Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 95 (2016)

Artikel: Inventaire des pollinisateurs d'une toiture végétalisée urbaine
Autor: Sonnay, Vincent / Pellet, Jérôme
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-630435

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Inventaire des pollinisateurs d'une toiture végétalisée urbaine

Vincent SONNAY[1] & Jérôme PELLET[1]

Sonnay V. & Pellet J., 2016. Inventaire des pollinisateurs d'une toiture végétalisée urbaine. *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles* 95 : 5-19.

Résumé

Dans les villes, les toitures végétalisées peuvent constituer des habitats de compensation à même d'héberger une biodiversité élevée. Ces surfaces peuvent en particulier favoriser les pollinisateurs dont la diversité diminue à proximité des centres urbains. Afin d'établir des recommandations quant à leur aménagement et leur gestion, un inventaire des papillons de jour (Rhopalocera et Heterocera : Zygenidae et Hesperidae) et des abeilles sauvages (Hymenoptera : Apidae) a été réalisé sur une toiture végétalisée en ville de Lausanne durant le printemps et l'été 2015. Des sessions de chasse à vue complétées par l'utilisation de pièges colorés ont permis l'identification de 9 espèces de papillons et 34 espèces d'Apidae. Parmi les espèces d'Apidae, 5 appartiennent à la Liste rouge des abeilles menacées de Suisse (*Andrena cineraria*, *Halictus subauratus*, *Megachile rotundata*, *Osmia submicans* et *Bombus humilis*) et 3 (*Colletes daviesanus*, *Hylaeus nigritus* et *Osmia adunca*) n'avaient encore jamais fait l'objet d'observation sur le territoire de la commune de Lausanne. L'influence de la composition floristique des toitures végétalisées, de la disponibilité de sites de nidification ainsi que de la compétition avec l'abeille domestique sur la diversité des pollinisateurs sont discutés et font l'objet de recommandations de gestion.

Mots clés : Apidae, abeilles sauvages, *Apis mellifera*, papillons de jour, pollinisation, biodiversité, espaces verts, Lausanne.

Sonnay V. & Pellet J., 2016. Pollinators inventory on an urban green roof. *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles* 95 : 5-19.

Abstract

Urban green roofs constitute secondary habitats for many species, and harbor a high species richness. These surfaces typically favor pollinators whose diversity usually decreases with proximity to urban centers. In order to provide guidance on green roof creation and management, we undertook a survey of butterflies (Rhopalocera and Heterocera : Zygenidae and Hesperidae) and wild bees (Hymenoptera : Apidae) on a large green roof in Lausanne in 2015. Active netting combined with passive colored plates trapping sessions allowed for the identification of 9 butterfly and 34 wild bees' species. Among them, 5 belong to the Swiss red list of threatened wild bees (*Andrena cineraria*, *Halictus subauratus*, *Megachile rotundata*, *Osmia submicans* et *Bombus humilis*) and 3 had never been previously observed in Lausanne (*Colletes daviesanus*, *Hylaeus nigritus* et *Osmia adunca*). This paper discusses how the floristic composition, the availability of wild bees nesting structures, and competition with the honey bee influence pollinators' diversity on green roofs.

Keywords : Apidae, wild bees, *Apis mellifera*, butterflies, pollination, biodiversity, parkland, Lausanne.

[1] n+p, Rue des Deux-Marchés 15, 1005 Lausanne, jerome.pellet@nplusp.ch

© Société Vaudoise des Sciences Naturelles, 2016. Tous droits de reproduction réservés. CODEN : BSVAA6 ISSN : 0037-9603

Introduction

La végétalisation des toitures est une technique ancestrale qui a fait une réapparition progressive en Suisse dès le début des années 1970, en réponse notamment au déficit en surfaces vertes dans les centres urbains (Beins-Franke & Heeb 1995). En milieux bâtis, les toitures végétalisées participent à la rétention et à l'épuration des eaux de pluies et jouent un rôle dans l'atténuation des variations de la température ambiante (Beins-Franke & Heeb 1995). Par ailleurs, Brenneisen (2003, 2006) a montré que ces toitures peuvent fournir des habitats de compensation pour certaines espèces menacées et plus généralement contribuer à favoriser la biodiversité en milieu urbain.

À Lausanne, le potentiel pour l'aménagement de toitures végétalisées est important et les autorités communales soutiennent activement ce type de réalisations depuis 2012 dans le cadre d'une politique en faveur de la nature en ville (Adriaens 2014). Au printemps 2014, profitant de la mise en place de panneaux solaires photovoltaïques sur le toit de la halle sud du complexe de Beaulieu en ville de Lausanne, le Service des Parcs et Domaines (SPADOM) a procédé à une végétalisation du toit plat de ce bâtiment dans un double but:

- réduire les pertes de rendement induites par la surchauffe des panneaux solaires durant la période estivale à travers la régulation de la température ambiante par l'évapotranspiration des plantes,
- favoriser la biodiversité urbaine et plus particulièrement les pollinisateurs dont la diversité diminue à proximité des centres urbains (Deguines *et al.* 2016).

Afin d'évaluer l'efficacité de cet aménagement en regard des pollinisateurs, le SPADOM a commandé la présente étude, articulée autour des principaux objectifs suivants:

- établir un inventaire des papillons de jour (Rhopalocera et Heterocera: Zygenidae et Hesperidae) et des abeilles sauvages (Hymenoptera: Apidae),
- identifier les espèces remarquables qui colonisent les toitures végétalisées,
- établir des recommandations pour la mise en œuvre et l'entretien de toitures végétalisées en faveur des pollinisateurs.

Matériel et méthode

Zone d'étude

Le complexe de Beaulieu se situe en pleine ville de Lausanne (Plateau suisse), à une altitude de 540 m. La halle d'exposition sud (coordonnées 537'535/153'300) est coiffée d'un toit plat d'une surface de 6'500 m^2. Cette toiture a connu une première végétalisation en 2011 par épandage d'une couche d'environ 8 cm de substrat maigre à base de matière minérale industrielle additionnée d'un mélange grainier du commerce. À la fin de l'année 2013, cette surface a été équipée de panneaux photovoltaïques. Ces panneaux ont alors été lestés par l'ajout localisé d'environ 6 cm du même substrat que celui utilisé précédemment. L'ensemble de la surface a fait l'objet d'une seconde végétalisation dès le printemps 2014, par l'addition d'un mélange grainier du commerce contenant plus de 60 espèces de plantes différentes conjointement à la mise en terre de plantules (dans les deux cas il s'agissait uniquement d'espèces indigènes et d'écotypes suisses). Concernant ce deuxième mode de végétalisation, la toiture a été divisée en quatre zones (présentant toutes une surface libre - sans panneau solaire - égale),

chacune caractérisées par une densité et une composition spécifique en plantules différentes (ce dernier paramètre a conduit à désigner ces quatre surfaces se rattachant à l'Alysso-Sedion et au Xerobromion sous les appellations « Éboulis », « Garide », « Pré sec » et « Prairie »). À noter que ces surfaces ne font l'objet d'aucun traitement particulier (ni fauche, ni arrosage, ni amendement, ni produits phytosanitaires). Par ailleurs, dans le cadre de la présente recherche, une surface témoin située au niveau de la plate-bande sise au pied nord de la halle étudiée a été intégrée (sous l'appellation « Témoin ») (figure 1). Cette surface témoin se compose de 6 sous-unités qui, par opposition au reste de la plate-bande fauché bimensuellement, font l'objet d'une fauche tardive biannuelle (15 juin et 1er octobre). La végétation au niveau de ces 6 zones refuges constituant la surface témoin est comparable et se rattache à celle d'un pâturage de basse ou moyenne altitude (Cynosurion).

Méthodes d'inventaire

Quatre sessions de chasse à vue ont été réalisées dans des conditions d'ensoleillement parfaites en date du 22 avril, 28 mai, 30 juin et 30 juillet 2015. À chacune de ces occasions, les cinq surfaces d'inventaire (« Éboulis », « Garide », « Pré sec », « Prairie » et « Témoin ») étaient parcourues selon un transect aléatoire durant 20 minutes par un observateur unique équipé d'un filet entomologique et cherchant à capturer tous les papillons de jours et Apidae passant à sa portée. Alors que les papillons capturés étaient identifiés sur place et directement relâchés, les Apidae ont été capturés et préparés pour une détermination au laboratoire (exception faite de *Apis mellifera*, *Bombus gr. terrestris* et *B. lapidarius* qui ont généralement fait l'objet d'une identification sur place avant d'être relâchés).

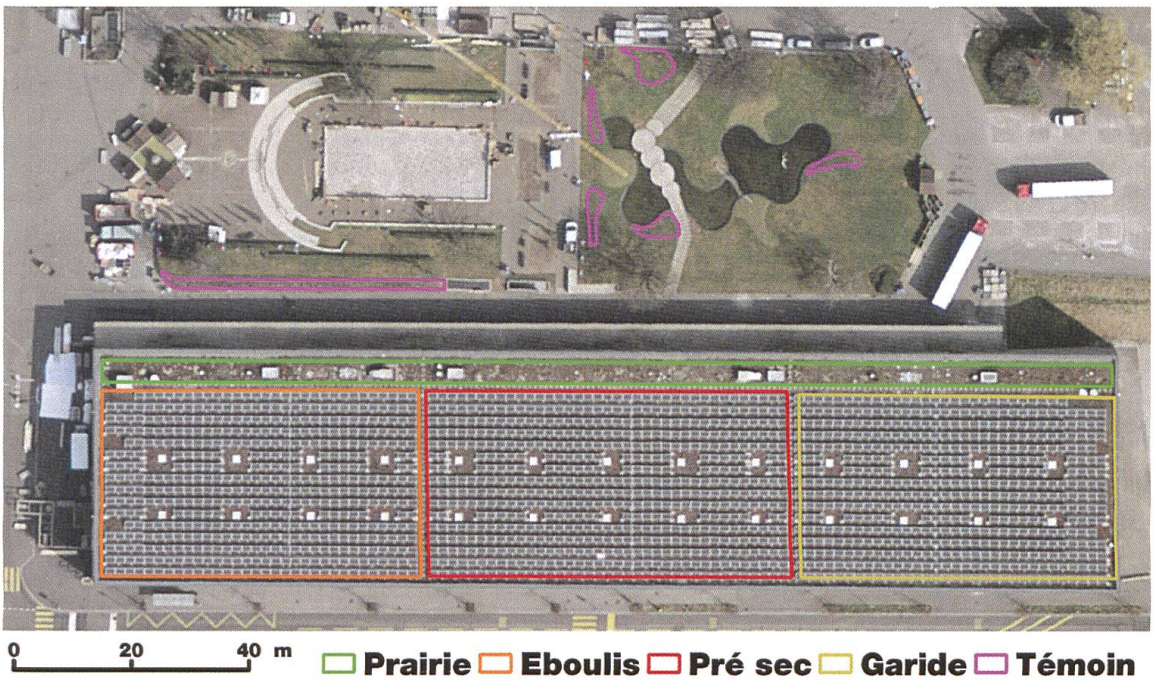

Figure 1. Vue aérienne du toit de la halle sud du complexe de Beaulieu et des différentes surfaces d'échantillonnage. © swissimage.

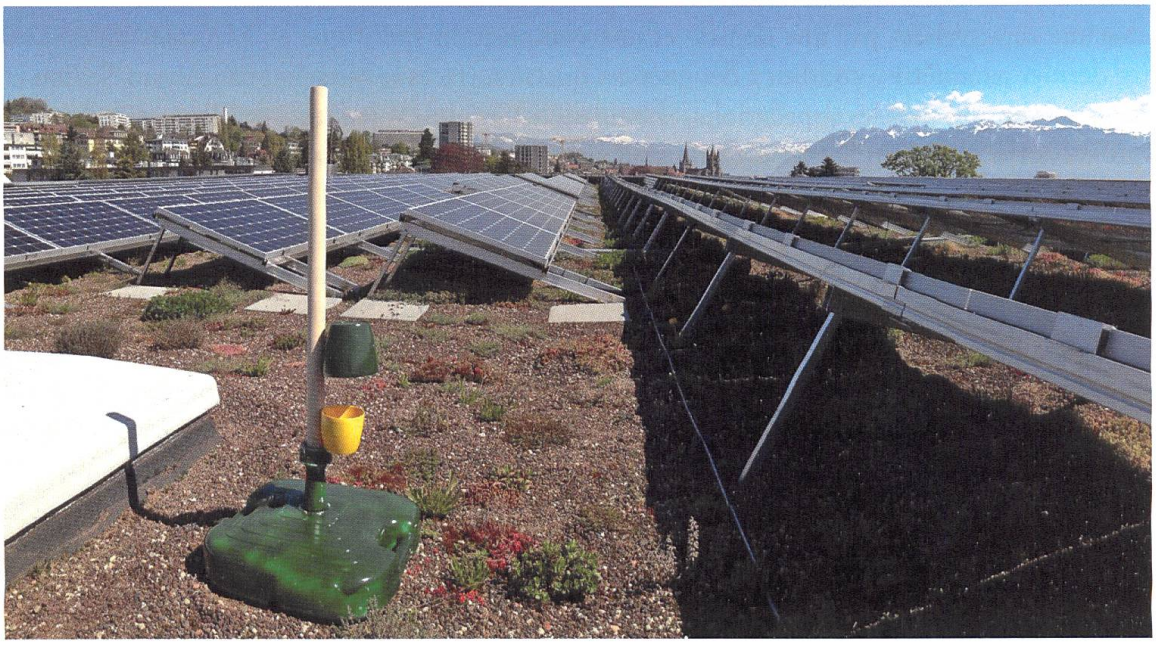

Figure 2. Pièges attractifs colorés utilisés pour inventorier les pollinisateurs appartenant à la famille des Apidae sur la toiture végétalisée de la halle sud du complexe de Beaulieu.

Conformément aux recommandations faites par Wilson *et al.* (2008), cette première méthode d'inventaire a été complétée par l'utilisation de pièges attractifs colorés. Dans le cas présent, il s'agissait de récipients circulaires de couleur jaune vif d'une vingtaine de centimètres de profondeur remplit d'un liquide à base d'éthylène glycol (figure 2). Les pollinisateurs attirés par la couleur du récipient se noient dans ce liquide et y sont conservés jusqu'au moment du relevé. Chacune des quatre surfaces d'inventaire situées sur la toiture végétalisée a été équipée d'un piège du 22 avril au 30 juillet 2015. Leur contenu a été relevé à six reprises (05.05, 28.05, 10.06, 30.06, 20.07 et 30.07.2015) entre ces deux dates et préparés pour une détermination au laboratoire.

Résultats

Papillons de jour

Les 15 observations de papillons se répartissent entre 9 espèces dont aucune ne présente un statut de priorité particulier en regard de la dernière Liste rouge (Wermeille *et al.* 2014) ou du Réseau écologique cantonal (BEB SA 2012) (tableau 1). Tant en termes d'abondance que de richesse spécifique, c'est la surface « Éboulis » qui semble être la plus attractive pour les papillons de jours. Notons encore que le site est utilisé pour la reproduction par certaines espèces (p. ex. *Cupido alcetas* observé en train de pondre sur *Anthyllis vulneraria*).

Apidae

Le suivi réalisé en 2015 a conduit à l'identification de 344 individus d'Apidae appartenant à 34 espèces différentes. Parmi les 34 espèces inventoriées, la majorité d'entre elles (20 soit 59 %) ont été capturées uniquement par la méthode de la chasse à vue. Les pièges attractifs colorés ont quant à eux permis l'identification de 4 espèces additionnelles (12 %). Enfin, les espèces

inventoriées par les deux systèmes d'échantillonnage sont au nombre de 10 (29 %) (figure 3). La chasse à vue est donc la méthode d'inventaire la plus efficace.

Espèces inventoriées

Parmi les 34 espèces d'Apidae identifiées à Beaulieu, 5 appartiennent à la Liste rouge des abeilles menacées de Suisse (Amiet 1994) : *Andrena cineraria*, *Halictus subauratus*, *Megachile rotundata*, *Osmia submicans* et *Bombus humilis* (toutes classées dans la catégorie « vulnérable »). Parmi ces espèces, *Halictus subauratus* est également une espèce prioritaire du Réseau écologique cantonal vaudois (BEB SA 2012).

Il est intéressant de relever que ce travail a permis d'observer 3 espèces (*Colletes daviesanus*, *Hylaeus nigritus* et *Osmia adunca*) qui n'étaient jusqu'alors pas répertoriées parmi la faune

Tableau 1. Espèces de papillons de jour (Rhopalocera et Heterocera: Zygenidae et Hesperidae) inventoriées à Beaulieu durant la saison 2015 et nombre d'individus identifiés au niveau de chacune des cinq surfaces d'échantillonnage (« Éboulis », « Garide », « Pré sec », « Prairie » et « Témoin »). La colonne « LR » désigne les espèces appartenant à la Liste rouge des papillons diurnes et zygènes menacés en Suisse (Wermeille *et al.* 2014) en indiquant leur catégorie de menace (LC ; non menacé, NT ; potentiellement menacé), et la colonne « REC » les espèces prioritaires du Réseau écologique cantonal (BEB SA 2012).

Espèces	LR	REC	Éboulis	Garide	Pré sec	Prairie	Témoin	Total
Papilionidae								
-								
Pieridae								
Pieris napi	LC		1	1		1		3
Pieris rapae	LC					1		1
Nymphalidae								
Aglais urticae	LC		1	1	3			5
Vanessa atalanta	LC		1					1
Satyridae								
-								
Lycaenidae								
Celastrina argiolus	LC		1					1
Cupido alcetas	NT		1					1
Polyommatus bellargus	LC		1					1
Polyommatus icarus	LC				1			1
Maniola jurtina	LC		1					1
Hesperiidae								
-								
Zygaenidae								
-								
Richesse spécifique			7	2	2	2	0	9
Abondance totale			7	2	4	2	0	15

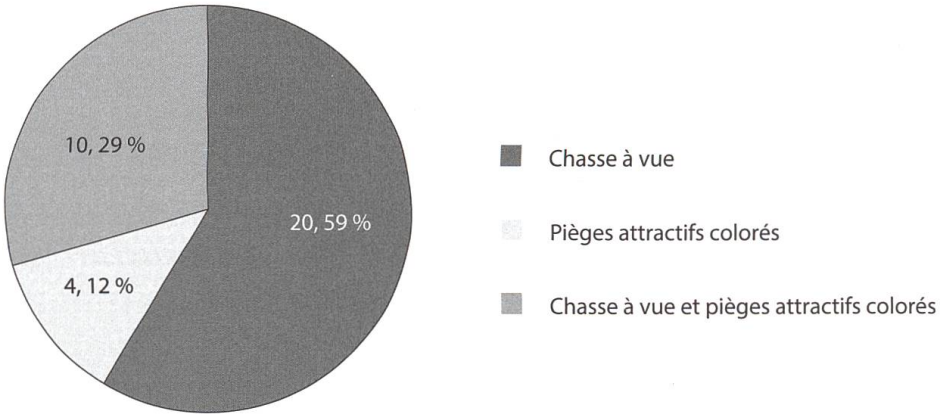

Figure 3. Comparaison du nombre d'espèces d'Apidae inventoriées uniquement durant les sessions de chasse à vue, uniquement au moyen des pièges attractifs colorés ou alors conjointement à travers ces deux méthodes.

Apidae de la commune de Lausanne (base de données du Centre suisse de cartographie de la faune, extrait du 17.04.2015) (tableau 2).

Attractivité des surfaces prospectées

L'abeille mellifère (*Apis mellifera*) est dominante dans les 5 surfaces échantillonnées (entre 48 % et 67 % des individus capturés). Son abondance étant peu informative sur l'attractivité des surfaces pour les Apidae au sens large, elle est exclue de la suite des analyses. Parmi les 5 surfaces échantillonnées, c'est la « Prairie » qui présente à la fois la plus grande richesse spécifique et la plus grande abondance en Apidae. Les 4 surfaces restantes montrent entre elles des chiffres sensiblement proches pour ces deux paramètres (tableau 2).

Tableau 2. Espèces de la famille des Apidae inventoriées à Beaulieu durant la saison 2015, et nombre d'individus identifiés au niveau de chacune des 5 surfaces d'échantillonnage. La colonne « LR » désigne les espèces appartenant à la Liste rouge des abeilles menacées de Suisse (Amiet 1994), et la colonne « REC » les espèces prioritaires du Réseau écologique cantonal (BEB SA 2012). La colonne « Lausanne » indique les espèces pour lesquelles il s'agit de la première observation pour la commune de Lausanne. La colonne « Régime trophique » (sources; Paul Westrich comm. pers., Amiet 1996, Amiet *et al.* 1999, 2001, 2004, 2007, 2010, Amiet & Krebs 2014) distingue les espèces polylectiques des espèces oligolectiques pour lesquelles la(les) famille(s) de plantes auxquelles elles sont liées sont mentionnées. Enfin, la colonne « mode de nidification » (source; Amiet & Krebs 2014) classe les espèces selon qu'elles ont l'habitude de nicher dans des galeries creusées dans le sol (terricole), dans des trous ou anfractuosités préexistantes (cavicole) ou encore dans des cavités du bois mort (xylicole).

Espèces	Régime trophique	Mode de nidification	LR	REC	Lsne	Éboulis	Garide	Pré sec	Prairie	Témoin	Total
Colletinae											
Colletes daviesanus	Asteraceae	terricole			X				3	3	6
Hylaeus hyalinatus	polylectique	terricole/xylicole					2				2
Hylaeus nigritus	Asteraceae	terricole/xylicole			X				4	4	8
Hylaeus punctatus	polylectique	terricole/xylicole					1	7	1		9
Hylaeus signatus	Resedaceae	terricole/xylicole							3		3

Espèces	Régime trophique	Mode de nidification	LR	REC	Lsne	Éboulis	Garide	Pré sec	Prairie	Témoin	Total
Andreninae											
Andrena cineraria	polylectique	terricole	X					1			1
Andrena dorsata	polylectique	terricole								1	1
Andrena gravida	polylectique	terricole								2	2
Andrena minutula	polylectique	terricole					1				1
Andrena nigroaenaea	polylectique	terricole						2	1		3
Andrena ovatula	polylectique	terricole				1					1
Halictinae											
Halictus subauratus	polylectique	terricole	X	X						5	5
Halictus tumulorum	polylectique	terricole				1		1			2
Lasioglossum laticeps	polylectique	terricole				3		3	1		7
Lasioglossum malachurum	polylectique	terricole							1		1
Lasioglossum morio	polylectique	terricole				3	3		2		8
Lasioglossum nitidulum	polylectique	terricole				1	1				2
Lasioglossum politum	polylectique	terricole						1	2		3
Lasioglossum punctatissimum	polylectique	terricole								1	1
Lasioglossum villosulum	polylectique	terricole							1		1
Melittinae											
-											
Megachilinae											
Anthidium oblongatum	Fabaceae Resedaceae	terricole						1	1		2
Megachile circumcincta	polylectique	terricole/xylicole							1		1
Megachile rotundata	polylectique	terricole/xylicole	X				1				1
Osmia adunca	Boraginaceae	terricole/xylicole			X				3		3
Osmia submicans	Fabaceae	terricole/xylicole	X						1		1
Heriades truncorum	Asteraceae	xylicole								1	1
Apinae											
Eucera nigrescens	Fabaceae	terricole				1	1				2
Anthophora quadrimaculata	polylectique	terricole				2			2		4
Bombus humilis	polylectique	cavicole	X					1			1
Bombus hypnorum	polylectique	terricole/cavicole							1		1
Bombus lapidarius	polylectique	terricole/cavicole				9	6	4	9	1	29
Bombus pascuorum	polylectique	terricole/cavicole				1				2	3
Bombus gr. terrestris	polylectique	terricole/cavicole				4	2	5	6	4	21
Apis mellifera	polylectique	cavicole				45	34	52	39	37	207
Richesse spécifique						**11**	**10**	**11**	**19**	**11**	**34**
% Richesse						32	29	32	56	32	100
Abondance totale						**71**	**52**	**78**	**82**	**61**	**344**
% Abondance						21	15	23	24	18	100
Abondance (sans *Apis mellifera*)						**26**	**18**	**26**	**43**	**24**	**137**
% Abondance (sans Apis mellifera)						19	13	19	31	18	100

Parmi les 34 espèces recensées, 8 (24 %) sont oligolectiques (tableau 2). Les 26 occurrences relevées pour ces espèces oligolectiques se concentrent au niveau de la « Prairie » (15 occurrences de 6 espèces différentes). Cette surface héberge donc 57 % des individus oligolectiques recensées pour seulement 24 % de l'abondance totale observée.

Discussion

Échantillonnage

Les pollinisateurs sont des espèces qualifiées de « clé de voûte » en raison de la disproportion entre leur biomasse et leur rôle au sein des écosystèmes (Kleijn *et al.* 2015). Les représentants les plus typiques de ce groupe fonctionnel sont les diptères, hyménoptères, coléoptères et lépidoptères. Ces taxons sont extraordinairement diversifiés et les études sur les pollinisateurs se concentrent le plus souvent sur les mieux connus et documentés d'entre eux comme les papillons de jour et les abeilles sauvages. Un inventaire des pollinisateurs souffrira donc toujours d'un biais lié à la systématique et aux connaissances écologiques disponibles.

Les deux groupes de pollinisateurs suivis en 2015 sont diversement informatifs. Les Apidae présentent une richesse et une diversité élevée qui permet de maximiser le contraste écologique entre les communautés observées sur les différentes parcelles (Fortel *et al.* 2014). Au contraire, les papillons de jour sont peu abondants et faiblement diversifiés dans l'espace urbain. Leur urbanophobie (Deguines 2015) les rend écologiquement moins informatifs.

Établir un inventaire de référence pour de tels groupes est délicat, en particulier sur une seule saison. Chaque session d'échantillonnage apporte son lot d'espèces nouvelles, et il est délicat de couvrir efficacement l'ensemble de la période phénologique d'intérêt (mars à octobre) avec un nombre limité de sessions d'échantillonnage (Bellmann 1999). Il est donc fort probable que les communautés identifiées ne représentent qu'un échantillon de la faune locale des groupes suivis. On peut toutefois spéculer que l'image obtenue durant l'été 2015 est suffisante pour renseigner le gestionnaire sur les forces et faiblesses des milieux naturels aménagés sur les toitures.

Sur les 34 espèces d'Apidae inventoriées à Beaulieu, il est intéressant de constater que 20 d'entre elles, et parmi celles-ci l'ensemble des espèces menacées, ont été capturées uniquement lors des sessions de chasse à vue. À l'inverse, seules 4 espèces ont été inventoriées uniquement à l'aide des pièges attractifs colorés (figure 3). Bien qu'il soit caractérisé par une meilleure reproductibilité (Westphal *et al.* 2008), le piégeage est donc beaucoup moins efficace que la chasse à vue et souffre de deux désavantages majeurs :

- il ne donne pas de renseignement sur les relations entre plantes et pollinisateurs,
- il n'est pas spécifique et peut conduire à affaiblir les populations d'insectes pollinisateurs en piégeant un grand nombre d'individus (Russel *et al.* 2005). Cette seconde assertion est particulièrement importante dans le contexte urbain où les populations d'Apidae considérées sont souvent petites et fragiles (Bates *et al.* 2011).

Ainsi, pour d'éventuels futurs travaux d'inventaire portant sur des surfaces limitées et isolées en milieu urbain, nous nous joignons aux conclusions de Cane *et al.* (2000) et recommandons de privilégier la chasse à vue.

Figure 4. Comparaison saisonnière de la végétation sur la toiture de Beaulieu; fin mai (photo de gauche), la diversité florale est importante; fin juillet (photo de droite), la sécheresse et la chaleur ont eu raison de la plupart des plantes et les ressources en nectar et pollen se font extrêmement rares.

Phénologie

Les inventaires portant sur plusieurs années successives permettent de s'affranchir des aléas météorologiques qui peuvent constituer un biais important. À cet égard, l'été 2015 fait figure d'exemple: 89 individus d'Apidae ont été recensés durant la session de capture réalisée fin juin contre seulement 2 individus pour celle de fin juillet. Ceci est sans aucun doute à mettre en lien avec les conditions de sécheresse qui prévalait alors (MétéoSuisse 2015) et qui ont provoqué la disparition prématurée de la quasi-totalité des ressources en nectar et pollen sur la toiture (figure 4). Notons encore que la conduite d'inventaires sur plusieurs années permet également de tenir compte des éventuelles évolutions des ressources florales au cours du temps. Cet élément est particulièrement pertinent dans le cas de la toiture de Beaulieu qui n'était en 2015 que dans sa deuxième saison de végétation et dont la composition florale évoluera dans les années à venir.

L'espace urbain est caractérisé par une mosaïque de petits espaces verts, intensément entretenus par les propriétaires privés et les gestionnaires des espaces verts. À l'exception des surfaces refuges mise en place par le SPADOM à travers la ville, les toitures végétalisées sont les seuls refuges à l'abri des fauches, tontes ou autre modes de gestion éliminant les sources de nourriture pour les pollinisateurs. Le suivi de la surface témoin (« Témoin ») au pied des halles de Beaulieu est particulièrement informatif: lors du dernier passage fin juillet, la surface avait été fauchée, faisant chuter le nombre d'individus recensés (hors *A. mellifera*) à 2 contre 15 le mois précédent. Cette observation permet de mettre l'accent sur l'importance de préserver des terrains maigres et des ressources florales sur l'ensemble de la période d'activité des pollinisateurs.

Flore et pollinisateurs

Les données actuellement à disposition relativement à la végétation sur la toiture de la halle de Beaulieu sont incomplètes puisque, comme évoqué précédemment, elles datent de la saison 2014 et ne concernent que les plantules mises en terre et non les plantes issues des mélanges graniers ou de la colonisation spontanée.

Selon les travaux de Zurbuchen & Müller (2012), les familles de plantes présentes à Beaulieu hébergeant la plus grande diversité de pollinisateurs Apidae sont les Rosaceae, les Fabaceae et les Lamiaceae. Il apparaît toutefois que la végétation de cette toiture reste imparfaitement adaptée aux besoins des Apidae potentiellement présents dans la région. Le déficit est particulièrement marqué chez les Fabaceae et les Asteraceae, deux familles particulièrement importantes pour les abeilles sauvages (Westrich 2015).

À titre anecdotique, signalons encore l'abondance d'*Echium vulgare* (Boraginaceae) au niveau de la « Prairie », une plante que l'on ne retrouve nulle part ailleurs sur la toiture de Beaulieu et qui contribue largement à l'attractivité supérieure de cette surface. En effet, cette plante est connue pour fournir des ressources en nectar et en pollen à une grande diversité de pollinisateurs Apidae (Corbet 1978). Il est également intéressant de noter qu'*Osmia adunca*, une petite abeille sauvage connue pour se nourrir exclusivement sur les plantes du genre *Echium*, n'a été observée qu'au niveau de la « Prairie ».

Complémentarité des habitats

Si les abeilles sauvages capturées sur la toiture de Beaulieu étaient toutes à la recherche de nectar ou de pollen lors de leur capture, aucun indice ne nous permet de confirmer que la toiture végétalisée peut être utilisée comme site de nidification. Les espèces terricoles comme *Colletes daviesanus* ou *Andrena cineraria* creusent des galeries plus profondes que la hauteur du substrat disponible sur les toitures végétalisées, elles proviennent donc nécessairement d'ailleurs. C'est également le cas des espèces sociales comme les *Bombus*. La présence d'espèces typiques des transitions forestières comme les *Megachile*, *Osmia* ou *Lasiogossum circumcincta* laisse également penser que ces individus viennent de plus loin puisqu'aucun massif forestier n'est situé à moins de 400 m.

Certaines espèces rubicoles (dont la nidification se fait dans les tiges mortes) pourraient être efficacement favorisées par l'ensemencement avec des grandes plantes à tige creuse ou médullaire. Actuellement, seuls *Echium vulgare* ou *Agrimonia eupatoria* peuvent potentiellement jouer ce rôle à Beaulieu. Dans le cas des toitures végétalisées équipées de panneaux photovoltaïques, un tel ensemencement entrerait en conflit avec la production électrique, mais il devrait être retenu partout ailleurs.

De nombreuses études (par exemple Pfiffner & Müller 2014) ont démontré que le succès de reproduction déclinait rapidement avec la distance entre le site de nidification et les sources de nourriture. Il conviendrait donc d'aménager des structures facilitant la nidification des Apidae sur les toitures afin d'en augmenter l'attractivité et d'améliorer la capacité de soutien de ce type de milieux pour les pollinisateurs.

Recommandations

Amélioration de l'offre florale pour les pollinisateurs

Les abeilles sauvages constituent un groupe écologique complexe du point de vue du régime trophique. Elles se répartissent le long d'un gradient allant des espèces les plus généralistes (polylectiques) à même de prélever du pollen et du nectar sur de nombreuses plantes appartenant à des familles variées, jusqu'aux espèces les plus spécialisées (oligolectiques) qui se nourrissent sur un seul genre de plantes. La composition florale au sein d'un périmètre donné va donc largement influencer les espèces d'abeilles sauvages que l'on pourra y rencontrer.

Certaines familles de plantes - Rosaceae, Fabaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Apiaceae, Boraginaceae, Dipsacaeae - présentent un intérêt supérieur de ce point de vue-là (Terzo & Rasmont 2007, Zurbuchen & Müller 2012). Parmi les genres qui constituent des sources de nourriture importante mais qui sont absents de la toiture végétalisée de Beaulieu, citons (par ordre d'importance décroissante) *Onobrychis*, *Carduus*, *Cyrsium*, *Centaurea*, *Knautia*, *Scabiosa*, *Allium* ou *Campanula*. Les futurs ensemencements devraient donc comporter une proportion aussi importante que possible de ces genres, dont l'intérêt dépasse largement les deux groupes faunistiques étudiés ici.

Aménagement de sites de nidification

Une part importante de la faune indigène des abeilles sauvages de Suisse est constituée par des espèces terricoles (Amiet & Krebs 2014). Ces espèces aménagent des galeries dans le sol ou dans des parois le plus souvent naturelles afin d'y déposer leurs œufs. Ce mode de nidification prédomine également très nettement parmi les espèces inventoriées à Beaulieu (tableau 2). Ces espèces ne profitent donc pas des nombreux hôtels à insectes mis en place par la ville de Lausanne ou directement par des initiatives privées ces dernières années puisque ceux-ci sont essentiellement adaptés à la reproduction des espèces xylicoles (Pasche 2013). Les zones de terre nue favorables à la nidification des espèces d'abeilles sauvages terricoles constituent aujourd'hui un facteur limitant le développement des populations de ces espèces. Une solution à ce déficit pourrait être la mise en place de casiers de matériaux minéraux relativement meubles et de différentes granulométries fines adaptés à la nidification des espèces terricoles (figure 5). La réalisation de spirales à insectes (Coupey *et al.* 2014) permettrait aussi d'atteindre cet objectif. Sur la toiture de la halle de Beaulieu investiguée, l'épaisseur du substrat actuel et sa granulométrie la rendent peu propice à la reproduction de telles espèces dont les nids sont creusés au-delà de 10-15 cm de profondeur. Sous réserve que la statique du bâtiment le permette, l'introduction de tas de matériaux minéraux naturels divers pourrait combler à cette lacune. Une augmentation de la hauteur du substrat présenterait également l'avantage de pouvoir diversifier la composition floristique.

Compétition avec l'abeille domestique

Les travaux d'inventaires réalisés en 2015 à Beaulieu ont montré que, indépendamment de la surface échantillonnée, l'abeille mellifère représente pratiquement toujours plus de la moitié des individus recensés (tableau 2). Bien que la détectabilité de cette espèce soit certainement plus élevée que celle de la plupart des abeilles sauvages (généralement plus petites), l'abeille mellifère est très présente à Beaulieu et occupe une place considérable au sein de la commu-

Figure 5. Illustration d'un hôtel à insectes adapté aux espèces d'abeilles sauvages terricoles (Jardin botanique La Thomasia, Pont-de-Nant, VD).

nauté des pollinisateurs du secteur. Cette espèce est souvent mise en avant pour le rôle qu'elle tient dans la pollinisation de nombreuses plantes sauvages et cultivées. La ville de Lausanne entretient d'ailleurs depuis 2011 quelques ruches urbaines afin de promouvoir l'abeille mellifère. Cependant, une revue récente de la littérature (Pfiffner & Müller 2014) minimise le rôle joué par l'abeille mellifère dans la pollinisation de nos écosystèmes et souligne à l'inverse celui, souvent jusqu'ici sous-estimé, des autres pollinisateurs naturels que sont notamment les abeilles sauvages. D'autres résultats incitent par ailleurs à la plus grande prudence quant à l'installation de ruches à abeilles mellifères en raison d'un phénomène de compétition entre cette espèce et les abeilles sauvages pour l'accès aux ressources en nectar et pollen (Vereecken *et al.* 2015).

Conclusion

Les agglomérations occupent une part croissante du territoire (en Suisse entre 1985 et 2009, les surfaces d'habitat et d'infrastructure se sont accrues d'un quart (Altwegg 2015)). Dans ce contexte, la promotion d'une nature urbaine diversifiée apparaît donc comme un élément constitutif essentiel de toutes les stratégies globales de sauvegarde de la biodiversité (cf. par exemple OFEV 2012). À ce titre, les toitures végétalisées, dont le potentiel d'aménagement est considérable, constituent une solution peu onéreuse pour proposer une large palette d'habitats de substitution susceptibles d'abriter une biocénose riche (Obrist *et al.* 2012). Cette assertion a été vérifiée par la présente étude menée en 2015 sur la toiture végétalisée de la halle sud du

complexe de Beaulieu en ville de Lausanne, celle-ci ayant démontré que les ressources florales de cette toiture attirent une communauté d'abeilles sauvages diversifiée (34 espèces) et en partie menacée de disparition (5 espèces).

Les abeilles sauvages sont des espèces clé de voûte (Kratochwil 2003) en raison de l'influence démesurée qu'elles ont sur l'écosystème (essentiellement à travers la pollinisation) en regard de leur biomasse. Cela signifie également que des mesures conservatoires à leur intention déploieront indirectement des effets bénéfiques en matière de biodiversité bien au-delà de ce groupe d'espèces. Cet élément souligne encore un peu plus l'intérêt des toitures végétalisées extensives en tant qu'outils de promotion de la biodiversité dans le milieu bâti. Il est donc du devoir des collectivités publiques d'encourager ce type d'aménagements, au minimum à travers un système de subventionnement incitatif (cas de Lausanne) ou mieux à travers un cadre légal contraignant (cas de Bâle).

Remerciements

Notre reconnaissance va à Jessica Littman (Musée d'histoire naturelle de Neuchâtel, Conservatrice des Invertébrés) et Christophe Praz (Université de Neuchâtel) pour la vérification des déterminations réalisées sur le matériel collecté durant cette étude, ainsi qu'à Anne Freitag (Musée cantonal de zoologie à Lausanne) pour la mise à disposition de collections de référence. Nous tenons également à remercier Paul Westrich pour ses indications sur le régime trophique des espèces inventoriées. Merci également au Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF) pour la mise à disposition des données d'Hyménoptères sur la commune de Lausanne et à Yves Gonseth pour son appui dans l'interprétation des données. Un grand merci au Service des Parcs et Domaines de la ville de Lausanne pour le financement de cette étude et en particulier à Aino Adriaens pour son accompagnement dans cette démarche. Finalement, nous souhaitons encore remercier le comité de lecture ainsi que l'équipe rédactionnelle des publications de la SVSN pour leurs remarques constructives qui ont contribué à l'amélioration de l'article.

Bibliographie

Adriaens A., 2014. Toitures végétalisées; guide de recommandations "Pourquoi et comment accueillir la nature sur son toit". Service des parcs et domaine (SPADOM), Lausanne.

Altwegg D., 2015. L'utilisation du sol en Suisse; exploitation et analyse. Office fédéral de la statistique (OFS), Neuchâtel. *Statistiques de la Suisse* 02 : 59 p.

Amiet F., 1994. Liste rouge des abeilles menacées de Suisse. *In*: Duelli P., Liste rouge des espèces animales menacées de Suisse. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Berne. 38-44 p.

Amiet F., 1996. Hymenoptera: Apidae 1. Teil. Allgemeiner Teil, Gattungsschlüssel, Die Gattungen Apis, Bombus und Psithyrus. *Insecta Helvetica* 12: 98 p.

Amiet F., Müller A. & Neumeyer R., 1999. Apidae 2: Colletes, Dufourea, Hylaeus, Nomia, Nominoides, Rhophitoides, Rophites, Sphecodes et Systropha. Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF), Neuchâtel. *Fauna Helvetica* 4: 240 p.

Amiet F., Herrmann M., Müller A. & Neumeyer R., 2001. Apidae 3: Halictus et Lasioglossum. Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF), Neuchâtel. *Fauna Helvetica* 6: 209 p.

Amiet F., Herrmann M., Müller A. & Neumeyer R., 2004. Apidae 4: Anthidum, Chelostoma, Coelioxys, Dioxys, Heriades, Lithurgus, Megachile, Osmia et Stelis. Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF), Neuchâtel. *Fauna Helvetica* 9: 274 p.

Amiet F., Herrmann M., Müller A. & Neumeyer R., 2007. Apidae 5: Ammobates, Ammobatoides, Anthophora, Biastes, Ceratina, Dasypoda, Epeoloides, Epeolus, Eucera, Macropis, Melecta, Melitta, Nomada, Pasites, Tetralonia, Thyreus et Xylocopa. Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF), Neuchâtel. *Fauna Helvetica* 20: 357 p.

Amiet F., Herrmann M., Müller A. & Neumeyer R., 2010. Apidae 6: Andrena, Melitturga, Panurginus et Panurgus. Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF), Neuchâtel. *Fauna Helvetica* 26: 318 p.

Amiet F. & Krebs A., 2014. Bienen Mitteleuropas. Gattungen, Lebensweise, Beobachtung. Haupt, Berne. 423 p.

Bates A.J., Sadler J.P., Fairbrass A.J., Falk S.J., Hale J.D. & Matthews T.J., 2011. Changing bee and hoverfly pollinator assemblages along an urban-rural gradient. *PLoS ONE* 6(8) : e23459. doi: 10.1371/journal.pone.0023459.

BEB SA, 2012. Réseau écologique. Analyse au niveau cantonal (REC-VD). Service des forêts, de la faune et de la Nature, Centre de conservation de la nature. 67 p.

Beins-Franke A. & Heeb J., 1995. Toits végétalisés; Niches écologiques et surfaces de compensation dans les zones d'habitation sous l'angle particulier de la végétalisation extensive. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Berne. *Cahier de l'environnement* 216, 58 p.

Bellmann H., 1999. Guides des abeilles, bourdons, guêpes et fourmis d'Europe. L'identification, le comportement, l'habitat. Delachaux et Niestlé, Paris. 336 p.

Brenneisen S., 2003. Ökologisches Ausgleichspotenzial von extensiven Dachbegrünungen - Bedeutung für den Arten- und Naturschutz und die Stadtentwicklungsplanung. Doktorarbeit. University of Basel, Switzerland. 240 p.

Brenneisen S., 2006. Space for urban wildlife: designing green roofs as habitats in Switzerland. *Urban habitats* 4 : 27-36.

Cane J.H., Minckley R.L. & Kervin L.J., 2000. Sampling bees (Hymenoptera: Apiformes) for pollinator community studies: pitfalls of pan-trapping. *Journal of the Kansas entomological society* 73: 225-231.

Corbet S., 1978. Bee visits and the nectar of *Echium vulgare* L. and *Sinapis alba* L. *Ecological Entomology* 3 : 25-37.

Coupey C., Mouret H., Fortel L., Visage C., Vyghen F., Aubert M. & Vaissière B.E., 2014. Guide de gestion écologique pour favoriser les abeilles sauvages et la nature en ville. 127 p.

Deguines N., 2015. L'urbanophobie chez les insectes pollinisateurs: apports de l'analyse des données 2010-2012 du programme SPIPOLL. *Le Biodiversitaire* 6 : 57-66.

Deguines N., Julliard R., de Flores M. & Fontaine C., 2016. Functional homogenization of flower visitor communities with urbanization. *Ecology and Evolution* 6(7) : 1967-1976. doi: 10.1002/ece3.2009.

Fortel L., Henry M., Guilbaud L., Guirao A.L., Kuhlmann M., Mouret H., Rollin O. & Vaissière B.E., 2014. Decreasing abundance, increasing diversity and changing structure of the wild bee community (Hymenoptera: Anthophila) along an urbanization gradient. *PLoS ONE* 9(8) : e104679. doi:10.1371/journal.pone.0104679.

Kleijn D., Winfree R. *et al.*, 2015. Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nature Communications* 6: 7414. doi: 10.1038/ncomms8414.

Kratochwil A., 2003. Bees (Hymenoptera, Apoidea) as key-stone species: specifics of resource and requisite utilisation in different habitat types. *Berichte der Reinhold-Tüxen-Geselschaft* 15 : 59-77.

MétéoSuisse, 2015. Bulletin climatologique été 2015. Office fédéral de météorologie et de climatologie, Genève. 6 p.

Obrist M. *et al.*, 2012. La biodiversité en ville - pour l'être humain et la nature. Institut fédéral de recherches WSL, Birmensdorf. *Notice pour le praticien* 48: 12 p.

OFEV, 2012. Stratégie Biodiversité Suisse - En exécution de la mesure 69 (objectif 13, art. 14, section 5) du programme de la législature 2007-2011 : Elaborer une stratégie en faveur du maintien et du développement de la biodiversité. Confédération suisse: 89 p.

Pasche A., 2013. Suivi de refuges à insectes dans la ville de Lausanne, Abeilles solitaires. Rapport de terrain. 16 p.

Pfiffner L. & Müller A., 2014. Abeilles sauvages et pollinisation. Faits et chiffres. Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL). 8 p.

Russel K.N., Ikerd H. & Droege S., 2005. The potential conservation value of unmowed powerline strips for native bees. *Biological Conservation* 124: 133-148.

Terzo M., & Rasmont P., 2007. Abeilles sauvages, bourdons et autres insectes pollinisateurs. Ministère de la Région wallone, Direction générale de l'Agriculture. *Les livrets de l'agriculture* 14 : 62 p.

Vereecken N.J., Dufrêne E. & Aubert M., 2015. Sur la coexistence entre l'abeille domestique et les abeilles sauvages. Rapport de synthèse sur les risques liés à l'introduction de ruches de l'abeille domestique (*Apis mellifera*) vis-à-vis des abeilles sauvages et de la flore. Observatoire des Abeilles. 25 p.

Wermeille E., Chittaro Y. & Gonseth Y., 2014. Liste rouge des papillons diurnes et zygènes menacés en Suisse. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne et Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF), Neuchâtel. *L'environnement pratique* 1403 : 97 p.

Westphal C. *et al.*, 2008. Measuring bee diversity in different european habitats and biogeographical regions. *Ecological Monographs* 78 : 653-671.

Westrich P., 2015. Wildbienen ; die anderen Bienen. Verlag Dr. F. Pfeil, München. 169 p.

Wilson J.S., Griswold T. & Messinger O.J., 2008. Sampling bee communities (Hymenoptera : Apiformes) in a desert landscape : are pan traps sufficient ? *Journal of the Kansas entomological society* 81 : 288-300.

Zurbuchen A. & Müller A., 2012. Wildbienenschutz - von der Wissenschaft zur Praxis. Haupt, Berne. 162 p.