



OPIE

OFFICE POUR
LES INSECTES ET
LEUR ENVIRONNEMENT

Projet Interreg Sudoe Fleurs Locales

Identification des espèces de syrphidés et d'apoides présentes sur deux parcelles expérimentales du Jardin de Cocagne et du Domaine de Restinclières (34)

Opie - 2022

BAYAN T. & LOUBOUTIN B.



Interreg
Sudoe
Fleurs Locales
European Regional Development Fund



Conservatoire
d'espaces naturels
Occitanie



Rapport 2022

RÉDACTION, ANALYSES & MISE EN PAGE

Tarek BAYAN (Opie), Bastien LOUBOUTIN (Opie)

PROSPECTIONS DE TERRAIN

Bastien LOUBOUTIN (Opie), Marion BASTIEN (VSC Opie), Tarek BAYAN (Opie), Kevin LAMBAERE (CEN Occitanie)

RELECTURES

Serge GADOUM, Stéphane JAULIN, Xavier HOUARD (OPIE), Mario KLESCZEWSKI, Sofia ROSSI (CEN Occitanie)

REMERCIEMENTS

Pour leur aide sur le terrain et la transmission des relevés flore : Sofia ROSSI & Kevin LAMBAERE (CEN Occitanie)

Pour des échanges sur la détermination ou la validation de quelques spécimens : Matthieu AUBERT (Megachilidae, Halictidae) Éric DUFRENE (*Nomada*), Thomas WOOD (*Andrena*)

CREDITS PHOTOS

Andrena albopunctata, première et quatrième de couverture © B. LOUBOUTIN

Osmia dimidiata, deuxième de couverture © B. LOUBOUTIN

Version du 14/03/2023

Ce document doit être référencé comme suit

BAYAN Tarek & LOUBOUTIN Bastien, 2022. - Identification des espèces de syrphidés et d'apoïdes présentes sur deux parcelles expérimentales du Jardin de Cocagne et du Domaine de Restinclières (34), dans le cadre du projet Interreg SUDOE fleurs locales. Rapport d'étude de l'Opie pour le CEN Occitanie, 56 pages.

Sommaire

Introduction	4
Contexte de l'étude	4
La pollinisation	5
I. Méthodes	7
I.1. Les groupes taxonomiques étudiés.....	7
I.1.a. Les abeilles.....	7
I.1.b. Les syrphes	9
I.2. Présentation des sites inventoriés	11
I.2.a. Expérimentation dans l'Hérault	11
I.2.b. Domaine de Restinclières – Prades-le-Lez	12
I.2.c. Jardin de Cocagne, Mirabeau - Fabrègues.....	13
I.3. Protocole d'inventaire.....	15
I.3.a. Stratégie d'échantillonnage.....	15
I.4. Les réseaux d'interactions plantes-pollinisateurs.....	17
I.4.a. Caractère emboîté et modularité des réseaux.....	17
I.4.b. Caractérisation des réseaux	17
I.5. Diversité et patrimonialité.....	18
I.5.a. Abeilles	18
I.5.b. Syrphes	19
II. Résultats	20
II.1. Réalisation des prospections.....	20
II.2. Résultats globaux	21
II.2.a. Espèces inventoriées.....	21
II.2.b. Résultats par site	25
II.2.c. Résultats par passage	29
II.2.d. Résultats par placette	31
II.3. Les espèces de fort intérêt patrimonial	32
II.3.a. Abeilles.....	32
II.3.b. Syrphes	35
II.4. Interactions plantes-pollinisateurs	37
II.4.a. Domaine de Mirabeau - Jardin de Cocagne.....	42
II.4.b. Domaine de Restinclières	45
III. Synthèse	48
III.1. Diversité inventoriée	48
III.2. Interactions plantes-pollinisateurs	48
III.3. Habitats de reproduction	49
III.4. Perspectives	49
Bibliographie	52
Webographie	54

Introduction

Contexte de l'étude

Le projet **INTERREG SUDOE Fleurs locales** a pour objectif d'impulser la création de filières de restauration de la biodiversité par les semences locales dans les agrosystèmes et les milieux naturels méditerranéens en France, en Espagne et au Portugal. Ce projet comporte un volet expérimental durant lequel des cortèges de semences sauvages natives seront testées dans différents sites.



Interreg SUDOE *Fleurs locales* représente un partenariat entre sept structures bénéficiaires et 14 structures associées basées au Portugal, en Espagne et en France. Le chef de file est le CEN Occitanie et la coordination technique est assurée par l'association FAB'LIM basée à Villeveyrac (34). Le programme a débuté le 1^{er} mai 2020 et s'achèvera le 30 avril 2023 (36 mois). Il a un budget total de 1 593 690,00 € dont 75 % sont financés par l'Europe (aide FEDER) et 25 % cofinancés par la Région Occitanie (ROSSI 2022).

En France, l'objectif du projet « Fleurs locales » (Figure 1) est d'expérimenter des actions de restauration d'écosystèmes herbacés méditerranéens et de préstructurer la filière de production de semences de fleurs sauvages locales en Occitanie. Ces graines doivent être issues d'individus qui se sont développés et reproduits spontanément à l'intérieur de la zone méditerranéenne identifiée par la marque *Végétal local*. Ces semences seront utilisées pour la restauration d'habitats typiques méditerranéens tels que les pelouses à Brachypode de Phénicie (code Corine Biotopes CB 34.36). Afin d'organiser la filière de production dans la région, il est primordial d'identifier et d'associer tous les acteurs socio-économiques du territoire : les producteurs, les semenciers et les acheteurs potentiels. En Occitanie, l'usage du végétal local en contexte de restauration écologique a de multiples avantages, qu'ils soient économiques ou écologiques. De ce fait, il permettrait la restauration à grande échelle d'agrosystèmes et de milieux naturels méditerranéens dégradés. Des mélanges de graines pourront, par exemple, être proposés aux aménageurs, aux entreprises possédant des infrastructures routières et ferroviaires, aux collectivités et gestionnaires d'espaces naturels et anthropisés (ROSSI 2022).

L'objectif de ce premier volet entomologique est d'évaluer les éventuels impacts et/ou la valeur ajoutée des différents cortèges floristiques semés et du seul travail du sol associé à ces semis sur l'entomofaune et en particulier sur deux groupes taxonomiques de pollinisateurs : les Diptères Syrphidae et les Hyménoptères apoïdes. C'est l'approche fonctionnelle autour du service écosystémique de pollinisation qui a été privilégié.

Deux sites expérimentaux ont été retenus par le CEN Occitanie pour ce volet :

- ▶ les **Jardins de Cocagne**, Domaine agricole de Mirabeau, à Fabrègues (34). La parcelle expérimentale est composée de 16 placettes de 20 m² chacune, réparties sur 1 000 m².
- ▶ le **Domaine départemental de Restinclières**, à Prades-le-Lez (34). La parcelle expérimentale est composée de 16 placettes de 25 m² chacune, réparties dans un espace clôturé de 2 500 m².

Sur chacune des quinze premières placettes, un cortège d'espèces végétales différentes ont été semées en 2021. La seizième placette est une placette « témoin » sur laquelle seul un travail du sol a été réalisé, sans semis.



Figure 1. Panneau explicatif du projet Fleurs locales au domaine de Mirabeau © B. Louboutin.

La pollinisation

L'équilibre au sein du vivant découle directement des entités qui le composent. C'est ainsi que les interactions entre différentes espèces et/ou groupes d'espèces façonnent nos paysages. Les réseaux trophiques décrits par LINDEMANN (1942) présentent cet équilibre sur la base d'apports en énergie entre les différents niveaux trophiques. Par le biais de différentes relations (prédation, parasitisme, commensalisme, mutualisme ou encore symbiose), les espèces présentes sur Terre évoluent et façonnent le vivant.

Parmi ces relations, la **pollinisation** joue un rôle majeur dans l'équilibre de nos écosystèmes. La pollinisation correspond au « *phénomène qui permet la fécondation des plantes à fleurs (angiospermes) par le transport du pollen de l'étamine aux stigmates du pistil ou à l'ovule chez les gymnospermes* » (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales, consulté en janvier 2023). Les plantes à fleurs représentent en termes d'espèces près de 90 % de la flore mondiale (CHAPMAN 2009). Il existe différents modes de pollinisation : l'autofécondation (autogamie), la fécondation par l'intermédiaire de l'eau (hydrogamie), du vent (anémogamie) et des animaux (zoogamie). Bien que chez les plantes à fleurs la majorité des espèces (70 %) soient hermaphrodites (RICHARDS 1997) et peuvent donc réaliser l'autofécondation, les autres sont monoïques ou dioïques et doivent donc trouver un moyen de réaliser leur pollinisation par un intermédiaire. De plus, la pollinisation croisée (entre individus génétiquement différents) est essentielle pour l'ensemble des plantes puisqu'elle favorise l'adaptation des espèces au fil du temps et permet aussi le phénomène de diversification qui ne serait pas possible sans ce brassage génétique. Ainsi, la pollinisation **joue un rôle essentiel dans le maintien et l'évolution des communautés végétales.**

Les insectes représentent la très grande majorité des animaux pollinisateurs en nombre d'espèces dans le monde et l'ensemble de la faune pollinisatrice en Europe (Figure 2). Il a été estimé que dans l'Union européenne, 80 % des plantes sauvages utilisent les insectes comme vecteurs de pollen (OLLERTON *et al.* 2011). C'est une relation mutualiste qui va, lors de la recherche de nourriture (nectar, pollen, etc.), d'un lieu de ponte (cas des Lépidoptères), ou encore d'un partenaire sexuel (espèces qualifiées alors de *floricoles*, utilisant pour divers motifs l'inflorescence d'une plante), permettre le transport de pollen et donc la reproduction sexuée des plantes à fleurs. Au-delà de ce mutualisme, c'est même une **relation d'interdépendance qui lie plantes et insectes pollinisateurs** qui dépendent les uns et les autres de cette relation pour la pérennité de leurs populations (KEARNS *et al.* 1998).

L'Humain - *Homo sapiens* - a, depuis sa spéciation, formé nos sociétés actuelles. Ces sociétés, bien que parfois en marge du milieu naturel, dépendent fortement de celui-ci notamment en raison du besoin en ressources alimentaires. **De très nombreuses espèces cultivées dépendent des insectes pollinisateurs**, que ce soient des espèces de grandes cultures (maïs, blé, colza ; etc.), maraîchères (courgette, carotte, etc.) ou fruitières (pomme, poire, etc.) (GADOUM & ROUX-FOUILLET 2016). Dans l'Union européenne, il a été estimé que 84 % des espèces végétales cultivées dépendent de la pollinisation par les insectes (COLLEN *et al.* 2012). Des études ont estimé le service de pollinisation rendu aux cultures entomophiles utilisées directement pour l'alimentation humaine à près de 153 milliards d'euros par an dans le monde (GALLAI *et al.* 2009).

Deux enjeux ressortent ainsi des relations plantes-pollinisateurs :

- L'équilibre des écosystèmes terrestres et le maintien de la biodiversité
- Le service écosystémique rendu par la pollinisation permettant la préservation des ressources alimentaires pour les populations humaines



Figure 2. *Andrena thoracica* avec des grains de pollens de la tête aux pattes © B. Louboutin.

I. Méthodes

I.1. Les groupes taxonomiques étudiés

I.1.a. Les abeilles

Les abeilles ou Anthophiles sont des insectes faisant partie de l'ordre des Hyménoptères. Cet ordre est caractérisé par la présence de deux paires d'ailes membraneuses, les ailes postérieures présentant des crochets appelés « *hamuli* » (*hamulus* au singulier) unissant les deux ailes entre elles lors du vol. Tout comme l'ensemble du sous-ordre des Apocrites, elles présentent une nette constriction entre l'abdomen et le thorax. Les abeilles, du fait de leur morphologie (poils branchus sur tout ou une partie du corps), de leur alimentation adulte et larvaire exclusivement basée sur les ressources florales (nectar et pollen), et de leur comportement de butinage (fidélité totale ou partielle à une espèce de plante au moins pour la récolte de pollen lors d'un voyage de butinage), **jouent un rôle primordial dans la pollinisation**. Les abeilles sauvages correspondent à un groupe taxonomique présentant une grande diversité. Il existe six familles d'abeilles sauvages en France métropolitaine : Apidae, Andrenidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae et Melittidae. Ces six familles représentent au total **967 espèces** connues de France métropolitaine (GARGOMINY *et al.* 2020) et **2010 espèces** en Europe (BOUSTANI *com. pers.*).

Les « **traits de vie** » ou « **traits biologiques** » sont des descripteurs biologiques, écologiques et/ou comportementaux issus de la sélection naturelle. Ces traits varient selon les espèces d'abeilles. On retrouve par exemple des espèces sociales comme le Bourdon terrestre *Bombus terrestris* ou certains halictes, mais la très grande majorité des abeilles sauvages reste solitaire. D'autres traits de vie varient comme la longueur de la langue : si certaines familles présentent une langue « courte » (Andrenidae, Colletidae, Halictidae) d'autres présentent une langue « longue » (Apidae, Megachilidae), les Melittidae se situant en position intermédiaire (langue « moyenne »). Ainsi, les espèces à langue longue comme les Apidae seront capables de puiser le nectar au fond des corolles profondes des Fabaceae et des Lamiaceae (RASMONT *et al.* 2005 ; **Figure 3**) tandis que les collètes vont bien souvent puiser le nectar des Asteraceae, leur nectar étant plus aisément accessible (MÜLLER et KUHLMANN 2008). La longueur de la langue est un facteur biologique pouvant déterminer la capacité à polliniser certaines plantes.

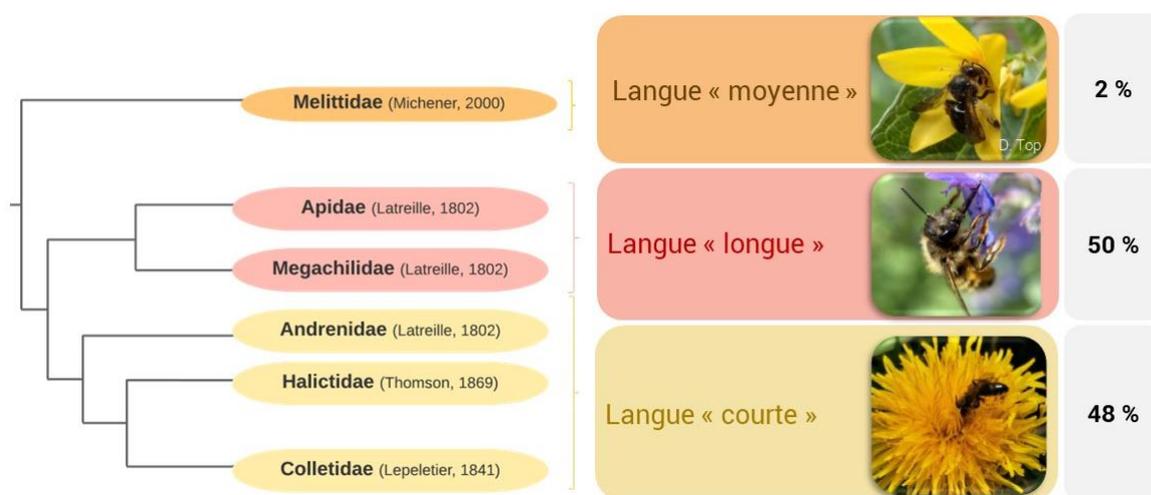


Figure 3. Phylogénie simplifiée des 6 familles d'abeilles présentes en France métropolitaine et exemple de « trait de vie » présent chez ces différentes familles. Le % correspond au taux d'espèces d'abeilles ayant la longueur de langue associée. © T. Bayan.

De fait, on distingue des abeilles **polylectiques** (butinant différentes espèces de plantes - régime généraliste) et des abeilles **oligolectiques** (ne butinant qu'une ou quelques espèces proches au sein d'une même famille de plantes - régime spécialiste).

Outre l'anthophilie (choix lectiques), les abeilles sauvages peuvent présenter des adaptations spécifiques (par ex. au climat), une mobilité plus ou moins importante, mais aussi différents modes de nidifications : certaines espèces comme les *Xylocopes* creusent ou utilisent des galeries dans le bois mort (TERZO *et al.* 2007), d'autres comme les espèces du genre *Hylaeus* nidifient dans les tiges creuses des végétaux (Amiet *et al.* 1999). *Hoplosmia spinulosa* nidifie dans d'anciennes coquilles d'escargots (Amiet *et al.* 2004). Enfin, la grande majorité des espèces (environ 70 %) nidifient dans le sol (Figure 4) sur des surfaces horizontales ou plus ou moins verticales, dans des substrats qui doivent être sableux ou au contraire lœssiques, argileux ou calcaires (MICHEZ *et al.* 2019).



Figure 4. *Lasioglossum* sp. et son nid au sol, PNR du Gâtinais français. © T. Bayan.



Figure 5. *Megachile centuncularis* récoltant le pollen d'une fleur d'*Arctium* sp. © T. Bayan.

Les abeilles sauvages présentent de nombreux autres « *traits de vie* » comme la méthode de récolte du pollen. Les abeilles adultes se nourrissent principalement de nectar, mais les femelles doivent être capables de fournir du pollen (et du nectar) à leurs larves qui se nourriront des stocks que la femelle aura amené dans le nid. Ainsi, certaines abeilles sont équipées d'une *scopa* (brosse de récolte) pouvant être ventrale chez les Megachilidae (Figure 5) ou encore sur les pattes chez le genre *Dasygaster*. Les abeilles du genre *Hylaeus* ne possèdent pas de *scopa* et stockent le pollen dans leur cavité buccale pour le transporter (JANVIER 2012). Les *Ceratina* sont aussi capables de stocker le pollen dans leur jabot (TERZO *et al.* 2007). Enfin, d'autres abeilles ne stockent pas du tout de pollen. C'est le cas des abeilles cleptoparasites (abeille coucou) comme les espèces des genres *Nomada* ou *Sphecodes* qui placent leurs larves au sein des nids des abeilles qu'elles parasitent. Leurs larves se nourriront des ressources placées dans les nids des abeilles parasitées (Amiet *et al.* 2007).

I.1.b. Les syrphes

Les Syrphidae ou syrphes sont des insectes appartenant à l'ordre des Diptères (deux ailes) et au sous-ordre des Brachycères (Brachycera). Ce sont des mouches aux antennes courtes (du grec *brachy* signifiant « court » et *ceros* « corne »). Leurs antennes sont formées de trois articles ; le dernier article porte une longue soie, nommée *arista*, ou bien un style plurisegmenté. La famille des Syrphidae se subdivise en trois sous-familles (Eristalinae, Syrphinae et Microdontinae, cette dernière parfois considérée comme une famille à part entière) qui comprennent plus de 6 000 espèces décrites au niveau mondial (PECK 1988 *in* DUSSAIX 2013).

Ces mouches ressemblent souvent par leurs formes, leurs couleurs et leurs comportements à certaines espèces d'hyménoptères (bourdons, abeilles, guêpes, etc. : mimétisme batésien) (Figure 6). Les adultes des syrphes sont généralement floricoles. On les rencontre souvent en été sur les fleurs, notamment d'ombellifères. En recherchant le pollen et le nectar dont ils se nourrissent, ils contribuent à la pollinisation des plantes fréquentées (Figure 7). Sur le terrain, on peut reconnaître les syrphes par un comportement singulier que les jardiniers connaissent bien : le vol stationnaire, qui leur a valu le nom anglais de *hoverflies*. En effet, beaucoup d'espèces effectuent de longues périodes de vol sur place, entrecoupées de déplacements brefs. Les mâles de certains syrphes montrent aussi des comportements territoriaux.

Même si de nombreuses espèces sont les hôtes privilégiés des milieux humides et forestiers, les Diptères Syrphidae se rencontrent dans tous les types d'habitats et ont conquis tous les espaces naturels (SARTHOU & SPEIGHT, 2005). Les larves se développent, en fonction des espèces, dans divers milieux aquatiques et/ou terrestres. On identifie quatre catégories de régimes alimentaires chez les larves :

- Chez les saprophages, les larves aquatiques sont microphages tandis que les larves semi-aquatiques (par ex. terreaux des cavités dans les arbres) sont détritivores et se nourrissent de déchets organiques.
- Les phytophages s'alimentent de différentes parties de plantes (bulbes, tiges, feuilles, fleurs...).
- Les mycophages se nourrissent des parties aériennes de champignons.
- Les zoophages (environ 40 % des espèces) sont des prédatrices, selon les espèces, de pucerons (larves aphidiphages) ou de larves d'autres insectes.

En plus d'avoir une grande variété de régimes trophiques, les syrphes à l'état larvaire occupent une très large gamme d'habitats et de niches écologiques plus ou moins étroites, ce qui permet une analyse fine du cortège des espèces. En France, les habitats, les microhabitats et les traits de vie de plus de 95 % des espèces de syrphes sont connus (SPEIGHT 2020). À ce titre, les Syrphes sont considérés comme d'excellents « bio-indicateurs », descripteurs de la qualité, de la diversité et de l'intégrité des habitats naturels, notamment boisés (SPEIGHT 1989 ; DUPONT & LUMARET 1997 ; SARTHOU & SPEIGHT 2005 ; SPEIGHT *et al.* 2007 ; CASTELLA *et al.* 2008).

En Europe, les Diptères Syrphidés comptent environ **930 espèces** (SPEIGHT 2020) et en France métropolitaine, ce sont actuellement **569 espèces** qui sont répertoriées selon TAXREF v.16 (INPN, consulté le 07/02/2023).

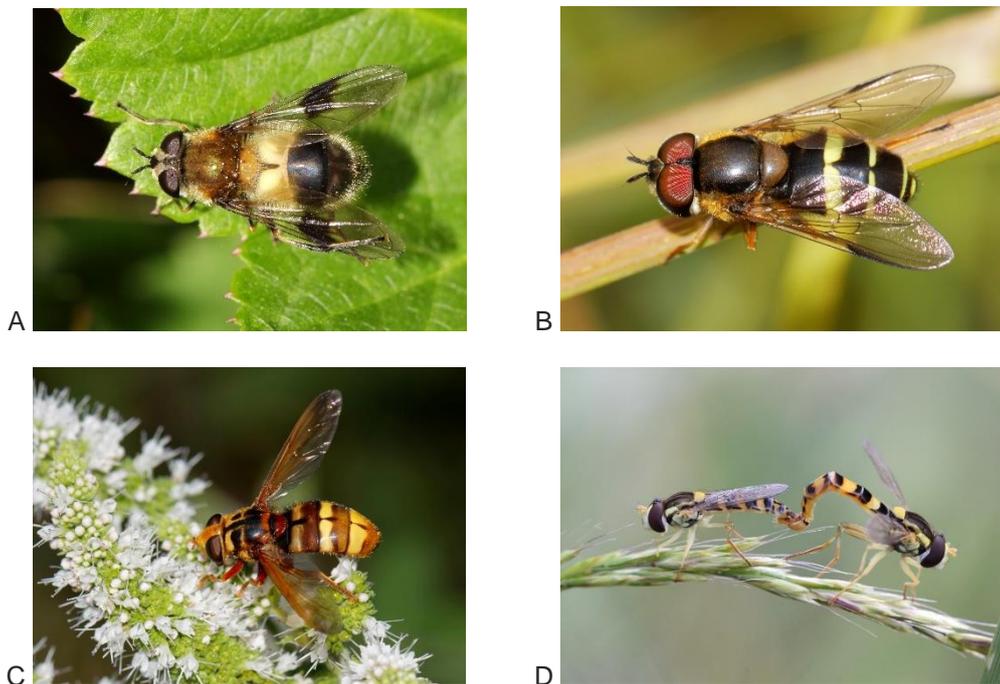


Figure 6. Quelques exemples d'espèces de Syrphidae. A : *Leucozona leucorum*, B : *Dasysyrphus tricinctus*, C : *Milesia crabroniformis*, D : *Sphaerophoria scripta* © B. Louboutin.

Parmi les familles importantes de Diptères, la famille des Syrphidae représentent incontestablement la plus connue et la mieux étudiée. Ce groupe taxonomique comporte des espèces dites à « haute valeur patrimoniale » dont la conservation doit être considérée comme prioritaire comme à l'échelle ouest-européenne (SPEIGHT 2003). Le caractère chronophage et délicat pour le gestionnaire de l'échantillonnage et de l'identification des Diptères Syrphidae limite néanmoins encore leur prise en compte dans les études écologiques. La mise en œuvre de telles études nécessite l'intervention et le suivi d'un entomologiste spécialiste du groupe.



Figure 7. *Eristalinus taeniops* butinant le Lierre © B. Louboutin.

I.2. Présentation des sites inventoriés

I.2.a. Expérimentation dans l'Hérault

Les deux sites retenus par le CEN Occitanie et l'Opie pour ce suivi sont le domaine départemental de Restinclières, à Prades-le-Lez au nord de Montpellier et la prairie aux Jardins de Cocagne, au sein de l'Agroécopôle du Domaine de Mirabeau, au sud-est de Montpellier (Figure 8). D'autres sites ont été suivis pour la flore (ROSSI 2022) à Méjannes-le-Clap dans le Gard, au Mas de la Victoire sur la commune de Saint-Pons-de-Mauchiens et à Vigne de Cocagne au Domaine de Mirabeau.

Les sites expérimentaux ont été choisis à la suite d'un appel à candidature auprès de propriétaires de terrains disponibles pour l'expérimentation (collectivités et agriculteurs). La première condition à respecter était qu'ils soient situés dans la région méditerranéenne et plus précisément en Occitanie. Une fois identifiés, ils ont tous reçu un travail de sol superficiel afin d'accueillir le futur semis, par le décompactage de la croûte superficielle du sol, désherbant mécaniquement au passage afin de faciliter l'implantation du semis (ROSSI 2022).

En amont du semis, les parcelles ont été travaillées à 15-20 cm max de profondeur afin d'ameublir le lit de semence (« couche superficielle du sol plus ou moins finement travaillée pour recevoir les semences lors du semis et favoriser leur germination grâce à un bon contact entre les semences et le sol »). Une fois les graines semées, le semis a été « roulé », c'est-à-dire qu'un rouleau compresseur a été passé afin de tasser le sol pour fixer les graines. Seule la parcelle du Domaine de Restinclières a été tassée par piétinement, faute de rouleau (ROSSI 2022).

Une fois le sol prêt, les mélanges ont été élaborés puis semés, ils sont tous de composition variable avec une dominante soit « poacées », soit « fabacées », soit les deux ensembles ou soit en mélange « fleuri » (ROSSI 2022).

Concernant le suivi flore, les placettes expérimentales sont suivies en 2022 et le seront au moins en 2023 afin d'identifier des espèces qui pourraient apparaître en seconde année, comme par exemple les bisannuelles telles que les *Verbascum* ou les vivaces comme les *Brachypodium* et le *Dactylis* ainsi que certaines bulbeuses comme les *Asphodelus*. Au moins trois passages sont prévus par saison pour réaliser le suivi de l'évolution de la végétation (ROSSI 2022).



Figure 8. Localisation des sites expérimentaux suivis par le CEN – carte : Sofia ROSSI, 2022.

I.2.b. Domaine de Restinclières – Prades-le-Lez

Selon le rapport de suivi de la flore (ROSSI 2022) :

Sur les placettes du Domaine départemental de Restinclières, 77 espèces ont été semées (poids total de 2187,88 g), le 10 septembre 2021. En amont, le sol avait été préparé par griffage (outil à dent pour ameublir le sol) puis passage d'un déchaumeur à disque pour ameublir le lit de semences, travail superficiel sur 15 cm max.

87 espèces ont été relevées lors des suivis phytosociologiques. Sur les 77 espèces introduites, 49 % se sont exprimées soit 38 espèces au total. La moyenne du recouvrement par la végétation sur l'ensemble des placettes est de 40 % et celle du recouvrement par les espèces semées est de 19 %. Les espèces issues du semis qui se sont le plus exprimées sont : *Knautia integrifolia*, *Lolium rigidum*, *Nigella damascena* et *Salvia verbenaca*.

Les espèces annuelles et bisannuelles semées qui se sont exprimées cette année représentent 84,4 % du semis contre 15,6 % pour les vivaces (ROSSI 2022).

Lors du premier passage de l'Opie le 23 mai 2022 sur ce site, les espèces en cours de floraison étaient principalement *Knautia integrifolia* (Figure 9). Lors du second passage de l'Opie le 14 juin, la végétation était déjà très desséchée. Les Nigelles avaient terminé leur floraison et les fleurs dominantes étaient essentiellement *Centaurea solstitialis* et toujours *K. integrifolia* ou *Scabiosa atropurpurea* var. *maritima* (Figure 10).



Figure 9. Placettes à Restinclières au premier passage le 23 mai, dominées par la floraison de *Knautia integrifolia* © B. Louboutin.



Figure 10. Placettes à Restinclières au second passage le 14 juin 2022, affectées par la sécheresse et dominées par la floraison de *Centaurea solstitialis* et *Knautia integrifolia* ou *Scabiosa atropurpurea* var. *maritima* © B. Louboutin.

I.2.c. Jardin de Cocagne, Mirabeau - Fabrègues

Selon le rapport de suivi de la flore (ROSSI 2022) :

Sur les placettes du Jardin de Cocagne, 60 espèces ont été semées (poids total de 1521,75 g), le 19 août 2021. En amont le sol avait été préparé par une fraise rotatrice (outil rotatif horizontal) sur 15 cm de profondeur.

Sur l'exploitation maraîchère du Jardin de Cocagne, 124 espèces ont été inventoriées sur l'ensemble des placettes. Sur les 60 espèces semées, 23 se sont exprimées sur le site soit 38 % du cortège semé. À ce jour, sur l'ensemble des passages, la moyenne du recouvrement de la végétation est d'environ 60 % sur ce site et le recouvrement par les espèces introduites est d'environ 11,5 %. Les espèces semées les plus abondantes sur Jardin de Cocagne sont : *Lolium rigidum*, *Medicago polymorpha*, *Scabiosa atropurpurea*, *Knautia integrifolia* et *Urospermum picroides*.

Les espèces annuelles et bisannuelles semées qui se sont exprimées cette année représentent 82,6 % du semis contre 17,4 % pour les vivaces (ROSSI, 2022).

Lors du premier passage de l'Opie le 23 mai 2022 sur ce site, les espèces en cours de floraison étaient principalement *Anacyclus clavatus*, *Knautia integrifolia* et *Melilotus officinalis* (Figure 11). Lors du second passage de l'Opie le 15 juin 2022, les fleurs dominantes étaient essentiellement *Centaurea solstitialis* (Figure 12).



Figure 11. Placettes au Jardin de Cocagne au premier passage le 23 mai, dominées par la floraison de *Anacyclus clavatus*, *Knautia integrifolia* et *Melilotus officinalis* © B. Louboutin.



Figure 12. Placettes au Jardin de Cocagne au second passage le 15 juin 2022, dominées par *Centaurea solstitialis* © B. Louboutin.

I.3. Protocole d'inventaire

I.3.a. Stratégie d'échantillonnage

Pour cet inventaire, **deux passages printaniers** ont été réalisés sur chacun des sites d'études durant le mois de **mai** et le mois de **juin**. Chacun des sites étudiés (Domaine de Restinclières et Jardin de Cocagne) est composé de 16 parcelles (5 m x 5 m et 4 m x 4 m respectivement), dont une parcelle témoin (Figure 14 et Figure 15). Durant chacune des deux sessions, des relevés de 10 minutes ont été réalisés afin de noter l'ensemble des abeilles et des syrphes observées sur chacune des placettes (Figure 13). Cette méthode d'échantillonnage permet d'étudier de manière quantitative les données.

La très grande majorité des espèces d'abeilles et de syrphes n'étant pas déterminables *in situ*, les spécimens prélevés sont capturés à l'aide d'un filet entomologique puis tués à l'acétate d'éthyle pour ensuite être montés sur épingles et étalés (incontournable extraction des pièces génitales des mâles) à fins de conservation et détermination ultérieure au laboratoire sous la loupe binoculaire (seule méthode fiable). Les spécimens de détermination délicate ont été transmis aux spécialistes de notre réseau pour détermination ou validation. Après détermination, les spécimens prélevés ont été conservés dans les meilleures conditions possibles pour éventuelle exploitation ultérieure (vérifications, validations, révisions de genre, formations de spécialistes).

Les autres taxons floricoles (rhopalocères, coléoptères) ont été occasionnellement notés de façon opportuniste mais n'ont pas fait l'objet de relevés protocolés dans le temps imparti pour cette première étude.

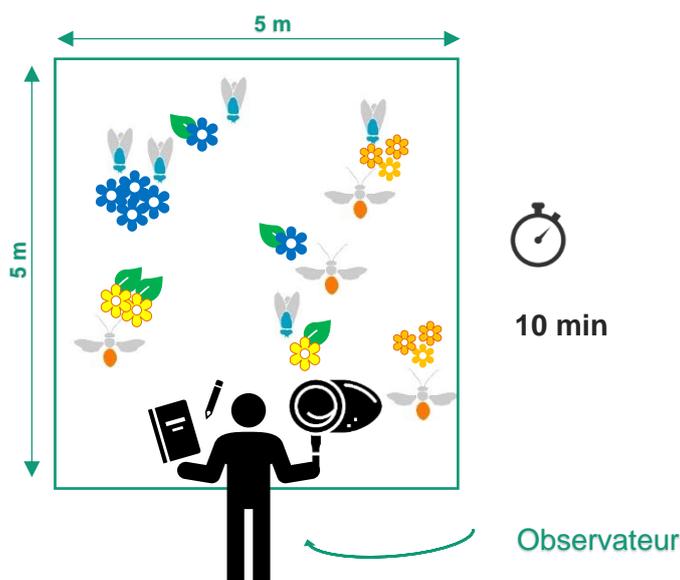


Figure 13. Schéma de la méthode d'échantillonnage d'une placette dans les zones d'étude.

Les espèces végétales butinées par les spécimens observés ou capturés sont identifiées, notamment grâce aux relevés botaniques réalisés par le CEN Occitanie. Ces relations plantes-pollinisateurs permettront de mieux définir les enjeux de conservations au sein de ces réseaux de pollinisation.

Nota Bene : *Knautia integrifolia* et *Centaurea atropurpurea* var. *maritima* n'ont pas été identifiées directement lors des relevés de terrain (seulement *K. integrifolia*). Après discussion avec les botanistes du CEN et d'après les photos, *Knautia integrifolia* était nettement dominante en mai, alors que *C. atropurpurea* était plus tardive et surtout fleurie en juin. Cependant, il est possible qu'il y ait un peu de chevauchement. Aussi dans le rapport final, nous avons conservé le complexe *C. atropurpurea* / *K. integrifolia*.

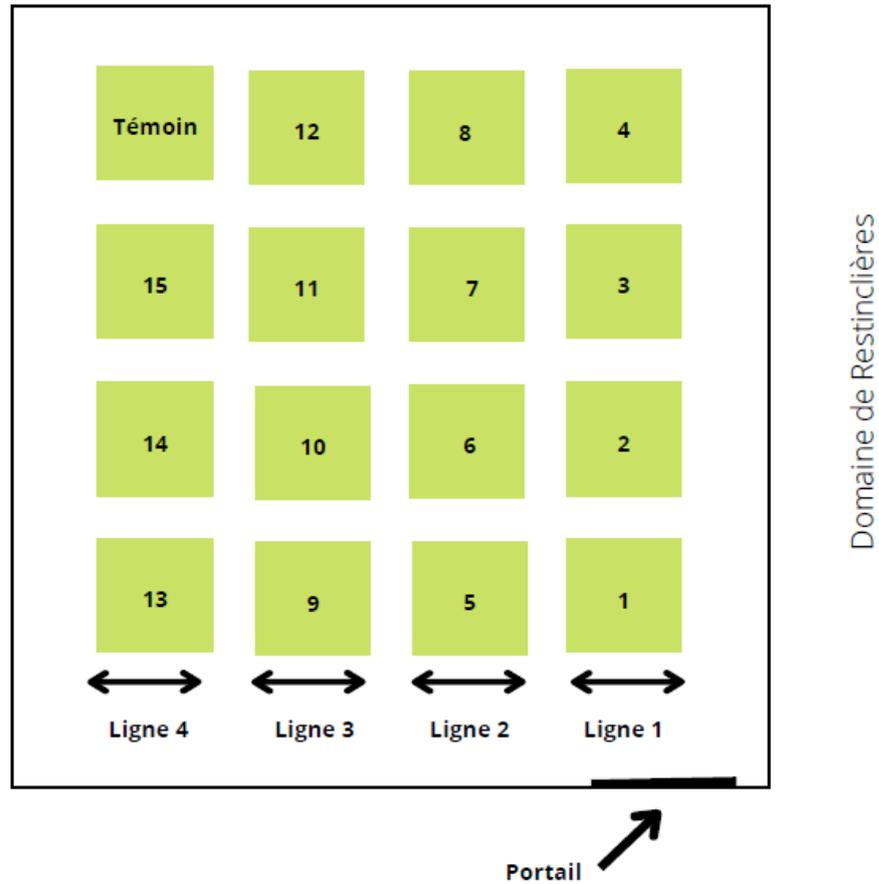


Figure 14. Placettes mises en place dans le Domaine de Restinclières.

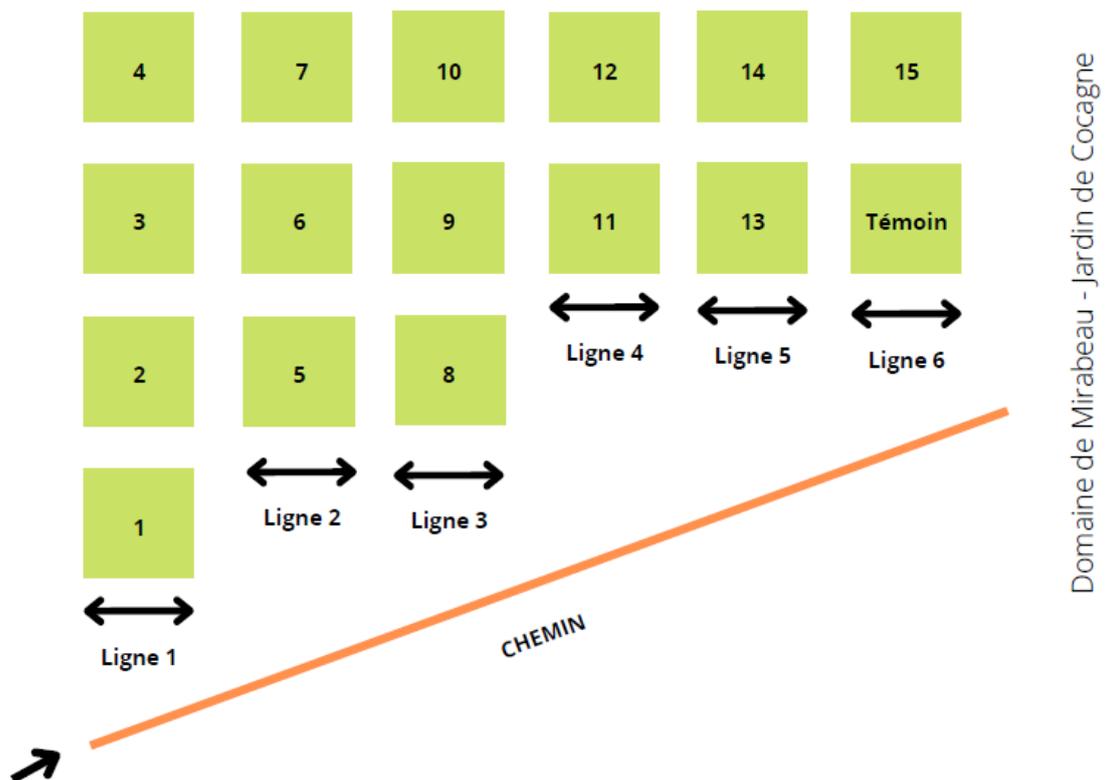


Figure 15. Placettes mises en place au Jardin de Cocagne.

I.4. Les réseaux d'interactions plantes-pollinisateurs

I.4.a. Caractère emboîté et modularité des réseaux

Sur un territoire donné, les interactions entre plantes et insectes pollinisateurs forment ce que l'on appelle un réseau d'interactions (ou réseau de pollinisation). Dans ce réseau, plantes et pollinisateurs sont représentés par des nœuds et les interactions entre plantes et pollinisateurs sont les liens entre ces nœuds (Figure 16). Ce réseau est mutualiste (relation à bénéfice pour les plantes et les pollinisateurs) *bipartite* : les plantes et les pollinisateurs représentent deux sous-ensembles qui interagissent entre eux mais qui ne présentent pas d'interactions en leur sein. Effectivement, dans ce réseau, il n'y a pas d'interactions entre deux pollinisateurs ou entre deux plantes (DORMANN *et al.* 2008). Au sein de ces réseaux, il existe des espèces d'insectes butinant un grand nombre de plantes différentes (espèces généralistes) ainsi que des espèces butinant spécifiquement certaines espèces ou groupes d'espèces de plantes (espèces spécialistes).

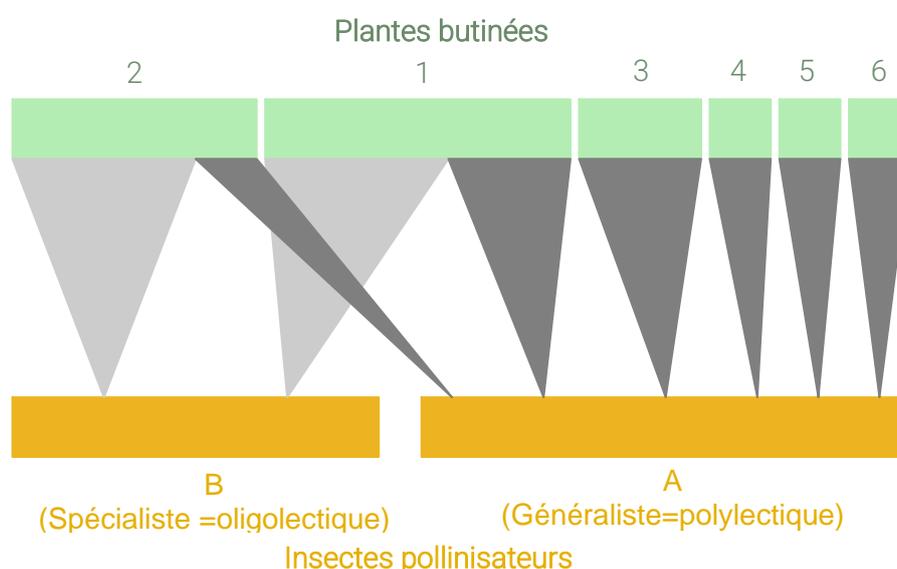


Figure 16. Réseau d'interactions plantes-pollinisateurs simplifié. Dans cet exemple, les insectes pollinisateurs sont représentés en orange et les plantes butinées en vert. On y distingue une espèce A, généraliste, butinant (gris foncé) un grand nombre de plantes différentes et une espèce B, spécialiste, butinant (gris clair) un groupe restreint d'espèce, les plantes 1 et 2 faisant partie d'un même groupe/genre de plantes.

I.4.b. Caractérisation des réseaux

Une propriété centrale des réseaux de pollinisation est leur caractère **emboîté** (ou imbriqué) : les espèces d'insectes pollinisateurs dites généralistes butinent une grande diversité d'espèces de plantes. Elles sont donc fortement connectées et forment le cœur du réseau d'interaction. Les espèces spécialistes vont interagir avec un sous-ensemble d'espèces de plantes faisant partie de l'ensemble butiné par les insectes pollinisateurs généralistes.

Une autre caractéristique commune dans les réseaux de pollinisation est la **modularité**. La modularité se produit lorsque certains groupes d'espèces au sein d'un réseau sont beaucoup plus étroitement connectés les uns aux autres qu'ils ne le sont avec le reste du réseau. Dans les *modules* (ou *compartiments*), les espèces hautement spécialisées n'interagissent souvent qu'avec des individus dans leur propre module et sont qualifiées d'espèces *périphériques* ou *satellites*. Les espèces plus généralistes jouent un rôle de *centre* au sein de leur propre module, avec des interactions avec de nombreuses espèces différentes. Des espèces très généralistes peuvent faire office de connecteurs (ou *pivots* ou *hubs*) entre leur propre module

et d'autres modules. Jusqu'à présent, les études ont révélé que les espèces pivots étaient toujours des plantes et non des insectes pollinisateurs. Les réseaux avec peu d'espèces sont emboîtés et deviennent de plus en plus modulaires avec l'augmentation du nombre d'espèces.

Pour cette étude, des réseaux d'interactions sont réalisés afin de visualiser et analyser les interactions entre insectes visiteurs et fleurs. Comme il a été décrit précédemment, les réseaux sont constitués de nœuds (pollinisateurs et plantes) et de liens entre ces nœuds (interactions entre plantes et pollinisateurs). Les liens sont qualitatifs s'ils indiquent seulement la relation entre deux nœuds ou quantitatifs s'ils indiquent le nombre d'interactions entre deux nœuds (DORMANN *et al.* 2009). Ces liens seront quantitatifs dans notre cas.

La totalité des analyses de réseaux de pollinisation a été réalisée à l'aide du package R *bipartite* (DORMANN *et al.* 2008) du logiciel R version 3.2.2 (R Core Team 2020). Une série de graphiques de réseaux d'interactions a été construite avec la fonction *plotweb* permettant de visualiser plantes et pollinisateurs, les liens qui les unissent et leur densité relative.

I.5. Diversité et patrimonialité

I.5.a. Abeilles

La région méditerranéenne présente la richesse spécifique en abeilles la plus importante d'Europe. Bien que très riche, la connaissance des abeilles sauvages en Occitanie (JAULIN *et al.* 2022) et plus généralement sur le pourtour méditerranéen est relativement faible. En effet, peu de ressources existent présentant la diversité et la répartition de ce groupe taxonomique. Ce facteur rend l'estimation de la patrimonialité des espèces ardue (NIETO *et al.* 2014).

Néanmoins, de récents projets ont permis de réaliser une liste des espèces d'abeilles sauvages présentes sur le territoire de l'Hérault : dans le cadre du « Plan abeilles et pollinisateurs 34 », des inventaires ont été réalisés sur le domaine départemental de Restinclières et la base départementale de Bessilles (AUBERT 2021). Un mémoire de stage réalisé dans le cadre du soutien financier de la part du Département a permis de réaliser une liste des espèces présentes sur le département de l'Hérault à partir du travail d'inventaire de Restinclières et de Bessilles ainsi que diverses ressources bibliographiques (AUBOUIN 2020). Au total, 571 espèces ont été recensées sur le département, ce qui fait à ce jour de l'Hérault le département le plus riche sur le territoire français. Bien qu'il soit encore plus que nécessaire d'améliorer la connaissance sur les abeilles sauvages, ces récents travaux permettent de mieux statuer des enjeux patrimoniaux sur le département de l'Hérault.

À ce jour, il n'existe pas de Liste rouge ou de liste de taxons déterminants Znieff pour l'ensemble des espèces d'abeilles sauvages en région Occitanie. Cependant, il existe une liste d'espèces déterminantes Znieff de l'ancienne région Languedoc-Roussillon qui ne considère que les Melittidae et les Xylocopinae ainsi qu'une forte proportion des Apidae (ISERBYT *et al.* 2005).

Les espèces d'abeilles sont considérées comme présentant un fort intérêt patrimonial lorsqu'elles :

- figurent sur la **Liste rouge européenne des abeilles** (NIETO & al. 2014, [Figure 17](#)) ;
- figurent sur la **Liste des espèces d'abeilles déterminantes Znieff du Languedoc-Roussillon** (ISERBYT *et al.* 2005) ;
- sont **peu présentes** ou se trouvent **en limite d'aire de distribution dans la région** (AUBERT 2021 ; AUBOUIN 2020 ; BENOIST 1931 ; BENOIST 1941 ; KASPAREK 2022 ; PAULY & BEVAL 2017 ; RASMONT *et al.* 2021 ; SMIT 2018 ; TERZO *et al.* 2007 ; Atlas Hymenoptera) ;
- ou sont fortement exposées au **risque climatique** (RASMONT *et al.* 2015).

Les espèces de fort intérêt patrimonial seront typographiées **en gras** dans ce rapport.

I.5.b. Syrphes

Sur les plus de 560 espèces de Syrphidae connues en France, 403, soit plus de 70 % de la faune française, sont citées en Occitanie et 151 dans l'Hérault (SPEIGHT 2020). La connaissance des syrphes de l'Hérault peut être qualifiée actuellement de moyenne. Plus de 25 espèces vont être ajoutées à la liste départementale par une prochaine publication (LOUBOUTIN *et al.* in prep.).

Les syrphes semblent assez sensibles à la sécheresse et à la chaleur, aussi ils sont moins abondants en particulier dans les milieux secs en contexte méditerranéen en plein été. Quelques genres comme les *Merodon* et les *Eumerus* dont la phase larvaire se fait dans les bulbes de géophytes sont toutefois très diversifiés dans les milieux méditerranéens. Ils volent ici presque toute l'année pour certaines espèces mais sont nettement plus rares en été quand la strate herbacée est desséchée.

La base de données **Syrph the net (StN)** est un projet coordonné par une petite équipe et piloté par le spécialiste européen Martin Speight, qui compile dans le *Species accounts* l'ensemble des informations disponibles sur les espèces, en une véritable encyclopédie des Syrphes d'Europe. Pour chaque espèce sont présentés le ou les milieux de vie habituels, les habitudes et les comportements des adultes, les fleurs visitées, la période de vol, ce que l'on sait de l'écologie larvaire, la répartition géographique. Des clés de détermination sont également compilées dans StN. Cette base est régulièrement mise à jour, la dernière version datant de 2020.

StN propose également un **degré de menace et de déclin** pour chaque espèce en Europe et pour chaque pays dont la France (SPEIGHT 2020).

La première **Liste rouge européenne** des syrphes qui évalue le risque d'extinction des espèces vient également de paraître cette année (VUJIC *et al.* 2022, [Figure 17](#)).

À ce jour il n'existe pas encore de Liste rouge régionale ou de liste de taxons déterminants Znieff pour les syrphes en région Occitanie.



Figure 17. Documents de référence pour estimer la patrimonialité des syrphes avec a) *Syrph the Net* (guide technique de mise en œuvre d'une étude StN) ; b) la Liste rouge européenne des syrphes ; et des abeilles avec c) la Liste rouge européenne des abeilles

II. Résultats

II.1. Réalisation des prospections

L'ensemble des prospections devant être réalisées ont pu être effectuées pour les abeilles ainsi que les syrphes par trois opérateurs de l'Opie avec un premier passage le 23 mai 2022 à trois personnes et un second passage les 14 et 15 juin 2022 à deux personnes (Tableau 1 et Figure 18).

Tableau 1. Dates de passages et observateurs par placette sur les deux sites suivis.

MIRABEAU – Jardin de Cocagne					
PLACETTES	Premier passage - Mai			Second passage - Juin	
M01	23/05/2022	LOUBOUTIN Bastien		15/06/2022	LOUBOUTIN Bastien
M02	23/05/2022	BASTIEN Marion		15/06/2022	BASTIEN Marion
M03	23/05/2022	BAYAN Tarek		15/06/2022	LOUBOUTIN Bastien
M04	23/05/2022	LOUBOUTIN Bastien		15/06/2022	BASTIEN Marion
M05	23/05/2022	BAYAN Tarek		15/06/2022	LOUBOUTIN Bastien
M06	23/05/2022	BASTIEN Marion		15/06/2022	BASTIEN Marion
M07	23/05/2022	BAYAN Tarek		15/06/2022	LOUBOUTIN Bastien
M08	23/05/2022	LOUBOUTIN Bastien		15/06/2022	BASTIEN Marion
M09	23/05/2022	BASTIEN Marion		15/06/2022	LOUBOUTIN Bastien
M10	23/05/2022	LOUBOUTIN Bastien		15/06/2022	BASTIEN Marion
M11	23/05/2022	BASTIEN Marion		15/06/2022	BASTIEN Marion
M12	23/05/2022	BAYAN Tarek		15/06/2022	BASTIEN Marion
M13	23/05/2022	LOUBOUTIN Bastien		15/06/2022	BASTIEN Marion
M14	23/05/2022	BAYAN Tarek		15/06/2022	LOUBOUTIN Bastien
M15	23/05/2022	BASTIEN Marion		15/06/2022	LOUBOUTIN Bastien
M16	23/05/2022	LOUBOUTIN Bastien		15/06/2022	LOUBOUTIN Bastien
RESTINCLIÈRES					
PLACETTES	Premier passage - Mai			Second passage - Juin	
R01	23/05/2022	LOUBOUTIN Bastien		14/06/2022	LOUBOUTIN Bastien
R02	23/05/2022	BASTIEN Marion		14/06/2022	LOUBOUTIN Bastien
R03	23/05/2022	BAYAN Tarek		14/06/2022	LOUBOUTIN Bastien
R04	23/05/2022	BAYAN Tarek		14/06/2022	LOUBOUTIN Bastien
R05	23/05/2022	BASTIEN Marion		14/06/2022	BASTIEN Marion
R06	23/05/2022	LOUBOUTIN Bastien		14/06/2022	BASTIEN Marion
R07	23/05/2022	BASTIEN Marion		14/06/2022	BASTIEN Marion
R08	23/05/2022	LOUBOUTIN Bastien		14/06/2022	BASTIEN Marion
R09	23/05/2022	BAYAN Tarek		14/06/2022	BASTIEN Marion
R10	23/05/2022	LOUBOUTIN Bastien		14/06/2022	BASTIEN Marion
R11	23/05/2022	BAYAN Tarek		14/06/2022	BASTIEN Marion
R12	23/05/2022	BAYAN Tarek		14/06/2022	LOUBOUTIN Bastien
R13	23/05/2022	LOUBOUTIN Bastien		14/06/2022	LAMBAERE Kevin
R14	/	/		14/06/2022	LAMBAERE Kevin
R15	23/05/2022	BAYAN Tarek		14/06/2022	BASTIEN Marion
R16	23/05/2022	LOUBOUTIN Bastien		14/06/2022	LOUBOUTIN Bastien



Figure 18. Relevés au Jardin de Cocagne, le 23 mai 2022 © B. Louboutin.

II.2. Résultats globaux

II.2.a. Espèces inventoriées

Le [Tableau 2](#) ci-après détaille l'ensemble des taxons comptabilisés sur les deux sites et pour les deux passages. Certains taxons ne sont identifiés qu'au genre quand ils n'ont pu être capturés par exemple ou que l'individu en collection ne permet pas une identification jusqu'à l'espèce (cas des femelles chez certains syrphes par exemple). Les espèces de fort intérêt patrimonial apparaissent en gras dans le texte.

On peut voir que seuls cinq taxons de syrphes ont été répertoriés, ce qui est très faible. Ceci s'explique notamment par le contexte xérique, la période ciblée en fin de printemps et les fortes chaleurs précoces lors des relevés qui sont défavorables à la plupart des espèces de syrphes. Une espèce a toutefois été notée dans presque 20 % des relevés : *Sphaerophoria scripta* qui est une espèce aphidiphage répandue dans les cultures.

Les abeilles sont moins sensibles à la xéricité et la chaleur et ont été observées avec une diversité nettement plus importante, avec près de 47 espèces. À noter que l'espèce la plus abondante et la plus fréquente est l'Abeille mellifère *Apis mellifera*. Un biais d'observation en faveur de cette espèce est possible car elle est plus facile à repérer et à identifier que les espèces plus petites. Elle semblait cependant fréquente, notamment à Restinclières où des ruchers sont aprioris présents.

Quatre autres espèces d'abeilles ont été capturées dans au moins 20 % des relevés (mai et juin confondus) : *Lasioglossum corvinum*, *Lasioglossum malachurum*, *Seladonia gemmea* et *Osmia dimidiata*.

Pour la suite des analyses, nous détaillerons plus les abeilles que les syrphes du fait de la faible diversité et abondance observée.

Tableau 2. Ensemble des taxons inventoriés, avec le détail des effectifs pour chacun des deux passages à Mirabeau et à Restinclières, l'abondance totale et la fréquence des espèces dans les 64 relevés (16 placettes x 2 sites x 2 passages).

Ordre	Famille	Nom valide	MIRAB.		RESTIN.		Abond. cumulée	Fréquence (sur 64 relevés)		
			23 mai	15 juin	23 mai	14 juin				
DIPTERA	Syrphidae	<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)			1		1	2 %		
		<i>Eumerus hungaricus</i> Szilády, 1940		1			1	2 %		
		<i>Merodon albifrons</i> Meigen, 1822	6				6	6 %		
		<i>Paragus</i> sp. Latreille, 1804			1		1	2 %		
		<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	14		3	1	18	19 %		
HYMENOPTERA	Andrenidae	Hymenoptera Linnaeus, 1758		1	1	2	4	6 %		
		<i>Andrena albopunctata</i> (Rossi, 1792)		2			2	3 %		
		<i>Andrena colletiformis</i> Morawitz, 1873			9	2	11	13 %		
		<i>Andrena</i> sp. Fabricius, 1775				1	1	2 %		
		<i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799		3			3	5 %		
		<i>Andrena hattorfiana</i> (Fabricius, 1775)			3		3	5 %		
		<i>Andrena nitidula</i> Pérez, 1903	2				2	2 %		
		<i>Andrena variabilis</i> Smith, 1853	1		1		2	3 %		
HYMENOPTERA	Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	16		29	6	51	34 %		
		<i>Bombus hortorum</i> (Linnaeus, 1761)		1			1	2 %		
		<i>Bombus</i> sp. Latreille, 1802	1	2	9		12	16 %		
		<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli, 1763)			1		1	2 %		
		<i>Ceratina dallatorreana</i> Friese, 1896		1			1	2 %		
		<i>Eucera clypeata</i> Erichson in Walth, 1835		1			1	2 %		
		<i>Eucera nigrescens</i> Pérez, 1880			2		2	2 %		
		<i>Eucera taurica</i> Morawitz, 1871		2		2	4	6 %		
		<i>Nomada basalis</i> Herrich-Schäffer, 1839		1			1	2 %		
		HYMENOPTERA	Halictidae	<i>Colletes abeillei</i> Pérez, 1903	1				1	2 %
				<i>Halictus</i> sp. Latreille, 1804		1		3	4	6 %
				<i>Halictus cf. quadricinctus</i> (Fabricius, 1777)		1		4	5	5 %
				<i>Halictus scabiosae</i> (Rossi, 1790)		1			1	2 %
<i>Lasioglossum corvinum</i> (Morawitz, 1877)	13			1	6	5	25	25 %		
<i>Lasioglossum</i> sp. Curtis, 1833					1	1	2	3 %		
<i>Lasioglossum discus</i> (Smith, 1853)				12			12	14 %		
<i>Lasioglossum glabriusculum</i> (Morawitz, 1872)	1					3	4	5 %		
<i>Lasioglossum malachurum</i> (Kirby, 1802)	5			6	4	6	21	31 %		
<i>Lasioglossum pauxillum</i> (Schenck, 1853)	3						3	6 %		
<i>Lasioglossum punctatissimum</i> (Schenck, 1853)	1						1	2 %		
<i>Lasioglossum truncaticolle</i> (Morawitz, 1877)				7			7	9 %		
<i>Nomiapis diversipes</i> (Latreille, 1806)	1						1	2 %		
<i>Seladonia gemmea</i> (Dours, 1872)	1			13	14	20 %				
<i>Seladonia</i> sp. Robertson, 1918	2			1	3	3 %				

Ordre	Famille	Nom valide	MIRAB.		RESTIN.		Abond. cumulée	Fréquence (sur 64 relevés)
			23 mai	15 juin	23 mai	14 juin		
		<i>Seladonia subaurata</i> (Rossi, 1792)			3		3	5 %
		<i>Vestitohalictus vestitus tectus</i> (Radoszkowski, 1875)			1		1	2 %
		<i>Anthidiellum strigatum</i> (Panzer, 1802)			1		1	2 %
		<i>Anthidium diadema</i> Latreille, 1809			1		1	2 %
		<i>Heriades crenulata</i> Nylander, 1856		4	5		9	11 %
		<i>Hoplitis bisulca</i> (Gerstäcker, 1869)		1			1	2 %
		<i>Lithurgus chrysurus</i> Fonscolombe, 1834		1	1		2	3 %
		<i>Megachile apicalis</i> Spinola, 1808		3	5		8	11 %
		<i>Megachile centuncularis</i> (Linnaeus, 1758)			1		1	2 %
		<i>Megachile marginata</i> Smith, 1853		1	4		5	8 %
		<i>Megachile melanogaster</i> Eversmann, 1852		1			1	2 %
		<i>Megachile pilicrus</i> Morawitz, 1877		3			3	5 %
	Megachilidae	<i>Osmia brevicornis</i> (Fabricius, 1798)	1				1	2 %
		<i>Osmia dimidiata</i> Morawitz, 1870		35	7		42	28 %
		<i>Osmia ligurica</i> Morawitz, 1868			1		1	2 %
		<i>Pseudoanthidium stigmaticorne</i> (Dours, 1873)				1	1	2 %
		<i>Rhodanthidium septemdentatum</i> (Latreille, 1809)			5	2	7	9 %
		<i>Stelis ornatula</i> (Klug, 1808)				1	1	2 %
		<i>Trachusa integra</i> (Eversmann, 1852)		1	1		2	3 %
		<i>Trachusa interrupta</i> (Fabricius, 1781)				7	7	8 %
		<i>Trachusa sp.</i> Panzer, 1804				4	4	3 %

La très grande majorité des espèces observées (Tableau 3) présente une répartition méditerranéenne, voire subméditerranéenne. C'est par exemple le cas d'*Eucera taurica*, *Lasioglossum discus*, ou encore d'*Osmia dimidiata*. D'autres espèces sont présents dans la moitié sud du pays et sont en expansion telle que *Halictus quadricinctus*.

Deux facteurs sont essentiels pour la pérennité des cortèges d'abeilles sauvages sur un territoire donné, à savoir le régime alimentaire (ou lectisme) ainsi que le type de nidification. Les espèces observées présentent une diversité en lieux de nidification.

Les espèces d'abeilles observées présentent plusieurs modes de nidification. Près de 65 % des espèces observées sur les parcelles étudiées sont terricoles (nids dans la terre). Cela concerne principalement la famille des Andrenidae, Apidae, Coletidae et Halictidae. Les Megachilidae présentent quant à elles une majorité d'espèce cavicoles (nids dans les cavités). Parmi les Apidae, *Ceratina dallatorreana*, comme la grande majorité des cératines et des espèces du genre *Hylaeus*, est rubicole (nids dans les tiges des ronces).

La majorité des espèces observées présentent un régime polylectique et récoltent donc le pollen de divers ressources florales. D'autres vont quant à elles présenter un régime oligolectique et récolter le pollen d'une famille de plante et parfois même d'une seule espèce. C'est le cas d'*Andrena hattorfiana*, oligolectique sur les Dipsacaceae ou encore d'*Eucera taurica* oligolectique que les Asteraceae (Tableau 3).

Concernant les syrphes, deux espèces sont largement distribuées en France : *Sphaerophoria scripta* et *Eristalis tenax* et sont anthropophiles (jardins, cultures). La première est aphidiphage au stade larvaire (puçerons) et la seconde microphage (en milieu aquatique).

Les deux autres espèces sont bien plus localisées dans le sud de la France et se développent au stade larvaire probablement dans des plantes géophytes. Cet inventaire reste très partiel concernant les syrphes et il est très probable que des passages en mai et septembre apporteraient une dizaine d'espèces supplémentaires. Le genre *Paragus* représente des espèces de très petite taille qui sont aphidiphages (une seule femelle a été capturée).

Tableau 3. Ensemble des taxons inventoriés, avec le statut de patrimonialité, le lectisme, le type de nidification/microhabitas ainsi que la distribution en France.

LR Eu : Liste rouge européenne ; Lect. : lectisme ; Nid. : nidification ; Microhab. : microhabitat ;
Distrib. : distribution

DD : manque de données ; LC : préoccupation mineure ; NT : quasi-menacée ; EN : en danger
Ast. : Asteraceae ; Bras. : Brassicaceae ; Card. : Cardueae ; Dip. : Dipsacaceae ; Fab. :

Fabaceae ; hélicicole : qui nidifie dans les coquilles d'escargots ; Med. : méditerranéenne ; Moit.

Sud : moitié sud de la France ; O. : oligolectique ; P. : polylectique ; Submed. : subméditerranéenne.

Famille	Nom valide	LR Eu	Lect.	Nid. /Microhab.	Distrib.
	Diptera Linnaeus, 1758	/	/	/	/
Syrphidae	<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	LC	P.	Aquatique (microphage)	France
	<i>Eumerus hungaricus</i> Szilády, 1940	EN	?	Bulbes (phytophage)	Med.
	<i>Merodon albifrons</i> Meigen, 1822	LC	P.	? (phytophage)	Med.
	<i>Paragus</i> sp. Latreille, 1804	/	/	Végétation (aphidiphage)	/
	<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	LC	P.	Végétation (aphidiphage)	France
	Hymenoptera Linnaeus, 1758	/	/	/	/
Andrenidae	<i>Andrena albopunctata</i> (Rossi, 1792)	LC	P.	Terricole	Med.
	<i>Andrena colletiformis</i> Morawitz, 1873	DD	P.	Terricole	Med.
	<i>Andrena</i> sp. Fabricius, 1775	LC	P.	Terricole	Med.
	<i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799	LC	P.	Terricole	France
	<i>Andrena hattorfiana</i> (Fabricius, 1775)	NT	O. (Dip.)	Terricole	France
	<i>Andrena nitidula</i> Pérez, 1903	LC	O. (Bras.)	Terricole	France
	<i>Andrena variabilis</i> Smith, 1853	DD	P.	Terricole	Submed.
Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	DD	P.		France
	<i>Bombus hortorum</i> (Linnaeus, 1761)	LC	P.	Terricole	France
	<i>Bombus</i> sp. Latreille, 1802	/			
	<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli, 1763)	LC	P.	Terricole	France
	<i>Ceratina dallatorreana</i> Friese, 1896	LC	P.	Rubicole	Med.
	<i>Eucera clypeata</i> Erichson in Wlathl, 1835	LC	P.	Terricole	Submed.
	<i>Eucera nigrescens</i> Pérez, 1880	LC	O. (Fab.)	Terricole	France
	<i>Eucera taurica</i> Morawitz, 1871	DD	O. (Ast.)	Terricole	Submed.
<i>Nomada basalis</i> Herrich-Schäffer, 1839	DD	P.	Parasite	Med.	
Colletidae	<i>Colletes abeillei</i> Pérez, 1903	LC	O. (Ast.)	Terricole	Med.
Halictidae	<i>Halictus</i> sp. Latreille, 1804	/	/	/	/
	<i>Halictus</i> cf. <i>quadricinctus</i> (Fabricius, 1777)	NT	P.	Terricole	France
	<i>Halictus scabiosae</i> (Rossi, 1790)	LC	P.	Terricole	France
	<i>Lasioglossum corvinum</i> (Morawitz, 1877)	LC	P.	Terricole	Med.
	<i>Lasioglossum</i> sp. Curtis, 1833	/	/	/	/
	<i>Lasioglossum discus</i> (Smith, 1853)	LC	P.	Terricole	Submed.
<i>Lasioglossum glabriusculum</i> (Morawitz, 1872)	LC	P.	Terricole	France	

Famille	Nom valide	LR Eu	Lect.	Nid. /Microhab.	Distrib.
	<i>Lasioglossum malachurum</i> (Kirby, 1802)	LC	P.	Terricole	France
	<i>Lasioglossum pauxillum</i> (Schenck, 1853)	LC	P.	Terricole	France
	<i>Lasioglossum punctatissimum</i> (Schenck, 1853)	LC	P.	Terricole	France
	<i>Lasioglossum truncaticolle</i> (Morawitz, 1877)	DD	P.	Terricole	Med.
	<i>Nomiapis diversipes</i> (Latreille, 1806)	LC	P.	Terricole	Moit. sud
	<i>Seladonia gemmea</i> (Dours, 1872)	LC	P.	Terricole	Med.
	<i>Seladonia</i> sp. Robertson, 1918	/	/	/	/
	<i>Seladonia subaurata</i> (Rossi, 1792)	LC	P.	Terricole	France
	<i>Vestitohalictus vestitus tectus</i> (Radoszkowski, 1875)	LC	P.	Terricole	Submed.
	<i>Anthidiellum strigatum</i> (Panzer, 1802)	LC	P.	Maçonne	France
Megachilidae	<i>Anthidium diadema</i> Latreille, 1809	DD	P.	Cavicole	Med.
	<i>Heriades crenulata</i> Nylander, 1856	LC	O. (Ast.)	Cavicole	Submed.
	<i>Hoplitis bisulca</i> (Gerstäcker, 1869)	LC	O. (Dip.)	Terricole	Submed.
	<i>Lithurgus chrysurus</i> Fonscolombe, 1834	LC	P.	Maçonne	Moit. sud
	<i>Megachile apicalis</i> Spinola, 1808	LC	P.	Cavicole	Moit. sud
	<i>Megachile centuncularis</i> (Linnaeus, 1758)	LC	P.	Cavicole	France
	<i>Megachile marginata</i> Smith, 1853	DD	P.	Cavicole	Moit. sud
	<i>Megachile melanogaster</i> Eversmann, 1852	DD	P. ?	Cavicole	Méridionale
	<i>Megachile pilicrus</i> Morawitz, 1877	DD	O. (Card.)	Cavicole	Med.
	<i>Osmia brevicornis</i> (Fabricius, 1798)	LC	O. (Bras.)	Cavicole	Moit. sud
	<i>Osmia dimidiata</i> Morawitz, 1870	LC	O. (Ast.)	Cavicole	Submed.
	<i>Osmia ligurica</i> Morawitz, 1868	LC	O. (Ast.)	Cavicole	Med.
	<i>Pseudoanthidium stigmaticorne</i> (Dours, 1873)	/	P.	Cavicole	Med.
	<i>Rhodanthidium septemdentatum</i> (Latreille, 1809)	DD	P.	Hélicicole	Submed.
	<i>Stelis ornatula</i> (Klug, 1808)	LC	P.	Parasite	France
	<i>Trachusa integra</i> (Eversmann, 1852)	/	O. (Dip.)	Terricole	Med.
	<i>Trachusa interrupta</i> (Fabricius, 1781)	EN	O. (Dip.)	Terricole	Med.
	<i>Trachusa</i> sp. Panzer, 1804	/	/	/	/

II.2.b. Résultats par site

Les figures 19 a et 4b montrent la richesse et l'abondance totale pour les deux sites pour les abeilles et les syrphes. On peut voir qu'il y a un peu plus d'abondance d'abeilles à Restinclières mais plus de syrphes au Jardin de Cocagne (site moins xérique).

En termes de diversité, les totaux des deux passages réalisés en 2022 sont quasiment équivalents, avec environ 30 espèces d'abeilles sur chaque site et 3 taxons de syrphes.

Cependant, la Figure 20 montre que plus de la moitié des espèces d'abeilles ont été notées exclusivement sur l'un des deux sites. Les communautés observées sont donc relativement différentes. Les espèces abondantes ont été généralement notées sur les deux sites sauf d'une part *Lasioglossum discus* et *Lasioglossum truncaticolle* seulement au Jardin de Cocagne et d'autre part *Andrena colletiformis*, *Rhodanthidium septemdentatum* et *Trachusa interrupta* uniquement à Restinclières.

Près de 15 espèces d'abeilles, soit près d'un tiers des espèces, n'ont été inventoriées que par un seul individu.

Les figures 21 et 22 détaillent les abondances cumulées et fréquences (nombre de relevés) pour chaque espèce et chaque site. En effet, les espèces les plus abondantes ne sont pas

toujours les plus fréquentes dans les quadrats. Par exemple *Osmia dimidiata* est très abondante localement mais elle est moins fréquente que *Lasioglossum malachurum*.

Les cinq espèces les plus représentées dans nos relevés sont *Apis mellifera*, *Lasioglossum malachurum*, *Lasioglossum corvinum*, *Osmia dimidiata* et *Seladonia gemmea*.

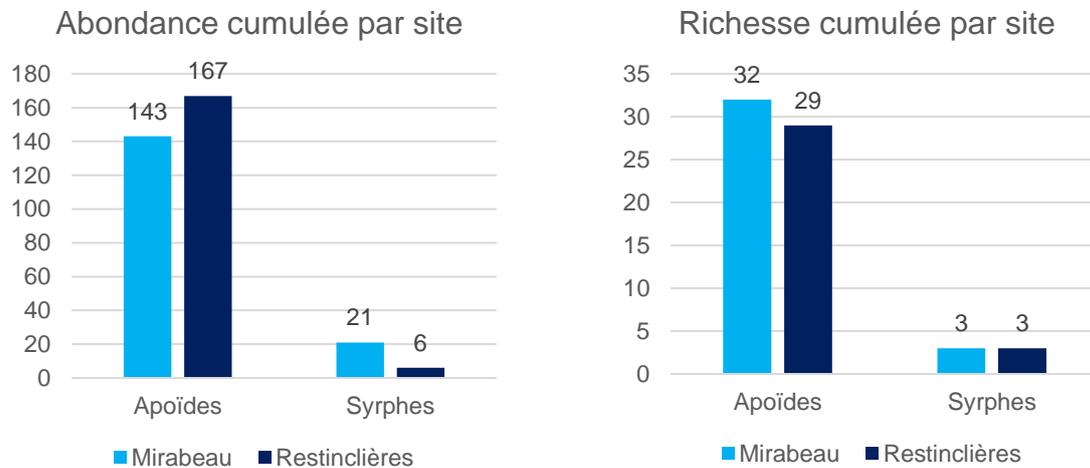


Figure 19a et 19b. Comparaison de l'abondance et de la richesse totale en Apoïdes et syrphes à Mirabeau et Restinclières.

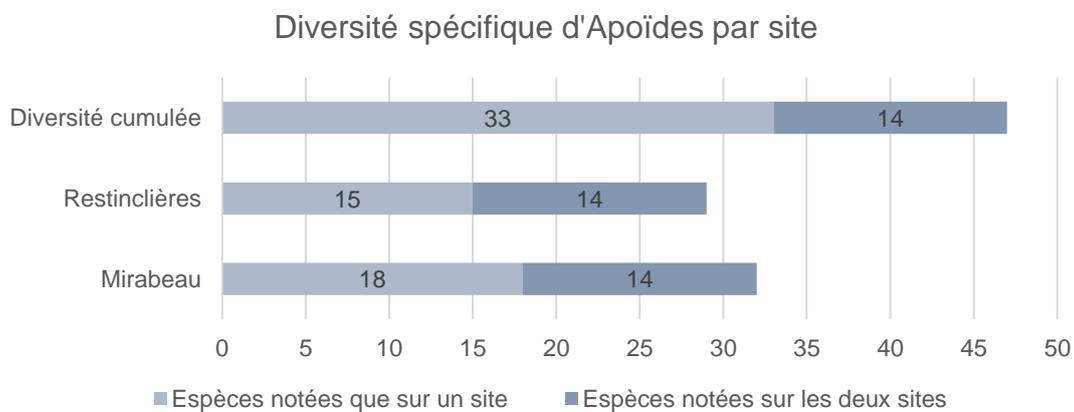


Figure 20. Nombre d'espèces d'abeilles par site, avec le nombre d'espèces uniques par site.

Abondance cumulée d'espèce d'Apoïdes par site

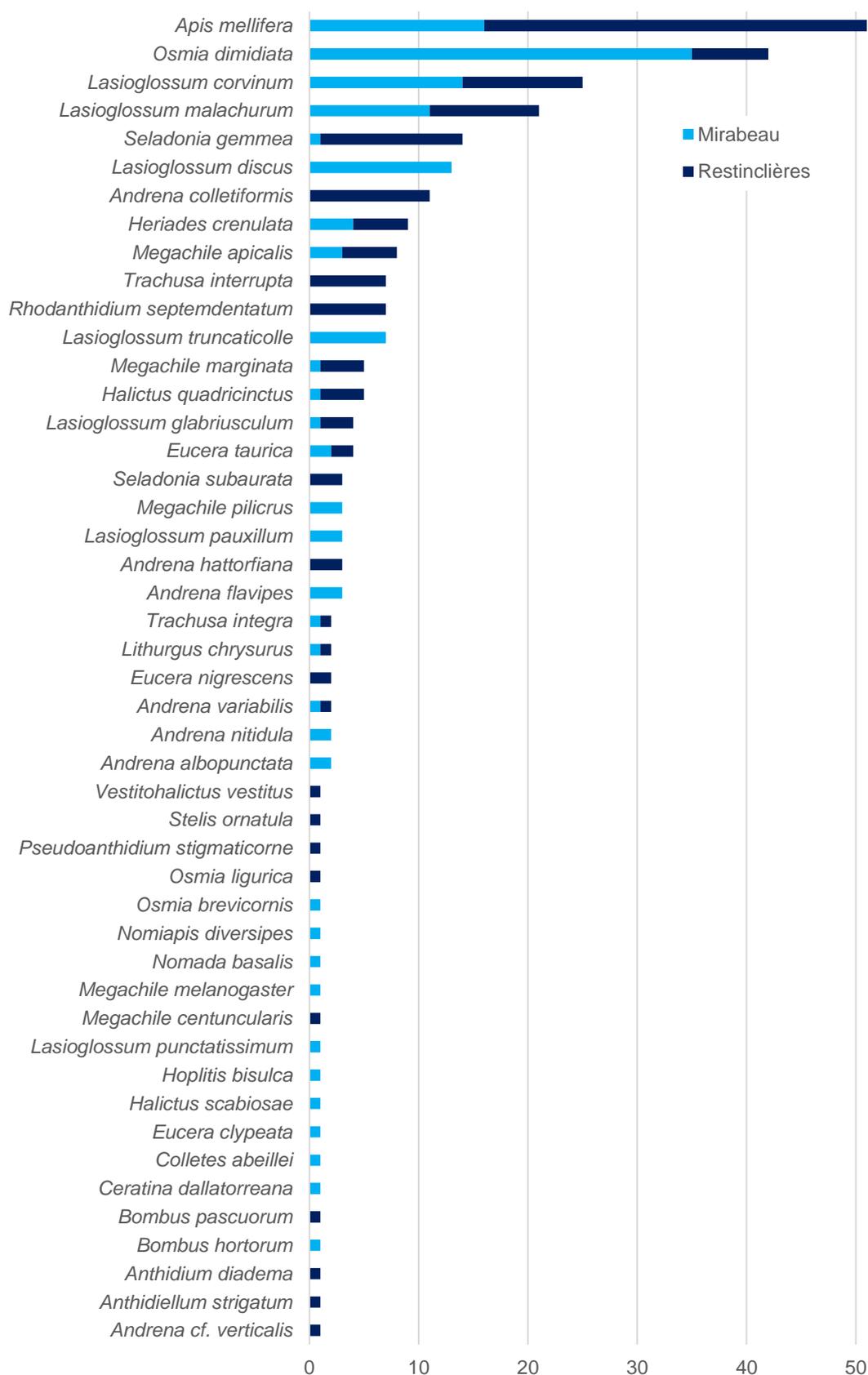


Figure 21. Graphique des abondances cumulées par espèce d'Apoïdes par site

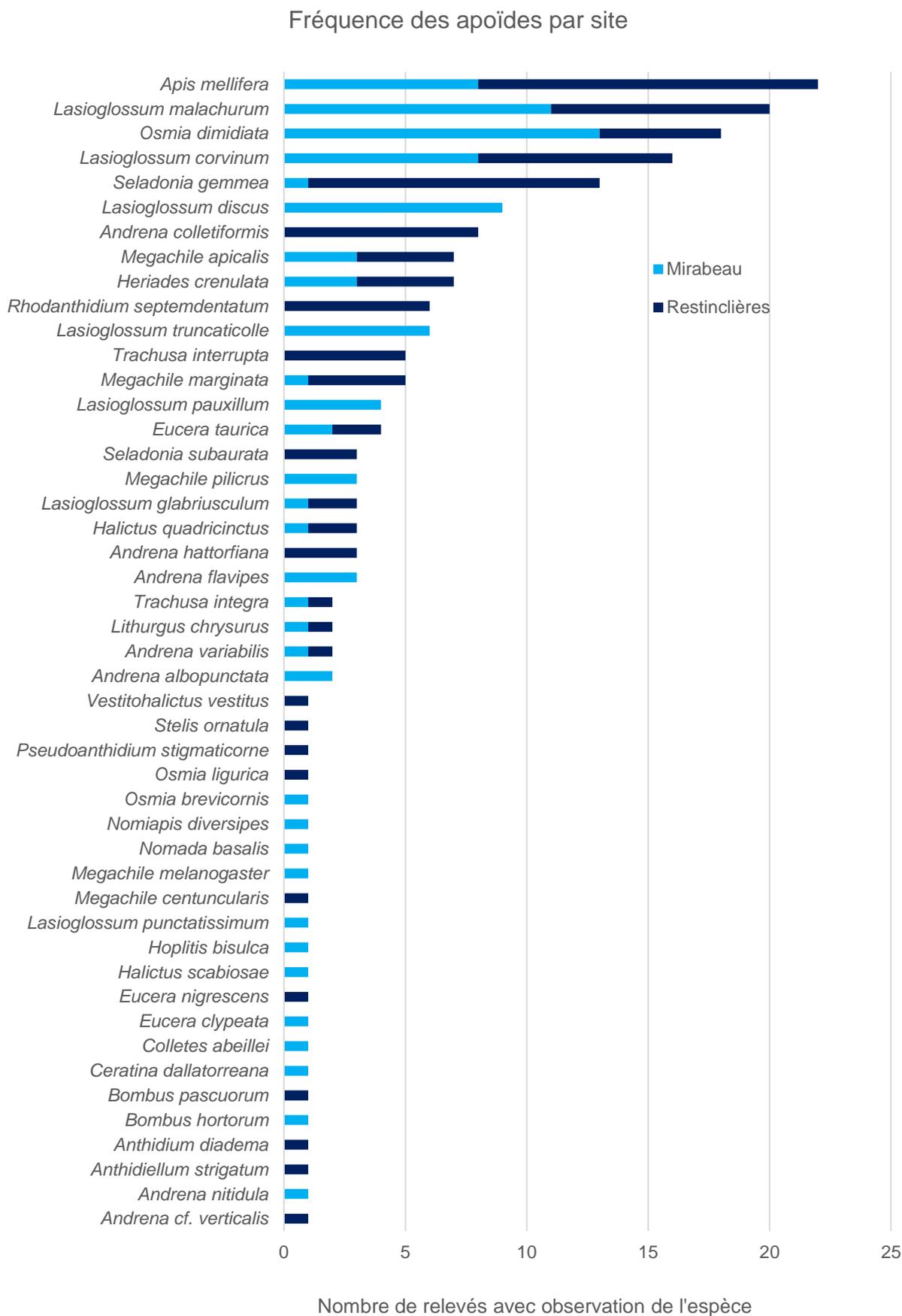


Figure 22. Graphique de la fréquence d'observation des espèces d'abeilles par site

II.2.c. Résultats par passage

La Figure 23 ci-dessous montre que la diversité et l'abondance en syrphes étaient plus élevés en mai qu'en juin. Ils sont cependant bien plus faibles que l'abondance et la diversité en abeilles. À l'inverse, pour les abeilles c'est le passage de juin le plus riche.

Il n'y a pas de grandes différences entre les deux sites, hormis peut-être en mai concernant l'abondance avec le site de Restinclières qui est le plus riche.

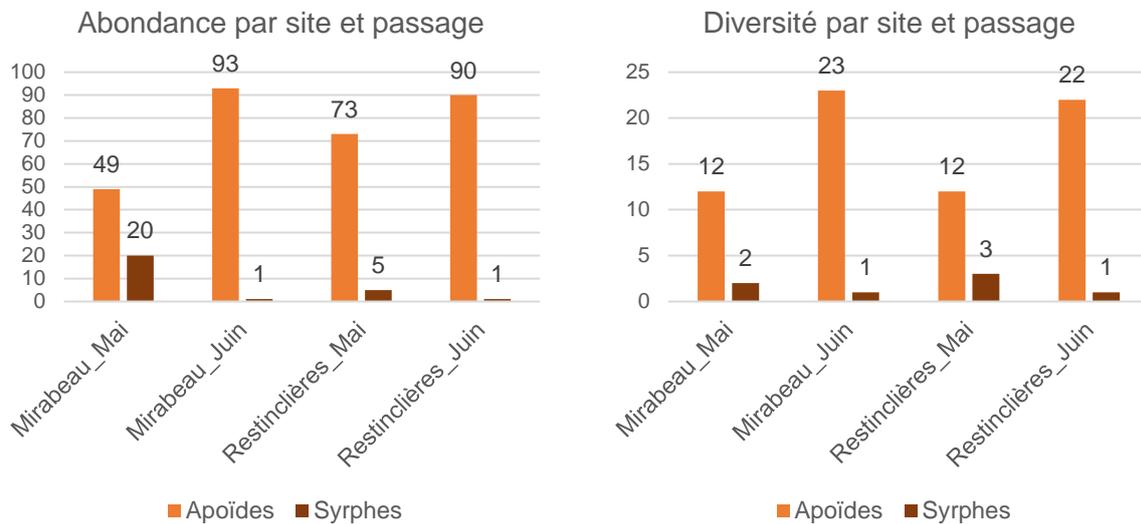


Figure 23. Abondance et richesse spécifique par site et par passage pour les Apoïdes et les syrphes.

La Figure 24 montre l'abondance cumulée par famille d'abeilles pour les deux passages. La Figure 25 détaille ensuite ces résultats par espèce. On peut voir que beaucoup d'espèces n'ont été détectées qu'à un seul des deux passages, qui sont donc très complémentaires.

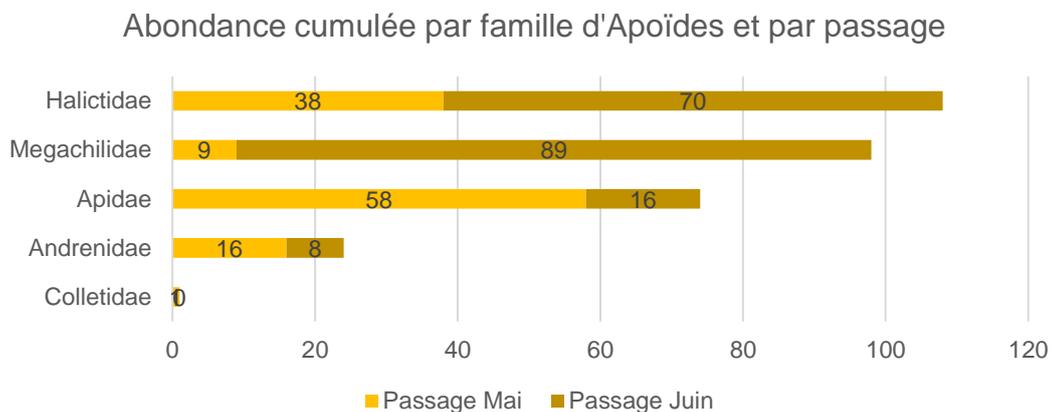


Figure 24. Abondances cumulées en mai et juin par famille d'Apoïdes.

Abondance cumulée par espèce d'Apoïdes

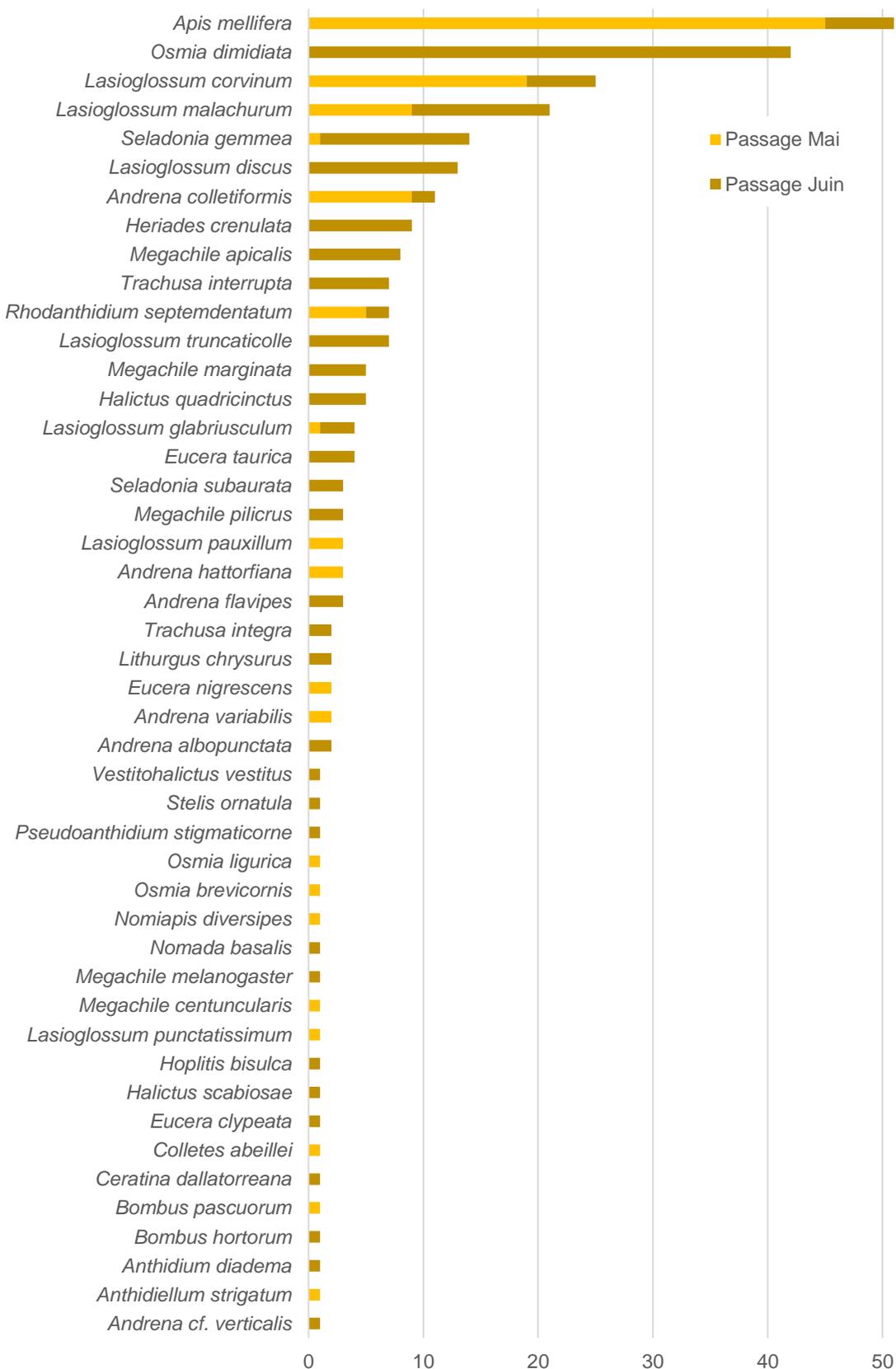


Figure 25. Graphique de l'abondance par espèce d'Apoïdes avec une distinction entre les deux passages de mai et juin.

II.2.d. Résultats par placette

Les figures 26 et 27 présentent les abondances et richesses en apoïdes par placette suivies par site, avec une distinction entre les deux passages.

Il faut interpréter ses résultats avec précautions car un biais entre opérateurs est avéré (écart de l'ordre d'une espèce et de deux individus en moyenne en plus par relevé), ainsi que des biais liés à l'heure de la journée (selon la température) ou à la météo (passage d'un nuage devant le soleil notamment).

La variabilité entre placettes est plus importante que celle entre les deux sites. Quelques placettes sont plus pauvres (M02, M12, R14), ce qui pourrait s'expliquer une densité moindre de fleurs disponibles.

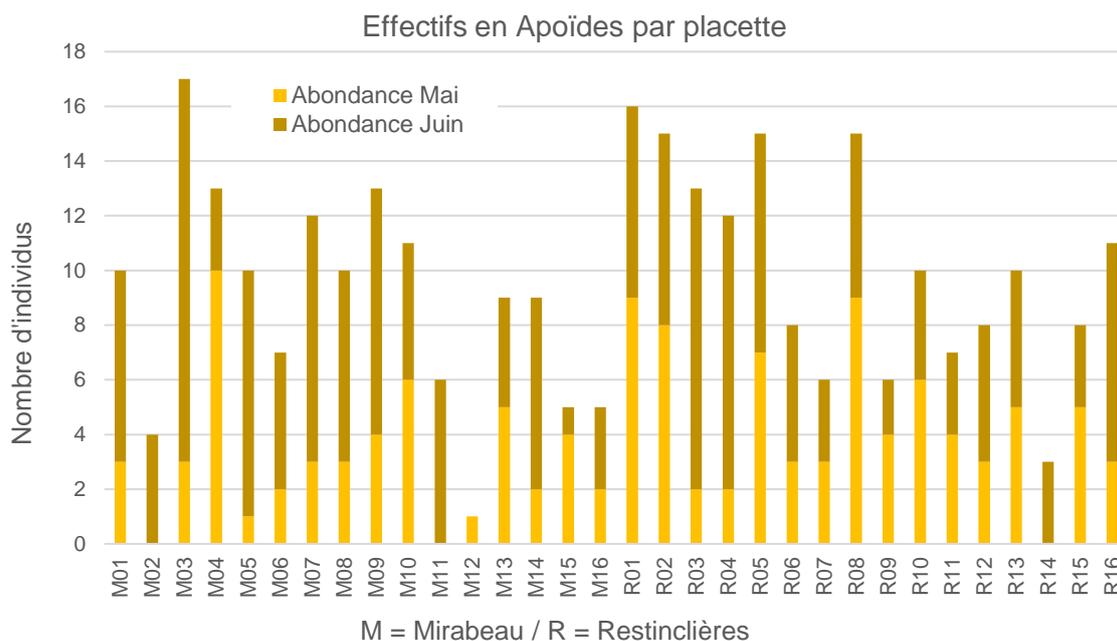


Figure 26. Abondance en abeilles par placette et par passage.

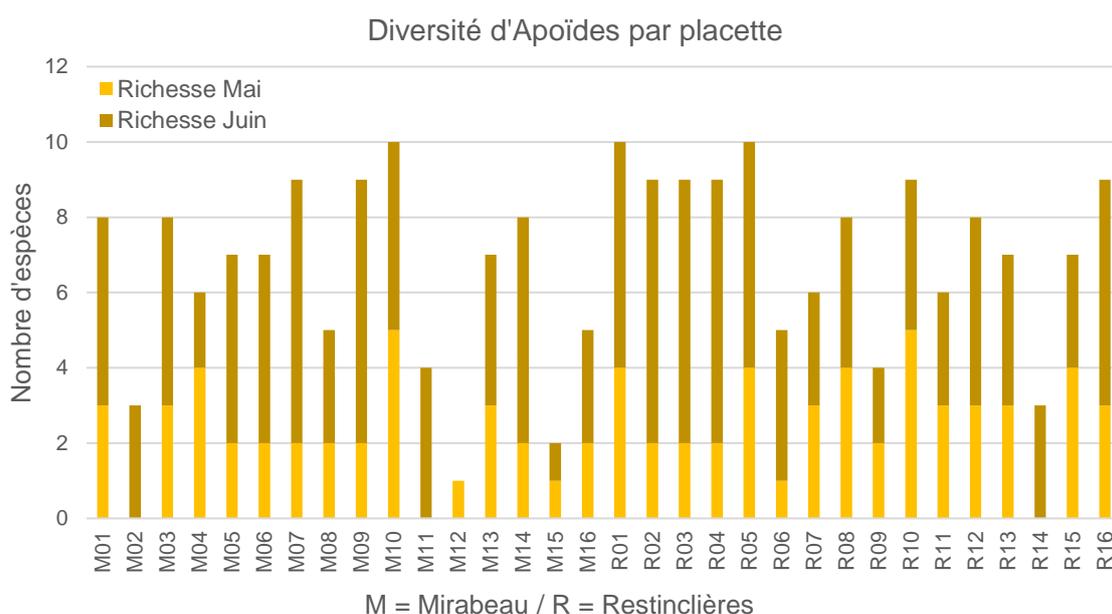


Figure 27. Diversité en abeilles par placette et par passage.

II.3. Les espèces de fort intérêt patrimonial

II.3.a. Abeilles

D'après les critères du paragraphe I.5.a. , **six espèces d'abeilles** sont définies comme présentant un fort intérêt patrimonial (Tableau 3).

***Andrena hattorfiana* Fabricius, 1775**

L'Andrène de la Knautie (Figure 28) est une grande abeille solitaire oligolectique spécialisée sur les Dipsacaceae (essentiellement *Knautia arvensis* et *Knautia integrifolia* sur le pourtour méditerranéen), largement distribuée en France mais ses populations sont souvent petites et localisées. En Europe occidentale, elle subit un déclin dramatique depuis soixante ans (STENMARK & FRANZEN 2007). Cette abeille univoltine affectionne les habitats prairiaux à forte diversité floristique. Les adultes sont actifs de mai à fin août. Les femelles nidifient dans le sol. Elles sont parasitées par l'abeille coucou *Nomada armata*. Les menaces qui pèsent depuis un demi-siècle sur cette andrène sont la réduction et la fragmentation des habitats de la Knautie des champs (*Knautia arvensis* (L.) Coult., 1828) en France et la Knautie à feuilles entières (*Knautia integrifolia* (L.) Bertol., 1836) en France méridionale, dues à l'intensification agricole : agrandissement des exploitations agricoles, gestion inappropriée du pâturage, réduction des surfaces prairiales traditionnelles et des bermes riches en fleurs (herbicides, engrais, tontes...).

Elle est présente dans la liste des espèces d'abeilles du département de l'Hérault (AUBOUIN 2020).

Cette espèce a été observée sur le Domaine de Restinclières lors du passage n°1 : deux femelles et un mâle ont été notés butinant *C. atropurpurea* / *K. integrifolia*.



Figure 28. *Andrena hattorfiana* récoltant le pollen d'une fleur Knautie. © T. Bayan.

Ceratina dallatorreana Friese 1886

La Cératine de Dalla Torre (Figure 29) est une petite espèce d'abeille solitaire qui présente un corps vert bleuté à reflets métalliques. Elle se trouve dans la plupart des pays méditerranéens. Elle occupe en France le pourtour méditerranéen. C'est une espèce univoltine présentant un pic d'abondance en juillet. Cette cératine est une des rares espèces d'apoïdes qui se reproduit par parthénogénèse thélytoque (reproduction asexuée engendrant uniquement des femelles). Les spécimens connus sont presque exclusivement des femelles. Cette cératine nidifie dans des tiges de ronces *Rubus* sp. et a également été observée dans une tige de Cardueae. Le peu de relations de butinage connues semblent indiquer qu'elle présente un régime polylectique avec une préférence pour les scabieuses (*Knautia* sp.). Cette espèce est considérée comme relativement rare en France (TERZO *et al.* 2017).



Figure 29. *Ceratina dallatorreana* femelle
© P. Niolu – insectes.org

Notons qu'elle n'est pas présente dans la liste des espèces déterminantes Znieff du Languedoc-Roussillon (ISERBYT *et al.* 2005), mais est citée dans la liste des espèces d'abeilles du département de l'Hérault (AUBOUIN, 2020). Cette espèce a été observée sur le Jardin de Cocagne lors du passage n°2 : une femelle a été notée butinant *Centaurea solstitialis*.

Halictus cf. quadricinctus (Fabricius, 1777)

L'Halicte quatre-bandes (Figure 30) est une espèce d'abeille solitaire qui présente une large distribution en Europe jusque dans le sud de la Finlande. En France, elle est bien présente dans la moitié sud du pays et est localement présente dans les stations chaudes de la moitié nord (PAULY & BEVAL 2017).

C'est une abeille terricole qui peut nidifier en bourgades assez populeuses, active sur une large période de l'année (de mai à octobre). Cette espèce semblerait avoir une préférence pour les fleurs du groupe taxonomique des Carduées (Atlas Hymenoptera).



Figure 30. *Halictus quadricinctus* et son nid au sol.
© T. Bayan.

Elle est citée dans la liste des espèces d'abeilles du département de l'Hérault (AUBOUIN, 2020). Cette espèce a été observée sur :

- le domaine de Restinclières lors du passage n°2 : deux femelles ont été observées butinant *C. atropurpurea* / *K. integrifolia* ;
- le Jardin de Cocagne lors du passage n°2 : une femelle a été observée butinant *C. atropurpurea* / *K. integrifolia*.

Notons que cette espèce est absente des inventaires réalisés sur le Domaine de Restinclières (AUBERT 2021) et qu'*Halictus brunnescens* y a été notée. Ces deux espèces peuvent parfois être difficiles à séparer, notamment les femelles (AUBERT M. *com. pers.*). Les spécimens seront envoyés à des spécialistes pour une validation ultérieure.

Megachile melanogaster Eversmann, 1852

Le Mégachile à ventre noir (Figure 31) est une espèce d'abeille solitaire de la famille des Megachilidae. On la retrouve en Europe méridionale. En France c'est abeille est assez rare sur le pourtour méditerranéen, exception faite de la Provence (BENOIST 1941, AUBERT M. *com. pers.*). Son régime alimentaire est assez peu connu. Des données existent indiquant des relations de butinage avec des fleurs de Centaurées (GOMBAULT *et al.* 2018).



Figure 31. *Megachile melanogaster* femelle.
© L. Ghilbaud – Florabeilles.org.

Bien que des données existent à proximité dans les Bouches-du-Rhône (BENOIST 1941), cette espèce n'est pas citée dans la liste des espèces d'abeilles du département de l'Hérault (AUBOUIN 2020).

Cette espèce a été observée sur le Jardin de Cocagne lors du passage n°2 : 1 femelle a été capturée en vol.

Trachusa interrupta (Fabricius, 1781)

La Trachuse de la Scabieuse (Figure 32) est une abeille solitaire de la famille de Megachilidae. Elle présente une large distribution dans le sud de l'Europe et est donc aussi présente dans le sud de la France jusqu'en Suisse (KASPAREK 2021). Avec *Trachusa integra*, elle fait partie d'un complexe d'espèce ayant été récemment révisé. On retrouve cette espèce terricole dans divers milieux ouverts de juin à fin août butinant préférentiellement les fleurs de Dipsacaceae (KASPAREK 2021).



Figure 32. *Trachusa interrupta*. © P. Niolu – insectes.org.

Elle est citée dans la liste des espèces d'abeilles du département de l'Hérault (AUBOUIN 2020).

Cette espèce a été observée sur :

- le domaine de Restinclières lors du passage n°2 : 1 mâle a été observé butinant *C. atropurpurea* / *K. integrifolia* ;
- le Jardin de Cocagne lors du passage n°2 : 1 mâle a été observé butinant *C. solstitialis*.

Espèces récemment révisées

Trachusa integra et *Pseudoanthidium stigmaticorne* sont deux espèces faisant chacune partie de complexes d'espèces ayant été récemment révisés (KASPAREK 2020, LITMAN 2021). Elles ne sont donc pas mentionnées sur la liste rouge des abeilles d'Europe (NIETO *et al.* 2014).

Néanmoins, il est possible d'indiquer que :

- des populations de *Trachusa integra* (Figure 33) sont connues de manières localisées en Europe (KASPAREK 2020). Les populations connues de France méridionale sont isolées des autres populations européennes. On peut donc attester du fort enjeu patrimonial. Cette espèce a été observée lors des passages n°2 à Restinclières (butinant *C. atropurpurea* / *K. integrifolia*) ainsi que sur le Jardin de Cocagne (butinant *C. solstitialis*) ;
- *Pseudoanthidium stigmaticorne* semble bien présente sur l'ensemble de l'Europe méridionale (LITMAN 2021). Ainsi, elle ne présente pas un fort enjeu de conservation.

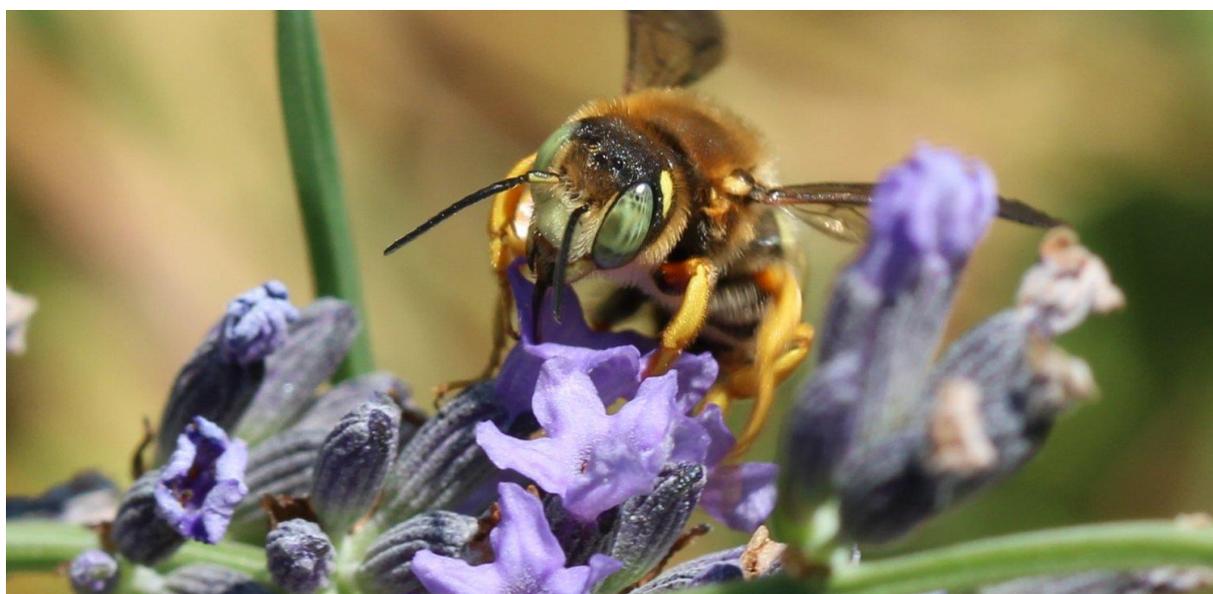


Figure 33. *Trachusa integra* mâle. © F. Vasseli insectes.org.

II.3.b. Syrphes

D'après les critères du paragraphe I.5.b. , sur les 4 espèces identifiées, **2 espèces de syrphes** présentent un fort intérêt patrimonial :

Eumerus hungaricus Szilády, 1940

Cette petite espèce (Figure 34) est évaluée *En danger* sur la nouvelle liste rouge européenne (VUJIC *et al.* 2022).

Elle vole de juin à septembre dans les milieux de fourrés et zones ouvertes ; zones de broussaille sèche de feuillus (chênaie thermophile : *Q. cerris*, *Q. pubescens*), ou garrigue sur sols secs faiblement végétalisés (prairie naturelle ouverte, xérique, pierreuse, calcaire).



Figure 34. *Eumerus hungaricus* mâle.
© C. Lauriaut.

Les fleurs fréquentées par les adultes ne sont pas connues. La larve se développe dans des bulbes de *Narcissus* spp. mais probablement aussi d'autres taxons.

Elle est répartie du Maroc, à l'Espagne et à la Turquie sur le pourtour du Bassin méditerranéen jusqu'au centre de la France (SPEIGHT 2020).

Une femelle a été capturée le 15 juin au Jardin de Cocagne, en vol au niveau du quadrat M03. L'espèce n'était pas encore citée du département de l'Hérault (SPEIGHT 2020).

Merodon albifrons Meigen, 1822

M. albifrons (Figure 35) est considéré comme étant en déclin selon la base StN (SPEIGHT, 2020).

Ce syrphe vole en deux générations (mai/juin puis en août/septembre) dans les zones ouvertes ; prairies sèches naturelles non calcaires, pierreuses, et les zones ouvertes riches en hautes herbes dans la forêt de *Quercus pubescens* et *Q. ilex* sur substrat calcaire.

L'espèce est citée pour fréquenter au stade adulte *Urginea maritima* (STANDFUSS & CLAUSSEN 2007), les genres *Chrysanthemum*, *Euphorbia*, *Helianthemum*, *Ranunculus*, *Scabiosa*, *Senecio* et *Thymus* (SPEIGHT, 2020). Le développement et les plantes-hôtes larvaires sont inconnues.

Il est distribué du centre de la France à la Méditerranée et au nord de l'Afrique, de l'ouest de l'Espagne à travers l'Europe centrale et du Sud jusqu'en Crimée et Azerbaïdjan (SPEIGHT 2020).

Six adultes (mâles et femelles) ont été capturés, uniquement au passage de mai et au Jardin de Cocagne par un seul observateur sur quatre quadrats différents. Très vifs, ils ont été détectés notamment au bruit en vol, une femelle était posée sur *Anacyclus*.

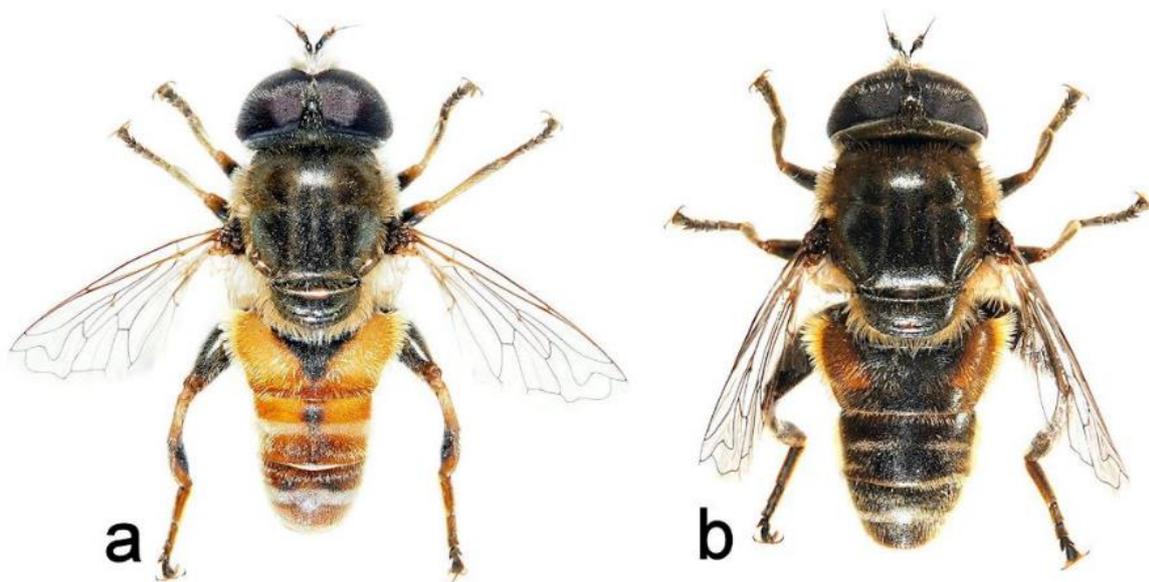


Figure 35. *Merodon albifrons*, a = aspect général, génération d'été ; b = aspect général, génération du printemps in SPEIGHT & LANGLOIS (2020).

II.4. Interactions plantes-pollinisateurs

Dans le cadre des protocoles de suivi pour les abeilles ainsi que les syrphes :

✓ **237 interactions plantes-pollinisateurs** ont été observées concernant **13 espèces de plantes**, ce qui correspond à **74 interactions plantes-pollinisateurs distinctes**¹ ;

✓ 226 interactions plantes-abeilles ont été observées concernant 42 espèces d'abeilles et 13 espèces de plantes, ce qui correspond à 71 interactions plantes-abeilles distinctes ;

✓ 11 interactions plantes-syrphes ont été observées concernant trois espèces de syrphes et deux espèces de plantes, ce qui correspond à trois interactions plantes-syrphes distinctes (Tableau 4) ;

Tableau 4. Interactions plantes-pollinisateurs observées dans le cadre des inventaires.

	Insectes	Plantes butinées	Interactions observées	Interactions distinctes
Abeilles	42	13	226	71
Syrphes	3	2	11	3
Total	45	13	237	74

Au vu des données d'abondances, les abeilles représentent logiquement la majorité des relations de butinages observées. Par ailleurs, sur l'ensemble des sites deux espèces de plantes ressortent comme étant le plus butinées : ***Centaurea solstitialis*** (96 interactions) et ***C. atropurpurea* / *K. integrifolia*** (78 interactions, Figure 36 et photos : Figure 45).

On observe une disparité entre les sites du Jardin de Cocagne et de Restinclières. En effet, si la majorité des interactions observées avec *C. solstitialis* ont été réalisées au Jardin de Cocagne en juin (74 interactions), la majorité des interactions observées avec *C. atropurpurea* / *K. integrifolia* ont été observées sur le Domaine de Restinclières en mai et juin (61 interactions). Il semble que cette disparité soit due au taux de recouvrement de chacune de ces plantes au sein des deux sites d'études. De plus, certaines plantes ont été observées en relations de butinage uniquement au Jardin de Cocagne (*Anchusa azurea*, *Hirschfeldia incana*, *Melilotus officinalis*, *Malva sylvestris*, *Petrorhagia prolifera*, *Scorpiurus subvillosus*) tandis que d'autres ont uniquement été observées en relations de butinage sur Restinclières (*Carduus pycnocephalus*, *Loncomelos narbonense*, *Nigella damascena*, *Torilis arvensis*, Figure 37).

La Figure 38 nous montre la nette différence de cortèges végétaux butinées selon les périodes de prospections. En effet *C. solstitialis* n'a pas été observée en fleur sur les parcelles messicoles durant les sessions de mai. Cependant cette plante était fleurie dans les parcelles durant la session de juin. L'ensemble de observations de butinage ont donc été réalisées à cette période. *Anacyclus clavatus*, *Anchusa azurea* et *C. atropurpurea* / *K. integrifolia* ont été observées en relations de butinage lors des deux sessions d'inventaires. Le fait que la majorité des plantes n'ont été observées en butinage que sur l'un des deux passages justifie l'intérêt de réaliser plusieurs passages. Ceci permet d'observer l'ensemble des cortèges de plantes présents au fil de l'année auxquelles sont associées certaines espèces pollinisatrices. D'autres passages permettraient très certainement d'observer des espèces associées à des plantes à phénologie plus précoce ou tardive.

¹ Une relation plante-pollinisateur distincte correspond à toutes les relations plantes-pollinisateurs entre une espèce d'abeille ou de syrpe et une espèce de plante butinée.

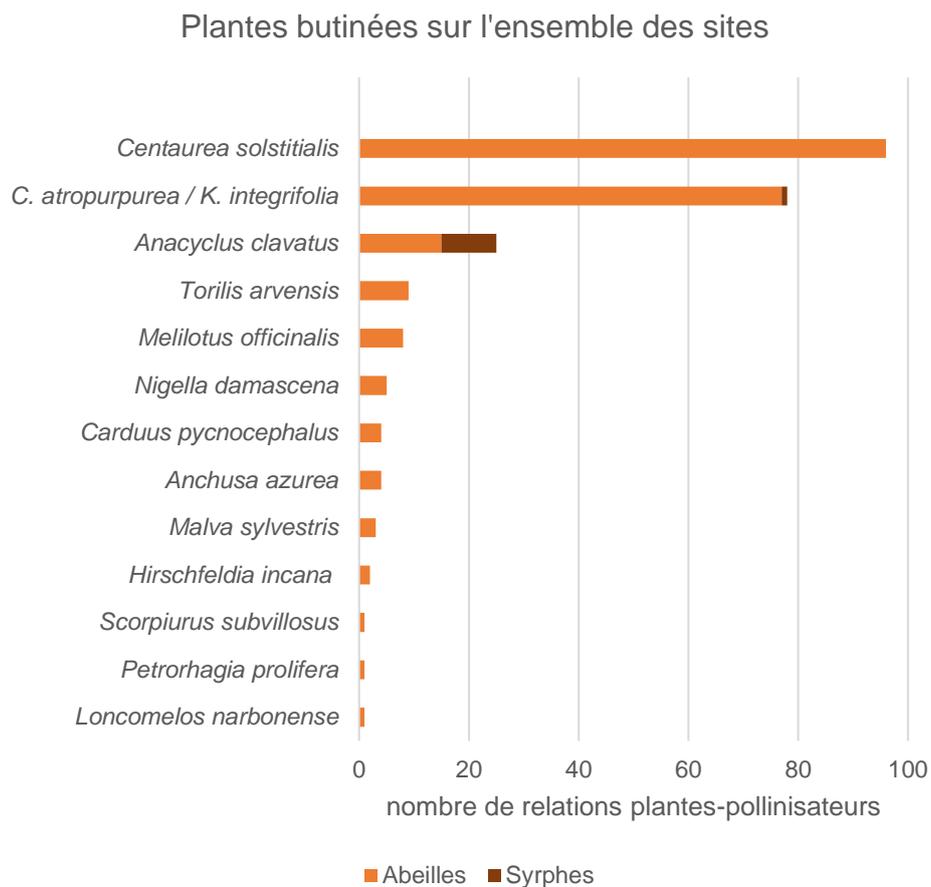


Figure 36. Nombre d'interactions observées par espèce de plante pour les abeilles et les syrphes.

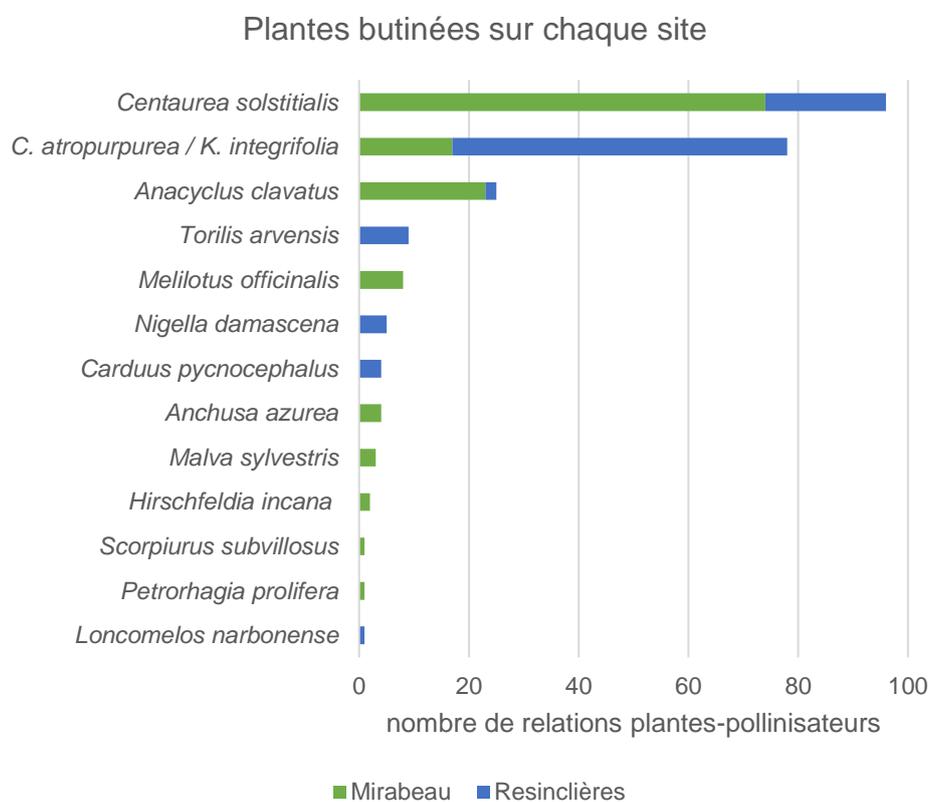


Figure 37. Nombre d'interactions observées par espèce de plante pour chaque site étudié.

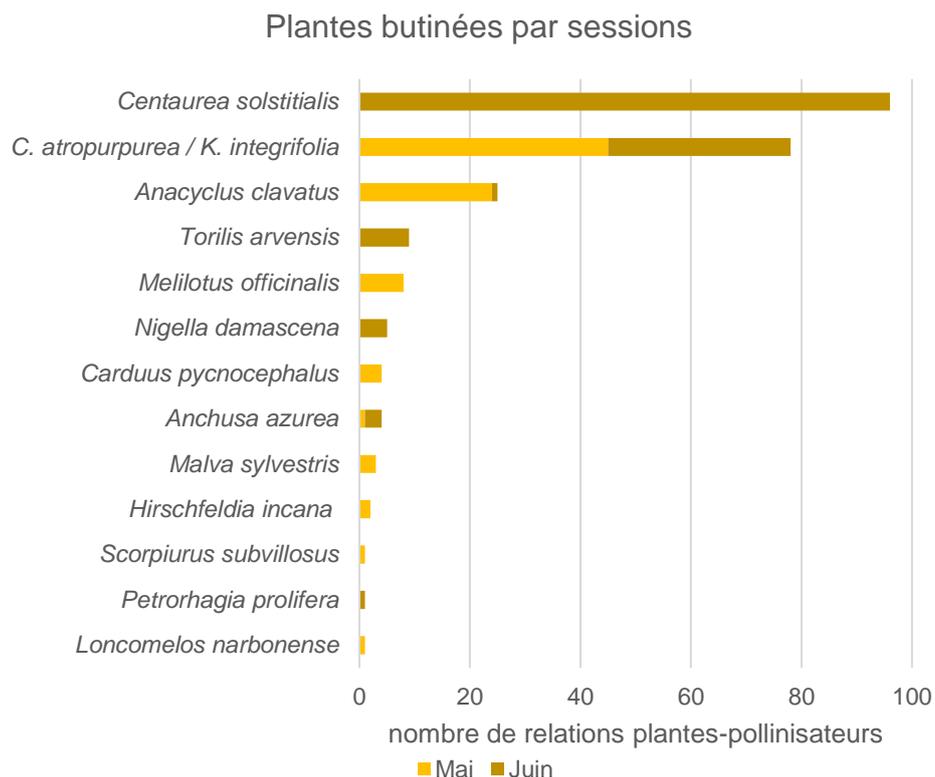


Figure 38. Nombre d'interactions observées par espèce de plante par session d'inventaire.

La Figure 39 représente le nombre d'espèces d'insectes butineurs par espèce de plantes sur les deux sites et les deux sessions. *C. atropurpurea / K. integrifolia* et *C. solstitialis* sont les deux espèces de plantes apportant une ressource florale au plus grand nombre d'espèces de pollinisateurs. Néanmoins, si *C. solstitialis* est l'espèce pour laquelle le plus grand nombre d'espèces a été observé, c'est *C. atropurpurea / K. integrifolia* qui apporte une ressource florale au plus grand nombre d'espèces de pollinisateurs (23 espèces observées butinant *C. atropurpurea / K. integrifolia* contre 19 espèces observées pour *C. solstitialis*). Nous pouvons en déduire que certaines espèces ont été observées de manière très abondante sur *C. solstitialis*.

Globalement, nous observons que les espèces ayant été le plus butinées lors de nos passages sont les espèces butinées par le plus grand nombre d'espèces de pollinisateurs (*C. atropurpurea / K. integrifolia*, *Centaurea solstitialis*, *Anacyclus clavatus* et *Torilis arvensis*). Néanmoins, certaines espèces de plantes ressortent comme ayant un fort potentiel concernant la diversité de la faune polinisatrice malgré le faible nombre d'interactions. Ainsi, *Carduus pycnocephalus* présente un ratio nombre d'interactions-pollinisateurs/ nombre d'espèces butineuses de 0,75 : sur quatre interactions, trois espèces différentes d'abeilles ont été observées butinant cette plante. *Anacyclus clavatus* présente un ratio de 0,44 avec 11 espèces butineuses pour 25 interactions. *C. solstitialis* quant à elle présente un ratio de 0,20 : sur 96 interactions, 19 espèces ont été observées butinant cette plante (Tableau 5). Notons que :

- un ratio de « un » pour les espèces de plantes ne présentant qu'une seule interaction et n'apporte donc pas d'informations puisqu'il est normal d'obtenir une espèce pollinisatrice pour une interaction ;
- ce ratio permet principalement de faire ressortir un enjeu relatif à la diversité des pollinisateurs pour les plantes n'ayant que relativement peu d'interactions. *C. solstitialis* et *C. atropurpurea / K. integrifolia* présentent logiquement une ressource florale essentielle pour un grand nombre d'espèces pollinisatrices malgré leur faible ratio dû au grand nombre d'interactions observées.

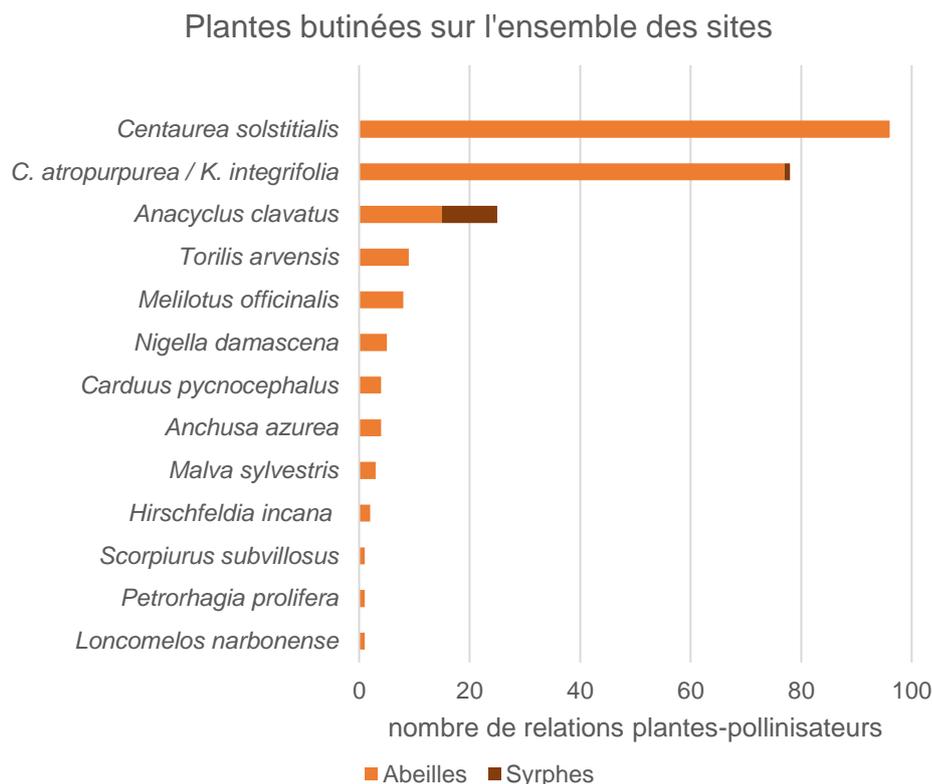


Figure 39. Nombre d'espèces de pollinisateurs butineurs par espèce de plantes.

Tableau 5. Ratio nombre d'interactions-pollinisateurs / nombre d'espèces butineuses par plante butinée. Les espèces en gris correspondent à des espèces n'ayant qu'une seule interaction et pour lesquelles le ratio ne peut être réellement discuté.

Espèces de plantes	Nombre d'espèces butineuses	Nombre d'interactions	Ratio interactions/diversité
<i>Hirschfeldia incana</i>	2	2	1,00
<i>Loncomelos narbonense</i>	1	1	1,00
<i>Petrorhagia prolifera</i>	1	1	1,00
<i>Scorpiurus subvillosus</i>	1	1	1,00
<i>Carduus pycnocephalus</i>	3	4	0,75
<i>Nigella damascena</i>	3	5	0,60
<i>Torilis arvensis</i>	5	9	0,56
<i>Anchusa azurea</i>	2	4	0,50
<i>Anacyclus clavatus</i>	11	25	0,44
<i>Malva sylvestris</i>	1	3	0,33
<i>C. atropurpurea / K. integrifolia</i>	23	78	0,29
<i>Melilotus officinalis</i>	2	8	0,25
<i>Centaurea solstitialis</i>	19	96	0,20

La Figure 40 présente le nombre d'interactions de butinage entre les espèces de plantes butinées et les pollinisateurs ayant été observés en relation de butinage plus de deux fois sur l'ensemble de l'étude. *Osmia dimidiata* est l'espèce d'abeille ayant été observée le plus grand nombre de fois en butinage (40 interactions). Elle a uniquement été observée butinant *Centaurea solstitialis*. Une grande partie des interactions avec *C. solstitialis* a donc été observée avec une seule espèce d'abeille, à savoir *O. dimidiata* (40 interactions sur 96).

Lasioglossum discus a uniquement été observée butinant *C. solstitialis* à 13 reprises. *C. atropurpurea* / *K. integrifolia* a été observée en relation de butinage à 14 reprises avec *Apis mellifera* et à 17 reprises avec *Lasioglossum corvinum*. Ce grand nombre d'interactions avec une même espèce de pollinisateurs explique le faible ratio présenté dans le tableau. *C. solstitialis* et *C. atropurpurea* / *K. integrifolia* restent les espèces de plantes le butinées par le plus grand nombre d'espèces de pollinisateurs.

Certaines espèces ont été observées butinant une diversité de plantes, c'est le cas d'*Apis mellifera* (*Anacyclus clavatus*, *C. atropurpurea* / *K. integrifolia*, *Malva sylvestris* et *Melilotus officinalis*), *Lasioglossum malachurum* (*A. clavatus* *C. solstitialis*, *C. atropurpurea* / *K. integrifolia*, *Nigella damascena* et *Petrorhagia prolifera*) et *Seladonia gemmea* (*A. clavatus*, *C. solstitialis*, *C. atropurpurea* / *K. integrifolia*, *N. damascena*). Ces trois espèces sont communément retrouvées sur le territoire et ont un régime alimentaire généraliste. Ces deux facteurs expliquent leur présence sur de nombreuses espèces de plantes durant nos relevés. La présence d'une certaine ressource florale ne semble donc pas essentielle à la pérennité de ces insectes pollinisateurs. Néanmoins ces insectes semblent parfois présenter des préférences, c'est le cas d'*Apis mellifera* avec *C. atropurpurea* / *K. integrifolia*.

D'autres espèces ont été observée sur seulement deux voire une espèce de plantes malgré le grand nombre d'interactions observés. C'est le cas d'*Osmia dimidiata* (*C. solstitialis* uniquement), *Lasioglossum discus* (*C. solstitialis* uniquement) ou encore *Lasioglossum corvinum* (principalement *C. atropurpurea* / *K. integrifolia*). Ces observations s'expliquent par les préférences florales de ces espèces (Tableau 3). Les plantes concernées ici apparaissent donc comme essentielles pour la pérennité de ces insectes pollinisateurs.

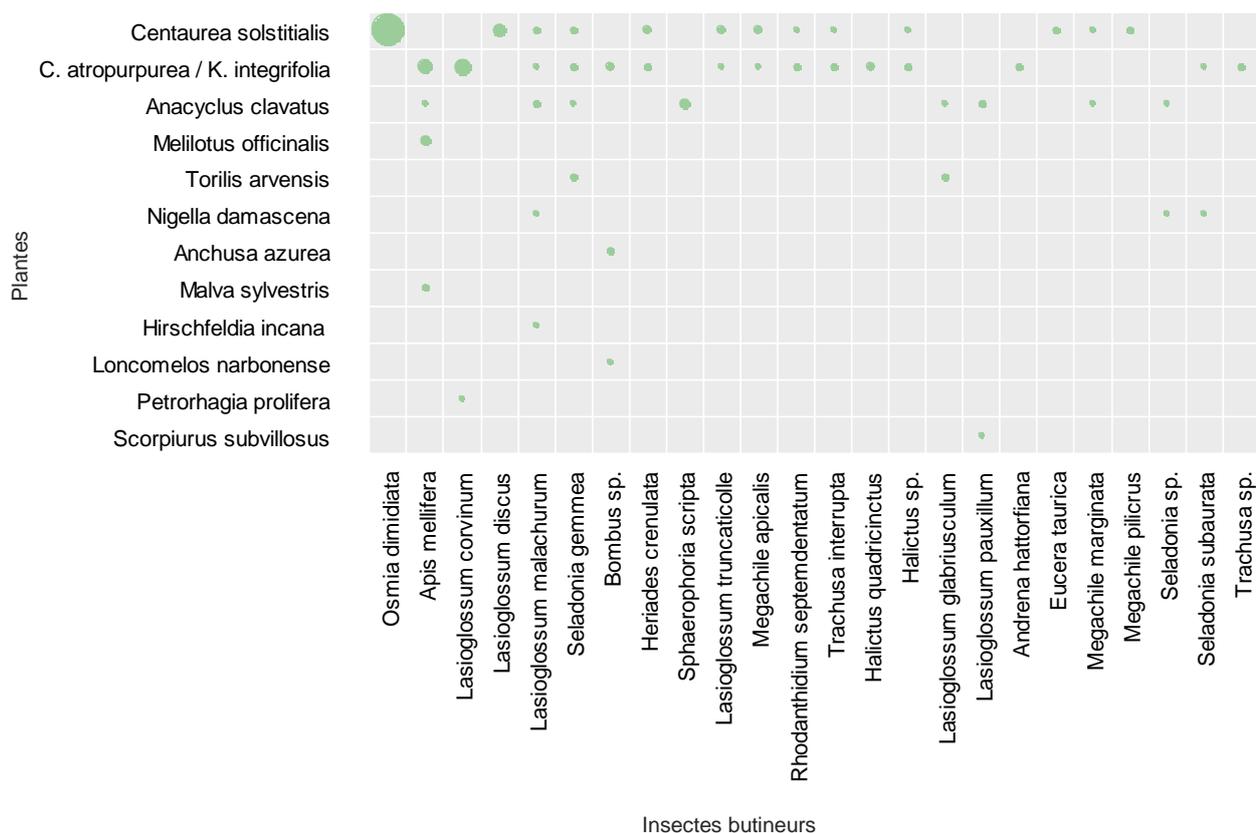


Figure 40. Nombre d'interactions de butinage entre les espèces de plantes butinées (en ordonnées) et les pollinisateurs (en abscisses) butinant le plus d'espèces végétales. Le plus grand cercle correspond à 40 interactions. Seuls les pollinisateurs ayant plus de deux interactions sont présents sur cette figure.

II.4.a. Domaine de Mirabeau - Jardin de Cocagne

25 espèces d'abeilles et deux espèces de syrphes ont été observées butinant au Jardin de Cocagne sur neuf espèces de plantes (Figure 41).

À l'issue de nos relevés, ce site présente une richesse spécifique de pollinisateurs presque égale à celle de Restinclières (29 espèces). **Le peuplement d'abeilles butineuses est en partie composé d'espèces communes sur le territoire : *Apis mellifera*, *Bombus gr. terrestris* (*Bombus sp.*), *Lasioglossum corvinum*, *Lasioglossum malachurum* et *Lasioglossum pauxillum* ou encore *Osmia dimidiata*.** Ces espèces sont pour la plupart terricoles et doivent pour la plupart nidifier à proximité voire sur la parcelle d'étude. Des espèces comme *Apis mellifera* ont été observées sur plusieurs plantes et jouent ainsi un rôle central dans le réseau.

Trois espèces d'abeilles butineuses sont fortement **patrimoniales** :

- ✓ ***Certina dallatorreanna*** butinant *C. solstitialis* en juin ;
- ✓ ***Trachusa integra*** butinant *C. solstitialis* en juin ;
- ✓ ***Halictus cf. quadricinctus*** butinant *C. atropurpurea* / *K. integrifolia* en juin.

Notons que ***Megachile melanogaster*** a été observée en vol sur la parcelle en juin.

Une espèce de syrphé butineur est fortement patrimoniale :

- ✓ ***Merodon albifrons*** butinant *Anacyclus clavatus* en mai (une interaction).

Notons que ***Eumerus hungaricus*** a été observée en vol sur la parcelle en juin.

Centaurea solstitialis semble jouer un rôle central dans le réseau plante-pollinisateurs : la plante a été butinée par 14 espèces uniquement en juin. *A. clavatus* semble aussi, dans une moindre mesure, jouer un rôle central : elle a été butinée par huit espèces uniquement en mai.

D'autres espèces de plantes, bien que moins butinées, semblent présenter un enjeu pour certains pollinisateurs. Ainsi, ***Anchusa azurea*** semble préférentiellement butinée par les bourdons puisqu'elle compose un compartiment isolé au sein du réseau d'interactions avec *Bombus sp.* (*Bombus gr. terrestris*) et *Bombus hortorum* : ces bourdons ont uniquement été observés butinant *Anchusa azurea* et cette plante a uniquement été butinée par ces taxons.

Certaines ressources florales apportent une ressource alimentaire essentielle pour certains insectes ayant un régime alimentaire spécifique :

- *Eucera taurica*, *Heriades crenulata* et *Osmia dimidiata*, toutes oligolectiques sur les Asteraceae ont uniquement été observées butinant *C. solstitialis* ;
- *Lasioglossum corvinum*, bien que polylectique, présente une préférence la famille des Dipsacaceae. Elle a uniquement été observée butinant *C. atropurpurea* / *K. integrifolia*.

Notons que certaines espèces ont été observés sur d'autres plantes que leur ressource spécifiée pour leur lectisme dans le **Tableau 3** (cas de *Trachusa integra* ici butinant *C. solstitialis* et non pas une Dipsacaceae) : ces espèces peuvent récolter le nectar de plantes d'autres familles que celle évoquée pour le lectisme qui concerne la seule récolte de pollen par les femelles.

La forte hétérogénéité inter-mensuelle se traduit dans la composition des cortèges d'insectes butineurs (**Figure 42**) :

- ✓ Seulement deux espèces d'abeilles sont recensées comme butineuses les deux mois (8 % du total), neuf espèces ont été recensées butineuses en mai uniquement (36 % des espèces recensées) et 18 en juin (72 %) ;
- ✓ Deux espèces de syrphes sont uniquement recensées comme butineuses en mai ;
- ✓ Seulement deux espèces de plantes sont recensées comme butinées sur les deux mois (22 % du total), sept espèces de plantes sont recensées comme butinées en mai (77 % des espèces recensées) et cinq en juin (44 %).

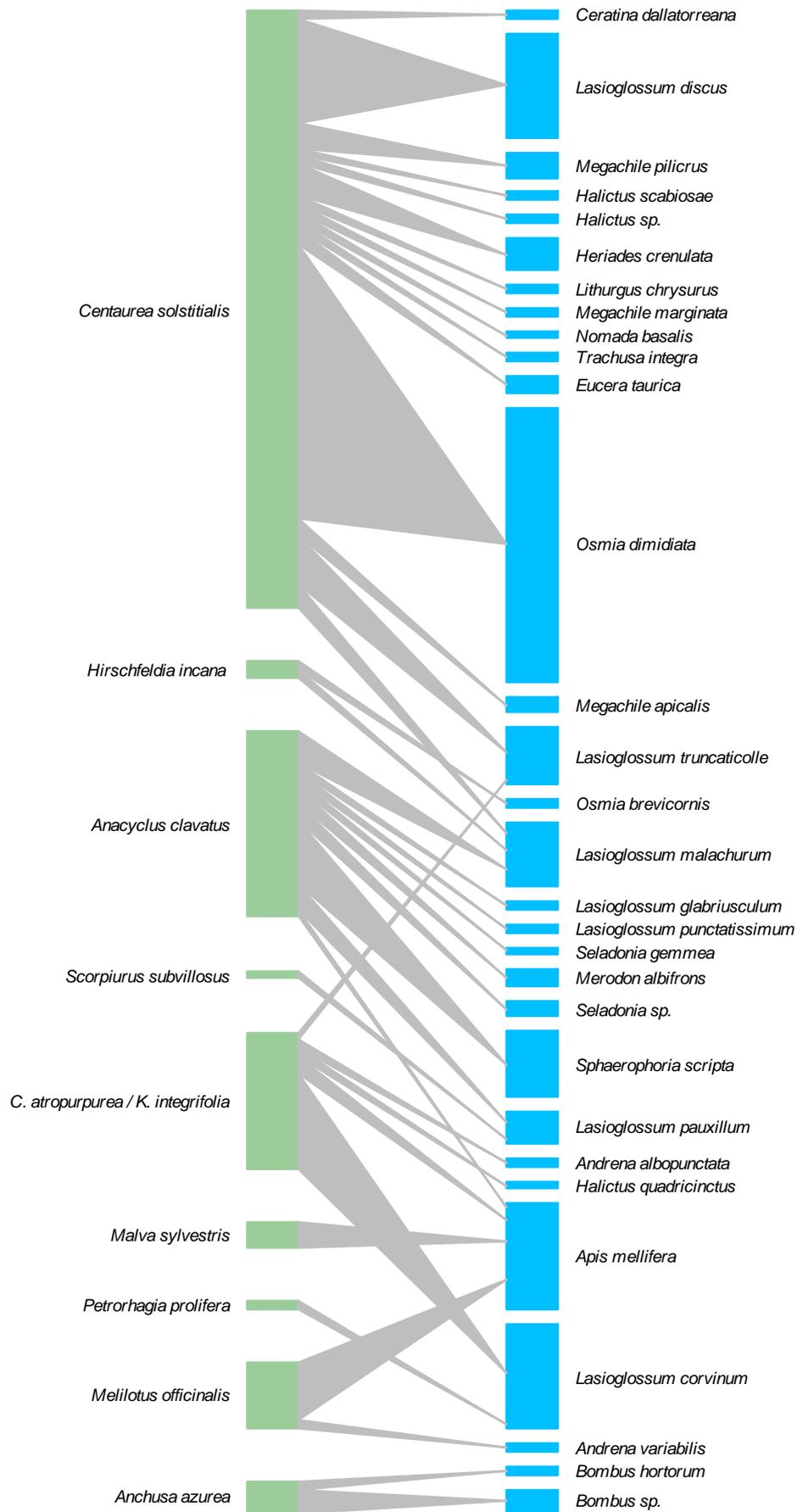


Figure 41. Diagramme du réseau de butinage au Jardin de Cocagne sur les deux jours d'inventaire.

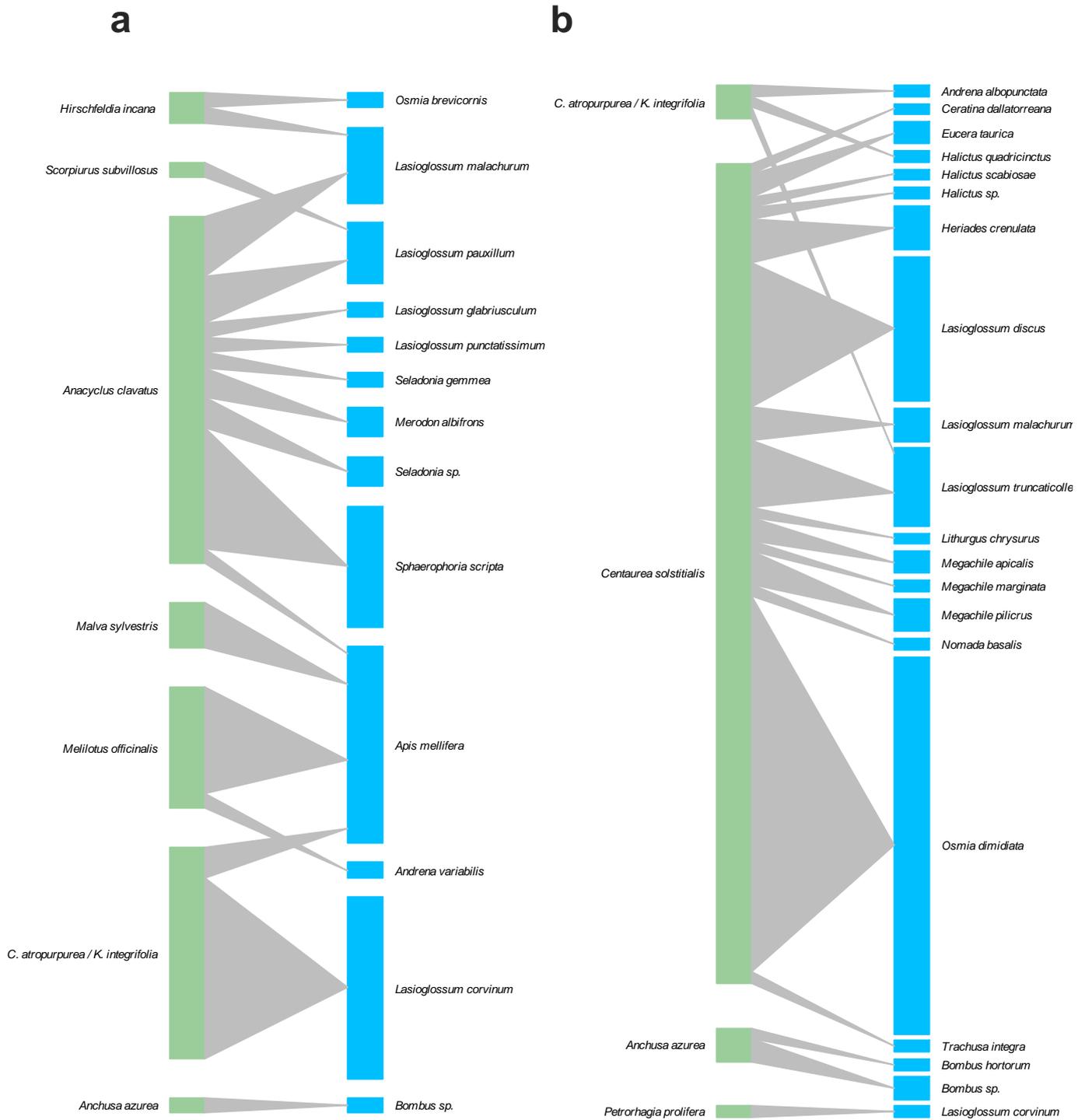


Figure 42. Diagramme du réseau de butinage au Jardin de Cocagne durant les passages de mai (a) et juin (b).

II.4.b. Domaine de Restinclières

28 espèces d'abeilles et une espèce de syrphe ont été observées butinant sur la parcelle de Restinclières sur sept espèces de plantes (Figure 43).

À l'issue de nos relevés, ce site présente une richesse spécifique de pollinisateurs quasiment presque égale à celle du Jardin de Cocagne (27 espèces). **Le peuplement d'abeilles butineuses est surtout composé d'espèces communes sur le territoire : *Apis mellifera*, *Bombus gr. terrestris* (*Bombus sp.*), *Lasioglossum corvinum*, *Lasioglossum malachurum*, *Lasioglossum pauxillum* ou encore *Seladonia gemmea*.** Ces espèces sont terricoles et doivent pour la plupart nidifier à proximité voire sur la parcelle d'étude. Des espèces comme *Seladonia gemmea* ont été observées sur plusieurs espèces de plantes et jouent ainsi un rôle central dans le réseau.

Quatre espèces d'abeilles butineuses sont fortement patrimoniales :

- ✓ ***Andrena hattorfiana*** butinant *C. atropurpurea* / *K. integrifolia* en mai ;
- ✓ ***Halictus cf. quadricinctus*** butinant *C. atropurpurea* / *K. integrifolia* en juin ;
- ✓ ***Trachusa integra*** butinant *C. atropurpurea* / *K. integrifolia* en juin ;
- ✓ ***Trachusa interrupta*** butinant *C. atropurpurea* / *K. integrifolia* et *C. solstitialis* en juin.

C. atropurpurea / *K. integrifolia* semble jouer un rôle central dans le réseau plante-pollinisateurs : elle a été butinée par 19 espèces (6 espèces en mai et 13 espèces en juin). *C. solstitialis* semble aussi, à moindre mesure, jouer un rôle central dans le réseau : elle a été butinée par 11 espèces uniquement en juin (cette plante n'ayant pas été en fleur durant le passage de mai).

D'autres espèces de plantes bien que moins butinées, semblent présenter un enjeu pour certains pollinisateurs. En effet, *Anthidiellum strigatum*, *Eucera nigrescens* et *Megachile centuncularis* forment un compartiment isolé du reste du réseau d'interactions : ces trois espèces ont été uniquement observés butinant *Carduus pycnocephalus* et cette plante n'a été observée en relation de butinage qu'avec ces trois espèces d'insectes.

Certaines ressources florales apportent une ressource alimentaire essentielle pour certains insectes ayant un régime alimentaire spécifique :

- *Eucera taurica*, *Heriades crenulata* et *Osmia dimidiata*, toutes oligolectiques sur les Asteraceae ont uniquement été observées butinant *C. solstitialis* ;
- *Osmia ligurica*, oligolectique sur les Asteraceae a uniquement été observée butinant *Anacyclus clavatus* ;
- ***Andrena hattorfiana*** et ***Trachusa integra***, toutes deux oligolectiques sur les Dipsacaceae ont uniquement été observées butinant *C. atropurpurea* / *K. integrifolia*.

La forte hétérogénéité inter-mensuelle se traduit dans la composition des cortèges d'insectes butineurs (Figure 44) :

- ✓ Seulement deux espèces d'abeilles sont recensées comme butineuses les deux mois (7 % du total), 10 espèces ont été recensées butineuses en mai uniquement (35 % des espèces recensées) et 20 en juin (75 %) ;
- ✓ Une espèce de syrphe est recensée comme butineuse durant le mois de mai ;
- ✓ Seulement deux espèces de plantes sont recensées comme butinées sur les deux mois (29 % du total), quatre espèces de plantes sont recensées comme butinées en mai (57 % des espèces recensées) et cinq en juin (71 %).

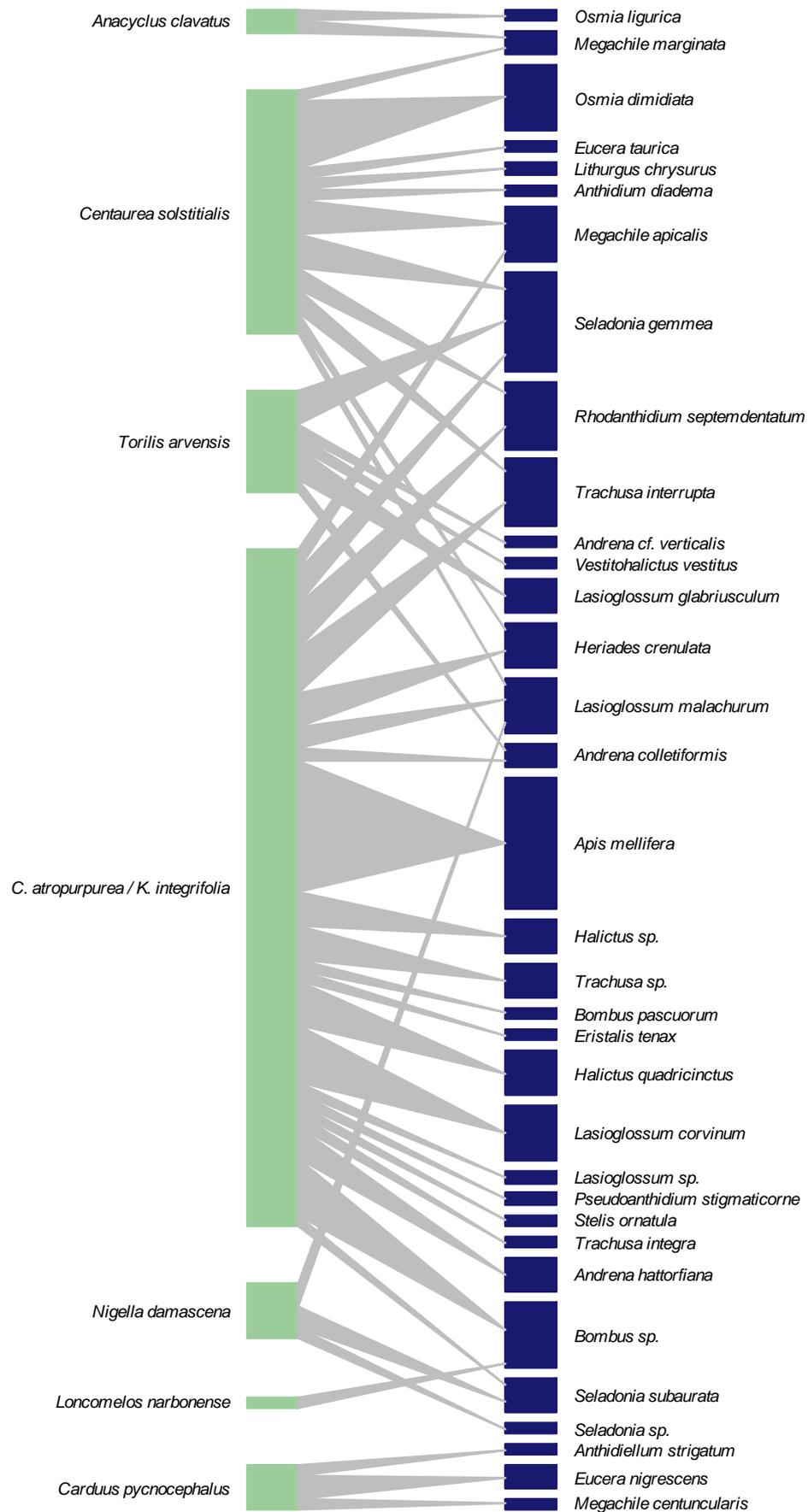


Figure 43. Diagramme du réseau de butinage sur Restinclières sur les deux périodes d'inventaire.

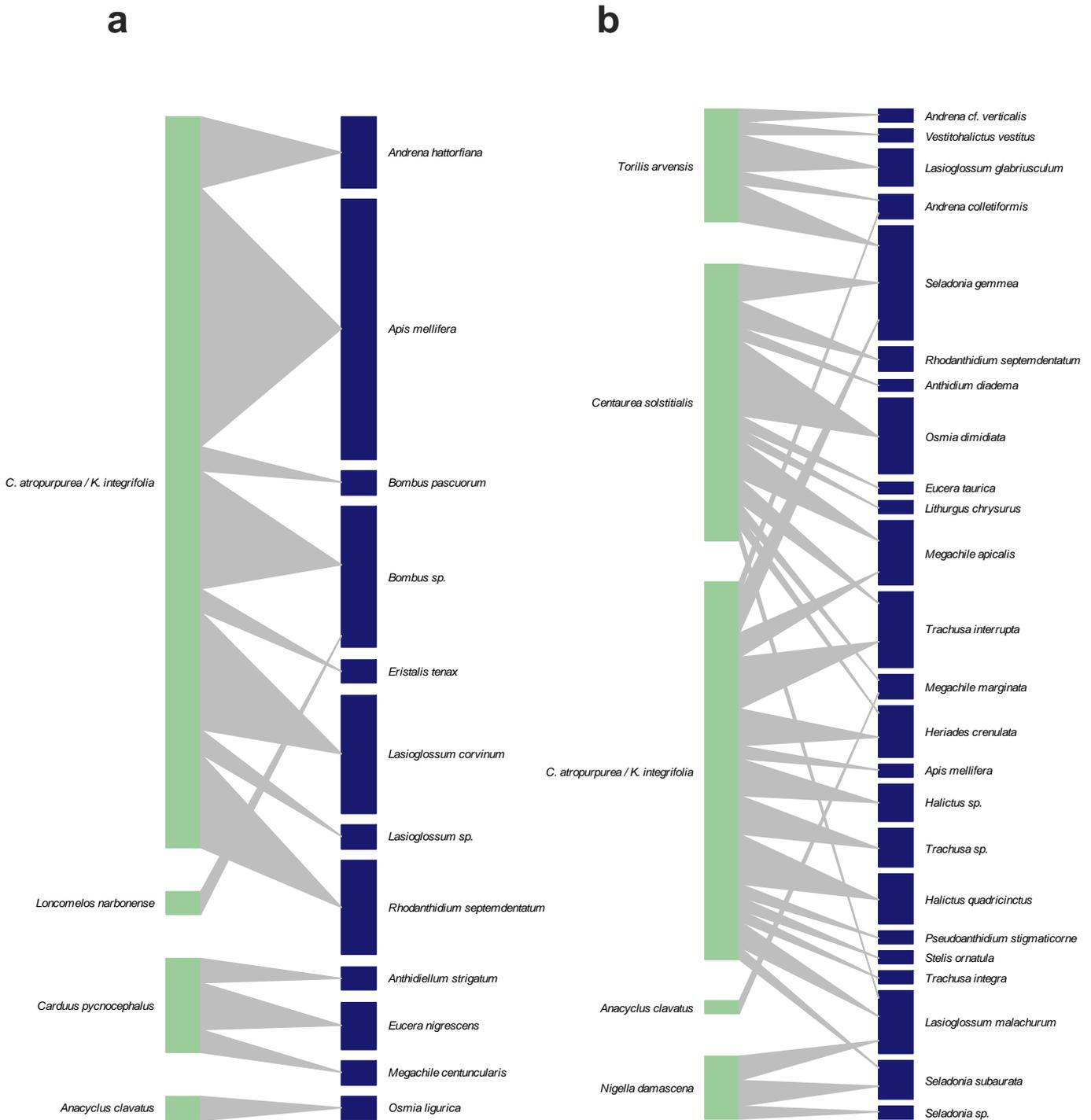


Figure 44. Diagramme du réseau de butinage au Jardin de Cocagne durant le passage de mai (a) et juin (b).

III. Synthèse

III.1. Diversité inventoriée

La pollinisation représente une **relation mutualiste entre plantes et insectes pollinisateurs**. Ainsi, la présence de ces espèces d'abeilles et de syrphes - groupes taxonomiques les plus efficaces dans la pollinisation - est essentielle pour le maintien des communautés de plantes semées et spontanées sur les sites d'études (Figure 45).

Les **deux sites inventoriés en 2022** présentent une richesse spécifique relativement égale avec les deux sessions réalisées, cependant les communautés d'espèces de ces deux sites sont assez différentes. En effet, plus de la moitié des espèces d'abeilles ont été notées seulement sur l'un des deux sites. Ces différences de communautés peuvent s'expliquer par un contexte paysager (pédologie, hygrométrie, habitats environnants) et une ressource florale différents. Les communautés de syrphes inventoriées lors de ces deux passages sont pauvres mais certainement incomplètes et mériteraient des passages plus précoces (avril) et tardifs (septembre).

L'**Abeille domestique** est l'une des espèces dominantes de la communauté relevée, en particulier en mai à Restinclières. En juin, elle était nettement moins abondante. Ceci pourrait s'expliquer par l'implantation de ruchers sur ce Domaine départemental (?) qui sont peut-être transhumés plus en altitude en été.

Huit espèces (six espèces à Jardin de Cocagne et quatre à Restinclières) présentent un enjeu patrimonial fort dont six espèces d'abeilles et deux espèces de syrphes. C'est le cas d'*Eumerus hungaricus* et *Megachile melanogaster* qui de plus sont, à notre connaissance, des « premières mentions » pour le département de l'Hérault. Les sites du Jardin de Cocagne et Restinclières présentent donc un intérêt pour la conservation de ces espèces rares ou en déclin.

À noter l'observation d'un coléoptère Méloïdé rare en France (inpn.mnhn.fr, consulté en février 2023), sur les deux sites : *Euzonitis sexmaculata* (Figure 45). Des taxons d'insectes floricoles autres que les abeilles et les syrphes ont été observés sans faire l'objets de prélèvements, notamment : rhopalocères, diptères Bombyliidae, coléoptères floricoles. L'abondance des bombyles (parasites d'abeilles) témoigne de la bonne santé des communautés présentes.

III.2. Interactions plantes-pollinisateurs

La flore des parcelles du Jardin de Cocagne et Restinclières présente indéniablement une **ressource florale importante** pour les cortèges d'abeilles et de syrphes du territoire. Cette étude nous permet de ressortir les tendances globales sur les **communautés d'abeilles** et leurs interactions avec les plantes de ces parcelles. *C. atropurpurea* / *K. integrifolia* et *C. solstitialis* apparaissent d'une part comme les deux plantes les plus abondamment butinées (Figure 36) et d'autre part comme les deux plantes butinées par la plus grande diversité de pollinisateurs (Figure 39).

Au sein du **Domaine de Restinclières** c'est *C. atropurpurea* / *K. integrifolia* qui a été majoritairement butinée (61 interactions avec 19 espèces). Ce résultat est à mettre en relation avec le taux de recouvrement observée sur le site : c'est une des espèces du semis qui s'est le plus exprimée sur la parcelle d'étude (ROSSI 2022). Au sein du **Jardin de Cocagne**, c'est *C. solstitialis* qui a été majoritairement butinée (74 interactions avec 14 espèces). Cette espèce ne fait pas partie du semis utilisé dans les parcelles et y pousse de manière spontanée. La **flore spontanée** peut donc présenter, tout comme les espèces du semis, une ressource florale jouant un rôle essentiel dans le réseau d'interactions plantes-pollinisateurs sur ces deux sites. Ces plantes fournissent une ressource florale à des espèces généralistes (*Seladonia*

gemma sur *C. atropurpurea* / *K. integrifolia*) mais aussi pour des espèces spécialistes (***Andrena hattorifiana*** sur *C. atropurpurea* / *K. integrifolia* ou encore *Osmia dimidiata* sur *C. solstitialis*).

D'autres plantes ne jouent pas de rôle central mais semblent apporter **une ressource florale spécifiquement à certaines espèces**. C'est le cas de *Carduus pycnocephalus* représentant avec *Anthidiellum strigatum*, *Eucera nigrescens* et *Megachile centuncularis* un compartiment isolé dans le réseau d'interactions obtenu sur le domaine de Restinclières.

Les résultats issus des réseaux d'interactions obtenus doivent être interprétés avec précautions. En effet, les biais observateurs et météo peuvent affecter le nombre de spécimens et la diversité observés. Par ailleurs, seuls deux passages ont été réalisés (mai et juin). Si aucune floraison n'a été observée durant un repérage à Restinclières le 29 avril 2022, d'autres espèces ont fleuri sur ces sites. C'est par exemple le cas de *Calendula arvensis* qui est une plante très intéressante pour les espèces pollinisatrices et floricoles (GADOUM *et al.* 2022).

L'analyse des interactions par quadrat n'a pas été réalisée. Il subsiste peu de différences en termes de recouvrement floral, recouvrement qui semblait assez homogène. Il semblerait que les graines semées se soient étalées sur une surface plus importante que celle initialement prévue. De plus, la banque de graines présente dans le sol a pu présenter un fort taux de recouvrement dans le sol (cas de *C. solstitialis* sur les deux sites étudiés). Certains quadrats pouvaient néanmoins présenter des spécificités en termes de recouvrement floral. C'est par exemple le cas de *Caardus pycnocephalus* sur le quadrat 15, sur lequel *Anthidiellum strigatum*, *Eucera nigrescens* et *Megachile centuncularis* ont uniquement été observés.

III.3. Habitats de reproduction

Notons que la flore n'est pas le seul facteur permettant le maintien des populations de pollinisateurs sur le site. Les **abeilles sauvages, principalement terricoles nidifient à même le sol, souvent au sein de la parcelle**. Par exemple, *Andrena colletiformis* a été observée patrouillant au sol et nidifiant sur la parcelle de Restinclières. D'autres espèces comme ***Ceratina dallatorreana*** sont **rubicoles**, d'autres comme les espèces des genres *Megachile* (***Megachile melanogaster***) ou *Osmia* sont principalement **cavicoles**. Il est donc nécessaire de maintenir des conditions favorables à la nidification de ces espèces (sol dénudé, vieilles tiges de ronces, bois mort, anciennes cavités d'insectes diverses). Notons qu'avant les prospections, le sol avait été préparé par griffage (outil à dent pour ameubler le sol) puis passage d'un déchaumeur à disque pour ameubler le lit de semences. Ce travail a pu fortement impacter les populations d'abeilles nidifiant à même le sol, représentant près de 65 % des espèces observées lors de notre étude. Dans le même temps, ce travail a pu permettre la présence de sol nu avec un substrat meuble permettant la (re)colonisation et la nidification d'espèces d'abeilles terricoles.

Pour la **reproduction des syrphes**, les espèces aphidiphages seront favorisés dans ces milieux par l'installation de colonies de pucerons diversifiées, et les phytophages notamment par la présence de plantes géophytes. D'autres espèces (microphages, saproxyliques) peuvent potentiellement venir des milieux alentours pour s'y alimenter au stade adulte.

III.4. Perspectives

Il serait intéressant d'évaluer l'état des populations sur ces deux sites durant les prochaines années, lorsque les graines semées se seront exprimées. Cette période permettra *in fine* aux espèces pollinisatrices de s'installer sur ce territoire afin de profiter de cette ressource florale. Pour ces **potentielles futures sessions d'inventaires**, deux passages supplémentaires (par exemple en avril et septembre) devront être réalisés *a minima* afin de pouvoir observer l'ensemble des cortèges d'espèces d'abeilles et de syrphes. En effet, en contexte méditerranéen, de nombreuses espèces de syrphes sont assez précoces. De plus, un

passage automnal en septembre après les pluies d'orages qui déclenchent une nouvelle floraison permettrait de détecter d'autres espèces plus tardives.

Par ailleurs, on pourrait limiter les prélèvements et donc l'impact sur les populations locales lorsque les quadrats sont homogènes en termes de végétation. Il pourrait être intéressant par exemple de suivre seulement huit quadrats (une demi-journée à deux) au lieu de 16 (une journée à deux) et de réaliser des passages à d'autres dates pour augmenter la diversité des interactions plantes-insectes. Ceci dépend aussi d'objectifs de résultats plutôt qualitatifs ou quantitatifs. En effet, le protocole mis en place permet d'analyser de manière quantitative les réseaux de pollinisation mais nécessite la capture de l'ensemble des spécimens observés en butinage. Un protocole visant l'exhaustivité en termes de richesse spécifique pourrait nécessiter moins de captures mais ne pourrait être analysé quantitativement.

Enfin, des analyses statistiques et des représentations graphiques plus détaillées pourraient permettre de décrire plus finement les réseaux d'interactions. L'ensemble de ces perspectives pourrait permettre de mieux caractériser les enjeux de conservation de l'ensemble de cette faune essentielle pour la pérennité des réseaux de pollinisation.



Centaurea solstitialis, une fleur très attractive pour les abeilles en juin, ici *Osmia dimidiata*
© B. Louboutin



Centaurea solstitialis, ici avec un petit hyménoptère du genre *Bracon*, en juin à Jardin de Cocagne © B. Louboutin



Scabiosa atropurpurea var. *maritima*, une fleur attractive pour une grande diversité d'insectes floricole, ici avec *Andrena albopunctata* en juin
© B. Louboutin



Knautia integrifolia, ici avec le coléoptère *Milabris variabilis* à Restinclières
© B. Louboutin



Anacyclus clavatus, une plante qui arrive en 3^{ème} position en termes d'interactions, ici avec le Lépidoptère *Pyropteron chrysidiformis*
© B. Louboutin



Euzonitis sexmaculata (Coléoptère *Meloidae*), espèce localisée dans le sud de la France, observée à la fois à Jardin de Cocagne et à Restinclières en juin © B. Louboutin

Figure 45. Diversité d'insectes pollinisateurs présents sur les parcelles étudiées.

Bibliographie

AMIET F., HERRMANN M., MÜLLER A. & NEUMEYER R. (2007). *Fauna Helvetica 20: Apidae 5: Ammobates, Ammobatoides, Anthophora, Biastes, Ceratina, Dasypoda, Epeoloides, Epeolus, Eucera, Macropis, Melecta, Melitta, Nomada, Pasites, Tetralonia, Thyreus, Xylocopa*. Centre Suisse de Cartographie de la Faune & Schweizerische Entomologische Gesellschaft, Neuchâtel : 356 p.

AUBERT M. (2021). *Les abeilles sauvages (Hyménoptères Anthophiles) du Domaine départemental de Restinclières et de la base départementale de Bessilles, Espaces Naturels Sensibles de l'Hérault. Inventaires 2019-2020. Rapport d'études pour le Conseil Départemental de l'Hérault (partie 1/2) : 73 p. & annexes (fichier de données et listes)*

AUBOUIN L. (2020). Pollinisateurs dans l'Hérault : inventaire des abeilles sauvages et liste prédictive des espèces de syrphes – Mémoire de stage. CNRS : 92p.

BENOIST R. (1931). Les Osmies de la faune française (Hymen. Apidae). *Annales de la Société entomologique de France*, 109 : 23-60

BENOIST R. (1941). Remarques sur quelques espèces de Mégachiles principalement de la faune française (Hymen. Apidae). *Annales de la Société entomologique de France*, 109 : 41-88

CASTELLA, E., SPEIGHT M.C.D. & SARTHOU J-P. (2008). L'envol des syrphes, Espaces naturels, Aten, n°21 : 22-23

DORMANN C., GRUBER B. & FRUEND J. (2008). Introducing the bipartite package: analysing ecological networks. *R News* 8 (2): 8-11

DORMANN C.F., FRUND J., BLUTHGEN N. & GRUBER B. (2009). Indices, Graphs and Null Models: Analyzing Bipartite Ecological Networks. *The Open Ecology Journal* 2 : 7–24

DUPONT P. & LUMARET J-P. (1997). *Intégration des invertébrés continentaux dans la gestion et la conservation des espaces naturels : Analyse bibliographique et propositions*. RNF : 258 pp.

DUSSAIX C. (2013). Syrphes de la Sarthe : éthologie, écologie, répartition et développement larvaire (Diptera, Syrphidae). *Invertébrés armoricains, les Cahiers du GRECIA*, No. 9 : 284 p.

GADOUM S., SIMON A., BAYAN T. & VANDEWEGHE R. (2022). *Identification des insectes pollinisateurs sauvages fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique. Plan départemental en faveur des messicoles et des pollinisateurs*. Rapport final. Office pour les insectes et leur environnement – CEN Normandie – Département de l'Eure : 195 p.

ISERBYT S., MICHEZ D., TERZO M. & RASMONT P. (2005). *Liste des espèces déterminantes des Hyménoptères Apoïdes (Hymenoptera, Apoidea, Apidae, Melittidae) du Languedoc-Roussillon*. Laboratoire de zoologie, Université de Mons-Hainaut : 40 p.

JANVIER H. (2012). Comportements d'Abeilles Colletidae (Hymenoptera). Les genres *Hylaeus, Cjilicola, Colletes, Pasiphae, policana, Cadeguala, Caupolicana, Lonchopria* et *Diphaglossa*. *Entomofauna, Monographie 2* : vii + 181 p.

JAULIN S., SCHATZ B. & DEVELAY A.M. (2022). *Plan régional d'actions en faveur des pollinisateurs sauvages d'Occitanie 2021-2023*. Office pour les insectes et leur environnement & DREAL Occitanie : 86 p.

KASPAREK M. (2020). Revision of the Palaearctic *Trachusa interrupta* species complex (Apoidea: Anthidiini) with description of four new species. *Zootaxa* 4728 : 1–48

KASPAREK M. (2022). *The Resin and Wool Carder Bees (Anthidiini) of Europe and Western Turkey*. Chimaira, Frankfurt : 292 p.

LITMAN J.R., FATERYGA A.V., GRISWOLD T.L., AUBERT M., PROSHCHALYKIN M.Y., LE DIVELEC R., BURROWS S. & PRAZ CJ (2021). Paraphyly and low levels of genetic divergence in morphologically distinct taxa: revision of the *Pseudoanthidium scapulare* complex of carder bees (Apoidea: Megachilidae: Anthidiini). *Zoological Journal of the Linnean Society* 195(4) : 1–51

PALMER C. J. (2021). Contribution à la connaissance de la distribution des syrphes de France : 349 nouvelles données départementales de 1986 à 2019 / 349 new departmental records from 1986-2019. Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera), Vol. 113: 25 p., Syrph the Net publications, Dublin.

PAULY A. & BELVAL S. (2017). Atlas des Halictidae de France (Hymenoptera: Apoidea). *Belgian Journal of Entomology* 53: 1-34

RASMONT P., FRANZEN M., LECOCQ T., HARPKE A., ROBERTS S., BIESMEIJER J. C., CASTRO L., CEDERBERG B., DVORAK L., FITZPATRICK U., GONSETH Y., HAUBRUGE E., MAHE G., MANINO A., MICHEZ D., NEUMEYER J., ØDEGAARD F., PAUKKUNEN J., PAWLKOWSKI T., POTTS S., REEMER M., SETTELE J., STRAKA J. & SCHWEIGER O. (2015). Climatic risk and distribution atlas of European bumblebees. *BioRisk* 10: 1-236

RASMONT P., GHISBAIN G. & TERZO M. (2021). *Hyménoptères d'Europe 3 : Bourdons d'Europe et des contrées voisines*. NAP ed. : 628 p.

ROSSI S. (2022). *Expérimentation de restauration écologique en contexte méditerranéen avec des semences sauvages locales dans le cadre du programme Interreg Sudoe « Fleurs locales »*. Rapport d'étude scientifique et technique. Master IEGB & CEN Occitanie, Montpellier. 50 pp.

SARTHOU J-P. & SPEIGHT M.C.D. (2005). Les diptères Syrphidae, peuple de tous les espaces. *Insectes* 137: 3-8

SMIT J. (2018): Identification key to the European species of the bee genus *Nomada* SCOPOLI, 1770 (Hymenoptera: Apidae), including 23 new species. *Entomofauna Monographies* 3 : 1-253

SPEIGHT M.C.D. (1989). *Les invertébrés saproxyliques et leur protection*. Conseil de l'Europe, collection Sauvegarde de la Nature, n° 42 : 77 p.

SPEIGHT M.C.D., SARTHOU V., SARTHOU J.P. & CASTELLA E. (2007). *Le syrphe, l'ordinateur et la gestion de la biodiversité. Des insectes comme outils d'analyse et de gestion des réserves naturelles de Haute-Savoie*. Asters : 58 p.

SPEIGHT, M.C.D. (2020). Species accounts of European Syrphidae, 2020. Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera), vol. 104 : 314 p., Syrph the Net publications, Dublin.

TERZO M., ISERBYT S. & RASMONT P. (2007). Révision des Xylocopinae (Hymenoptera : Apidae) de France et de Belgique. *Annales de la Société Entomologique de France*, 43 (4) : 445-492

VUJIC A., GILBERT F., FLINN G., ENGLEFIELD E., FERREIRA C.C., VARGA Z., EGGERT F., WOOLCOCK S., BÖHM M., MERGY R., SSYMANK A., VAN STEENIS W., ARACIL A., FÖLDESI R., GRKOVIC A., MAZANEK L., NEDELJKOVIC Z., PENNARDS G.W.A., PEREZ C., RADENKOVIC S., RICARTE A., ROJO S., STÅHLS G., VAN DER ENT L.-J., VAN STEENIS J., BARKALOV A., CAMPOY A., JANKOVIC M., LIKOV L., LILLO I., MENGUAL X., MILIC D., MILICIC M., NIELSEN T., POPOV, G., ROMIG T., ŠEBIC A., SPEIGHT M., TOT T., VAN ECK A., VESELIC S., ANDRIC A., BOWLES P., DE GROOT M., MARCOS-GARCIA M.A., HADRAVA J., LAIR X. , MALIDZAN S., NEVE G., OBREHT VIDAKOVIC D., POPOV S., SMIT J.T., VAN DE MEUTTER F., VELICKOVIC N. AND VRBA

J. (2022). Pollinators on the edge: our European hoverflies. The European Red List of Hoverflies. Brussels, Belgium: European Commission.

Webographie

Atlas Hymenoptera Laboratoire de zoologie – Université de Mons [en ligne]. Consulté le 18 janvier 2023. Disponible à l'adresse : <http://www.atlashymenoptera.net/default.aspx>

Définition pollinisation, *In* : Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales [en ligne]. Consulté le 13 janvier 2023. Disponible à l'adresse : <https://www.cnrtl.fr/definition/pollinisation>

Gombault C., Morison N., Guilbaud L., Vaissière BE. 2018. FlorAbeilles: Base de données en ligne sur les interactions plantes-abeilles en France métropolitaine. Inrae, Unité abeilles et environnement, Avignon, France. <http://www.florabeilles.org>.

Végétal local, 2015. « Garantir et préserver la diversité génétique | Végétal local ». Consulté le 20 avril 2022. <https://www.vegetal-local.fr/la-marque>



SIÈGE SOCIAL

chemin rural n°7 – la Minière
BP30 – 78041 Guyancourt cedex

MAISON DES INSECTES

718 av du Dr Marcel Touboul
78955 Carrières-sous-Poissy

ANTENNE OCCITANIE

Centre de Biologie pour la Gestion des Populations
755, Av. du Campus Agropolis
CS 30016 – 34988 Montpellier / Lez cedex

Association
agrée par les ministères
chargés de l'environnement
et de l'éducation nationale

Membre de FNE et de l'UICN

SIRET : 318 223 666 000 13

L'Office pour les insectes et leur environnement agit en faveur de la biodiversité. L'association étudie et fait connaître ces animaux sous tous leurs aspects en rassemblant curieux, passionnés et experts. Elle œuvre pour une meilleure prise en compte des insectes dans les politiques publiques.