

Abeilles sauvages et syrphes associés à des toitures végétalisées urbaines du canton de Genève

AURELIA PASSASEO^{1,2}, DIMITRI BÉNON³, SOPHIE ROCHEFORT⁴,
MARTIN SPEIGHT⁵ & EMMANUEL CASTELLA¹

¹ Institut des Sciences de l'Environnement & Département des Sciences de l'Environnement et de l'Eau, Université de Genève, 66 bd. Carl-Vogt, CH-1205 Genève

² Office fédéral de l'Agriculture (OFAG), Schwarzenburgstrasse 165, CH-3003 Berne; aurelia.passaseo@blw.admin.ch

³ Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Bellevaux 51, CH-2000 Neuchâtel

⁴ Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève – HEPIA//HES-SO, Groupe Agro écologie et systèmes horticoles, Institut de recherche Terre-Nature-Environnement, Route de Presinge 150, CH-1254 Jussy

⁵ Department of Zoology Trinity College Dublin, Dublin 2, Ireland

Abstract: Wild bees (Hymenoptera, Apoidea, Anthophila) and syrphids (Diptera, Syrphidae) associated with urban green roofs in the canton of Geneva. – Wild bees and syrphids were sampled in 2017 on six extensive urban green roofs in the canton of Geneva (Switzerland) using cornet and emergence traps. Sixty-two species of wild bees (Hymenoptera) and ten species of syrphids (Diptera) were sampled. Of the species caught, fourteen species of wild bees and three species of syrphids are considered threatened in Switzerland. The first mention of *Hylaeus leptocephalus* in the canton was recorded. A selection of these species is discussed in detail. Our findings highlight the potential of green roofs to promote arthropod diversity in an urban context.

Résumé: Un échantillonnage de l'apifaune (Hyménoptères) et des syrphes (Diptères) a été mené en 2017 sur six toitures végétalisées extensives urbaines dans le canton de Genève (Suisse) à l'aide de pièges cornet et de pièges à émergence. Au total, 62 espèces d'abeilles sauvages et 10 espèces de syrphes ont été collectées. Quatorze espèces d'abeilles sauvages et trois espèces de syrphes menacées en Suisse ont été identifiées. Une première mention pour le canton a été enregistrée (*Hylaeus leptocephalus*). Une sélection d'espèces est discutée plus en détails. L'occurrence et l'écologie de ces espèces met en valeur le potentiel des toitures végétalisées à promouvoir la diversité des arthropodes dans un contexte urbain.

Zusammenfassung: Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea, Anthophila) und Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae) auf begrünten städtischen Flachdächern im Kanton Genf. – In städtischen Zonen des Kantons Genf wurden auf insgesamt sechs begrünten Flachdächern mit Hilfe von Trichter- und Emergenzfallen 62 Arten von wilden Bienen und 10 Arten von Schwebfliegen festgestellt. Von diesen Arten gelten bei den Bienen 14 und bei den Schwebfliegen 3 als in der Schweiz gefährdet. Eine Art, nämlich die Schmalkopf-Maskenbiene *Hylaeus leptocephalus* wurde im Kanton Genf zum ersten Mal gefunden. Weitere ausgewählte Arten werden ausführlich besprochen. Deren Präsenz auf den begrünten Flachdächern zeigt, wie geeignet diese sind, die Biodiversität von Insekten und anderen Gliederfüsslern im urbanen Raum zu fördern.

Keywords: green roofs, wild bees, hoverflies, endangered species, urban environment

INTRODUCTION

Les toitures végétalisées peuvent être de bons outils de conservation de la faune et de la flore en milieu urbain (Tonietto et al. 2011, Madre et al. 2013, MacIvor & Ksiazek 2015, Braaker et al. 2017, Passaseo et al. in press). De nombreux groupes d'arthropodes fréquentent ces milieux, notamment pour les ressources alimentaires qu'ils fournissent: abeilles sauvages (Colla et al. 2009, Braaker et al. 2014), syrphes (Mecke 1996, Benvenuti 2014), acariens (Kadas 2010) et araignées (Madre et al. 2013). Des espèces rares et menacées ont été capturées sur des toitures végétalisées (Kadas 2006, Kadas 2010, Pétremand et al. 2018), confirmant l'intérêt de ces habitats.

Les toitures végétalisées sont classiquement distinguées en deux types: les toitures végétalisées intensives, avec une épaisseur de substrat supérieure à 15 cm, et les toitures végétalisées extensives, avec une épaisseur de substrat inférieure à 15 cm (MacIvor & Ksiazek 2015). S'il est reconnu que les toitures végétalisées intensives peuvent accueillir et fournir des ressources alimentaires pour des cortèges d'arthropodes variés (Pétremand & Rochefort 2015), la question reste ouverte concernant les toitures végétalisées extensives. Du fait de la structure du substrat et de la végétation qui les recouvre, les toitures extensives imposent des conditions environnementales plus rudes aux organismes qui les fréquentent (Kadas 2010). Ces conditions contraignantes, telles que les fluctuations de température et les forts vents favorisant le dessèchement de la végétation et du substrat (Cook-Patton & Bauerle 2012), rapprochent les toitures végétalisées extensives des habitats naturels xérothermophiles (Lundholm & Richardson 2010).

A l'échelle genevoise, les toitures végétalisées ont déjà été l'objet d'une étude visant à décrire les communautés d'arthropodes épigés et aériens (Coleoptera Carabidae et Hymenoptera Anthophila) qui s'y trouvent (Pétremand et al. 2018). Cette étude ne s'intéressait toutefois pas spécifiquement aux toitures végétalisées extensives. L'importance des toitures végétalisées pour d'autres insectes tels que les syrphes n'est pas non plus connue, aucune étude n'ayant été réalisée en Suisse sur ce thème.

La présente étude vise ainsi à identifier les communautés d'abeilles sauvages et de syrphes menacées des toitures végétalisées extensives afin de déterminer le rôle de ce type de milieu comme site d'accueil fournissant des ressources alimentaires. Une attention plus particulière est portée sur quelques espèces d'intérêt qui sont discutées plus en détails.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Échantillonnage des abeilles sauvages et des syrphes

Cette étude a été menée dans le canton de Genève (Suisse), sur un ensemble de six toitures végétalisées extensives (Tab. 1 et Fig. 1). Les pollinisateurs passants ont été échantillonnés à l'aide de deux pièges cornet (Fig. 2) par toiture (pièges d'interception; dimensions: longueur 130 cm, ouverture 80 x 80 cm; voir Passaseo et al. 2019). Les pollinisateurs émergents ont été échantillonnés à l'aide de deux pièges à émergence en toile de la marque MegaView Science® (surface au sol 60 x 60 cm soit 0,36 m²; hauteur 60 cm). Le contenu des pièges a été récupéré toutes les deux semaines du 29 mars au 21 août 2017 (22 semaines).



Fig. 1. Distribution des six toitures végétalisées échantillonnées dans l'agglomération genevoise (photo aérienne: SITG 2020). Les numéros se réfèrent aux codes des toitures végétalisées donnés dans le tableau 1.



Fig. 2. Disposition des pièges cornet, placés tête-bêche, sur la toiture 38. (Photo A. Passasco)

Tab. 1. Caractéristiques structurelles et botaniques des six toitures végétalisées échantillonnées. Hauteur toiture: hauteur de la toiture végétalisée depuis le sol; Composition du substrat: matériaux principaux composant le substrat; Composition végétale: **H**: herbacées; **C**: Crassulacées; **B**: bryophytes.

Code toiture	Coordonnées géographiques	Commune	Hauteur toiture [m]	Épaisseur du substrat [cm]	Composition du substrat	Recouvrement végétal [%]	Composition végétale
15	46°12'28.0'' N 6°07'19.9'' E	Genève	11	15	Terre végétale	± 100	H
16	46°12'28.0'' N 6°07'19.9'' E	Genève	11	15	Terre végétale	± 100	H
33	46°13'43.0'' N 6°07'22.7'' E	Grand-Saconnex	13	15–100	Tuile	± 95	C
37	46°10'57.3'' N 6°06'03.0'' E	Onex	12	8	Pouzzolane et tuile	± 60	C
38	46°10'48.9'' N 6°06'06.5'' E	Onex	10	8	Pouzzolane et tuile	± 60	B; H
45	46°13'06.0'' N 6°05'19.4'' E	Vernier	8	8	Tuile	± 50	C

Les abeilles et syrphes collectés ont été triés, puis déterminés à l'espèce à l'aide des clés de Van-Veen (2004) pour les syrphes, et Amiet (1996) et Amiet et al. (2001, 2004, 2007, 2010, 2014) pour les abeilles sauvages. Les abeilles domestiques (*Apis mellifera* Linné, 1758) n'ont pas été prises en compte dans les résultats. L'ensemble du matériel a été conservé en alcool et est déposé à l'Institut des Sciences de l'Environnement (Genève).

Les déterminations ont été vérifiées par Martin Speight pour la faune syrphidée et par Dimitri Bénon pour l'apifaune. Des indications sur les statuts de menace pour la Suisse concernant les syrphes peuvent être trouvées dans Maibach et al. (1992). La liste rouge d'Amiet (1994), bien qu'ancienne et ne répondant plus aux critères actuels des listes rouges, permet toutefois de donner un aperçu sur le statut des espèces d'abeilles sauvages. C'est actuellement la seule liste rouge disponible pour ce groupe. Les données de distribution des abeilles sauvages proviennent d'info fauna (2019).

Informations sur les traits écologiques

Une analyse des traits des espèces sélectionnées a été réalisée, basée sur une compilation d'informations tirées de la littérature:

- **Préférence alimentaire de l'adulte:** polylectique ou oligolectique (Amiet 1996, Amiet et al. 2001, 2004, 2007, 2010, 2014, Fründ et al. 2010, Banaszak-Cibicka & Zmihorski 2012, Atlas Hymenoptera 2019);
- **Socialité:** solitaire, social ou clepto-parasite (Yuko et al. 2009, Banaszak-Cibicka & Zmihorski 2012, Magnacca & Brown 2012);
- **Voltinisme:** univoltine, bivoltine ou polyvoltine (BWARS 2019, Discoverlife 2019, Wildbiene 2019);
- **Période de vol:** (Amiet 1996, Amiet et al. 2001, 2004, 2007, 2010, 2014);
- **Habitat:** sol, cavité ou ruche (Banaszak-Cibicka & Zmihorski 2012, Geslin et al. 2013);
- **Type d'habitat:** (Amiet 1996, Amiet et al. 2001, 2004, 2007, 2010, 2014).

Des informations sur les traits des espèces de syrphes ont également été tirées de la littérature (Speight et al. 2015, Speight 2018):

- **Préférence alimentaire de la larve:** phytophage, zoophage ou microphage;
- **Préférence alimentaire de l'adulte:** polylectique ou oligolectique;
- **Voltinisme:** univoltine, bivoltine ou polyvoltine;
- **Période de vol;**
- **Type d'habitat.**

Données structurelles des toitures végétalisées

Des relevés exhaustifs de la végétation (plantes vasculaires) ont été effectués sur chacune des toitures durant le mois de juin 2017. Ces relevés ont été réalisés le long d'un transect en suivant la longueur de la toiture. N'étant pas considérées comme attractives pour les insectes pollinisateurs, les bryophytes n'ont pas été recensées. Le recouvrement végétal sur toute la toiture a été estimé visuellement. L'épaisseur du substrat et la composition ont été obtenus grâce à une étude antérieure menée sur les toitures végétalisées échantillonnées dans cette étude (Pétremand & Rochefort 2015). La hauteur de la toiture par rapport au sol a été mesurée grâce à un outil de mesure laser.

RÉSULTATS

Abeilles sauvages

Au total, 2832 individus ont été capturés (Tab. 2). La majorité des captures (97%) provient des pièges cornet, avec 2748 individus répartis en 62 espèces. Les pièges à émergence ont permis la récolte de 84 spécimens appartenant à cinq espèces, toutes également collectées avec les pièges cornet. Trois individus d'*Hylaeus leptocephalus* ont été capturés; il s'agit d'une première mention pour le canton de Genève. Quatorze espèces, se répartissant en 143 individus, dont une seule capture en piège à émergence, figurent sur la liste rouge de 1994 (Amiet) dans la catégorie LR3 (menacée en Suisse): *Andrena mitis*, *Halictus scabiosae*, *H. subauratus*, *Hylaeus pictipes*, *Lasioglossum glabriusculum*, *L. griseolum*, *L. parvulum*, *L. tricinctum*, *Megachile maritima*, *M. pilidens*, *M. rotundata*, *Osmia submicans*, *O. tridentata* et *Sphecodes albilabris*. Les espèces menacées ont été collectées en des abondances très variables: l'espèce la plus abondante est *Halictus subauratus* avec 75 individus capturés sur toutes les toitures échantillonnées (Tab. 2) alors que cinq espèces ont été capturées en tant que singleton (*A. mitis*, *L. griseolum*, *O. submicans*, *O. tridentata* et *S. albilabris*) sur cinq toitures végétalisées distinctes.

Syrphes

36 syrphes, appartenant à 10 espèces, ont été capturés à l'aide des pièges cornet, et 10 individus avec les pièges à émergence, appartenant à deux espèces également collectées dans les pièges cornet (Tab. 3). Deux espèces «menacées» en Suisse (*Cheilosia soror* et *Paragus quadrifasciatus*) et une espèce «potentiellement menacée» (*Eumerus amoenus*) ont été identifiées dans ce cortège (degrés de menace selon Maibach et al. 1992). Ces trois espèces menacées ont été capturées en des abondances relativement faibles avec, au total, six individus collectés (Tab. 3). Un seul individu, appartenant à *P. quadrifasciatus*, a été capturé en piège à émergence.

Tab. 2. Liste des abeilles sauvages capturées avec les pièges cornet et les pièges à émergence (nombres indiqués en italique) sur les toitures végétalisées. **En gras**: espèces menacées selon la liste rouge (Amiet 1994) et degré de menace (colonne **LR**). Les valeurs indiquent le nombre d'individus (abondance). Les richesses totales représentent le nombre d'espèces par toiture végétalisée.

Espèces	Toitures	15	16	33	37	38	45	LR
<i>Andrena bicolor</i> Fabricius, 1775							1	
<i>Andrena carantonica</i> Pérez, 1902						1		
<i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799					1			
<i>Andrena fulva</i> (Müller, 1766)						1		
<i>Andrena minutula</i> (Kirby, 1802)			8	6	56	2	17	
<i>Andrena mitis</i> Schmiedeknecht, 1883			1					3
<i>Andrena nigroaenea</i> (Kirby, 1802)					3			
<i>Andrena subopaca</i> Nylander, 1848				1		1		
<i>Andrena wilkella</i> (Kirby, 1802)				1				
<i>Anthidium manicatum</i> (Linnaeus, 1758)		2		1				
<i>Anthidium oblongatum</i> (Illiger, 1806)		1		18	16		3	
<i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758)				5	3	1	1	
<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli, 1763)		3	4	2	7		4	
<i>Bombus terrestris</i> aggr. (Linnaeus, 1758)		1	1	2	4			
<i>Ceratina cyanea</i> (Kirby, 1802)		1				1		
<i>Chelostoma distinctum</i> (Stoekert, 1929)						1		
<i>Coelioxys elongata</i> Lepeletier, 1841					1			
<i>Halictus langobardicus</i> Blüthgen, 1944				3				
<i>Halictus maculatus</i> Smith, 1848				2		5		
<i>Halictus scabiosae</i> (Rossi, 1790)				7	16	2	1 + I	3
<i>Halictus simplex</i> aggr. Blüthgen, 1923					2	1		
<i>Halictus subauratus</i> (Rossi, 1792)		4	2	30	11	14	14	3
<i>Halictus tumulorum</i> (Linnaeus, 1798)			1	5			2 + I	
<i>Heriades truncorum</i> (Linnaeus, 1758)				5	1	6	5	
<i>Hylaeus brevicornis</i> Nylander, 1852						1		
<i>Hylaeus gredleri</i> Förster, 1871				1	I		1	
<i>Hylaeus hyalinatus</i> Smith, 1842				4	3			
<i>Hylaeus leptocephalus</i> (Morawitz, 1870)		2		1				
<i>Hylaeus nigrinus</i> (Fabricius, 1798)						1		
<i>Hylaeus pictipes</i> Nylander, 1852				1	2			3
<i>Hylaeus punctatus</i> (Brullé, 1832)			1	2	1			
<i>Hylaeus sinuatus</i> (Schenck, 1873)		2			4			
<i>Lasioglossum calceatum</i> (Scopoli, 1763)				1	1	4	4	
<i>Lasioglossum glabriusculum</i> (Morawitz, 1872)						2		3
<i>Lasioglossum griseolum</i> (Morawitz, 1872)							1	3
<i>Lasioglossum laticeps</i> (Schenck, 1868)		15	17	80	7	14	4	
<i>Lasioglossum leucozonium</i> (Schrank, 1781)				3	1	1		
<i>Lasioglossum lucidulum</i> (Schenck, 1861)						1		
<i>Lasioglossum malachurum</i> (Kirby, 1802)		16	7	30	67 + I	143	93	
<i>Lasioglossum morio</i> (Fabricius, 1793)		114 + I2	30	587 + 2	197 + II	150 + 2	213 + 53	
<i>Lasioglossum nitidulum</i> (Fabricius, 1804)		4	1	31	8	9	8	
<i>Lasioglossum parvulum</i> (Schenck, 1853)				2	1			3
<i>Lasioglossum pauxillum</i> (Schenck, 1853)		5	1	48	125	80	68	
<i>Lasioglossum politum</i> (Schenck, 1853)		4	2	53	28	10	36	
<i>Lasioglossum punctatissimum</i> (Schenck, 1853)						3		
<i>Lasioglossum tricinatum</i> (Schenck, 1874)						1	5	3
<i>Lasioglossum villosulum</i> (Kirby, 1802)						3		
<i>Megachile ericetorum</i> Lepeletier, 1841		3			1	2		
<i>Megachile maritima</i> (Kirby, 1802)		1		1			1	3
<i>Megachile pilidens</i> Alfken, 1924				2				3
<i>Megachile rotundata</i> (Fabricius, 1787)		9	1	4		2	1	3
<i>Megachile willughbiella</i> (Kirby, 1802)			1	1				
<i>Osmia adunca</i> (Panzer, 1796)		1		1				
<i>Osmia bicornis</i> (Linnaeus, 1758)					2			
<i>Osmia caerulea</i> (Linnaeus, 1758)		1		1		1		
<i>Osmia submicans</i> Morawitz, 1870					1			3
<i>Osmia tridentata</i> Dufour & Perris, 1840				1				3
<i>Sphecodes albilabris</i> (Fabricius 1793)						1		3
<i>Sphecodes ephippius</i> (Linnaeus, 1767)			1	2		2	1	
<i>Sphecodes gibbus</i> (Linnaeus, 1798)		1		3		2		
<i>Sphecodes monilicornis</i> (Kirby, 1802)		1		5				
<i>Sphecodes puncticeps</i> Thomson, 1870				1	1			
Nombre d'individus		203	79	956	584	471	539	
Richesses totales		21	16	39	30	32	22	
Abondances en espèces menacées		14	4	48	31	22	24	
Richesses totales en espèces menacées		3	3	8	5	5	6	

Tab. 3. Liste des syrphes capturés avec les pièges cornet et les pièges à émergence (nombres indiqués en italique) sur les toitures végétalisées. **En gras**: espèces menacées selon Maibach et al. (1992) et niveau de menace (colonne Statut). Les valeurs indiquent le nombre d'individus (abondance). Les richesses totales représentent le nombre d'espèces par toiture végétalisée.

Espèces Toitures	15	16	33	37	38	45	Statut
<i>Cheilosia soror</i> (Zetterstedt, 1843)				1			menacée
<i>Eumerus amoenus</i> Loew, 1843			2				potentiellement menacée
<i>Eumerus funeralis</i> Meigen, 1822				1			
<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen, 1822)				1			
<i>Melanostoma mellinum</i> (Loew, 1758)				1			
<i>Paragus haemorrhous</i> Meigen, 1822		1	1				
<i>Paragus quadrfasciatus</i> Meigen, 1822			1		2		menacée
<i>Paragus tibialis</i> (Fallen, 1817)				1			
<i>Pipizella viduata</i> (Loew, 1758)			1		1		
<i>Pipizella</i> sp.					1		
<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	1+7	3+1	3	7+1	6	2	
Nombre total d'individus	8	5	8	13	10	2	
Richesses totales	1	2	5	6	4	1	

DISCUSSION

Les résultats présentés dans cette étude montrent que les toitures végétalisées sont visitées par des communautés diverses d'abeilles sauvages. Le nombre d'espèces échantillonnées (62) est cohérent avec les résultats d'autres études (par exemple Pétremand et al. 2018). *Lasioglossum morio* est l'espèce la plus abondante sur les toitures échantillonnées. Cette espèce ubiquiste et terricole a des besoins en ressources alimentaires généraux, comme une majorité d'espèces fréquentant les toitures végétalisées (Francis & Lorimer 2011), expliquant ce résultat. Concernant les syrphes, un cortège restreint d'espèces a été identifié (10). L'homogénéisation du paysage urbain dans lequel se situent les toitures végétalisées est probablement à l'origine de ce résultat. La pauvreté de l'environnement urbain a un impact négatif sur la disponibilité des ressources alimentaires pour les larves (plantes, pucerons et matériel en décomposition) ainsi que sur le nombre de sites de ponte optimaux pour les femelles (Hennig & Ghazoul 2012, Verboven et al. 2014).

Techniques de piégeage

L'utilisation des pièges cornet et de piège à émergence sur les toitures végétalisées, comme méthode de capture passive, est tout à fait nouvelle, notamment dans le champ de recherche de l'entomofaune des toitures végétalisées. La première méthode s'est avérée être très efficace dans la capture des abeilles sauvages de petite taille (genre *Lasioglossum*). En outre, des différences ont été observées entre les cortèges d'espèces capturés à l'aide de pièges cornet et ceux capturés à l'aide de pièges combi (Pétremand et al. 2018). En considérant les trois toitures communes à Pétremand et al. (2018) et à

cette étude (toitures 15, 16 et 33), les pièges cornet ont permis de collecter 47 espèces d'abeilles sauvages, contre 16 espèces identifiées par Pétremand et al. (2018) une année plus tôt. Dix espèces sont communes aux deux études (*A. nigroaenea*, *Bombus pascuorum*, *B. terrestris*, *H. scabiosae*, *H. simplex*, *L. laticeps*, *L. morio*, *L. pauxillum*, *O. bicornis* et *S. ephippius*).

Ce constat n'est pas partagé pour les communautés de syrphes, car l'utilisation des pièges cornet a résulté en une sous-représentation de ce groupe. En effet, des individus appartenant à des espèces non collectées dans les pièges ont été observés sur les toitures, comme par exemple *Volucella zonaria* (Poda, 1761). Une méthode de capture passive combinée à une méthode de capture active devrait être implémentée lors de suivis de la faune syrphidologique sur les toitures végétalisées.

Les pièges à émergence n'ont permis de récolter qu'un petit nombre d'espèces aussi bien pour les abeilles que pour les syrphes. Ce faible succès tient sans doute au nombre réduit de pièges placés sur les toitures (deux pièges couvrant au total 0,72 m² de sol par toiture). Par ailleurs, le faible nombre de pièges posés n'a pas permis d'échantillonner la faune émergente sur tous les types de structures offertes. Afin d'échantillonner au mieux toute la diversité structurelle et végétale sur la toiture, un plus grand nombre de pièges devraient être utilisés.

Abeilles sauvages

Sur les 62 espèces identifiées dans cette étude, 22% étaient considérées comme menacées en Suisse par Amiet (1994). La majeure partie des individus appartenant à ces espèces menacées ont été capturés en pièges cornet, les captures en pièges à émergence étant anecdotiques (un seul individu, appartenant à *Halictus scabiosae*). La toiture 33, avec substrat à hauteurs variables et végétation diversifiée et offrant ainsi la plus grande diversité d'habitats, détient les valeurs d'abondance et de richesse en espèces menacées les plus élevées. La diversité végétale et structurelle sur cette toiture semble soutenir ces espèces, notamment dans l'offre en ressources alimentaires qu'elle fournit.

Le cortège d'espèces menacées de cette étude diffère de celui de Pétremand et al. (2018), où sept espèces menacées (tous statuts confondus) ont été identifiées. À l'exception d'*H. scabiosae*, aucune autre espèce menacée n'a été observée dans les deux études. Les méthodes de capture différentes (pièges à interception et assiettes colorées chez Pétremand et al. 2018) et la plus longue durée de suivi (cinq mois pour la présente étude, contre 2 mois chez Pétremand et al.) peuvent expliquer le doublement du nombre d'espèces menacées inventoriées dans la présente étude. Ce sont ainsi 13 espèces menacées supplémentaires qui sont dorénavant connues pour fréquenter les toitures végétalisées.

Considérant que la dernière liste rouge officielle (Amiet 1994) se base sur des données peu nombreuses et date de plus de 25 ans, il peut être intéressant de comparer les espèces menacées identifiées dans cette étude avec des appréciations plus récentes. En 2007, A. Müller (non publié) a réalisé une liste d'espèces-cibles à étudier plus en détails dans le cadre d'une révision de la liste rouge. Ainsi, des 14 espèces menacées selon Amiet, seules quatre sont considérées comme «probablement menacées» en Suisse par A. Müller (*H. pictipes*, *L. griseolum*, *M. maritima* et *O. tridentata*), 7 espèces sont

«probablement non menacées» (*A. mitis*, *H. subauratus*, *L. glabriusculum*, *L. parvulum*, *L. tricinctum*, *M. rotundata* et *O. submicans*) et 3 «sûrement non menacées» (*H. scabiosae*, *M. pilidens* et *S. albilabris*). Les espèces qualifiées de «probablement menacées» selon A. Müller, ainsi que la première mention pour le canton de Genève (*H. leptocephalus*), sont discutées ici plus en détails.

***Hylaeus pictipes* Nylander, 1852**

H. pictipes a été observée en 2015 à Collonges-sous-Salève (France) mais les dernières observations dans le canton de Genève remontent à 1959. Trois individus mâles ont été échantillonnés dans cette étude. L'espèce établit ses nids dans les cavités, notamment dans les tiges creuses de plantes et les petits trous dans le sol, types de structures présentes sur les toitures. Elle est polylectique et solitaire. Elle vole de la mi-mai à la fin septembre et a été capturée de fin juin à mi-juillet (21.6.–4.7.; 5.7.–8.7.).

Les femelles de *H. pictipes* sont morphologiquement très proches de *H. taeniolatus* rendant leur distinction difficile. Plusieurs individus femelles d'*H. pictipes* (11), non comptabilisés dans le tableau 2, doivent être confirmés par analyses ADN.

***Lasioglossum griseolum* (Morawitz, 1872)**

L. griseolum est une espèce rare en Suisse, observée en Suisse romande et en Valais. La dernière capture sur le canton de Genève (Vallon de l'Allondon) remonte à 2014 (observation par D. Bénon). Un seul individu a été capturé, sur une toiture à Vernier. Son écologie est mal connue: elle niche dans des endroits chauds et secs, est polylectique et solitaire. Sa période de vol s'étend de mi-avril à début septembre. *L. griseolum* a été capturé à la fin de l'été (19.7.–21.8.).

***Megachile maritima* (Kirby, 1802)**

Plusieurs observations de *M. maritima* ont été reportées pour le canton de Genève, dont la plus récente en 2017 (observation par G. Pétremand). L'espèce niche dans les cavités, principalement dans des trous au sol et entre les racines de Poacées, famille végétale identifiée sur les toitures où l'espèce a été capturée. Elle est typique des milieux xérophiles, comme les carrières et gravières, ce n'est pas donc étonnant que cette espèce ait été capturée sur des toitures végétalisées extensives. Il s'agit d'une espèce polylectique et solitaire. Sa période de vol s'étend de mai à septembre. Les trois individus de cette espèce ont été piégés en fin de période de vol (5.7.–15.8.).

***Osmia tridentata* Dufour & Perris, 1840**

O. tridentata a été observée deux fois dans le canton de Genève en 2014 (observation par D. Bénon). Typique des gravières, cette espèce niche dans les cavités et particulièrement les tiges creuses de plantes. La toiture végétalisée où l'individu a été capturé comporte ce genre de structures grâce au substrat composé de tuiles concassées et à la présence d'*Echium vulgare* L., une espèce végétale à tige creuse. L'individu capturé a été piégé hors de sa période de vol (juillet à fin août) et très précocement pour l'espèce (24.V–6.VI). Elle est oligolectique, spécialisée sur les Fabaceae. *O. tridentata* a été capturée sur une toiture dont le cortège végétal est majoritairement composé de plusieurs espèces de *Trifolium* sp. (*Trifolium arvense* L., *T. dubium* Sibth. et *T. pratense* L.).

Première mention pour le canton de Genève

Hylaeus leptocephalus (Morawitz, 1870)

H. leptocephalus est une abeille assez rare. Cette espèce a été signalée en 2015 à Collonges-sous-Salève (France) mais jamais dans le canton de Genève. Elle n'a plus été observée en Suisse romande depuis 1994. Trois individus ont été collectés, sur deux toitures différentes situées en ville de Genève et au Grand-Saconnex. L'espèce est polylectique. Solitaire, elle niche dans des petites cavités dans le sol ou dans des tiges creuses de plantes. Ces types de structure sont particulièrement bien représentés dans le sol des toitures végétalisées où l'espèce a été capturée, avec également la présence d'*Echium vulgare*. *H. leptocephalus* est univoltine et vole de mi-mai à fin septembre. Les trois individus ont été piégés sur toute la longueur de la période de vol de l'espèce (7.6.–20.6.; 5.7.–18.7.; 16.8.–21.8.).

Syrphes

Les trois espèces menacées de syrphes échantillonnées, *Cheilosia soror*, *Eumerus amoenus* et *Paragus quadrifasciatus*, appartiennent au cortège d'espèces connues du canton de Genève et ont été capturées lors de suivis des communautés dans différents contextes (viticole: Pétremand 2012, agricole: Karel 2013 et Surfaces de Promotions de la Biodiversité: De Carvalho & Monod 2014). En considérant les traits écologiques de ces trois espèces menacées, il semble que *P. quadrifasciatus* soit la seule espèce dont les captures sur une toiture végétalisée ne soient pas dues au hasard. En effet, *C. soror* et *E. amoenus* sont typiques de milieux non représentés sur les toitures végétalisées ou faiblement représentés dans les environs des toitures (respectivement forêts alluviales et chênaies thermophiles). Elles sont également spécialistes de familles ou d'espèces végétales non identifiées sur les toitures végétalisées (respectivement ombellifères blanches et *Smiranium olusatrum* L.).

Paragus quadrifasciatus Meigen, 1822

P. quadrifasciatus est rare en Suisse (Maibach et al. 1992). Les trois individus ont été capturés sur une toiture à Grand-Saconnex et à Onex, toitures les plus vertes dans notre échantillon. L'espèce est fortement associée aux milieux xérothermophiles des prairies faiblement végétalisées mais également des jardins suburbains. L'espèce butine sur des ombellifères et autres fleurs à corolle jaune. Les deux toitures où les individus ont été capturés sont majoritairement composés de Crassulacées (*Sedum* spp.) et d'Astéracées à fleurs jaunes (*Picris hieracioides* L. et *Sonchus oleraceus* L.), expliquant la présence de l'espèce sur les toitures végétalisées. Elle est plurivoltine, sa période de vol s'étend de juin à septembre et elle a été capturée en milieu de période de vol (19.7.–21.8.).

Les larves de *P. quadrifasciatus* sont zoophages et se développent dans ou sur les tissus végétaux ou dans la litière herbacée. Un seul individu a été capturé dans les pièges à émergence. Il s'agissait d'un individu ténéral (chitine encore pâle) ce qui permet de supposer qu'il a bien effectué son développement dans le substrat de la toiture. L'effort d'échantillonnage par piège à émergence devrait être poursuivi, de manière à montrer que les larves peuvent trouver des ressources alimentaires en suffisance sur les toitures végétalisées pour leur développement.

Remerciements

Mes remerciements vont à Christophe Praz (IBIOL- UNINE), spécialiste des insectes pollinisateurs, qui a vérifié les abeilles sauvages collectées, à Marie Bessat, qui a apporté son aide précieuse dans les relevés botaniques ainsi qu'à Anne Freitag pour sa relecture attentive et ses conseils.

Littérature

- Amiet F. 1994. Liste rouge des abeilles menacées de Suisse. In: Duelli P. (Réd.), Liste rouge des espèces animales menacées de Suisse, pp. 38–44. OFEFP, Berne, 97 pp.
- Amiet F. 1996. Apidae 1. *Apis*, *Bombus* et *Psithyrus*. Fauna Helvetica. Schweizerische Entomologische Gesellschaft, Genève, 98 pp.
- Amiet F., Herrmann M., Müller A. & Neumeyer R. 2001. Apidae 3. *Halictus*, *Lasioglossum*. Fauna Helvetica 6. Centre Suisse de Cartographie de la faune, Neuchâtel, 208 pp.
- Amiet F., Herrmann M., Müller A. & Neumeyer R. 2004. Apidae 4. *Anthidium*, *Chelostoma*, *Coelioxys*, *Dioxys*, *Heriades*, *Lithurgus*, *Megachile*, *Osmia*, *Stelis*. Fauna Helvetica 9. Centre Suisse de Cartographie de la faune, Neuchâtel, 273 pp.
- Amiet F., Herrmann M., Müller A. & Neumeyer R. 2007. Apidae 5. *Ammobates*, *Ammobatoides*, *Anthophora*, *Biasies*, *Ceratina*, *Dasypoda*, *Epeoloides*, *Epeolus*, *Eucera*, *Macropis*, *Melecta*, *Melitta*, *Nomada*, *Pasites*, *Tetralonia*, *Thyreus*, *Xylocopa*. Fauna Helvetica 20. Centre Suisse de Cartographie de la faune, Neuchâtel, 356 pp.
- Amiet F., Herrmann M., Müller A. & Neumeyer R. 2010. Apidae 6. *Andrena*, *Melitturga*, *Panurginus*, *Panurgus*. Fauna Helvetica 26. Centre Suisse de Cartographie de la faune, Neuchâtel, 317 pp.
- Amiet F., Herrmann M., Müller A. & Neumeyer R. 2014. Apidae 2. *Colletes*, *Dufourea*, *Hylaeus*, *Nomia*, *Nomioides*, *Rhophitoides*, *Rophites*, *Sphecodes*, *Systropha*. Fauna Helvetica 4. Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel, 239 pp.
- Atlas Hymenoptera. 2019. <http://www.atlashymenoptera.net/> (consulté le 01.10.2019)
- Banaszak-Cibicka W. & Zmihorski M. 2012. Wild bees along an urban gradient: winners and losers. *Journal of Insect Conservation* 16: 331–343.
- Benvenuti S. 2014. Wildflower green roofs for urban landscaping, ecological sustainability and biodiversity. *Landscape Urban Planning* 124: 151–161.
- Braaker S., Ghazoul J., Obrist M. K. & Moretti M. 2014. Habitat connectivity shapes urban arthropod communities: the key role of green roofs. *Ecology* 94 (4): 1010–1021.
- Braaker S., Obrist M., Ghazoul J. & Moretti M. 2017. Habitat connectivity and local conditions shape taxonomic and functional diversity of arthropods on green roofs. *Journal of Animal Ecology* 86: 521–531.
- BWARS 2019. <http://www.bwars.com/> (consulté le 01.10.19)
- Colla S., Willis E. & Packer L. 2009. Can green roofs provide habitat for urban bees (Hymenoptera: Apidae)? *Cities and the Environment* 103 (1): 102–108.
- Cook-Patton S. & Bauerle T. 2012. Potential benefits of plant diversity on vegetated roofs: A literature review. *Journal of Environmental Management* 106: 85–92.
- De Carvalho A. G. & Monod V. 2014. Evaluer l'impact des traitements phytosanitaires sur les populations des syrphes dans les Surfaces de Promotion à la Biodiversité (SPB) situées en milieu viticole. Mémoire de Master, Université de Genève, 111 pp. Non publié.
- Discoverlife 2019. <http://www.discoverlife.org/20/q?search=Apoidea> (consulté le 01.10.19)
- Francis R. A. & Lorimer J. 2011. Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls. *Journal of Environmental Management* 92: 1429–1437.
- Fründ J., Linsenmair K. & Blüthgen N. 2010. Pollinator diversity and specialization in relation to flower diversity. *Oikos* 119: 1581–1590.
- Geslin B., Gauzens B., Thiébaud E. & Dajoz I. 2013. Plant Pollinator Networks along a Gradient of Urbanisation. *PLoS ONE* 8 (5): e63421.
- Hennig E. & Ghazoul J. 2012. Pollinating Animals in the urban environment. *Urban Ecosystems* 15: 149–166.
- info Fauna 2019. Distribution des espèces. <https://lepus.unine.ch/carto/index.php?lang=fr> (consulté le 20.12.2019)
- Kadas G. 2006. Rare invertebrates colonizing green roofs in London. *Urban habitats* 4 (1): 66–86.
- Kadas G. 2010. Green roofs and biodiversity: can green roofs provide habitat for invertebrates in an urban environment? Lambert Academic Publishing, 312 pp.
- Karel N. 2013. Des syrphes au secours des salades – Les communautés de diptères Syrphidae, auxiliaires des cultures en contexte de maraîchage. Mémoire de Master, Université de Genève, 112 pp. Non publié.
- Lundholm J. T. & Richardson P. J. 2010. Mini-review: habitat analogues for reconciliation ecology in urban and industrial environments. *Journal of Applied Ecology* 47: 966–975.

- MacIvor J. S. & Ksiazek K. 2015. Chapter 14: Invertebrates on Green Roofs. In: Sutton R. K. (Ed.), Green Roof Ecosystems, pp. 333–356. Springer, Cham.
- Madre F., Vergnes A., Machon N. & Clergeau P. 2013. A comparison of 3 types of green roof as habitats for arthropods. *Ecological Engineering* 57: 109–117.
- Magnacca K. & Brown M. 2012. DNA Barcoding a regional fauna: Irish solitary bees. *Molecular Ecology Resources* 12: 990–998.
- Maibach A., Goeldlin de Tiefenau P. & Dirickx H. G. 1992. Liste faunistique des Syrphidae de Suisse (Diptera). *Miscellanea Faunistica Helvetiae* 1. Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel, 51 pp.
- Mecke R. 1996. Die Fauna begrünter Dächer: Ökologische Untersuchung verschiedener Dachflächen im Hamburger Stadtgebiet, Diplomarbeit, 46 pp.
- Passaseo A., Castella E. & Rochefort S. 2019. Le piège cornet modifié, un piège entomologique d'interception conçu pour des conditions difficiles. *Entomo Helvetica* 12: 111–117.
- Passaseo A., Pétremand G., Rochefort S. & Castella E. In press. Pollinators emerging from extensive green roofs: wild bees (Hymenoptera, Anthophila) and hoverflies (Diptera, Syrphidae) in Geneva (Switzerland). *Urban Ecosystems*.
- Pétremand G. 2012. Evaluation de l'impact des enherbements viticoles sur l'entomofaune en fonction de la composition florale. Mémoire de Master, Université de Genève, 109 pp. Non publié.
- Pétremand G., Bénon D. & Rochefort S. 2018. Abondance et diversité de l'apifaune (Hymenoptera: Anthophila) de l'agglomération genevoise. *Entomo Helvetica* 11: 105–116.
- Pétremand G. & Rochefort S. 2015. La biodiversité entomologique des toitures végétalisées du canton de Genève. In: Rochefort S., Prunier P., Boivin P., Camponovo R. & Consuegra D. (Eds), Rapport final du projet «Toitures végétalisées» (TVEG) dans l'agglomération genevoise, pp. 47–73. Genève.
- SITG 2020. <https://www.etat.ge.ch/geoportail/pro/> (consulté le 05.01.2020)
- Speight M. C. D., Castella E. & Sarthou J.-P. 2015. StN 2015. In: Speight M. C. D., Castella E., Sarthou J.-P. & Vanappelghem C. (Eds), *Syrph the Net* on CD, Issue 10. Syrph the Net Publications, Dublin.
- Speight M. C. D. 2018. Species account of European Syrphidae. *Syrph the Net*, the database of European Syrphidae (Diptera). Syrph the Net Publication, Dublin.
- Tonietto R., Fant J., Ascher J., Ellis K. & Larkin D. 2011. A comparison of bee communities of Chicago green roofs, parks and prairies. *Landscape Urban Planning* 103: 102–108.
- Van-Veen M. P. 2004. Hoverflies of Northwest Europe: identification keys to the Syrphidae. KNNV Publishing, Utrecht, 254 pp.
- Verboven H., Uyttenbroeck R., Brys R. & Hermy M. 2014. Different responses of bees and hoverflies to land use in an urban–rural gradient show the importance of the nature of the rural land use. *Landscape Urban Planning* 126: 31–41.
- Wildbiene 2019. <http://www.wildbienen.de/> (consulté le 01.10.19)
- Yuko U., Perrin N. & Chapuisat M. 2009. Flexible social organization and high incidence of drifting the sweat bee, *Halictus scabiosae*. *Molecular Ecology* 18: 1791–1800.