

Inventaire des abeilles sauvages (Hymenoptera, Anthophila) et des syrphes (Diptera, Syrphidae) des sites de Port-Cros, Bagaud et du cap Lardier (Parc national de Port-Cros, Provence, France)

Clémentine GOMBAULT¹, Laurent GUILBAUD¹, Nicolas MORISON¹, David GEOFFROY², Bernard VAISSIÈRE¹

¹Laboratoire Pollinisation et Écologie des abeilles (LPEA), UR406 Abeilles et Environnement, INRA, 228 Route de l'Aérodrome, CS40509, 84914 Avignon CEDEX 9, France.

²Grenoble-Alpes Métropole, Réserves naturelles régionales des Isles du Drac et de l'Étang de Haute-Jarrie, 12 rue du Polygone, 38450 Vif, France.

*Contact : aldrovandia@aol.com

Résumé. En 2007, un inventaire des abeilles sur l'île de Porquerolles a permis de dresser une liste de 114 espèces présentes sur cette portion de territoire du Parc national de Port-Cros. Afin de compléter cet inventaire mais également d'évaluer s'il existait des différences selon les habitats et selon l'insularité, un nouveau travail de recensement a été mis en place en 2016 et 2017 sur Port-Cros, Bagaud et le cap Lardier.

Au total, 131 taxons ont été identifiés : 105 espèces d'abeilles (83 espèces sur le cap Lardier, 60 sur Port-Cros et 25 sur Bagaud) et 26 espèces de syrphes (dont *Ferdinandea fumipennis* citée pour la première fois dans le Var et une nouvelle espèce de *Chrysotoxum* à décrire). En combinant ces données à celles du travail effectué sur Porquerolles, nous obtenons une liste de 162 espèces d'abeilles présentes sur le territoire du Parc national, soit 17 % des espèces inventoriées en France métropolitaine. Le cap Lardier abrite le plus grand nombre d'espèces et, ce, malgré l'incendie d'août 2017 ayant parcouru et détruit les habitats de trois sites d'échantillonnages.

L'inventaire a révélé la présence d'espèces d'abeilles à intérêt patrimonial. L'une d'elle est classée en danger sur la liste rouge européenne de l'UICN : *Colletes collaris* et six sont des espèces quasi-menacées : *Andrena ovatula*, *Halictus quadricinctus*, *Melitta tricincta* et trois *Lasioglossum* : *L. brevicorne*, *L. pygmaeum*, *L. xanthopus*. Il faut souligner qu'un quart des espèces capturées sont cataloguées par l'UICN avec la mention « données insuffisantes ». Cette information montre le manque de connaissances sur les abeilles sauvages et l'importance de conduire ce type d'étude pour combler les lacunes et aider à leur conservation. De plus, d'un point de vue conservation, cette étude alimente les connaissances sur les plantes visitées telles que les espèces patrimoniales *Limonium pseudominutum*, *Malva arborea*, *Pancratium maritimum*, *Cakile maritima*, *Senecio leucanthemifolia* subsp. *crassifolia*, *Teucrium marum*, *Anthyllis barba-jovis* ou encore *Crithmum maritimum*.

Mot-clés : abeilles, biodiversité, conservation, écosystème insulaire, espèces patrimoniales, réseau d'interactions.

Abstract. Wild bees (Hymenoptera, Anthophila) and hoverflies (Diptera, Syrphidae) survey of the Port-Cros National Park (islands of Bagaud and Port-Cros, cap Lardier, Provence, France). In 2007, a faunistic survey of the bees on the island of Porquerolles enabled us to set a list of 114 species present on this territory of Port-Cros National Park. To complete this inventory and to assess whether there were differences in the bee fauna among different habitats and between the islands and the mainland, a new survey started in 2016 on Port-Cros, Bagaud and cap Lardier. For one year (from October 2016 until November 2017), we surveyed pollinators monthly, using both colored pan traps and hand net captures on 10 locations (4 in Port-Cros, 2 in Bagaud and 4 in cap Lardier).

We captured more than 2000 pollinators, of which more than 400 were set free after being caught by net as they were easily identified. The identification of the specimens indicated that we caught 1816 bees and 200 syrphid flies that belong to 131 species altogether: 105 species of bees (83 spp. on cap Lardier, 60 on Port-Cros and 25 on Bagaud) and 26 spp. of syrphid flies (among which *Ferdinandea fumipennis*, recorded for the first time in Var area, and a new species of *Chrysotoxum* that remains to be described). By pooling these results with those obtained earlier in Porquerolles, we find a total list of 162 bee species recorded on the territory of the Park, or ca. 17 % of the total number of species known in France.

This survey also revealed the presence of some bee species of value from a conservation perspective. One is ranked as 'endangered by the European red list of IUCN: *Colletes collaris*, and six others are listed as 'Near Threatened': *Andrena ovatula*, *Halictus quadricinctus*, *Melitta tricincta* and three *Lasioglossum*: *L. brevicorne*, *L. pygmaeum*, *xanthopus*. It is noteworthy that one quarter of the bee species recorded are listed as 'Data deficient' by the IUCN. This shows the lack of knowledge on wild bees and the importance of conducting this type of faunistic surveys to fill the gaps and help the conservation of wild bees. Furthermore, from a conservation standpoint, this study provides some data to help better understand the visitors of local plant species. This is especially so for the insects captured on *Limonium pseudominutum*, *Malva arborea*, *Pancratium maritimum*, *Cakile maritima*, *Senecio leucanthemifolia* subsp. *crassifolia*, *Teucrium marum*, *Anthyllis barba-jovis* or *Crithmum maritimum*.

Cap Lardier had the largest number of bee species, and this result was obtained despite the fire of August 2017 that considerably hampered our sampling there since 3 sites were totally destroyed. Among these sites, the meadow studied on one site (cap Lardier) was the most favorable habitat for bees. The fire of cap Lardier was favored by the high temperatures and exceptional drought that took place in 2017, and these conditions certainly affected our sampling at all the sites. To get a more complete overview of the bee richness in the National Park territory, we recommend undertaking new surveys by going over some sites that were already sampled, but also some new sites on open areas that are favorable to pollinators.

Keywords: bees, biodiversity, conservation, insular ecosystem, endangered species, interaction network.

Introduction

De nombreux groupes faunistiques commencent à être bien connus et inventoriés sur le territoire du Parc national de Port-Cros, mais peu de données existent sur les abeilles. L'inventaire effectué en 2007 sur l'île de Porquerolles a permis de dresser une première liste de 114 espèces et a mis en évidence le lien étroit entre plusieurs espèces d'abeilles rares et des plantes d'intérêt patrimonial (Coiffait-Gombault *et al.*, 2016). Alors que le bassin méditerranéen est une des régions les plus riches au monde en espèces d'abeilles (Michener, 1979), cette première prospection semble en deçà de la richesse potentielle de ce territoire. Il est important d'acquérir des données sur la richesse qu'abritent ces milieux, d'autant plus dans le contexte actuel de déclin de la biodiversité, où il sera difficile de quantifier les pertes si aucun inventaire n'a été établi en amont. Les conséquences du déclin de la biodiversité sur les écosystèmes sont de plus en plus perceptibles alors même que les conséquences positives de la biodiversité sur les activités humaines commencent à être mieux connues et appréciées (Garibaldi *et al.*, 2013). En particulier, la survie et l'évolution de plus de 80 % des espèces végétales en milieu tempéré dépendent directement des insectes pour assurer leur pollinisation, et donc leur reproduction sexuée (Ollerton *et al.*, 2011). Les abeilles (Hymenoptera : Anthophila) figurent au premier rang des insectes pollinisateurs et il en existe près de mille espèces en France (FlorAbeilles, 2020).

Le présent travail a eu pour objectif de compléter ce premier inventaire et de tenter de décrire les communautés d'abeilles (hyménoptères) et de syrphes (diptères) en fonction de la géographie, des habitats et des saisons. Nous avons choisi, pour les inventaires, d'étendre nos zones de prospections à l'île de Port-Cros, l'îlot de Bagaud et sur le cap Lardier, selon la même méthodologie que celle employée sur Porquerolles (Coiffait-Gombault *et al.*, 2016).

Matériel et méthodes

L'inventaire a été réalisé entre octobre 2016 et novembre 2017. Les sites et les méthodes de captures ont été combinés afin d'avoir un aperçu le plus complet des communautés d'abeilles. Les méthodes de captures des abeilles permettent également de capturer des syrphes. Nous ne sommes pas compétents pour pouvoir commenter les captures de ce groupe ; nous nous limiterons donc à exposer leur abondance et établirons en annexe une liste des spécimens identifiés.

Les sites de captures

Quatre sites de captures ont été choisis sur l'île de Port-Cros, deux sur l'îlot de Bagaud et quatre sur le continent au cap Lardier (Fig. 1 et 2, Tabl. I.). Le choix des sites s'est effectué en concertation avec les agents du Parc national afin de déterminer les lieux les plus propices pour le vol des abeilles (espaces ouverts). Chacun des sites a été choisi afin qu'un comparatif inter-sites puisse être établi : entre les îles et le continent mais aussi avec les sites qui avaient été échantillonnés en 2007 sur Porquerolles (Coiffait-Gombault *et al.*, 2016). Le jardin particulier de Port-Cros (PC3 ou jardin de Cyrielle) ne se rapproche d'aucun autre site d'étude, mais il représente un habitat anthropisé qui n'avait pas été pris en considération dans l'étude précédente. Ce type d'habitat est susceptible d'abriter de nombreux pollinisateurs du fait de la richesse d'espèces végétales dont il dispose tout au long de l'année.

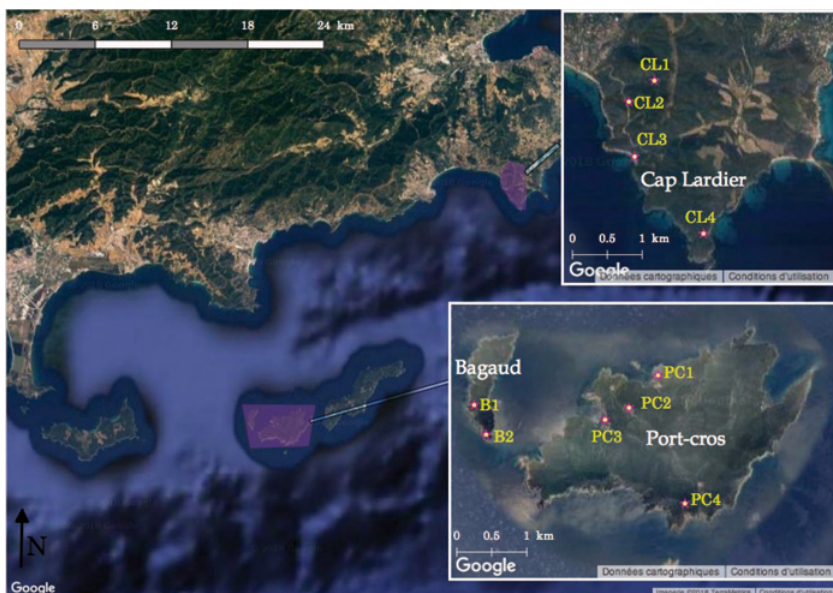


Figure 1. Localisation des sites de captures.

Port-Cros



Bagaud



Cap Lardier

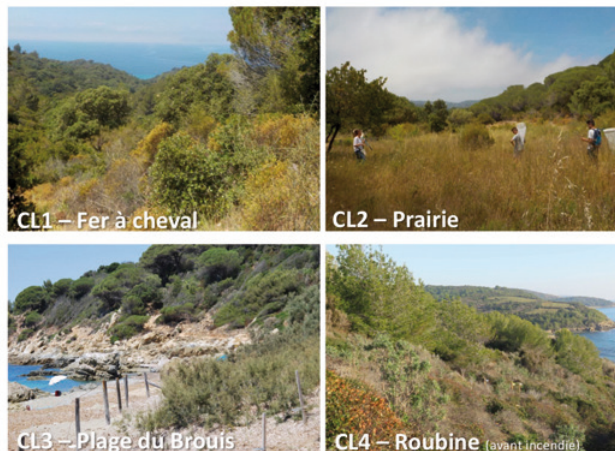


Figure 2. Illustrations des sites de captures. © Gombault et Morison.

Tableau I : Caractéristiques des sites sur lesquels les abeilles et les syrphes ont été collectés.

	Nom du site	Coordonnées GPS		Description du site
Port-Cros	PC1 Plage de la Palud	N 43°00'46,7"	E 006°23'35,1"	Hors milieu urbanisé mais forte pression anthropique l'été, végétation caractéristique des milieux littoraux à cordon dunaire avec Tamaris
	PC2 Fort de l'Eminence	N 43°00'31,8"	E 006°23'17,0"	Site en limite de la zone habitée de l'île et des zones naturelles, représentatif des maquis mixtes à cistes (<i>Cistus monspeliensis</i> , <i>C. salviifolius</i>), romarins (<i>Rosmarinus officinalis</i>), filaires (<i>Phillyrea angustifolia</i>) et pistachiers (<i>Pistacia lentiscus</i>)
	PC3 Jardin de Cyrielle	N 43°00'26,2"	E 006°23'02,0"	Ce jardin entretenu par Cyrielle (d'où la dénomination jardin de Cyrielle dans la suite de l'article) de manière extensive (fauche tardive, peu d'intrants) est un habitat anthropisé présentant une grande diversité végétale d'espèces horticoles et spontanées
	PC4 La Grande Garde	N 42°59'47,4"	E 006°23'52,0"	Hors milieu urbanisé, site représentatif d'un maquis haut
Bagaud	B1 Vallon	N 43°00'33,3"	E 006°21'40,8"	Garrigue littorale halo-résistante dominée par les romarins, filaires et pistachiers à port prostré et dense
	B2 Pointe Sud	N 43°00'20,1"	E 006°21'46,4"	Mégaphorbiaie halo-nitrophile ; ce site est un lieu de nidification des goélands qui dispersent leur guano et augmentent ainsi les teneurs d'azote dans le sol, responsables de ces formations
Cap Lardier	CL1 Fer à cheval	N 43°10'58,7"	E 006°36'42,7"	Site représentatif d'un maquis haut avec quelques chênes liège (<i>Quercus suber</i>)
	CL2 La Prairie	N 43°10'48,2"	E 006°36'26,6"	Zone ouverte avec quelques ligneux plantés par les gestionnaires et des fourrés de ronce (<i>Rubus</i> sp.)
	CL3 Plage du Brouis	N 43°10'22,6"	E 006°36'29,8"	Quelques fourrés à Tamaris (<i>Tamarix africana</i>), végétation psammophile
	CL4 Roubine	N 43°09'47,3"	E 006°37'13,6"	Végétation de maquis bas, site ouvert sur la zone d'écoulement des eaux pluviales

Protocole d'échantillonnage

Les relevés ont été réalisés mensuellement d'octobre 2016 à novembre 2017 en combinant les captures au filet et piégeage par coupelles colorées (Fig. 3). Les captures au filet ont toujours eu lieu le jour de pose ou de levée des coupelles colorées (Tabl. II). La combinaison de deux méthodes de capture suit les recommandations de Westphal *et al.* (2008). Les conditions climatiques n'ont pas permis les captures en novembre 2016 ; les captures ont donc été poursuivies jusqu'en novembre 2017 pour disposer d'informations sur l'ensemble des mois de l'année. Les captures ont toujours été effectuées lorsque les conditions météorologiques étaient favorables au butinage des abeilles (température et hygrométrie contrôlée pour chaque relevé) : température maximale journalière d'au moins 15°C, peu de vent (<20-25 km/h), en l'absence de précipitation et sur végétation sèche (Westphal *et al.*, 2008).

La capture active au filet consiste à prélever à l'aide d'un filet à papillons toutes les abeilles (y compris *Apis mellifera*) et les diptères de la famille des Syrphidae (syrphes) présents sur les plantes en fleurs dans la zone d'échantillonnage (Fig. 3, droite). Cette zone s'étend sur 1 500 à 2 000 m² selon le type d'habitat. La surface varie d'un site à l'autre en fonction de l'accessibilité, de l'homogénéité du milieu et du recouvrement par les espèces végétales. Le protocole s'établit en deux temps : une première phase d'observation et une seconde de captures. La phase d'observation consiste à inventorier toutes les espèces en fleurs sur le site puis à trouver pour chaque espèce le plus gros patch floral. Une fois le patch identifié, il est observé pendant deux minutes afin de déterminer s'il y a butinage ou non. S'il n'y a aucun butinage, le collecteur renouvelle cette phase d'observation sur une autre espèce végétale en fleur. Dans le cas où l'espèce est butinée, le collecteur passe à l'étape des captures. Cette étape est chronométrée sur un pas de temps de cinq minutes de captures effectives, c'est à dire que le chronomètre est arrêté à chaque transfert de spécimen(s) du filet à la boîte à poison (acétate d'éthyle). Si l'individu a pu être identifié à vue, celui-ci est relâché (cas principalement pour *Apis mellifera*, *Bombus terrestris* et *Xylocopa violacea* mâle). A l'issue de la collecte sur chaque patch d'une espèce, les spécimens sont regroupés dans un pilulier accompagnés d'une étiquette mentionnant : le nom du site, la date et l'heure de capture, le nom de la plante et les initiales du collecteur. Les piluliers sont ensuite placés dans une glacière jusqu'au retour de la mission où ils sont stockés dans un congélateur à -20°C pour y être conservés jusqu'à leur montage.

Tableau II. Calendrier des collectes d'abeilles, avec indication des dates de prélèvements ou de l'élément ayant empêché les collectes.

	Date des collectes sur		
	Port-Cros	Bagaud	Cap Lardier
Octobre 2016	17 et 18	17	19
Novembre 2016	Météo non propice aux collectes (vent / pluie)		
Décembre 2016	7	8	6
Janvier 2017	11	11	9
Février 2017	15	16	17
Mars 2017	9	9	8
Avril 2017	3	4	5 et 6
Mai 2017	15	16	17 et 18
Juin 2017	12 et 13	13	14
Juillet 2017	18	19	17
Août 2017	31 (juillet) et 1 ^{er}	31 (juillet)	Incendies - relevés annulés
Septembre 2017	5	6	7
Octobre 2017	16	16	18
Novembre 2017	14 et 15	15	16

Les différents sites de capture ont été prospectés un jour par mois, en alternant, dans la mesure du possible, les périodes de la journée d'une date à l'autre (une fois le matin, la fois suivante l'après-midi).



Figure 3. Illustrations des différents méthodes mises en place pour effectuer les captures d'abeilles : à gauche par la méthode des coupelles colorées (Bagaud, B2) et à droite au filet (Port-Cros, PC1). © Gombault et Morison.

Le piégeage par coupelles colorées consiste en la mise en place de pièges passifs qui attirent visuellement les abeilles (Westphal et al., 2008) (Fig. 3, gauche). Ce dispositif est composé de trois coupelles (bols de 500 ml en plastique blanc dont l'intérieur est recouvert d'une peinture fluorescente blanche, bleue ou jaune) fixées à des piquets par un anneau métallique dont la hauteur est ajustée de sorte que le rebord des pièges se trouve à quelques centimètres au-dessus de la hauteur moyenne des rameaux florifères de la végétation environnante. Les piquets ont été plantés en milieu ouvert au sein de la zone couverte par les captures au filet. Le dispositif a été placé de préférence à un point culminant de la zone d'étude ou à un endroit protégé des vents, tout en veillant à ce qu'il soit visible des insectes. Les piquets ont été disposés selon un triangle équilatéral de 2 m de côté, excepté pour PC2, pour lequel ils ont été disposés de façon linéaire le long d'un mur dominant le site.

Les coupelles de chacune des trois couleurs ont été placées aléatoirement sur chaque piquet à chaque date d'exposition. À ce moment, les coupelles ont été remplies de 400 ml d'eau additionnée d'un peu de détergent inodore afin de diminuer la tension superficielle du liquide. Ainsi, les insectes tombant dans le mélange ne pouvaient pas remonter à la surface. Chaque session de piégeage avec les coupelles a duré 24 heures. À l'issue de cette période, les insectes capturés ont été récupérés à l'aide d'une passoire ou d'une pince entomologique souple, et placés dans de l'éthanol à 70° pour y être conservés jusqu'à leur montage.

Conservation des abeilles et identification

Avant leur montage, les insectes conservés à -20°C ont été décongelés, ceux conservés dans de l'éthanol à 70 % ont été rincés et séchés. Ensuite, ils ont été montés et préparés pour permettre leur identification. La préparation des abeilles consiste à exposer l'appareil reproducteur des mâles, voire le détacher et le coller sur une paillette à proximité du spécimen, écarter les mandibules et déployer les ailes et les pattes chez les spécimens des deux sexes qui sont alors épinglés et déshydratés à température ambiante en vue de leur conservation dans des boîtes entomologiques. Une fois préparées, les syrphes ont été identifiés à l'UMR AGIR par Monsieur Sarthou (aucun spécimen n'a été identifié à vue). 1 445 abeilles ont été déterminées en laboratoire et 371 ont été relâchées après une identification à vue lors des captures au filet (principalement des *Apis mellifera*, *Bombus terrestris* et *Xylocopa violaceae*). Au laboratoire, les abeilles ont tout d'abord été identifiées au

niveau du genre pour être ensuite envoyées aux différents spécialistes européens qui les ont identifiées au niveau de l'espèce. Pour avoir une nomenclature uniforme, nous avons choisi comme référence la liste des abeilles de l'Ouest Paléarctique de Michael Kuhlmann (<http://westpalbees.myspecies.info>).

Analyses statistiques

Afin d'évaluer notre échantillonnage sur l'ensemble des dates et à l'échelle de l'ensemble des sites, nous avons réalisé une **courbe d'accumulation** de l'ensemble des individus identifiés avec un test de permutations ($n = 999$). Cette analyse a également été réalisée en dissociant le mode de capture - filet ou coupelles - afin d'obtenir une idée sur l'effort d'échantillonnage selon la méthode employée. Ces analyses ont été effectuées sous le logiciel R avec le package Vegan (R Development Core Team, 2018).

Les patrons de répartition des communautés d'abeilles ont été analysés par des **analyses factorielles des correspondances** (AFC) sur l'ensemble des captures (coupelles + filet), sauf celles hors protocole. Nous avons utilisé comme variables explicatives : le mode de capture, les sites et les dates d'échantillonnage. Nous avons testé la signification de l'ordination des AFC avec le test de permutation de Monte Carlo (1 000 permutations ; R Development Core Team, 2018). Seul le mois de capture explique la répartition des communautés, nous avons donc choisi de faire figurer uniquement les résultats avec cette variable.

Les données de captures au filet ont permis de constituer une matrice mettant en relation les espèces d'abeilles et leur abondance, avec les espèces végétales. Cette matrice a permis d'effectuer **une analyse de réseaux** qui consiste à illustrer et à identifier les liens entre deux niveaux trophiques, selon la même approche que les relations prédateur-proie (Bascompte *et al.*, 2006). L'analyse a été réalisée sous R avec le package Bipartite. Cette analyse prend en compte l'abondance, mais aussi la diversité des interactions (Dormann *et al.*, 2009). Pour cette analyse, nous avons inclus les espèces capturées au filet sur des fleurs en dehors des sites de capture.

Résultats

Bilan des captures

Cet inventaire a permis d'observer 2 016 pollinisateurs : 1 816 abeilles et 200 syrphes (liste des espèces d'abeilles et des 26 taxons de syrphes en Annexes 1 et 2). Seulement six abeilles n'ont pu être identifiées au niveau de l'espèce. Ainsi, 1 810 abeilles ont servi aux différentes analyses ; 46 spécimens de ces abeilles ont été capturés en dehors des sites de captures afin de compléter la liste de l'inventaire ; elles n'ont donc pas été utilisées pour les descriptions de sites mais ont permis d'alimenter la liste d'espèces connues sur le territoire.

Nous avons donc capturé et identifié au niveau de l'espèce 649 abeilles à l'aide des coupelles colorées (195 dans les coupelles blanches, 264 dans les bleues et 190 dans les jaunes ; Fig. 4) **et 1 161 par la méthode du filet** : 46 en dehors du protocole et 1 115 sur sites de captures (Fig. 4).

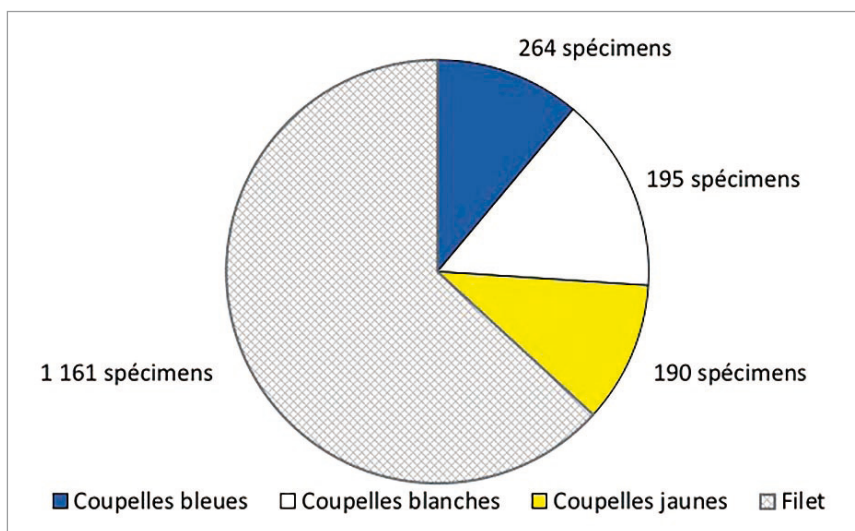


Figure 4. Nombre de spécimens d'abeilles capturés sur les sites d'échantillonnages selon les méthodes employées.

La détermination de ces abeilles a permis de dresser une liste de 105 espèces différentes ; deux de ces espèces ont été capturées en dehors du protocole. La comparaison de ces données

à celles obtenues en 2007 sur l'île de Porquerolles permet d'ajouter 42 nouvelles espèces d'abeilles sur le territoire du Parc national, soit 162 espèces (56 espèces répertoriées en 2007 n'ont pas été retrouvées pendant cette campagne ; Annexe 3).

Estimation de l'effort d'échantillonnage

La courbe d'accumulation obtenue avec l'ensemble des captures effectuées pour ce nouvel inventaire montre que l'effort d'échantillonnage est important, mais qu'il pourrait être poursuivi pour obtenir de nouvelles espèces puisqu'elle n'atteint pas de plateau (Fig. 5). Nous avons également fait cette analyse en dissociant les méthodes de captures afin de savoir si l'une des méthodes de collecte serait susceptible d'être limitée et aucune ne s'avère l'être ; un échantillonnage plus important aurait permis de trouver un plus grand nombre d'espèces, que ce soit avec les coupelles ou avec la méthode de capture active au filet.

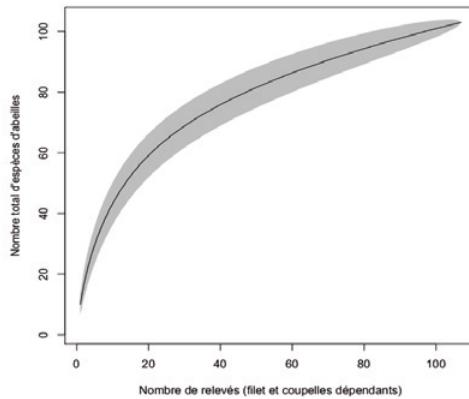


Figure 5. Courbe d'accumulation des espèces d'abeilles établie en fonction de chaque session mensuelle de captures (filet et coupelles confondues) sur les dix sites étudiés. Le nuage grisé autour de la courbe indique les intervalles de confiance à 95 %.

Les abeilles mellifères

Aucune colonie d'*Apis mellifera* n'a été transhumée sur le cap Lardier pendant cette étude. Néanmoins, une colonie a été observée dans une citerne entre CL2 et CL3. Les 78 individus collectés au cap Lardier (27 en CL1, 7 en CL2, 41 en CL3 et 3 en CL4) sont donc probablement issus de cette population.

Il semblerait que quelques individus d'*Apis mellifera* migrent sur l'île de Port-Cros : deux spécimens ont été collectés, l'un sur PC1 et l'autre sur PC3. Aucune abeille domestique n'a été observée sur Bagaud.

Diversité et abondance des abeilles selon les sites et les modes de captures

Plus de la moitié des spécimens (914) ont été collectés sur l'île de Port-Cros, ils représentent **60 espèces différentes**. **Dix espèces n'ont été inventoriées que sur Port-Cros** dont *Megachile pusila* sur *Lotus corniculatus* ssp. *preslii* dans le jardin de Cyrielle (Fig. 6, Annexe 4). C'est sur ce site (PC3) que le plus grand nombre de captures a été fait (411) et sur lequel il y a eu le plus d'espèces (47) en contexte insulaire. Le site le moins riche en espèces sur l'ensemble des relevés est celui de la Vigie (PC4) avec seulement 13 espèces différentes recensées pour 120 individus collectés.

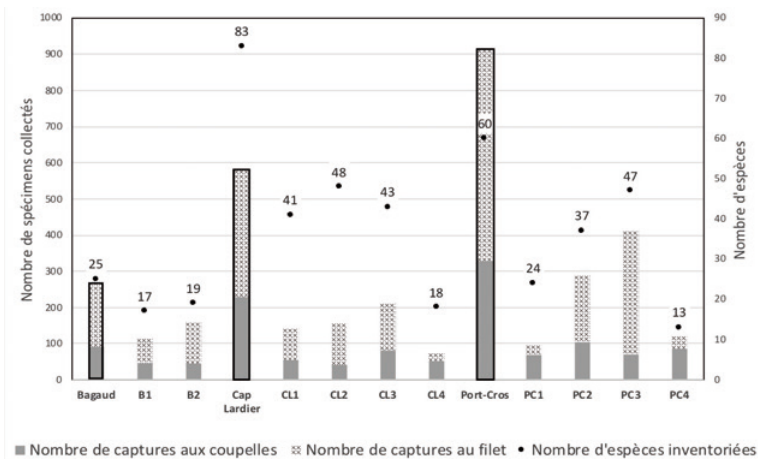


Figure 6. Nombre total de captures au filet et avec les coupelles colorées (histogrammes) effectuées pendant l'inventaire d'octobre 2016 à novembre 2917 sur chaque site ainsi que la richesse spécifique correspondante (points).

Les 271 captures effectuées sur l'îlot de Bagaud ont permis d'inventorier 25 espèces (16 sur B1 et 19 sur B2). L'une de ces espèces - *Andrena leucolippa* - a été capturée au filet sur *Helichrysum stoechas* sur la batterie en dehors du protocole de capture afin de compléter l'inventaire. Elle n'a pas été retrouvée sur les autres sites de captures pour cet inventaire (tous sites confondus). Elle avait été également trouvée sur cette espèce lors des inventaires effectués à Porquerolles en 2007. Une seconde espèce n'a été retrouvée que sur

Bagaud pendant la campagne : *Lasioglossum punctatissimum*. Elle n'avait pas été trouvée sur Porquerolles en 2007. Douze spécimens de cette espèce ont été capturés de mai à septembre sur les deux sites de captures dans les coupelles et au filet sur *Lotus creticus*, *Lotus cytisoides* et *Malva arborea* (Fig. 6 ; Annexe 3).

Le cap Lardier, malgré l'impact de l'incendie pendant la campagne d'inventaires, offre la plus grande richesse spécifique. 83 espèces différentes ont été identifiées grâce aux 579 spécimens collectés (le mois de février ayant été un mois très propice aux captures, avec 117 abeilles collectées contre 67 sur Port-Cros). Vingt-quatre espèces inventoriées au cap Lardier n'ont pas été trouvées sur les îles. Une capture hors protocole a permis d'identifier une espèce supplémentaire sur *Cistus albidus* : *Osmia nasoproducta*. Cette espèce n'avait jamais été répertoriée sur le territoire du Parc national. Le site le plus favorable aux captures pour cette zone continentale est celui de la prairie (CL2), avec 48 espèces différentes (pour 156 abeilles collectées), suivi de près par la plage (CL3 : 43 espèces, 210 abeilles collectées) et le fer à cheval (CL1 : 41 espèces, 141 abeilles collectées).

Phénologie et ressources alimentaires

Alors que nous n'avons pas trouvé de cortèges d'abeilles différents en fonction des sites (abondance des espèces en fonction des sites en Annexe 4), les captures mensuelles ont permis de montrer qu'il existe des cortèges d'espèces d'abeilles différents selon les saisons.

Les relevés d'automne (octobre et novembre) et de printemps (mars à juin) présentent des cortèges d'espèces plus hétérogènes ; avec peu d'espèces et d'individus en automne et au contraire beaucoup au printemps (Fig. 7). *Andrena nigroaenea* et *Bombus terrestris* sont les espèces les plus fréquentes pendant l'hiver durant lequel peu de captures sont effectuées (Annexe 5 ; Fig. 7) ; leur forte contribution dans l'AFC effectuée (non présentée dans cet article) explique bien le regroupement des relevés pour cette saison.

Le printemps est riche en captures, notamment en avril, mois présentant le plus de captures (389) et d'espèces : 45, soit 43 % des espèces inventoriées ; mais également mai (respectivement 142 et 38 ; Fig. 7). Le groupement des espèces printanières se décrit notamment par la présence de *Panurgus dentipes*, *Lasioglossum nitidulum* et *Rhodanthidium septemdentatum* (Annexe 5).

Les mois d'été (juillet, août, septembre) suivent le rythme de la végétation avec une baisse de l'activité des abeilles en même temps qu'une phénologie de la floraison qui se ralentit (Fig. 7). Les deux espèces les plus capturées à cette période sont *Hylaeus clypearis* (28 individus en juillet, 34 en août et 4 en septembre) et *Heriades crenulata* (15 individus en juillet et en août et 17 en septembre). *Lasioglossum albocinctum* est l'espèce la plus capturée en septembre (21 individus).

L'automne est caractérisé par un groupement d'espèces où *Colletes collaris* et *Lasioglossum xanthopus*, respectivement classées en danger et quasi menacée par l'UICN, présentent une place importante tant par leur intérêt patrimonial que par leur contribution dans l'analyse factorielle des correspondances effectuée (non présentée dans cet article).

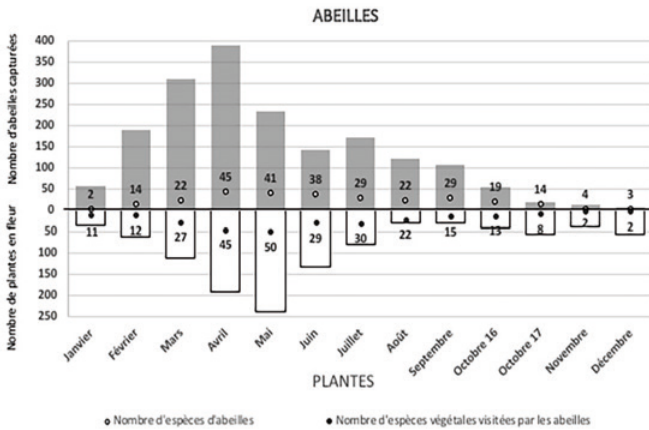


Figure 7. Mise en parallèle au cours des mois d'octobre 2016 à novembre 2017, - sur l'axe supérieur, du nombre d'espèces d'abeilles (°) et du nombre d'individus capturés au cours de l'inventaire (histogrammes gris) ; - sur l'axe inférieur : du nombre d'espèces butinées (•) et du nombre d'espèces en fleurs observées sur les sites de captures (histogrammes blancs).

La Figure 7 montre que la phénologie des abeilles suit la phénologie des espèces végétales en fleurs, avec un plus grand nombre d'espèces observées en avril, mai et juin, mais avec une activité pour ces communautés tout au long de l'année.

Les captures au filet ont permis d'observer 101 espèces d'abeilles butinant 139 espèces végétales. Les liens établis entre ces espèces sont synthétisés par le réseau d'interactions de la Figure 8.

Afin de simplifier la lecture par lieu de prospection, d'autres réseaux ont été construits pour : les trois habitats naturels de Port-Cros (Fig. 9), le site anthropisé de Port-Cros (PC3, jardin de Cyrielle, Fig. 10), Bagaud (Fig. 11) et le cap Lardier (Fig. 12). Pour ces différents réseaux, on peut lire que celui de Bagaud est moins important (Fig. 11) ; seulement 18 espèces végétales ont été observées butinées par 16 espèces d'abeilles différentes, mais les prospections ont eu lieu seulement sur deux placettes. Même si le réseau du jardin anthropisé de Port-Cros ne présente qu'un seul site (PC3), celui-ci est très fourni en espèces plantées ou envahissantes dont certaines sont exotiques (Fig. 10 ; Annexe 6). Ces espèces restent néanmoins d'importantes ressources pour les abeilles. Parmi ces espèces, notons *Aptenia cordifolia*, *Medicago arborea*, *Dorotheanthus* sp., *Osteospermum* sp., *Gazania* sp., *Argyranthemum pinnatifidum*, *Salpichroa organifolia*.

Il existe des espèces généralistes dans leur recherche de pollen et de nectar et d'autres plus spécialisées. Les espèces récoltant leur pollen sur un large éventail d'espèces végétales sont dites polylectiques (Annexe 1). Les espèces qui figurent notamment comme généralistes dans ce réseau sont *Bombus terrestris* (53 espèces végétales visitées - soit 43 % des espèces observées sur lesquelles les abeilles ont prélevé du nectar ou du pollen - pour 374 observations), *Apis mellifera* (20 espèces, dont 20 observations - soit 28 % - sur *Lavandula stoechas*), *Heriades crenatula* (20 espèces, 55 observations), *Hylaeus clypearis* (10 espèces, 68 observations). Cette dernière affectionne néanmoins *Foeniculum vulgare* (33 observations), en particulier sur Port-Cros au sein du jardin de Cyrielle (PC3) (Fig. 10).

Les espèces végétales ayant un rôle important pour l'ensemble de la communauté des apiformes sont notamment : *Lotus cytisoides*, *Lavandula stoechas*, *Clinopodium nepeta*, *Rosmarinus officinale*, *Dittrichia viscosa* et *Epilobium hirsutum*.

Lotus cytisoides a été observé butiné 71 fois, dont 43 fois par *Bombus terrestris*. Ces observations ont eu lieu principalement sur l'îlot de Bagaud (Fig. 11). Cette espèce végétale fournit des ressources pour 13 espèces d'abeilles. *Malva arborea* est également une ressource importante sur l'îlot pour *Bombus terrestris* (36 observations avec *B. terrestris* pour un total de 38 observations).

Lavandula stoechas est également une ressource importante puisqu'elle est butinée par 12 espèces (Fig. 8). Sur les 52 observations effectuées, 42 ont eu lieu au cap Lardier (Fig. 12) avec pour principaux butineurs *Bombus terrestris* (20 observations) et *Apis mellifera*

(13 observations). *Clinopodium nepeta* fournit des ressources pour 16 espèces d'abeilles ; elle a été observée butinée 33 fois, comme pour *Rosmarinus officinalis* (butinée par 8 espèces), principalement sur Port-Cros (Fig. 9). *Dittrichia viscosa* est source de nourriture pour 9 espèces, dont *Colletes collaris*, espèce en danger de la liste rouge de l'UICN, qui est oligolectique sur Asteracées. Elle a été observée butinée 20 fois sur Port-Cros et cap Lardier (Fig. 9 et 12).

Ce réseau met également en évidence la dépendance de certaines espèces d'abeilles à une espèce végétale ou groupe d'espèces (genre / famille). Plus de trente espèces d'abeilles ont été observées sur une seule espèce. Certaines espèces reconnues oligolectiques ont été observées uniquement sur une espèce ou une famille (Fig. 8 ; Annexe 1). C'est le cas pour :

- *Andrena agilissima*, oligolectique sur Brassicacées, observée sur *Cakile maritima* et *Raphanus raphanistrum*.
- *Andrena cinerea*, *A. hesperia*, *A. humilis*, *A. leucolippa*, *Lasioglossum brevicorne*, *L. villosulum*, *Osmia niveata* et *Panurgus dentipes*, oligolectiques sur Asteracées, toutes observées uniquement sur cette famille.
- *A. similis*, oligolectique sur Fabacées, observée sur *Lotus edulis*.
- *Hoplitis benoistii*, *H. adunca* et *Anthophora femorata*, oligolectiques sur *Echium*, observées sur *E. vulgare* et *E. plantagineum* (*A. femorata* également observée au repos sur *Dactylis glomerata* et *H. adunca* sur *Lavandula latifolia*) mais également *H. anthocopoides* sur *Echium creticum*.

Enfin, *Melitta tricincta*, oligolectique sur *Odontites*, capturée sur *O. luteus*.

Des espèces vulnérables restent sources d'alimentation pour de nombreuses abeilles, comme *Cakile maritima* (observée avec 10 espèces d'abeilles), *Limonium pseudominutum* (ressource pour 8 espèces d'abeilles) et *Teucrium marum* (ressource pour 7 espèces d'abeilles).

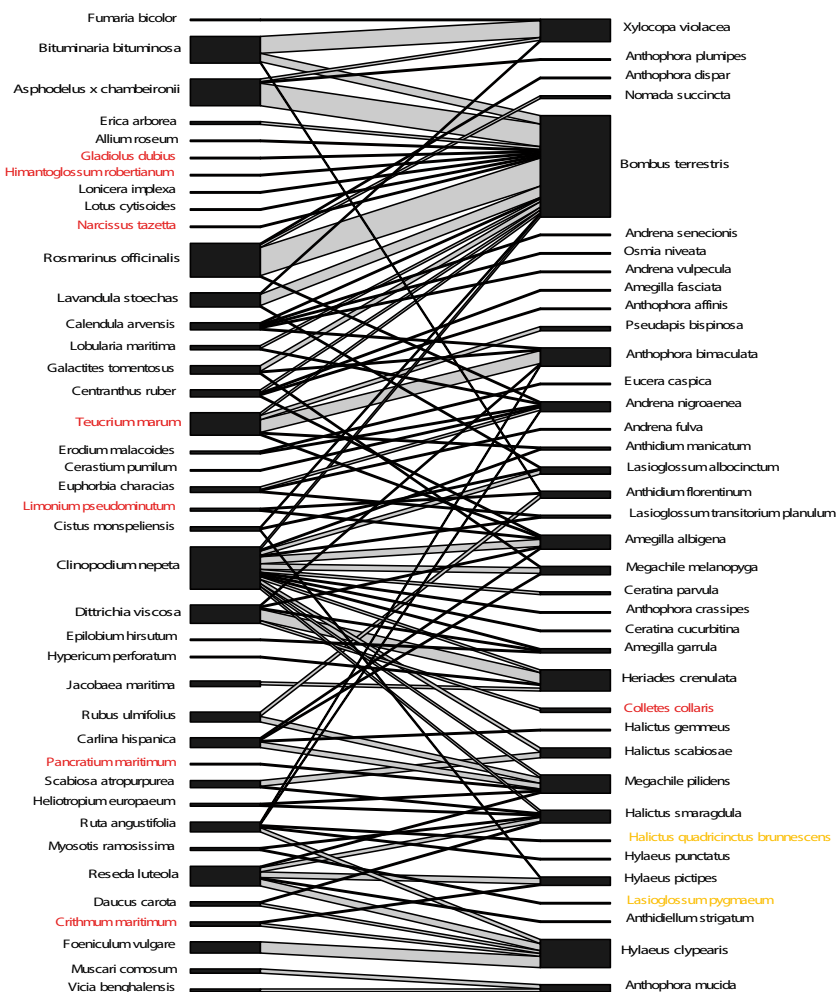


Figure 9. Réseau d'interactions des espèces d'abeilles (colonne de droite) avec les espèces végétales (colonne de gauche) inventoriées dans les **habitats naturels de Port-Cros** (PC1, PC2, PC4). Les nœuds épais représentent des abeilles généralistes qui visitent de nombreuses espèces de plantes ou les espèces de plantes qui sont visitées par de nombreuses espèces d'abeilles. Les espèces végétales en rouge sont patrimoniales. *Colletes collaris* est citée en rouge pour souligner son appartenance au groupe des espèces en danger de la liste rouge de l'UICN et *Halictus quadricinctus* et *Lasiglossum pygmaeum* en orange pour leur appartenance au groupe des espèces quasi menacées.

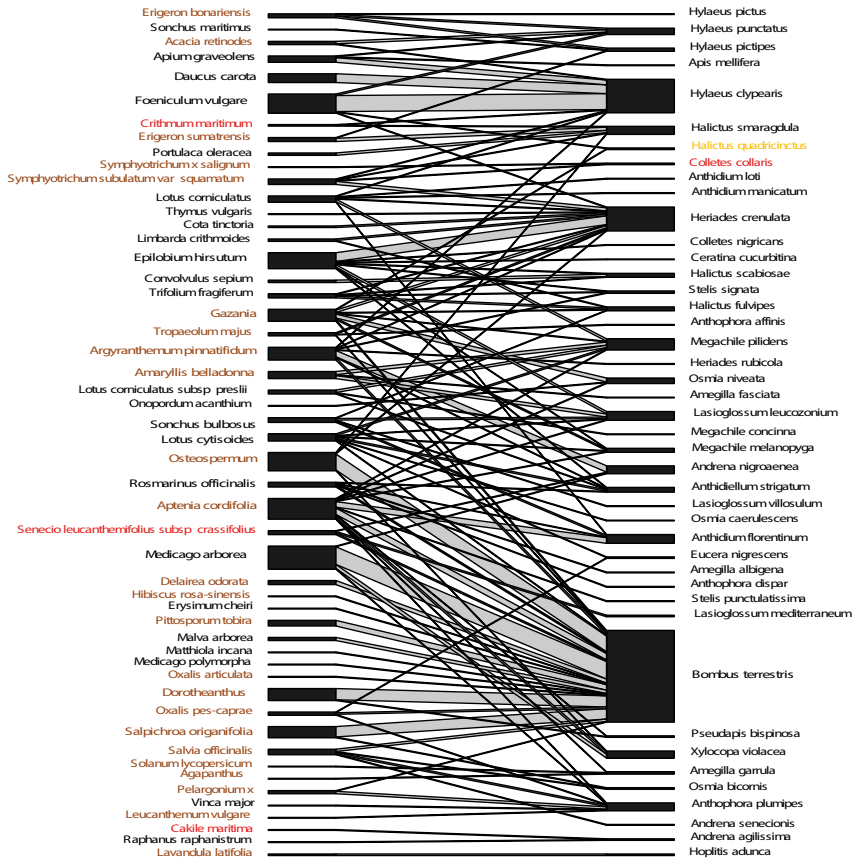


Figure 10. Réseau d'interactions des espèces d'abeilles (colonne de droite) avec les espèces végétales (colonne de gauche) inventoriées sur **Port-Cros** dans le site anthropisé **PC3** (jardin). Les nœuds épais représentent des abeilles généralistes qui visitent de nombreuses espèces de plantes ou les espèces de plantes qui sont visitées par de nombreuses espèces d'abeilles. Les espèces végétales en rouge sont patrimoniales et les espèces en marron sont plantées ou exotiques. *Colletes collaris* est citée en rouge pour souligner son appartenance au groupe des espèces en danger de la liste rouge de l'UICN et *Halictus quadricinctus* en orangé pour son appartenance au groupe des espèces quasi menacées.

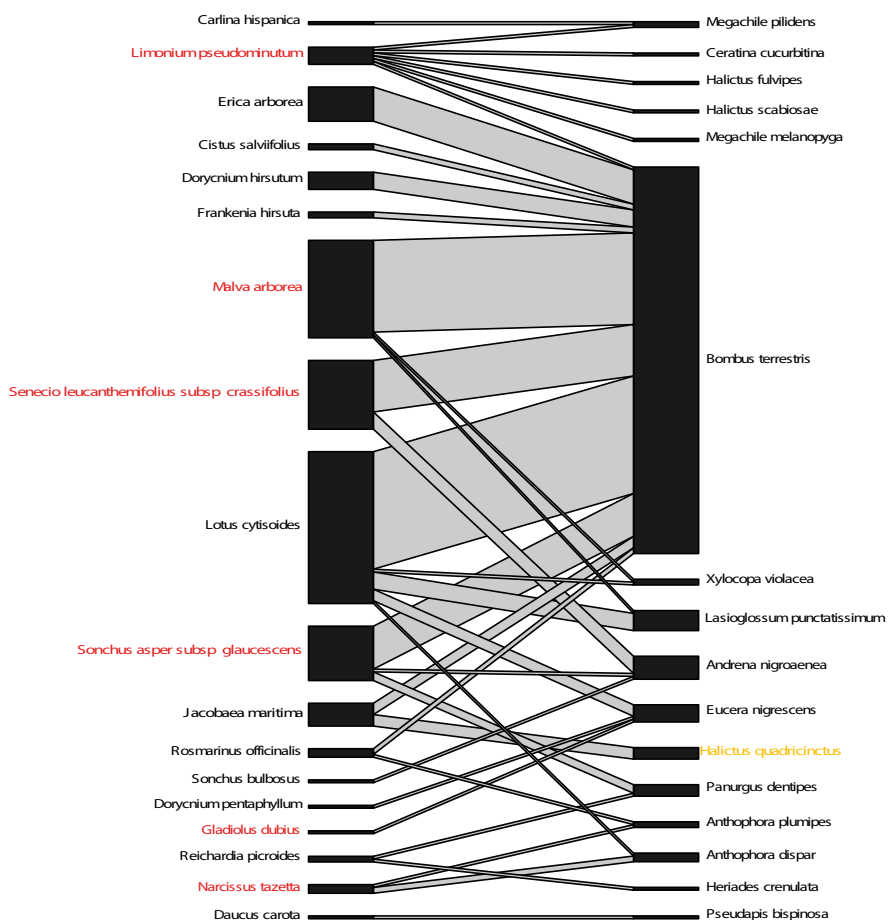


Figure 11. Réseau d'interactions des espèces d'abeilles (colonne de droite) avec les espèces végétales (colonne de gauche) inventoriées sur Bagaud en 2016- 2017. Les nœuds épais représentent des abeilles généralistes qui visitent de nombreuses espèces de plantes ou les espèces de plantes qui sont visitées par de nombreuses espèces d'abeilles. Les espèces végétales en rouge sont patrimoniales. *Halictus quadricinctus* est citée en orange pour son appartenance au groupe des espèces quasi menacées de la liste rouge de l'UICN.

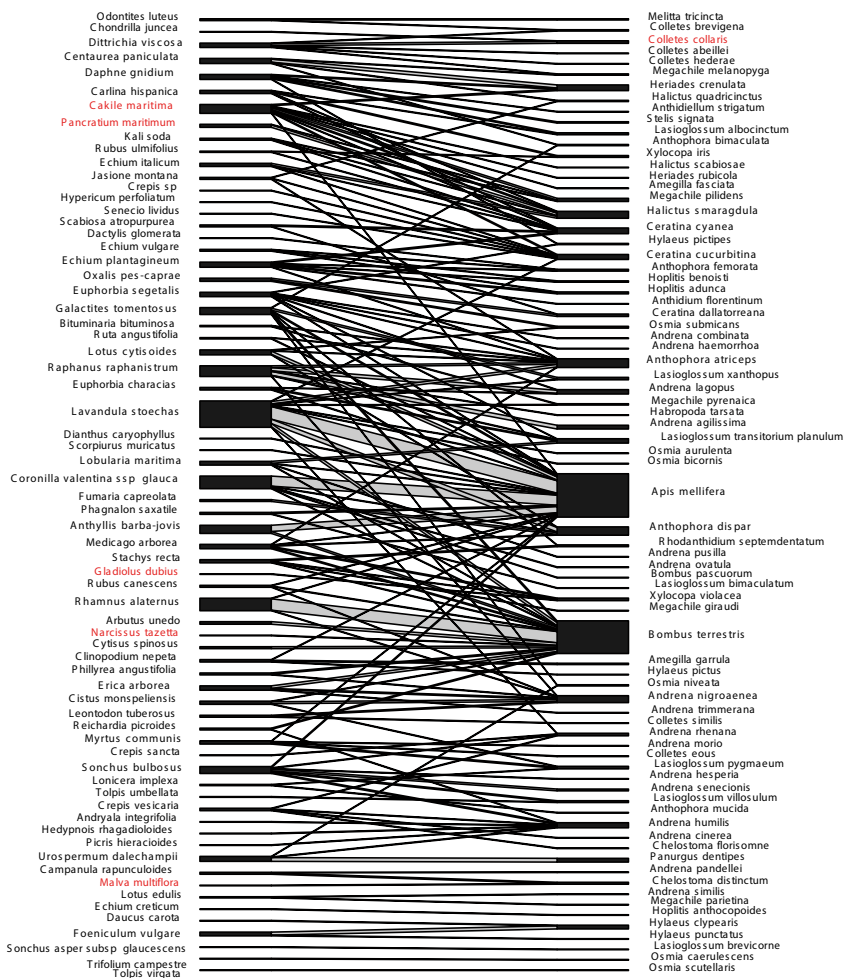


Figure 12. Réseau d'interactions des espèces d'abeilles (colonne de droite) avec les espèces végétales (colonne de gauche) inventoriées sur le cap Lardier en 2016- 2017. Les nœuds épais représentent des abeilles généralistes qui visitent de nombreuses espèces de plantes ou les espèces de plantes qui sont visitées par de nombreuses espèces d'abeilles. Les espèces végétales en rouge sont patrimoniales. *Colletes collaris* est citée en rouge pour souligner son appartenance au groupe des espèces en danger de la liste rouge de l'UICN.

Discussion

Un inventaire des abeilles du territoire du Parc qui s'étoffe

Cet inventaire a permis de recenser **105 espèces d'abeilles différentes** : **83 espèces sur le cap Lardier, 60 sur Port-Cros et 25 sur Bagaud**. Le plus grand nombre d'espèces a donc été trouvé sur la zone continentale et, ce, malgré l'incendie du cap Lardier en août 2017 qui a limité l'échantillonnage dès le mois d'août. Ce résultat est en adéquation avec la théorie de biogéographie des îles de MacArthur et Wilson (1967) et suit les résultats obtenus par Gros-Désormeaux *et al.* (2015) qui ont démontré qu'à superficie égale les communautés insulaires présentent une réduction du nombre d'espèces par rapport à leurs homologues continentaux.

L'inventaire de 2007 sur Porquerolles avait permis de recenser 114 espèces (Coiffait-Gombault *et al.*, 2016), ce qui aboutit à une liste de **162 espèces d'abeilles inventoriées sur le territoire du Parc national de Port-Cros (PNPC)**. Les captures ont également permis de recenser d'autres pollinisateurs, notamment des Syrphidés (Annexe 2, 26 taxons). Cette acquisition de connaissances est importante puisque peu de données sont disponibles. Des échantillonnages aléatoires avaient été effectués par Pierre Rasmont et des étudiants de l'Université de Mons, mais ce mode opératoire ne peut permettre d'estimer les changements dans la composition et la richesse des communautés Apiformes.

Bien que cet inventaire montre que 17 % des abeilles présentes sur le territoire français métropolitain sont observables sur le territoire du PNPC, l'échantillonnage reste incomplet. Les courbes d'accumulations continuent leur ascension et montrent que nous n'avons pas collecté l'ensemble des espèces d'abeilles susceptibles de parcourir les sites d'étude (Ugland *et al.*, 2003). Ces lacunes sont détectées pour les deux méthodes de capture (filet et coupelles) et expliquent en partie pourquoi 56 espèces inventoriées sur Porquerolles n'ont pas été retrouvées lors de cet inventaire (Annexe 3).

L'absence de ces espèces peut être lié avec le déclin des pollinisateurs (Steffan-Dewenter *et al.*, 2005) et pourrait également expliquer que certaines espèces présentes en abondance sur Porquerolles en 2007 ont été échantillonnées en faible quantité lors de ce nouvel inventaire (cas notamment de *Lasioglossum malachurum*) malgré le choix d'habitats semblables. De plus, l'année 2017 a été une année particulièrement sèche, succédant à deux années présentant des pluviométries faibles (Annexe 7). Cette sécheresse a favorisé la propagation des incendies qui ont ravagé le cap Lardier. La phénologie

des espèces a été particulièrement affectée par le manque d'eau ; de nombreuses observations de mortalités spontanées ont été effectuées sur les communautés arborées (*Quercus ilex*, *Phillyrea media*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*). Les floraisons ont certainement été affectées (abondance, durée), ce qui a pu causer une limitation en ressources pour les abeilles.

À la vue de ces résultats, il est souhaitable de poursuivre l'inventaire des abeilles présentes sur le territoire du PNPC en étendant celui-ci à de nouveaux sites, puisqu'aussi bien pour l'étude conduite à Porquerolles que pour celle-ci, les échantillonnages au filet hors protocole ont permis d'ajouter de nouvelles espèces (huit sur Porquerolles et deux pour cette campagne).

L'une des recommandations à l'issue de l'inventaire de Porquerolles en 2007 était de renouveler les prospections dix ans après. Ce pas de temps étant écoulé, il serait désormais intéressant de pouvoir estimer les changements apparus sur ces communautés. Ces nouvelles prospections pourraient se limiter dans le temps aux saisons les plus propices aux abeilles : de mars à juin et en début d'automne, ce qui limiterait l'effort et la pression d'échantillonnage.

Des abeilles en danger de disparition, mal connues, mais aussi des syrphes !

Un quart des espèces capturées sont cataloguées sur la liste rouge de l'UICN avec la mention « *données insuffisantes* » (Nieto *et al.*, 2015). Cette information souligne le manque de connaissances sur les abeilles sauvages et l'importance de conduire ce type d'étude pour combler les lacunes et aider à leur conservation. Parmi ces espèces, nous avons collecté *Megachile pusila* qui présente une aire de **répartition restreinte sur le pourtour méditerranéen** entre la France et la Grèce et pour laquelle il existe peu de données. **Pour les espèces dont le statut est renseigné, l'une d'elle est considérée comme en danger (sur la liste rouge européenne) : *Colletes collaris* et six comme espèces quasi menacées : *Andrena ovula*, *Halictus quadricinctus*, *Melitta tricincta* et trois *Lasioglossum* : *L. brevicorne*, *L. pygmaeum*, *L. xanthopus*.**

Bien que ce ne soit pas l'objectif de l'étude initiale, qui était centrée sur les abeilles, la capture et la détermination des syrphes a permis de **recenser pour la première fois dans le Var *Ferdinandea fumipennis*** (J.P. Sarthou *com. pers.*), qui est présente sur le cap Lardier (deux individus collectés) mais avait également été collectée sur Porquerolles en 2007 mais dont les spécimens n'avaient pas été

valorisés. De plus, **deux spécimens collectés sur Bagaud et sur le cap Lardier sembleraient appartenir à une nouvelle espèce proche de *Chrysotoxum intermedium* ; ils ont été envoyés à un réseau de spécialistes.** Les syrphes sont, comme les abeilles, des pollinisateurs. Leur étude devrait faire l'objet d'un travail plus approfondi pour connaître leur rôle dans la pollinisation des espèces végétales et plus particulièrement des plantes patrimoniales. Nous avons notamment observé que *Crithmum maritimum* semblait une ressource en nectar recherchée par les Eristales.

Des communautés d'Apoidés qui se structurent dans le temps et selon la disponibilité des ressources

Les communautés d'abeilles sont visibles toute l'année sur les sites étudiés. Néanmoins, comme pour la végétation, le printemps présente un pic de richesse et d'abondance. Différents groupes taxonomiques se succèdent au fil des mois et des saisons, avec une dominance des grosses abeilles durant l'hiver, notamment les bourdons terrestres. Dans le jardin prospecté sur Port-Cros (PC3) - site présentant la plus grande richesse spécifique d'abeilles sur cette île (47 espèces) et proche de celle de la prairie (CL2 : 48 espèces) au cap Lardier - nous avons pu constater que les espèces végétales exotiques constituaient une ressource importante pour les abeilles, en particulier pendant les saisons défavorables à la flore indigène (hiver/été) (Sattler *et al.*, 2011). Fortel (2014) a par ailleurs démontré qu'en milieu urbain la richesse spécifique des abeilles était liée à la diversité florale, la durée de floraison des espèces végétales et/ou leur floribondité mais également à la présence de plantes spontanées (natives ou naturalisées) plus que des plantes horticoles (ornementales ou exotiques). Ce résultat en milieu insulaire serait donc en contradiction avec les résultats trouvés en milieu urbain et mériterait d'être approfondi.

Certaines espèces végétales fréquemment rencontrées dans les écosystèmes méditerranéens sont, d'après nos résultats, des sources de nectar et de pollen importantes pour les abeilles. Le fenouil, la calamite, l'inule visqueuse, la lavande, le lotier, le romarin, la bruyère arborescente, la coronille et l'alaterne sont visités par de nombreuses abeilles (abondance et richesse spécifique). De nombreuses plantes patrimoniales sont également sources d'alimentation ; soulignons notamment *Limonium pseudominutum*, *Malva arborea*, *Pancratium maritimum*, *Cakile maritima*, *Senecio leucanthemifolia* subsp. *crassifolia*, *Teucrium marum*, *Anthyllis barba-jovis* ou encore *Crithmum maritimum*. Une meilleure connaissance des insectes visitant ces espèces est importante pour pouvoir assurer leur conservation. Les différentes abeilles trouvées sur ces plantes rares et/ou protégées ont certainement un rôle conséquent dans leur pollinisation.

Un inventaire restant incomplet et des questions en suspens

L'un des objectifs initiaux de cet inventaire était d'essayer de mesurer l'impact des colonies d'*Apis mellifera* sur les abeilles sauvages. Cette étude n'a pu être conduite car aucune colonie n'a été transhumée, contrairement aux années précédentes. Seule une colonie férale a été observée au cap Lardier et est certainement la source des *Apis mellifera* retrouvées dans les relevés sur cette zone d'étude. Cette colonie ne semble pas déranger l'activité des abeilles sauvages. Les deux abeilles mellifères observées sur Port-Cros sont certainement issues des quelques colonies présentes sur l'île du Levant, distante de seulement 800 mètres.



Figure 13. Fer à Cheval (CL1) à gauche et Roubine (CL4) à droite après incendie. © Gombault.

Les conditions climatiques lors de cet inventaire ont été exceptionnelles, avec une pluviométrie très faible et des températures estivales caniculaires. Cette météo a impacté la floraison, desséché les végétaux et a été propice aux incendies. L'un d'eux a touché le cap Lardier le 24 juillet 2017, détruisant 500 ha de végétation (Fig. 13). Cet événement a changé drastiquement les habitats de CL1, CL2 et CL4 (CL3 ayant été partiellement épargné) et n'a pas permis d'inventaire sur ces sites en août. Même si des abeilles ont continué à prospecter les sites malgré la destruction des nids et des ressources florales, les captures ont été minimales en septembre pour être, en octobre et novembre, quasiment équivalentes à celles effectuées sur Port-Cros.

Malgré tout, le cap Lardier présente la plus grande richesse et montre qu'il serait intéressant de combler les lacunes d'inventaires causées par l'incendie. De plus, les changements de la communauté végétale engendrés par l'incendie permettront de voir des changements au sein de la communauté des abeilles qui s'observent aussi bien en étudiant la composition spécifique que fonctionnelle (Moretti *et al.*, 2009).

Recommandations de gestion

Importance des milieux ouverts pour l'apifaune

La prairie du cap Lardier est un habitat ouvert très favorable aux abeilles mais également à d'autres groupes, notamment la Tortue d'Hermann. Son maintien est donc capital pour préserver cette biodiversité. Les incendies survenus en juillet 2017 ne semblent pas avoir changé l'écosystème ; une gestion interventionniste sera néanmoins importante pour limiter la fermeture du milieu. L'inventaire sur Porquerolles (Coiffait-Gombault *et al.*, 2016) avait également montré que les milieux ouverts étaient propices à la richesse et à l'abondance des abeilles. Il est donc important de maintenir une mosaïque d'habitats avec des zones ouvertes, où les communautés végétales sont diversifiées, afin de répondre aux besoins des pollinisateurs ainsi qu'aux enjeux de conservation (Potts *et al.*, 2003 ; Loyola & Martins, 2008 ; Westphal *et al.*, 2008 ; Kuhlmann, 2009 ; Jha et Vandermeer, 2010 ; Gotlieb *et al.*, 2011).

Une gestion pour la conservation des abeilles et des plantes patrimoniales

La conservation du patrimoine naturel et la préservation de la biodiversité est l'un des principaux objectifs d'un parc national. Six abeilles de cet inventaire sont classées comme presque menacées et une comme en danger. Par ailleurs, l'ensemble de ce cortège de pollinisateurs participe au maintien d'espèces végétales dont les populations sont fragiles ou rares (*Pancratium maritimum*, *Gladiolus dubius*, *Cakile maritima*, *Limonium pseudominutum*, *Narcissus tazetta*, *Sonchus asper* subsp. *glaucescens*, *Senecio leucanthemifolium* subsp. *crassifolia*, *Malva arborea*, *M. multiflora*, *Teucrium marum*, *Crithmum maritimum* et *Anthyllis barba-jovis*). La gestion de ces espaces devra donc prendre en compte les besoins de ces pollinisateurs, notamment pour les sites de nidification. Nous avons pu observer des bourgades (ensemble de nids agrégés mais n'ayant aucune connexion les uns aux autres, chaque individu s'occupant de son nid) au fer à cheval (CL1), à la prairie (CL2) du cap Lardier et également une bourgade de

guêpes à la plage de la Palud à Port-Cros (PC1). Des abeilles nichant au sol ont également été observées dans cette zone (*Lasioglossum bimaculatum*, *L. mediterraneum*, *L. nitidulum* et *L. pygmaeum*). Il faut souligner l'importance de la mise en défens de cette arrière-plage par la pose de ganivelles qui limite le piétinement de cet espace largement fréquenté en période estivale. Malgré cette mise en défens, nous avons pu observer le retournement du sol causé par les sangliers qui ont par ailleurs détruit une importante partie de la biomasse herbacée pour se nourrir de bulbes de *Sonchus bulbosus*, *Pancratium maritimum* et *Arisarum vulgare*.

Mieux connaître les relations entre les plantes exotiques et/ou envahissantes et les pollinisateurs

Nous avons vu qu'au sein du site anthropisé de Port-Cros (PC3), de nombreuses espèces exotiques sont sources de nourriture pour les abeilles. Certaines de ces espèces originaires d'Afrique du Sud ou d'Amérique du Sud sont certainement bien adaptées aux conditions climatiques exceptionnelles de 2017 et ont pu fournir du nectar aux abeilles, alors que les espèces locales n'arrivaient pas à s'adapter et présentaient une phénologie ralentie ou perturbée, avec notamment des floraisons écourtées et peu abondantes. Bien que ces espèces exotiques semblent être, dans ce cas, un atout pour la communauté des Apidés, il faut néanmoins nuancer ce résultat en ouvrant une réflexion sur la propagation des espèces invasives dont la production de diaspores pourrait être favorisée par le butinage et la compétition subséquente avec les espèces indigènes qui pourrait en résulter. Sur Port-Cros, nous avons notamment vu *Salpichroa organifolia* particulièrement visitée par les bourdons terrestres. Cette interaction pourrait faire l'objet de suivis pour connaître le rôle de ces pollinisateurs dans la propagation de cette espèce envahissante.

***Apis mellifera* et les abeilles sauvages**

L'un des objectifs de cette étude était d'apporter des informations sur l'impact des abeilles domestiques sur la pollinisation de plantes patrimoniales et sur l'organisation et la composition des communautés d'abeilles et de plantes. Ces interactions sont actuellement très mal connues et cet aspect peut être extrêmement utile pour, par exemple, permettre de mieux gérer le cheptel de colonies d'abeilles domestiques dans les zones protégées pour assurer la préservation d'espèces protégées en tenant compte de la faune pollinisatrice qui leur est associée. Les transhumances de colonies d'*Apis mellifera* n'ont pas été effectuées sur le cap Lardier contrairement à ce que nous attendions lors de la planification de cette

étude. Nous n'avons malheureusement pas pu étendre le protocole sur des sites supplémentaires où des colonies étaient présentes. Nous n'avons donc pas pu répondre à ces questions à propos de l'impact des colonies d'abeilles domestiques et préconisons une vigilance en attendant un prochain projet qui permettrait de compléter les connaissances sur le sujet.

Remerciements. Ce travail n'aurait pas été possible sans l'aide et la contribution active de nombreuses personnes que nous tenons ici à remercier. David Geoffroy, tout d'abord, a été l'initiateur de cette étude et a participé au travail de collecte tout au long de sa réalisation et nous le remercions pour son soutien et sa disponibilité. Un grand merci aussi au personnel du Parc national de Port-Cros qui a toujours été très accueillant et a largement contribué à rendre agréables et efficaces nos séjours. Nous remercions particulièrement Pierre Lacosse et Alexandre Terreau, qui ont participé activement aux captures, et leurs chefs de secteur, Camille Casteran et Hervé Bergère, qui ont mobilisé les moyens logistiques et le personnel pour nous aider. Nous n'oublierons pas Cyrielle qui nous a accueillis chaleureusement dans son jardin pour les captures sur Port-Cros. Nous remercions René Celse pour l'aide apportée sur le terrain et les photographies effectuées. De nombreuses personnes ont participé à cette étude à des titres divers et nous avons ici souhaité les énumérer plus spécifiquement pour leurs contributions respectives.

Les collecteurs : David Geoffroy, Alexandre Terreau, Pierre Lacosse, Alice Giraudon, Cécilia Grapoletta, Elise Krebs, Eric Gabiot, Gaëlle Raboisson, Mickaël Henry, Quentin Aillaud, Quentin Casteran, René Celse, Clémentine Gombault, Laurent Guilbaud, Nicolas Morison, Bernard Vaissière.

Les identificateurs d'espèces d'abeilles et de syrphes : Alain Pauly, David Genoud, Eric Dufrière, Holger Dathe, Mathieu Aubert, Mickaël Kuhlmann, Stefan Risch, Jessica Litman et Jean-Pierre Sarthou.

Les botanistes : Annie Aboucaya, Pierre Lacosse, Clémentine Gombault.

Les relecteurs : David Geoffroy, Gilles Cheylan, Christophe Praz, Charles-François Boudouresque et Alain Barcelo.

Références

- BASCOMPTE J., JORDANO P., OLESEN J.M., 2006. - Asymmetric coevolutionary networks facilitate maintenance. *Science*, 312 : 431-433.
- COIFFAIT-GOMBAULT C., CROUZET N., MORISON N., GUILBAUD L., VAISSIÈRE B., 2016. - Diversité des abeilles sauvages (Hymenoptera : Apoidea) de l'île de Porquerolles (France, Var). *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 30: 95-143.
- DORMANN C.F., FRÜND J., BLÜTHGEN N., GRUBER B., 2009. - Indices, graphs and null models: Analyzing bipartite ecological networks. *Open Ecol. J.*, 2 : 7-24.
- FLORABELLES, 2018. - Base de données en ligne sur les interactions plantes-abeilles en France métropolitaine. Inra, Unité abeilles et environnement, Avignon, France. <http://www.florabeilles.org>.
- FORTEL L. 2014. - Ecologie et conservation des abeilles sauvages le long d'un gradient d'urbanisation. Thèse. Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse : 208p.
- GARIBALDI L.A., CARVALHEIRO L., VAISSIÈRE B.E., GEMMILL-HERREN B., HIPÓLITO J., FREITAS B.M., NGO H.T., AZZU N., SÁEZ A., ÅSTRÖM J., AN J.,

- BLOCHTEIN B., BUCHORI D., CHAMORRO GARCÍA FJ., DA SILVA FO., DEVKOTA K., RIBEIRO MF., FREITAS L., GAGLIANONE MC., GOSS M., IRSHAD M., KASINA M., PACHECO FILHO AJS., PIEDADE KIILL L.H., KWAPONG P., NATES PARRA G., PIRES C., PIRES V., RAWAL RS., RIZALI A., SARAIVA AM., VELDTMAN R., VIANA B.F., WITTER S., ZHANG H. 2016. - Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science*, 352: 387-391.
- GOTLIEB A., HOLLENDER Y., MANDELIK Y., 2011. - Gardening in the desert changes bee communities and pollination network characteristics. *Basic Appl. Ecol.*, 12: 310-320.
- GROS-DÉSORMEAUX J.-R., TUPIASSU L., BASTOS R., 2016. - L'île et le vivant revisités dans la théorie de la biogéographie insulaire : les symptômes du syndrome d'insularité. *RevistaGeoAmazonia*, 3: 200-210.
- JHA S., VANDERMEER J.H., 2010. - Impacts of coffee agroforestry management on tropical bee communities. *Biological Conservation*, 143: 1423-1431.
- KUHLMANN M., 2009. - Patterns of diversity, endemism and distribution of bees (Insecta: Hymenoptera: Anthophila) in southern Africa. *South Afr. J. Bot.*, 75: 726-738.
- MACARTHUR R., WILSON E., 1967. - *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, NJ: 224p.
- MICHENER C.D., 1979. - Biogeography of the bees. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 66: 277-347.
- MORETTI M., DE BELLO F., ROBERTS S.P.M., POTTS S.G., 2009. Taxonomical vs. functional responses of bee communities to fire in two contrasting climatic regions. *Journal of Animal Ecology*, 78: 98-108.
- NIETO A., ROBERTS S.P.M., KEMP J., RASMONT P., KUHLMANN M., BIESMEIJER J.C., BOGUSCH P., DATHE HH., DE LA RÚA P., DE MEULEMEESTER T., DEHON M., DEWULF A., GARCÍA CRIADO M., ORTIZ-SÁNCHEZ F.J., LHOMME P., PAULY A., POTTS S.G., PRAZ C., QUARANTA M., RADCHENKO VG., SCHEUCHL E., SMIT J., STRAKA J., TERZO M., TOMOZII B., WINDOW J., MICHEZ D. 2015. - European Red List of Bees. International Union for Conservation of Nature, 03/2015; Publication Office of the European Union., ISBN: 978-92-79-44512-5: 84p.
- OLLERTON J., WINFREE R., TARRANT S., 2011. - How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120: 321-326.
- POTTS S.G., PETANIDOU T., ROBERTS S., O'TOOLE C., HULBERT A., WILLMER P., 2006. - Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. *Biological Conservation*, 129: 519-529.
- LOYOLA R.D., MARTINS R.P., 2008. - Habitat structure components are effective predictors of trap-nesting Hymenoptera diversity. *Basic Appl. Ecol.*, 9: 735-742.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018. - R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- SATTLER T., OBRIST M.K., DUELLI P., MORETTI M., 2011. - Urban arthropod communities: Added value or just a blend of surrounding biodiversity? *Landscape Urb. Plann.*, 103: 347-361.
- STEFFAN-DEWENTER I., POTTS S., PACKER L., 2005. - Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. *Trends Ecol. Evol.*, 20: 651-652.
- UGLAND K.I., GRAY J.S., ELLINGSEN K.E., 2003. - The species-accumulation curve and estimation of species richness. *J. Anim. Ecol.*, 72 (5): 888-897.

WESTPHAL C., BOMMARCO R., CARRE G., LAMBORN E., MORISON N., PETANIDOU T., POTTS G.G., ROBERTS SPM., SZENTGYORGYI H., TSCHEULIN T. *et al.*, 2008. - Measuring bee diversity in different european habitats and biogeographical regions. *Ecological Monographs*, 78: 653-671.