondants à l'intérieur des bâtiments d'élevage qu'à l'extérieur lorsque les animaux sont présents dans l'étable. Les mâles sont quant à eux généralement floricoles (Goetghebuer, 1952) : ils se nourrissent donc de nectar, de sucre et de pollen, ainsi que de liquides provenant de la décomposition de matières organiques (Chaker, 1983). De ce fait, les mâles semblent fréquenter préférentiellement la végétation et le sommet des arbres (Rieb, 1982).

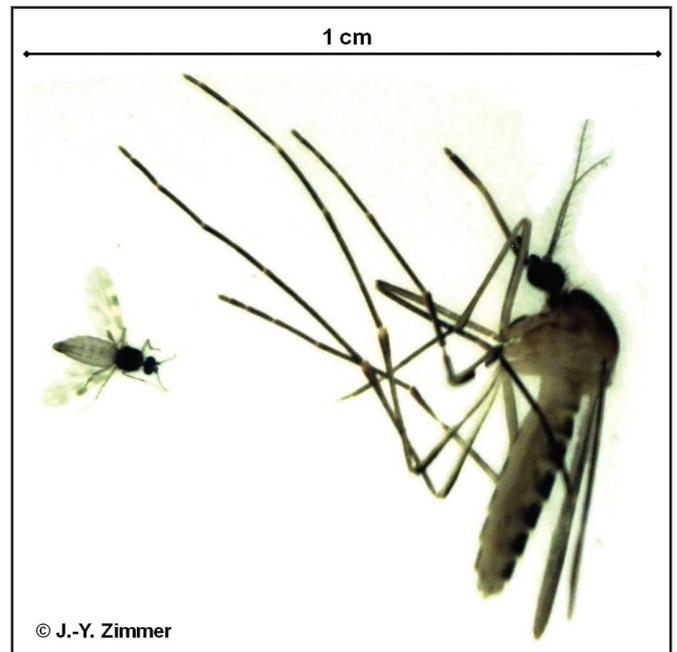


Photo 1 : Comparaison entre la taille d'un culicoïde (à gauche) et d'un moustique (à droite). (Photo J.-Y. Zimmer).

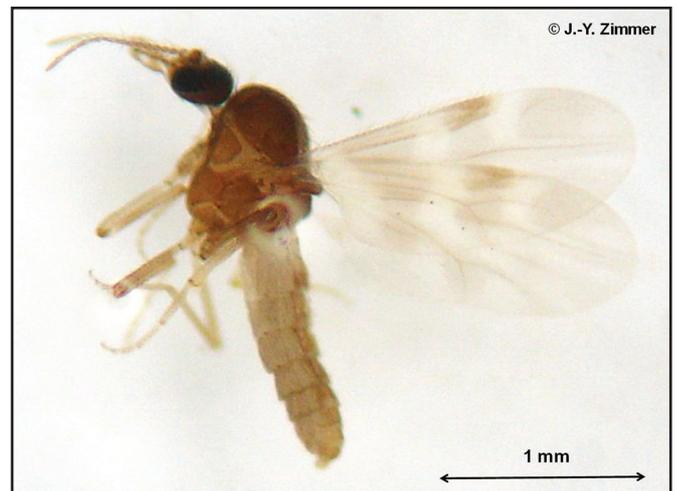


Photo 2 : Gros plan sur un culicoïde femelle adulte. (Photo J.-Y. Zimmer).



Photo 3 : Larves de culicoïdes, à trois stades différents. (Photo J.-Y. Zimmer).

2.3. Ecologie des adultes

De nature principalement crépusculaire à nocturne, la plupart des espèces sont au repos au niveau de la végétation durant la journée (Zimmer, Losson & Haubruge, 2008). La survie, l'activité et la dispersion de ces moucherons piqueurs sont fortement influencées par les variables météorologiques telles que la température, l'humidité, l'agitation de l'air, la phase lunaire,...

La température est sans doute l'élément majeur influençant leur comportement et leur survie, leur activité étant significative entre 13°C et 35°C, malgré certaines variations interspécifiques (Braverman & Chechik, 1996). Une humidité élevée joue également un rôle important pour le développement et la survie des culicoïdes, principalement pour les stades larvaires très sensibles à la dessiccation (Murray, 1991). La dispersion active des culicoïdes étant très limitée (Mellor, Boorman & Baylis, 2000), la direction et la force du vent déterminent leur propagation par dispersion passive (Mellor *et al.*, 1983 ; Braverman & Chechik, 1996), parfois sur de grandes distances.

On observe généralement deux générations par an, une au printemps et une en été (Rieb, 1982). La phénologie des culicoïdes varie toutefois en fonction des espèces. Certaines espèces ont en effet une répartition plus large au cours de l'année, tandis que d'autres ne se rencontrent que peu de temps.

2.4. Ecologie larvaire

Le développement larvaire des culicoïdes est optimal au sein des milieux semi-aquatiques, principalement représentés par les substrats humides et riches en débris organiques divers (Goetghebuer, 1952 ; Chaker, 1983 ; Zimmer *et al.*, 2008b). L'humidité et la nutrition sont en effet primordiales pour la croissance et le développement des larves (Kettle, 1977). La distribution et le mouvement des larves de culicoïdes sont donc souvent étroitement liés à la fluctuation du niveau de l'eau dans les sols, tel que suggéré par Kettle, Parish & Parish (1959) pour *C. impunctatus* Goetghebuer. Elles sont retrouvées majoritairement au sein de la couche superficielle de ces habitats, et plus précisément dans les cinq à six premiers centimètres de substrat (Blackwell & King, 1997 ; Uslu & Dik, 2006).

Les gîtes larvaires sont particulièrement variés (Havelka, 1978 ; Mullen & Hribar, 1988), chaque espèce présentant ses propres exigences écologiques et fréquentant par conséquent des micro-habitats spécifiques. Tout habitat larvaire renferme bien entendu généralement une association d'espèces écologiquement proches (Zimmer *et al.*, 2008b).

3. Principaux agents pathogènes véhiculés

Les femelles hématophages de quelques espèces du genre *Culicoides* sont susceptibles de véhiculer et de transmettre différents parasites et virus aux animaux, dont l'homme (Mellor, Boorman & Baylis, 2000). Les piqûres de culicoïdes peuvent d'autre part être responsables de réactions d'hypersensibilité générant des allergies, telle que la dermatite estivale du cheval (Riek, 1954).

Les parasites inoculés peuvent être des protozoaires ou des filaires, tel que les filarioses du genre *Mansonella* Faust par exemple. De plus, plus de cinquante virus appartenant aux familles des Reoviridae, Bunyaviridae et Rhabdoviridae ont été identifiés à partir de culicoïdes (Mellor, Boorman & Baylis, 2000). Parmi ceux-ci, on retrouve par exemple les virus de la Peste équine, de SB et de la FCO (Du Toit, 1944) ; cette dernière est une maladie infectieuse non contagieuse, couramment appelée Maladie de la Langue bleue, qui affecte les ruminants domestiques et sauvages. Depuis l'émergence du sérotype 8 du virus de la FCO en Europe du Nord en août 2006 (Thiry *et al.*, 2006), des pertes économiques considérables ont été enregistrées

parmi les cheptels ovin et bovin à travers une grande partie de l'Union Européenne (Saegerman *et al.*, 2008). L'analyse de l'évolution de la FCO en Europe met en évidence le risque d'émergence de nouveaux sérotypes ou de recombinaisons virales (Saegerman *et al.*, 2008). Le virus de SB est quant à lui un nouveau virus qui a été détecté en Europe du Nord fin de l'année 2011 (Hoffmann *et al.*, 2012).

4. Matériel et méthodes

4.1. Sites d'étude

Cette étude a été réalisée en 2011 dans une zone humide de la province de Liège (Est de la Belgique) localisée en bordure de la réserve naturelle des Hautes Fagnes (50°30' à 50°33' N ; 6°4' à 6°7' E) et au sein d'une exploitation bovine localisée à Jalhay, à approximativement 13 km de la zone humide (50°34' N ; 5°55' E) (**Carte 1**).

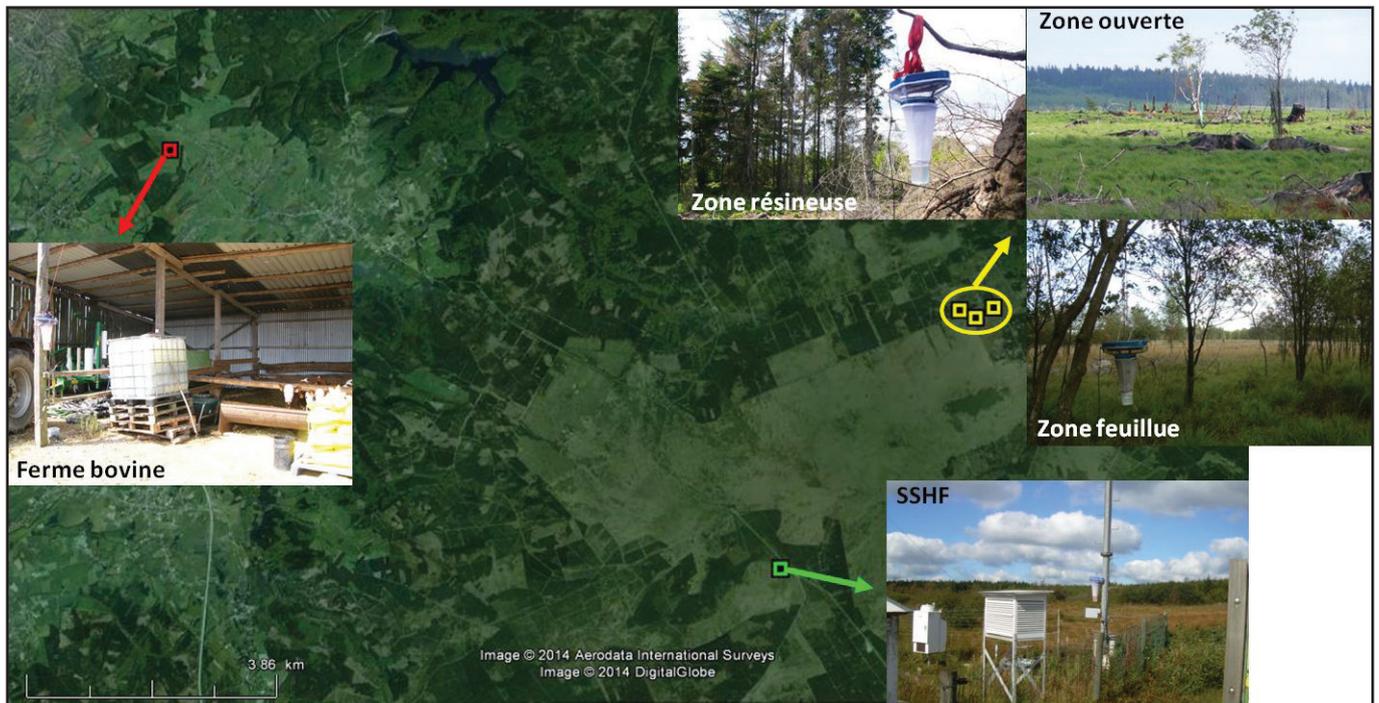
Quatre sites d'étude ont été sélectionnés au sein de la zone humide, à savoir une zone forestière feuillue, une zone forestière résineuse, une zone ouverte correspondant à une lande tourbeuse fortement exposée au vent et présentant un plan d'eau localisé à environ 100 m d'une prairie où une partie du troupeau de moutons pâture, et la Station Scientifique des Hautes Fagnes (SSHF) localisée au Mont Rigi, à environ 5 km des trois précédents sites d'étude (**Carte 1**).

4.2. Capture des culicoïdes

Afin de surveiller les populations de moucheron piqueurs du genre *Culicoides*, un piège à lumière UV de type « OVI » (**Photo 4**) a été mis en fonctionnement au sein de chacun des cinq sites d'étude pendant 24 h (à la SSHF) ou 48 h (aux quatre autres sites) une fois par semaine entre le 26 mai et le 28 septembre 2011. Les pièges, qui fonctionnent sur le principe de l'attraction lumineuse, étaient alimentés par des batteries de 12 V (à la ferme d'élevage, zones forestières feuillue et résineuse, zone ouverte) ou connectés directement au secteur 220 V (à la SSHF). Un treillis en nylon avec des mailles de 5 mm a été ajouté au piège, afin de permettre exclusivement le piégeage des insectes de petite dimension. Les pièges ont été suspendus de manière à positionner le récipient collecteur contenant un mélange d'eau et de détergent à environ 1,5 m de hauteur. Les pièges localisés dans les zones forestières feuillue et résineuse, ainsi que dans la zone ouverte étaient distants d'environ 400 m les uns des autres. Le piège situé à la SSHF était placé en bordure d'une zone ouverte où des moutons pâturent, alors que le piège de la ferme était positionné à quelques mètres de veaux et d'un silo de pulpe de betterave.

4.3. Identification des culicoïdes

Les échantillons collectés ont tout d'abord été filtrés à travers des mailles de 0,5 mm, puis transférés dans une solution d'éthanol 80%. Les insectes capturés ont ensuite été triés par genre sous loupe binoculaire (grossissement 10-40x) afin d'extraire les moucheron piqueurs du genre *Culicoides*. Ces derniers ont ensuite été sexés, dénombrés et identifiés jusqu'à l'espèce sur base morphologique, via la clé de Delécolle (1985). Cependant, les femelles des deux espèces *C. obsoletus* (Meigen) et *C. scoticus* Downes & Kettle étant morphologiquement difficiles à différencier avec certitude, elles ont dès lors été classifiées ensemble au sein du complexe *Obsoletus*.



Carte 1 : Localisation des sites d'étude.

5. Résultats

Le nombre total de piégeages variait entre 14 (SSHF et ferme d'élevage) et 16 (environnement ouvert, zones forestières feuillue et résineuse), suite à quelques dommages occasionnés à l'équipement par les rongeurs. Un total de 297.808 mouchérons piqueurs du genre *Culicoides* ont été capturés durant cette étude. Les nombres de mouchérons collectés par site sont les suivants : SSHF (n=213.120), zone ouverte (n= 32.727), ferme d'élevage bovin (n=23.667), zone forestière résineuse (n=15.340) et zone forestière feuillue (n=12.954). Sur le site de la SSHF, une capture impressionnante de 179.426 culicoïdes a été enregistrée le 9 juillet. La richesse spécifique des individus du genre *Culicoides* variait selon les sites d'étude entre 16 et 21 : SSHF (21 espèces), zone ouverte et ferme bovine (18 espèces chacune), zone forestière résineuse (17 espèces) et zone forestière feuillue (16 espèces). La composition spécifique détaillée des cinq sites d'étude est présentée dans le **Tableau 1**. Pour les quatre sites situés au sein de la réserve ou de sa périphérie immédiate, 70-95% des mouchérons piqueurs appartenaient à l'espèce *C. impunctatus*, laquelle était presque absente au sein de la ferme voisine. Moins de 10% des spécimens de la zone humide appartenaient au complexe *Obsoletus*, qui comprend les deux espèces les plus abondantes au niveau de la ferme avoisinante. *Culicoides chiopterus* (Meigen) et *C. dewulfi* Goetghebuer étaient très peu présentes au niveau des sites de la zone humide et *C. albicans* (Winnertz) n'a pas été observée au sein de la ferme, mais était bien représentée dans la zone forestière résineuse et la zone ouverte. Selon cette étude, les espèces *C. chiopterus*, *C. fascipennis* (Staeger), *C. griseus* Edwards, *C. impunctatus*, *C. obsoletus/C. scoticus*, *C. pulicaris* (L.) et *C. punctatus* (Meigen) ont été observées au sein des cinq sites d'étude. Les espèces *C. albicans*, *C. albihalteratus* Goetghebuer, *C. clintoni* Boorman, *C. segnisi* Campbell & Pelham-Clinton et *C. sphagnumensis* Williams ont été observées au sein des quatre sites de la zone humide mais pas à la

ferme. *Culicoides truncorum* Edwards n'a été identifiée qu'au sein de certains sites humides, tandis que *C. lupicaris* Downes & Kettle, *C. nubeculosus* (Meigen) et *C. stigma* (Meigen) n'ont été observées qu'au niveau de la ferme ; *C. heliophilus* Edwards et *C. minutissimus* (Zetterstedt) uniquement dans le piège du milieu ouvert, *C. comosioculatus* Tokunaga uniquement à la SSHF. Les espèces *C. achrayi* Kettle & Lawson, *C. dewulfi*, *C. festivipennis* Kieffer, *C. furcillatus* Callot, Kremer & Paradis, *C. kibunensis* Tokunaga, *C. subfasciipennis* Kieffer et *C. deltus* Edwards se rencontrent finalement au sein de certains sites de la zone humide et de la ferme. Un total de 27 espèces du genre *Culicoides* ont donc été identifiées durant la période d'étude. Sept espèces représentaient toutefois à elles seules plus de 99% du total des captures réalisées au sein de chaque site d'étude (*C. albicans*, *C. chiopterus*, *C. dewulfi*, *C. impunctatus*, *C. obsoletus/C. scoticus* & *C. pulicaris*). Les femelles prédominaient largement, puisqu'elles représentaient approximativement 93,5% des culicoïdes piégés dans les deux zones forestières, et environ 99,5% des captures menées au sein de la zone ouverte, de la SSHF et de la ferme bovine.



Photo 4 : Piège lumineux de type OVI photographié de jour (à gauche) et de nuit (à droite).

Espèces du genre Culicoides	Zone forestière résineuse	Zone forestière feuillue	Zone ouverte	Station scientifique	Ferme bovine
<i>C. achrayi</i>	1 (< 0,1)	0 (0)	1 (< 0,1)	23 (< 0,1)	22 (< 0,1)
<i>C. albicans</i>	2072 (13,5)	81 (0,6)	9432 (28,8)	27 (< 0,1)	0 (0)
<i>C. albihalteratus</i>	2 (< 0,1)	4 (< 0,1)	74 (0,2)	6 (< 0,1)	0 (0)
<i>C. chiopterus</i>	7 (< 0,1)	2 (< 0,1)	1 (< 0,1)	4 (< 0,1)	545 (2,3)
<i>C. clintoni</i>	5 (< 0,1)	7 (< 0,1)	12 (< 0,1)	4 (< 0,1)	0 (0)
<i>C. comosioculatus</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	12 (< 0,1)	0 (0)
<i>C. deltus</i>	2 (< 0,1)	8 (< 0,1)	1 (< 0,1)	0 (0)	1 (< 0,1)
<i>C. dewulfi</i>	0 (0)	4 (< 0,1)	2 (< 0,1)	6 (< 0,1)	2845 (12,0)
<i>C. fascipennis</i>	3 (< 0,1)	3 (< 0,1)	2 (< 0,1)	13 (< 0,1)	1 (< 0,1)
<i>C. festivipennis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (< 0,1)	5 (< 0,1)
<i>C. furcillatus</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (< 0,1)	4 (< 0,1)
<i>C. grisescens</i>	19 (0,1)	41 (0,3)	55 (0,2)	426 (0,2)	1 (< 0,1)
<i>C. heliophilus</i>	0 (0)	0 (0)	3 (< 0,1)	0 (0)	0 (0)
<i>C. impunctatus</i>	12604 (82,2)	11461 (88,5)	23089 (70,6)	202664 (95,1)	13 (< 0,1)
<i>C. kibunensis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	21 (< 0,1)	16 (< 0,1)
<i>C. lupicaris</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (< 0,1)
<i>C. minutissimus</i>	0 (0)	0 (0)	4 (< 0,1)	0 (0)	0 (0)
<i>C. nubeculosus</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (< 0,1)
<i>C. obsoletus/C. scoticus</i>	545 (3,6)	1296 (10,0)	35 (0,1)	9389 (4,4)	19391 (81,9)
<i>C. pulicaris</i>	46 (0,3)	23 (0,2)	8 (< 0,1)	154 (< 0,1)	721 (3,0)
<i>C. punctatus</i>	2 (< 0,1)	8 (< 0,1)	3 (< 0,1)	59 (< 0,1)	91 (0,4)
<i>C. segnis</i>	3 (< 0,1)	11 (< 0,1)	1 (< 0,1)	19 (< 0,1)	0 (0)
<i>C. sphagnumensis</i>	21 (0,1)	4 (< 0,1)	4 (< 0,1)	286 (0,1)	0 (0)
<i>C. stigma</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (< 0,1)
<i>C. subfasciipennis</i>	1 (< 0,1)	0 (0)	0 (0)	1 (< 0,1)	1 (< 0,1)
<i>C. truncorum</i>	7 (< 0,1)	1 (< 0,1)	0 (0)	2 (< 0,1)	0 (0)
TOTAL	15340	12954	32727	213120	23667

Tableau 1 : Composition spécifique détaillée des culicoïdes piégés dans les cinq sites d'études (nombre (pourcentage)).

(Zimmer et al., 2013b).

6. Discussion

Cette étude confirme la présence d'importantes populations de culicoïdes adultes dans la réserve naturelle des Hautes Fagnes. Cela était prévisible, étant donné la mort d'environ 130 moutons pâturent dans cette zone en 2007, durant l'épizootose de FCO.

La richesse spécifique des culicoïdes observés au sein de la ferme d'élevage bovin (18 espèces) était élevée, en comparaison des espèces décrites dans la plupart des autres études menées au sein de fermes belges ou d'Europe du nord. Un total de 17 espèces furent par exemple capturées dans une prairie belge, comparé à seulement 10 espèces dans une ferme bovine voisine (Zimmer et al., 2009). Dans le nord de la France, 10 espèces ont été observées à l'extérieur des bâtiments d'élevage, contre 7 espèces seulement à l'intérieur (Baldet et al., 2008). Cette plus grande richesse spécifique pourrait s'expliquer par la proximité de la zone humide, caractérisée par des tourbières susceptibles de remplir

la fonction d'habitats larvaires pour plusieurs espèces de mouches. Les espèces du genre *Culicoides* les plus abondamment observées à la ferme de Jalhay correspondent aux espèces identifiées dans la plupart des autres fermes bovines du nord de l'Europe, à savoir une majorité d'individus appartenant au complexe *Obsoletus*, ainsi que *C. dewulfi*, *C. pulicaris* et *C. chiopterus* (Baldet et al., 2008 ; Fassotte et al., 2008 ; Meiswinkel et al., 2008b ; Takken et al., 2008). Notons que le nombre de spécimens de cette dernière espèce est probablement sous-estimé, comme démontré par Carpenter et al. (2008b) pour les études reposant sur des piègeages lumineux. Treize autres espèces mineures qui ne sont généralement pas observées au sein des exploitations agricoles ont toutefois été identifiées à la ferme de Jalhay, en particulier *C. impunctatus*.

Cette espèce est considérée comme étant un vecteur potentiel du virus de la FCO, vu que *C. impunctatus* est capable de soutenir la multiplication de ce virus après son ingestion, en conditions de laboratoire (Jen-

nings & Mellor, 1988). De plus, cette espèce est probablement un important vecteur naturel de *Haemoproteus* spp., des parasites de passereaux en Europe (Valkiunas & Iezhova, 2004). Cependant les femelles *C. impunctatus* sont autogènes et ne nécessitent donc pas de repas sanguin pour pondre leur premier lot d'œufs (Boorman & Goddard, 1970 ; Blackwell *et al.*, 1992). Cette espèce est par ailleurs un piqueur généraliste, qui préfère les grands mammifères et est connu pour attaquer les humains de manière opportuniste (Blackwell, Mordue & Mordue, 1994 ; Blackwell, Brown & Mordue, 1995 ; Logan *et al.*, 2009). Signalons que de nombreux mouchérons nous ont attaqués lors de la pose des pièges lumineux, et que ceux-ci appartenaient justement à cette espèce *C. impunctatus*. Ces caractéristiques peuvent limiter son efficacité comme vecteur, mais l'autogénie permet à cette espèce d'atteindre des densités de population énorme, même si les hôtes sont peu abondants (Purse *et al.*, 2012). *Culicoides impunctatus* semble très commune dans les tourbières (Goetghebuer, 1952), où ses larves se développent au sein des sols oligotrophes (Kettle & Lawson, 1952). En Ecosse, *C. impunctatus* est une peste majeure et représente l'espèce dominante vivant dans les tourbières, où les larves se développent dans les sols humides présentant une pente afin d'assurer un flux d'eau constant, ainsi que dans les prairies acides voisines (Kettle, 1961). Les zones plus humides de ces tourbières sont préférentiellement colonisées par *C. albicans* et *C. heliophilus*, tandis que les zones très humides sont favorables aux populations de *C. truncorum*. Les prairies acides localisées à plus grandes distances de ces tourbières permettent la croissance de *C. kibunensis* et *C. obsoletus* (Kettle, 1961). De plus, ces espèces fréquentent aussi différentes profondeurs de sol. Les larves de *C. impunctatus*, *C. pallidicornis* Kieffer et *C. obsoletus* vivent dans la couche superficielle de leur gîte larvaire (dans les 2,5 premiers centimètres), *C. kibunensis* à moyennes profondeurs, alors que *C. albicans* et *C. heliophilus* sont rencontrés plus profondément (à plus de 5 cm) (Hill, 1947 ; Kettle & Lawson, 1952). Ces différentes espèces occupent diverses niches au sein d'un site commun et peuvent ainsi probablement cohabiter sans pour autant entrer en compétition pour les éléments nutritifs. Ces éléments pourraient donc expliquer l'abondance de *C. impunctatus* au sein des différents sites d'étude de la réserve naturelle des Hautes Fagnes.

Les deux espèces constituant le complexe *Obsoletus*, ainsi que *C. dewulfi* et *C. chiopterus* semblent préférer les substrats anthropiques ou liés à l'élevage comme habitats larvaires (Zimmer *et al.*, 2008b), ce qui pourrait expliquer pourquoi ces deux espèces étaient plus couramment rencontrées au niveau de la ferme. Cela est particulièrement vrai pour *C. obsoletus* – qui est l'espèce la plus abondante au sein des fermes belges – dont le développement larvaire se réalise dans le fumier (Weinburgh & Pratt, 1962), ainsi que dans les résidus d'ensilage de maïs et d'autres types (Zimmer *et al.*, 2008b ; Zimmer *et al.*, 2013a). La litière bovine usagée adhérant aux parois des étables semble aussi favorable au développement de cette espèce (Zimmer *et al.*, 2010). Cependant les membres du complexe *Obsoletus* fréquentent aussi la litière humide de nombreuses forêts boréales (Glushchenko & Mirzaeva, 2008), les réservoirs d'eau stagnante et les marais à végétation dense (Dzharfarov, 1976), ainsi que les tas de compost de feuilles et les trous d'arbres (Murray, 1957). Les stades larvaires de *C. chiopterus* et *C. dewulfi* privilégient les excréments

d'origines bovine et équine trouvés en prairie (Kettle & Lawson, 1952 ; Zimmer *et al.*, 2008b).

Cette étude a de plus permis l'identification de trois espèces du genre *Culicoides* non enregistrées précédemment en Belgique (identification confirmée par le Professeur Delécolle, Université de Strasbourg, France) : *C. sphagnumensis* (n = 315), *C. clintoni* (n = 28) et *C. comosioculatus* (n = 12). Le nombre d'espèces du genre *Culicoides* identifiées en Belgique s'élève par conséquent maintenant à 52. Trois autres espèces (*C. albicans*, *C. fascipennis* et *C. griseus*) assez rares au sein des fermes belges ont aussi été régulièrement observées dans la Réserve naturelle des Hautes Fagnes.

L'abondance des culicoïdes femelles en comparaison des mâles pourrait partiellement s'expliquer par une plus faible attraction des mâles à la lumière ou peut-être par la différence de régime alimentaire entre les sexes ; les mâles étant floricoles, ils fréquentent probablement préférentiellement la végétation et le sommet des arbres, ce qui pourrait expliquer leur plus faible présence dans les pièges lumineux utilisés. Les femelles hématophages ont par contre plus de chance d'être observées au niveau du sol à proximité immédiate du bétail, et par conséquent à proximité des pièges UV disposés à une hauteur de 1,5 m. Ces deux hypothèses restent valables en observant qu'un piège à succion Rothamsted fonctionnant à une hauteur de 12 m a en effet enregistré une bien plus grande proportion de culicoïdes mâles (23,5%) (Fassotte *et al.*, 2008). Cependant, le fait que les mâles *C. impunctatus* ne volent pas loin de leur site d'émergence (Blackwell *et al.*, 1992) pourrait aussi expliquer le faible nombre de mâles piégés.

Conclusion

Les zones humides protégées du nord de l'Europe – caractérisées par des tourbières et considérées dans certains pays (dont la Belgique) comme étant des réserves naturelles strictes pour la flore et la faune – abritent d'importantes populations de culicoïdes. Les tourbières peuvent ainsi constituer un réservoir pour le développement des mouchérons piqueurs du genre *Culicoides*, tel que *C. impunctatus*, considéré comme un vecteur potentiel du virus de la FCO et d'autres pathogènes, mais également connus comme source importante de nuisances pour l'homme. Les caractéristiques particulières des micro-habitats humides constituant ces zones pourraient en effet expliquer l'abondance d'espèces rarement rencontrées au sein des fermes, en particulier *C. impunctatus* et *C. albicans*. Trois espèces (*C. sphagnumensis*, *C. clintoni* et *C. comosioculatus*) ont ainsi été décrites en Belgique pour la première fois. Les zones humides protégées ne semblent de ce fait pas responsables des populations de culicoïdes observées dans les fermes belges, même si la proximité des tourbières influence légèrement la composition spécifique des culicoïdes présents au sein de ces fermes.

BIBLIOGRAPHIE

- Baldet T., Delécolle J.-C., Cêtre-Sossah C., Mathieu B., Meiswinkel R. & Gerbier G., 2008. - Indoor activity of *Culicoides* associated with livestock in the bluetongue virus (BTV) affected region of northern France during autumn 2006. *Preventive Veterinary Medicine*, **87**, 84-97.
- Birley M.H. & Boorman J.P.T., 1982. - Estimating the survival and biting rates of haematophagous insects with particular reference

- to *Culicoides obsoletus* group in Southern England. *Journal of Animal Ecology*, **51**, 135-148.
- Blackwell A., Brown M. & Mordue W., 1995. - The use of an enhanced ELISA method for the identification of *Culicoides* bloodmeals in host-preference studies. *Medical and Veterinary Entomology*, **9**, 214-218.
- Blackwell A. & King F.C., 1997. - Vertical distribution of *Culicoides impunctatus* larvae. *Medical and Veterinary Entomology*, **11**, 45-48.
- Blackwell A., Mordue A.J. & Mordue W., 1994. - Identification of bloodmeals of the Scottish biting midge, *Culicoides impunctatus*, by indirect enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Medical and Veterinary Entomology*, **8**, 20-24.
- Blackwell A., Mordue A.J., Young M.R. & Mordue W., 1992. - Bivoltinism, survival rates and reproductive characteristics of the Scottish biting midge, *Culicoides impunctatus* (Diptera: Ceratopogonidae) in Scotland. *Bulletin of Entomological Research*, **82**, 299-306.
- Boorman J. & Goddard P., 1970. - Observations on the biology of *Culicoides impunctatus* Goetgh. (Dipt., Ceratopogonidae) in southern England. *Bulletin of Entomological Research*, **60**, 189-198.
- Borkent A., 2012. - World Species of Biting Midges (Diptera: Ceratopogonidae). <http://www.inhs.uiuc.edu/research/FLYTREE/CeratopogonidaeCatalog.pdf>
- Braverman Y. & Chechik F., 1996. - Air streams and the introduction of animal diseases borne on *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) into Israël. *Revue scientifique et technique (Office international des Epizooties)*, **15**, 1037-1052.
- Carpenter S., McArthur C., Selby R., Ward R., Nolan D.V., Mordue Luntz A.J., Dallas J.F., Tripet F. & Mellor P.S., 2008a. - Experimental infection studies of UK *Culicoides* species midges with bluetongue virus serotypes 8 and 9. *Veterinary Record*, **163**, 589-592.
- Carpenter S., Szmargad C., Barber J., Labuschagne K., Gubbins S. & Mellor P.S., 2008b. - An assessment of *Culicoides* surveillance techniques in northern Europe: have we underestimated a potential bluetongue virus vector? *Journal of Applied Ecology*, **45**, 1237-1245.
- Chaker E., 1983. - Contribution à l'étude de la morphologie et de la diagnose des larves de *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae). Thèse de Doctorat es Sciences Pharmaceutiques, Université Louis Pasteur, Strasbourg, France, n°56, 229 p.
- Collard R. & Bronowski V., 1993. - Le guide du plateau des Hautes Fagnes. Bruxelles: Editions de l'Octogone. 433 p.
- Collart A., 1949. - Esquisse entomologique du Plateau de la Baraque Michel. *Parcs nationaux*, **4**, 11-15.
- De Regge N., Deblauwe I., De Deken R., Vantieghem P., Madder M., Geysen D., Smeets F., Losson B., van den Berg T. & Cay A.B., 2012. - Detection of Schmallenberg virus in different *Culicoides* spp. by real-time RTPCR. *Transboundary and Emerging Diseases*, **59**, 471-475.
- Delécolle J.-C., 1985. - Nouvelle contribution à l'étude systématique et iconographique des espèces du genre *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) du Nord-Est de la France. Thèse de Doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, France, n°293, 238 p.
- Delécolle J.-C. & de La Rocque S., 2002. - Contribution à l'étude des *Culicoides* de Corse. Liste des espèces recensées en 2000/2001 et redescription du principal vecteur de la fièvre catarrhale ovine: *C. imicola* Kieffer, 1913 (Diptera, Ceratopogonidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, **107**, 371-379.
- Dijkstra E., Van der Ven I.J.K., Meiswinkel R., Hölzel D.R., Van Rijn P.A. & Meiswinkel R., 2008. - *Culicoides chiopterus* as a potential vector of bluetongue virus in Europe. *Veterinary Record*, **162**, 422.
- Du Toit R.M., 1944. - The transmission of bluetongue and horse sickness by *Culicoides*. *Onderstepoort Journal of Veterinary Science and Animal Industry*, **19**, 7-16.
- Dzhafarov S.M., 1976. - Biting midges (Diptera: Heleidae) of Transcaucasus (morphology, biology, ecology, geographical distribution and harmfulness, control, fauna of the genera *Culicoides*, *Leptoconops* and *Lasiohelea*). Cairo: Franklin Book Programs. 525 p.
- Fagot J., 2006. - Les Hautes Fagnes. Une nature d'exception. In: <http://www.amisdelafagne.be/HF/Natexcept/HFsitu.htm>
- Fassotte C., Delécolle J.-C., Cors R., Defrance T., De Deken R., Haubruge E. & Losson B., 2008. - *Culicoides* trapping with Rothamsted suction traps before and during the bluetongue epidemic of 2006 in Belgium. *Preventive Veterinary Medicine*, **87**, 74-83.
- Glushchenko N.P. & Mirzaeva A.G., 2008. - Larval habitats and species composition of bloodsucking midges (Diptera: Ceratopogonidae) in mountain landscapes of South Siberia and the Russian Far East. *Russian Entomological Journal*, **17**, 63-70.
- Goetghebuer M., 1952. - Le genre *Culicoides* (Diptères, Cératopogonidés) et ses représentants en Belgique. *Biologisch Jaarboek*, **19**, 185-191.
- Havelka P., 1978. - Ceratopogonidae. In: *Limnofauna Europaea*, eds. J. Illies. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 441-458.
- Hendry G. & Godwin G., 1988. - Biting midges in Scottish forestry: a costly irritant or a trivial nuisance? *Scottish Forestry*, **42**, 113-119.
- Hill M.A., 1947. - The life cycle and habits of *Culicoides impunctatus* Goetghebuer and *Culicoides obsoletus* Meigen, with some observations on the life cycle of *Culicoides odibilis* Austen, *Culicoides pallidicornis* Kieffer, *Culicoides cubitalis* Edwards and *Culicoides chiopterus* Meigen. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, **41**, 55-115.
- Hoffmann B., Bauer B., Bauer C., Bätza H.J., Beer M., Clausen P.H., Geier M., Gethmann J.M., Kiel E., Liebisch G., Liebisch A., Mehlhorn H., Schaub G.A., Werner D. & Conraths F.J., 2009. - Monitoring of putative vectors of bluetongue virus serotype 8, Germany. *Emerging Infectious Diseases*, **15**, 1481-1484.
- Hoffmann B., Scheuch M., Höper D., Jungblut R., Holsteg M., Schirmeier H., Eschbaumer M., Goller K.V., Wernike K., Fischer M., Breithaupt A., Mettenleiter T.C. & Beer M., 2012. - Novel orthobunyavirus in cattle, Europe, 2011. *Emerging Infectious Diseases*, **18**, 469-472.
- Jennings D.M. & Mellor P.S., 1988. - The vector potential of British *Culicoides* species for bluetongue virus. *Veterinary Microbiology*, **17**, 1-10.
- Kettle D.S., 1961. - A study of the association between moorland vegetation and breeding sites of *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae). *Bulletin of Entomological Research*, **52**, 381-411.
- Kettle D.S., 1962. - The bionomics and control of *Culicoides* and *Leptoconops* (Diptera, Ceratopogonidae = Heleidae). *Annual Review of Entomology*, **7**, 401-418.
- Kettle D.S., 1977. - Biology and bionomics of blood-sucking ceratopogonids. *Annual Review of Entomology*, **22**, 33-51.
- Kettle D.S. & Lawson J.W.H., 1952. - The early stages of British biting midges *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) and allied genera. *Bulletin of Entomological Research*, **43**, 421-467.
- Kettle D.S., Parish R.H. & Parish J., 1959. - Further observations on the persistence of larvicides against *Culicoides* and a discussion on the interpretation of population changes in the untreated plots. *Bulletin of Entomological Research*, **50**, 63-80.
- Logan J.G., Seal N.J., Cook J.I., Stanczyk N.M., Birkett M.A., Clark S.J., Gezan S.A., Wadhams L.J., Pickett J.A. & Mordue A.J., 2009. - Identification of human-derived volatile chemicals that interfere with attraction of the Scottish biting midge and their potential use as repellents. *Journal of Medical Entomology*, **46**, 208-219.
- Mehlhorn H., Walldorf V., Klimpel S., Jahn B., Jaeger F., Eschweiler J., Hoffmann B. & Beer M., 2007. - First occurrence of *Culicoides obsoletus*-transmitted Bluetongue virus epidemic in Central Europe. *Parasitology Research*, **101**, 219-228.

- Meiswinkel R., Baldet T., De Deken R., Takken W., Delécolle J.-C. & Mellor P.S., 2008a. - The 2006 outbreak of bluetongue in northern Europe – the entomological perspective. *Preventive Veterinary Medicine*, **87**, 55-63.
- Meiswinkel R., Goffredo M., Dijkstra E.G.M., van der Ven I.J.K., Baldet T. & Elbers A., 2008b. - Endophily in *Culicoides* associated with BTV-infected cattle in the province of Limburg, south-eastern Netherlands, 2006. *Preventive Veterinary Medicine*, **87**, 182-195.
- Meiswinkel R., Van Run P., Leijts P. & Goffredo M., 2007. - Potential new *Culicoides* vector of bluetongue virus in northern Europe. *Veterinary Record*, **161**, 564-565.
- Mellor P.S., 1990. - The replication of bluetongue virus in *Culicoides* vectors. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, **162**, 143-161.
- Mellor P.S., Boorman J.P.T., Wilkinson P.J. & Martinez-Gomez F., 1983. - Potential vectors of bluetongue and African horse sickness viruses in Spain. *Veterinary Record*, **112**, 229-230.
- Mellor P.S., Boorman J. & Baylis M., 2000. - *Culicoides* biting midges: Their role as arbovirus vectors. *Annual Review of Entomology*, **45**, 307-340.
- Mullen G.R. & Hribar L.J., 1988. - Biology and feeding behavior of ceratopogonid larvae (Diptera: Ceratopogonidae) in North America. *Bulletin of the Society for Vector Ecology*, **13**, 60-81.
- Murray W.S., 1957. - Investigations on the bionomics of *Culicoides obsoletus* (Meigen) and other biting midges at Mount Solon, Virginia. *Mosquito News*, **17**, 77-82.
- Murray M.D., 1991. - The seasonal abundance of female biting-midges, *Culicoides brevitarsis* (Diptera, Ceratopogonidae), in coastal south-eastern Australia. *Australian Journal of Zoology*, **39**, 333-342.
- Purse B.V., Falconer D., Sullivan M.J., Carpenter S., Mellor P.S., Piertney S.B., Mordue Luntz A.J., Albon S., Gunn G.J. & Blackwell A., 2012. - Impacts of climate, host and landscape factors on *Culicoides* species in Scotland. *Medical and Veterinary Entomology*, **26**, 168-177.
- Rasmussen L.D., Kristensen B., Kirkeby C., Rasmussen T.B., Belsham G.J., Bødker R. & Bøtner A., 2012. - Culicoids as vectors of Schmallenberg virus. *Emerging Infectious Diseases*, **18**, 1204-1206.
- Rieb J.-P., 1982. - Contribution à la connaissance de l'écologie et de la biologie des Cératopogonidés (Diptera, Nematocera). Thèse de Doctorat es Sciences Naturelles, Université Louis Pasteur, Strasbourg, France, 395 p.
- Riek R.F., 1954. - Studies on allergic dermatitis of the horse "Queensland Itch". The etiology of the disease. *Australian Journal of Agricultural Research*, **5**, 109-129.
- Saegerman C., Berkvens D., Mellor P.S., Dal Pozzo F., Porter S. & Zientara S., 2008. - Fièvre catarrhale ovine: l'Europe au carrefour de l'enzootie. *Point Vétérinaire*, **290**, 41-47.
- Saegerman C., Mellor P., Uytendaele A., Hanon J.-B., Kirschvink N., Haubruge E., Delcroix P., Houtain J.-Y., Pourquier P., Vandebussche F., Verheyden B., De Clercq K. & Czaplicki G., 2010. - The most likely time and place of introduction of BTV8 into Belgian ruminants. *PLoS ONE*, **5**, e9405. doi:10.1371/journal.pone.0009405.
- Takken W., Verhulst N., Scholte E.J., Jacobs F., Jongema Y. & van Lammeren R., 2008. - The phenology and population dynamics of *Culicoides* spp. in different ecosystems in The Netherlands. *Preventive Veterinary Medicine*, **87**, 41-54.
- Thiry E., Saegerman C., Guyot H., Kirten P., Losson B., Rollin F., Bodmer M., Czaplicki G., Toussaint J.F., De Clercq K., Dochy J.M., Dufey J., Gillemann J.L. & Messeman K., 2006. - Bluetongue in northern Europe. *Veterinary Record*, **159**, 327.
- Uslu U. & Dik B., 2006. - Vertical distribution of *Culicoides* larvae and pupae. *Medical and Veterinary Entomology*, **20**, 350-352.
- Valkiunas G. & Iezhova T.A., 2004. - The transmission of *Haemaphysalis* (Diptera: Ceratopogonidae) of blackcap by *Culicoides impunctatus* (Diptera: Ceratopogonidae). *Journal of Parasitology*, **90**, 196-198.
- Veronesi E., Henstock M., Gubbins S., Batten C., Manley R., Barber J., Hoffmann B., Beer M., Attoui H., Mertens P.P.C. & Carpenter S., 2013. - Implicating *Culicoides* biting midges as vectors of Schmallenberg virus using semi-quantitative RT-PCR. *PLoS ONE*, **8**, e57747. doi:10.1371/journal.pone.0057747.
- Weinburgh H.B. & Pratt H.D., 1962. - *Culicoides*, public health importance, biology, survey, and control. Atlanta, Georgia: U.S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service, Communicable Disease Center. 17 p.
- Zimmer J.-Y., Haubruge E., Francis F., Bortels J., Joie E., Simonon G., De Deken R., De Deken G., Deblauwe I., Madder M., Fassotte C., Cors R., Defrance T., Saegerman C., Thiry E., Mignon B., Paternostre J., Losson B. & Kirschvink N., 2008a. - Distribution of potential bluetongue vectors on Belgium farms. *Veterinary Record*, **162**, 700.
- Zimmer J.-Y., Haubruge E., Francis F., Bortels J., Simonon G., Losson B., Mignon B., Paternostre J., De Deken R., De Deken G., Deblauwe I., Fassotte C., Cors R. & Defrance T., 2008b. - Breeding sites of bluetongue vectors in northern Europe. *Veterinary Record*, **162**, 131.
- Zimmer J.-Y., Losson B. & Haubruge E., 2008. - Biologie et écologie des *Culicoides* (Diptera), vecteurs de la fièvre catarrhale ovine. *Faunistic Entomology – Entomologie faunistique*, **61**, 53-57.
- Zimmer J.-Y., Losson B., Saegerman C. & Haubruge E., 2009. - Ecologie et distribution des espèces de *Culicoides* Latreille 1809 (Diptera: Ceratopogonidae) à proximité d'une exploitation bovine en Belgique. *Annales de la Société entomologique de France*, **45**, 393-400.
- Zimmer J.-Y., Saegerman C., Losson B., Beckers Y., Haubruge E. & Francis F., 2013a. - Chemical composition of silage residues sustaining the larval development of the *Culicoides obsoletus/Culicoides scoticus* species (Diptera: Ceratopogonidae). *Veterinary Parasitology*, **191**, 197-201.
- Zimmer J.-Y., Saegerman C., Losson B. & Haubruge E., 2010. - Breeding sites of bluetongue virus vectors, Belgium. *Emerging Infectious Diseases*, **16**, 575-576.
- Zimmer J.-Y., Smeets F., Simonon G., Fagot J., Haubruge E., Francis F. & Losson B., 2013b. - Are Bogs Reservoirs for Emerging Disease Vectors? Evaluation of *Culicoides* Populations in the Hautes Fagnes Nature Reserve (Belgium). *PLoS ONE*, **8**, e66893. doi:10.1371/journal.pone.0066893.

Remerciements

Les auteurs remercient Yves Pieper, Chef de Cantonement de Verviers, et Philippe Blerot, Inspecteur général à la Direction générale opérationnelle de l'agriculture, des ressources naturelles et de l'environnement du Service Public de Wallonie, Département de la Nature et des Forêts, pour les autorisations d'accès, de circulation et de piégeage lumineux au sein des sites d'étude de la Réserve naturelle des Hautes Fagnes, ainsi que Louis Leclercq et Michel Matthys (Station Scientifique des Hautes Fagnes) pour leur permission de piéger à la SSHF. Merci également à Véronique Dinant pour son aide à la rédaction et à l'ASBL « Les Amis de la Fagnes » (<http://www.amisdelafagne.be>) pour leur aide dans la localisation cartographique des sites. Nos remerciements s'adressent finalement à l'exploitant agricole de Jalhay qui a autorisé l'accès à sa ferme bovine et la réalisation des piégeages au sein de celle-ci.