

**OPIE**

OFFICE POUR  
LES INSECTES ET  
LEUR ENVIRONNEMENT



Plan départemental en faveur des messicoles et des pollinisateurs

# Identification des insectes pollinisateurs sauvages fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

*Abeilles (Apoidea Anthophila),  
syrphes (Diptera Syrphidae) et  
papillons de jour (Lepidoptera Rhopalocera)*

## Rapport final

Résultats 2020-2021





## Rapport final

### Résultats 2021-2022

#### RÉDACTION, ANALYSES & MISE EN PAGE

Serge GADOUM (Opie)

Adrien SIMON (CEN Normandie)

Tarek BAYAN (Opie)

Raphaël VANDEWEGHE (Opie)

#### PROSPECTIONS DE TERRAIN

##### Volet abeilles et syrphes

Serge GADOUM (Opie) 2020

Raphaël VANDEWEGHE (Opie) 2021

##### Volet rhopalocères

Johan CHEVEAU (CEN Normandie) 2020

Quentin MEURISSE (CEN Normandie) 2021

#### COORDINATION

Xavier Houard (Opie)

#### CARTOGRAPHIE

Alexia Monsavoir (Opie)

#### REMERCIEMENTS

Karim BEN MIMOUN (CD27), Gaëlle SOBczyk-MORAN (OPIE), Lynn DICKS (UNIVERSITE DE CAMBRIDGE)

Ce document doit être référencé comme suit :

GADOUM S., BAYAN T., CHEVEAU J., VANDEWEGHE R., MEURISSE Q., MONSAVOIR A., SIMON A. & HOUARD X. (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 : 194 pages.

# Table des matières

Introduction.....	3
<b>A. Méthodes détaillées de prospection de terrain et d'établissement des bases de données ...</b>	<b>4</b>
A. 1. Analyse paysagère .....	4
A. 2. Prospections de terrain .....	4
A. 3. Sessions de prospection pour les papillons .....	5
A. 4. Sessions de prospection pour les syrphes et les abeilles .....	7
A. 5. Conservation et détermination des spécimens prélevés.....	7
A. 6. Établissement des bases de données.....	7
A. 7. Analyses statistiques.....	7
A. 7. 1. <i>Caractère emboîté et modularité des réseaux</i> .....	7
A. 7. 2. <i>Caractérisation des réseaux</i> .....	8
<b>B. Patrimonialité .....</b>	<b>12</b>
B. 1. Patrimonialité des abeilles.....	12
B. 2. Patrimonialité des syrphes .....	12
B. 3. Patrimonialité des rhopalocères.....	13
<b>C. Résultats .....</b>	<b>14</b>
C. 1. Résultats globaux.....	14
C. 1. 1. <i>Les espèces de fort intérêt patrimonial</i> .....	17
C. 1. 2. <i>Résultats relatifs aux seuls rhopalocères</i> .....	25
C. 1. 3. <i>Diversité des insectes pollinisateurs</i> .....	27
C. 1. 4. <i>Diversité des espèces végétales</i> .....	38
C. 1. 5. <i>Réseaux d'interactions</i> .....	41
C. 2. Résultats du site A (Les Manis, Ormes) .....	60
C. 3. Résultats du site B (Rue du Bois Benoît, Ferrières-Haut-Clocher).....	74
C. 4. Résultats du site D (Rue du Désert, Sacquenville) .....	88
C. 5. Résultats du site E (Rue de la Vallée, Reuilly).....	102
C. 6. Résultats du site X (Le Fournet, Pacy-sur-Eure) .....	116
C. 7. Résultats du site Y (Côte des Fourneaux, Le Plessis-Hébert).....	130
C. 8. Résultats du site Z (Gisacum, Vieil-Évreux).....	144
<b>D. Discussion .....</b>	<b>158</b>
D. 1. Influence du paysage.....	158
D. 2. Influence de la végétation sur les rhopalocères .....	159
D. 3. Plantes les plus attractives.....	160
D. 4. Affinités spécifiques.....	162
D. 5. Messicoles et services écosystémiques .....	164
<b>Conclusion et perspectives .....</b>	<b>172</b>
<b>Lexique .....</b>	<b>174</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>175</b>

<b>Annexes</b> .....	<b>182</b>
Annexe 1.-Fiches de relevés et protocoles MESSIPOLL .....	182
Annexe 2.- Localisation des placettes du protocole pour les papillons .....	185
Annexe 3.- Indices des réseaux d'interactions plantes-pollinisateurs.....	189
Annexe 4.- Notice de lecture pour les représentations graphiques des réseaux d'interactions.....	191
Annexe 5.- Composition des mélanges semés .....	194

## Introduction

Le Plan départemental d'actions (PDA) Messipoll 2017-2021 de l'Eure, s'inscrivant comme déclinaison locale du *Plan national d'actions en faveur des plantes messicoles* (CAMBECEDES *et al.* 2012) et du *Plan national d'actions « France Terre de pollinisateurs »* (GADOUM & ROUX-FOUILLET 2016), a permis, entre autres actions, la mise en œuvre de semis de jachères messicoles sur diverses parcelles d'une part (voir Annexe 5 pour la composition des mélanges semés), et la gestion conservatoire de trois parcelles à messicoles remarquables d'autre part. Le Département souhaite améliorer les connaissances concernant la composition des peuplements d'insectes pollinisateurs fréquentant les peuplements messicoles du territoire eurois mais aussi améliorer les connaissances concernant les relations entre plantes messicoles et insectes pollinisateurs (action 3.2), ceci afin de dégager d'éventuelles pistes d'amélioration des actions et pratiques mises en œuvre dans le cadre du PDA Messipoll.

La mission confiée par le Département de l'Eure à l'Opie et au Conservatoire d'espaces naturels Seine Normandie consiste dans un premier temps à renseigner autant que possible les relations plantes messicoles - insectes pollinisateurs, d'une part dans le contexte des semis de jachères messicoles réalisés au sein du département (action 1.2 du plan), d'autre part dans celui des parcelles conservatoires en gestion dans le cadre de l'action 1.1.

Fort de ces informations, il s'agit d'évaluer la pertinence des actions 1.1 et 1.2 vis-à-vis de l'entomofaune pollinisatrice, et également d'identifier des pistes d'amélioration des pratiques de semis de jachères et de gestion conservatoire mises en œuvre. Ces analyses permettront par la suite de mieux orienter les actions sur les parcelles concernées aujourd'hui et dans l'avenir.

Cette étude vise donc à :

- recenser les insectes et définir des premiers assemblages caractéristiques des peuplements ;
- définir les enjeux entomologiques patrimoniaux pour la conservation ;
- évaluer l'intérêt des plantes messicoles présentes / semées pour les insectes pollinisateurs sauvages ;
- évaluer l'intérêt des insectes pollinisateurs sauvages pour les plantes messicoles présentes / semées.

L'étude porte spécifiquement sur l'Abeille domestique (*Apis mellifera*), les abeilles sauvages (Hymenoptera Apoidea Anthophila), les syrphes (Diptera Syrphidae) et les papillons de jour (Lepidoptera Rhopalocera).

L'étude terrain est menée, en 2020 comme en 2021, sur 7 sites du quart sud-est de l'Eure (Tableau 1), petite région éco-paysagères homogène au sein du département :

- 4 parcelles semées en jachères messicoles dans le cadre de l'action 1.2 (Les Manis à Ormes, rue du Bois Benoît à Ferrières-Haut-Clocher, rue du Désert à Sacquenville et rue de la Vallée à Reuilly) ;
- les 3 parcelles conservatoires aujourd'hui en gestion dans le cadre de l'action 1.1 (Gisacum au Vieil-Évreux, Le Fournet à Pacy-sur-Eure et Côte des Fourneaux au Plessis-Hébert).

*Tableau 1 : liste des parcelles inventoriées et superficies associées.*

Identifiant	Commune	Localisation	Superficie (m <sup>2</sup> )
A	Ormes	Les Manis	1 600
B	Ferrières-Haut-Clocher	Rue du Bois Benoît	5 000
D	Sacquenville	Rue du désert	10 000
E	Reuilly	Rue de la Vallée	5 000
X	Pacy-sur-Eure	Le Fournet	2300
Y	Le Plessis-Hébert	Côte des Fourneaux	9 000
Z	Vieil-Évreux	Gisacum	5 000

## A. Méthodes détaillées de prospection de terrain et d'établissement des bases de données

### A. 1. Analyse paysagère

Pour chacune des sept parcelles, une analyse paysagère préliminaire a été réalisée sur la base des documents transmis par le Département de l'Eure (orthophotoplans, etc.) pour définir la composition (Tableau 2) et la structure paysagère dans un buffer de 300 m autour des parcelles concernées (résolution 1 : 10 000).

Tableau 2 : typologie paysagère.

Code	Niveau 1	Niveau 2
1	boisement	a boisement
		b boisement jeune
		c haie
2	chemins et dessertes agricoles	chemins et dessertes agricoles
3	cultures	a cultures
		b cultures avec messicoles
		c jachères
4	eau stagnante	mare
5	friche	friche
6	pelouses, ourlets et fourrés calcicoles thermophiles	a pelouse calcicole
		b pelouse brachypodisée
		c mosaïque pelouses et ourlets calcicoles thermophiles
		d mosaïque fourrés et ourlets calcicoles thermophiles
7	prairie	a prairie
		b prairie de fauche
		c prairie pâturée
8	surface artificialisée (urbain, jardins, voies de communication)	surface artificialisée (urbain, jardins, voies de communication)
9	verger	verger

Cette analyse préliminaire a été complétée sur le terrain lors des passages d'inventaire de mai et juin 2020 afin de renseigner précisément les points, polygones et polygones de la cartographie réalisée sous SIG. Nous n'avons pas repéré d'évolutions majeures à intégrer en 2021. La base de données géoréférencées sert à produire divers indices d'écologie du paysage aux fins d'analyses des relations insectes pollinisateurs / paysage : nombres, surfaces, et périmètres des tâches. Ces indices ont été obtenus à l'aide de plugin LecoS du logiciel QGIS.

### A. 2. Prospections de terrain

Pour chacune des sept parcelles, quatre sessions de prospection de terrain en conditions favorables pour l'observation des insectes (pour la Normandie, température supérieure à 18°, vent faible ou modéré et couverture nuageuse de préférence absente) sont consacrées au recensement des espèces par observation et chasse à vue (capture au « filet à papillon » ou à l'aspirateur à bouche), en mai (seconde quinzaine), juin, juillet et août 2020 et 2021 (Tableau 3). Afin d'éviter un éventuel biais, les prospections sur une même parcelle alternent, dans la mesure du possible, entre matin et après-midi d'une session à l'autre.

**Tableau 3** : périodes des prospections et analyses paysagères devant être réalisées.

Mois :	2020				2021			
	V	VI	VII	VIII	V	VI	VII	VIII
Prospection « demi-journée » syrphes & abeilles	X	X	X	X	X	X	X	X
Prospection papillons	X	X	X	X	X	X	X	X
Analyse paysagère sur le terrain	X	X						

Les **espèces végétales butinées** par les spécimens observés ou capturés sont identifiées (ouvrages utilisés : JAUZEIN 2011, JAUZEIN & NAWROT 2013, LAMBINON *et al.* 2012 et TISON & DE FOUCAULT 2014). Les plantes sont définies comme messicoles à partir de la liste des plantes messicoles de Normandie (WAYMEL *et al.* 2020).

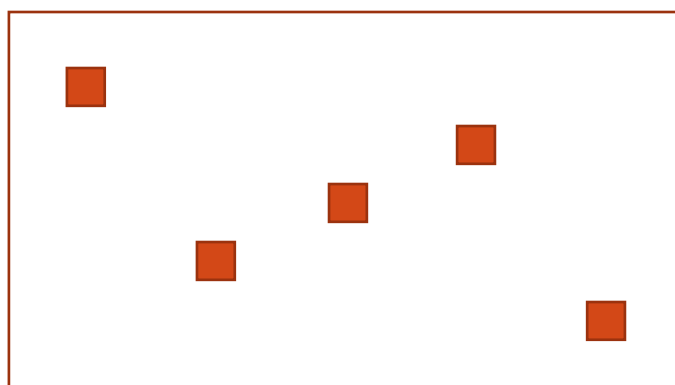
### A. 3. Sessions de prospection pour les papillons

Les rhopalocères sont étudiés suivant un protocole standardisé permettant une comparaison entre les sept sites (Tableau 4) :

- ✓ Les relevés sont effectués selon des « placettes ».
- ✓ Une « placette » correspond à un carré virtuel de 5 mètres de côté ; soit une surface de 25 m<sup>2</sup>.
- ✓ Une placette est positionnée par tranche de 1000 m<sup>2</sup> correspondant, avec un plafond maximum de 10 placettes par site (
- ✓ Figure 1).

**Tableau 4** : nombres de placettes suivies par parcelles dans le cadre des prospections pour les papillons.

Identifiant	Commune	Localisation	Superficie (m <sup>2</sup> )	Nombre de placettes à suivre
A	Ormes	Les Manis	1 600	1
B	Ferrières-Haut-Clocher	Rue du Bois Benoît	5 000	5
D	Sacquenville	Rue du désert	10 000	9
E	Reuilly	Rue de la Vallée	5 000	5
X	Pacy-sur-Eure	Le Fournet	2300	3
Y	Le Plessis-Hébert	Côte des Fourneaux	9 000	6
Z	Vieil-Évreux	Gisacum	5 000	5



**Figure 1** : exemple de répartition des placettes au sein d'une parcelle rectangulaire de 5000m<sup>2</sup>.

## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

- ✓ L'opérateur se poste en bordure de carré (Figure 2) et relève les coordonnées géographiques de sa position avec un GPS et précise la position cardinale du carré par rapport à ce point (nord, sud, est, ouest).
- ✓ L'opérateur identifie et compte tous les rhopalocères qui entrent dans la placette.
- ✓ L'opérateur reste fixe et ne se déplace que si un papillon nécessite d'être capturé pour être identifié.
- ✓ Le comportement de chaque individu est noté (vol, butinage, bain de soleil, accouplement, ponte, autre). S'il butine une plante, celle-ci est déterminée puis cette interaction est notée.
- ✓ Le temps de comptage par placette est de 5 minutes.

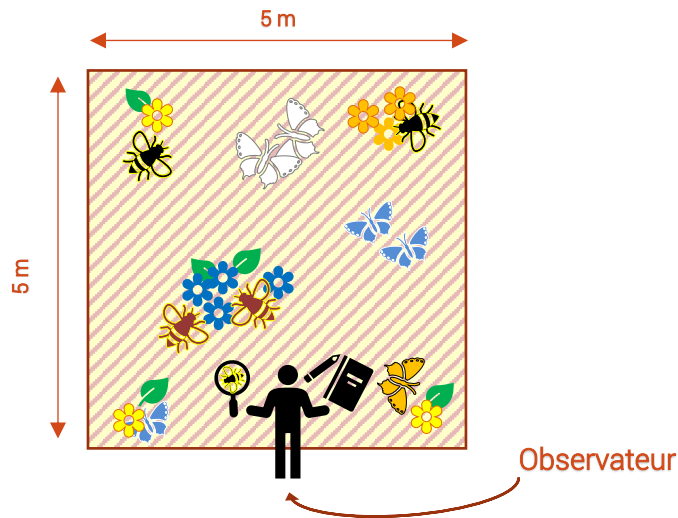


Figure 2 : schéma d'une placette de suivi.

- ✓ Un passage mensuel est réalisé durant les quatre mois de la saison les plus favorables à l'observation des messicoles et des rhopalocères (mai à août, Tableau 5).

Tableau 5 : périodes de passage réalisables pour l'étude des rhopalocères.

Mai	Juin	Juillet	Août
Passage 1	Passage 2	Passage 3	Passage 4

	Période possible pour le passage
	Période idéale pour le passage

- ✓ Les papillons observés hors protocole seront renseignés dans une « liste complémentaire ».
- ✓ Une fois le comptage des papillons effectué en 2021, l'opérateur dresse la liste des plantes messicoles présentes et évalue leur abondance (composition végétale). Une photographie de la placette est prise.

Les papillons sont prélevés uniquement dans les rares cas de détermination nécessitant d'être confirmée (impossibilité de photographier, spécimens très usés ...).

Tous ces éléments sont reportés in situ sur la fiche de relevé de terrain papillon (voir Annexe 1).

La localisation des différentes sections de 1000 m<sup>2</sup> sont présentées en Annexe 2.



## A. 4. Sessions de prospection pour les syrphes et les abeilles

Ces sessions ont une durée d'une « demi-journée », soit 2h30. En plus de cela, sur la même demi-journée, une heure est consacrée à compléter la cartographie paysagère et/ou à la recherche d'habitats complémentaires des insectes pollinisateurs (bourgades de nidification par ex.) dans le périmètre de 300 m autour de la parcelle.

Lors de chaque prospection, l'opérateur parcourt la parcelle de façon représentative en fonction des floraisons de messicoles et autres adventices, et cherche à renseigner prioritairement le maximum de relations insectes-messicoles, et secondairement le maximum de relations insectes-autres adventices florifères. Même si les densités d'insectes ne font pas l'objet de traitements statistiques, on évalue si possible ces densités d'insectes (par ex. « très nombreux ») en remarques (cf. fiche de relevé de terrain en Annexe 1), ces éléments pouvant permettre d'affiner les interprétations à venir des résultats.

La très grande majorité des espèces d'abeilles et de syrphes n'étant pas déterminables *in situ*, les spécimens prélevés sont tués à l'acétate d'éthyle (mort douce par anesthésie) pour conservation et détermination ultérieure.

Chaque spécimen observé ou capturé est géoréférencé à l'aide d'un GPS (précision 5 m). Les bourgades de nidifications et tout élément indispensable au maintien des espèces (microhabitats) sont géoréférencés à fins d'analyse des peuplements et des habitats.

Les **espèces végétales butinées** par les spécimens observés ou capturés sont identifiées.

Tous ces éléments sont reportés *in situ* sur la fiche de relevé de terrain (voir Annexe 1).

## A. 5. Conservation et détermination des spécimens prélevés

Les spécimens prélevés sont ensuite montés sur épingles et étalés (incontournable extraction des pièces génitales des mâles) à fins de conservation et détermination au laboratoire sous la loupe binoculaire (seule méthode fiable). Les spécimens de détermination délicate sont transmis aux spécialistes de notre réseau pour détermination ou validation.

Après détermination, les spécimens prélevés sont conservés dans les meilleures conditions possibles (température, hygrométrie) pour éventuelle exploitation ultérieure (vérifications, validations, révisions de genre, formations de spécialistes).

## A. 6. Établissement des bases de données

Le référentiel taxonomique utilisé est celui de l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN), soit la dernière version disponible de TaxRef soit la version 15.0.

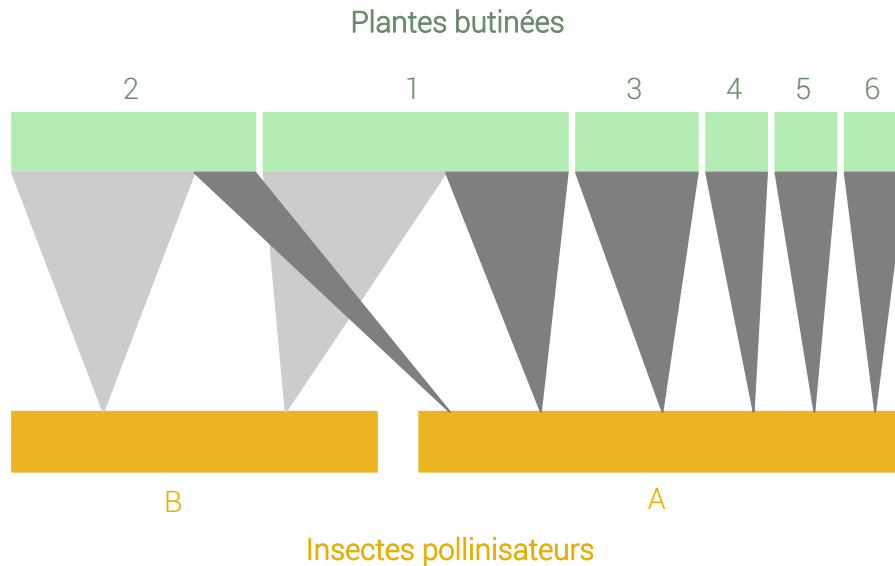
L'ensemble des données est stocké et mis en forme dans un système de gestion de base de données (SGBD) exploitable par le Département de l'Eure (fichier Excel) couplé à un système d'information géographique (SIG). Les données sont projetées en RGF93 CC49 (EPSG 3949). La base de données sous QGIS 3.4 LTR est compatible avec le logiciel ArcGIS 10.2 et avec le référentiel ODIN, utilisés par le Département de l'Eure. Les données respectent le standard régional.

## A. 7. Analyses statistiques

### A. 7. 1. 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'interaction (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 3). 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 différents (espèces généralistes) ainsi que des espèces butinant spécifiquement certaines espèces ou groupes d'espèces de plantes (espèce spécialistes).



**Figure 3 :** réseau d'interaction 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.

Une caractéristique centrale des réseaux de pollinisation est leur conception **emboîtée** (ou imbriquée) : 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.

### A. 7. 2. Caractérisation des réseaux

Des réseaux d'interaction sont réalisés afin de visualiser et analyser les interactions entre insectes visiteurs et fleurs. Comme il a été décrit précédemment (§ A. 7. 1), 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).

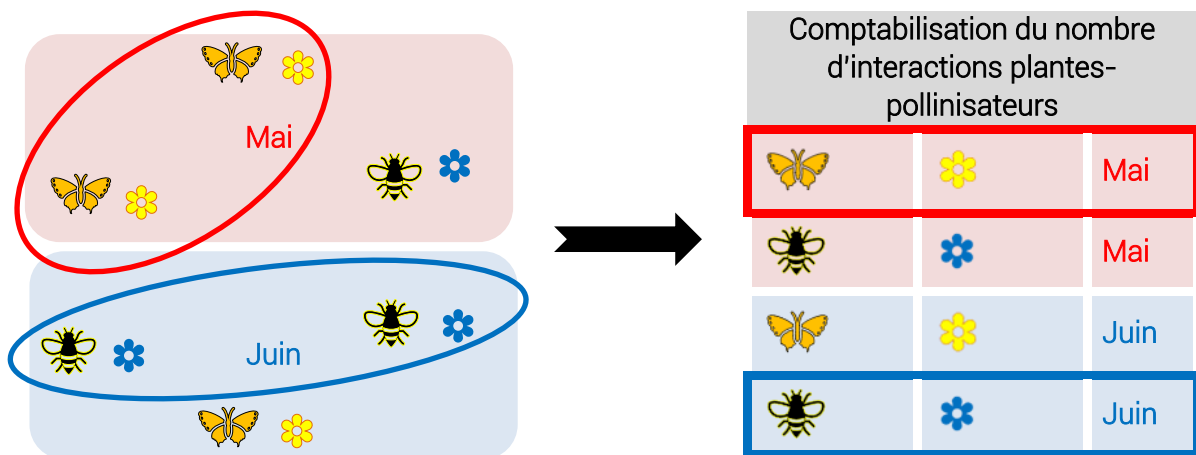
La totalité des analyses de réseaux de pollinisation a été réalisée à l'aide du package R *bipartite* (DORMANN *et al.* 2008) du logiciel R version 3.2.2 (R Core Team 2020). A fins d'analyses, les

données d'interactions sont aussi mises sous forme de matrices à double entrée croisant les deux classes de participants : taxons d'insectes visiteurs/taxons floristiques. Les valeurs dans la matrice correspondent au nombre d'interactions observées entre taxons fleurs et insectes.

- 🦋 Le protocole standardisé pour les rhopalocères permet d'étudier de manière quantitative les interactions plantes pollinisateurs.
- 🐝 Le protocole pour les abeilles et les syrphes a pour objectif de noter un maximum d'interactions plantes-pollinisateurs différentes mais ne permet pas de réaliser d'analyse quantitative.

Afin de pouvoir analyser les réseaux d'interactions dans leur ensemble (abeilles, syrphes et rhopalocères dans notre cas), les données seront toutes mises en forme de la façon suivante : Pour l'ensemble de ces données, **sur une session, une ou plusieurs interactions entre une espèce de plante et un pollinisateur correspondra à une interaction**. Néanmoins nous attribuons une valeur quantitative sur l'ensemble d'une année d'étude : **si une interaction entre deux espèces est observée durant deux sessions, alors nous comptabiliserons deux interactions dans nos analyses** (Tableau 6). Il sera donc possible d'analyser l'importance de la ressource florale de manière temporelle.

**Tableau 6** : comptabilisation des interactions de butinage dans les réseaux d'interactions réalisés.



Une série de **graphiques de réseaux d'interactions** a été construite avec la fonction *plotweb* permettant de visualiser les taxons des deux niveaux d'interaction, les liens qui les unissent et leur densité relative. Ces différents graphiques pourront être réalisés entre plusieurs niveaux d'interactions : espèces floristiques/butineurs, familles floristiques/butineurs, ainsi qu'à plusieurs échelles d'observations, en regroupant les données d'interaction par mois ou par sites et ce pour le rapport final.

La fonction *visweb* permet de visualiser une matrice de réseau sous forme de **grille** : un premier mode de représentation permet de visualiser le niveau d'emboîtement du réseau (les lettres dans les cases indiquent l'appartenance à un même compartiment, le niveau de gris de la case est fonction du nombre de relations), un second mode de représentation, qui diagonalise la matrice, permet de visualiser les éventuels compartiments (chaque compartiment à un niveau de gris, les nombres dans les cases indiquent le nombre de relations). Ces réseaux ont été réalisés sur l'ensemble des deux années ainsi que pour chaque année de manière distincte. Ceci permet de visualiser l'éventuelle variabilité interannuelle des cortèges d'espèces. **Pour chacune de ses représentations, une notice de lecture est présente en Annexe 4 afin de pouvoir les interpréter.**

La fonction *networklevel* permet de calculer différents indices :

- ✓ la **connectance** (ou densité de liaison) est la proportion observée des liens possibles (ou la proportion d'interactions réalisée dans un réseau), c'est-à-dire le nombre de liens observés divisé par le nombre maximum possible de liens (la *connectivité* traduit seulement le nombre total d'interactions entre les espèces : DUNNE *et al.* 2002a). Pour les réseaux bipartites, la connectance (notée  $C$  dans un réseau trophique) s'exprime en fonction du nombre  $L$  de liens réalisés et de  $I$  et  $J$  le nombre d'espèces présentes dans chacune des classes du réseaux bipartite :

$$C = L / IJ$$

Cette valeur est calculée pour chaque site à chaque mois, et pour chaque site sur l'ensemble des quatre mois de prospection de 2020.

La connectance est généralement interprétée comme un degré de redondance dans un réseau, ce qui peut avoir une influence sur la stabilité d'une communauté (DUNNE *et al.* 2002a, ESTRADA 2007). La *complexité* est définie comme le produit de la diversité spécifique et de la connectance. THEBAULT & FONTAINE (2010) ont montré que la relation entre la complexité et la stabilité diffère selon le type de réseau : la taille du réseau et la connectance influencent positivement la résilience des réseaux mutualistes (cas de la pollinisation) alors que l'influence est négative pour les réseaux trophiques. Lorsque les espèces les plus connectées sont retirées (on parle d'espèces clés de voûte), le nombre d'extinctions secondaires engendrées est plus important. Ces espèces jouent un rôle prépondérant dans la stabilité de la communauté car de nombreuses espèces seront directement affectées si elles disparaissent. La connectance intervient fortement dans la robustesse des réseaux : plus la connectance augmente, moins supprimer des espèces clés a d'effet. Cependant, au-delà d'un certain seuil, la sensibilité à la perte d'une espèce très connectée augmente rapidement.

- ✓ l'**asymétrie de réseau** (*web asymmetry*) : dans les réseaux mutualistes, comme la pollinisation, l'emboîtement (*nestedness*) est souvent asymétrique, avec les espèces spécialistes d'un nœud liées aux généralistes de l'autre nœud. L'asymétrie de réseau traduit les déséquilibre entre les effectifs des deux niveaux : en l'occurrence, une valeur positive traduit un plus grand nombre d'espèces végétales, une valeur négative un plus grand nombre d'espèces d'insectes.
- ✓ le **nombre moyen de liens par espèce** (*links per species*) est égal à la somme des liens divisée par le nombre d'espèces.
- ✓ le **nombre de compartiments** (*number of compartments*) : les compartiments sont des sous-ensembles du réseau qui ne sont pas connectés à un autre compartiment.
- ✓ la **diversité de compartiment** (*compartment diversity*) : indice de diversité de Shannon des tailles de compartiment (taille = nombre d'espèces de chacun des niveaux ; TYLIANAKIS *et al.* 2007).
- ✓ la **température d'emboîtement** (*nestedness*)  $T^\circ$  (0-100°) mesure les écarts par rapport à une matrice d'interactions parfaitement symétriques (degré de désordre).  $T = 0^\circ$  est défini comme le maximum de liaisons, lorsque les colonnes et les lignes sont ordonnées par ordre décroissant de liens, les liens de chaque ligne et colonne représentant exactement un sous-ensemble des précédentes (emboîtement).
- ✓ l'**emboîtement pondéré** (*weighted nestedness*) prend en considération la fréquence des interactions (et est donc pondérée ; GALEANO *et al.* 2007). L'emboîtement pondéré est défini

comme  $N = (100^\circ - T)/100^\circ$  et varie donc entre 1 (emboîtement parfait) et 0 (chaos parfait). Attention, c'est donc l'interprétation opposée de la température d'emboîtement !

- ✓ l'indice **H2'** est une mesure du niveau de **spécialisation complémentaire du réseau**. Il varie de 0 (aucune spécialisation) à 1 (spécialisation complète). Plus une espèce est sélective, plus H2' augmente.
- ✓ le **chevauchement de niche** (*niche overlap*) est le patron moyen de similarité d'interactions entre espèces du même niveau, calculé avec l'indice de Horn.
- ✓ l'**unité** (*togetherness*) ou score T décrit le niveau de similarité du patron de distribution de deux espèces. Elle traduit une redondance structurelle (mais pas forcément fonctionnelle !).
- ✓ la **pente d'extinction** (*extinction slope*) : pente de la séquence d'extinction secondaire du niveau concerné, à la suite de l'extermination d'une espèce dans l'autre niveau.
- ✓ la **robustesse** (*robustness*) est définie comme la fraction du nombre d'espèces qu'il faut enlever du modèle pour produire une extinction totale (c'est-à-dire les espèces initialement enlevées et les extinctions secondaires résultantes) d'au moins 50% des espèces du système (ALBOUY *et al.*, 2019, DUNNE *et al.*, 2002b). Ainsi, la valeur minimale de la robustesse est  $1/S$  ( $S$  est le nombre d'espèces) et la valeur maximale est 0,5. La valeur de robustesse correspond à l'aire sous la courbe d'extinction générée par la commande 'second.extinct' du package 'bipartite'.  
L'analyse de la robustesse consiste à retirer successivement les nœuds d'un réseau. Après chaque retrait, les nœuds restants sans liens sont retirés (extinction secondaire). Dans le cas des réseaux bipartites, on peut soit simuler la disparition d'espèces au niveau des deux classes en même temps, soit seulement dans l'une des deux classes. Cette disparition peut être effectuée de trois manières différentes : soit les nœuds sont retirés aléatoirement, soit les espèces ayant le plus de liens (généralistes) sont retirées en premier, soit en dernier. La robustesse augmente avec la connectance et avec une *degree distribution* (nombre de liens par espèce) homogène (ESTRADA 2007).  
Les courbes de *second.extinct* puis les analyses de robustesse sont réalisées sur des matrices d'interaction entre insectes visiteurs et espèces florales visitées pour chaque site d'échantillonnage en regroupant les données d'interactions des quatre mois d'échantillonnages.
- ✓ la **vulnérabilité** (*vulnerability*) et la **généralité** (*generality*) sont respectivement le nombre moyen d'espèces butineuses par plante et le nombre moyen d'espèces de plantes butinées par insecte (BERSIER *et al.* 2002).

## B. Patrimonialité

L'attribution objective d'un degré de patrimonialité à une espèce présuppose de pouvoir définir son statut de rareté régionale (tant du point de vue géographique que de l'abondance des effectifs), la dynamique de ses populations et les menaces pesant sur l'espèce ou ses habitats (démarche Liste rouge telle que définie par l'Union internationale pour la conservation de la nature - UICN). On ne dispose pas à l'heure actuelle de listes rouges des abeilles ou des syrphes de Normandie.

### B. 1. Patrimonialité des abeilles

Faute de liste d'espèces déterminantes de Znieff en Normandie, les espèces d'**abeilles** sont considérées comme présentant un **fort intérêt patrimonial** lorsqu'elles figurent en Liste rouge (Liste rouge européenne des abeilles : NIETO *et al.* 2014), sont déterminantes de Znieff en Île-de-France (plus proche région du bassin parisien ; DUFRENE *et al.* 2017), sont présumées rares et/ou en déclin, se trouvent en limite d'aire de distribution dans la région (AMIET *et al.* 1999, 2001, 2004, 2007, 2010, CHOREIN 2007, DATHE 1980, DYLEWSKA 1987, EBMER 1987 et 1988, FOLSCHWEILLER *et al.* 2020, GADOUM 2021, GADOUM *et al.* 2005, GADOUM & LE GOFF 2009, GADOUM & PAULY 2006, MICHEZ & EARDLEY 2007, PATINY 1998, PAULY 2019, RASMONT 1983 et 1988, RASMONT & MERSCH 1988, RASMONT *et al.* 1993, SCHEUCHL 1995, 1996, 2007, SMIT 1998, STALLEGGER & LIVORY 2008, TERZO 2000, TERZO *et al.* 2007, WESTRICH 2018, Atlas Hymenoptera : <http://zoologie.umons.ac.be/hymenoptera/default.aspx>), ou sont fortement exposées au risque climatique (RASMONT *et al.* 2015). Aucune espèce d'abeille ne bénéficie d'une protection nationale, l'Île-de-France est actuellement la seule région disposant d'une liste d'abeilles réglementairement protégées sur son territoire (7 espèces de bourdons : MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT 1993). Enfin, le caractère spécialisé (sténoécie) de la récolte de pollen (abeilles oligolectiques) ne justifie pas à lui seul d'un fort intérêt patrimonial mais sert à conforter les autres critères.

### B. 2. Patrimonialité des syrphes

Pour ce qui est des **syrphes**, pour lesquels on ne dispose pas encore d'une Liste rouge européenne ni de liste d'espèces déterminantes de Znieff en Normandie, on s'appuie sur la liste des espèces considérées comme indicatrices de forêts d'importance internationale pour la conservation de la nature à l'échelle européenne (GOOD & SPEIGHT 1996), sur la liste des espèces déterminantes de Znieff en Île-de-France (GADOUM *et al.*, 2020) et sur la méthode proposée par TOP & WARTELE (2015) basée sur les statuts de menace des espèces dans la base de données Syrph The Net (StN). StN propose trois statuts de menace, à l'échelle européenne et à l'échelle nationale : menacé (*threatened* : probablement menacée avec risque d'extinction), en déclin (*decreasing* : bien que considérée comme non menacée, l'espèce affiche un déclin notable dans le nombre de ses populations ou dans sa distribution géographique) et non menacé (*unthreatened* : apparemment non menacée ni en déclin dans le nombre de ses populations ou dans sa distribution géographique), en codage flou (1 = corrélation mineure ; 2 = corrélation modérée ; 3 = corrélation maximale). On peut ainsi distinguer et coder :

- ✓ ME : les espèces menacées avérées ou potentiellement menacées à l'échelle de l'Europe ;
- ✓ DE : les espèces en déclin avérée ou potentiellement en déclin à l'échelle de l'Europe ;
- ✓ MF : Espèce menacées avérées ou potentiellement menacées à l'échelle de la France ;
- ✓ DF : les espèces en déclin avérée ou potentiellement en déclin à l'échelle de la France.

La base *Syrph the Net* (StN) définit trois statuts pour la menace (différentes échelles géographiques et biogéographiques renseignées) présentés dans le Tableau 7 Tableau 5 ci-dessous :

**Tableau 7 :** correspondance retenue entre la codification StN et le caractère "patrimonial".

Codification retenue pour la caractère patrimonial	Codification StN		
	Menacée	En déclin	Non menacée
Espèce menacée avérée ou potentiellement menacée = M	3		
	2	2	
	3	1	
Espèce en déclin avéré ou potentiellement en déclin = D		3	
		2	2
		3	3
	1	2	1
		2	1
	1	2	
	1	3	

Ainsi, si pour une espèce, la colonne, par exemple « menacée », se voit attribuer un 3, cela veut dire qu'il y a une corrélation maximale entre l'espèce et le statut « menacé ». Une meilleure compréhension de ce codage est donnée grâce à Dussaix (2005) : dans beaucoup de cas, une seule catégorie de menace est choisie et codée donc 1, 2 ou 3.

Lorsque deux catégories sont codées, le plus généralement, les deux notes ne sont pas égales et la nuance introduite est d'ordre géographique. Cela signifie qu'une espèce codée « 3 » en « *Unthreatened* » et « 1 » ou « 2 » en « *Decreasing* », peut être comprise comme : « généralement *Unthreatened* (dans l'aire concernée), mais pouvant être localement *Decreasing* ». Pour les cas de codage égal dans deux catégories, par exemple « 2 » en « *Unthreatened* » et « 2 » en « *Decreasing* », là il faut comprendre une espèce dont le statut est intermédiaire entre les deux catégories : « espèce potentiellement *Decreasing* ». Suivant cette codification, les espèces que l'on pourrait retenir comme ayant un caractère "patrimonial" seront les espèces répondant à la codification au Tableau 7 ci-dessus.

### B. 3. Patrimonialité des rhopalocères

Concernant les **rhopalocères**, il existe une liste rouge des papillons de jour de France métropolitaine (2014) et une liste des espèces déterminantes de Znieff de Haute-Normandie permettant d'objectiver le fort intérêt patrimonial des espèces de papillons recensées sur les sites étudiés.

## C. Résultats

### C. 1. Résultats globaux

L'ensemble des prospections devant être réalisées ont pu être effectuées pour les abeilles, les syrphes ainsi que les papillons de jour.

Les différents passages ont globalement pu être réalisés dans de bonnes conditions d'observation. L'année 2021 a été une année difficile en termes de conditions météorologiques sur la période printemps-été et le passage du mois de mai n'a pas pu être réalisé dans de bonnes conditions pour les rhopalocères (Tableau 8).

En 2021, afin de réunir des conditions optimales pour l'activité et donc l'inventaire des abeilles et des syrphes, certaines prospections ont été retardées et ont ainsi été réalisées au début du mois suivant le mois théorique de relevé. De cette manière, des passages initialement prévus en mai 2021 ont été réalisés au début du mois de juin pour ces deux groupes d'espèces. Ceci a permis de réunir des conditions plus ou moins favorables à l'activité de ces insectes en mai 2021 bien que les conditions n'aient pas été optimales (Tableau 9).

**Tableau 8** : conditions météorologiques des suivis réalisés en 2020 et en 2021 pour le suivi des papillons de jours.

T = température, CN = couverture nuageuse, V = vitesse du vent (0 = faible, 1 = léger, 2 = modéré, 3 = fort).

En couleur : conditions défavorables.

Sites	2020												2021											
	Mai			Juin			Juillet			Août			Mai			Juin			Juillet			Août		
	T (°C)	CN (%)	V	T (°C)	CN (%)	V	T (°C)	CN (%)	V	T (°C)	CN (%)	Vent	T (°C)	CN (%)	V	T (°C)	CN (%)	Vent	T (°C)	CN (%)	V	T (°C)	CN (%)	V
<b>A</b>	20	0	2	22	0	0	25	0	2	25	40	2	16	50	3	26	0	2	27	0	2	22	25	1
<b>B</b>	16	100	0	20	0	0	23	50	1	25	30	0	16	50	3	26	0	0	26	0	2	21	25	1
<b>D</b>	22	0	2	24	25	0	26	0	2	23	60	2	16	50	2	27	0	2	28	0	2	23	25	1
<b>E</b>	22	0	2	25	0	0	26	0	2	23	50	2	14	100	3	28	0	2	24	0	1	24	25	1
<b>X</b>	28	0	0	25	60	0	22	0	2	24	40	2	16	100	3	24	10	2	28	10	2	24	10	1
<b>Y</b>	28	0	0	25	50	0	28	0	2	22	60	2	15	100	3	26	30	2	29	10	2	27	50	1
<b>Z</b>	24	0	0	25	0	2	18	0	2	25	0	2	15	100	3	28	0	2	26	0	2	24	10	2

**Tableau 9** : conditions météorologiques des suivis réalisés en 2020 et en 2021 pour le suivi des abeilles et des syrphes. T = température, CN = couverture nuageuse, V = vitesse du vent (0 = faible, 1 = léger, 2 = modéré, 3 = fort).

En couleur : conditions défavorables.

Sites	2020												2021											
	Mai			Juin			Juillet			Août			Mai			Juin			Juillet			Août		
	T (°C)	CN (%)	V	T (°C)	CN (%)	V	T (°C)	CN (%)	V	T (°C)	CN (%)	Vent	T (°C)	CN (%)	V	T (°C)	CN (%)	Vent	T (°C)	CN (%)	V	T (°C)	CN (%)	V
<b>A</b>	>20	0	0	>20	40	1	>20	60	1	20	100	1	>19	5	1	>20	50	0	>20	5	0	18	100	2
<b>B</b>	>20	0	0	>25	30	1	>18	100	0	>20	60	1	16	40	3	16	100	2	25	<10	0	20	60	1
<b>D</b>	>20	0	2	>20	0	0	22	50	0	20	35	2	16	<5	1	>20	70	2	>22	<5	0	20	0	0
<b>E</b>	>20	0	0	>25	0	0	19	100	1	>20	50	2	18	<5	1	>20	<5	0	>20	5	0	27	0	2
<b>X</b>	>20	0	1	>20	0	1	>19	20	1	>25	0	0	17	<5	0	20	60	2	>25	30	0	21	0	2
<b>Y</b>	>20	0	0	>20	10	1	>22	10	1	>25	20	1	17	50	1	17	80	0	25	0	0	24	0	1
<b>Z</b>	18	20	2	>20	20	0	>22	10	1	>25	30	1	>20	<5	1	18	50	2	>20	<5	0	21	80	1



En ce qui concerne les abeilles et les syrphes, les relevés 2021 ont été réalisés en reprenant les plages de passage anté- et postméridiens de 2020 afin de les inverser (Tableau 10). Pour les sessions de 2021, quelques relevés ont été réalisés sur la même période de la journée :

- ✓ Au mois de juin, le passage au Vieil Évreux a été fait au matin en 2020 et en 2021. Ce choix a été fait car le relevé a dû être fait de manière tardive (7 juillet 2021) sur la même journée que la parcelle de Ormes. Cette dernière n'ayant pas permis de noter de données au mois de mai, la priorité a été mise sur ce site avec un relevé l'après-midi.
- ✓ Au mois de juillet, le Plessis-Hébert a été inventorié le matin en 2020 comme en 2021. Afin d'optimiser le temps de trajet, le relevé du Plessis-Hébert a été fait la même journée que le site de Pacy-sur-Eure. Etant donné que les deux passages de 2020 pour ces deux sites ont été fait le matin, l'un des deux sites a donc été réalisé deux fois sur la même période du jour.
- ✓ Au mois d'août, le passage sur les sites de Pacy-sur-Eure et du Plessis-Hébert auraient dû être inversés vis-à-vis de l'organisation de la journée. Mais l'accès au site du Plessis-Hébert a été impossible car la route d'accès était fermée pour la réalisation de travaux durant toute la matinée (arrêté municipal). Donc le passage du site de Pacy-sur-Eure a été effectué le matin et le passage du Plessis-Hébert, l'après-midi.

Le Tableau 10 détaille la répartition des prospections anté- et postméridiennes. Pour les dates précises de passage, on se référera ci-dessous aux résultats par site.

**Tableau 10** : répartition des prospections abeilles et syrphes anté- et postméridiennes.

M : Prospection réalisée le matin ; A : prospection réalisée l'après-midi. Les prospections réalisées durant la même période de la journée sont **en gras**.

Identifiant	Commune	Localisation	Année	Mai	Juin	Juillet	Août
<b>A</b>	Ormes	Les Manis	2020	A	M	A	M
			2021	M	A	M	A
<b>B</b>	Ferrières-Haut-Clocher	Rue du Bois Benoît	2020	M	A	M	A
			2021	A	M	A	M
<b>D</b>	Sacquenville	Rue du désert	2020	A	M	M + A	A
			2021	M	A	A	M
<b>E</b>	Reuilly	Rue de la Vallée	2020	M	A	A	M
			2021	A	M	M	A
<b>X</b>	Pacy-sur-Eure	Le Fournet	2020	A	M	M	<b>M</b>
			2021	M	A	A	<b>M</b>
<b>Y</b>	Le Plessis-Hébert	Côte des Fourneaux	2020	M	A	<b>M</b>	A
			2021	A	M	<b>M</b>	A
<b>Z</b>	Le Vieil-Évreux	Gisacum	2020	M	<b>M</b>	A	M
			2021	A	<b>M</b>	M	A

Dans le cadre des protocoles de suivi pour les abeilles, les syrphes et les rhopalocères, sur les deux années au total :

- ✓ 1218 interactions plantes-pollinisateurs ont été observées dont 377 concernant des plantes messicoles ;
- ✓ 87 espèces d'abeilles, 27 espèces de syrphes et 33 espèces de rhopalocères ont été observées ;
- ✓ 638 interactions plante-abeille ont été observées avec 73 espèces de plantes, 81 impliquant *Apis mellifera*, 265 des bourdons et 292 impliquant les autres abeilles, ce qui correspond à 299 interactions plante-insecte distinctes ;
- ✓ 318 interactions plante-syrphe ont été observées avec 56 espèces de plantes, ce qui correspond à 170 interactions plante-insecte distinctes ;
- ✓ 262 interactions plante-rhopalocère ont été observées avec 36 espèces de plantes, ce qui correspond à 103 interactions plante-insecte distinctes ;
- ✓ 15 messicoles ont été observées, 11 impliquées dans des interactions plante-abeille (209 interactions), 12 impliquées dans des interactions plante-syrphe (112 interactions) et 6 impliquées dans des interactions plante-papillon (56 interactions, Tableau 11).

**Tableau 11** : interactions observées entre les abeilles, les syrphes et les rhopalocères avec les plantes <sup>1</sup>.

	Espèces d'insectes			Espèces plantes butinées			Interactions observées			Interactions distinctes		
	Total	Messicoles		Total	Messicoles		Total	Messicoles		Total	Messicoles	
<i>A. mellifera</i>	1	1	100%	27	3	11%	81	28	35%	27	3	11%
<b>Abeilles</b> Bourdons	9	6	67%	41	6	15%	265	97	37%	85	13	18%
Autres	<b>77</b>	25	33%	56	8	14%	292	84	28%	187	43	23%
<b>Abeilles (total)</b>	<b>87</b>	<b>33</b>	<b>37%</b>	<b>73</b>	<b>11</b>	<b>15%</b>	<b>638</b>	<b>209</b>	<b>33%</b>	<b>299</b>	<b>59</b>	<b>20%</b>
<b>Syrphes</b>	<b>27</b>	<b>19</b>	<b>70%</b>	<b>55</b>	<b>12</b>	<b>21%</b>	<b>318</b>	<b>112</b>	<b>35%</b>	<b>170</b>	<b>51</b>	<b>30%</b>
<b>Rhopalocères</b>	<b>33</b>	<b>16</b>	<b>49%</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>17%</b>	<b>262</b>	<b>56</b>	<b>21%</b>	<b>103</b>	<b>23</b>	<b>23%</b>
<b>Total</b>	<b>147</b>	<b>68</b>	<b>46%</b>	<b>93</b>	<b>15</b>	<b>16%</b>	<b>1218</b>	<b>377</b>	<b>31%</b>	<b>572</b>	<b>133</b>	<b>24%</b>

En plus de ces données, lors des recherches complémentaires aux prospections abeilles et syrphes ont permis :

- ✓ 529 interactions plantes-pollinisateurs dont 16 concernant des plantes messicoles ont été renseignées ;
- ✓ 93 espèces d'abeilles, et 24 espèces de syrphes ont été observées ;
- ✓ 404 interactions plante-abeille ont été renseignées avec 97 espèces de plantes, 70 impliquant *Apis mellifera*, 165 des bourdons et 169 impliquant les autres abeilles,
- ✓ 87 interactions plante-syrphe ont été observées avec 36 espèces de plantes.

<sup>1</sup> Pour ces résultats globaux, l'ensemble des interactions abeilles, syrphes ou rhopalocères correspond au nombre de fois où une interaction a été observée.

## C. 1. 1. Les espèces de fort intérêt patrimonial

Les espèces à fort intérêt patrimonial seront mises **en gras** dans la suite de ce rapport.

## Abeilles

**15 espèces d'abeilles** sont définies comme représentant une forte patrimonialité (Tableau 12) selon les critères du § B. 1 soit 12% des espèces inventoriées sur les deux années ; 9 espèces à forte patrimonialité ont été inventoriées en 2020 (soit 9% des espèces inventoriées cette année-là) et 9 espèces en 2021 (12%).

**Tableau 12** : espèces d'abeilles à fort intérêt patrimonial.

\* Ministère de l'Environnement (1993) ; \*\* Folschweiller *et al.* (2020) ; # Rasmont *et al.* (2015) ;  
NT : Near Threatened (Quasi-menacé)

Espèces	Liste Rouge Europe	Déterminante de Znieff en Île-de-France	Autre
<i>Aglaoapis tridentata</i>		oui	
<i>Andrena hattorfiana</i>	NT	oui	
<i>Anthophora retusa</i>		oui	Assez rare en France
<i>Bombus ruderarius</i>			Risque climatique extrême# en régression dans les Hauts de France**
<i>Bombus sylvarum</i>		oui	Protégée en Île-de-France* Risque climatique extrême #
<i>Halictus quadricinctus</i>	NT	oui	
<i>Hylaeus cornutus</i>		oui	Peu commune en France
<i>Hylaeus euryscapus</i>		oui	En limite d'aire
<i>Lasioglossum angusticeps</i>	NT		Rare en Europe
<i>Lasioglossum lineare</i>		oui	Rare en Europe occidentale
<i>Lasioglossum pygmaeum</i>	NT	oui	Rare en Europe
<i>Lasioglossum xanthopus</i>	NT	oui	Rare en Europe
<i>Megachile alpicola</i>		oui	
<i>Nomada panurgina</i>			Rare dans la moitié nord de la France
<i>Sphecodes spinulosus</i>	NT	oui	Rare en Europe

***Aglaoapis tridentata*** (Nylander 1848)

Le **Dioxe tridenté** est une abeille coucou univoltine largement distribuée en France (depuis les Pyrénées, la Corse et les Alpes du sud jusqu'au département de la Manche, les Hauts de France et l'Alsace) mais rare comme dans toute l'Europe de l'Ouest. Elle parasite les nids de *Osmia anthocopoides*, *O. ravouxi*, *Megachile parietina*, *M. pilidens*, peut-être aussi *O. adunca*. Les adultes, actifs de mi-mai à début août, ont été observés butinant *Lotus corniculatus*, *Stachys recta* et *Hieracium* sp. Un mâle a été capturé en recherche complémentaire à **Pacy-sur-Eure** en 2020.

### *Andrena hattorfiana* (Fabricius 1775)

L'**Andrène de la Knautie** est une grande abeille solitaire oligolectique spécialisée sur les Dipsacaceae (essentiellement *Knautia arvensis* et secondairement *Scabiosa columbaria*), largement distribuée en France mais ses populations sont souvent petites et localisées. En Europe occidentale, elle subit un déclin dramatique depuis soixante ans. 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. Elle est parasitée par *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 dues à l'intensification agricole : agrandissement des exploitations agricoles, gestion inappropriée du pâturage, réduction des surfaces prairiales traditionnelles et des bermes riches en fleurs. Deux femelles butinant *Knautia arvensis* ont été capturées à **Pacy-sur-Eure** en 2021, l'une dans le cadre du protocole abeilles et syrphes, l'autre en recherche complémentaire. Une troisième femelle a été capturée au **Plessis-Hébert** en 2020, en recherche complémentaire, butinant *Knautia arvensis*.

### *Anthophora retusa* (Linnaeus 1758)

L'**Anthophore obtuse** est distribuée sur l'ensemble du territoire métropolitain avec de vastes lacunes (réelle absence ou manque de prospection ?). En Île-de-France, c'est une abeille connue des seuls départements des Yvelines et du Val d'Oise, en particulier du Val de basse Seine. *Anthophora retusa* est une espèce assez rare en France (CHOREIN 2007) mais qui semblait assez commune dans le Vexin français (GADOUM *et al.* 2005). Elle a connu un fort déclin en Grande-Bretagne, en Europe moyenne (ZETTEL *et al.* 2019), en Belgique et dans la moitié nord de la France ces dernières années. À notre connaissance, c'est la **première mention de l'espèce pour le département de l'Eure et la Normandie**. Bien que polylectique, elle est surtout butineuse de légumineuses, la quasi-disparition de la culture du trèfle et du sainfoin expliquerait son déclin. Les milieux fréquentés par cette abeille solitaire sont les sablières, les gravières, les carrières d'argile, les milieux rudéraux xérothermophiles au sein des matrices agricoles, et les lisières forestières bien ensoleillées. Les femelles nidifient dans les falaises et les talus verticaux mais aussi dans les sols horizontaux pauvres en végétation. Ses substrats préférentiels sont le sable et les loess. Son abeille coucou est *Melecta luctuosa*. L'Anthophore obtuse est univoltine et vole de (mi-)mars à juillet. Une femelle a été capturée au **Plessis-Hébert** en 2021 butinant *Muscari comosum* (protocole abeilles et syrphes).

### *Bombus ruderarius* (Müller 1776)

Le **Bourdon rudéral** (Figure 30) a connu un fort déclin au niveau de son abondance et de sa distribution dans toute l'Europe occidentale. Il présente une large distribution en France mais reste rare. Dans les Hauts de France et en Belgique, il est clairement dans une dynamique de régression (FOLSCHWEILLER *et al.* 2020) et cela semble être aussi le cas en Île-de-France. Il est considéré comme assez rare en Basse-Normandie (SAGOT & MOUQUET 2016). Il s'agit d'une espèce sociale plutôt ubiquiste des paysages ouverts et bocagers (vergers, haies), qui évite les milieux fortement anthropisés, y compris les zones de grande culture. Bien que polylectiques, les femelles montrent une préférence pour les Fabacées. Son déclin est moins drastique que celui d'autres espèces car il a des préférences florales assez souples, ce qui lui permet de mieux subsister que les autres spécialistes de Fabacées et chardons. Il nidifie au sol, dans une dépression, sous une touffe d'herbe ou sous la mousse et ses colonies sont peu peuplées. Ceci le rend sensible à l'absence de végétations adéquates pour nidifier et aux destructions des nids par les engins agricoles. Le bourdon rudéral est à très haut risque climatique (HHR, « very high climate change risk ») d'après RASMONT *et al.* (2015). Huit femelles du Bourdon rudéral ont fait l'objet de données (Tableau 13).

Tableau 13 : observations de *Bombus ruderarius* durant l'étude.

Année	Site	Contexte	Plante butinée
2020	Z Le Vieil-Évreux	Protocole abeilles et syrphes	<i>Knautia arvensis</i>
2021	Z Le Vieil-Évreux	Protocole abeilles et syrphes	<b>*<i>Vicia lutea</i>*</b>
2021	Z Le Vieil-Évreux	Protocole abeilles et syrphes	<i>Trifolium pratense</i>
2021	Z Le Vieil-Évreux	Protocole abeilles et syrphes	<b>*<i>Lathyrus hirsutus</i>*</b>
2021	Z Le Vieil-Évreux	Recherche complémentaire	<i>Ononis spinosa</i>
2021	B Ferrières-Haut-Clocher	Recherche complémentaire	
2021	D Sacquenville	Protocole abeilles et syrphes	<i>Phacelia tanacetifolia</i>
2021	E Reully	Recherche complémentaire	<i>Trifolium pratense</i>

### ***Bombus sylvarum* (Linnaeus 1760)**

Alors que cette espèce a quasiment disparue de Belgique et s'est fortement raréfiée dans d'autres contrées nord-européennes, elle est encore bien présente sur notre territoire national et en Île-de-France. Bien que cette espèce soit protégée en Île-de-France (arrêté du 22 juillet 1993), le **Bourdon grisé** n'est pas en régression dans le Bassin parisien. Il semble toutefois ne jamais exister en forte densités de populations (GADOUM *et al.* 2005). Il semble lié à la présence de légumineuses en abondance, mais aussi à la Vipérine *Echium vulgare* en vallée de Seine (GADOUM *et al.* 2015). Le Bourdon grisé est une espèce sociale tardive (avril) dont les nids sont le plus souvent épigés (au sol, l'herbe sèche environnante étant utilisée pour le façonnage du nid) mais peuvent aussi être souterrains (DELATTRE 2003). Les secteurs d'agriculture intensive lui sont défavorables : absence de végétations adéquates pour nidifier, destruction des nids épigés par les engins, ressources florales insuffisantes en quantité et en diversité. Dans les Hauts de France et en Belgique, le Bourdon grisé est nettement lié aux pelouses sèches plus ou moins piquetées de buissons et d'arbustes (FOLSCHWEILLER *et al.* 2020) alors qu'en Île-de-France il semble plutôt affectionner les territoires agricoles peu intensifs à parcellaires et assolements hétérogènes et riches en haies. Le Bourdon grisé présente un **risque climatique extrême** (HHHR, « *extremely high climate change risk* ») selon RASMONT *et al.* (2015). Il s'agit donc d'une espèce à surveiller étroitement et pour laquelle il convient de ne pas ajouter de facteurs de risques tels que la simplification des paysages. Ce bourdon a fait l'objet de trois données, une première à **Reully** en 2020 en recherche complémentaire, les deux autres en 2021 au **Vieil-Évreux** en 2021 dans le cadre du protocole abeilles et syrphes : deux femelles butinant chacune *Cyanus segetum*.

### ***Halictus quadricinctus* (Fabricius 1776)**

L'**Halicte quatre-bandes** est assez largement distribuée en France mais se raréfie considérablement dans la moitié nord. C'est une espèce qualifiée de solitaire en l'absence de caste mais la nidification est plus ou moins sociale. L'abeille-coucou de cet Halicte est *Sphecodes gibbus*. ***Halictus quadricinctus*** habite les fruticées et les prairies thermophiles et bien fleurées. Les femelles, mésolectiques, ont une préférence pour les Carduae (Asteraceae). L'abeille nidifie dans le sol, parfois en agrégations étendues. Les femelles ayant hiverné apparaissent en avril, les mâles volent de juillet à septembre. Les populations nordiques sont en déclin et fragmentées, l'étendue et la qualité de son habitat ainsi que les populations sont en déclin. L'urbanisation est une menace majeure pour cette espèce. Les plantes hôtes préférées (Carduae) de cette abeille sont en déclin en raison des activités agricoles. Une femelle butinant *Cirsium vulgare* a été capturée lors d'une recherche complémentaire au **Plessis-Hébert** en 2021 et une autre butinant *Centaurea decipiens* dans le cadre du protocole abeilles et syrphes au Plessis-Hébert la même année.

### *Hylaeus cornutus* Curtis 1831

L'**Hylée cornu** semble présent sur l'ensemble du territoire national, y compris en Normandie. Si cette abeille solitaire semble avoir étendue sa distribution en Allemagne et aux Pays-Bas (WESTRICH 2018), elle semble peu commune voire rare sur notre territoire national. L'Hylée cornu est vraisemblablement polylectique, avec une nette préférence pour les Apiaceae. Il nidifie dans les tiges sèches (*Rumex acetosa* par ex.), les vieilles gales du Panicaut *Eryngium campestre* mais aussi dans les talus de loess. L'espèce, univoltine, vole de début juin à fin août ; elle affectionne les secteurs secs et chauds (notamment les voies de chemin de fer). Les deux observations de l'Hylée cornu ont eu lieu en 2020 : un mâle patrouillant autour de *Tripleurospermum inodorum* à **Sacquenville** (protocole abeilles et syrphes) et une femelle volant autour de *Pastinaca sativa* et *Reseda* sp. à **Reuilly** (recherche complémentaire).

### *Hylaeus euryscapus* Förster, 1871

L'**Hylée grand-scape** est une abeille solitaire du sud de l'Europe dont la distribution vers le nord reste à préciser. Elle est connue d'Île-de-France et de Bretagne. Faisant partie d'un groupe d'espèce dont la taxonomie a été récemment remaniée, sa biologie et son écologie reste à préciser : il s'agit vraisemblablement d'une espèce univoltine, polylectique, nidifiant dans divers types de cavités (tiges creuses, galeries du bois, etc.). Une femelle a été capturée butinant *Medicago arabica* au **Plessis-Hébert** en 2020.

### *Lasioglossum angusticeps* (Perkins 1895)

Le **Lasioglosse petite-tête** a une large distribution en Europe (Figure 4) : il a été signalé en France (Figure 5), Angleterre, Suisse, Autriche, Espagne, Italie, Croatie, Serbie et Grèce (Corfou). L'espèce est aussi connue du Maroc et de Turquie asiatique. La donnée du Vieil-Évreux (en recherche complémentaire en 2020) constitue la première mention normande, et avec celle de Guernes dans les Yvelines (GADOUM 2021) les mentions les plus septentrionales de France. L'espèce, solitaire, est connue pour habiter des glissements de terrain côtiers accidentés dans le sud du Royaume-Uni. Les périodes de vol observées vont de la fin mai à août pour les femelles tandis que les mâles volent de la fin juillet à la fin septembre. Dans le sud de l'Angleterre, les femelles nichent généralement de manière grégaire dans des terriers creusés dans des affleurements d'argile à la base des falaises et des pentes au-dessus de la plage (SPOONER 1929). Des mâles ont été signalés visitant les fleurs de *Daucus carota* (Apiaceae) et d'astéracées à fleurs jaunes. L'observation du mâle butinant *Malva sylvestris* au Vieil-Évreux constitue donc une observation originale. L'espèce est rare et la population est gravement fragmentée, en ce sens qu'il y a peu de chances d'échanges génétiques entre les sous-populations. Elle est peut-être courante dans certaines localités où un habitat convenable est disponible. L'habitat de nidification de l'espèce est potentiellement menacé en raison de sa nature spécifique et localisée. Le mâle capturé en recherche complémentaire au **Vieil-Évreux** butinait *Malva sylvestris*.

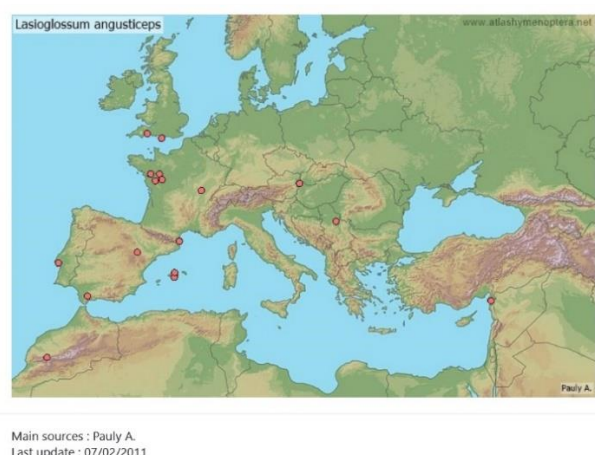


Figure 4 : distribution européenne de *Lasioglossum angusticeps*.

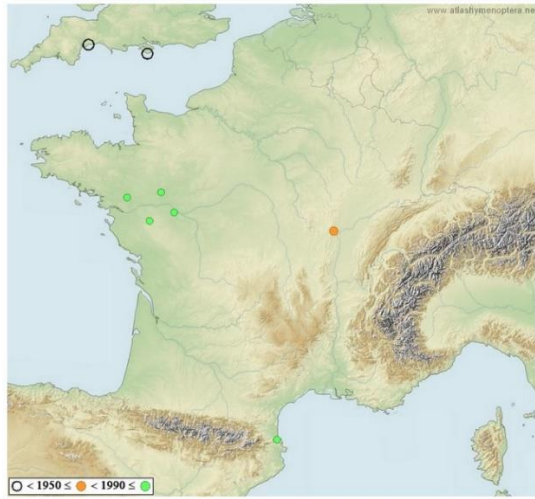


Figure 5 : distribution en France de *Lasioglossum angusticeps* (sans la donnée récente des Yvelines).

### *Lasioglossum lineare* (Schenck 1868)

Le **Lasioglosse longiligne** est localisé et commun seulement par endroits en France (Figure 6). *Lasioglossum lineare* habite les coteaux secs, les sablières et carrières d'argile, les endroits rudéraux. C'est une abeille sociale qui nidifie en bourgades parfois très populeuses, dans les secteurs sans végétation ou à végétation éparse (y compris les chemins fortement piétinés), avec une préférence pour les substrats sableux ou argilo-limoneux. On ne lui connaît pas d'abeille coucou. L'espèce est solitaire et polylectique. Les femelles, hivernantes, sont actives dès mars, les mâles à partir de juin. Une femelle capturée à **Ferrière-Haut-Clocher** lors d'une recherche complémentaire de 2020 semble bien à rattacher à cette espèce (détermination en attente de validation), elle butinait *Ranunculus acris*.

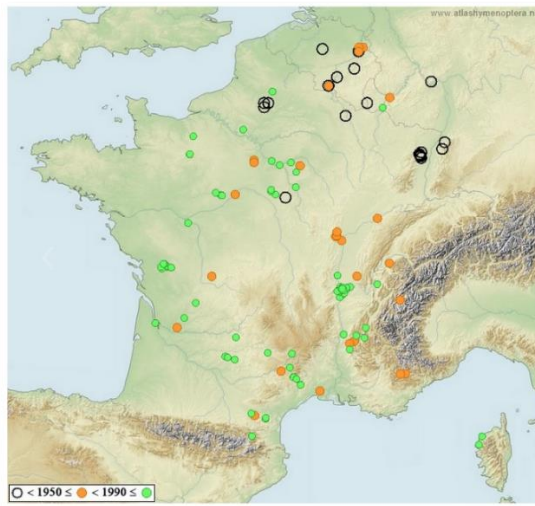


Figure 6 : distribution en France de *Lasioglossum lineare*.

### *Lasioglossum pygmaeum* (Schenck 1853)

Le **Lasioglosse pygmée** est une espèce rare en Europe, présentant des populations très fragmentées (Figure 7). Ses milieux de prédilection sont les pelouses, les prairies, les clairières et lisières forestières, les vignobles extensifs et autres habitats ouverts secs sur sols calcaires. *Lasioglossum pygmaeum* est sans doute polylectiques puisque les femelles ont été observées récoltant du pollen de bouleau *Betula* sp., de Sainfoin *Onobrychis viciifolia* et de Sauge des prés *Salvia pratensis* (WESTRICH 2018). Cette abeille est univoltine et supposée solitaire ; les femelles hivernantes s'activent à nouveau début mai, les mâles apparaissent en juillet. Le déclin du Lasioglosse pygmée est concomitant de celui de ses habitats : la perte et la dégradation des

surfaces de pelouses et prairies calcicoles est la principale menace pesant sur cette abeille. Une femelle posée sur une feuille de *Geranium molle* a été capturée en 2021 à Ferrières-Haut-Clocher dans le cadre du protocole abeilles et syrphes.

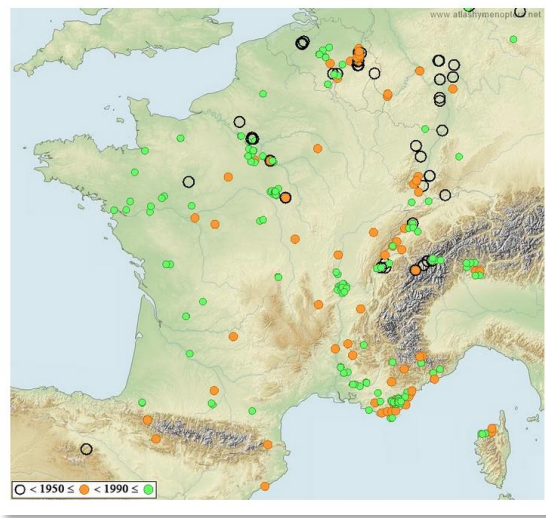


Figure 7: distribution en France de *Lasioglossum pygmaeum*.

### *Lasioglossum xanthopus* (Kirby 1802)

Le **Lasioglosse à pattes jaunes** (Figure 30), bien que largement distribué en Europe, est une abeille rare et en déclin (Figure 8). Elle recherche les habitats pelousaires et prairiaux calcicoles, les glissements de terrain et les falaises sur le littoral, et occasionnellement les bordures de champs cultivés. C'est une abeille vraisemblablement polylectique puisqu'elle butine un large panel de plantes, avec semble-t-il une préférence pour la Sauge des prés *Salvia pratensis*. Les femelles sont actives de début avril à fin août, en revanche les mâles émergent plus tardivement que chez les autres espèces du genre, d'août à mi-octobre. L'espèce nidifie dans le sol, parmi la végétation basse ; son cleptoparasite spécifique est *Sphecodes spinulosus*. Les pratiques agricoles intensives (utilisation systématique de fertilisants et d'herbicides) qui ont un impact négatif sur la diversité et l'abondance floristique lui sont préjudiciables. On manque de données pour savoir si le changement climatique affecte la phénologie des mâles et si d'autres menaces sont en jeu. Le Lasioglosse à pattes jaunes a fait l'objet de six données, toutes des femelles (Tableau 14). Les observations de butinage du Chrysanthème des moissons *Glebionis segetum* et de la Mauve sylvestre *Malva sylvestris* semblent être inédites (PAULY 2019, WESTRICH 2018, KEMP *et al.* 2013).

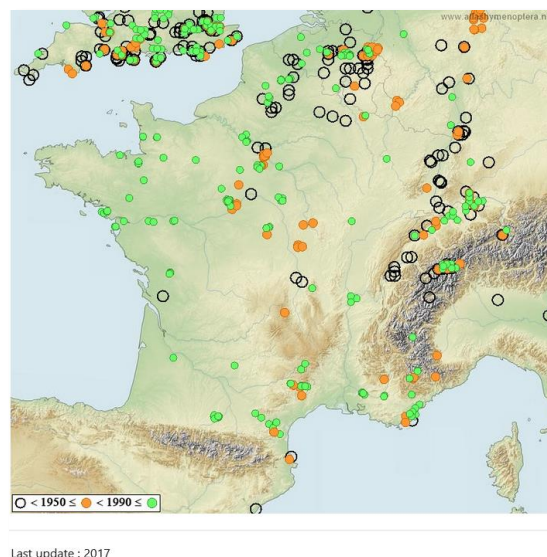


Figure 8 : distribution en France de *Lasioglossum xanthopus*.



Tableau 14 : observations de *Lasioglossum xanthopus* durant l'étude.

Année	Site	Contexte	Plante butinée
2020	A Ormes	Protocole abeilles et syrphes	<i>*Glebionis segetum*</i>
2020	X Pacy-sur-Eure	Recherche complémentaire	
2021	D Sacquenville	Recherche complémentaire	<i>Trifolium repens</i>
2021	E Reuilly	Protocole abeilles et syrphes	<i>*Cyanus segetum*</i>
2021	X Pacy-sur-Eure	Protocole abeilles et syrphes	<i>*Cyanus segetum*</i>
2021	Y Le Plessis-Hébert	Recherche complémentaire	<i>Malva sylvestris</i>

***Megachile alpicola*** Alfken 1924

La **Mégachile alpine** est une abeille largement mais éparsement distribuée dans la moitié nord de la France. Elle est inféodée aux paysages boisés de moyenne montagne et se rencontre donc moins fréquemment en plaine. La nidification se fait le plus souvent dans des galeries d'insectes xylophages dont elle tapisse les murs de morceaux de feuilles arrondis et qu'elle obstrue par un tampon de mortier végétal, parfois aussi dans des tiges creuses. Elle est partiellement bivoltine, polylectique et son abeille-coucou attirée est *Coelioxys inermis*. Une femelle butinant *Ononis spinosa* a été capturée en 2021 à **Pacy-sur-Eure**, en recherche complémentaire.

***Nomada panurgina*** Morawitz 1868

Le **Nomade des panurges** est une abeille coucou univoltine d'affinité méditerranéenne assez commune dans la moitié sud de notre pays mais rare dans la moitié nord. Les adultes sont actifs de mai à août. *Panurgus dentipes* est le seul hôte connu. Un mâle butinant *Senecio vulgaris* a été capturé lors du protocole abeilles et syrphes à **Ferrières-Haut-Clocher** en juillet 2021.

***Sphecodes spinulosus*** von Hagen 1875

Le **Sphécodé à épine-rouge** est une rare abeille coucou, vraisemblablement en déclin, inféodée aux biotopes chauds, généralement steppiques mais aussi de pâturages, prairies et fourrés. Son seul hôte connu est *Lasioglossum xanthopus*. Le mâle du Sphécodé à épine rouge vole en mai, contrairement à ceux de la plupart des autres espèces de *Sphecodes* qui sont actifs plus tardivement en été. L'espèce est univoltine et butine pour le nectar apparemment exclusivement *Knautia arvensis*. La principale menace qui pèse sur cette abeille est la fermeture (succession naturelle suite à l'abandon de gestion) ou la destruction des habitats ouverts thermophiles qu'elle affectionne. Paradoxalement, la femelle capturée lors du protocole abeilles et syrphes en 2021 butinait *Scandix pecten-veneris* au **Vieil-Évreux**, l'un des deux seuls sites où nous n'avons pas trouvé son hôte *Lasioglossum xanthopus* !

## Syrphes

La méthode proposée par TOP & WARTELLE (2015) a été utilisée afin de définir les **espèces de syrphes** représentant une forte patrimonialité selon les critères du § B. 2. Aucune espèce à fort intérêt patrimonial n'a été recensée à partir de cette méthode. Le département de l'Eure faisant patrie du bassin parisien, nous nous appuyons sur la liste des espèces de syrphes déterminantes de Znieff en Île-de-France (Tableau 15). Une première espèce, déterminante sans condition, est considérée comme de fort intérêt patrimonial dans l'Eure :

***Callicera aurata*** (Rossi), 1790

Ce syrphé rare (Figure 30) est largement distribué en France mais jusqu'à présent aucune donnée n'était connue de Normandie bien que présent dans le Val d'Oise (MOUILLE 1980, GRETTIA 2012, GAUDET *et al.* 2014, SPEIGHT *et al.* 2018, consultation de <https://openobs.mnhn.fr/>). C'est un Diptère lié aux anciennes hêtraies et chênaies hébergeant des arbres ayant dépassé le stade de la maturité ou sénescents. Les adultes quittent rarement la canopée, pour s'alimenter (sur un large panel d'espèces végétales) ou boire. Les larves se développent dans la litière humide des cavités naturelles des hêtres, frênes et chênes. *Callicera aurata* a fait l'objet de deux données en 2020, dans le cadre du protocole abeilles et syrphes mais les individus n'étaient pas butineurs : une femelle au Plessis-Hébert (parcelle Y) et un mâle à Sacquenville (parcelle D).

*Paragus haemorrhous* et *Paragus tibialis* sont toutes les deux déterminantes de Znieff en Île-de-France **sous condition** (Tableau 15). Ces deux espèces ont été trouvées aux alentours de la parcelle Y au Plessis-Hébert ; *Paragus haemorrhous* a aussi été observé aux alentours de la parcelle X (Pacy-sur-Eure). Les habitats qui conditionnent le statut d'espèce déterminante sont bien présents aux alentours des parcelles X et Y. C'est pourquoi nous considérons ces deux syrphes comme fortement patrimoniaux dans le cadre de cette étude. En revanche pour *Eristalis horticola* et *Platycheirus manicatus*, les habitats conditionnels n'ont pas été observés à proximité des parcelles étudiées dans lesquels ont été trouvés les espèces ne permettent de définir ces dernières comme déterminantes de Znieff (Tableau 15).

Tableau 15 : espèces de syrphes à fort intérêt patrimonial.

Espèces	Déterminante de Znieff Ile-de-France	Habitat conditionnel	Espèces de fort intérêt patrimonial
<i>Callicera aurata</i>	oui		oui
<i>Eristalis horticola</i>	sous condition	Boisements humides et forêts alluviales ou prairies humides et inondables	non
<i>Paragus haemorrhous</i>	sous condition	Landes ou prairies ou pelouses non améliorées	oui
<i>Paragus tibialis</i>	sous condition	Landes ou prairies ou pelouses non améliorées	oui
<i>Platycheirus manicatus</i>	sous condition	Prairies humides et inondables	non

***Callicera aurata*** (Rossi), 1790

Ce syrphé rare (Figure 30) est largement distribué en France mais jusqu'à présent aucune donnée n'était connue de Normandie bien que présent dans le Val d'Oise (MOUILLE 1980, GRETTIA 2012, GAUDET *et al.* 2014, SPEIGHT *et al.* 2018, consultation de <https://openobs.mnhn.fr/>). C'est un Diptère lié aux anciennes hêtraies et chênaies hébergeant des arbres ayant dépassé le stade de la maturité ou sénescents. Les adultes quittent rarement la canopée, pour s'alimenter (sur un large panel d'espèces végétales) ou boire. Les larves se développent dans la litière humide des cavités naturelles des hêtres, frênes et chênes. *Callicera aurata* a fait l'objet de deux données en 2020, dans le cadre du protocole abeilles et syrphes mais les individus n'étaient pas butineurs : une femelle au Plessis-Hébert (parcelle Y) et un mâle à Sacquenville (parcelle D).

***Paragus haemorrhous*** Meigen 1822

*Paragus haemorrhous* est un syrphé largement distribué en France, connu de l'Eure (SPEIGHT *et al.* 2018). En plaine non littorale, l'espèce fréquente les prairies et pelouses non engraisées, les landes et les clairières et orées forestières. Les adultes se nourrissent sur un large panel d'espèces végétales. Les larves sont aphidiphages, y compris sur des plantes cultivées (betterave, artichaut, vesce). *Paragus haemorrhous* a été capturés en 2020 en recherches complémentaires, non butineur, à Pacy (site X) et au Plessis-Hébert (site Y).

***Paragus tibialis*** (Fallen 1817)

*Paragus tibialis* est un syrphe largement distribué en France bien que plus présent dans le tiers sud. La mention euroise à confirmer d'après SPEIGHT *et al.* (2018) correspond à la donnée ancienne antérieure à 1940 citée par Gaudet *et al.* (2014). Notre donnée de 2020 sur le site du Plessis-Hébert (site Y ; recherche complémentaire) constitue donc la première ou la seconde mention départementale de cette espèce mentionnée par ailleurs uniquement de la Manche pour la Normandie. Il s'agit d'un syrphe des pelouses, des prairies et pâturages secs et des landes sèches. La larve est aphidiphage. Le mâle du Plessis-Hébert butinait *Helianthemum nummularium nummularium*.

### Rhopalocères

**3 espèces de rhopalocères** sont définies comme représentant une forte patrimonialité selon les critères du § C. *Argynnis paphia* et *Iphiclides podalirius* sont des espèces déterminantes de Znieff de Haute-Normandie. *Lysandra bellargus* est évaluée comme quasi menacée sur la liste rouge des rhopalocères de Haute-Normandie (Tableau 16).

Les plantes hôtes des chenilles du **Petit Nacré** *Issoria lathonia* (Figure 30) sont presque exclusivement les violettes (*Viola spp.*, LAFRANCHIS 2000, Doux & GIBEAUX, 2007). Une observation de butinage a été réalisée sur *Viola arvensis* sur la parcelle d'Ormes (parcelle A, cf. § C. 2), cette violette étant une messicole, nous considérons ce papillon comme présentant un fort intérêt patrimonial.

**Tableau 16** : espèces de rhopalocères à fort intérêt patrimonial.  
\* plantes hôtes : *Viola spp.* dont *Viola arvensis* (cf. texte ci-dessus)

Espèces	Liste rouge France	Liste rouge Haute-Normandie	Déterminante de Znieff Haute-Normandie	Autre
<i>Argynnis paphia</i>	LC	LC	oui	
<i>Iphiclides podalirius</i>	LC	LC	oui	
<i>Lysandra bellargus</i>	LC	NT	non	
<i>Issoria lathonia</i>	LC		non	*

#### C. 1. 2. Résultats relatifs aux seuls rhopalocères

Pour les papillons, 493 observations ont été faites en 2020 et 225 en 2021. Pour l'année 2021, très peu d'observations ont été faites au printemps. En effet, avec seulement 4 observations réalisées en mai et 40 en juin, les résultats de l'année 2021 sont très nettement inférieurs à ceux du printemps 2020. Les conditions météorologiques particulièrement maussades expliquent ces différences entre les deux années. En revanche, les mois de juillet et août sont plutôt similaires en termes de nombre d'observations pour les deux années (Figure 9).

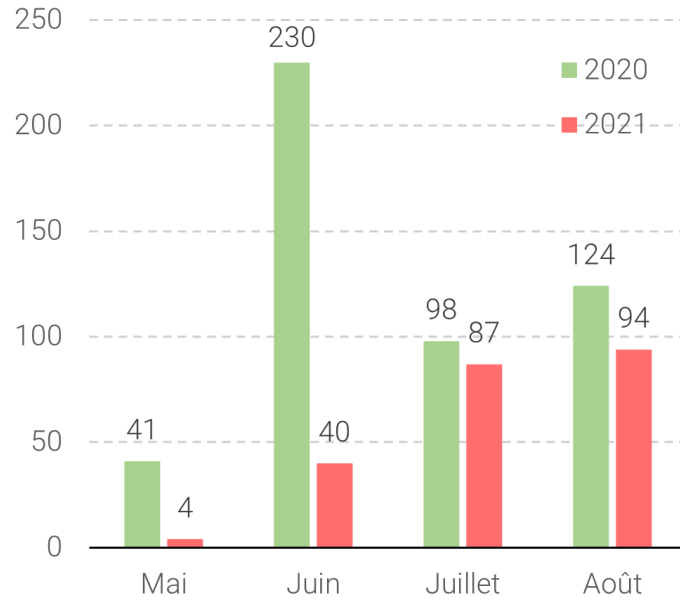


Figure 9 : nombre d'observations rhopalocères réalisées en 2020 et en 2021 selon le mois.

Le nombre d'espèces recensées sur les sites, varie de 7 à 20, avec le minimum obtenu sur le site d'Ormes (site 2) et le maximum obtenu sur le site du Plessis-Hébert.

Le nombre d'observations pour les rhopalocères varie de 17 à 242, avec encore une fois le minimum obtenu sur le site A (Ferrières-Haut-Clocher) et le maximum obtenu sur le site Y (Le Plessis-Hébert). Le nombre d'observations moyen est en revanche plus élevé sur le site de Pacysur-Eure, qui totalise 94 observations pour seulement 3 placettes suivies (Figure 10).

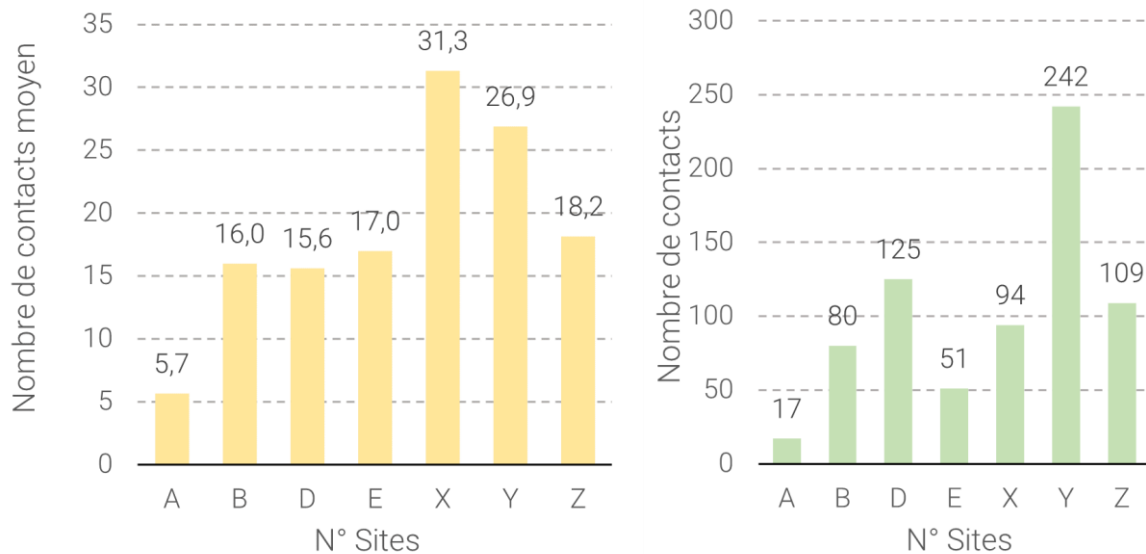


Figure 10 : nombre d'observations et nombre moyen d'observations par sites pour les rhopalocères.

## C. 1. 3. Diversité des insectes pollinisateurs

81 espèces d'abeilles (Tableau 17) et 25 espèces de syrphes (Tableau 18) ont été observées en butinage sur les parcelles. 33 espèces de rhopalocères ont été observées sur les parcelles (Tableau 19).

## Abeilles

Le cortège des espèces d'abeilles observées sur les parcelles messicoles étudiées est essentiellement composé des espèces les plus communes présentes sur le territoire. *Apis mellifera* a été observé butinant sur l'ensemble des parcelles en 2020 ainsi qu'en 2021.

On compte 9 espèces butineuses à forte valeur patrimoniale sur la totalité des parcelles (cf. § B. 1). Sur les parcelles A, B, D et E une seule espèce à forte valeur patrimoniale a été observée en butinage. Les prospections de la parcelle Y ont permis d'observer 2 espèces à forte valeur patrimoniale en butinage. Enfin, 3 espèces présentant une forte patrimonialité ont été observées en butinage sur les parcelles Y et Z.

Les parcelles du Pacy-sur-Eure (parcelle X) et du Plessis-Hébert (parcelle Y) totalisent le plus grand nombre d'espèces butineuses avec 34 espèces. La parcelle d'Ormes (A) affiche le score le plus bas avec 17 espèces butineuses, suivi de la parcelle de Ferrières-Haut-Clocher (B) avec 18 espèces (Tableau 17).

Les spécimens de *Bombus gr. terrestris* peuvent appartenir à deux espèces<sup>2</sup> très difficiles à distinguer : *B. terrestris* et *B. lucorum*, cette dernière étant nettement moins commune. Une grande partie des spécimens ont pu être identifiés à l'espèce. Cependant, quelques spécimens resteront identifiés comme *B. gr. terrestris*, notamment des ouvrières souvent indiscernables même pour les spécialistes. Pour simplifier les analyses, les spécimens déterminés au rang du groupe ont été passés en *Bombus terrestris*.

De plus, à cette date, il n'est pas possible de déterminer les spécimens femelles du complexe *Halictus gr. simplex* à l'espèce.

Tableau 17 : espèces d'abeilles observées butinant sur les parcelles en 2020 et en 2021.

espèces	A		B		D		E		X		Y		Z	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Andrena alfkenella</i>						X	X				X			X
<i>Andrena chrysoseles</i>											X			
<i>Andrena cineraria</i>												X		
<i>Andrena dorsata</i>							X							
<i>Andrena flavipes</i>	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Andrena gravida</i>										X	X			
<i>Andrena haemorrhoa</i>											X			
<b><i>Andrena hattorfiana</i></b>										X				
<i>Andrena minutula</i>	X									X	X			
<i>Andrena minutuloides</i>					X	X		X	X	X	X		X	X
<i>Andrena nigroaena</i>										X				
<i>Andrena nitidiuscula</i>									X					
<i>Andrena polita</i>								X						
<i>Andrena sp.</i>	X				X		X							

<sup>2</sup> Les landes à Ericacées étant absentes des environs des parcelles, la présence de *B. cryptarum* et de *B. magnus* y est improbable.

## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

parcelles espèces	A		B		D		E		X		Y		Z	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Anthidium manicatum</i>								X		X				
<i>Anthidium punctatum</i>										X		X		
<b><i>Anthophora retusa</i></b>												X		
<i>Apis mellifera</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bombus hortorum hortorum</i>					X									
<i>Bombus lapidarius</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bombus lucorum</i>					X									
<i>Bombus pascuorum</i>	X		X		X	X		X	X	X	X	X	X	X
<i>Bombus pratorum</i>						X					X	X		
<i>Bombus Psithyrus</i>	X				X						X			
<b><i>Bombus ruderarius</i></b>						X							X	X
<i>Bombus sp.</i>	X				X				X		X			
<b><i>Bombus sylvarum</i></b>														X
<i>Bombus terrestris</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bombus vestalis</i>									X	X	X	X		
<i>Ceratina cyanea</i>	X					X								
<i>Chelostoma distinctum</i>						X								
<i>Colletes daviesanus</i>		X			X			X						
<i>Colletes similis</i>												X		
<i>Dasygaster hirtipes</i>							X	X		X				
<i>Eucera nigrescens</i>								X				X		
<i>Halictus gr. simplex</i>								X		X		X		
<i>Halictus maculatus</i>			X			X	X	X			X			
<b><i>Halictus quadricinctus</i></b>												X		
<i>Halictus scabiosae</i>		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Heriades truncorum</i>			X				X							
<i>Hoplosmia spinulosa</i>										X	X	X		
<i>Hylaeus communis</i>	X			X					X					
<i>Hylaeus dilatatus</i>										X				
<b><i>Hylaeus euryscapus</i></b>											X			
<i>Hylaeus nigrinus</i>						X			X					
<i>Hylaeus signatus</i>							X		X					
<i>Hylaeus sp.</i>							X		X					
<i>Hylaeus variegatus</i>			X										X	
<i>Lasioglossum calceatum</i>		X						X					X	
<i>Lasioglossum cf. pauxillum</i>					X									
<i>Lasioglossum glabriusculum</i>														X
<i>Lasioglossum interruptum</i>									X			X		
<i>Lasioglossum lativentre</i>			X											
<i>Lasioglossum leucozonium</i>			X				X				X		X	X
<i>Lasioglossum malachurum</i>						X							X	X
<i>Lasioglossum morio</i>		X				X				X		X		X
<i>Lasioglossum parvulum</i>			X											
<i>Lasioglossum pauxillum</i>	X		X		X	X	X	X					X	

## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

parcelles espèces	A		B		D		E		X		Y		Z	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Lasioglossum politum</i>														X
<i>Lasioglossum puncticolle</i>												X		
<i>Lasioglossum sp.</i>					X		X		X					
<i>Lasioglossum subhirtum</i>	X								X	X				X
<i>Lasioglossum villosulum</i>				X		X	X				X			
<b><i>Lasioglossum xanthopus</i></b>	X							X		X				
<i>Megachile pilidens</i>										X		X		
<i>Nomada bifasciata</i>														X
<i>Nomada flavoguttata</i>							X	X						
<b><i>Nomada panurgina</i></b>				X										
<i>Nomada sp.</i>			X											
<i>Nomada zonata</i>							X							
<i>Osmia aurulenta</i>											X	X		
<i>Osmia bicolor</i>											X			
<i>Osmia bicornis</i>												X		
<i>Osmia caerulea</i>								X						
<i>Osmia leaiana</i>						X	X							
<i>Osmia sp.</i>									X					
<i>Panurgus calcaratus</i>														X
<i>Panurgus dentipes</i>										X				X
<i>Panurgus sp.</i>										X				
<i>Seladonia submediterranea</i>														X
<i>Seladonia tumulorum</i>	X		X		X				X					X
<i>Sphecodes ephippius</i>										X				
<i>Sphecodes gibbus</i>														X
<i>Sphecodes monilicornis</i>											X			X
<i>Sphecodes reticulatus</i>														X
<b><i>Sphecodes spinulosus</i></b>														X
<i>Stelis breviscula</i>				X										
<i>Stelis odontopyga</i>												X		
<i>Xylocopa sp.</i>							X	X						
<i>Xylocopa violacea</i>							X	X	X	X		X		
<b>Abeilles</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>16</b>
<b>Total espèces d'abeilles</b>	<b>17</b>		<b>18</b>		<b>24</b>		<b>28</b>		<b>34</b>		<b>34</b>		<b>28</b>	

## Syrphes

Les syrphes constituent de bons indicateurs de la qualité des (micro-)habitats (SARTHOU & SPEIGHT 2005, SPEIGHT *et al.* 2007). A l'état adulte, les espèces se rencontrent dans des habitats variés, avec tout un panel allant des espèces ubiquistes aux espèces très spécialisées (sténoèces). La spécialisation est souvent accentuée aux **stades larvaires** par le besoin en microhabitats spécifiques et par le **régime alimentaire** : les larves sont soit prédatrices, soit phytophages, soit saprophages/microphages (SPEIGHT *et al.* 2016). Ainsi les larves occupent des niches écologiques très diversifiées. Les **larves prédatrices** chassent des proies tels les pucerons ou les psylles ; elles évoluent dans des systèmes herbacés, arbustifs, sur les arbres, sur ou dans le sol où elles trouvent leurs proies. C'est le régime alimentaire le plus représenté dans la faune française. Certaines espèces sont considérées comme auxiliaires de culture par leur capacité à exercer une action de régulation des populations de ravageurs tel que les pucerons. Parmi les larves prédatrices, on compte quelques espèces parasites des nids d'hyménoptères sociaux. Par exemple, les syrphes du genre *Volucella* parasitent les nids de guêpes sociales. Les **larves phytophages** ont la capacité de percer la tige ou les racines des plantes. Les feuilles ou encore les bulbes sont également appréciés par certaines espèces. On notera que certains syrphes se nourrissent à l'état larvaire de carpophores de Basidiomycètes et sont donc en fait mycophages. 159 espèces françaises sont connues pour être phytophages en France métropolitaine. Les **larves microphages** représentent le second régime alimentaire dans la faune des syrphes de France. Ces larves utilisent les communautés de micro-organismes sur les tissus en décomposition ou se nourrissent directement du substrat lui-même. La plupart de ces larves sont résistantes à l'immersion (plantes en décomposition, mares peu profondes, bouses de vache ou encore vase riche en débris végétaux ; LAIR 2011). Au sein de ce groupe, on retrouve le cas particulier des **larves xylophages/saproxylophages**, qui désignent l'ensemble des développements larvaires en lien avec le bois. Différentes stratégies sont mises en place par ces espèces : certaines sont dépendantes du bois massif, d'autres exploitent les bois sénescents ou morts. Au-delà du bois, certaines espèces utilisent la sève des arbres ou simplement les cavités que fournissent les arbres (LAIR 2011).

Notre analyse des communautés de syrphes s'appuie sur la base de données Syrph-the-Net de 2016, base de données des traits de vie et des habitats pour les Syrphes d'Europe (SPEIGHT & SARTHOU 2016), et sur les « Species accounts of European Syrphidae » qui décrivent les habitats de vie des adultes et les mœurs et niches écologiques des habitats larvaires (SPEIGHT 2016).

Le **peuplement des syrphes de l'ensemble des sites** est majoritairement constitué d'**espèces ubiquistes**. *Episyrphus balteatus*, *Eristalis tenax*, *Sphaerophoria scripta* (Figure 30) et *Syrirta pipiens* constituent le cortège commun à tous les sites (Tableau 18). Ces espèces sont banales et retrouvées dans la plupart des milieux ouverts naturels jusqu'aux espaces verts urbains. *E. balteatus* et *S. scripta* ont des larves prédatrices et aphidiphages, connues pour se nourrir aussi des pucerons sur les plantes de cultures. *Eristalis tenax* et *Syrirta pipiens* ont des larves microphages associées aux zones humides parfois très ponctuelles (fossé, mare etc...). Trois autres espèces sont retrouvées sur la quasi-totalité des parcelles : *Eristalis arbustorum* (sauf pour la parcelle E), *Helophilus trivittatus* (sauf pour la parcelle D) et *Melanostoma mellinum* (sauf pour la parcelle X). *E. arbustorum* et *H. trivittatus* ont des larves microphages se nourrissant des micro-organismes sur les tissus en décomposition et *M. mellinum* a un stade larvaire prédateur aphidiphage lui conférant un rôle d'auxiliaire de culture en contexte agricole mais il est surtout associé à la végétation spontanée basse. Par la suite, nous dénommerons ce groupe de 7 espèces le « **noyau ubiquiste** » de syrphes.

De manière systématique sur l'ensemble des sites, **près de la moitié des espèces observées** sur les parcelles sont des syrphes qui peuvent avoir une action d'**auxiliaire de culture** via la prédation des pucerons. La seconde moitié est essentiellement constituée d'espèces ubiquistes microphages associées aux micro-habitats humides voire de matières organiques en décomposition. Plus ponctuellement, en lien l'environnement dans lequel s'insère certaines stations, des espèces associées au boisement ou aux prairies sont retrouvées.



## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

L'analyse des peuplements est basée sur deux références issues des publications Syrph-the-Net :

- La base de données StN de 2016, base de données des traits de vie et des habitats pour les Syrphes d'Europe (Speight et Sarthou, 2016),
- « Species account of European Syrphidae » qui décrits les habitats de vie des adultes et les mœurs et niches écologiques des habitats larvaires (Speight, 2016).

Parmi l'ensemble des espèces de syrphes identifiées, aucune espèce à forte valeur patrimoniale n'a été observée butinant au sein des parcelles étudiées (cf. § B. 2).

Les parcelles de Ormes (parcelle A), de Ferrières-Haut-Clocher (parcelle B) et du Vieil-Évreux totalisent le plus grand nombre d'espèces butineuses avec 14 espèces. Les parcelles de Sacquenville (parcelle D) et du Reuilly (parcelle E) affichent le score le plus bas avec 8 espèces butineuses (Tableau 18).

**Tableau 18** : espèces de syrphes observées butinant sur les parcelles en 2020 et en 2021.

espèces	parcelles		A		B		D		E		X		Y		Z	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Cheilosia cf. laticornis</i>		X														
<i>Chrysotoxum bicinctum</i>				X												
<i>Chrysotoxum festivum</i>								X								
<i>Episyrphus balteatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Eristalis arbustorum</i>		X		X		X					X		X			X
<i>Eristalis horticola</i>			X													
<i>Eristalis nemorum</i>		X														
<i>Eristalis pertinax</i>													X			
<i>Eristalis tenax</i>	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Eupeodes corollae</i>	X	X	X	X							X	X				X
<i>Eupeodes luniger</i>	X							X							X	X
<i>Helophilus pendulus</i>				X												
<i>Helophilus trivittatus</i>	X	X		X							X		X			X
<i>Melanostoma mellinum</i>		X		X	X			X	X							X
<i>Meliscaeva auricollis</i>													X			X
<i>Merodon equestris</i>	X	X														
<i>Myathropa florea</i>						X		X		X						X
<i>Neoascia podagrica</i>				X												
<i>Paragus haemorrous/constrictus</i>											X					
<i>Pipiza carbonaria</i>											X					
<i>Pipizella sp.</i>	X									X	X				X	X
<i>Pipizella viduata</i>				X												
<i>Scaeva pyrastris</i>					X		X					X	X			
<i>Sphaerophoria scripta</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Syritta pipiens</i>		X	X	X		X				X		X			X	
<i>Syrphus ribesii</i>	X										X				X	
<i>Syrphus vitripennis</i>			X													
<i>Syrphus vitripennis/rectus</i>															X	
<b>Syrphes</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>11</b>		
<b>Total espèces de syrphes</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>14</b>									

## Rhopalocères

Les espèces de rhopalocères les plus communes sur le territoire ont été observées sur les parcelles messicoles étudiées (Tableau 19). Au total, 33 espèces de lépidoptères-rhopalocères, représentées par 718 individus, ont été observées sur les parcelles étudiées. Soit, d'après les données tirées de la Liste rouge régionale (LORTHOIS 2015), près de 32% de la faune régionale.

La parcelle du Plessis-Hébert (parcelle Y) totalise le plus grand nombre d'espèces butineuses avec 20 espèces. La parcelle d'Ormes (parcelle D) affiche le score le plus bas avec 7 espèces butineuses (Tableau 19).

Tableau 19 : espèces de rhopalocères (butineurs ou non) observées sur les parcelles en 2020 et en 2021.

espèces	parcelles		A		B		D		E		X		Y		Z	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Aglais io</i>		X							X	X			X	X		
<i>Aglais urticae</i>												X				
<i>Aphantopus hyperantus</i>				X												
<i>Argynnis paphia</i>												X				
<i>Aricia agestis</i>			X	X	X			X	X				X	X	X	X
<i>Boloria dia</i>			X					X								
<i>Coenonympha pamphilus</i>			X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X
<i>Colias alfacariensis</i>											X	X	X			
<i>Colias crocea</i>										X		X			X	
<i>Cupido minimus</i>										X		X				
<i>Gonepteryx rhamni</i>					X							X	X			
<i>Iphiclides podalirius</i>										X		X	X			
<i>Issoria lathonia</i>	X				X											
<i>Lasiommata megera</i>										X						
<i>Leptidea sinapis</i>												X				
<i>Limenitis camilla</i>					X											
<i>Lycaena phlaeas</i>				X	X			X	X							
<i>Lysandra bellargus</i>												X				
<i>Lysandra coridon</i>										X	X	X	X			
<i>Maniola jurtina</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Melanargia galathea</i>			X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Papilio machaon</i>				X								X				
<i>Pararge aegeria</i>						X										
<i>Pieris brassicae</i>	X		X		X			X		X		X	X	X	X	
<i>Pieris napi</i>		X	X	X	X			X		X		X			X	
<i>Pieris rapae</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Polygona c-album</i>				X				X		X						
<i>Polyommatus icarus</i>			X	X	X					X		X	X			X
<i>Pyronia tithonus</i>			X	X	X					X					X	
<i>Thymelicus lineola</i>			X		X											
<i>Thymelicus sylvestris</i>			X		X	X										X
<i>Vanessa atalanta</i>		X	X	X		X										
<i>Vanessa cardui</i>		X											X			
<b>Rhopalocères</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>7</b>		
<b>Rhopalo. présents les 2 années</b>	<b>7</b>		<b>17</b>		<b>17</b>		<b>10</b>		<b>16</b>		<b>20</b>		<b>11</b>			

### Abeilles, syrphes et rhopalocères

La parcelle Y du Plessis-Hébert comptabilise le plus grand nombre d'espèces avec 35 espèces d'abeilles, 20 de rhopalocères et 12 de syrphes pour un total de 67 espèces. La parcelle X de Pacy-sur-Eure comptabilise autant d'espèces d'abeilles, une espèce de syrphe de plus que la parcelle Y et 16 espèces de rhopalocères ce qui porte le total à 64 espèces. Les prospections sur la parcelle de Ormes ont permis d'observer 40 espèces au total, ce qui correspond au score le plus bas parmi les 7 sites étudiés (Figure 11).

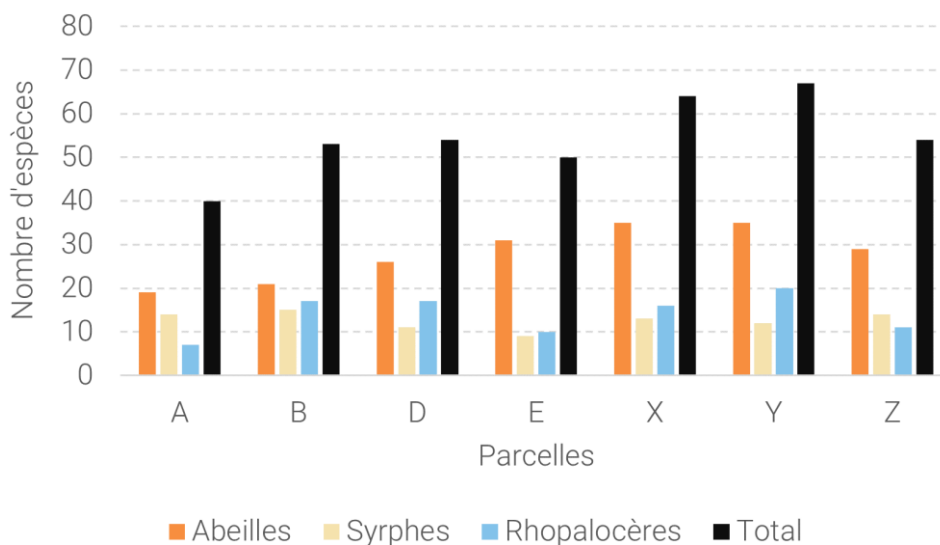


Figure 11 : nombre d'espèces (butineuses ou non) observées par site.

Nous pouvons comparer les sites en fonction de leur **indice de singularité** (Sing.) qui est une mesure de la rareté de leur communauté (PLACHTER 1991). Pour établir l'indice, il faut d'abord calculer les points de singularité (PS) pour toutes les espèces :

$$PS = (\text{nombre de sites}) - (\text{nombre de sites avec présence de l'espèce } a)$$

$$= 7 - (\text{nombre de sites avec présence de l'espèce } a)$$

$$Sing. = (\sum PS \text{ de toutes les espèces du site}) / \text{nombre d'espèces du site}$$

Le Tableau 20 présente l'indice de singularité pour les seules abeilles butineuses ( $Sing_{abeilles}$ ), pour les seuls syrphes butineurs ( $Sing_{syrphes}$ ), les seuls lépidoptères rhopalocères butineurs ( $Sing_{rhopalo}$ ) et pour l'ensemble des insectes butineurs des parcelles ( $Sing_{\Sigma}$ ) sur les deux années d'étude. **Nota bene** : Sing. maximum = nombre de sites - 1 = 6.

Tableau 20 : indices de singularité des parcelles.  
Cf. texte pour le calcul et la signification

Parcelles	A	B	D	E	X	Y	Z
$Sing_{abeilles}$	2.18	2.83	2.96	3.43	3.71	3.94	3.61
$Sing_{syrphes}$	2.64	2.86	1.38	2.38	2.33	2.10	2.29
$Sing_{rhopalo}$	3.43	2.67	3.38	2.50	3.55	3.63	2.29
$Sing_{\Sigma}$	2.58	2.80	2.80	3.10	3.39	3.55	3.04

La **parcelle Y** (Le Plessis-Hébert) est celle qui héberge, sur les deux années d'étude, la communauté d'insectes butineurs la plus singulière ( $Sing_{\Sigma} = 3.55$ ). Cependant, ce score global n'est pas très élevé puisque le maximum possible est 6. La parcelle Y est aussi celle qui affiche les meilleurs scores pour les seules abeilles ( $Sing_{abeilles} = 3.94$ ) et pour les seuls rhopalocères

(Sing<sub>rhopalo</sub> = 3.63) mais aussi le second score le plus faible pour les syrphes butineurs (Sing<sub>syrphes</sub> = 2.10). La parcelle Y compte 32% d'espèces d'abeilles qu'elle ne partage avec aucune autre parcelle. La **parcelle X** (Pacy-sur-Eure) arrive en seconde position pour Sing<sub>Σ</sub> (=3.39). Comme pour la parcelle Y, ce « bon » score s'explique par les seconds meilleurs Sing<sub>abeilles</sub> et Sing<sub>rhopalo</sub> (respectivement 3.71 et 3.55) mais un score faible pour Sing<sub>syrphes</sub>. En troisième position pour le score global (Sing<sub>Σ</sub> = 3.10), la **parcelle E** (Reully) se distingue par son Sing<sub>abeilles</sub> moyen (=3.43) et son Sing<sub>rhopalo</sub> (=2.50) faible : c'est sa communauté de syrphes avec le troisième meilleur score pour Sing<sub>syrphes</sub> (= 2.38) qui la distingue des parcelles Y et X. Le quatrième meilleur score échoit à la **parcelle Z** (Le Vieil-Évreux ; Sing<sub>Σ</sub> = 3.04) grâce au troisième meilleur score pour Sing<sub>abeilles</sub> (=3.61) : elle compte 32% d'espèces d'abeilles qu'elle ne partage avec aucune autre parcelle. Des trois sites aux scores globaux les plus faibles, on remarque que la **parcelle A** (Ormes), malgré les plus faible Sing<sub>Σ</sub> (=2.58) et Sing<sub>abeilles</sub> (=2.18), se place deuxième pour les syrphes (Sing<sub>syrphes</sub> = 2.64) et troisième pour les rhopalocères (Sing<sub>rhopalo</sub> = 3.43) : sa communauté d'abeilles butineuse est en effet composée très majoritairement d'espèces qu'elle partage avec toutes (*Andrena flavipes*, *Apis mellifera*, *Bombus lapidarius*, *B. pascuorum*, *Bombus terrestris*, *Halictus scabiosae*) ou presque (*Halictus maculatus*, *Lasioglossum leucozonium*, *L. morio*, *L. pauxillum*, *Seladonia tumulorum*) les autres parcelles. La **parcelle B** (Ferrières-Haut-Clocher), avant-dernière *ex-aequo* pour son score global, affiche cependant le meilleur score pour les syrphes (Sing<sub>syrphes</sub> = 2.86) : sur les 14 espèces de syrphes butineurs, 4 lui sont spécifiques (*Chrysotoxum bicinctum*, *Eristalis horticola*, *Helophilus pendulus*, *Neoascia podagrica*), soit 29%. Enfin, l'avant-dernière place *ex-aequo* de la **parcelle D** (Sacquenille) pour son score global s'explique essentiellement par le plus mauvais des scores pour Sing<sub>syrphes</sub> (= 1.38).

On distingue donc dans cet ensemble de sept parcelles :

- ✓ les parcelles X et Y avec des communautés globales, d'abeilles et de papillons singulières mais des communautés de syrphes banales ;
- ✓ la parcelle Z avec une communauté d'abeilles singulière ;
- ✓ la parcelle A avec des communautés de syrphes et de rhopalocères singulières mais une communauté globale banale ;
- ✓ les parcelles B et E qui se singularisent par leurs communautés de syrphes ;
- ✓ la parcelle D qui présente une communauté de syrphes banale.

### Abeilles et syrphes aux alentours des parcelles

Au moins 93 espèces différentes d'abeilles (Tableau 21) et 24 espèces de syrphes (Tableau 22) ont été recensées **en recherche complémentaire** dans les périmètres de 300 m autour des parcelles. 9 espèces d'abeilles et 3 espèces de syrphes à forte valeur patrimoniale ont été observées aux alentours de ces parcelles.

**Tableau 21** : espèces d'abeilles recensées dans les périmètres de 300 m autour des parcelles en 2020 et en 2021.

espèces	parcelles		A		B		D		E		X		Y		Z	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Aglaopis tridentata</i>											X					
<i>Andrena alfkenella</i>																X
<i>Andrena bicolor</i>				X	X											X
<i>Andrena carantonica</i>							X									
<i>Andrena cineraria</i>				X												
<i>Andrena confinis</i>							X									
<i>Andrena dorsata</i>						X										X
<i>Andrena flavipes</i>	X	X	X	X					X	X						X

## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

espèces	parcels		A		B		D		E		X		Y		Z	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Andrena florea</i>																X
<i>Andrena fulvago</i>			X													X
<i>Andrena haemorrhoa</i>						X										
<b><i>Andrena hattorfiana</i></b>											X	X				
<i>Andrena minutula</i>					X							X				
<i>Andrena minutuloides</i>			X				X	X	X							
<i>Andrena nigroaena</i>											X					
<i>Andrena nitidiuscula</i>										X						
<i>Andrena pandellei</i>			X													
<i>Andrena polita</i>												X				
<i>Andrena wilkella</i>																X
<i>Anthidium manicatum</i>								X		X		X				X
<i>Anthidium oblongatum</i>										X						
<i>Apis mellifera</i>	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bombus hortorum hortorum</i>		X				X	X	X								X
<i>Bombus hypnorum</i>				X			X									X
<i>Bombus lapidarius</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bombus lucorum</i>	X		X													X
<i>Bombus pascuorum</i>		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bombus pratorum</i>						X										
<i>Bombus Psithyrus</i>			X													
<b><i>Bombus ruderarius</i></b>				X				X								X
<i>Bombus sp.</i>					X			X								
<b><i>Bombus sylvarum</i></b>								X								
<i>Bombus terrestris</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bombus vestalis</i>		X	X			X	X									X
<i>Ceratina cucurbitina</i>										X						
<i>Ceratina cyanea</i>																X
<i>Chelostoma campanularum</i>										X						
<i>Chelostoma rapunculi</i>			X													
<i>Coelioxys echinatus</i>								X								
<i>Coelioxys mandibularis</i>												X				
<i>Colletes daviesanus</i>			X						X							X
<i>Colletes similis</i>										X						X
<i>Halictus gr. simplex</i>								X		X		X	X			
<i>Halictus langobardicus</i>											X					
<i>Halictus maculatus</i>			X													X
<b><i>Halictus quadricinctus</i></b>													X			
<i>Halictus scabiosae</i>	X	X	X		X			X	X	X	X	X			X	X
<i>Heriades truncorum</i>								X								X
<i>Hoplitis leucomelana</i>										X						
<i>Hoplosmia spinulosa</i>												X	X			
<i>Hylaeus annularis</i>														X		
<i>Hylaeus brevicornis</i>								X		X	X	X				

## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

espèces	parcels A		parcels B		parcels D		parcels E		parcels X		parcels Y		parcels Z	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Hylaeus clypearis</i>			X		X									
<i>Hylaeus communis</i>			X		X						X		X	
<b><i>Hylaeus cornutus</i></b>							X							
<i>Hylaeus dilatatus</i>									X					
<i>Hylaeus gibbus</i>					X				X					
<i>Hylaeus gredleri</i>			X						X				X	
<i>Hylaeus hyalinatus</i>							X						X	
<i>Hylaeus nigritus</i>			X					X						
<i>Hylaeus signatus</i>												X	X	
<i>Hylaeus sp.</i>							X							
<i>Hylaeus variegatus</i>							X				X			
<b><i>Lasioglossum angusticeps</i></b>													X	
<i>Lasioglossum calceatum</i>			X				X						X	X
<b><i>Lasioglossum cf. lineare</i></b>			X											
<i>Lasioglossum interruptum</i>							X				X		X	
<i>Lasioglossum laticeps</i>									X					
<i>Lasioglossum leucozonium</i>		X	X	X			X							
<i>Lasioglossum morio</i>			X	X	X								X	
<i>Lasioglossum parvulum</i>											X			
<i>Lasioglossum pauxillum</i>							X				X		X	
<i>Lasioglossum politum</i>					X				X				X	
<i>Lasioglossum sp.</i>	X													
<i>Lasioglossum subhirtum</i>									X					
<i>Lasioglossum villosulum</i>	X													
<b><i>Lasioglossum xanthopus</i></b>						X			X			X		
<i>Lasioglossum zonulum</i>			X											
<b><i>Megachile alpicola</i></b>									X					
<i>Melecta albifrons</i>												X		
<i>Nomada distinguenda</i>														X
<i>Nomada sp.</i>											X			
<i>Nomada succincta</i>				X										
<i>Osmia aurulenta</i>										X	X	X		
<i>Osmia rufohirta</i>											X			
<i>Osmia spinulosa</i>									X		X			
<i>Panurgus calcaratus</i>									X					
<i>Panurgus dentipes</i>					X		X							
<i>Seladonia subaurata</i>	X													
<i>Sphecodes albilabris</i>											X			
<i>Sphecodes geoffrelus</i>					X									
<i>Sphecodes monilicornis</i>			X						X				X	
<i>Sphecodes pellucidus</i>									X					
<i>Sphecodes puncticeps</i>											X			
<i>Sphecodes sp.</i>			X			X								
<i>Stelis breviscula</i>							X							

## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

espèces \ parcelles	A		B		D		E		X		Y		Z	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Stelis minuta/ornatula</i>							X							
<i>Xylocopa sp.</i>											X			
<i>Xylocopa valga</i>										X				
<i>Xylocopa violacea</i>							X							
<b>Abeilles</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>26</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>27</b>	<b>11</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>28</b>	<b>13</b>
<b>Total espèces d'abeilles</b>	<b>12</b>		<b>29</b>		<b>22</b>		<b>30</b>		<b>32</b>		<b>30</b>		<b>35</b>	

Tableau 22 : espèces de syrphes recensées dans les périmètres de 300 m autour des parcelles en 2020 et en 2021.

espèces \ parcelles	A		B		D		E		X		Y		Z	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
<i>Cheilosia pagana/soror</i>								X						
<i>Cheilosia soror</i>								X						
<i>Episyrphus balteatus</i>		X	X	X	X	X			X		X	X	X	
<i>Eristalis arbustorum</i>		X	X					X						
<i>Eristalis pertinax</i>			X											
<i>Eristalis sp.</i>					X									
<i>Eristalis tenax</i>	X	X	X	X	X		X			X			X	
<i>Eumerus sp.</i>		X												
<i>Eupeodes corollae</i>	X	X		X										
<i>Eupeodes luniger</i>				X										
<i>Helophilus pendulus</i>				X										
<i>Helophilus trivittatus</i>		X	X											
<i>Heringia heringi</i>								X						
<i>Melanostoma mellinum</i>		X												
<i>Merodon equestris</i>						X								
<i>Myathropa florea</i>			X		X		X							
<i>Paragus haemorrhous</i>								X		X				
<i>Paragus tibialis</i>										X				
<i>Pipiza notata</i>			X											
<i>Pipizella sp.</i>							X							
<i>Pipizella viduata</i>				X			X							
<i>Platycheirus manicatus</i>											X			
<i>Scaeva pyrastris</i>												X		
<i>Sphaerophoria scripta</i>	X	X	X	X	X		X	X			X		X	
<i>Syritta pipiens</i>		X					X			X				
<i>Syrphus vitripennis</i>			X											
<i>Xanthandrus comtus</i>					X									
<b>Syrphes</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<b>Total espèces de syrphes</b>	<b>9</b>		<b>13</b>		<b>7</b>		<b>11</b>		<b>5</b>		<b>4</b>		<b>3</b>	

### C. 1. 4. Diversité des espèces végétales

Cinq espèces de messicoles (*P. rhoeas*, *C. segetum*, *A. githago*, *A. cotula* et *G. segetum*) ont fait l'objet d'observation de butinage sur plus de la moitié des parcelles (

Tableau 23). Le Grand Coquelicot *Papaver rhoeas* (Figure 29) a fait l'objet d'au moins une observation de butinage sur chacune des parcelles étudiées. Le Bleuet *C. segetum* n'a pas été observé butiné sur la parcelle Y du Plessis-Hébert. Sur les quinze espèces messicoles ayant fait l'objet sur les parcelles d'au moins une observation de butinage en 2020, 3 ont fait l'objet d'observation de butinage sur une unique parcelle.

Parmi les autres adventices butinées, 3 espèces (*A. millefolium*, *D. carota* et *P. hieracioides*) ont fait l'objet d'observation de butinage sur six des sept parcelles. *C. arvensis*, *C. vulgare* et *R. repens* ont font l'objet d'observation de butinage sur six parcelles.

Les parcelles B (Ferrières-Haut-Clocher) et Y (Le Plessis-Hébert) ont comptabilisé le plus d'espèces végétales butinées tandis que A (Ormes) a enregistré le score le plus bas (15 espèces végétales). Cependant, la parcelle A, comme les parcelles B et Z, totalise le plus grand nombre d'espèces de plantes messicoles butinées (7). A l'inverse, la parcelle Y qui présente une grande diversité d'espèces végétales butinées a fait l'objet d'observations de butinage sur 4 espèces messicoles seulement (

Tableau 23).

Les plantes messicoles seront mises \*entre astérisques\* dans les figures et tableaux pour la suite de ce rapport.

**Tableau 23 :** plantes butinées sur les parcelles en 2020 et en 2021.

Les espèces messicoles apparaissent dans la première partie du tableau entre astérisques  
La dernière ligne « total » correspond bien au nombre total de plantes, c'est-à-dire avec les plantes messicoles présentes dans la première partie du tableau.

espèces	parcelles		A		B		D		E		X		Y		Z		Total
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	
<b>*Papaver rhoeas*</b>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	7
<b>*Cyanus segetum*</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	6
<b>*Agrostemma githago*</b>	X	X	X	X	X			X	X						X		5
<b>*Anthemis cotula*</b>	X	X		X	X			X	X	X	X						5
<b>*Glebionis segetum*</b>	X	X	X	X	X	X	X										4
<b>*Torilis arvensis*</b>	X												X	X	X		3
<b>*Legousia speculum-veneris*</b>											X				X		2
<b>*Scandix pecten-veneris*</b>											X					X	2
<b>*Anthemis arvensis*</b>				X													1
<b>*Calendula arvensis*</b>				X													1
<b>*Lathyrus hirsutus*</b>														X	X		1
<b>*Lysimachia foemina*</b>													X				1
<b>*Stachys annua*</b>													X				1
<b>*Valerianella dentata*</b>											X						1
<b>*Viola arvensis*</b>	X																1
<b>Mesicoles</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>			<b>41</b>
<b>Messi . présentes les 2 années</b>	<b>7</b>		<b>7</b>		<b>5</b>		<b>5</b>		<b>6</b>		<b>4</b>		<b>7</b>				
<b>Achillea millefolium</b>				X		X		X		X	X			X			6
<b>Daucus carota</b>				X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	6



## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

espèces	A		B		D		E		X		Y		Z		Total
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	
<i>Picris hieracioides</i>				X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	6
<i>Cirsium arvense</i>	X	X	X	X		X			X	X			X	X	5
<i>Cirsium vulgare</i>				X	X	X		X				X		X	5
<i>Ranunculus repens</i>						X		X		X		X	X		5
<i>Crepis setosa</i>		X	X	X				X					X	X	4
<i>Matricaria recutita</i>	X	X	X	X			X	X					X	X	4
<i>Sonchus oleraceus</i>	X			X		X	X								4
<i>Tripleurospermum mar. Inodoru.</i>			X		X		X		X						4
<i>Campanula rapunculus</i>				X		X								X	3
<i>Convolvulus arvensis</i>				X				X					X	X	3
<i>Echium vulgare</i>				X	X	X					X				3
<i>Geranium dissectum</i>						X	X							X	3
<i>Heracleum sphondylium</i>				X		X		X							3
<i>Knautia arvensis</i>									X	X		X	X	X	3
<i>Lactuca sativa (=serriola)</i>	X		X				X								3
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	X	X	X		X	X									3
<i>Plantago lanceolata</i>				X		X		X							3
<i>Silene latifolia alba</i>				X		X					X				3
<i>Taraxacum sp.</i>				X						X			X		3
<i>Trifolium repens</i>						X		X						X	3
<i>Bromus hordeaceus</i>			X						X						2
<i>Carduus nutans</i>									X		X	X			2
<i>Centaurea decipiens</i>									X	X	X	X			2
<i>Centaurea nigra</i>										X		X			2
<i>Centaurea scabiosa</i>									X	X	X	X			2
<i>Crepis capillaris</i>												X		X	2
<i>Geranium molle</i>				X		X									2
<i>Helminthotheca echioides</i>							X	X			X				2
<i>Hippocrepis comosa</i>									X		X	X			2
<i>Hypericum perforatum</i>						X						X			2
<i>Linaria vulgaris</i>			X	X		X									2
<i>Origanum vulgare</i>									X	X	X	X			2
<i>Pastinaca sativa</i>									X	X				X	2
<i>Jacobaea vulgaris</i>				X		X									2
<i>Stachys recta</i>										X		X			2
<i>Asperula cynanchica</i>										X					1
<i>Bellis perennis</i>														X	1
<i>Campanula patula</i>				X											1
<i>Cardus crispus</i>					X										1
<i>Centaurea jacea</i>											X				1
<i>Cirsium eriophorum</i>											X				1
<i>Crepis sancta nemausensis</i>											X				1
<i>Eryngium campestre</i>													X	X	1
<i>Fallopia convolvulus</i>		X													1

## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

espèces	parcelles		A		B		D		E		X		Y		Z		Total
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	
<i>Fumaria sp.</i>				X													1
<i>Galium album</i>													X				1
<i>Hypochaeris radicata</i>				X													1
<i>Lapsana communis</i>			X	X													1
<i>Lathyrus nissolia</i>															X		1
<i>Lathyrus pratensis</i>															X	X	1
<i>Leucanthemum vulgare</i>												X	X				1
<i>Lolium perenne</i>									X								1
<i>Lysimachia arvensis</i>													X				1
<i>Medicago arabica</i>													X				1
<i>Medicago lupulina</i>													X	X			1
<i>Melilotus officinalis</i>						X											1
<i>Muscari comosum</i>													X	X			1
<i>Ononis spinosa</i>										X	X						1
<i>Persicaria maculosa</i>				X													1
<i>Phleum pratense</i>																X	1
<i>Pisum sativum</i>									X								1
<i>Prunella vulgaris</i>									X								1
<i>Ranunculus acris</i>									X								1
<i>Ranunculus bulbosa</i>										X							1
<i>Reseda lutea</i>										X							1
<i>Rhinanthus minor</i>										X	X						1
<i>Rubus sp.</i>									X								1
<i>Sanguisorba minor</i>													X	X			1
<i>Senecio erucifolius</i>											X						1
<i>Sinapis arvensis</i>											X						1
<i>Sonchus arvensis</i>		X															1
<i>Sonchus asper</i>				X													1
<i>Vicia lutea</i>															X	X	1
<i>Thymus sp.</i>													X				1
<i>Trifolium pratense</i>																X	1
<i>Trifolium (striatum ?)</i>								X									1
<i>Vicia sativa</i>													X				1
<b>Espèces de plantes</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>31</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>24</b>			
<b>Espèces présentes les 2 années</b>	<b>15</b>	<b>35</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>34</b>	<b>30</b>										<b>198</b>

### C. 1. 5. Réseaux d'interactions

**Pour rappel**, dans les analyses qui suivent, une observation de butinage correspond à **une relation d'une espèce végétale avec une espèce d'insecte lors d'une prospection mensuelle**. Le butinage d'une espèce végétale par une même espèce d'insecte lors de deux prospections mensuelles différentes compte donc pour deux observations.

On observe une disparité dans le nombre d'interactions entre plantes et **abeilles** (

Figure 12a et b). En effet en 2020, si de nombreuses interactions ont pu être observées en début d'année, le mois d'août n'a pas permis d'observer autant de relations. Cela peut être mis en lien avec la météo favorable en début de saison 2020 (

Tableau 9) qui a permis la présence de ressource florale en grande densité. Les fortes températures en fin de saison (août) n'ont pas permis au cortège floristique présent sur les sites de se maintenir. Cela a notamment été le cas sur la parcelle D (Sacquenville) où aucune relation de butinage ont été observées en août (

Figure 12a).

A l'inverse, les températures en début de saison 2021 ont impacté négativement l'activité des pollinisateurs. Ainsi peu d'interactions ont été observées au mois de mai 2021. La parcelle de Ormes n'a pas fait l'objet d'observations de butinage car cette dernière avait été retournée. Il n'y avait donc aucune ressource florale sur le site. La fin de saison 2021 a permis d'observer de nombreuses relations plante-abeille (

Figure 12b), la ressource florale étant encore bien présente et les températures étant globalement favorables.

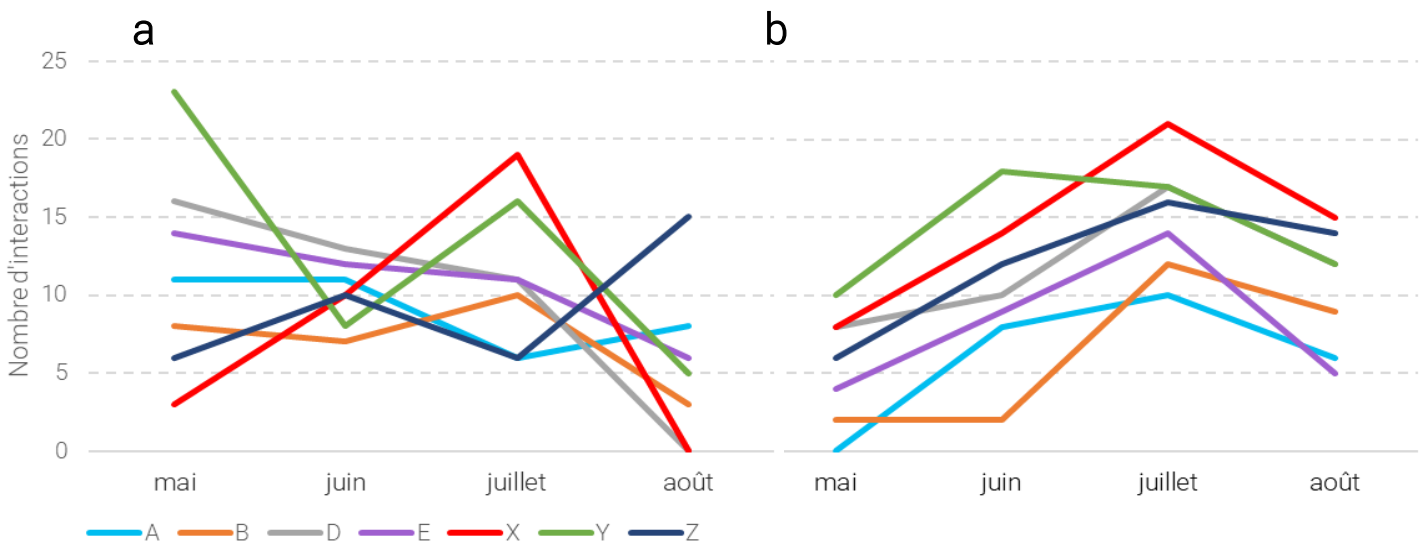


Figure 12 : nombre de relations plante-abeille observées sur chaque parcelle a) en 2020 et b) en 2021.

D'autres éléments ont pu impacter négativement la présence de ressource florale et donc l'observation de relations de butinage (retournement, fauchage, pâturage).

Le cumul des deux années de suivi permet d'observer une tendance : le nombre de relations plante-abeille présente un pic sur la période juin-juillet (Figure 13), ce qui correspond globalement au pic d'activité de ce groupe bien que certains cortèges d'espèces émergent plus tôt et plus tard dans l'année.

Les parcelles X et Y ressortent comme les sites présentant globalement le plus grand nombre de relations plante-abeille observées.

Les conditions météorologiques de l'année 2021 semblent avoir été plus favorable à l'activité des diptères. Cette tendance semble être confirmée par la Figure 14a et Figure 14b : l'année 2021 a permis d'observer un plus grand nombre de relations plante-syrphe que l'année 2020. Le cumul des deux années de suivi permet d'observer un pic du nombre de relations plante-syrphe durant le mois de juin (Figure 15).

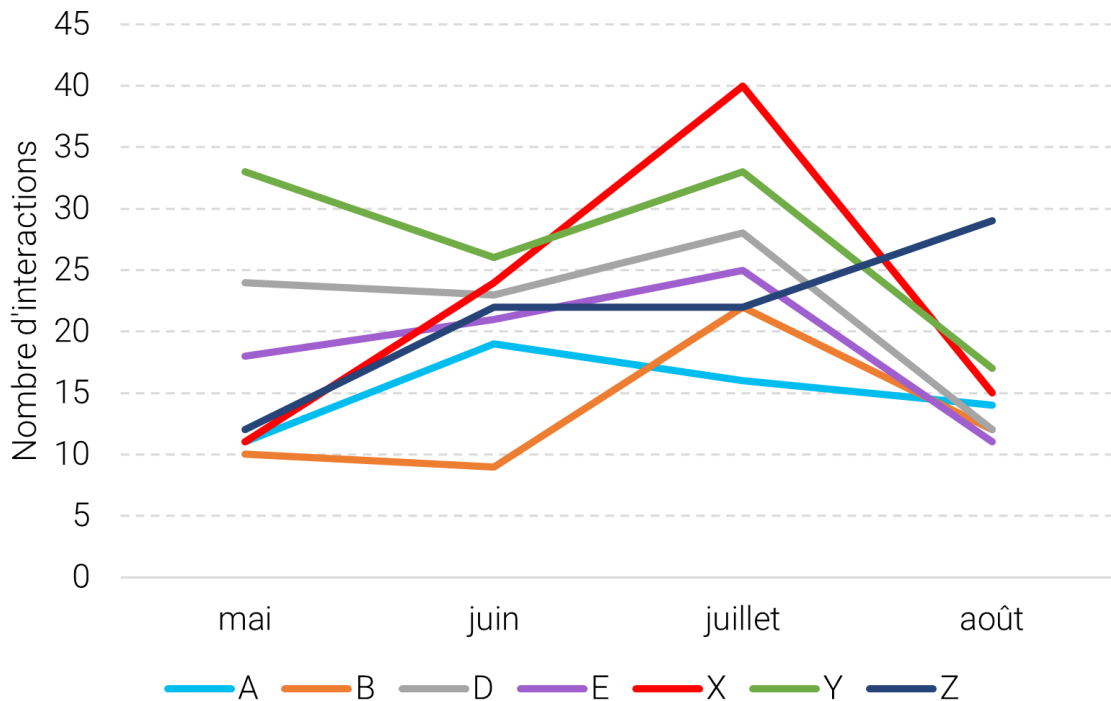


Figure 13 : nombre de relations plante-abeille observées sur les deux années de suivi.

On peut observer une disparité dans l'activité et la diversité des différents groupes taxonomiques au sein des différentes parcelles puisque ce sont les parcelles A (Ormes), B (Ferrières-Haut-Clocher) et Z (Le Vieil-Évreux) qui ressortent comme les plus riches en interactions plante-syrphe (Figure 15).

Le suivi des **rhopalocères** semble aussi avoir été impacté par la météo durant les deux années de suivi puisqu'on observe une disparité en termes de nombre de relations plante-rhopalocère (Figure 16a et b).

La phénologie des rhopalocères est illustrée par la Figure 17 : deux pics se manifestent, le premier au mois de juin et un second qui débute fin août, représentatifs des différents cortèges de papillons émergeant à ces périodes.

Le site du Plessis-Hébert (parcelle Y) ressort assez nettement comme celui présentant le plus grand nombre de relations plante-rhopalocère (Figure 17).

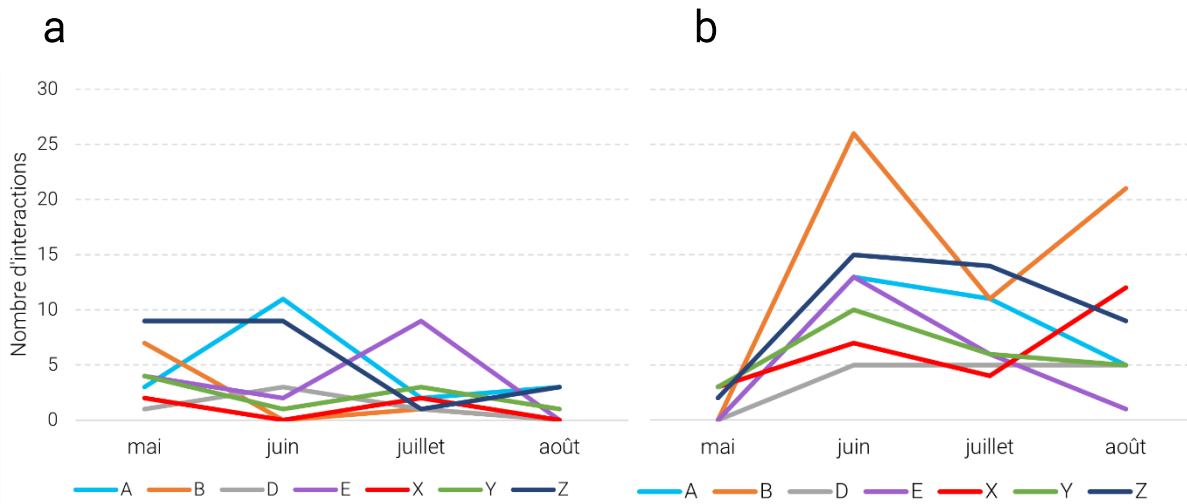


Figure 14 : nombre de relations plante-syrphe observées sur chaque parcelle a) en 2020 et b) en 2021.

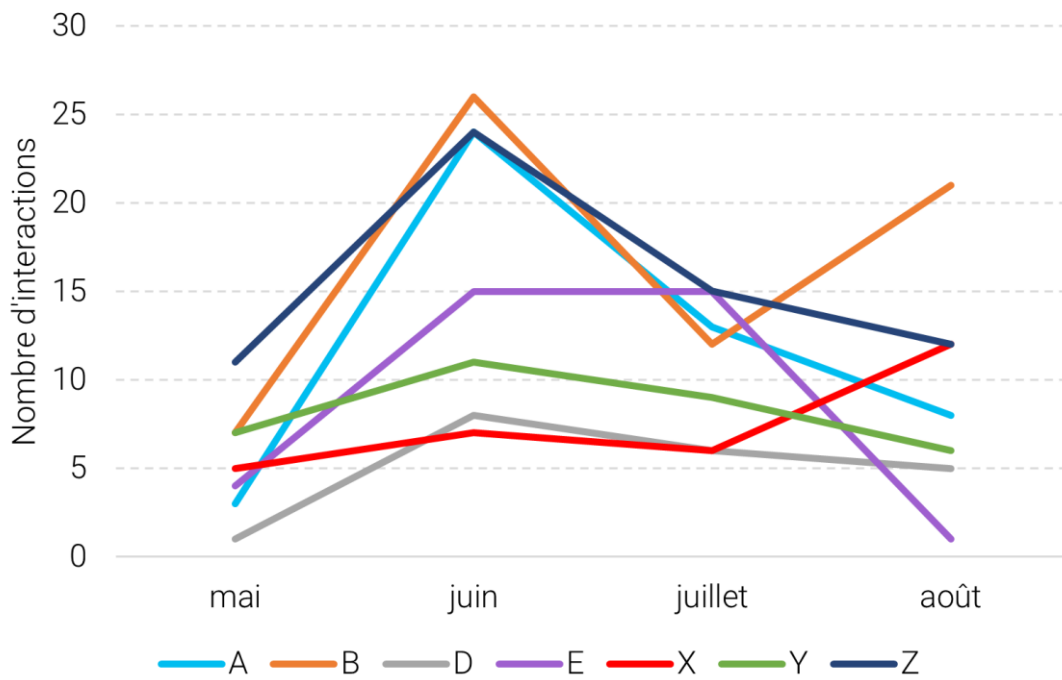


Figure 15 : nombre de relations plante-syrphe observées sur les deux années de suivi.

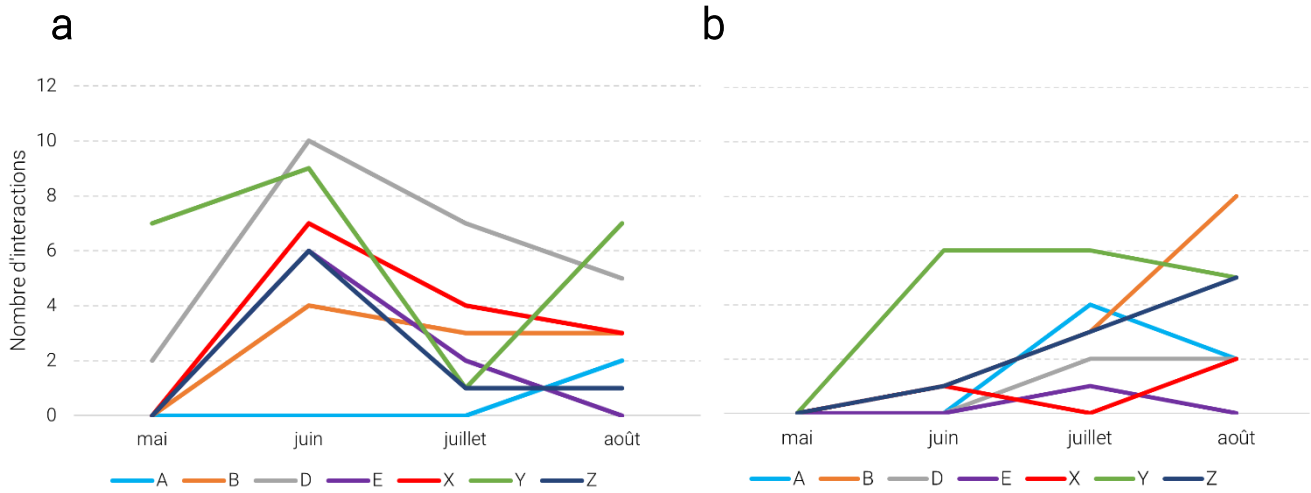


Figure 16 : nombre de relations plante-rhopalocère observées sur chaque parcelle a) en 2020 et b) en 2021.

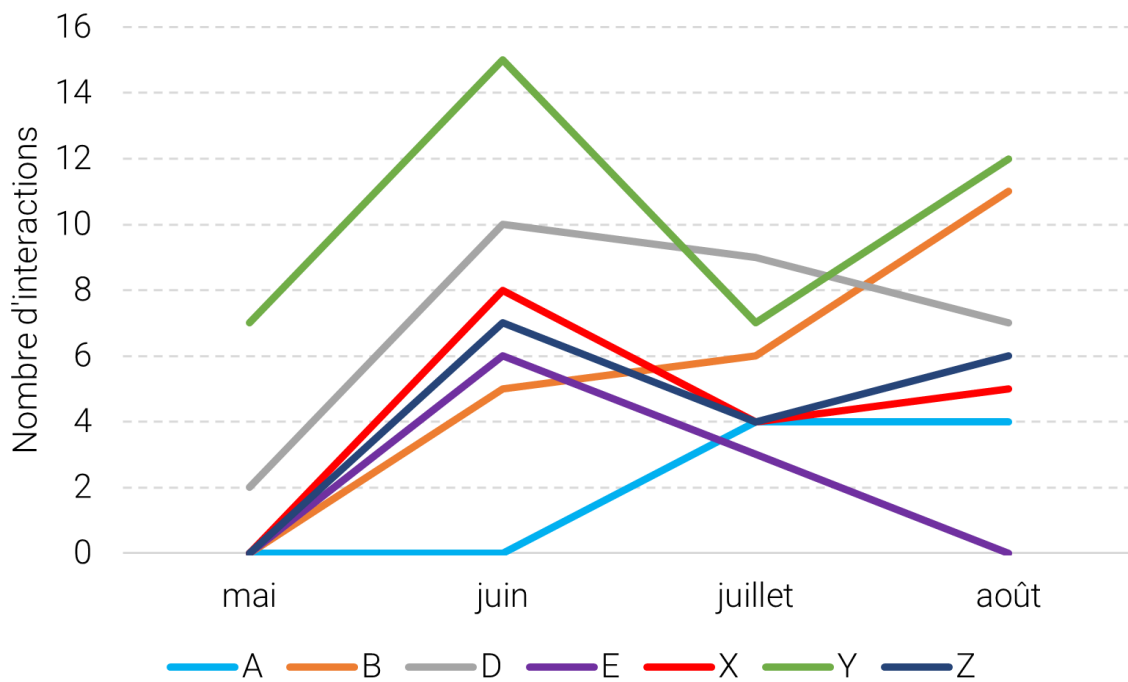


Figure 17 : nombre de relations plante-rhopalocère observées sur chaque parcelle sur les deux années de suivi.

Le Bleuet *Cyanus segetum* (Figure 29) est la plante la plus butinée en 2020 (Figure 18) et 2021 (Figure 19) tous taxons confondus (abeilles, syrphes et rhopalocères) sur l'ensemble des sept parcelles étudiées. D'autres plantes messicoles présentent un fort enjeu pour la faune pollinisatrice au vu du nombre de relations de butinage à savoir *Papaver rhoeas*, *Glebionis segetum* et *Anthemis cotula* (Figure 29). *Cirsium arvense*, *Daucus carota*, *Echium vulgare*, et *Picris hieracioides* sont d'autres plantes non messicoles présentant un fort enjeu sur les parcelles étudiées.

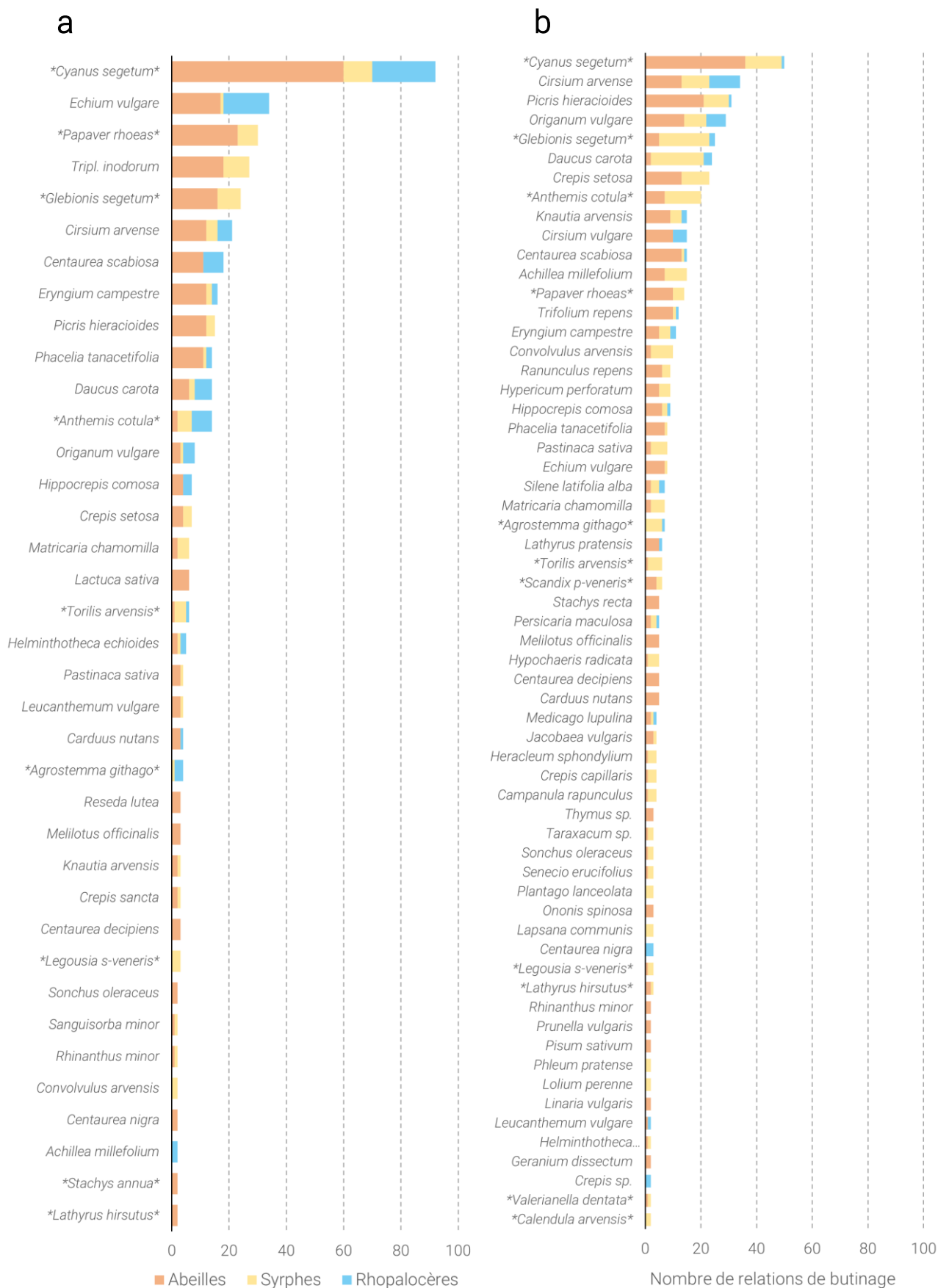
Les différents groupes taxonomiques étudiés présentent des préférences en termes de flore butinée :

- l'affinité entre le Bleuet et le groupe des abeilles semble bien marqué avec 96 interactions. Ces dernières semblent aussi globalement préférer *Picris hieracioides* et le Grand Coquelicot *Papaver rhoeas* avec 33 interactions (Figure 20a) ;
- les syrphes présentent une affinité plus marquée que les autres taxons avec la Carotte sauvage *Daucus carota* (26 interactions) et le Chrysanthème des moissons *Glebionis segetum* (21 interactions) bien qu'ils butinent aussi le Bleuet *C. segetum* de manière conséquente (Figure 20b) ;
- tout comme les abeilles, les rhopalocères semblent principalement attirés par le Bleuet. Ces derniers ont aussi été souvent notés butinant *Cirsium arvense* (Figure 29) ainsi que l'Origan *Origanum vulgare* (Figure 20c).

D'autres plantes présentent une relation plus spécifique avec certains groupes de taxons pollinisateurs bien qu'elles ne soient pas les espèces les plus butinées :

- *Melilotus officinalis* et *Lactuca sativa* ont uniquement été butinées par des abeilles avec 8 et 6 interactions respectivement ;
- le Liseron des champs *Convolvulus arvensis* a été principalement butiné par des syrphes (10 relations de butinage pour les syrphes contre 2 pour les abeilles).

## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique



**Figure 18 :** nombre d'interactions observées par taxon végétal a) en 2020 et b) en 2021 sur la totalité des parcelles. Seules les espèces avec plus de 2 interactions apparaissent sur ce graphique (62 et 79 taxons de plantes au total).



## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

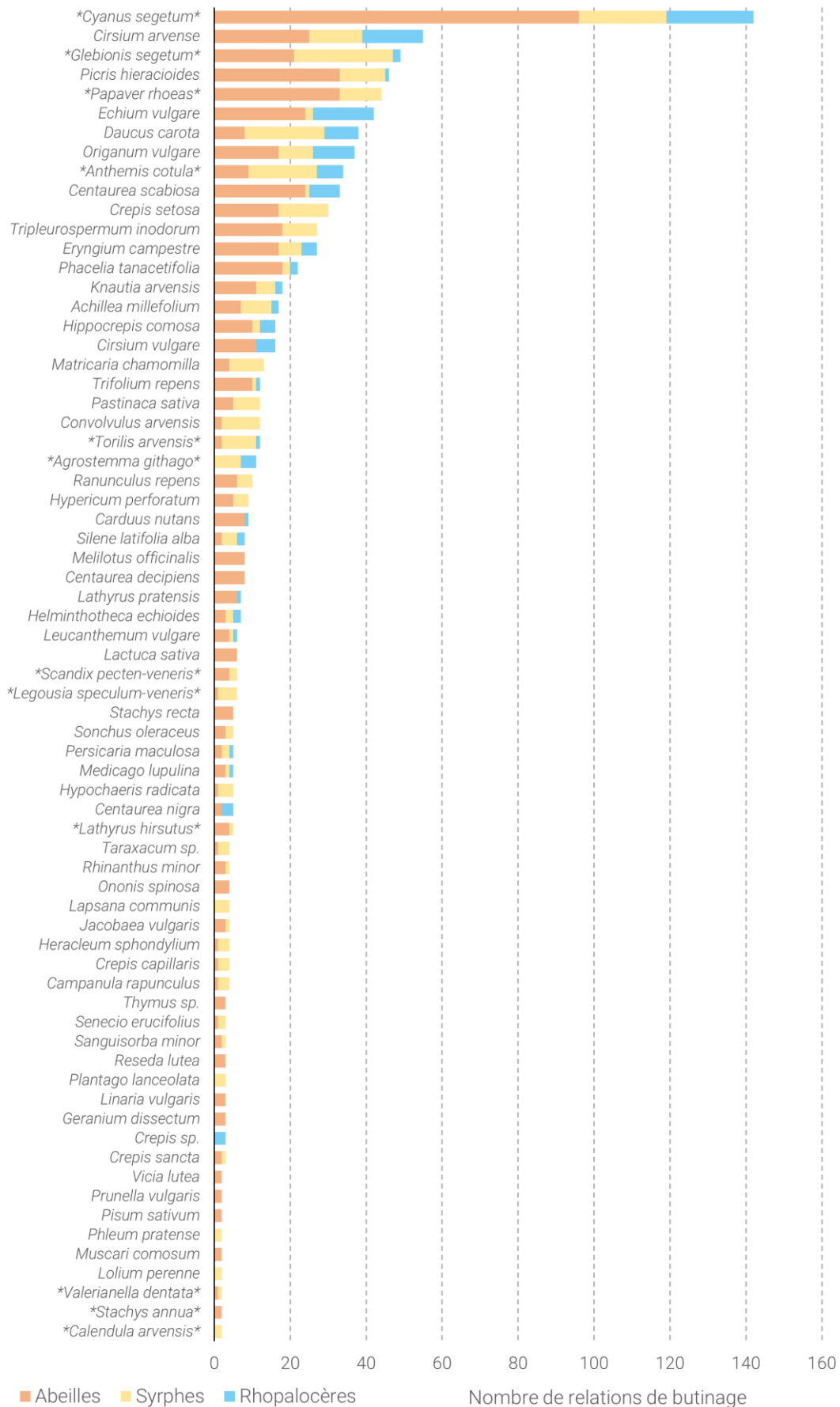


Figure 19 : nombre d'interactions observées par taxon végétal durant les deux années de suivi sur la totalité des parcelles.

Seules les espèces avec plus de 2 interactions apparaissent sur ce graphique (96 taxons de plantes au total).

Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

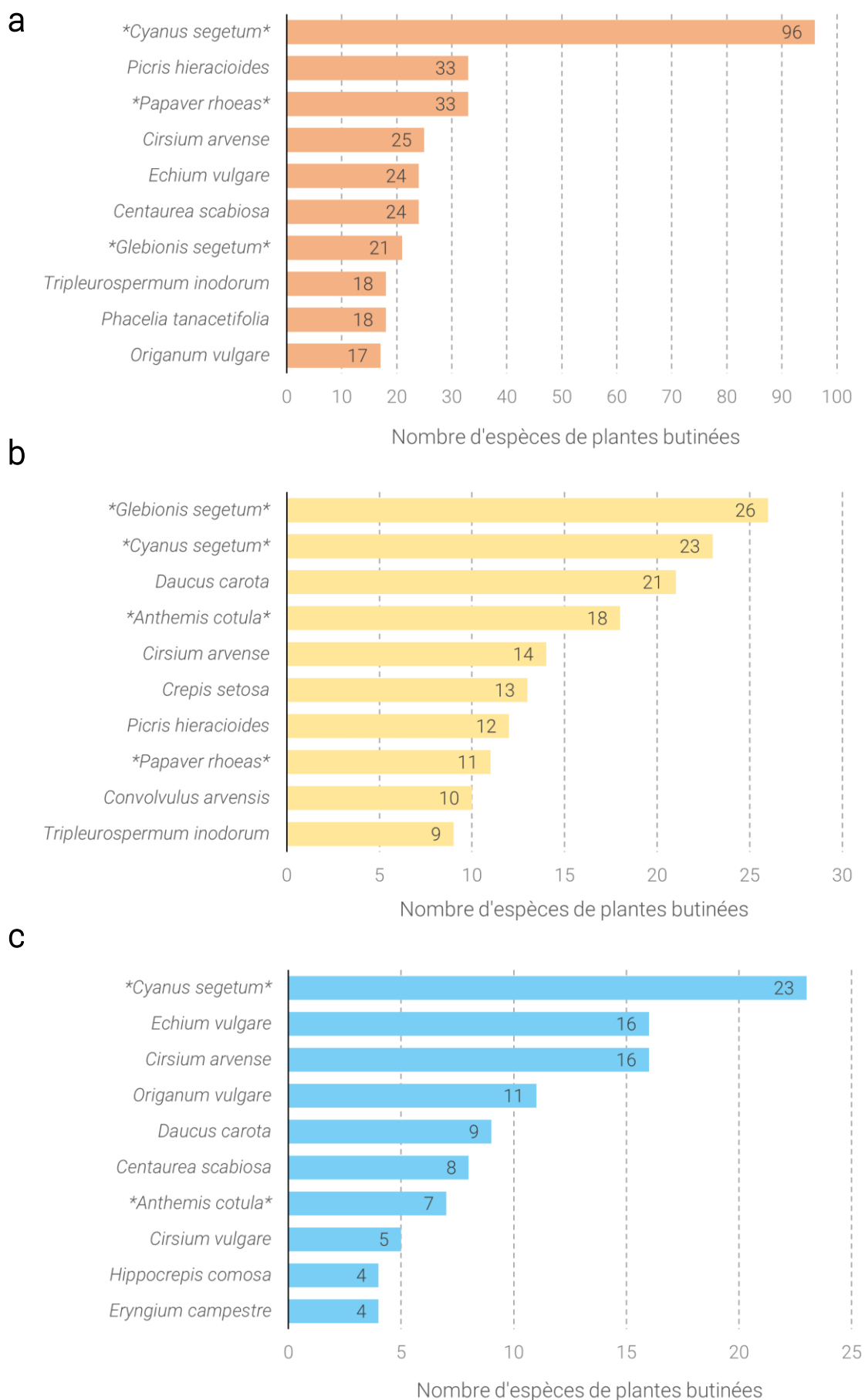


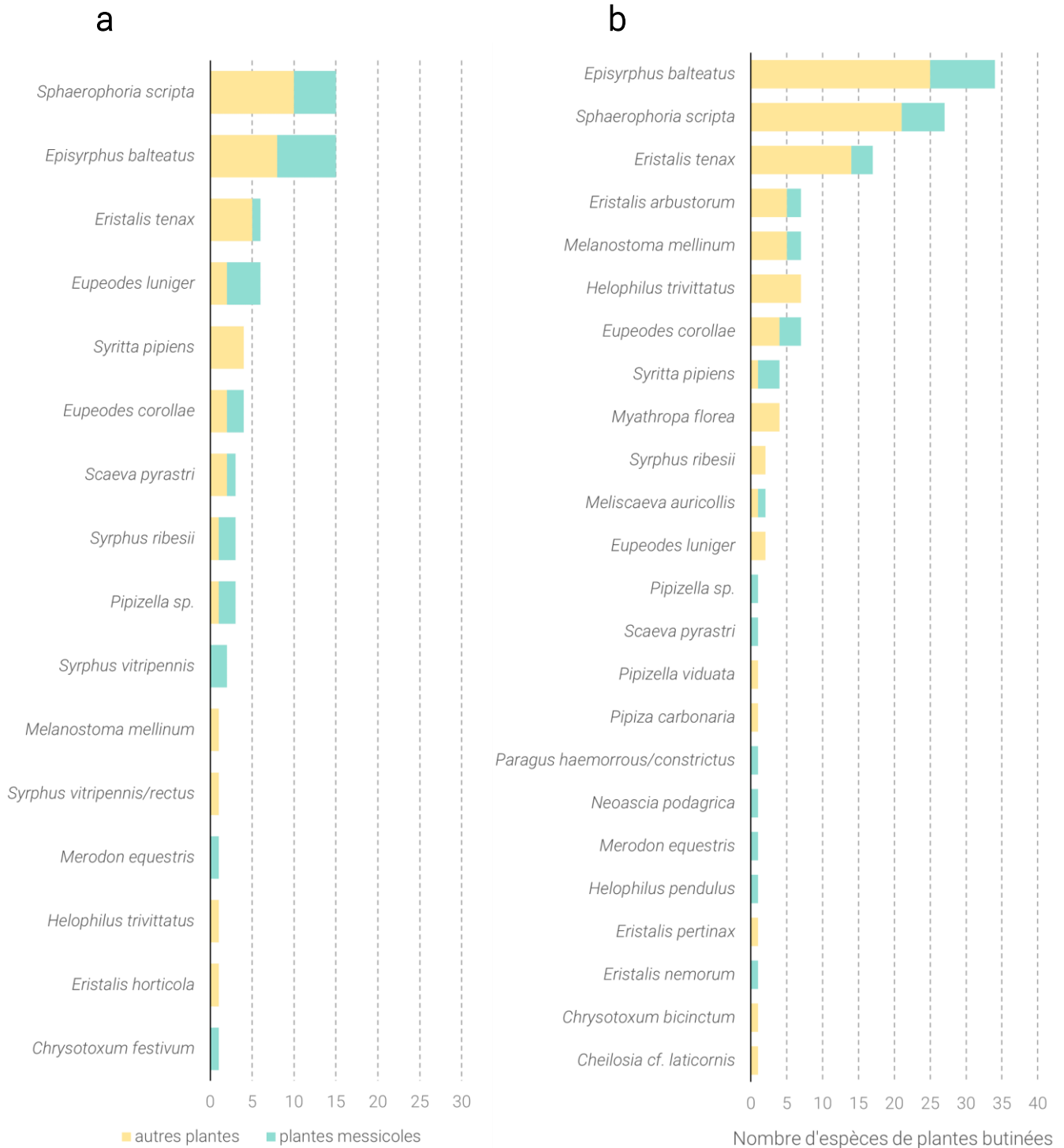
Figure 20 : plantes les plus butinées sur l'ensemble de l'étude par a) les abeilles b) les syrphes et c) les rhopalocères.  
 Nombre d'espèces de plantes total pour les abeilles : 75, pour les syrphes : 55 pour les rhopalocères : 36

*Episyrphus balteatus* et *Sphaerophoria scripta* sont les deux espèces butinant le plus grand nombre d'espèces de plantes sur les sites étudiés en 2020 (Figure 21a). Ce fut à nouveau le cas en 2021 bien qu'*E. balteatus* ait comptabilisé plus de plantes butinées que *S. scripta* (34 contre 27 espèces). *Eristalis tenax* a aussi été observé butinant de nombreuses plantes sur les parcelles (15 plantes butinées, Figure 21b). Cet écart se creuse davantage avec le cumul des deux années puisqu'*E. balteatus*, *S. scripta* et *E. tenax* vont totaliser 38, 33 et 19 espèces de plantes butinées contre 9 et 8 pour *Eupeodes corollae* et *Melanostoma millenium* qui sont les quatrième et cinquième espèces les plus polylectiques. Le taux de plantes messicoles butinées est assez important pour le groupe des syrphes. *Episyrphus balteatus* et *Sphaerophoria scripta* totalisent 31% et 27% d'espèces butinées étant des messicoles. Certains syrphes ont par ailleurs été observés butinant uniquement des messicoles : par exemple *Merodon equestris* et *Syrphus vitripennis* (Figure 22).

Les espèces d'abeilles les plus communes (de la même manière que pour les syrphes) et les plus polylectiques sur le territoire sont logiquement les espèces ayant butiné la plus grande diversité de plantes durant cette étude : *Bombus lapidarius*, *Apis mellifera* et *Bombus terrestris*. Ce groupe de trois espèces semblent davantage se détacher en 2021 (Figure 23b) qu'en 2020 (Figure 23a). Les 2 années de suivi permettent de dénombrer au moins 23 espèces de plantes butinées pour ces espèces. *Bombus pascuorum* et *Andrena flavipes* ont été respectivement observés butinant 19 et 17 espèces de plantes au total (Figure 24). Le taux de plantes messicoles butinées par taxon semble moins marqué que pour les syrphes. Par exemple, 21% de plantes butinées par *Bombus lapidarius* sont des plantes messicoles (Figure 24). Si certaines espèces d'abeilles n'ont pas été observées butinant des plantes messicoles comme *Halictus maculatus* (5 plantes butinées), *Andrena alfenella* (4 plantes butinées), ou encore *Megachile pilidens* (5 plantes butinées), *Lasioglossum xanthopus*, a été uniquement observée butinant des plantes messicoles (*C. segetum* et *G. segetum*) sur trois des parcelles étudiées.

Concernant les rhopalocères, *Melanargia galathea* est l'espèce ayant butiné le plus grand nombre de plantes (7 espèces mais aucune messicole) en 2020 (Figure 25a). *Polyommatus icarus*, *Pieris brassicae* et *Coenonympha pamphilus* ont butiné 6 espèces (avec 1, 2 et 1 plantes messicoles respectivement : *C. segetum*, *Agrostemma githago* et *Torilis arvensis*). En 2020, les messicoles ont constitué une grande partie de la diversité butinée par les papillons. On pourra citer *Maniola jurtina* (4 espèces butinées dont *Anthemis cotula* et *C. segetum*) ou encore *Thymelicus sylvestris* (2 plantes butinées dont *C. segetum*, et *A. githago* en 2021). Les espèces messicoles ont été moins présentes dans les relevés de 2021 (Figure 25b). Les espèces de rhopalocères butinant le plus grand nombre d'espèces de plantes ont été retrouvées, bien qu'avec une diversité de plantes butinées un peu moins importante. Sur le cumul des deux années de suivi, *Melanargia galathea* et *Polyommatus icarus* sont les espèces butinant le plus grand nombre d'espèces de plantes avec 11 espèces ; aucune messicole pour *M. galathea* et 1 messicole (*C. segetum*) pour *P. icarus*. Certaines espèces ont été uniquement observées butinant des plantes messicoles, c'est notamment le cas du **Petit Nacré** *Issoria lathonia* (Figure 26).

## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique



**Figure 21 :** nombre d'espèces végétales butinées par taxons de syrphes a) en 2020 et b) en 2021.

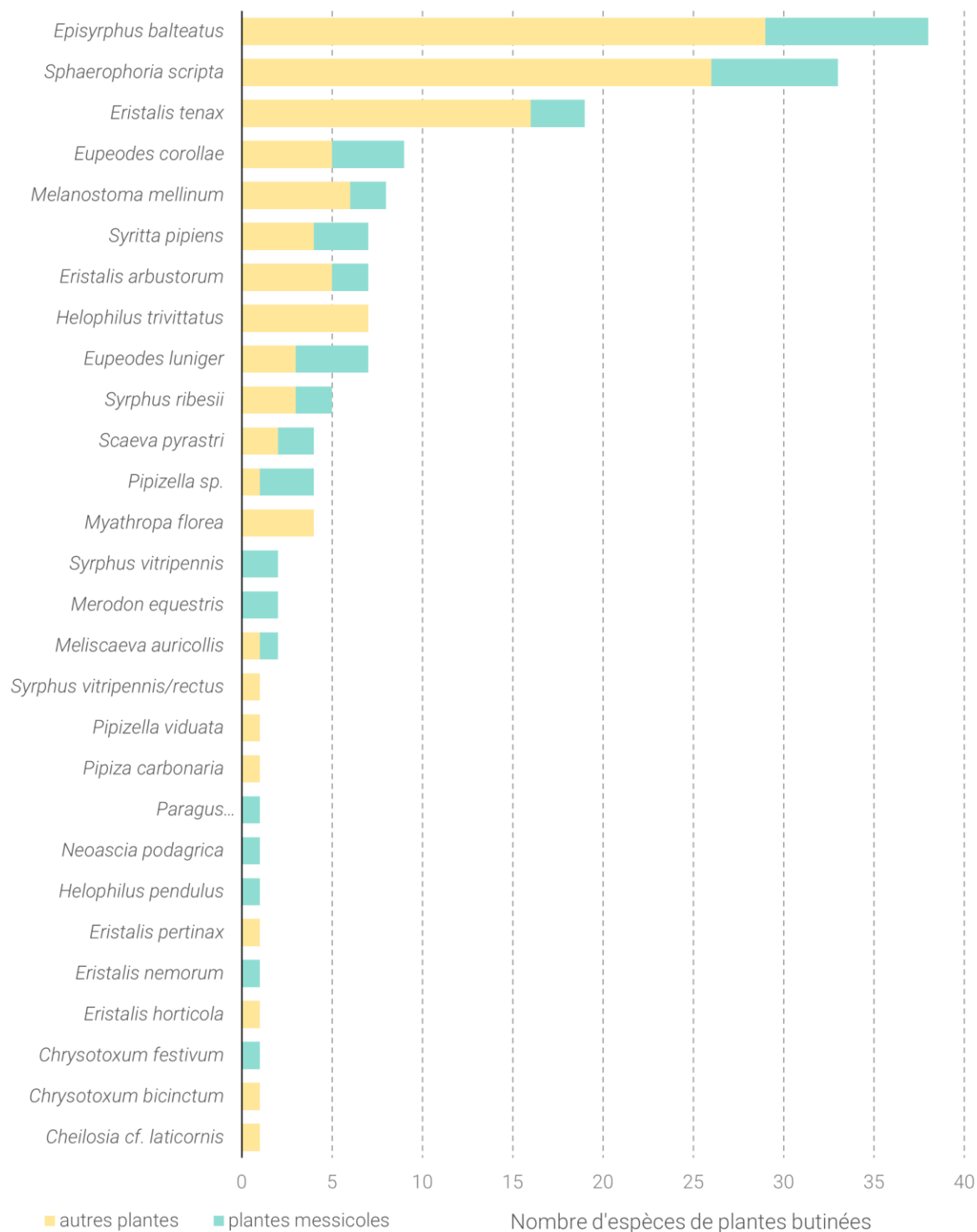
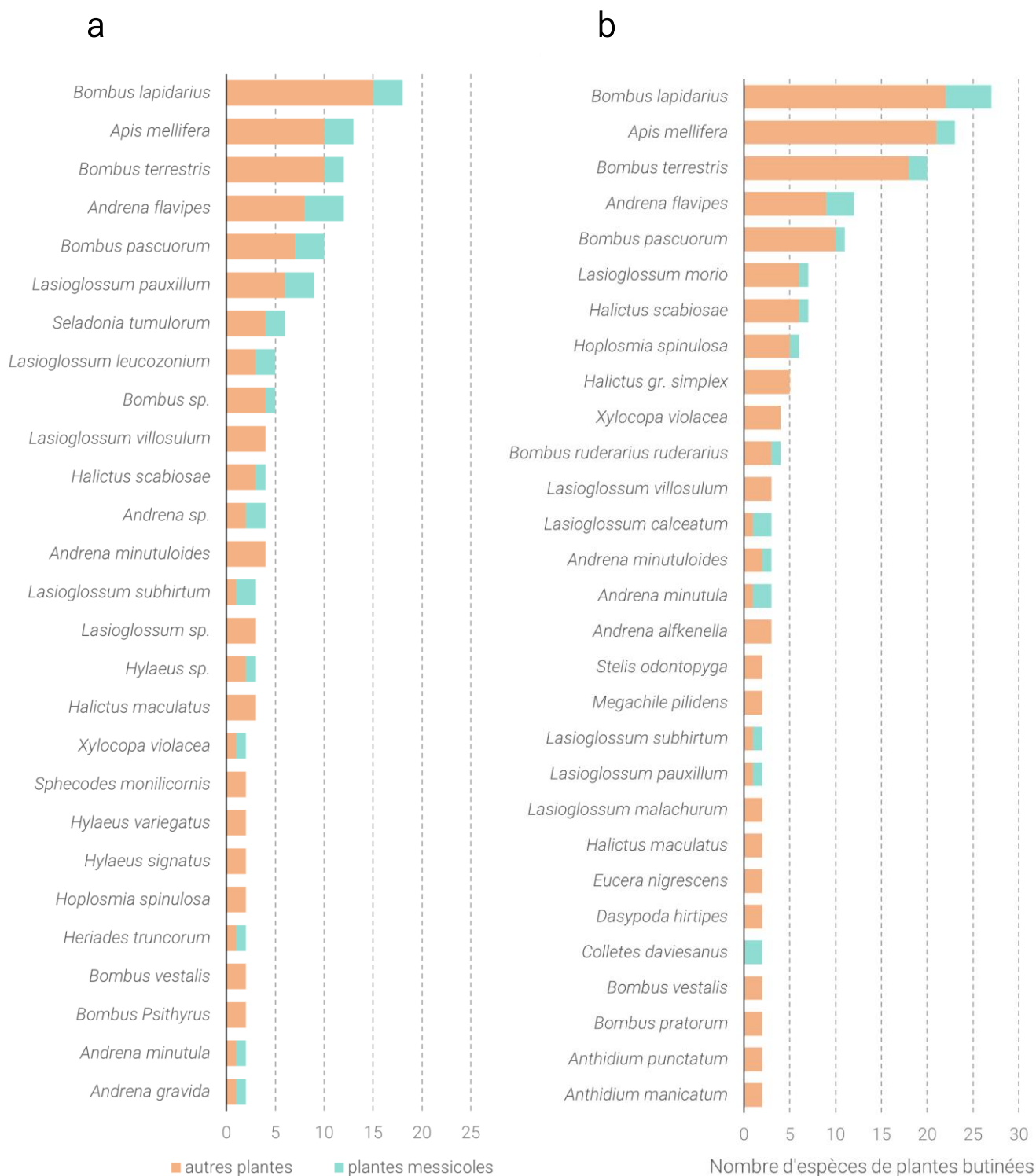


Figure 22 : nombre d'espèces végétales butinées par taxons de syrphes durant les deux années de suivi.

## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique



**Figure 23 :** nombre d'espèces végétales butinées par taxons d'abeilles a) en 2020 et b) en 2021.  
 Seules les espèces butinant plus de 2 espèces de plantes apparaissent sur ce graphique.  
 60 taxons d'abeilles et 65 taxons d'abeilles ont été respectivement observant butinant en 2020 et en 2021.

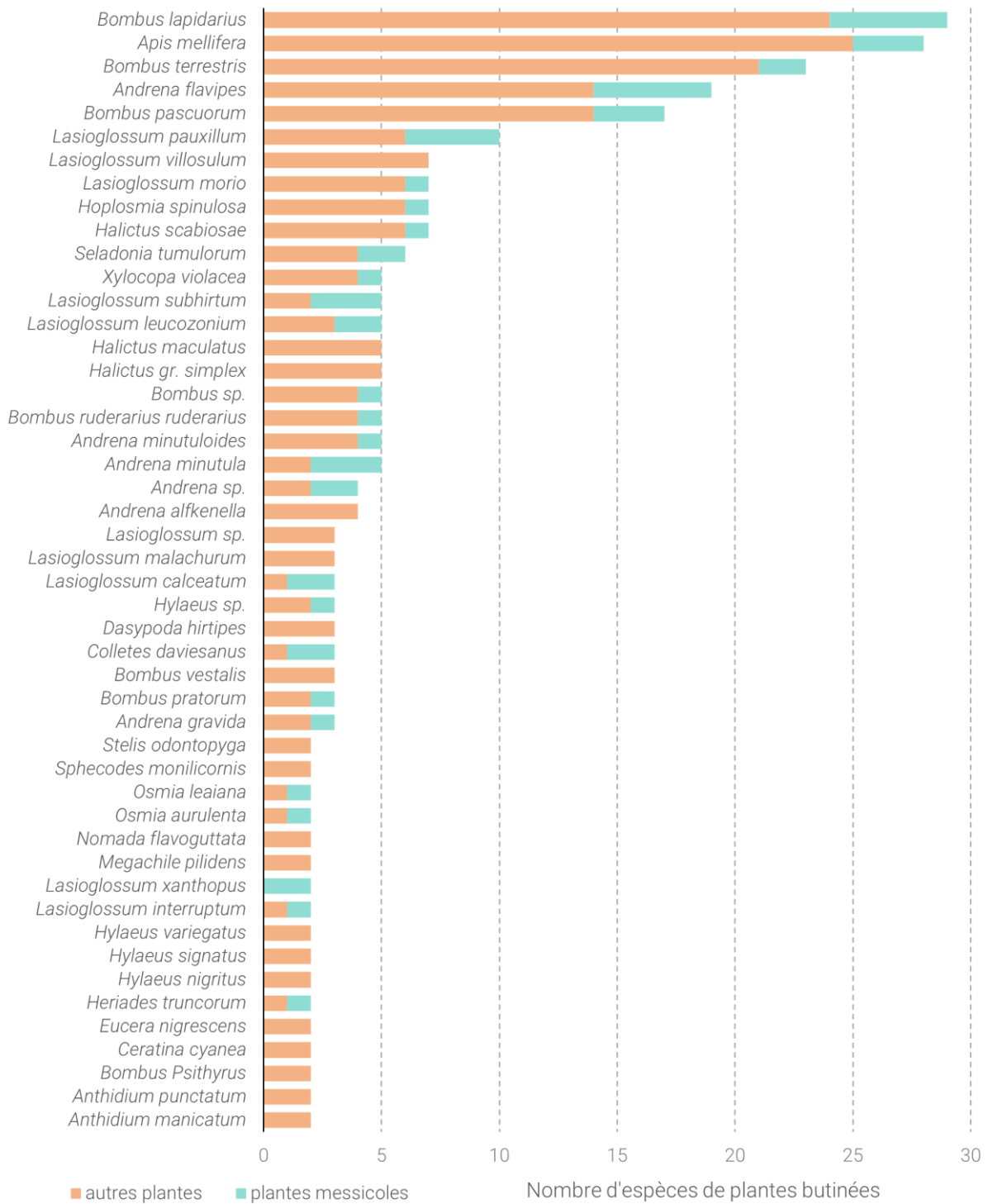


Figure 24 : nombre d'espèces végétales butinées par taxons d'abeilles durant les deux années de suivi. Seules les espèces butinant plus de 2 espèces de plantes apparaissent sur ce graphique. 87 espèces d'abeilles ont été observés butinant sur l'ensemble de l'étude.

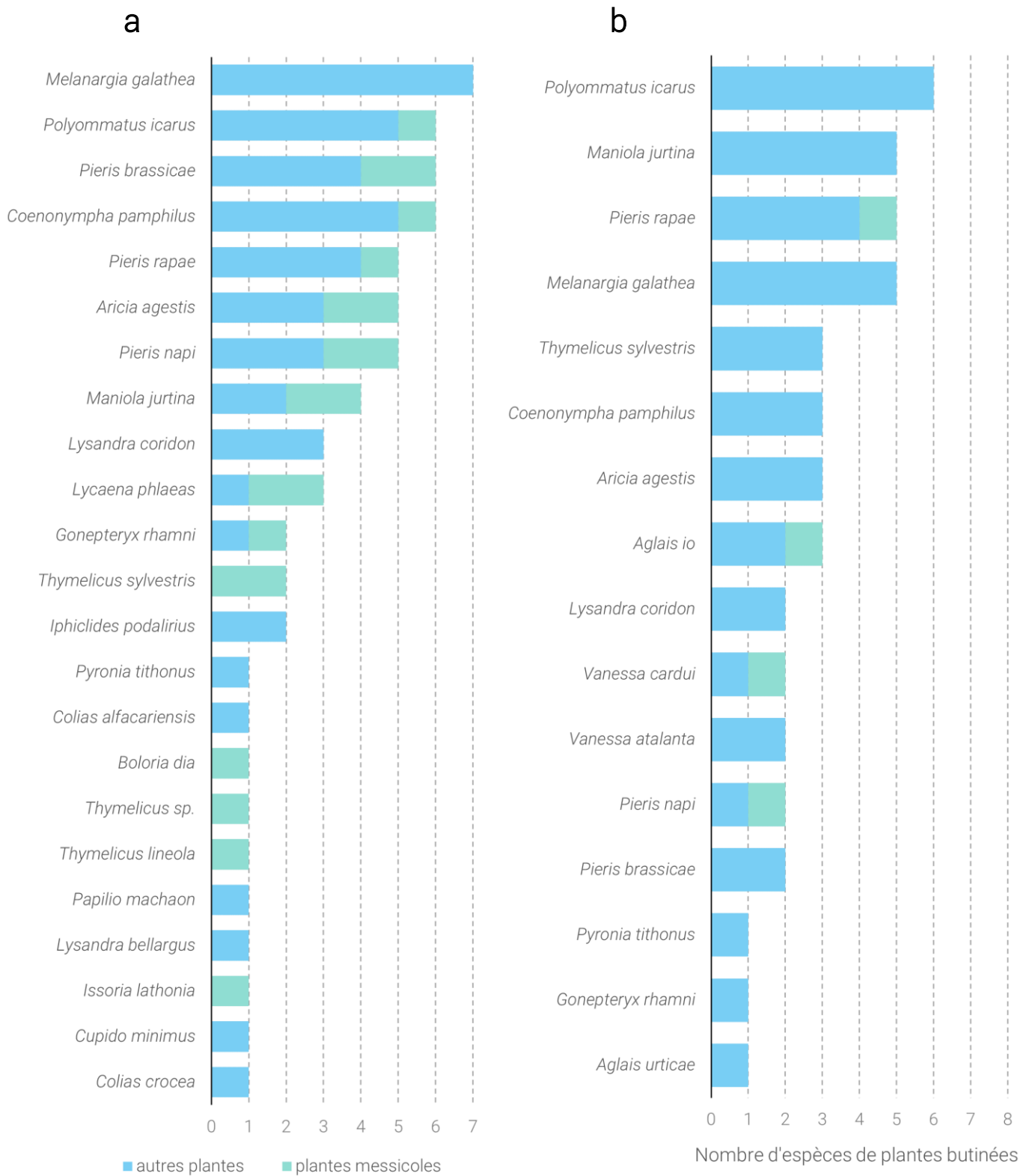


Figure 25 : nombre d'espèces végétales butinées par taxons de rhopalocères en 2020 et en 2021.



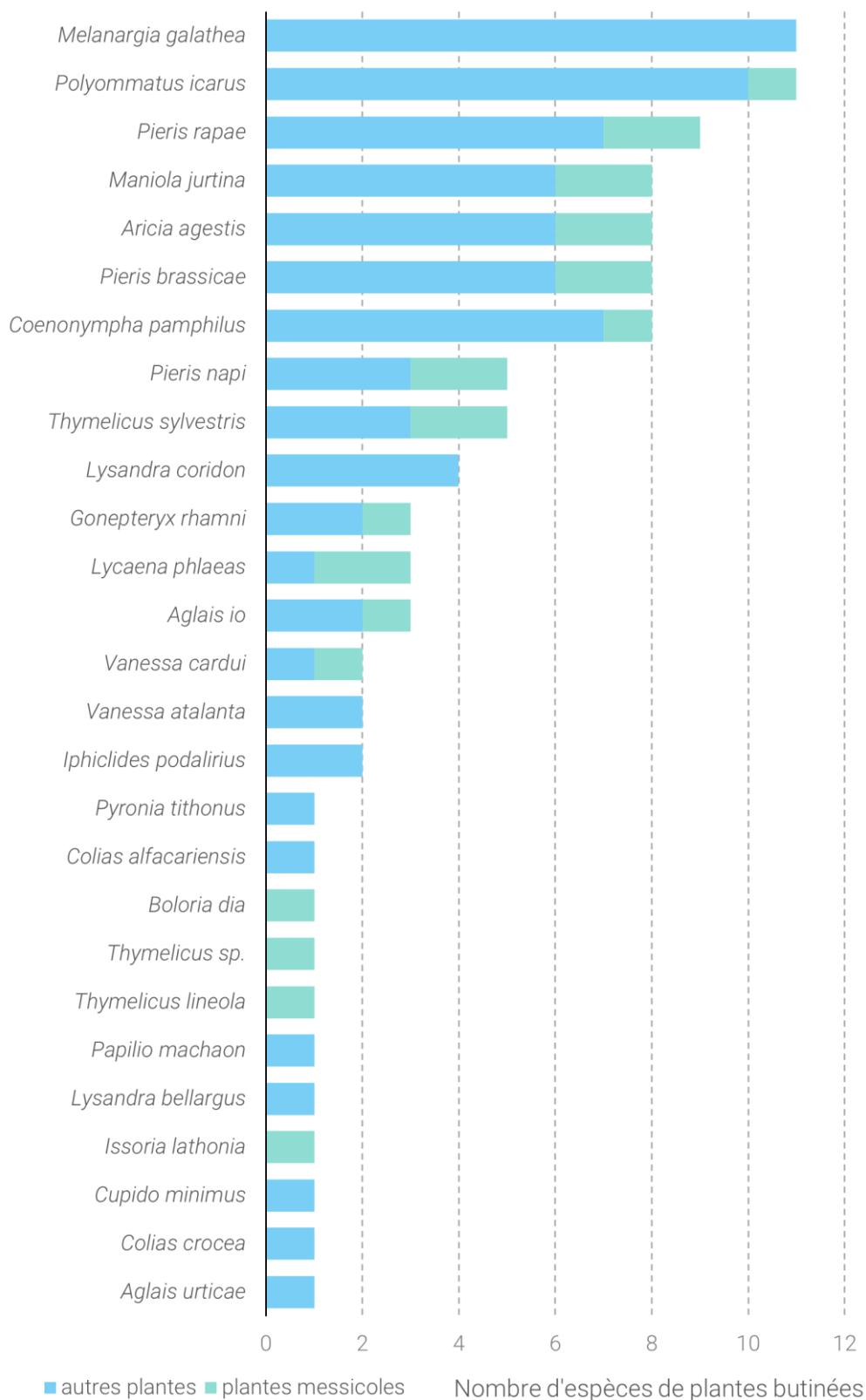


Figure 26 : nombre d'espèces végétales butinées par taxons de rhopalocères durant les deux années de suivi.

La Figure 27 et la Figure 28 présentent le nombre d'observations réalisées par espèces de rhopalocères, avec en rouge la part correspondant à des comportements de pollinisations. Le comportement de butinage représente 36% des observations réalisées lors du suivi. Les autres comportements concernent très majoritairement des individus en déplacement, ou éventuellement posés, mais sans action de butinage.

Les rhopalocères les plus représentés sur les sites étudiés sont le Myrtil *Maniola jurtina*, le Demi-deuil *Melanargia galathea*, le Collier de corail *Aricia agestis*, la Piéride du Chou *Pieris brassicae* et la Piéride de la Rave *Pieris rapae*. Ces cinq espèces totalisent chacune plus de 60 observations et cumulent plus de la moitié (57%) des comportements de butinage observés (Figure 28). Il s'agit d'espèce prairiales ou ubiquistes, relativement communes ou très communes dans le département de l'Eure. Leur rôle dans le processus de pollinisation semble être significatif.

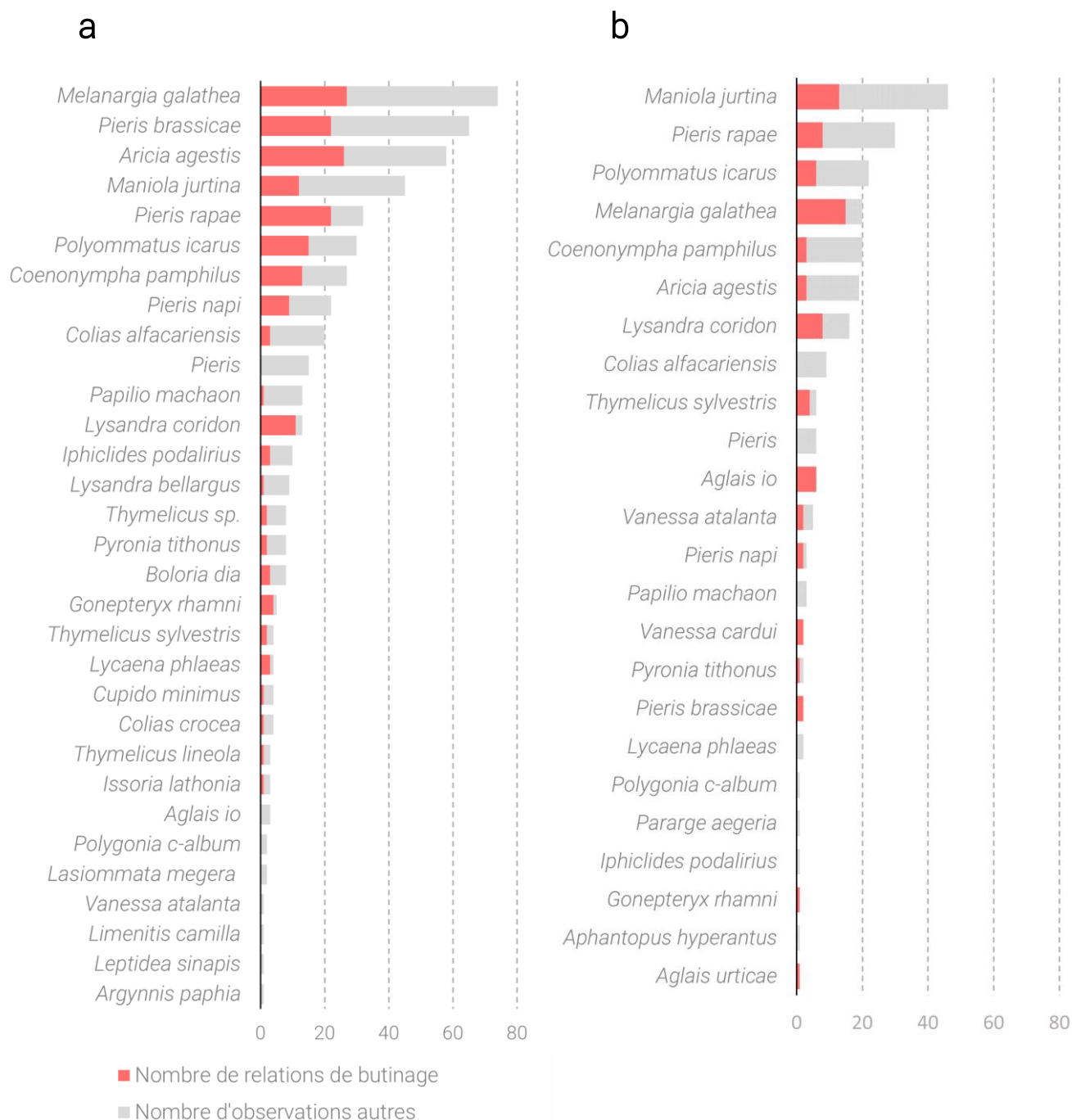


Figure 27 : nombre de relations de butinage et nombre d'interactions plantes pollinisateurs par espèces de rhopalocères a) en 2020 et b) en 2021.

Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

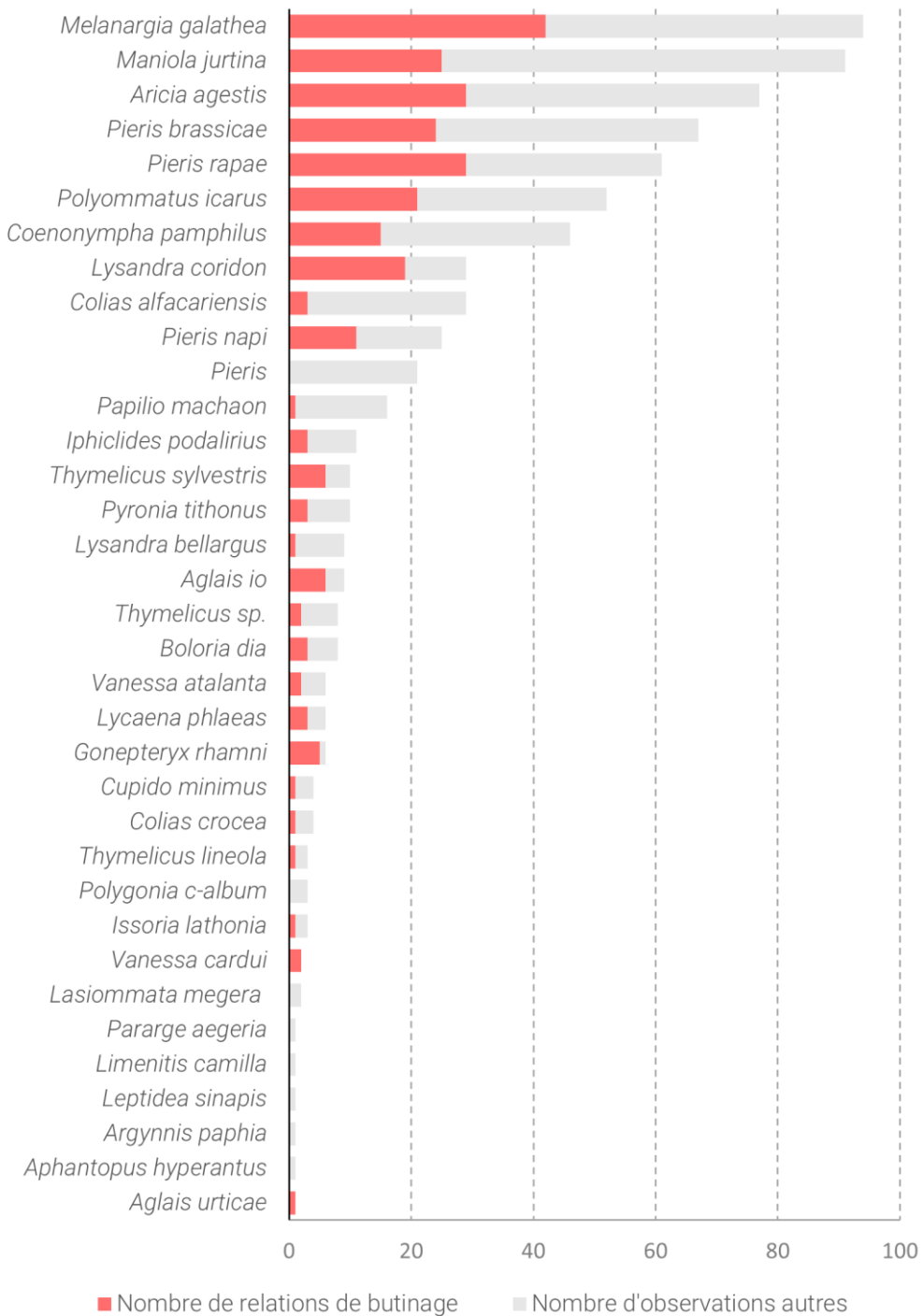
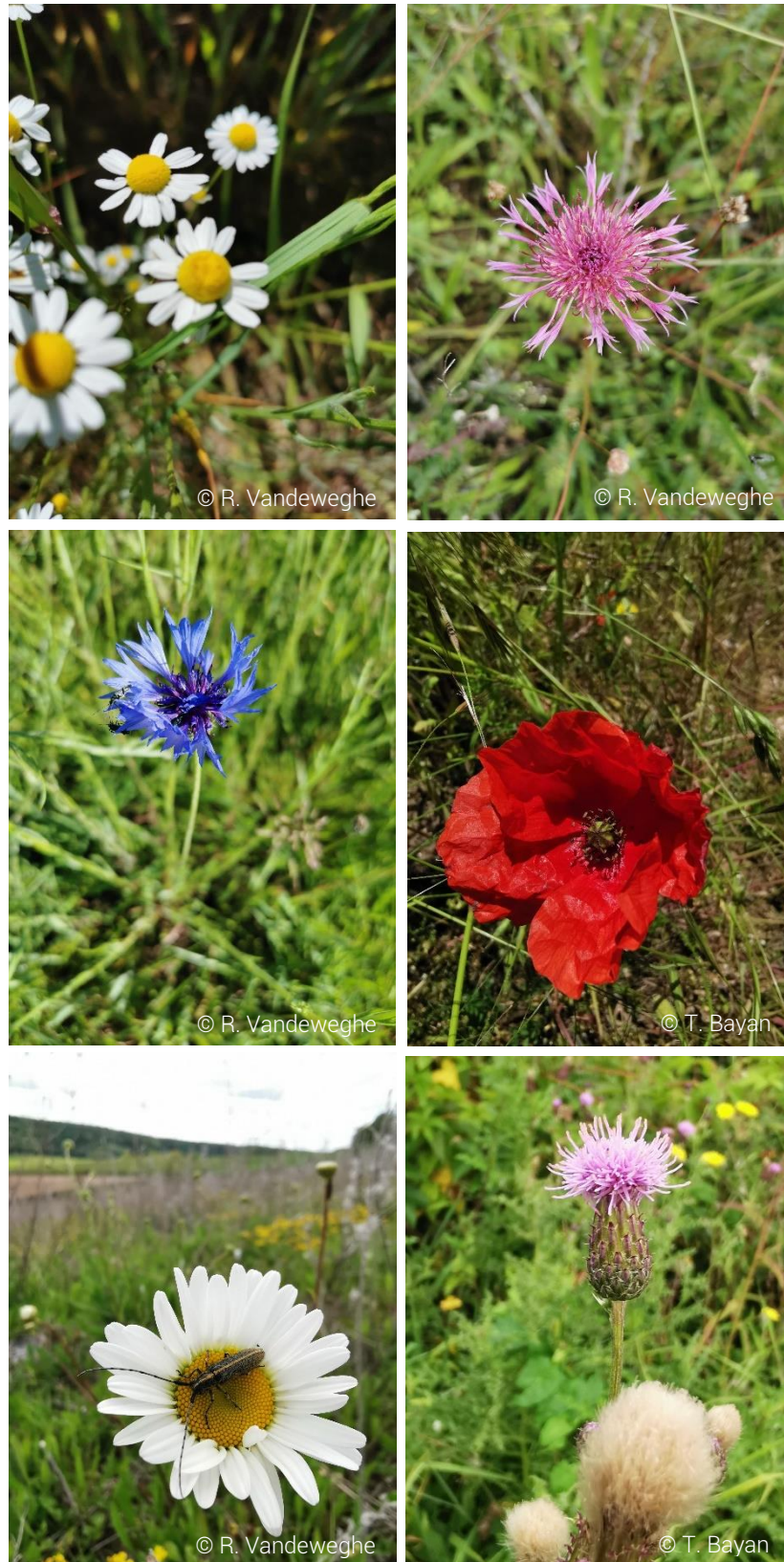
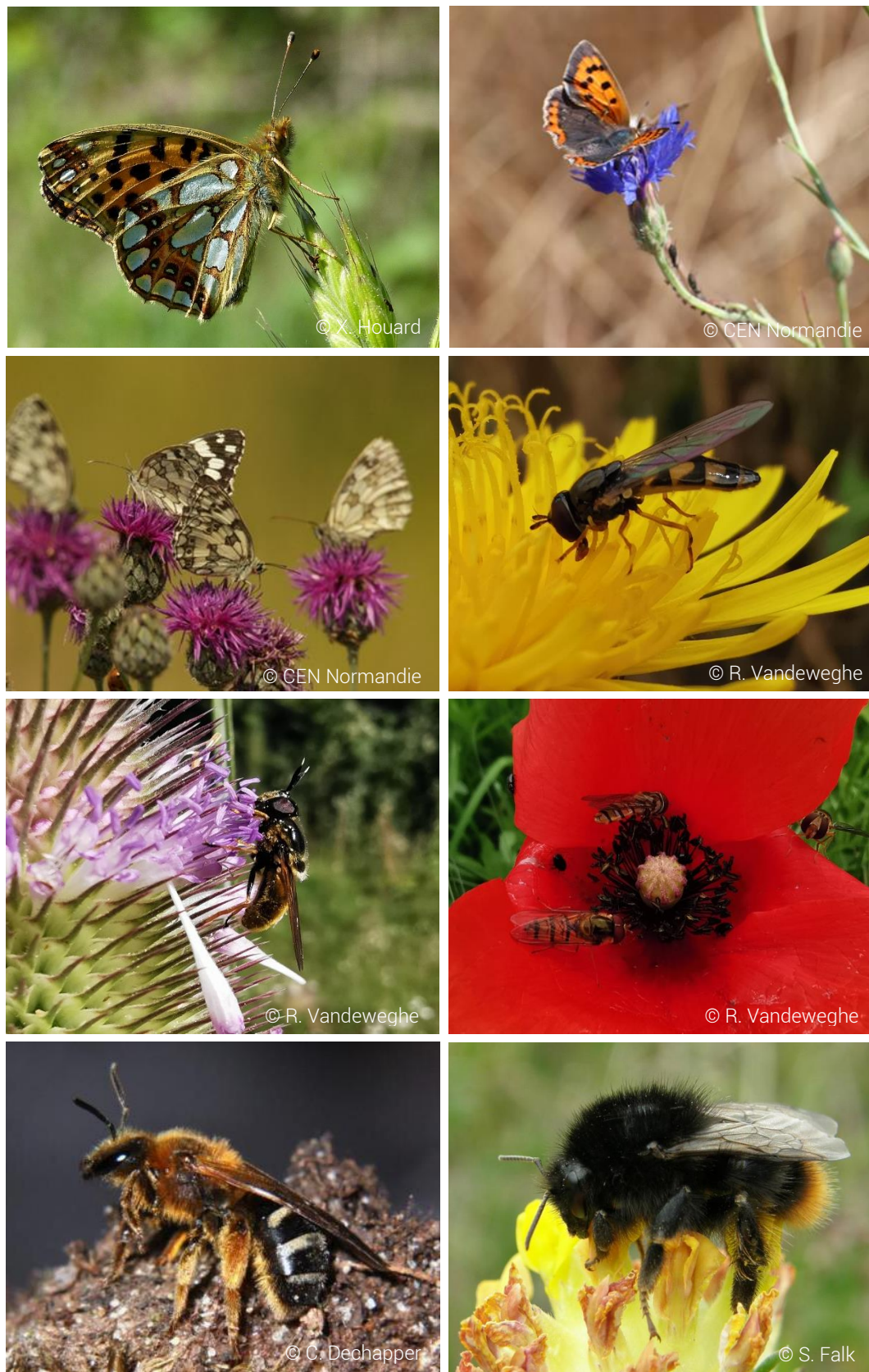


Figure 28 : nombre de relations de butinage et nombre d'interactions plantes pollinisateurs par espèces de rhopalocères durant les deux années de suivi.



**Figure 29** : espèces de plantes les plus butinées sur les parcelles étudiées.  
De haut en bas de gauche à droite : *Anthemis cotula*, *Centaurea scabiosa*, *Cyanus segetum*, *Papaver rhoeas*,  
*Leucanthemum vulgare*, *Cirsium arvense*.



**Figure 30** : espèces de pollinisateurs observés sur les parcelles.  
De haut en bas de gauche à droite : *Issoria lathonia*, *Lycaena phlaeas* sur *Cyanus segetum*, *Melanargia galathea* sur *Centaurea scabiosa*, *Melanostoma mellinum*, *Callicera aurata*, *Sphaerophoria scripta* sur *Papaver rhoeas*, *Lasioglossum xanthopus*, *Bombus ruderarius*.

## C. 2. Résultats du site A (Les Manis, Ormes)

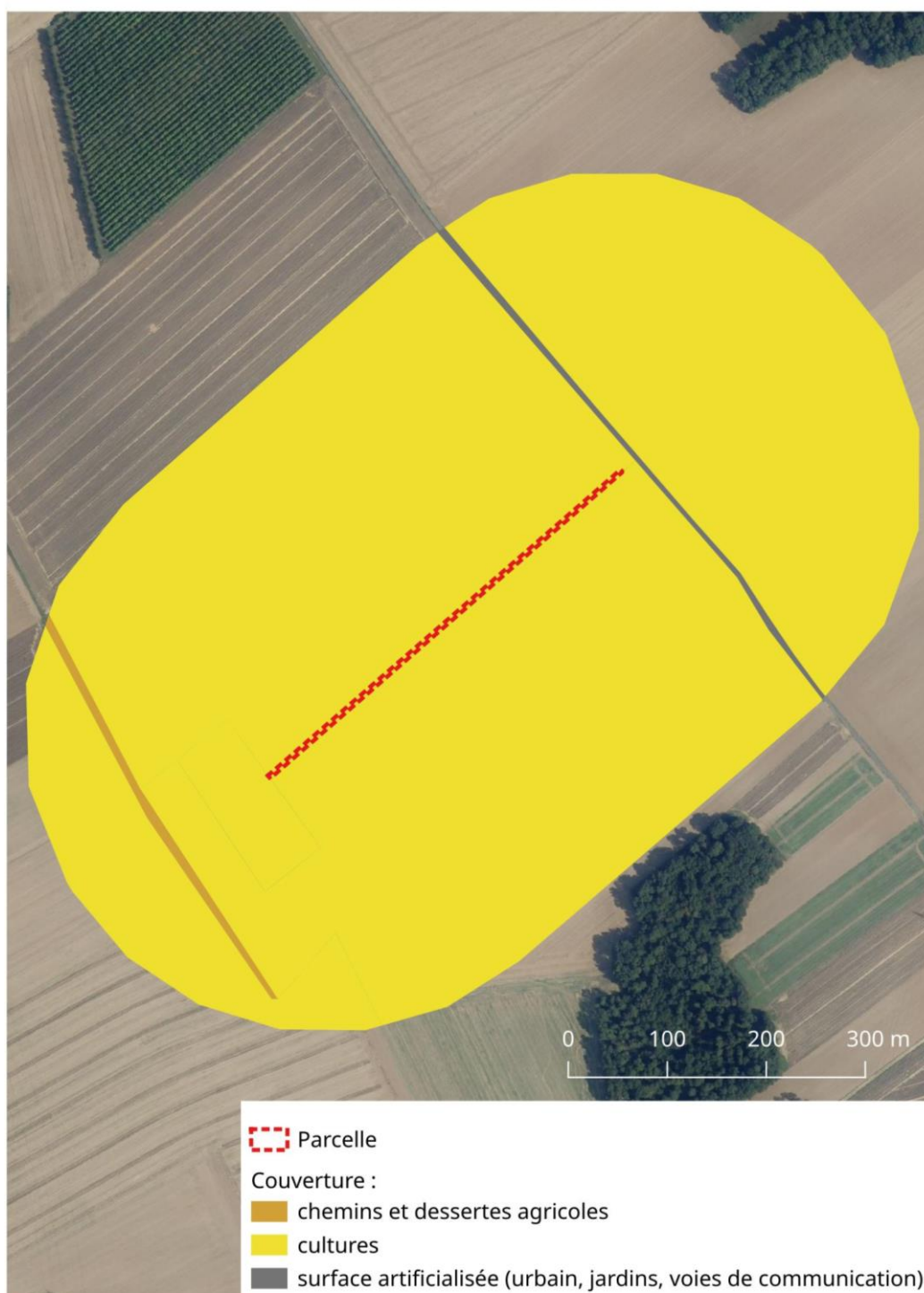
Superficie : 1600 m<sup>2</sup>

Nombre de sections rhopalocères : 3

### Contexte

La parcelle étudiée (Figure 31) est une bande de 10 m de large environ le long d'une haie bocagère plantée récemment en bordure d'un champ de céréales. Les autres parcelles à proximité sont des grandes cultures (céréales, maïs, lin, etc., Figure 32).

### Parcelle A – Ormes



Prod. par Alexia Monsavoit (Opie) le 2022-03-23. Fond OrthoHD de l'IGN.

Figure 31 : structure paysagère de la parcelle A et de ses alentours.



Figure 32 : parcelle A, Ormes, le 7 juillet 2021. © R. Vandeweghe

Les cultures occupent quasiment tous les alentours de la parcelle de Ormes avec plus de 98% de cette surface. Le reste est associé à des chemins et dessertes agricoles ainsi que des surfaces artificialisées, en l'occurrence la route (Tableau 24).

Tableau 24 : surfaces relatives des habitats de la parcelle A et de ses alentours.





		chemins et dessertes agricoles	cultures	surface artificialisée	Surface totale
Occupation des sols	m <sup>2</sup>	3555	523569	3624	530748
	%	0,67	98,65	0,68	100

Remarques lors des prospections de la parcelle :

2020









- 🦋 **19 mai 2020** : la bande enherbée est bien développée, mais ce sont les graminées qui ont pris le dessus, avec un développement important de chardon (*Cirsium arvense*) dans certains secteurs.
- 🐝 **26 mai 2020** : très beau temps, vent nul à modéré, aucun nuage, t°>20°C, soleil. *Agrostema gitago* bien fleuri mais aucun visiteur ! Sont fleuris : *Phacelia tanacetifolium*, *Cyanus segetum*, *Glebionis segetum*, *Matricaria recutita*.
- 🦋 **22 juin 2020** : la bande enherbée a été fauchée sur la majorité de la largeur. Sur la partie non fauchée, il subsiste essentiellement des bleuets, coquelicots, anthemis et nielle...
- 🐝 **26 juin 2020** : ciel nuageux s'éclaircissant de plus en plus, t°>20°C, vent faible à modéré. La moitié de la parcelle a été fauchée (problème de *Cirsium arvense* ayant envahi la parcelle cultivée adjacente puis ayant gagné la parcelle de messicoles). Sont fleuris : *Anthemis cotula*,

*C. segetum*, *G. segetum*, *T. arvensis*, quelques *P. rhoeas*, quelques *A. githago*, quelques *Cirsium arvense*. *A. mellifera* et *B. « terrestris »* sont nombreux à butiner *Cyanus segetum*.

-  **17 juillet 2020** : couverture nuageuse de 60%, soleil,  $t^{\circ} > 20^{\circ}\text{C}$ , vent faible. Sont fleuris : *Anthemis cotula*, *Calendula arvensis*, *Cirsium arvense*, *G. segetum*, *Hypericum perforatum*. Andrènes nombreuses sur *G. segetum* qui est abondamment fleuri. Très peu de bourdons et autres insectes. L'Avoine cultivée (*Avena sativa*) est très dominante sur la moitié qui n'a pas été fauchée.
-  **20 juillet 2020** : ras, peu de fleurs résistent au manque d'eau, on note toutefois la présence de chrysanthèmes des moissons sur la partie fauchée.
-  **18 août 2020** : il semblerait que la bande enherbée serve de chemin pour les engins agricole, ce qui induit une surface tassée, peu propice au développement des plantes messicoles.
-  **20 août 2020** : couvert nuageux de 100% au début,  $t^{\circ} = 20^{\circ}\text{C}$ , il a plu un peu auparavant mais la végétation est peu mouillée. Un moment de soleil avec couvert nuageux de 80% et  $t^{\circ} > 20^{\circ}\text{C}$ . Vent faible à modéré. Sont fleuris : *C. arvense*, *Conyza canadensis* (1 pied), *C. segetum* (quelques pieds), *G. segetum*, *Lactuca serriola* (abondant), *Sonchus oleraceus*, *T. inodorum*, *Viola arvensis*. Très nombreuses entrées de terriers de micromammifères bien visibles sur la moitié fauchée.

## 2021

---

-  **18 mai 2021** : parcelle semée récemment. Pas de végétation
-  **1<sup>er</sup> juin 2021** : temps ensoleillé, vent faible, couverture nuageuse  $< 5\%$  et  $t^{\circ} > 19^{\circ}\text{C}$ . Aucune d'inflorescence observée car la parcelle a été retournée récemment. Un maximum de temps a été alloué à la recherche complémentaire sur la bande enherbée longeant la haie plantée.
-  **14 juin 2021** : végétation encore peu développée, très peu de fleurs. Juste à côté : parcelle de lin en fleurs.
-  **7 juillet 2021** : beau temps, vent faible, couverture nuageuse d'environ 50% et  $t^{\circ} > 20^{\circ}\text{C}$ . Reprise de la végétation sur la parcelle, avec des floraisons dominées par *Fumaria sp.*, *Papaver rhoeas* et *Glebionis segetum*.
-  **19 juillet 2021** : végétation bien développée /haute, beaucoup de fleurs.
-  **19 juillet 2021** : temps ensoleillé, vent faible, couverture nuageuse très faible ( $< 5\%$ ),  $t^{\circ} > 20^{\circ}\text{C}$ . Floraison dominée par *Glebionis segetum*, *Cyaneus segetum* et *Papaver rhoeas*. Une strate de poacées de grande taille est en développement. Lors de la réalisation du protocole, *Apis mellifera* a été observée en grande quantité.
-  **11 août 2021** : végétation bien développée /haute, beaucoup de fleurs, parcelle fauchée à côté.
-  **31 août 2021** : temps nuageux (couverture nuageuse = 100%), vent moyen à fort et  $t^{\circ} \approx 18^{\circ}\text{C}$ . Pendant la recherche complémentaire, des éclaircies ont permis de remonter les températures autour de  $22^{\circ}\text{C}$ . Sur la parcelle d'étude la floraison est dominée par *Glebionis segetum*, *Cyaneus segetum* et *Crepis setosa*.

**17 espèces d'abeilles, 14 espèces de syrphes et 7 espèces de rhopalocères ont été observées butinant sur la parcelle d'Ormes** (Tableau 25). C'est la parcelle comptabilisant le moins d'espèces d'abeilles, des rhopalocères et d'espèces butineuses au total de toutes les parcelles étudiées (Tableau 17). Néanmoins c'est l'un des sites où le plus d'espèces de syrphes a été observé (Figure 11) et l'ensemble de ces espèces ont été observées en butinage sur la parcelle (Tableau 18). Le cortège d'espèces d'abeilles butineuses est principalement composé



d'espèces communes sur le territoire mais le **Lasioglosse à pattes jaunes** *Lasioglossum xanthopus* a été observée en 2020 en butinage sur la parcelle (Tableau 25). Aucune espèce coucou n'a été observée.

**Tableau 25** : espèces butineuses sur la parcelle A.

○ : observée en 2020 ; ◐ : observée en 2021 ; ● : observée les 2 années.

Abeilles	Syrphes	Rhopalocères
<i>Andrena flavipes</i> ●	<i>Cheilosia cf. laticornis</i> ◐	<i>Aglais io</i> ●
<i>Andrena minutula</i> ◐	<i>Episyrphus balteatus</i> ●	<b><i>Issoria lathonia</i></b> ●
<i>Apis mellifera</i> ●	<i>Eristalis arbustorum</i> ◐	<i>Pieris brassicae</i> ◐
<i>Bombus lapidarius</i> ●	<i>Eristalis nemorum</i> ◐	<i>Pieris napi</i> ●
<i>Bombus pascuorum</i> ◐	<i>Eristalis tenax</i> ●	<i>Pieris rapae</i> ●
<i>Bombus Psithyrus</i> ◐	<i>Eupeodes corollae</i> ●	<i>Vanessa atalanta</i> ●
<i>Bombus terrestris</i> ●	<i>Eupeodes luniger</i> ◐	<i>Vanessa cardui</i> ●
<i>Ceratina cyanea</i> ◐	<i>Helophilus trivittatus</i> ●	
<i>Colletes daviesanus</i> ◐	<i>Melanostoma mellinum</i> ◐	
<i>Halictus scabiosae</i> ◐	<i>Merodon equestris</i> ●	
<i>Hylaeus communis</i> ◐	<i>Pipizella sp.</i> ◐	
<i>Lasioglossum calceatum</i> ◐	<i>Sphaerophoria scripta</i> ●	
<i>Lasioglossum morio</i> ◐	<i>Syritta pipiens</i> ◐	
<i>Lasioglossum pauxillum</i> ◐	<i>Syrphus ribesii</i> ◐	
<i>Lasioglossum subhirtum</i> ◐		
<b><i>Lasioglossum xanthopus</i></b> ◐		
<i>Seladonia tumulorum</i> ◐		

Un hyménoptère sphéciforme du genre *Ammophila* a été observée butinant *Cirsium arvense* en 2020.

Par ailleurs, certaines espèces d'abeilles et de syrphes (aucune de rhopalocère) ont été observées sans aucune relation de butinage sur les parcelles durant le suivi abeilles-syrphes :

- abeilles : *Hylaeus variegatus* et *Lasioglossum morio* en 2020 et *Lasioglossum albipes* en 2021 ;
- syrphes : *Melanostoma mellinum* en 2020 ;

17 espèces de rhopalocères ont été observées sur la parcelle de Ormes (Tableau 26).

**Tableau 26** : espèces de rhopalocères observées sur la parcelle A.

Noms scientifiques	Noms Français	Effectifs	
		2020	2021
<i>Aphantopus hyperantus</i>	Le Tristan		1
<i>Aricia agestis</i>	Le Collier de corail	8	2
<i>Boloria dia</i>	La Petite Violette	7	
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Le Fadet	2	3
<i>Lycaena phlaeas</i>	Le Cuivré commun		1
<i>Maniola jurtina</i>	Le Myrtil	3	10
<i>Melanargia galathea</i>	Le Demi-deuil	1	1
<i>Papilio machaon</i>	Le Machaon		2
<i>Pieris sp.</i>		1	
<i>Pieris brassicae</i>	La Piéride du Chou	1	

Noms scientifiques	Noms Français	Effectifs	
		2020	2021
<i>Pieris napi</i>	La Piéride du Navet	1	2
<i>Pieris rapae</i>	La Piéride de la Rave	5	7
<i>Polygonia c-album</i>	Le Robert-le-Diable		1
<i>Polyommatus icarus</i>	L'Argus bleu commun	3	2
<i>Pyronia tithonus</i>	L'Amaryllis	2	2
<i>Thymelicus lineola</i>	L'Hespérie du Dactyle	1	
<i>Thymelicus sp.</i>		6	
<i>Thymelicus sylvestris</i>	L'Hespérie de la Houlque	3	
<i>Vanessa atalanta</i>	Le Vulcain	1	1

On observe une disparité dans les cortèges d'insectes butineurs entre 2020 et 2021. Une grande partie des interactions de butinage a été réalisée par les syrphes en 2020. A l'inverse, ce sont les abeilles qui ont été le plus observées en butinage en 2021. Ceci pourrait être dû aux variations météorologiques interannuelles (cf. § C. 1. 5).

Sur l'ensemble de l'étude, les abeilles restent le groupe le plus important en termes de nombre d'interactions sur la parcelle d'Ormes. Les rhopalocères ont été observés en butinage seulement en août durant les deux années de suivi ainsi qu'en juillet en 2022.

Le mois de mai 2021 ne présente aucune interaction (Figure 33) puisqu'il n'y avait aucune ressource florale de disponible, la parcelle ayant été récemment retournée.

**Quinze espèces végétales ont été butinées sur la période 2020-2021 (onze chaque année) dont sept espèces de messicoles (six en 2020 et cinq en 2021), ce qui constitue les meilleurs scores en ce qui concerne les messicoles mais aussi les plus bas scores pour la flore dans son ensemble (**

Tableau 23). Cela traduit un contexte dans lequel la flore adventice spontanée s'exprime difficilement et où la flore messicole semée joue un rôle très important pour l'entomofaune butineuse.

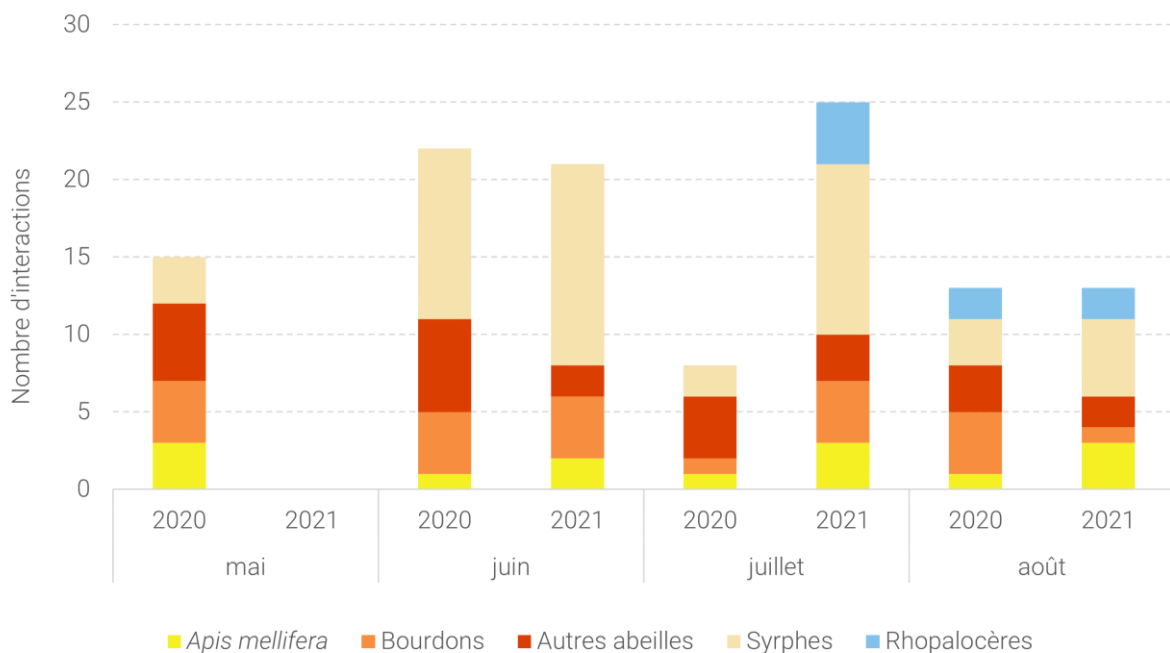


Figure 33 : nombre de relations plantes-pollinisateurs observées sur la parcelle A.

Sur les deux années de suivi, on constate en effet que *Cyanus segetum* et *Glebionis segetum* sont les deux espèces de plantes ayant été les plus butinées par l'ensemble des pollinisateurs étudiées sur la parcelle A (Figure 34 et Figure 38). *G. segetum* a été butinée par 17 espèces de pollinisateurs, 12 espèces pour *C. segetum*, soit nettement au-dessus du nombre moyen d'espèces butineuses par plante (vulnérabilité = 9.10, cf. Annexe 3). Ces deux messicoles présentent un fort enjeu pour les espèces les plus communes au sein des cortèges de pollinisateurs : *Sphaerophoria scripta* a été observée ici durant 6 sessions sur 8 butinant *G. segetum*, *C. segetum* présente un fort enjeu pour *Apis mellifera* (7 interactions) et *Bombus lapidarius* (6 interactions, Figure 36). Ces espèces d'insectes pollinisateurs sont généralistes et représentent le cœur du réseau (cf. § A. 7. 1).

Le Cirse des champs, *Cirsium arvense*, espèce non messicole, présente aussi un fort enjeu dans le réseau d'interaction (Figure 34) avec 13 interactions (Figure 36) mais il ne semble pas constituer une ressource spécifique pour une espèce de pollinisateur (Figure 38). Cette plante est par ailleurs préférentiellement butinée par le groupe des rhopalocères (Figure 41).

La température d'emboîtement du réseau des deux années cumulées ( $T^* = 14,68$ ) est faible : la majorité des interactions est centralisée autour de *C. segetum* et de *G. segetum*. Ces deux espèces présenteraient donc ici un fort enjeu pour les insectes pollinisateurs.

Une forte hétérogénéité interannuelle s'observe dans la composition des cortèges d'insectes butineurs (Tableau 33) :

- ✓ seulement 4 espèces d'abeilles sont recensées comme butineurs les deux années (24% du total), 9 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (69% des espèces recensées cette année-là) et 4 en 2021 uniquement (50%) ;
- ✓ seulement 6 espèces de syrphes sont recensées comme butineurs les deux années (43% du total), 3 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (33% des espèces recensées cette année-là) et 5 en 2021 uniquement (45%) ;
- ✓ aucune espèce de papillons n'est recensée comme butineur les deux années (0% du total), 2 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (29% des espèces recensées cette année-là) et 5 en 2021 uniquement (71%).

Le fort contraste météorologique interannuel explique sans doute en partie cette différence entre les réseaux de 2020 et 2021.

Les réseaux de la parcelle A sont ceux qui présentent les pentes d'extinction des insectes les plus fortes (3,09 pour les deux années cumulées, 2.75 pour 2020 et 3.51 pour 2021 ; Annexe 3) : **les insectes y sont donc *a priori* plus sensibles à la perte d'une espèce végétale que sur les autres parcelles, en particulier la perte d'une messicole.**

Le réseau d'interactions obtenu permet de mettre en exergue certaines interactions spécifiques. C'est d'une part le cas pour *Viola arvensis* et du Petit Nacré *Issoria lathonia* qui forme un sous-ensemble isolé (Figure 36)<sup>3</sup>. Au-delà de la relation de butinage, *Viola arvensis* est ici vraisemblablement la plante hôte de la chenille d'*Issoria lathonia*. **Il y a donc un fort enjeu de conservation de cette plante pour les populations d'*Issoria lathonia*.** Nous considérons ainsi cette espèce comme présentant une forte patrimonialité (cf. § C. 1. 1). D'autre part, *Lasioglossum xanthopus* (polylectique) a été observé butinant uniquement *Cyanus segetum*.

Les réseaux de 2020 et 2021 s'organisent comme le réseau cumulé des deux années avec *Cyanus segetum*, *Glebionis segetum* et *Cirsium arvense* jouant un rôle majeur dans le réseau (Figure 35a et b, Figure 37a et b, Figure 39a et b).

<sup>3</sup> Une fiche descriptive est présente en **Annexe 4** afin de pouvoir interpréter les différentes représentations des réseaux d'interactions.

Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

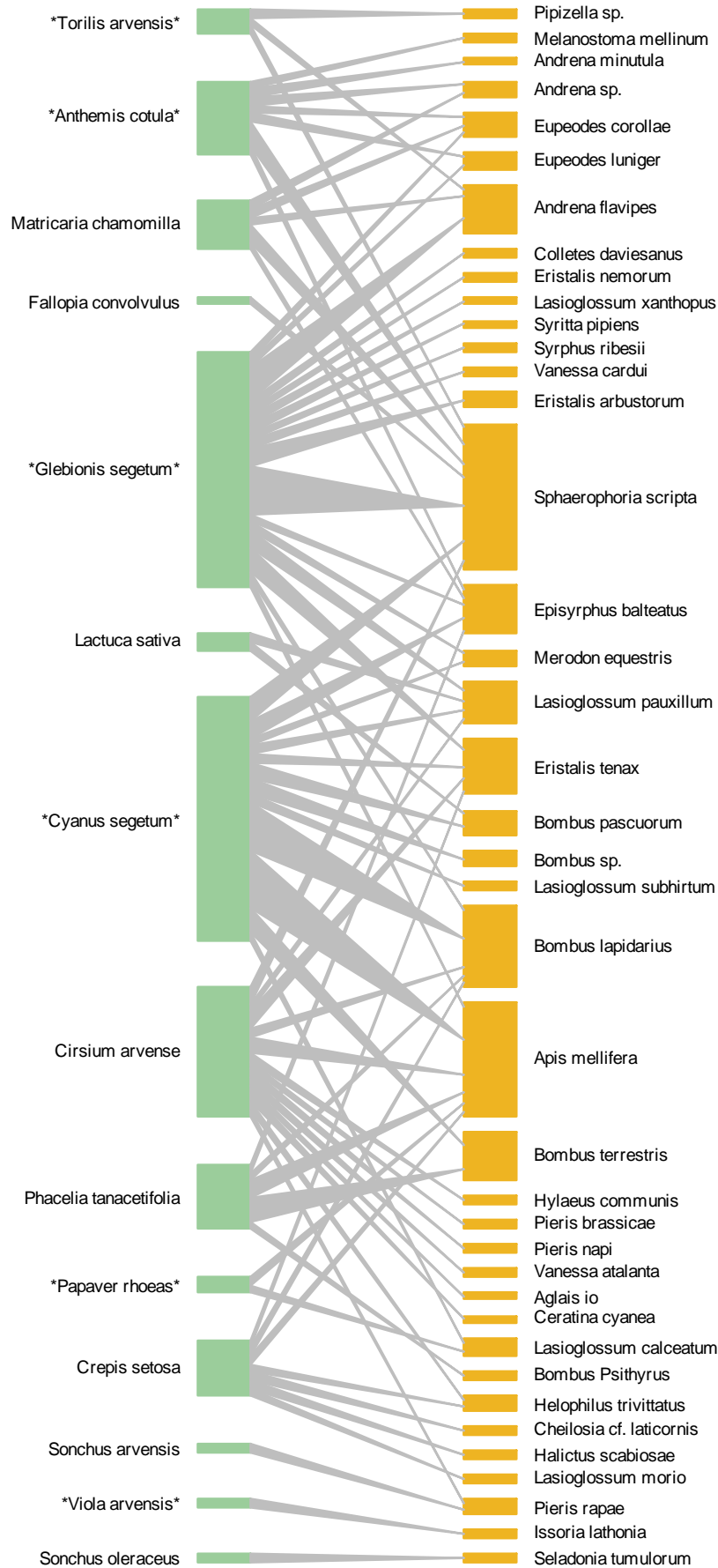


Figure 34 : diagramme du réseau de butinage sur la parcelle A sur les deux années de suivi.

Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

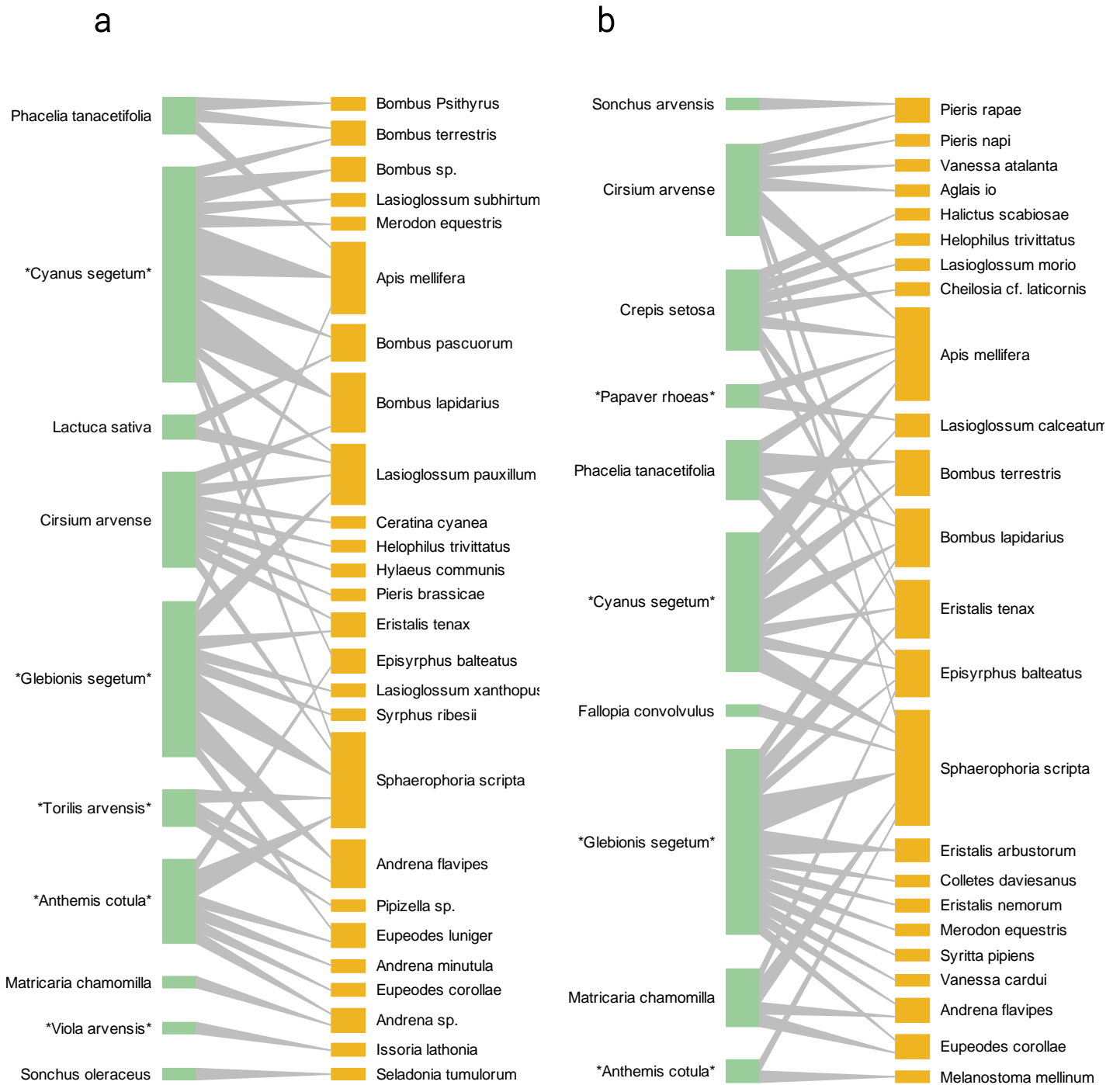


Figure 35 : diagramme du réseau de butinage sur la parcelle A a) en 2020 et b) en 2021.





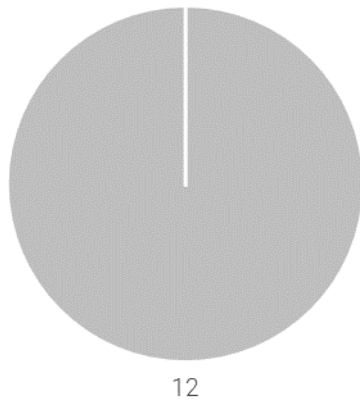






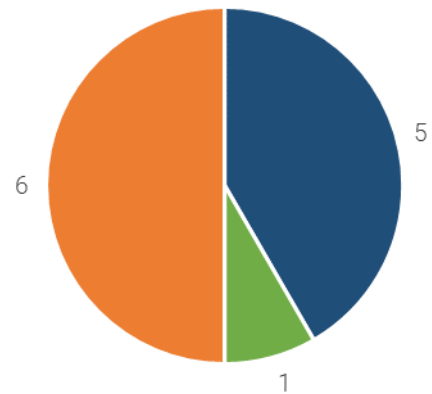
Le caractère très agricole de l'environnement de la parcelle de messicoles se traduit très nettement dans la communauté des syrphes butineurs (Figure 40). En plus du noyau ubiquiste de **syrphes** (cf. § C. 1. 3), trois espèces observées butineuses ont des larves aphidiphages sur un large spectre de plantes basses dont certaines cultivées : *Eupeodes corollae*, *Eupeodes luniger* et *Syrphus ribesii*. L'adulte de *Eristalis nemorum* est souvent rencontré dans les boisements (assez présents dans un rayon de 500 m de la parcelle), sa larve est microphage. Enfin, *Merodon equestris*, qui a une morphologie proche de celle des bourdons, a une écologie larvaire phytophage, se nourrissant des bulbes de Narcisses et de Jonquilles.

Association espèce - habitat



■ Ubiquiste

Régime trophique des larves



■ Microphage ■ Phytophage ■ Prédatrice aphidiphage

Figure 40 : écologie des syrphes observés sur la parcelle A.

10 interactions plante-rhopalocère ont été observées sur le site d'Ormes. Ces interactions concernent quatre espèces de plantes. L'une d'entre-elle, le **Chardon des champs** (*Cirsium arvense*), semble préférentiellement utilisée (Figure 41).

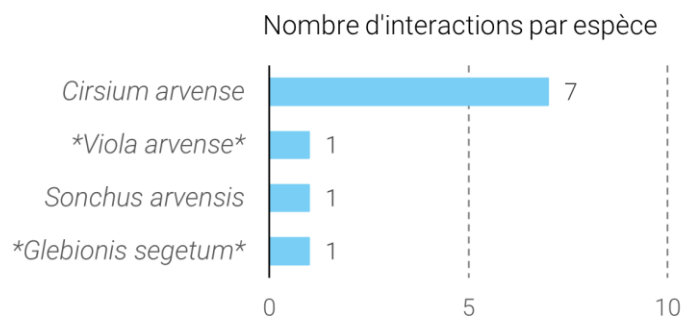


Figure 41 : nombre d'interactions par espèce de rhopalocères sur la parcelle A.

Douze espèces d'abeilles, neuf de syrphes et une de papillon ont été observées au sein du périmètre de 300 m autour de la parcelle (Tableau 27) ; aucune de ces espèces n'est remarquable.

**Tableau 27** : espèces observées dans les alentours de la parcelle A.  
 ○ : observée en 2020 ; ◐ : observée en 2021 ; ● : observée les 2 années.

Abeilles	Syrphes	Rhopalocères
<i>Andrena flavipes</i> ●	<i>Episyrphus balteatus</i> ◐	<i>Papilio machaon</i> ○
<i>Apis mellifera</i> ●	<i>Eristalis arbustorum</i> ◐	
<i>Bombus hortorum hortorum</i> ◐	<i>Eristalis tenax</i> ●	
<i>Bombus lapidarius</i> ●	<i>Eumerus sp.</i> ◐	
<i>Bombus lucorum</i> ◐	<i>Eupeodes corollae</i> ●	
<i>Bombus pascuorum</i> ◐	<i>Helophilus trivittatus</i> ◐	
<i>Bombus terrestris</i> ●	<i>Melanostoma mellinum</i> ◐	
<i>Bombus vestalis</i> ◐	<i>Sphaerophoria scripta</i> ●	
<i>Halictus scabiosae</i> ●	<i>Syritta pipiens</i> ◐	
<i>Lasioglossum leucozonium</i> ◐		
<i>Lasioglossum villosulum</i> ◐		
<i>Seladonia subaurata</i> ◐		

### C. 3. Résultats du site B (Rue du Bois Benoît, Ferrières-Haut-Clocher)

Superficie : 4500 m<sup>2</sup>

Nombre de sections rhopalocères : 5

#### Contexte

La parcelle (Figure 42) est située en milieu agricole, et est entourée d'habitations, de cultures de céréales, de prairies pâturées et de boisements (Figure 43).

#### Parcelle B – Ferrières-Haut-Clocher



Prod. par Alexia Monsavoit (Opie) le 2022-03-23. Fond OrthoHD de l'IGN.

Figure 42 : structure paysagère de la parcelle B et de ses alentours.



Figure 43 : parcelle B, Ferrières-Haut-Clocher, le 17 août 2021. © R. Vandeweghe

L'occupation du sol met en exergue les cultures qui sont majoritaires (près de 40%) au sein du buffer de 300 m autour de la parcelle. Néanmoins le contexte reste nettement diversifié puisque les boisements représentent plus d'un quart de la surface totale, les prairies pâturées et les surfaces artificialisées occupant chacune plus d'un sixième (Tableau 28).






Tableau 28 : surfaces relatives des habitats de la parcelle B et de ses alentours.

		boisement	chemins et dessertes agricoles	cultures	eau stagnante	prairie	surface artificialisée	verger	Surface totale
Occupation des sols	m <sup>2</sup>	104736	4413	147980	518	60765	57141	4411	379964
	%	27,56	1,16	38,95	0,14	15,99	15,04	1,16	100

Remarques lors des prospections de la parcelle :









**2020**

- 🦋 **19 mai 2020** : la majorité de la parcelle a été fauchée, par conséquent le protocole a été mis en œuvre sur la zone restante (environ 4500 m<sup>2</sup>). La végétation présente essentiellement composées de graminées (brome) et les semis ont tout juste commencé à fleurir (coquelicots, bleuets...).
- 🐝 **26 mai 2020** : très beau temps, vent nul à faible, aucun nuage, t°>20°C, soleil. *Episyrphus balteatus* nombreux sur *Papaver rhoeas*. *Halictus scabiosae* et *Bombus* « *terrestris* » nombreux. Belles floraisons de *Cyanus segetum*, *Papaver rhoeas*, quelques fleurs d'*Agrostema gitago*, *Glebionis segetum*, *Geranium dissectum*, *Lapsana communis*, *Matricaria recutita*.
- 🦋 **22 juin 2020** : les fleurs se développent et sont assez variées : Phacélie, nielle, coquelicots, silène...

-  **26 juin 2020** : soleil, 30% de couverture nuageuse,  $t^{\circ} > 25^{\circ}\text{C}$ , vent faible à modéré. Sont fleuris : *C. cyanus*, *P. rhoeas*, *Tripleurospermum inodorum*, *G. segetum* (très peu), *Crepis setosa*. Faible densité d'*A. mellifera*, très peu de bourdons.
-  **17 juillet 2020** : couverture nuageuse de 100%, vent nul à faible,  $t^{\circ} > 18^{\circ}\text{C}$  puis grand soleil avec couvert nuageux de 50% et  $t^{\circ} > 21^{\circ}\text{C}$ . Sont fleuris : *A. githago* (très peu), *Cirsium arvense*, *Crepis setosa*, *C. segetum*, *Jacobaea v. vulgaris*, *Lactuca serriola*, *Linaria vulgaris*, *P. rhoeas*, *Silene latifolia alba*, *T. inodorum*. Parcelle assez bien fleurie malgré la dominance des graminées. *Bombus lapidarius* et mâles de *Bombus* « *terrestris* » nombreux.
-  **20 juillet 2020** : les fleurs des messicoles commencent à décliner il reste essentiellement des coquelicots et des bleuets. À noter la présence d'autres fleurs de chardon des champs, laitue...
-  **18 août 2020** : la végétation est desséchée il ne reste que de rare fleurs (...) qui limitent les possibilités de pollinisation. Le propriétaire a réalisé des semis sur la parcelle et projette de travailler le sol pendant l'hiver 2020/21.
-  **20 août 2020** : couvert nuageux de 60%, soleil, vent nul à modéré,  $t^{\circ} > 20^{\circ}\text{C}$ . Sont fleuris : *C. segetum*, *Linaria vulgaris*, *T. inodorum*. Très peu d'activité entomologique.

## 2021

---

-  **18 mai 2021** : parcelle semée récemment. Peu de végétation et de fleurs (*Silene latifolia* essentiellement).
-  **21 mai 2021** : temps ensoleillé, recouvrement nuageux  $\approx 40\%$ , vent moyen à fort et  $t^{\circ} \approx 15-16^{\circ}\text{C}$ . Parcelle retournée, pas d'inflorescences sur le milieu de la parcelle. On retrouve uniquement quelques adventices sur les contours de la parcelle (*Hypochaeris radicata*, *Taraxacum sp.*). La parcelle attenante est fleurie et attire les pollinisateurs.
-  **14 juin 2021** : la végétation est encore peu développée (20 cm environ), peu de fleurs, essentiellement *Silene latifolia*.
-  **23 juin 2021** : temps nuageux, couverture nuageuse quasi-totale, vent moyen et  $t^{\circ} \approx 16^{\circ}\text{C}$ . Floraison de la parcelle caractérisée par *Silene latifolia alba*, *Fumaria sp.* et *Calendula arvensis*. Peu d'interactions notées sur les abeilles mais les communautés de syrphes sont très actives.
-  **19 juillet 2021** : végétation bien développée, beaucoup de fleurs et d'espèces.
-  **19 juillet 2021** : temps ensoleillé, couverture nuageuse  $< 10\%$ , vent faible et  $t^{\circ} \approx 25^{\circ}\text{C}$ . Floraison très variée (*Papaver rhoeas*, *Cirsium arvense*, *Senecio vulgaris*, *Cyaneus segetum* et *Anthemis cotula*). La prairie attenante et les bords de route ont été fauchés ce que fait que notre site joue le rôle de zone refuge pour les pollinisateurs.
-  **11 août 2021** : végétation bien développée, beaucoup de fleurs et d'espèces.
-  **17 août 2021** : nombreuses éclaircies, couverture nuageuse  $\approx 60\%$ , vent faible à modéré et  $t^{\circ} \approx 20^{\circ}\text{C}$ . Floraison dominée par *Agrostemma githago*, *Cyaneus segetum*, *Linaria vulgaris* et *Cirsium arvense*. Grosse activité des pollinisateurs et notamment des communautés de syrphes.

**18 espèces d'abeilles, 14 espèces de syrphes et 9 espèces de rhopalocères ont été observées butinant sur la parcelle de Ferrières-Haut-Clocher (Tableau 29)** : cette dernière est donc un peu moins pauvre en espèces butineuses que la parcelle d'Ormes qui concentre les plus bas scores (Tableau 17, Tableau 18) ; néanmoins, nettement plus d'espèces de papillons (17) y ont été observées (Figure 11). Le cortège d'espèces d'abeilles butineuses est principalement composé d'espèces communes sur le territoire. Deux espèces d'abeilles coucous ont été recensées.

*Stelis breviscula* est connue comme parasitant les nids d'*Heriades truncorum*, (butineur sur la parcelle), ce qui atteste du bon état de la population hôte. *Nomada panurgina*, espèce d'affinité méridionale est rare dans la moitié nord de la France (cf. § C. 1. 1). Son seul hôte connu, *Panurgus dentipes*, n'a pas été trouvé sur la parcelle (Tableau 29), ni dans ses alentours (Tableau 31). Les cortèges de syrphes et de papillons butineurs sont aussi essentiellement composés d'espèces communes.

**Tableau 29** : espèces butineuses de la parcelle B.

○ : observée en 2020 ; ◐ : observée en 2021 ; ● : observée les 2 années.

Abeilles	Syrphes	Rhopalocères
<i>Andrena flavipes</i> ●	<i>Chrysotoxum bicinctum</i> ○	<i>Aricia agestis</i> ●
<i>Apis mellifera</i> ●	<i>Episyrphus balteatus</i> ●	<i>Boloria dia</i> ○
<i>Bombus lapidarius</i> ●	<i>Eristalis arbustorum</i> ○	<i>Coenonympha pamphilus</i> ○
<i>Bombus pascuorum</i> ○	<i>Eristalis horticola</i> ○	<i>Maniola jurtina</i> ○
<i>Bombus terrestris</i> ●	<i>Eristalis tenax</i> ○	<i>Pieris napi</i> ●
<i>Halictus maculatus</i> ○	<i>Eupeodes corollae</i> ●	<i>Pieris rapae</i> ●
<i>Halictus scabiosae</i> ○	<i>Helophilus pendulus</i> ○	<i>Polyommatus icarus</i> ●
<i>Heriades truncorum</i> ○	<i>Helophilus trivittatus</i> ○	<i>Pyronia tithonus</i> ●
<i>Hylaeus communis</i> ○	<i>Melanostoma mellinum</i> ○	<i>Thymelicus sylvestris</i> ○
<i>Hylaeus variegatus</i> ○	<i>Neoascia podagrica</i> ○	
<i>Lasioglossum lativentre</i> ○	<i>Pipizella viduata</i> ○	
<i>Lasioglossum leucozonium</i> ○	<i>Sphaerophoria scripta</i> ○	
<i>Lasioglossum parvulum</i> ○	<i>Syritta pipiens</i> ●	
<i>Lasioglossum pauxillum</i> ○	<i>Syrphus vitripennis</i> ○	
<i>Lasioglossum villosulum</i> ○		
<b><i>Nomada panurgina</i></b> ○		
<i>Seladonia tumulorum</i> ○		
<i>Stelis breviscula</i> ○		

Des hyménoptères sphéciformes ont été observés butinant sur la parcelle de Ferrières-Haut-Clocher : *Ammophila sabulosa* a été observée butinant *Cyanus segetum* en 2021, *Cerceris arenaria* butinant *Linaria vulgaris* en 2020. Des individus de la famille des Eumenidae ont été observés butinant *C. segetum* et *L. vulgaris* en 2020.

En outre, certaines espèces d'abeilles, de syrphes et de rhopalocères ont été observées sans relations de butinage sur les parcelles dans le cadre du protocole abeilles-syrphes :

- abeilles : *Lasioglossum punctatissimum* en 2020 ; *Halictus scabiosae*, ***Lasioglossum pygmaeum*** et *Nomada fucata* en 2021 ;
- syrphes : *Myathropa florea* en 2020 ;
- rhopalocères : *Aglais io*, *Colias crocea*, *Melanargia galathea* (Figure 30), *Ochlodes sylvanus*, et *Vanessa cardui* en 2021.

Enfin, concernant les papillons, *Aphantopus hyperantus*, *Lycaena phlaeas* (Figure 30), *Melanargia galathea*, *Papilio machaon*, *Pieris brassicae*, *Polygonia c-album*, *Thymelicus lineola* et *Vanessa atalanta* ont été observés sans relation de butinage sur la parcelle dans le cadre du suivi rhopalocères (Tableau 30).

Tableau 30 : espèces de rhopalocères observées sur la parcelle B.

Noms scientifiques	Noms Français	Effectifs	
		2020	2021
<i>Aphantopus hyperantus</i>	Le Tristan		1
<i>Aricia agestis</i>	Le Collier de corail	8	2
<i>Boloria dia</i>	La Petite Violette	7	
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Le Fadet	2	3
<i>Lycaena phlaeas</i>	Le Cuivré commun		1
<i>Maniola jurtina</i>	Le Myrtil	3	10
<i>Melanargia galathea</i>	Le Demi-deuil	1	1
<i>Papilio machaon</i>	Le Machaon		2
<i>Pieris sp.</i>		1	
<i>Pieris brassicae</i>	La Piéride du Chou	1	
<i>Pieris napi</i>	La Piéride du Navet	1	2
<i>Pieris rapae</i>	La Piéride de la Rave	5	7
<i>Polygonia c-album</i>	Le Robert-le-Diable		1
<i>Polyommatus icarus</i>	L'Argus bleu commun	3	2
<i>Pyronia tithonus</i>	L'Amaryllis	2	2
<i>Thymelicus lineola</i>	L'Hespérie du Dactyle	1	
<i>Thymelicus sp.</i>		6	
<i>Thymelicus sylvestris</i>	L'Hespérie de la Houlque	3	
<i>Vanessa atalanta</i>	Le Vulcain	1	1

On observe une nette disparité dans les cortèges d'insectes butineurs entre les 2 années : en 2021, à l'exception du mois de mai comptabilisant très peu d'interactions en raison du manque de ressource florale (cf. remarques lors des prospections), la très grande majorité des relations de butinage a été réalisée par des syrphes tandis que peu de relations ont été dénombrées avec des abeilles. A l'inverse, en 2020, à l'exception du mois de mai où les syrphes ont dominé, ce sont les abeilles et les papillons qui composent presque exclusivement le compartiment entomologique des relations de butinage (Figure 44, Figure 46). Ceci pourrait être dû aux variations météorologiques interannuelles (cf. § C. 1. 5).

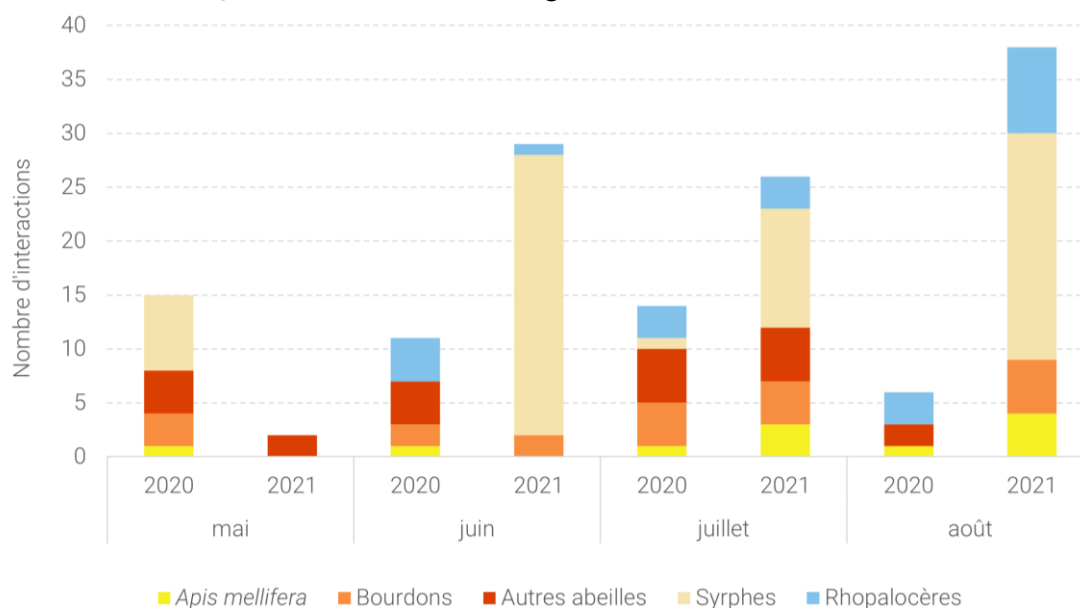


Figure 44 : nombre de relations plantes-pollinisateurs observées sur la parcelle B.

Trente-cinq espèces végétales ont été butinées sur la période 2020-2021 (treize en 2020 et trente-et-une en 2021) dont sept espèces de messicoles (quatre en 2020 et sept en 2021), ce



qui constitue les meilleurs scores en ce qui concerne les messicoles et le meilleur pour la flore dans son ensemble. La parcelle B est la seule où du butinage (par des syrphes : Figure 45) d'*Anthemis arvensis* et de *Calendula arvensis* a pu être renseigné (Tableau 23).

Le réseau d'interactions plantes-pollinisateurs cumulé des deux années de la parcelle B est composé d'un grand nombre d'interactions diverses. Aucune espèce végétale ne domine réellement dans les relations plantes-pollinisateurs comme en témoigne la faible asymétrie du réseau cumulé (0,13 ; Annexe 3, Figure 45). Les réseaux annuels sont cependant très contrastés : l'asymétrie est de 0.44 en 2020 et de -0.07 en 2021, le nombre moyen d'espèces de plantes butinées par insecte (généralité) est de 1.68 en 2020 et bondit à 6.93 en 2021 (généralité cumulée = 5.93 ; Annexe 3). Sans vraiment dominer dans le réseau cumulé (Figure 45, Figure 47), le Bleuet *Cyanus segetum* est tout de même la plante qui présente le plus grand nombre d'interactions (n=31), alors qu'elle domine en 2020 (n=22) et est bien moindre en 2021 (n=9), derrière *Cirsium arvense* (n=11 ; Figure 46). **Dans le réseau, *Cyanus segetum* est la plante la plus butinée et la plante liée au plus grand nombre d'espèces d'insectes butineurs** (17 espèces butineuses) : ces dernières sont essentiellement les plus communes et ubiquistes des communautés de pollinisateurs du territoire (*A. mellifera*, *B. lapidarius*, *B. terrestris*, *P. napi*, *S. scripta*, Figure 47 et Figure 49). *Cirsium arvense* y est butiné par 11 espèces d'insectes et représente donc une ressource florale importante au sein du réseau. Lors de nos relevés, *Glebionis segetum* y est la seule plante butinée par *Stelis breviscula* (abeille coucou absente des autres parcelles), *Anthemis arvensis* la seule plante butinée par le syrphe *Helophilus pendulus* (absent des autres parcelles). **Les messicoles autres que le Bleuet constituent ici une ressource importante pour les insectes butineurs**, en particulier pour des espèces absentes des autres parcelles, avec 29 relations recensées (Figure 47). *Nomada panurgina*, abeille coucou, a été observée butinant du nectar sur *Jacobea vulgaris* en 2021 (Figure 46b).

Mis à part deux interactions, le réseau cumulé de Ferrières-Haut-Clocher est bien connecté avec un compartiment représentant la quasi-totalité des relations (Figure 47). La forte hétérogénéité interannuelle se traduit aussi dans la composition des cortèges d'insectes butineurs (Tableau 29) :

- ✓ seulement 4 espèces d'abeilles sont recensées comme butineurs les deux années (22% du total), 10 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (71% des espèces recensées cette année-là) et 4 en 2021 uniquement (50%) ;
- ✓ seulement 3 espèces de syrphes sont recensées comme butineurs les deux années (50% du total), 3 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (50% des espèces recensées cette année-là) et 8 en 2021 uniquement (73%) ;
- ✓ seulement 5 espèces de papillons sont recensées comme butineurs les deux années (56% du total), 2 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (29% des espèces recensées cette année-là) et 2 en 2021 uniquement (29%).

En 2021, le réseau présente une bien plus grande diversité en espèces de syrphes qu'en 2020, et les espèces non recensées en 2020 ont butiné des espèces de plantes n'étant pas présentes dans le réseau en 2020 (*Eupeodes corollae* avec *Convolvulus arvensis* ou encore *Syrpitta pipens* avec *Anthemis cotula*, Figure 46b). Le fait que le propriétaire de la parcelle ait réalisé un semis en août 2020 suivi d'un travail du sol au cours de l'hiver a augmenté la diversité floristique et vraisemblablement favorisé l'activité de butinage par les insectes, en particulier des syrphes aphidiphages présents dans les environs. Le contraste de composition des réseaux annuels est aussi partiellement dû aux conditions météorologiques : en août 2020 la plupart des fleurs étaient desséchées par les fortes chaleurs, réduisant drastiquement l'activité entomologique ; à l'inverse, un grand nombre de relations (n=38) a été enregistré en août 2021 (Figure 44<sup>4</sup>).

<sup>4</sup> Une fiche descriptive est présente en **Annexe 4** pour interpréter les différentes représentations des réseaux d'interactions.

Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

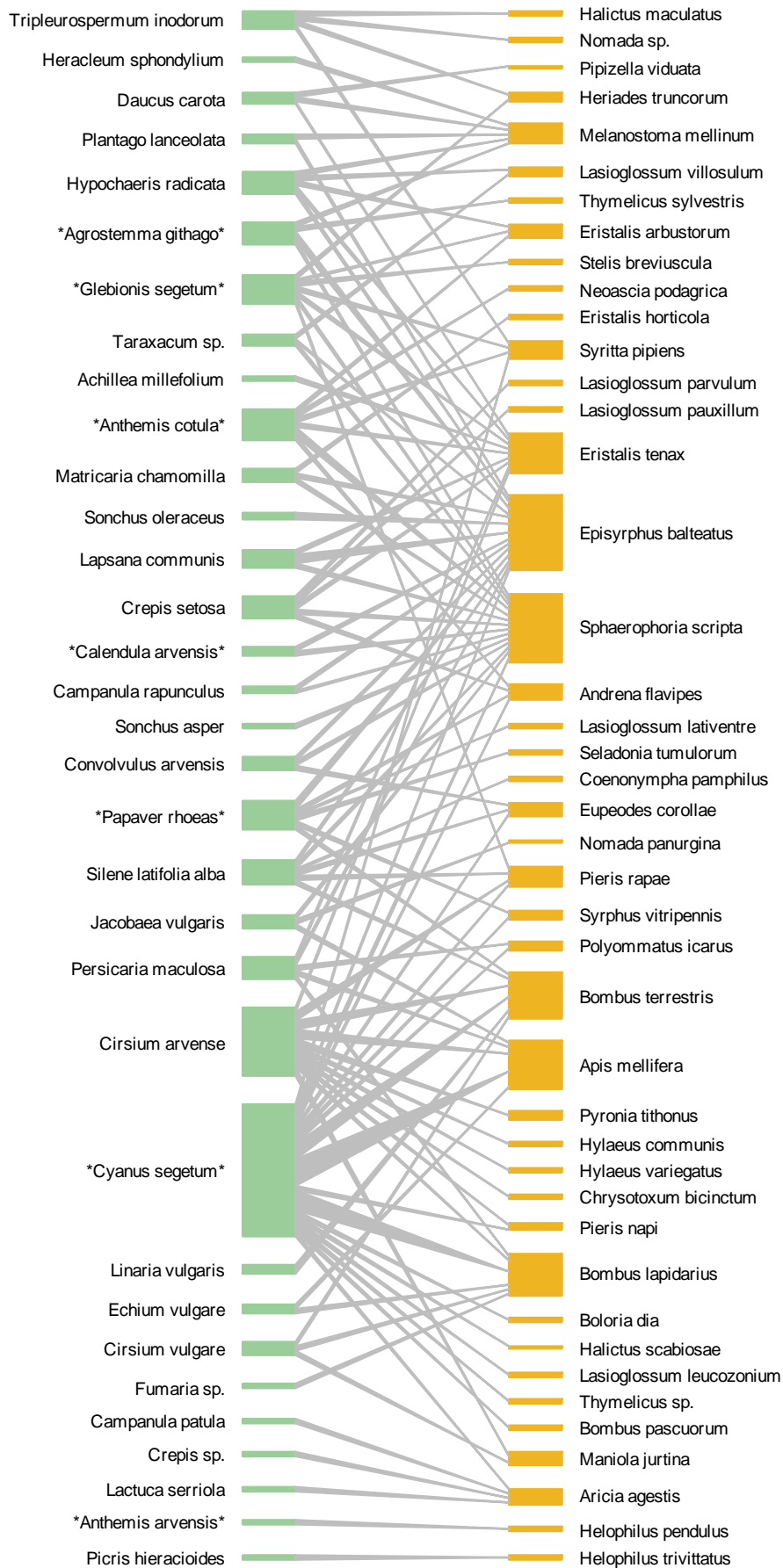


Figure 45 : diagramme du réseau de butinage sur la parcelle B sur les deux années de suivi.

# Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique



Figure 46 : diagramme du réseau de butinage sur la parcelle B a) en 2020 et b) en 2021.

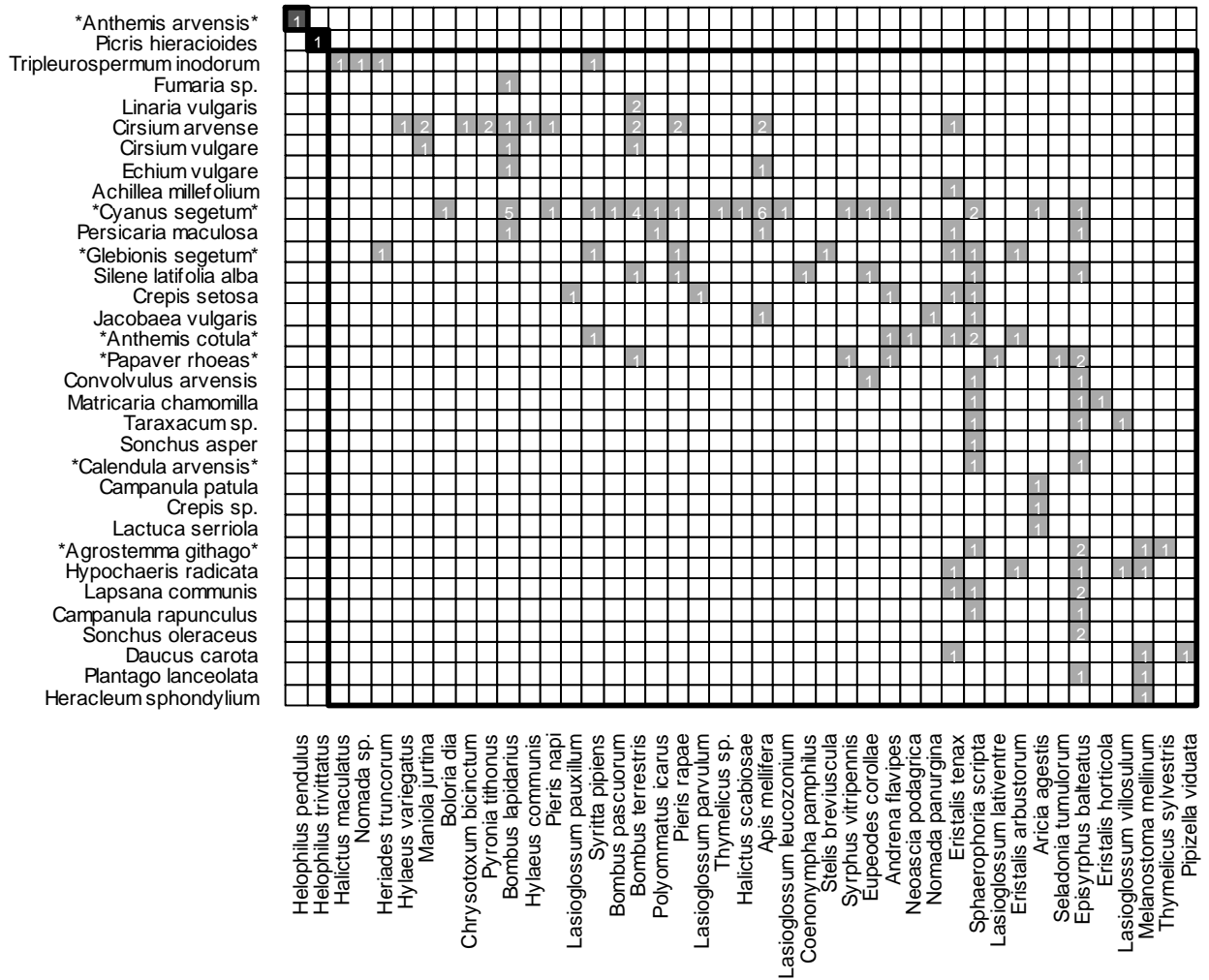


Figure 47 : grille diagonalisée des relations de butinage observées sur la parcelle B sur les deux années de suivi.



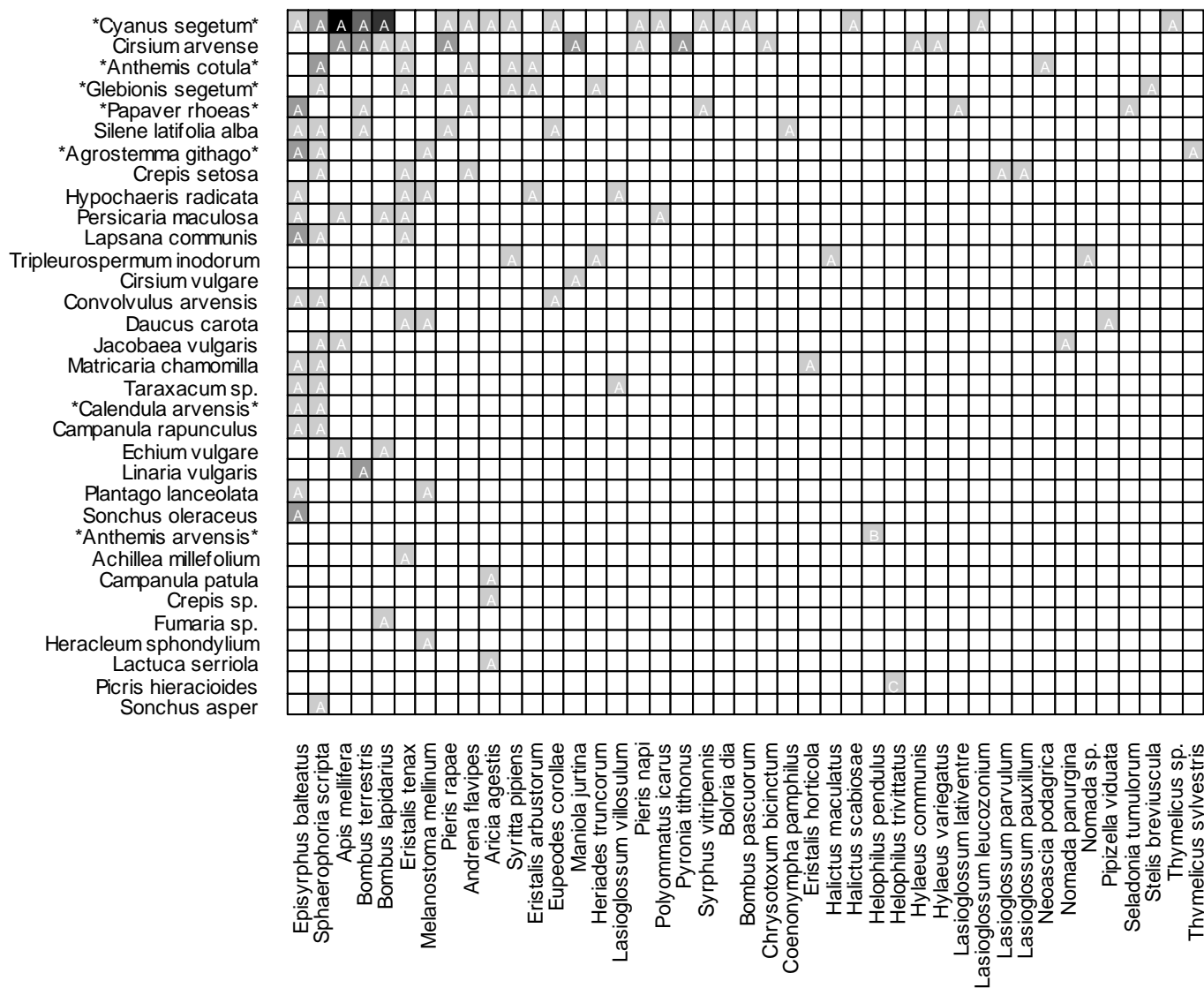


Figure 49 : grille emboîtée des relations de butinage observées sur la parcelle B sur les deux années de suivi.



Le cortège des espèces des syrphes observées sur la parcelle B est le plus diversifié avec 15 espèces identifiées. Outre le noyau ubiquiste (cf. § C. 1. 3) on y trouve :

- ✓ d'autres ubiquistes aphidiphages : *Chrysotoxum bicinctum* des milieux ouverts et boisements, *Pipizella viduata* des prairies, *Syrphus vitripennis* des boisements, milieux anthropisés et agricoles, espèces non recensées sur les autres parcelles, et l'anthropophile *Eupeodes corollae* ;
- ✓ des microphages : *Eristalis horticola* des boisements et *Helophilus pendulus*, ubiquiste qui dépend directement de la présence de milieux d'eaux stagnantes pour son développement larvaire, absentes des autres parcelles ;
- ✓ des saprophages : *Myathropa florea* souvent associés aux cavités humides des arbres mais très commune des milieux ouverts, et *Neoascia podagrica* ubiquiste inventorié uniquement de la parcelle B, associé à l'agglomération de déchets verts ou de fumier ainsi qu'à la présence de fèces de grands mammifères telle que les bouses de vache.

Le cortège est donc majoritairement ubiquiste mais une espèce est associée aux prairies et une autre aux boisements (Figure 57). Pour ces deux dernières, leur présence s'explique par l'occupation du sol, diversifiée malgré la dominance des cultures, autour de la parcelle.

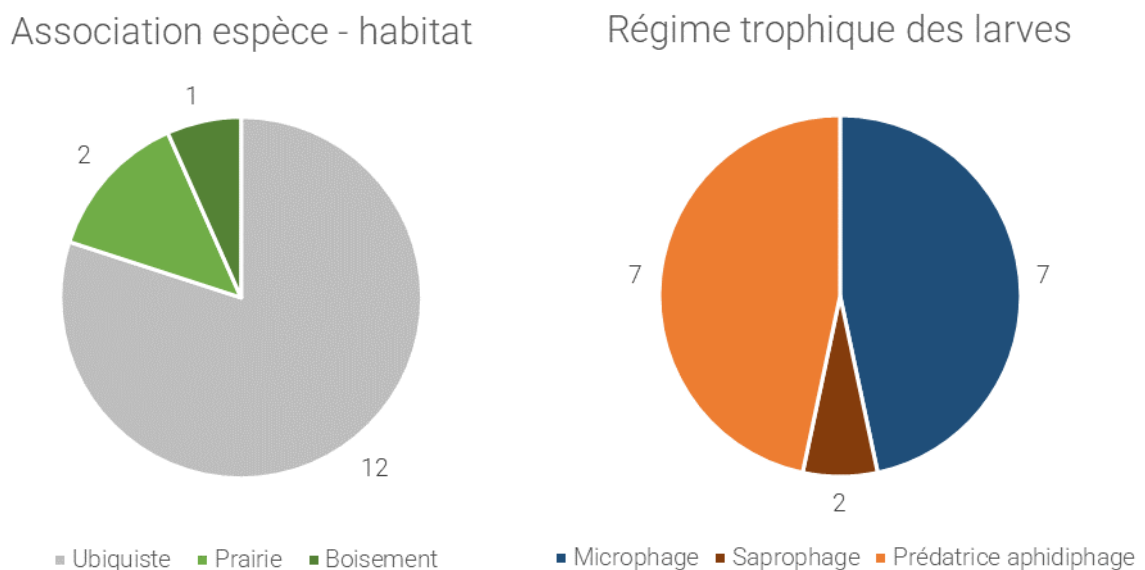


Figure 51 : écologie des syrphes observés sur la parcelle B.

35 interactions plante-rhopalocère ont été observées sur le site de Ferrières-Haut-Clocher. Ces interactions concernent principalement dix espèces de plantes dont deux sont très majoritairement utilisées (Figure 52) : le **Chardon des champs** *Cirsium arvense*, espèce rudérale, et le **Bleuet** *Cyanus segetum*.

Trente espèces d'abeilles, treize de syrphes et aucune de papillon ont été observées au sein du périmètre de 300 m autour de la parcelle (Tableau 31). Le **Bourdon rudéral** *Bombus ruderarius*, espèce à forte valeur patrimoniale (cf. C. 1. 1), a été observée une fois aux alentours de la parcelle B en vol autour de *Rubus* sp. en 2021. Les recherches complémentaires ont aussi permis d'observer un spécimen déterminé comme *Lasioglossum lineare*. (identification en attente de validation ; Tableau 31).



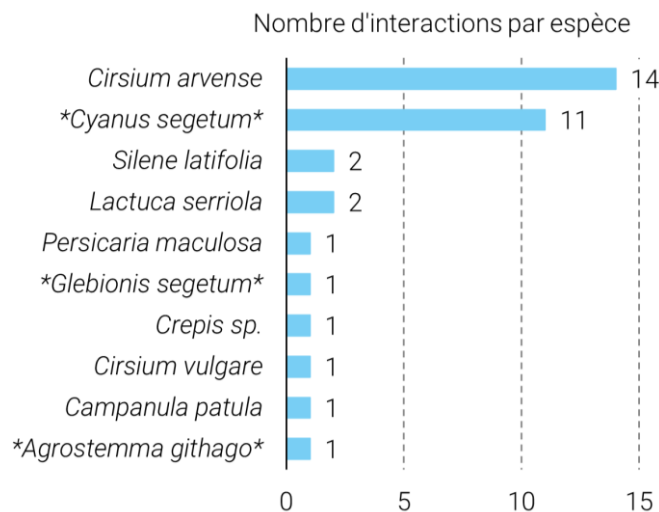


Figure 52 : nombre d'interactions par espèce de rhopalocères sur la parcelle B.

Tableau 31 : espèces observées dans les alentours de la parcelle B.

○ : observée en 2020 ; ◐ : observée en 2021 ; ● : observée les 2 années.

Abeilles	Syrphes
<i>Andrena bicolor</i> ●	<i>Episyrphus balteatus</i> ●
<i>Andrena cineraria</i> ◐	<i>Eristalis arbustorum</i> ◐
<i>Andrena flavipes</i> ●	<i>Eristalis pertinax</i> ◐
<i>Andrena fulvago</i> ◐	<i>Eristalis tenax</i> ●
<i>Andrena minutuloides</i> ◐	<i>Eupeodes corollae</i> ◐
<i>Andrena pandellei</i> ◐	<i>Eupeodes luniger</i> ◐
<i>Apis mellifera</i> ●	<i>Helophilus pendulus</i> ◐
<i>Bombus hypnorum</i> ◐	<i>Helophilus trivittatus</i> ◐
<i>Bombus lapidarius</i> ●	<i>Myathropa florea</i> ◐
<i>Bombus lucorum</i> ◐	<i>Pipiza notata</i> ◐
<i>Bombus pascuorum</i> ●	<i>Pipizella viduata</i> ◐
<i>Bombus Psithyrus</i> ◐	<i>Sphaerophoria scripta</i> ●
<b><i>Bombus ruderarius ruderarius</i></b> ◐	<i>Syrphus vitripennis</i> ◐
<i>Bombus terrestris</i> ●	
<i>Bombus vestalis</i> ◐	
<i>Chelostoma rapunculi</i> ◐	
<i>Colletes daviesanus</i> ◐	
<i>Halictus maculatus</i> ◐	
<i>Halictus scabiosae</i> ◐	
<i>Hylaeus clypearis</i> ◐	
<i>Hylaeus communis</i> ◐	
<i>Hylaeus gredleri</i> ◐	
<i>Hylaeus nigritus</i> ◐	
<i>Lasioglossum calceatum</i> ◐	
<b><i>Lasioglossum cf. lineare</i></b> ◐	
<i>Lasioglossum leucozonium</i> ●	
<i>Lasioglossum morio</i> ●	
<i>Lasioglossum zonulum</i> ◐	
<i>Nomada succincta</i> ◐	
<i>Sphecodes monilicornis</i> ◐	

## C. 4. Résultats du site D (Rue du Désert, Sacquenville)

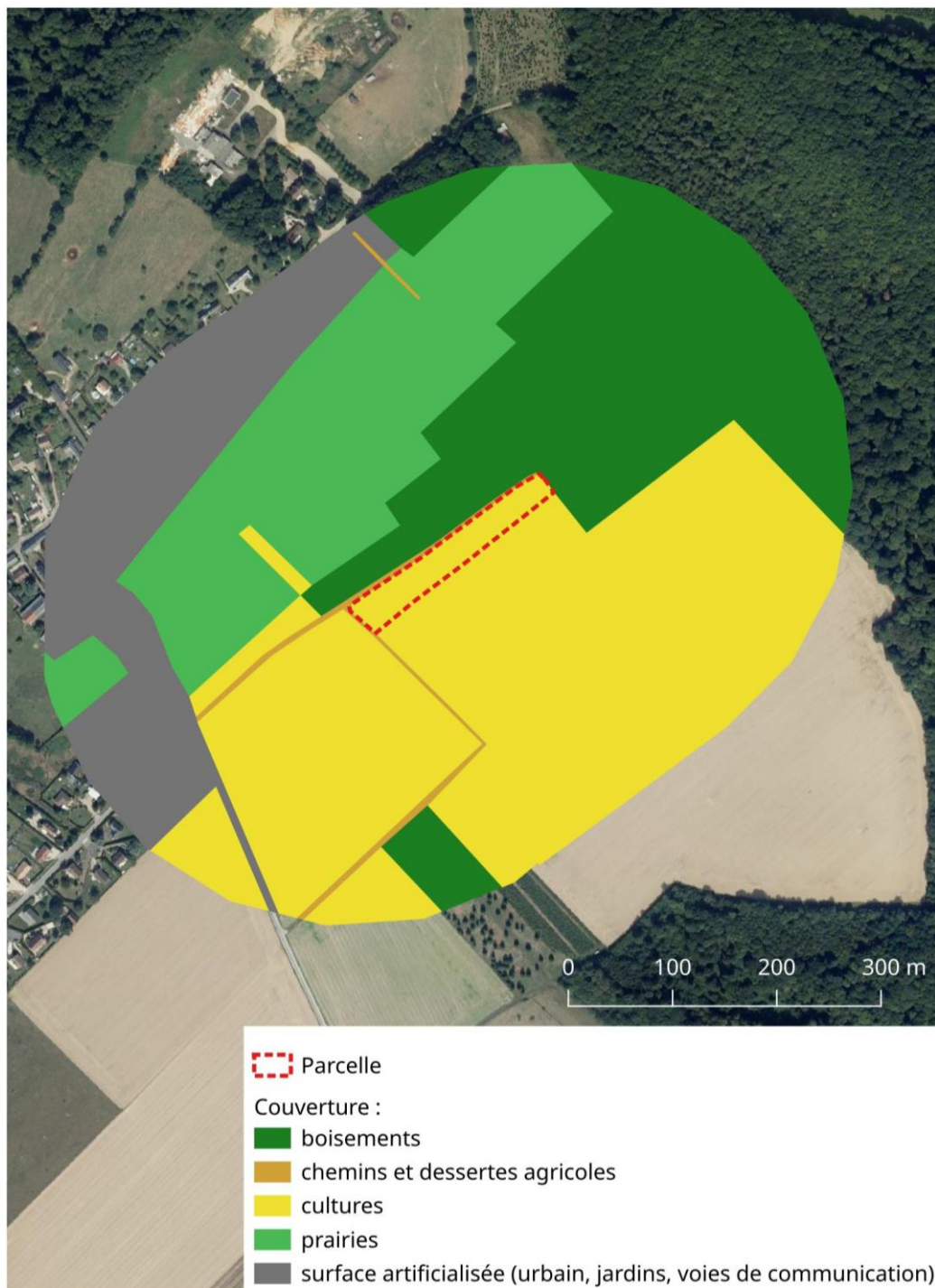
Superficie : 8000 m<sup>2</sup>

Nombre de sections rhopalocères : 8

### Contexte

La parcelle (Figure 53) est située à proximité d'un bois (Figure 54) et est entourée de parcelles cultivées.

### Parcelle D – Sacquenville



Prod. par Alexia Monsavoit (Opie) le 2022-03-23. Fond OrthoHD de l'IGN.

Figure 53 : structure paysagère de la parcelle D et de ses alentours.



Figure 54 : parcelle D, Sacquenville, le 20 juillet 2021. © R. Vandeweghe






Les alentours de la parcelle de Sacquenville se retrouvent là encore en majorité en contexte agricole puisque près de la moitié de la surface du buffer de 300 m autour de la parcelle est occupée par les cultures (42%). Néanmoins, les parts correspondant au boisement et aux prairies (prairies de fauches et prairies pâturées) restent importantes avec 23,43% et 19,42% du buffer respectivement (Tableau 32).

Tableau 32 : surfaces relatives des habitats de la parcelle D et de ses alentours.

		boisement	chemins et dessertes agricoles	cultures	prairie	surface artificialisée	Surface totale
Occupation des sols	m <sup>2</sup>	100118	4282	177435	83011	62511	427357
	%	23,43	1,00	41,52	19,42	14,63	100


Remarques lors des prospections de la parcelle :


2020


-  **18 mai 2020** : très beau temps, vent modéré, aucun nuage, t°>20°C, soleil. Fortes densités d'*Apis mellifera* et de bourdons. Très peu d'*Apis mellifera* sur *Cyanus segetum*. Sont aussi fleuris : *Glebionis segetum*, *Papaver rhoeas*, *Phacelia tanacetifolium*.
-  **19 mai 2020** : la parcelle est très fleurie, notamment avec de la Phacélie qui domine et de nombreuses autre plantes messicoles : le bleuet, coquelicots, chrysanthèmes...
-  **22 juin 2020** : rien à signaler.
-  **23 juin 2020** : soleil, aucun nuage, vent faible, t°>20°C. Sont fleuris : *Glebionis segetum*, *Papaver rhoeas*, *Tripleurospermum inodorum*, *Echium vulgare*. *Bombus lapidarius*, *B. « terrestris »* et *B. pascuorum* nombreux.
-  **16 juillet 2020** : couverture nuageuse de 100%, vent faible à modéré, t°=19°C. Sont fleuris : *Achillea millefolium*, *Cirsium eriophorum*, *C. vulgare*, *C. segetum* (abondamment), *Daucus carota*, *Melilotus officinalis*, *P. rhoeas*, *Picris hieracioides*, *T. inodorum* (abondamment). Du fait

de l'arrivée d'une forte averse localisée, la prospection est arrêtée au bout d'une demi-heure et la fin est reportée au lendemain.

**17 juillet** : fin de la prospection de la veille. Couverture nuageuse de 50%, soleil,  $t^{\circ} > 22^{\circ}\text{C}$ , vent faible.

 **20 juillet 2020** : les conditions climatiques ont conduit à un dessèchement de la Phacélie, qui donne un aspect très sec à la parcelle. Certaines fleurs résistent, mais restes peu nombreuses (Bleuet, Nielle...).


 **18 août 2020** : voir commentaires du 20 juillet 2020.


 **21 août 2020** : vent assez fort, grand soleil, couverture nuageuse de 35%,  $t^{\circ} > 20^{\circ}\text{C}$ . Sont fleuris : *Cirsium vulgare*, *C. segetum*, *D. carota*, *T. inodorum* ... parcelle quasiment défleurie ! Aucune activité d'abeilles ou de syrphes !


## 2021


---


 **18 mai 2021** : parcelle est bien végétalisée mais dominée par les graminées. Peu de fleurs.

 **31 mai 2021** : temps ensoleillé, couverture nuageuse  $< 5\%$ , vent faible à modéré et  $t^{\circ} \approx 16^{\circ}\text{C}$ . La parcelle est largement dominée par la floraison de *Silene latifolia alba*. On retrouve cette plante en mélange avec *Phacelia tanacetifolia* et *Cyaneus segetum* mais en plus petite quantité.


 **14 juin 2021** : végétation haute dominée par des graminées, peu de fleurs et peu de papillons, Meilleure diversité en lisière de la parcelle.

 **2 juillet 2021** : nombreuses éclaircies, couverture nuageuse 70%,  $t^{\circ} > 20^{\circ}\text{C}$ . La parcelle est largement dominée par la Houlque laineuse (*Holcus lanatus*) au détriment d'autres inflorescences. Les inflorescences des messicoles et adventices sont concentrées sur les contours de la parcelle. Une large bande de messicoles est d'ailleurs présente dans le coin sud-est (*Glebionis segetum* et *Cyaneus segetum*).

 **19 juillet 2021** : végétation haute mais peu de fleurs (Carotte et Millepertuis essentiellement), dominée par graminées.

 **20 juillet 2021** : temps ensoleillé, couverture nuageuse faible ( $< 5\%$ ), vent faible et température  $> 22^{\circ}\text{C}$ . La Houlque laineuse (*Holcus lanatus*) domine toujours la parcelle mais en parallèle, une large floraison de *Daucus carota* est observée. Globalement la diversité floristique est faible sur la parcelle sauf sur ces abords.

 **11 août 2021** : végétation haute mais peu de fleurs, dominée par graminées.

 **7 septembre 2021** : temps ensoleillé, aucun nuage, vent faible et  $t^{\circ} \approx 20^{\circ}\text{C}$ . Observation de ruchers actifs à proximité immédiate de la parcelle. Peuplement dominé par *Picris hieracioides* et *Daucus carota*.

**24 espèces d'abeilles, 8 espèces de syrphes et 13 espèces de rhopalocères ont été observées butinant sur la parcelle de Ormes** (Tableau 33). Cette parcelle est donc modérément riche en espèces d'abeilles butineuses, riche en papillons (deuxième meilleur score) mais aussi la plus pauvre, avec la parcelle E, en espèces de syrphes butineurs (Figure 11).

Le Bourdon rudéral *Bombus ruderarius*, (Tableau 12, § C. 1. 1) a été observé butinant le nectar de la Phacélie *Phacelia tanacetifolia* sur la parcelle D en mai 2021 (Tableau 33, Figure 57a) alors que la parcelle était peu fleurie à l'exception de *Silene latifolia alba*.

Les prospections dans le cadre du protocole abeilles et syrphes ont permis d'observer des Hyménoptères Chrysididae butinant *Daucus carota* (2020 et 2021) ainsi qu'*Heracleum sphondylium* (2021), *Lindenius albilabris* (Hym., Sphéciforme) butinant *Plantago lanceolata* en 2021, le Frelon asiatique *Vespa velutina* butinant *Phacelia tanacetifolia* et la Piéride du Chou *Pieris brassicae* (Lépidoptère rhopalocère) butinant *Centaurea nigra*.

**Tableau 33** : espèces butineuses observées sur la parcelle D.

○ : observée en 2020 ; ● : observée en 2021 ; ● : observée les 2 années.

Abeilles	Syrphes	Rhopalocères
<i>Andrena alfkenella</i> ●	<i>Episyrphus balteatus</i> ●	<i>Aricia agestis</i> ●
<i>Andrena flavipes</i> ●	<i>Eristalis arbustorum</i> ●	<i>Coenonympha pamphilus</i> ●
<i>Andrena minutuloides</i> ●	<i>Eristalis tenax</i> ●	<i>Gonepteryx rhamni</i> ●
<i>Apis mellifera</i> ●	<i>Melanostoma mellinum</i> ●	<i>Lycaena phlaeas</i> ●
<i>Bombus hortorum hortorum</i> ●	<i>Myathropa florea</i> ●	<i>Maniola jurtina</i> ●
<i>Bombus lapidarius</i> ●	<i>Scaeva pyrastris</i> ●	<i>Papilio machaon</i> ●
<i>Bombus lucorum</i> ●	<i>Sphaerophoria scripta</i> ●	<i>Pieris brassicae</i> ●
<i>Bombus pascuorum</i> ●	<i>Syrirta pipiens</i> ●	<i>Pieris napi</i> ●
<i>Bombus pratorum</i> ●		<i>Pieris rapae</i> ●
<i>Bombus Psithyrus</i> ●		<i>Polyommatus icarus</i> ●
<b><i>Bombus ruderarius ruderarius</i></b> ●		<i>Thymelicus lineola</i> ●
<i>Bombus terrestris</i> ●		<i>Thymelicus sylvestris</i> ●
<i>Ceratina cyanea</i> ●		<i>Vanessa atalanta</i> ●
<i>Chelostoma distinctum</i> ●		
<i>Colletes daviesanus</i> ●		
<i>Halictus maculatus</i> ●		
<i>Halictus scabiosae</i> ●		
<i>Hylaeus nigritus</i> ●		
<i>Lasioglossum malachurum</i> ●		
<i>Lasioglossum morio</i> ●		
<i>Lasioglossum pauxillum</i> ●		
<i>Lasioglossum villosulum</i> ●		
<i>Osmia leaiana</i> ●		
<i>Seladonia tumulorum</i> ●		

Par ailleurs, certaines espèces d'abeilles, de syrphes et de rhopalocères ont été observées sans relations de butinage sur la parcelle durant le suivi abeilles-syrphes (notamment deux espèces de fort intérêt patrimonial) :

- abeilles : *Hylaeus cornutus* (cf. § C. 1. 1) en 2020 ; *Andrena pandellei* en 2021 ;
- syrphes : *Callicera aurata* (cf. § C. 1. 1) en 2020 ; *Pipiza carbonaria* et *Pipiza noctiluca* en 2021 ;
- rhopalocères : *Carcharodus alceae*, *Coenonympha pamphilus*, *Lycaena phlaeas*, *Maniola jurtina* et *Pyronia tithonus* en 2021.

Dans le cadre du protocole rhopalocères, certaines espèces ont été observées sans relations de butinage sur la parcelle D, telle que *Limenitis camilla* observée une fois en 2020. *Aricia agestis*, *Maniola jurtina* et *Pieris brassicae* sont les espèces les plus observées sur cette parcelle (Tableau 34).

**Tableau 34** : espèces de rhopalocères observées sur la parcelle D.

Nom scientifique	Noms Français	Effectifs	
		2020	2021
<i>Aricia agestis</i>	Le Collier de corail	38	
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Le Fadet	1	2
<i>Gonepteryx rhamni</i>	Le Citron	1	

Nom scientifique	Noms Français	Effectifs	
		2020	2021
<i>Issoria lathonia</i>	Le Petit Nacré	1	
<i>Limnitis camilla</i>	Le Petit Sylvain	1	
<i>Lycaena phlaeas</i>	Le Cuivré commun	3	
<i>Maniola jurtina</i>	Le Myrtil	19	9
<i>Papilio machaon</i>	Le Machaon	3	1
<i>Pararge aegeria</i>	Le Tircis		1
<i>Pieris sp.</i>		3	
<i>Pieris brassicae</i>	La Piéride du Chou	14	
<i>Pieris napi</i>	La Piéride du Navet	5	
<i>Pieris rapae</i>	La Piéride de la Rave	4	3
<i>Polyommatus icarus</i>	L'Argus bleu commun	4	
<i>Pyronia tithonus</i>	L'Amaryllis	1	
<i>Thymelicus lineola</i>	L'Hespérie du Dactyle	2	
<i>Thymelicus sp.</i>		2	
<i>Thymelicus sylvestris</i>	L'Hespérie de la Houlque	1	5
<i>Vanessa atalanta</i>	Le Vulcain		1

Quelle que soit l'année de prospection, le groupe des abeilles cumule le plus grand nombre de relations sur la parcelle de Sacquenville (à l'exception d'août 2020, cf. remarques lors des prospections de la parcelle 2021). Les rhopalocères prennent une part importante des relations de butinage en 2020, nettement moindre en 2021. Peu d'espèces de syrphes sont observées en butinage en 2020, ils sont nettement plus présents en 2021 (Figure 55).

**Vingt-sept espèces végétales ont été butinées sur la période 2020-2021** (douze en 2020 et vingt-trois en 2021) **dont cinq espèces de messicoles** (cinq en 2020 et trois en 2021), **ce qui constitue des scores intermédiaires par rapport aux autres parcelles** (

Tableau 23). En 2021, la flore qui s'exprime est semée : messicoles, en particulier le Bleuet *Cyanus segetum*, mais surtout la Phacélie *Phacelia tanacetifolia* dominante. Cette dernière régresse fortement en 2021, permettant à une flore butinée deux fois plus diversifiée de s'exprimer, bien que n'offrant plus de ressource massive. La forte régression en 2021 du Bleuet, en termes d'abondance et en termes de relations de butinage, de la Phacélie, du Chrysanthème des moisson *Glebionis segetum*, la « disparition » de *Tripleurospermum inodorum* et du Grand Coquelicot *Papaver rhoeas*, se réalisent au profit d'une part des adventices de cultures sarclées (*Geranium dissectum*, *Geranium molle*, *Jacobaea vulgaris*<sup>5</sup> et *Silene latifolia alba*) et d'autre part des espèces de friches calcaires post-culturelles (*Cirsium vulgare*, *Daucus carota*, *Echium vulgare*, *Hypericum perforatum*, *Linaria vulgaris* et *Picris hieracioides* ; BOURNERIAS *et al.* 2001) ; cela profite aussi graminées, en particulier *Holcus lanatus*. Nous pouvons émettre l'hypothèse qu'un historique de forts amendements a très fortement enrichi le sol : la dynamique d'enfrichement est donc très rapide au détriment des messicoles et adventices annuelles, faute de perturbation du sol.

Le réseau d'interactions plantes-pollinisateurs de la parcelle D présente un cœur composé d'espèces d'insectes généralistes prenant une part prépondérante dans le nombre de relations de butinage (*Apis mellifera*, *Andrena flavipes*, *Bombus lapidarius*, *B.s terrestris*) ainsi que des espèces de plantes messicoles butinées par un grand nombre de pollinisateurs (Figure 56). Ces sont les espèces d'insectes généralistes citées ci-dessus qui sont le plus régulièrement observés butinant ces plantes (Figure 58 et Figure 60).

<sup>5</sup> À noter que *Jacobaea vulgaris* est aussi une compagne régulière des friches calcaires post-culturelles

## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

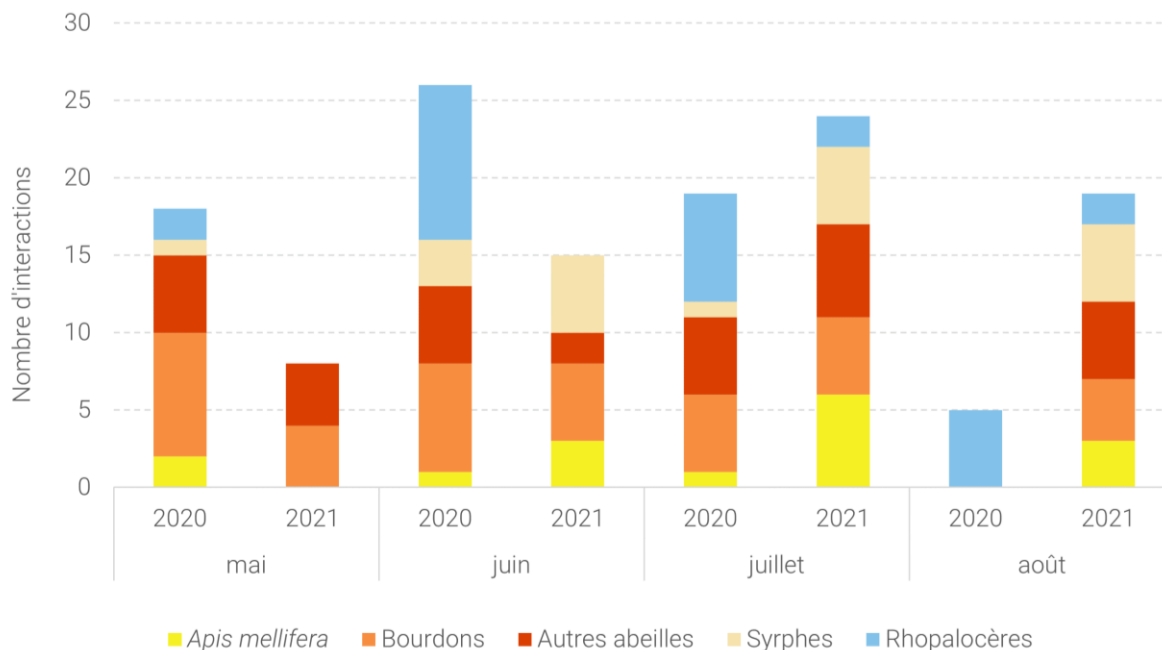


Figure 55 : nombre de de relations de butinage observées sur la parcelle D.

La Carotte sauvage *Daucus carota* a été butinée par une grande diversité de pollinisateurs (13 taxons de pollinisateurs) que ce soit chez les syrphes (*Myathropa florea*, *Sphaerophora scripta*), les abeilles (*Andrena minutuloides*) mais surtout par les rhopalocères (*Aricia agestis*, *Maniola jurtina*, etc., Figure 60). Cette importance constante de la Carotte sauvage *Daucus carota* est notée pour les deux années de suivi (Figure 57a et b).

Certains « compartiments » isolés correspondant à une unique relation insectes butineur – plante butinée se singularisent dans le réseau cumulé : c'est notamment le cas d'*Agrostemma githago* uniquement butinée ici par *Thymelicus lineola*, seul pollinisateur relevé pour cette plante (Figure 58). Cette relation est étroite dans le cas de *Chelostoma distinctum* - *Campanula rapunculoides* (Figure 56) et s'explique par la spécialisation (oligolectisme) de l'abeille sur les fleurs de campanules.

La température d'emboîtement du réseau des deux années cumulées ( $T^{\circ} = 8,28$ ) est faible : la majorité des interactions est centralisée autour du Bleuet *C. segetum*, de la Carotte sauvage *D. carota* et de la Phacélie *P. tanacetifolia* mais avec une forte hétérogénéité inter-annuelle ( $T = 17.80$  en 2020 et  $T = 13.08$  en 2021) : *Tripleurospermum inodorum* et *Achillea millefolium* jouent un rôle important respectivement en 2020 et en 2021. La forte hétérogénéité interannuelle se traduit aussi dans la composition des cortèges d'insectes butineurs (Tableau 33) :

- ✓ seulement 7 espèces d'abeilles sont recensées comme butineurs les deux années (29% du total), 5 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (42% des espèces recensées cette année-là) et 12 en 2021 uniquement (63%) ;
- ✓ seulement 2 espèces de syrphes sont recensées comme butineurs les deux années (36% du total), 2 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (50% des espèces recensées cette année-là) et 4 en 2021 uniquement (67%) ;
- ✓ seulement 2 espèces de papillons sont recensées comme butineurs les deux années (15% du total), 10 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (83% des espèces recensées cette année-là) et 1 en 2021 uniquement (33%).

Le fort contraste météorologique interannuel explique sans doute en partie cette différence entre les réseaux de 2020 et 2021.

Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

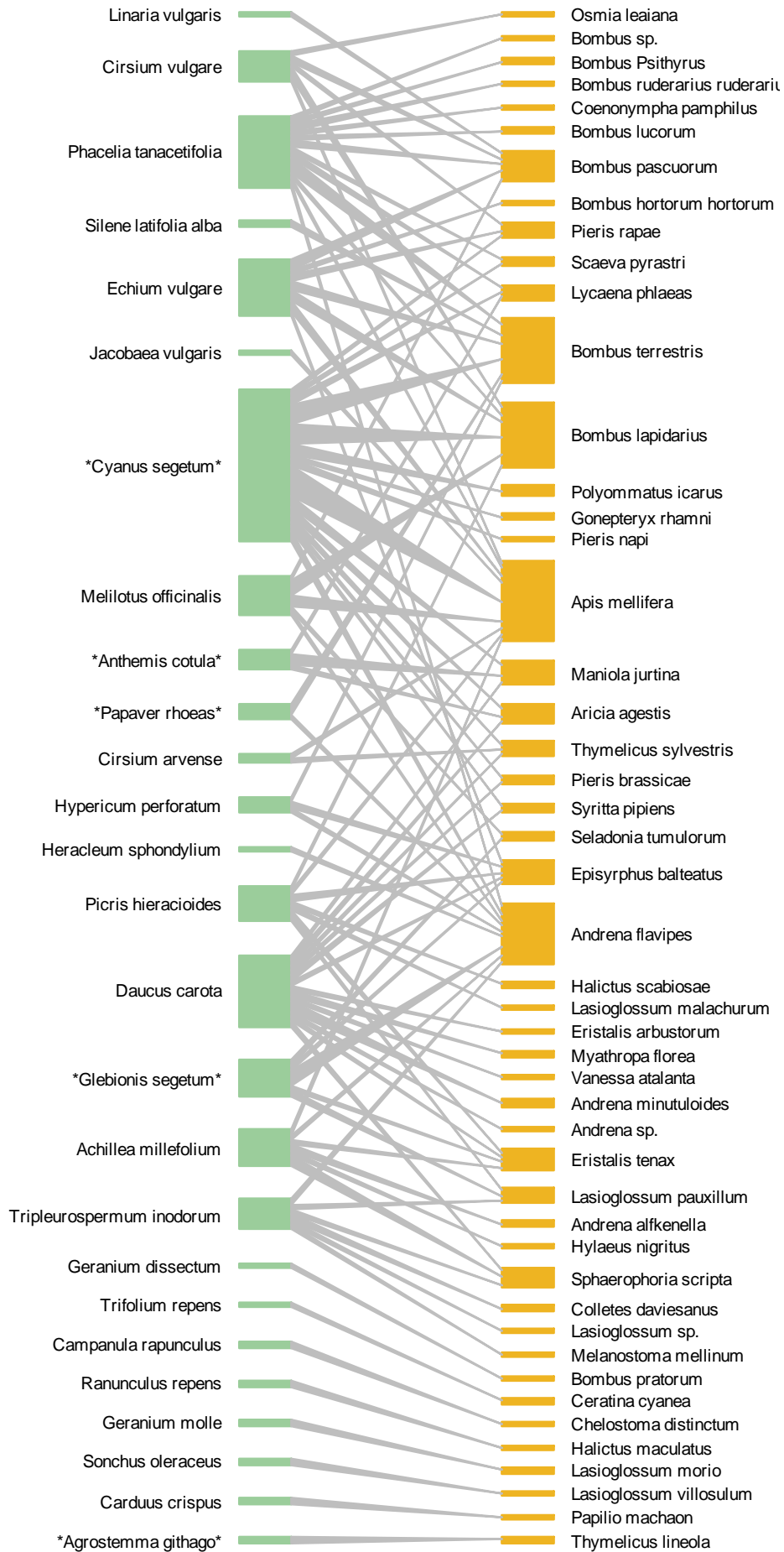


Figure 56 : diagramme du réseau de butinage sur la parcelle D sur les deux années de suivi.



Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

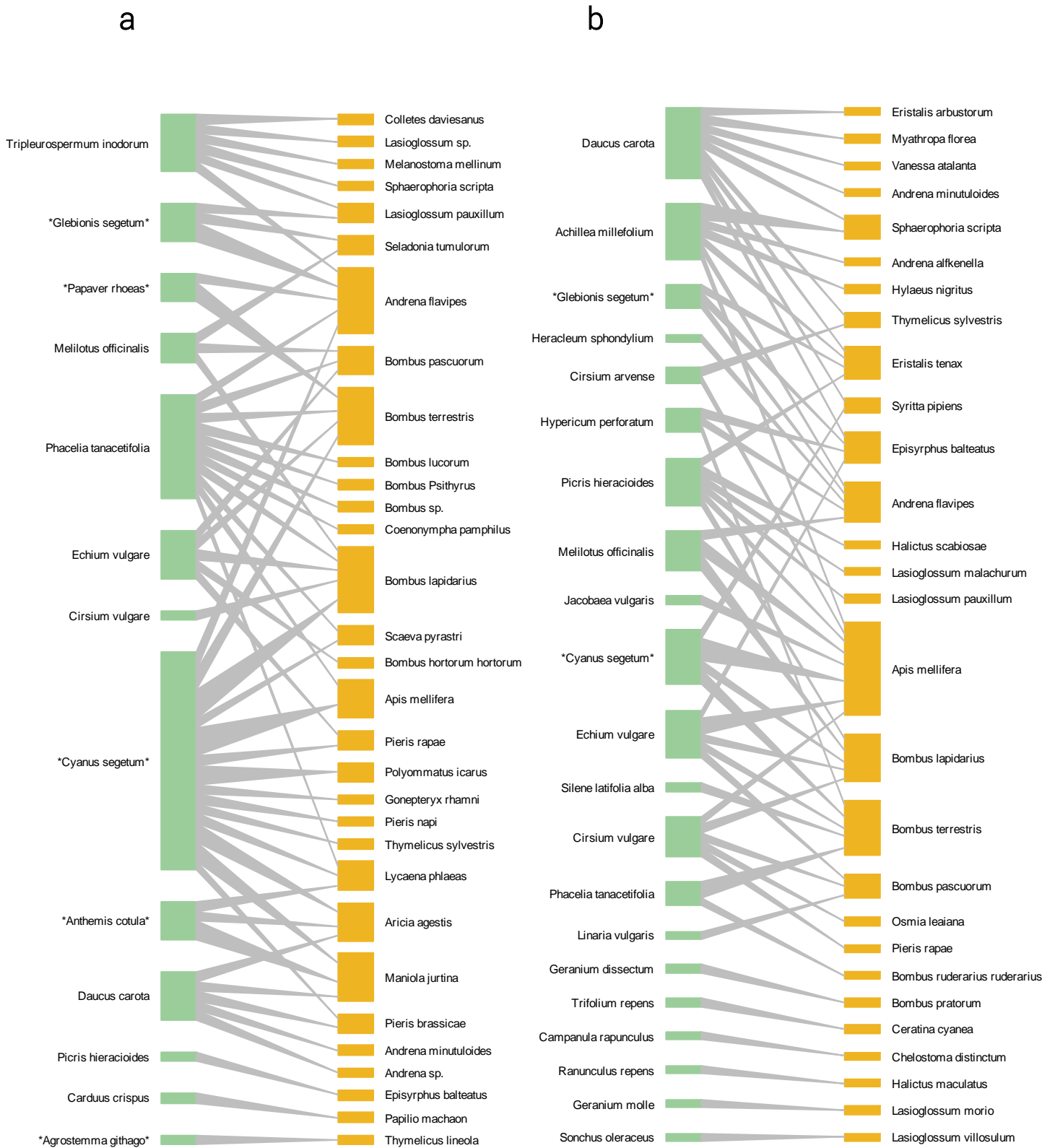


Figure 57 : diagramme du réseau de butinage sur la parcelle D a) en 2020 et b) en 2021.

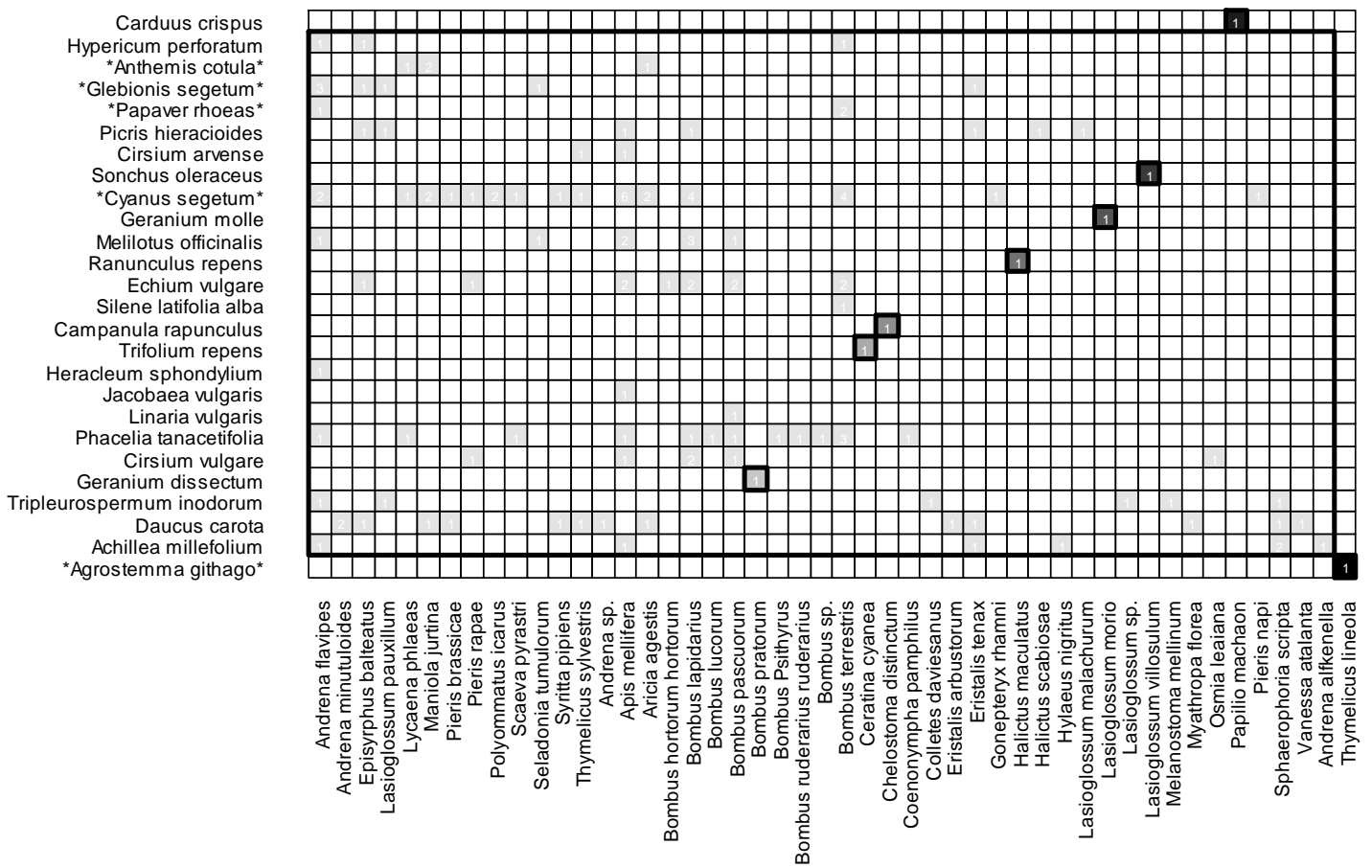


Figure 58 : grille diagonalisée des relations de butinage observées sur la parcelle D sur les deux années de suivi.







Les espèces du cortège des syrphes de la parcelle de Sacquenville vivent dans une large gamme d'habitats ; on y retrouve le noyau d'espèces ubiquistes, néanmoins trois espèces sont associées aux boisements : *Callicera aurata* (cf. monographie succincte au § C. 1. 1), *Pipiza carbonaria* et *Pipiza noctiluca*, (Figure 62). Ces boisements sont à proximité immédiate de la parcelle étudiée (Figure 53), la complémentarité des habitats est donc évidente. On notera que les larves de *Pipiza noctiluca* et de *Scaeva pyrastris* sont **aphidiphages** et que cette dernière espèce est liée à la végétation basse dont les cultures.

Association espèce - habitat

Régime trophique des larves

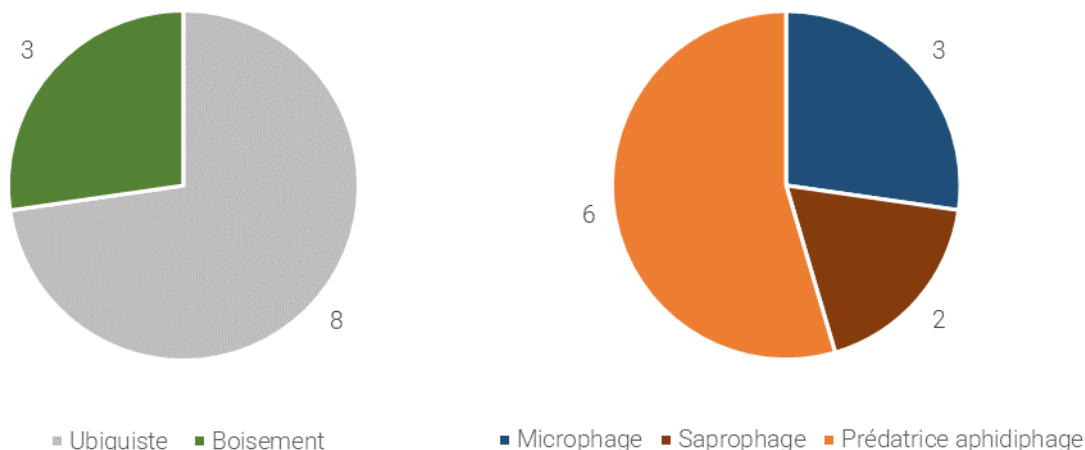


Figure 62 : écologie des syrphes sur la parcelle D.

43 interactions plante-rhopalocère ont été observées sur le site de Sacquenville. Neuf plantes sont concernées par des interactions, dont trois semblent préférentiellement utilisées (Figure 63) : le **Bleuet** (*Cyanus segetum*), la **Carotte sauvage** (*Daucus carota*) et l'**Anthémis fétide** (*Anthemis cotula*).

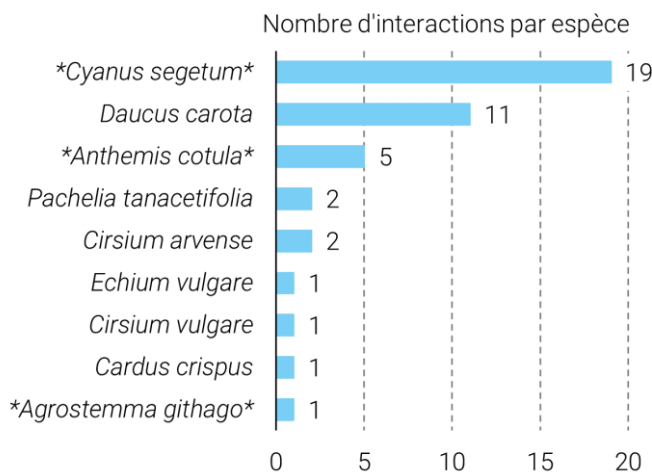


Figure 63 : nombre d'interactions par espèce de rhopalocères sur la parcelle D.

Vingt-et-une espèces d'abeilles, cinq de syrphes et aucune de papillon ont été observées au sein du périmètre de 300 m autour de la parcelle lors des recherches complémentaires (Tableau 35) : seul le **Lasioglosse à pattes jaunes** *Lasioglossum xanthopus* observé en 2021 présente une

patrimonialité élevée (cf. § C. 1. 1). On notera tout de même le syrphe *Xanthandrus comtus* (butinant *Heracleum sphondylium*) car sa larve est prédatrice, chassant les pucerons et les chenilles de petits papillons de nuit aussi bien dans les arbres que dans les plantes basses. Cette larve n'est pas connue comme auxiliaire général des cultures, néanmoins il est reconnu comme prédateur des chenilles processionnaires du pin et joue là un rôle intéressant dans la lutte de ravageurs et pour la santé humaine.

**Tableau 35** : espèces observées dans les alentours de la parcelle D.  
 ○ : observée en 2020 ; ◐ : observée en 2021 ; ● : observée les 2 années.

Abeilles	Syrphes
<i>Andrena carantonica</i> ○	<i>Episyrphus balteatus</i> ○
<i>Andrena confinis</i> ○	<i>Eristalis tenax</i> ○
<i>Andrena dorsata</i> ○	<i>Myathropa florea</i> ○
<i>Andrena haemorrhoa</i> ○	<i>Sphaerophoria scripta</i> ○
<i>Andrena minutula</i> ○	<i>Xanthandrus comtus</i> ○
<i>Apis mellifera</i> ○	
<i>Bombus hortorum hortorum</i> ○	
<i>Bombus lapidarius</i> ●	
<i>Bombus pascuorum</i> ○	
<i>Bombus pratorum</i> ○	
<i>Bombus terrestris</i> ●	
<i>Bombus vestalis</i> ○	
<i>Halictus scabiosae</i> ○	
<i>Hylaeus clypearis</i> ○	
<i>Hylaeus communis</i> ○	
<i>Hylaeus gibbus</i> ○	
<i>Lasioglossum morio</i> ○	
<i>Lasioglossum politum</i> ○	
<b><i>Lasioglossum xanthopus</i></b> ○	
<i>Panurgus dentipes</i> ○	
<i>Sphecodes geoffrelus</i> ○	

## C. 5. Résultats du site E (Rue de la Vallée, Reuilly)

Superficie : 3000 m<sup>2</sup>

Nombre de sections rhopalocères : 3

### Contexte

La parcelle (Figure 64) est située entre une parcelle de céréales et un lotissement (Figure 65).

### Parcelle E – Reuilly



Prod. par Alexia Monsavoir (Opie) le 2022-03-23. Fond OrthoHD de l'IGN.

Figure 64 : structure paysagère de la parcelle E et de ses alentours.





Figure 65 : parcelle E, Reully, le 2 juillet 2021. © R. Vandeweghe

Les alentours de la parcelle E sont principalement associés aux cultures (56,62%) et aux lotissements à proximité de la parcelle (surfaces artificialisées : 29,68%). Le reste de la surface du buffer correspond à quelques éléments de boisements, de friches, de prairies et de vergers à parts relativement égales (Tableau 36).


Tableau 36 : surfaces relatives des habitats de la parcelle E et de ses alentours.


		boisement	cultures	friche	prairie	surface artificialisée	verger	Surface totale
Occupation des sols	m <sup>2</sup>	13417	268852	12310	26591	140942	12705	474817
	%	2,83	56,62	2,59	5,60	29,68	2,68	100

Remarques lors des prospections de la parcelle :

2020

---

 **19 mai 2020** : la végétation présente essentiellement composée de graminées (brome) et les semis ont tout juste commencé à fleurir (quelques coquelicots, de rares bleuets...).

 **29 mai 2020** : météo favorable, soleil, aucun nuage, vent nul à très modéré, t>20°C. Belles floraisons de *Papaver rhoeas* et *Cyanus segetum*. *Calendula arvensis* et *Agrostema githago* fleuris, assez présents. Très peu de *Glebionis segetum* fleuri. *Geranium dissectum* ponctuellement bien fleuri. Beaucoup de *Bombus lapidarius* sur *Papaver rhoeas*. *Halictus scabiosae* femelles nombreuses sur *Cyanus segetum*. Une partie au sud de la parcelle est beaucoup moins fleurie et dominée par les graminées.

- 🦋 **22 juin 2020** : les fleurs se développent et sont assez variées : Bleuet, vesce cultivées, coquelicot, silène...
- 🐝 **23 juin 2020** : soleil, aucun nuage, vent faible,  $t^{\circ} > 25^{\circ}\text{C}$ . Sont fleuris : *Agrostema githago*, *Fumaria vaillantii*, *Glebionis segetum*, *Papaver rhoeas*, *Tripleurospermum inodorum*.
- 🐝 **16 juillet 2020** : couverture nuageuse de 100%, vent faible,  $t^{\circ} = 19^{\circ}\text{C}$ . Sont fleuris : *Calendula vulgaris* (très peu), *C. segetum*, *G. segetum*, *Helminthotheca echioides*, *Lactuca serriola*, *P. rhoeas* (très peu), *T. inodorum*. Très nombreux *Sphaerophoria scripta*.
- 🦋 **20 juillet 2020** : les fleurs des messicoles commencent à décliner il reste essentiellement des Coquelicots et de l'Anthémis...
- 🦋 **18 août 2020** : voir remarques du 20 juillet 2020.
- 🐝 **21 août 2020** : couverture nuageuse de 50%, soleil, vent très faible à assez fort,  $t^{\circ} > 20^{\circ}\text{C}$ . Sont fleuris : *Calendula arvensis*, *C. segetum*, *Lactuca serriola* (ponctuellement abondant), *Helminthotheca echioides* (ponctuellement assez abondant), *P. rhoeas*, *Sonchus oleraceus*, *T. inodorum*.

## 2021

---

- 🦋 **20 mai 2021** : La parcelle est bien végétalisée, quelques fleurs ont déjà fleuri.
- 🐝 **31 mai 2021** : temps ensoleillé, couverture nuageuse < 5%, vent faible à modéré,  $t^{\circ} \approx 18^{\circ}\text{c}$ . Parcelle en partie fauchée. La floraison est récente et est dominée par *Ranunculus sp.*, *Cyaneus segetum* et le Pois cultivé *Pisum sativum*.
- 🦋 **14 juin 2021** : végétation bien développée, beaucoup de fleurs
- 🐝 **2 juillet 2021** : temps ensoleillé, couverture nuageuse < 5%, vent faible,  $t^{\circ} > 20^{\circ}\text{c}$ . Grosse reprise de la végétation après la fauche notamment des messicoles (*Papaver rhoeas* ; *Cyaneus segetum* et *Agrostemma githago*). Bonne activité entomologique.
- 🦋 **20 juillet 2021** : passage de véhicule sur les deux tiers de la parcelle, la végétation est tassée.
- 🐝 **20 juillet 2021** : temps ensoleillé, couverture nuageuse  $\approx 5\%$ , vent faible,  $t^{\circ} > 20^{\circ}\text{c}$ . La densité des plantes fleuries est faible mais est composée principalement par *Crepis sp.* et *Cyaneus segetum*. De grandes apiacées sont également présentes telle que *Heracleum sphondylium*. La parcelle cultivée attenante ayant été récoltée la parcelle d'étude est une zone refuge pour la faune entomologique.
- 🦋 **11 août 2021** : parcelle fauchée, pas de fleurs.
- 🐝 **7 septembre 2021** : temps ensoleillé, absence de nuage, vent moyen,  $t^{\circ} \approx 27^{\circ}\text{c}$ . La parcelle semble avoir été fauchée récemment, la végétation est en cours de reprise avec notamment peu d'inflorescences disponibles lors de la prospection. On retrouve *Calendula arvensis*, *Picris hieracioides*, *Helminthotheca echioides*, *Trifolium repens*, *Daucus carota* et *Cyaneus segetum*.

**28 espèces d'abeilles, 8 espèces de syrphes et 6 espèces de rhopalocères ont été observées butinant sur la parcelle de Reuilly (Tableau 37) :** elle présente une grande diversité en abeilles butineuses mais c'est la plus pauvre, avec la parcelle D, en syrphes butineurs (Tableau 18) et elle est assez pauvre en papillons (Tableau 19, Figure 11). Une seule abeille de fort intérêt patrimonial, le **Lasioglosse à pattes jaunes *Lasioglossum xanthopus***, a été observée en butinage en 2021. Deux espèces d'abeilles coucous (*Nomada flavoguttata* en 2020 et 2021, et *Nomada zonata* en 2021) et deux espèces oligolectiques (*Eucera nigrescens* spécialisée sur les Fabacées, butinant le Pois cultivé *Pisum sativum*, et *Osmia leaiana* sur les Asteracées pour la récolte de pollen) ont été observées en butinage sur la parcelle.

**Tableau 37** : espèces butineuses observées sur la parcelle E.

○ : observée en 2020 ; ◐ : observée en 2021 ; ● : observée les 2 années.

Abeilles	Syrphes	Rhopalocères
<i>Andrena alfkenella</i> ○	<i>Chrysotoxum festivum</i> ○	<i>Aglais io</i> ○
<i>Andrena dorsata</i> ○	<i>Episyrphus balteatus</i> ●	<i>Aricia agestis</i> ○
<i>Andrena flavipes</i> ●	<i>Eristalis tenax</i> ●	<i>Boloria dia</i> ○
<i>Andrena minutuloides</i> ○	<i>Eupeodes luniger</i> ○	<i>Maniola jurtina</i> ○
<i>Andrena polita</i> ○	<i>Melanostoma mellinum</i> ●	<i>Pieris brassicae</i> ○
<i>Anthidium manicatum</i> ○	<i>Myathropa florea</i> ○	<i>Pieris rapae</i> ○
<i>Apis mellifera</i> ●	<i>Scaeva pyrastris</i> ○	
<i>Bombus lapidarius</i> ●	<i>Sphaerophoria scripta</i> ●	
<i>Bombus pascuorum</i> ○		
<i>Bombus terrestris</i> ●		
<i>Colletes daviesanus</i> ○		
<i>Dasypoda hirtipes</i> ●		
<i>Eucera nigrescens</i> ○		
<i>Halictus gr. simplex</i> ○		
<i>Halictus maculatus</i> ●		
<i>Halictus scabiosae</i> ●		
<i>Heriades truncorum</i> ○		
<i>Hylaeus signatus</i> ○		
<i>Lasioglossum calceatum</i> ○		
<i>Lasioglossum leucozonium</i> ○		
<i>Lasioglossum pauxillum</i> ●		
<i>Lasioglossum villosulum</i> ○		
<b><i>Lasioglossum xanthopus</i></b> ○		
<i>Nomada flavoguttata</i> ●		
<i>Nomada zonata</i> ○		
<i>Osmia caerulescens</i> ○		
<i>Osmia leaiana</i> ○		
<i>Xylocopa violacea</i> ●		

Des hyménoptères autres que les abeilles ont aussi été observés butinant sur la parcelle. L'Isodonte mexicaine *Isodontia mexicana* a été observée butinant *Tripleurospermum inodorum*. C'est un insecte originaire d'Amérique du Sud aujourd'hui bien établi sur le territoire, l'adulte est floricole mais nourrit ses larves avec des sauterelles arboricoles. Deux sphéciformes des genres *Cerceris* et *Oxybelus* ont été observés en 2020 butinant *Tripleurospermum inodorum*.

Par ailleurs, certaines espèces d'abeilles, de syrphes et de rhopalocères ont été observées sans relations de butinage sur les parcelles durant le suivi abeilles-syrphes :

- abeilles : *Lasioglossum malachurum* en 2020, *Hylaeus nigrinus* et *Lasioglossum morio* en 2021 ;
- syrphes : *Syrirta pipiens* en 2020 ;
- rhopalocères : *Aricia agestis*, *Lycaena phlaeas*, *Maniola jurtina*, *Papilio machaon*, *Pieris rapae* et *Polygonia c-album* en 2021.

Durant le suivi rhopalocères, 4 autres espèces de rhopalocères ont été observées sans relations de butinage sur la parcelle E, à savoir *Lycaena phlaeas*, *Melanargia galathea*, *Pieris napi* et *Polygonia c-album* (Tableau 38).

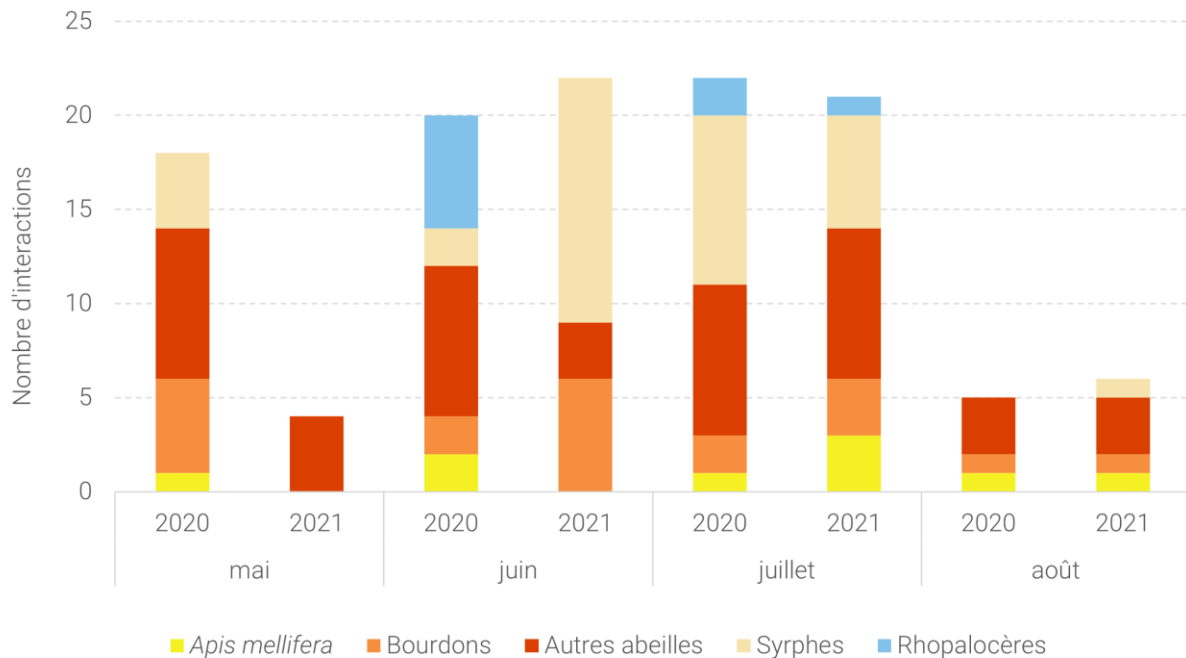
**Tableau 38** : espèces de rhopalocères observées sur la parcelle E.

Nom scientifique	Noms Français	Effectifs	
		2020	2021
<i>Aglais io</i>	Le Paon du jour	1	1
<i>Aricia agestis</i>	Le Collier de corail	8	2
<i>Boloria dia</i>	La Petite Violette	1	
<i>Lycaena phlaeas</i>	Le Cuivré commun	1	1
<i>Maniola jurtina</i>	Le Myrtil	9	1
<i>Melanargia galathea</i>	Le Demi-deuil		1
<i>Pieris brassicae</i>	La Piéride du Chou	18	
<i>Pieris napi</i>	La Piéride du Navet	2	
<i>Pieris rapae</i>	La Piéride de la Rave	2	2
<i>Polygonia c-album</i>	Le Robert-le-Diable	1	

Quelle que soit l'année de prospection, le groupe des abeilles cumule le plus grand nombre de relations sur la parcelle de Reully mais avec des disparités mensuelles et inter-annuelles : en juin 2021, ce sont les syrphes qui totalisent le plus grand nombre de relations de butinage observées, leur proportion variant considérablement d'une session à l'autre. Les rhopalocères occupent une part bien plus faible en termes de nombre d'interactions.

La parcelle ayant été partiellement fauchée avant le passage de mai 2021, le nombre de relations de butinage comptabilisé ce mois-là est très faible ; une fauche ayant aussi eu lieu avant les sessions d'août 2021, les mêmes causes produisant les mêmes effets, le nombre d'interactions recensées est faible (Figure 66).

**Vingt-sept espèces végétales ont été butinées sur la période 2020-2021** (treize en 2020 et vingt en 2021) **dont cinq espèces de messicoles** (cinq en 2020 et quatre en 2021), **ce qui constitue des scores intermédiaires par rapport aux autres parcelles** (Tableau 23).



**Figure 66** : nombre de relations plantes-pollinisateurs observées sur la parcelle E.

Le réseau d'interactions plantes-pollinisateurs de la parcelle E s'organise autour d'un groupe d'espèces d'insectes généralistes et communes (*Apis mellifera*, *Andrena flavipes*, *Bombus lapidarius*, *Bombus terrestris*, *Episyrphus balteatus* et *Sphaerophoria scripta* Figure 67). *E. balteatus* butine 14 espèces de plantes (Figure 69). *C. segetum* prend là encore une place prépondérante au sein du réseau, butinée par 18 espèces d'insectes pollinisateurs. La Matricaire inodore *Tripleurospermum inodorum* a été butinée par 14 espèces différentes en 2020.

La température d'emboîtement du réseau des deux années cumulées ( $T^{\circ} = 6,30$ ) est faible : **la majorité des interactions est centralisée autour du Bleuet *C. segetum*, et de la Matricaire inodore *Tripleurospermum inodorum* mais avec une forte hétérogénéité inter-annuelle** (asymétrie de réseau cumulé de 0.28 ; asymétrie en 2020 de 0.48 et  $T=13.70$  ; asymétrie en 2021 de 0.15 et  $T=11.18$  ; Annexe 3) : *T. inodorum* est absente du réseau en 2021 alors qu'elle est la seconde espèce butinée en 2020 (Figure 68). Cette forte hétérogénéité inter-annuelle se traduit aussi dans la composition des cortèges d'insectes butineurs (Tableau 37) :

- ✓ seulement 10 espèces d'abeilles sont recensées comme butineurs les deux années (36% du total), 8 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (44% des espèces recensées cette année-là) et 10 en 2021 uniquement (50% !)
- ✓ seulement 4 espèces de syrphes sont recensées comme butineurs les deux années (50% du total), 3 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (43% des espèces recensées cette année-là) et 1 en 2021 uniquement (20%) ;
- ✓ aucune espèce de papillons n'est recensée comme butineur les deux années (0% du total), 5 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (100% des espèces recensées cette année-là) et 1 en 2021 uniquement (100%) ;

La conjugaison des conséquences de la période de mauvais temps (froid, pluie) en mars et avril 2021 et du tassement de la végétation sur les deux tiers de la parcelle en juillet 2021 explique en grande partie ces résultats contrastés entre les deux années d'étude.

Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

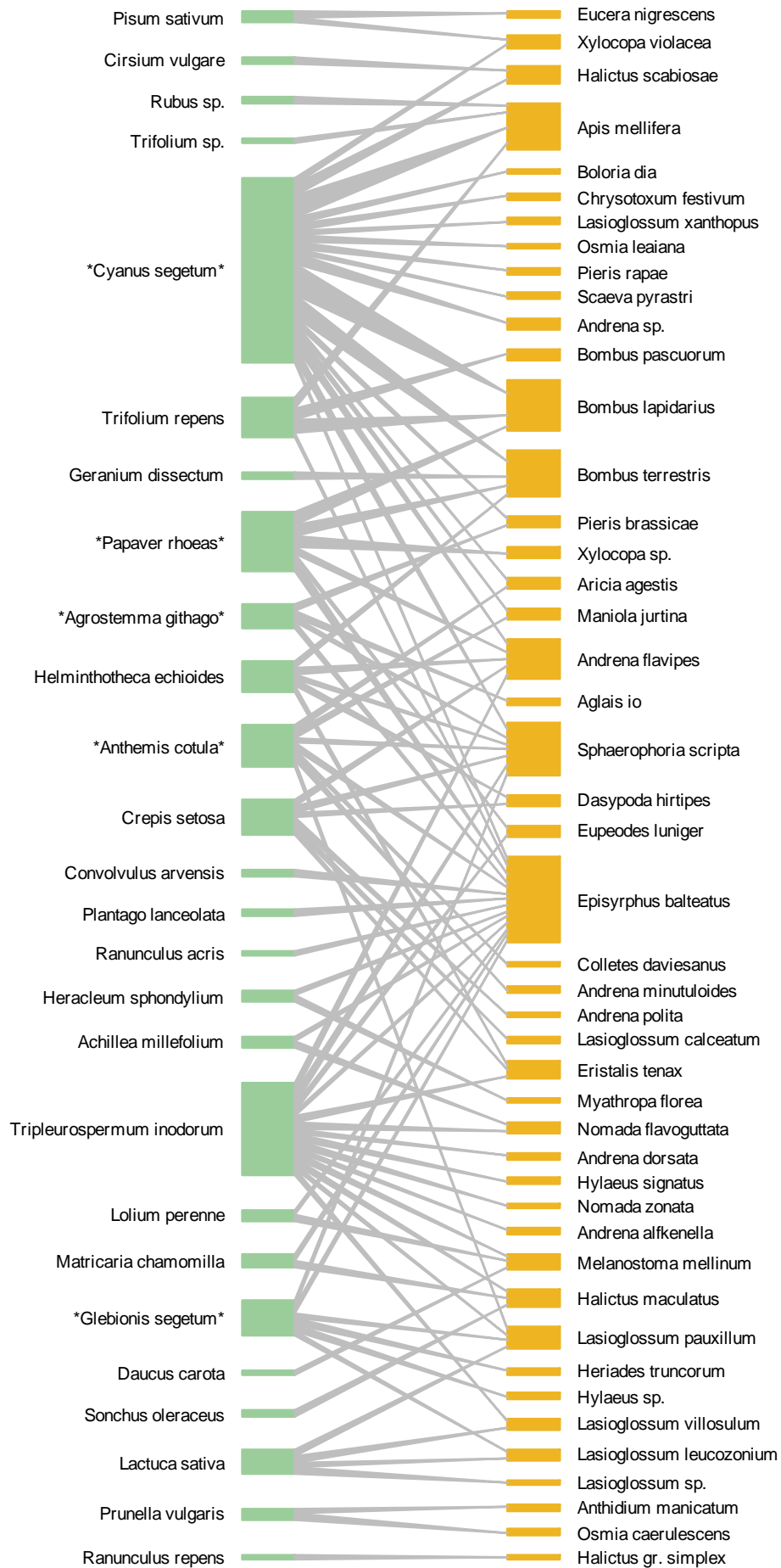


Figure 67 : diagramme du réseau de butinage sur la parcelle E sur les deux années de suivi.

Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

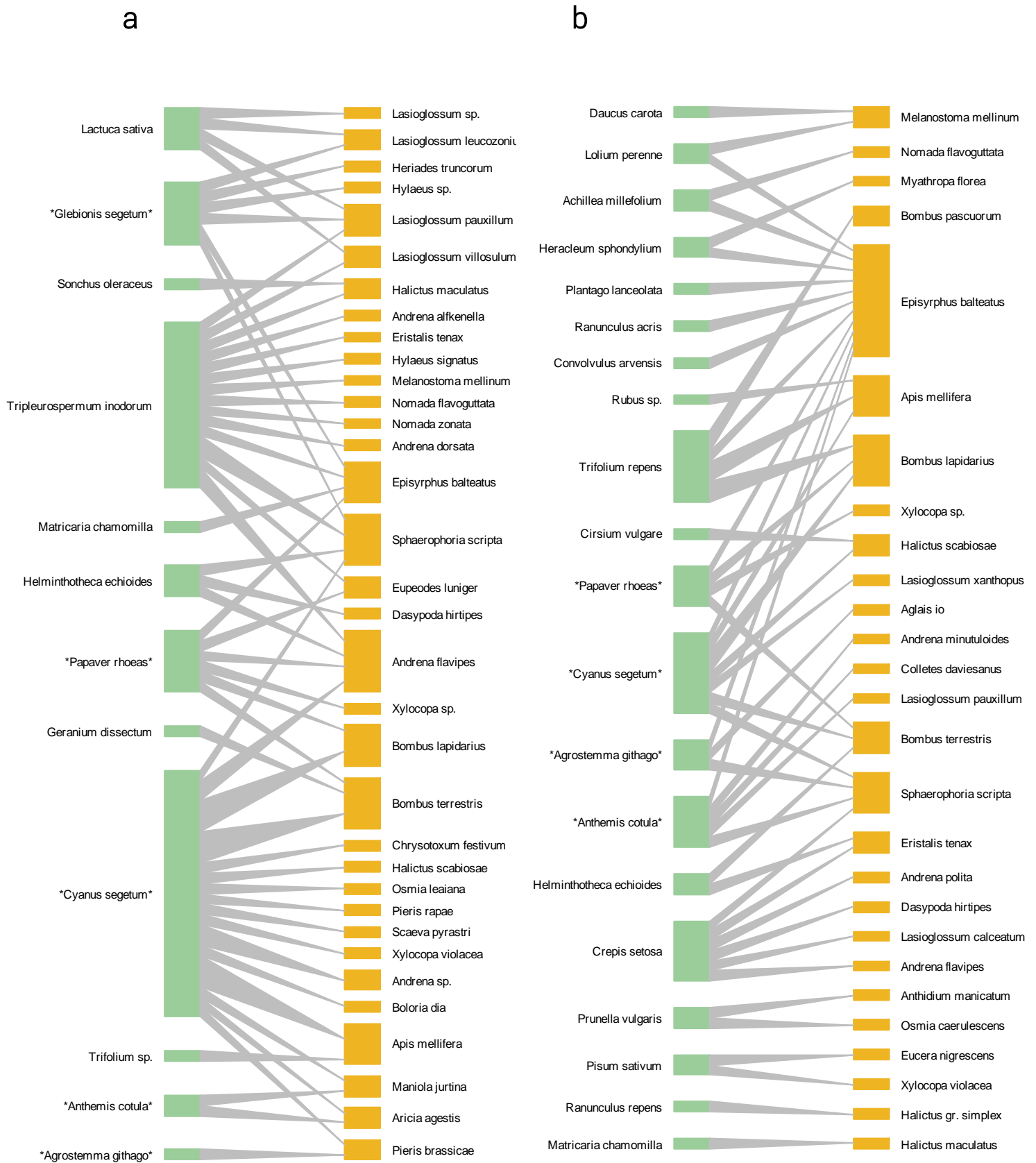
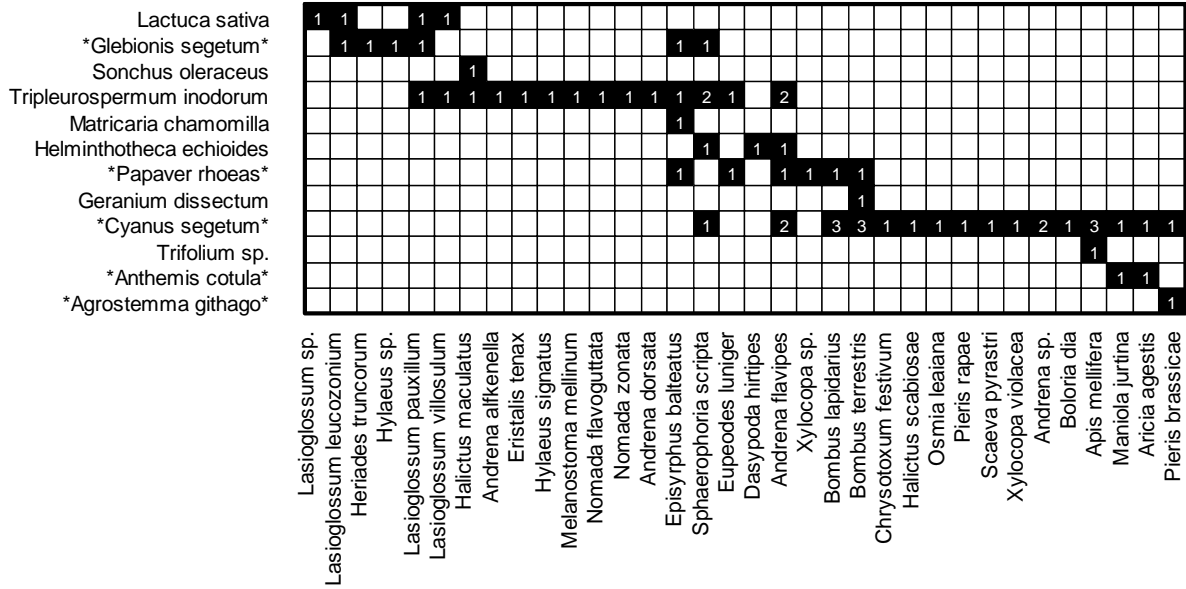


Figure 68 : diagramme du réseau de butinage sur la parcelle E a) en 2020 et b) en 2021.





a



b

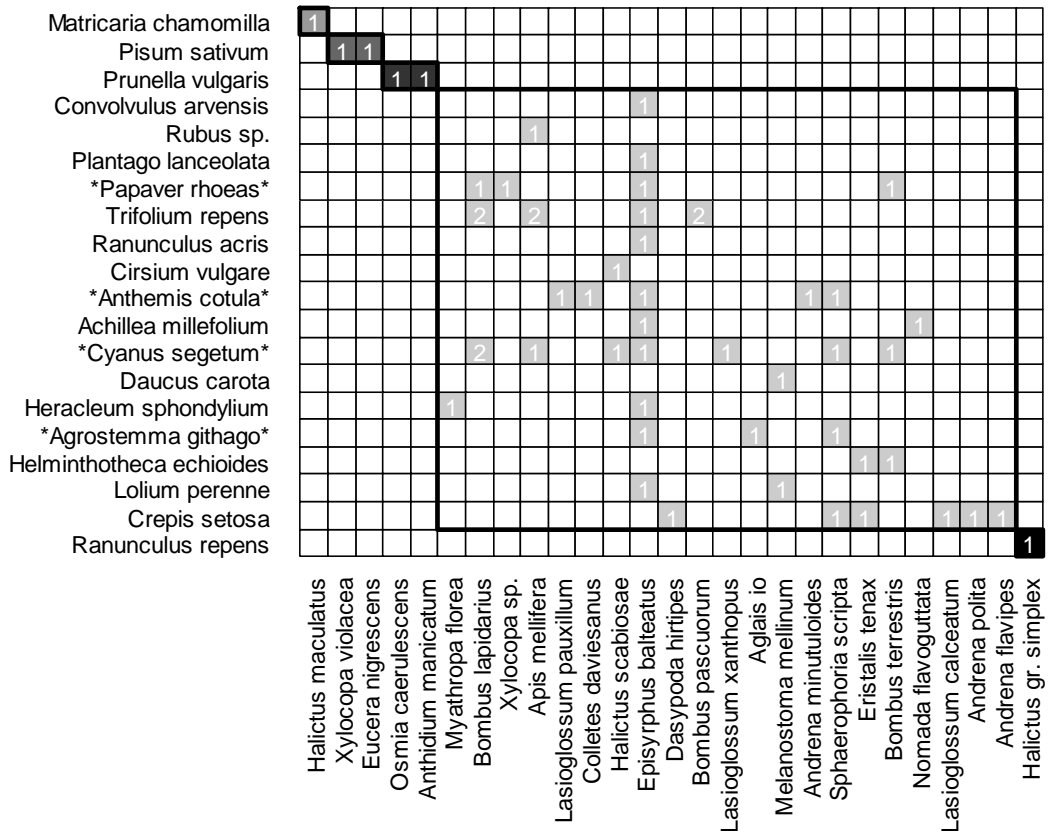


Figure 70 : grille diagonalisée des relations de butinage observées sur la parcelle E a) en 2020 et b) en 2021.





Le caractère agricole et urbain de l'environnement de la parcelle de messicoles se traduit dans la communauté des syrphes butineurs (Figure 73). Le cortège est ubiquiste, en grande partie **aphidiphage** à l'état larvaire (cf. § C. 1. 3), excepté pour une espèce associée fortement aux boisements : *Chrysotoxum festivum* (Figure 73). Cette dernière a une écologie larvaire non connue. Sa présence n'est pas étonnante : les boisements et les vergers occupent 5,5% du buffer de 300 m (Tableau 36) et sont un peu mieux représentés dans un rayon de 500 m (Figure 64).

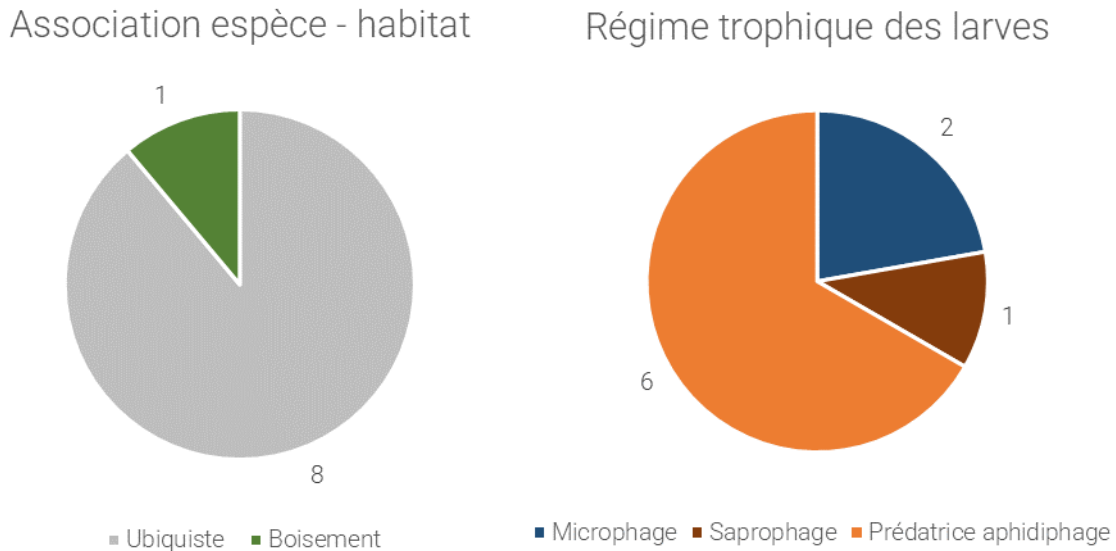


Figure 73 : écologie des syrphes observés sur la parcelle E.

14 interactions plante-rhopalocère ont été observées sur le site de Reully. Trois plantes messicoles seulement sont intervenues dans des interaction avec des papillons. Parmi elles, le **Bleuet** *Cyanus segetum* est celle qui a été la plus fréquemment utilisée (Figure 74).

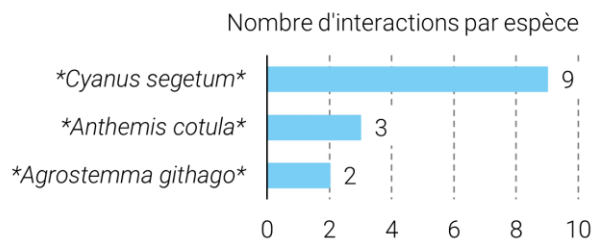


Figure 74 : nombre d'interactions par espèce de rhopalocères sur la parcelle E.

Trente espèces d'abeilles, sept de syrphes et aucune de papillon ont été observées au sein du périmètre de 300 m autour de la parcelle (Tableau 39). Le **Bourdon rudéral** *Bombus ruderarius* a été observée butinant *Trifolium pratense* en 2021 ; le **Bourdon grisé** *Bombus sylvarum* et l'**Hylée cornu** *Hylaeus cornutus* ont été observés en 2020 (cf. C. 1. 1). Quatre espèces d'abeilles coucous ont été inventoriées : *Bombus vestalis*, *Coelioxys echinatus*, *Stelis breviscula* et *Stelis minuta/ornatula*. Les alentours de la parcelle E semblent donc offrir des ressources variées de nidification et d'alimentation pour héberger un peuplement d'abeilles sauvages diversifié (des espèces préférant les Fabacées, un cortège de coucous).

**Tableau 39** : espèces observées dans les alentours de la parcelle E.  
 ● : observée en 2020 ; ◐ : observée en 2021 ; ● : observée les 2 années

Abeilles	Syrphes
<i>Andrena flavipes</i> ●	<i>Episyrphus balteatus</i> ◐
<i>Andrena minutuloides</i> ●	<i>Eristalis tenax</i> ◐
<i>Anthidium manicatum</i> ◐	<i>Merodon equestris</i> ◐
<i>Apis mellifera</i> ●	<i>Myathropa florea</i> ◐
<i>Bombus hortorum hortorum</i> ●	<i>Pipizella viduata</i> ◐
<i>Bombus hypnorum</i> ◐	<i>Sphaerophoria scripta</i> ◐
<i>Bombus lapidarius</i> ●	<i>Syritta pipiens</i> ◐
<i>Bombus pascuorum</i> ●	
<b><i>Bombus ruderarius ruderarius</i></b> ◐	
<b><i>Bombus sylvarum</i></b> ◐	
<i>Bombus terrestris</i> ●	
<i>Bombus vestalis</i> ◐	
<i>Coelioxys echinatus</i> ◐	
<i>Colletes daviesanus</i> ◐	
<i>Halictus gr. simplex</i> ◐	
<i>Halictus scabiosae</i> ●	
<i>Heriades truncorum</i> ◐	
<i>Hylaeus brevicornis</i> ◐	
<b><i>Hylaeus cornutus</i></b> ◐	
<i>Hylaeus hyalinatus</i> ◐	
<i>Hylaeus nigrinus</i> ◐	
<i>Hylaeus variegatus</i> ◐	
<i>Lasioglossum calceatum</i> ◐	
<i>Lasioglossum interruptum</i> ◐	
<i>Lasioglossum leucozonium</i> ◐	
<i>Lasioglossum pauxillum</i> ◐	
<i>Panurgus dentipes</i> ◐	
<i>Stelis breviscula</i> ◐	
<i>Stelis minuta/ornatula</i> ◐	
<i>Xylocopa violacea</i> ◐	

## C. 6. Résultats du site X (Le Fournet, Pacy-sur-Eure)

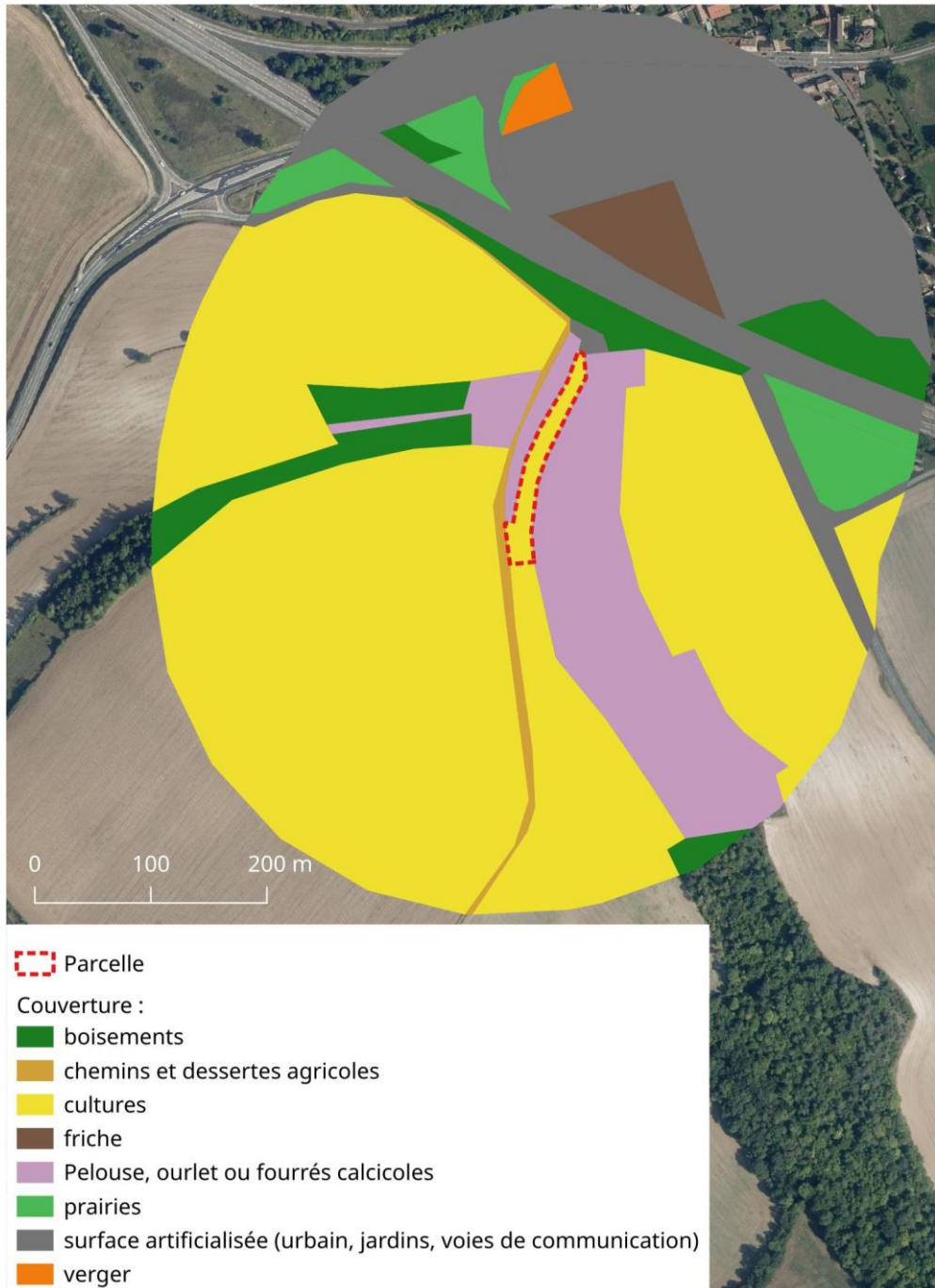
Superficie : 2300 m<sup>2</sup>

Nombre de sections rhopalocères : 3

### Contexte

La parcelle (Figure 75) fait partie d'un espace naturel géré par le conservatoire d'espaces naturels, et composé majoritairement de pelouses sèches et d'arbustes (Figure 76). Elle est également entourée de parcelles cultivées (céréales et colza) et proches de surfaces artificialisées.

### Parcelle X – Saint-Aquilin-de-Pacy



Prod. par Alexia Monsavoit (Opie) le 2020-06-22.  
Fond OrthoHD de l'IGN.

Figure 75 : structure paysagère de la parcelle X et de ses alentours.

CEN Normandie - Opie



Figure 76 : parcelle X, Pacy-sur-Eure, le 1<sup>er</sup> juillet 2021. © R. Vandeweghe

Les cultures occupent la moitié des alentours de la parcelle de Pacy-sur-Eure, les pelouses, les surfaces artificialisées comptent pour plus d'un cinquième, les pelouses, ourlets et fourrés calcicoles thermophiles occupent une surface réduite mais encore significative (10% ; Tableau 40).

Tableau 40 : surfaces relatives des habitats de la parcelle X et de ses alentours.

		boisement	chemins et dessertes agricoles	cultures	friche	pelouses, ourlets, fourrés cal. therm.	prairie	verger	surface artificialisée	Surface totale
Occupation des sols	m <sup>2</sup>	24964	3970	221675	7573	41886	14896	1950	93453	410367
	%	6,08	0,97	54,02	1,85	10,21	3,63	0,48	22,77	100

Remarques lors des prospections de la parcelle :

## 2020





🦋 19 mai 2020 : végétation rase. Peu de fleurs ont poussé. Aucune interaction.

🐝 28 mai 2020 : météo favorable, soleil, aucun nuage, vent très faible à modéré, t>20°C. *Papaver rhoeas* fleuri très abondant. Quelques *Legousia speculum-veneris* et *Ranunculus bulbosus* fleuris, beaucoup de *Rhinanthus minor* fleuri.

🦋 22 juin 2020 : nombreuses messicoles en fleurs, les interactions plantes/papillons sont relativement nombreuses.









🐝 24 juin 2020 : soleil, aucun nuage, vent faible à modéré, t>20°C. Sont fleuris : *P. rhoeas*, *L. speculum-veneris*, *Rhinanthus minor*, *Torilis arvensis*, *Ononis spinosa*, *Carduus nutans*, *Cirsium arvense*, *T. inodorum*, *Stachys recta*, *Melilotus officinalis*, *Reseda lutea*, *Myosotis* sp., *Centaurea scabiosa*, *Knautia arvensis*, *Cyanus segetum*, *Veronica* sp., *Valeriana* sp., *Medicago lupulina*.

*Centaurea scabiosa* est absente de la moitié supérieure de la parcelle, *L. speculum-veneris* est abondante dans le quart supérieur.

-  **20 juillet 2020** : couverture nuageuse de 50% puis 5%, soleil par moments caché par de gros nuages, vent faible à assez fort,  $t^{\circ} > 19^{\circ}\text{C}$ . Sont fleuris : *A. millefolium*, *Bupleurum falcatum*, *Carduus nutans*, *C. scabiosa* (abondant), *C. arvensis* (abondant), *C. segetum* (très peu), *D. carota*, *K. arvensis*, *Ononis spinosa* (très peu), *P. rhoeas*, *Pastinaca sativa*, *P. hieracioides*, *Reseda lutea*, *T. arvensis*, *T. inodorum*.
-  **21 juillet 2020** : les fleurs des messicoles commencent à décliner, mais offrent encore une ressource pour les pollinisateurs.
-  **11 août 2020** : la parcelle a été très récemment pâturée, si bien qu'il n'y a quasiment plus de fleurs, uniquement sur quelques repousses très basses de *Daucus carota*, *Origanum vulgare* et *Pastinaca sativa*. Aucun nuage, vent faible à nul,  $t^{\circ} > 25^{\circ}\text{C}$ . Aucun insecte actif sur la parcelle : *Pastinaca sativa* est très abondant dans les environs de la parcelle et y « monopolise » les insectes !
-  **18 août 2020** : le suivi a eu lieu après le pâturage de la parcelle. Par conséquent très peu de fleurs était disponible lors de ce passage et peu d'interactions ont été notées.

## 2021

---

-  **20 mai 2021** : parcelle semée récemment. La végétation est faiblement développée et les fleurs sont rares.
-  **27 mai 2021** : temps ensoleillé, couverture nuageuse  $< 5\%$ , vent faible et  $t^{\circ} \approx 17^{\circ}\text{C}$ . Parcelle fleurie par quelques adventices, mais peu de diversité en messicoles. Floraison importante de *Scandix pecten-veneris*. On retrouve également *Ranunculus repens*, largement représenté sur le site.
-  **15 juin 2021** : 1/3 de la parcelle est très peu végétalisée (végétation rase sur sol caillouteux mais beaucoup de fleurs). Sur le reste de la parcelle, la végétation est plus haute, beaucoup de fleurs (essentiellement *Papaver sp* et *Legousia speculum-veneris*).
-  **1<sup>er</sup> juillet 2021** : temps nuageux avec éclaircies, couverture nuageuse  $\approx 60\%$ , vent faible à modéré et  $t^{\circ} \approx 20^{\circ}\text{C}$ . Floraison importante de *Valeriana dentata*, *Papaver rhoeas*, *Legousia speculum-veneris* et *Centaurea scabiosa*.
-  **20 juillet 2021** : 1/3 de la parcelle peu est végétalisée (végétation rase sur sol caillouteux mais beaucoup de fleurs), Sur le reste de la parcelle, la végétation est plus haute, beaucoup de fleurs.
-  **21 juillet 2021** : temps ensoleillé, couverture nuageuse  $\approx 30\%$ , vent faible et  $t^{\circ} < 25^{\circ}\text{C}$ . Grande diversité d'inflorescences représentée principalement par *Achillea millefolium*, *Pastanica sativa*, *Papaver rhoeas*, *Knautia arvensis* et *Centaurea sp*. Bonne activité des pollinisateurs.
-  **12 août 2021** : rien à signaler.
-  **2 septembre 2021** : temps ensoleillé, aucune couverture nuageuse, vent modéré et  $t^{\circ} \approx 21^{\circ}\text{C}$ . Les plantes fleuries qui dominent sur le site sont *Centaurea sp.*, *Achillea millefolium* et *Pastanica sativa*. L'activité des insectes est importante ce qui a permis de renseigner de nombreuses interactions plante-pollinisateur.

**34 espèces d'abeilles, 12 espèces de syrphes et 11 espèces de rhopalocères ont été observées butinant sur la parcelle de Pacy-sur-Eure (Tableau 41)** : il s'agit donc d'une des deux parcelles les plus riches en espèces d'abeilles butineuses (Tableau 17), avec une bonne richesse en espèces de syrphes (Tableau 18) et de papillons rhopalocères butineurs (Figure 11). Le cortège d'espèces d'abeilles butineuses est essentiellement composé d'espèces communes sur le



territoire et d'espèces liées aux milieux ouverts chauds. En 2021, l'**Andrène de la Knautie** *Andrena hattorfiana* et le **Lasioglosse à pattes jaunes** *Lasioglossum xanthopus* (§ C. 1. 1) ont été observés butinant respectivement *Knautia arvensis* et *Cyanus segetum*. Deux espèces d'abeilles coucous ont été recensées. Le Psithyre vestale *Bombus vestalis* est le bourdon inquiline de *B. terrestris* et vraisemblablement aussi de *B. lucorum*. *Sphecodes ephippius* a pour hôtes *Lasioglossum leucozonium*, *L. quadrinotatum* et *Halictus tumulorum*, non recensés sur le site. Le **Flambé** *Iphiclides podalirius* a butiné *Centaurea scabiosa* (Figure 29) en 2020 : ce papillon bon voilier accomplit vraisemblablement son cycle sur le site attenant de pelouses gérées par le CEN.

**Tableau 41** : espèces butineuses sur la parcelle X.

○ : observée en 2020 ; ● : observée en 2021 ; ● : observée les 2 années.

Abeilles	Syrphes	Rhopalocères
<i>Andrena alfenella</i> ○	<i>Episyrphus balteatus</i> ○	<i>Aglais urticae</i> ○
<i>Andrena chrysoceles</i> ○	<i>Eristalis arbustorum</i> ○	<i>Coenonympha pamphilus</i> ○
<i>Andrena flavipes</i> ○	<i>Eristalis tenax</i> ●	<i>Colias crocea</i> ○
<i>Andrena gravida</i> ○	<i>Eupeodes corollae</i> ○	<b><i>Iphiclides podalirius</i></b> ○
<b><i>Andrena hattorfiana</i></b> ○	<i>Helophilus trivittatus</i> ○	<i>Lysandra coridon</i> ●
<i>Andrena minutula</i> ○	<i>Myathropa florea</i> ○	<i>Melanargia galathea</i> ●
<i>Andrena minutuloides</i> ●	<b><i>Paragus haemorrous/constrictus</i></b> ○	<i>Pieris brassicae</i> ○
<i>Andrena nigroaena</i> ○	<i>Pipiza carbonaria</i> ○	<i>Pieris napi</i> ○
<i>Andrena nitidiuscula</i> ○	<i>Pipizella</i> sp. ●	<i>Pieris rapae</i> ○
<i>Anthidium manicatum</i> ○	<i>Sphaerophoria scripta</i> ●	<i>Polyommatus icarus</i> ○
<i>Anthidium punctatum</i> ○	<i>Syritta pipiens</i> ○	<i>Pyronia tithonus</i> ○
<i>Apis mellifera</i> ●	<i>Syrphus ribesii</i> ○	
<i>Bombus lapidarius</i> ●		
<i>Bombus pascuorum</i> ●		
<i>Bombus terrestris</i> ●		
<i>Bombus vestalis</i> ●		
<i>Dasyпода hirtipes</i> ○		
<i>Halictus gr. simplex</i> ○		
<i>Halictus scabiosae</i> ●		
<i>Hoplosmia spinulosa</i> ○		
<i>Hylaeus communis</i> ○		
<i>Hylaeus dilatatus</i> ○		
<i>Hylaeus nigritus</i> ○		
<i>Hylaeus signatus</i> ○		
<i>Lasioglossum interruptum</i> ○		
<i>Lasioglossum morio</i> ○		
<i>Lasioglossum subhirtum</i> ●		
<b><i>Lasioglossum xanthopus</i></b> ○		
<i>Megachile pilidens</i> ○		
<i>Osmia</i> sp. ○		
<i>Panurgus dentipes</i> ○		
<i>Seladonia tumulorum</i> ○		
<i>Sphecodes ephippius</i> ○		
<i>Xylocopa violacea</i> ●		

Par ailleurs, certaines espèces d'abeilles, de syrphes et de rhopalocères ont été observées sans relations de butinage sur la parcelle durant le suivi abeilles-syrphes en 2021 :

- abeilles : *Ceratina cyanea* ;
- syrphes : *Scaeva pyrastris* ;
- rhopalocères : *Coenonympha pamphilus*, *Gonepteryx rhamni*, ***Issoria lathonia***, *Lasiommata megera*, *Lysandra bellargus*, *Maniola jurtina*, *Pieris rapae*, *Polyommatus icarus*, *Vanessa cardui*.

Dans le cadre du protocole rhopalocères, certaines espèces ont été observées sans relations de butinage sur la parcelle X, telle que *Colias alfacariensis* observée en 2021. *Melanargia galathea* et *Lysandra coridon* sont les espèces les plus observées sur cette parcelle (Tableau 42).

**Tableau 42** : espèces de rhopalocères observées sur la parcelle X.

Nom scientifique	Noms Français	Effectifs	
		2020	2021
<i>Aglais urticae</i>	La Petite tortue		1
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Le Fadet	2	3
<i>Colias alfacariensis</i>	Le Fluoré		5
<i>Colias crocea</i>	Le Souci	1	
<i>Cupido minimus</i>	L'Argus frêle	3	
<i>Iphiclides podalirius</i>	Le Flambé	4	
<i>Lasiommata megera</i>	La Mégère	2	
<i>Lysandra coridon</i>	L'Azuré bleu-nacré	10	4
<i>Maniola jurtina</i>	Le Myrtil	3	1
<i>Melanargia galathea</i>	Le Demi-deuil	36	1
<i>Pieris brassicae</i>	La Piéride du Chou	4	
<i>Pieris napi</i>	La Piéride du Navet	1	
<i>Pieris rapae</i>	La Piéride de la Rave	5	2
<i>Polygonia c-album</i>	Le Robert-le-Diable	1	
<i>Polyommatus icarus</i>	L'Argus bleu commun	2	
<i>Pyronia tithonus</i>	L'Amaryllis	3	

A l'exception du mois d'août 2020 (cf. remarques lors des prospections de la parcelle), quelle que soit l'année de prospection, le groupe des abeilles cumule le plus grand nombre de relations sur la parcelle de Pacy-sur-Eure. Les rhopalocères comptent pour une faible part des relations de butinage (Figure 77).

**Trente espèces végétales ont été butinées sur la période 2020-2021 (19 en 2020 et 23 en 2021) dont 6 espèces de messicoles (3 en 2020 et 5 en 2021), ce qui constitue des scores assez élevés par rapport aux autres parcelles (**

Tableau 23). *Centaurea scabiosa* est la plante dominante au sein du réseau.

On ne note aucune relation de butinage pour *Torilis arvensis* ni pour *Legousia speculum-veneris* en 2020 bien que cette dernière ait été abondante en juin (cf. remarques lors des prospections de la parcelle). Les autres messicoles font l'objet d'au moins une relation de butinage observée sur les deux années mais aucune d'entre elle ne domine le réseau : en 2020 et sur les deux années cumulées, *Centaurea scabiosa*, abondante, comptabilise les plus grands nombres de relations et sa contribution au réseau reste importante en 2021. Elle est essentiellement butinée par des espèces ubiquistes et communes (Figure 78, Figure 79). La parcelle X est la seule pour laquelle du butinage a été renseigné sur *Valerianella dentata*. En 2020,

les Carduées (*Carduus nutans*, *Centaurea scabiosa*, *Cyanus segetum*, *Cirsium arvense*) « monopolisent » la moitié des relations de butinage observées, avec beaucoup de relations de un à un : *C. arvense* joue ainsi un rôle prépondérant pour trois espèces de butineurs, et *C. scabiosa* pour huit espèces. L'importance des Carduées est moindre en 2022.

Le réseau d'interactions plantes-pollinisateurs de la parcelle X s'organise autour d'un groupe d'espèces d'insectes généralistes et communes (*Apis mellifera*, *Bombus lapidarius*, *Bombus pascuorum*, *Bombus terrestris* et *Eristalis tenax* (Figure 78, Figure 79).

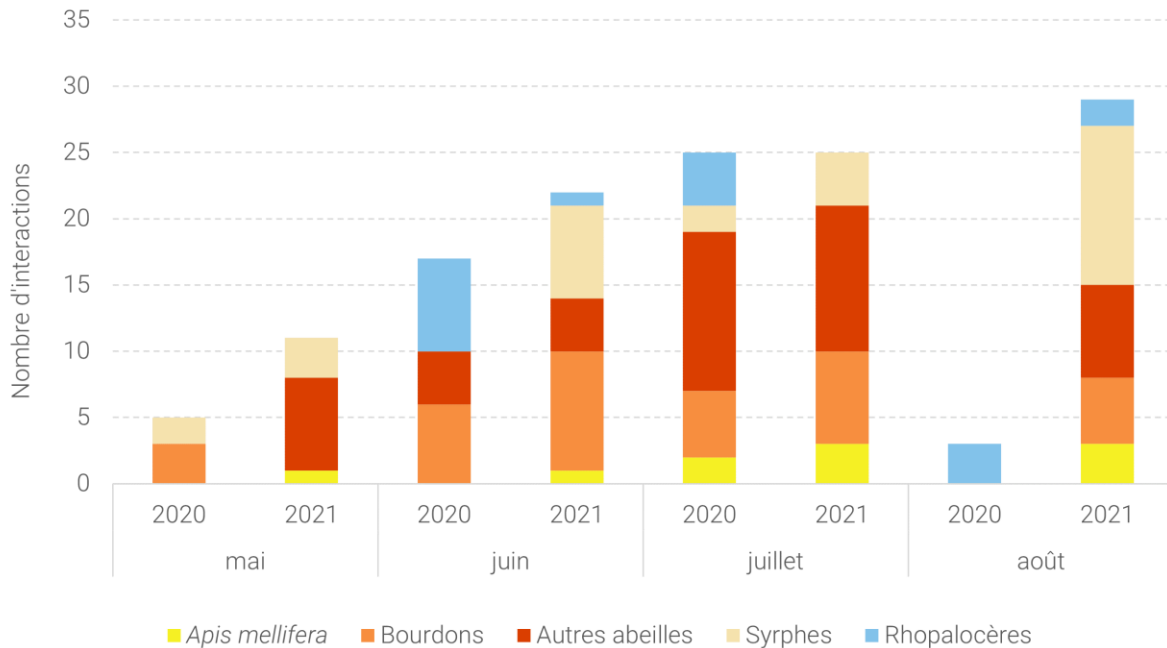


Figure 77 : nombre de relations plantes-pollinisateurs observées sur la parcelle X.

La température d'emboîtement du réseau des deux années cumulées ( $T^{\circ} = 9,55$  ; Annexe 3) est faible, on observe de fait peu de relations d'un à un (Figure 80). La différence entre les réseaux de 2020 et de 2021 se traduit dans le nombre moyen de partenaires partagés par les plantes (0.13 en 2020 puis 0.35 en 2021), dans le nombre moyen d'espèces butineuses par plante (vulnérabilité : 6.18 en 2020, 4.69 en 2021), dans le nombre moyen d'espèces de plantes butinées par insecte (généralité : 1.73 en 2020, 3.02 en 2021 ; Annexe 3) et dans la composition des cortèges d'insectes butineurs (Tableau 41) :

- ✓ seulement 9 espèces d'abeilles sont recensées comme butineurs les deux années (26% du total), 7 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (44% des espèces recensées cette année-là) et 18 en 2021 uniquement (67% !) ;
- ✓ seulement 3 espèces de syrphes sont recensées comme butineurs les deux années (25% du total), 1 espèce a été recensée butineuse en 2020 uniquement (25% des espèces recensées cette année-là) et 8 en 2022 uniquement (80% !) ;
- ✓ seulement 2 espèces de papillons sont recensées comme butineur les deux années (18% du total), 8 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (80% des espèces recensées cette année-là !) et 1 en 2021 uniquement (33%) ;

Le fort contraste météorologique interannuel explique sans doute en partie cette différence entre les réseaux de 2020 et 2021.

Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

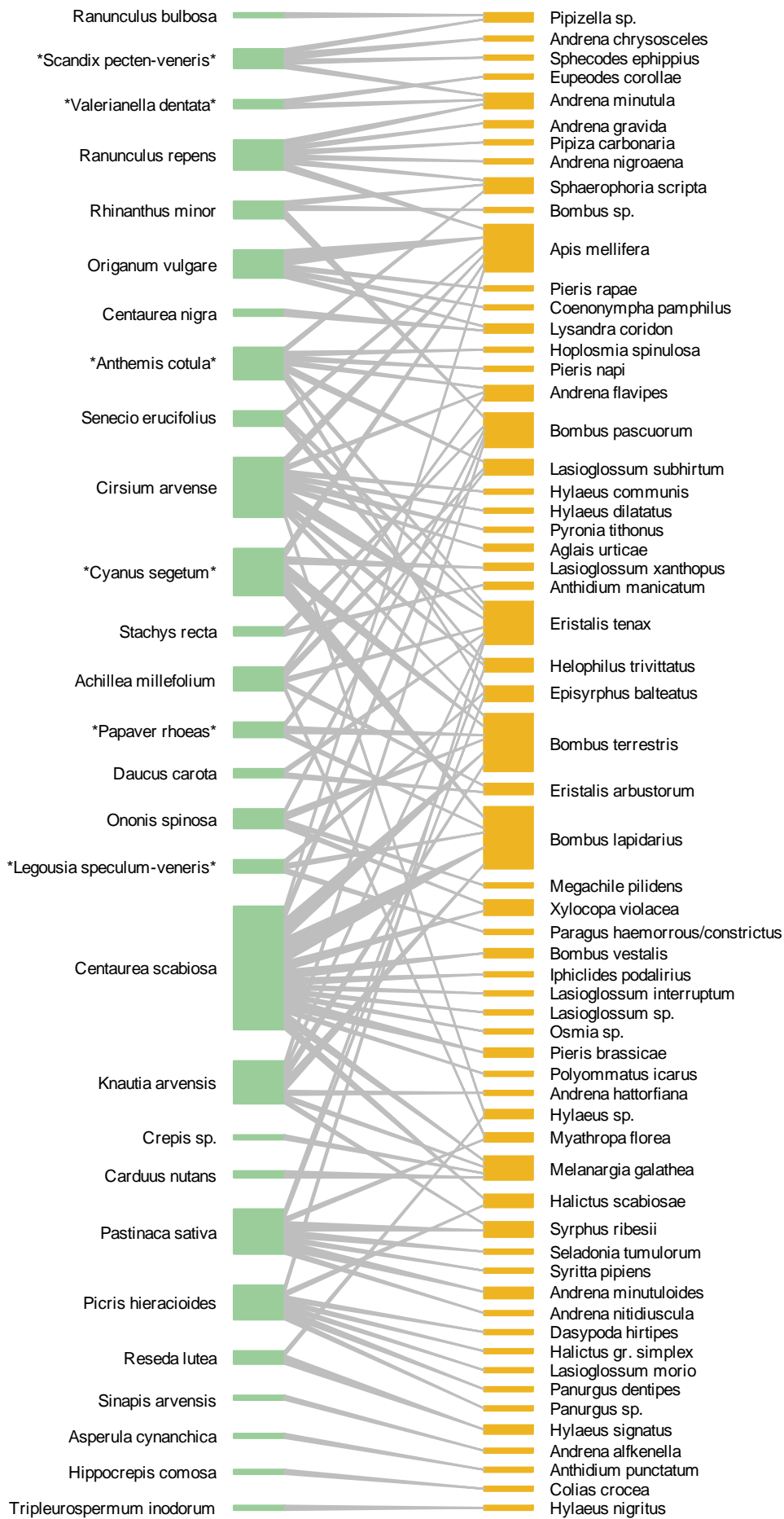
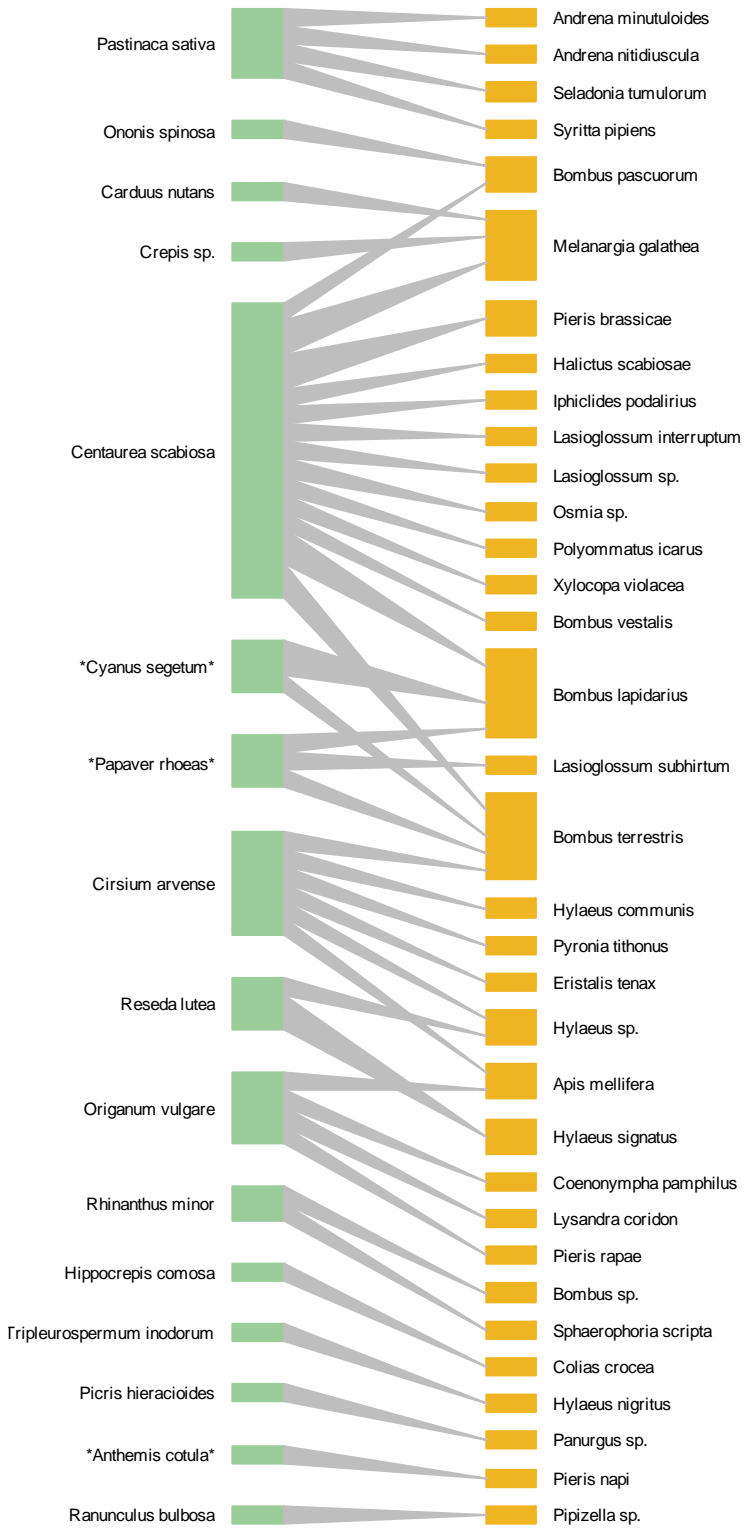


Figure 78 : diagramme du réseau de butinage sur la parcelle X sur les deux années de suivi.

Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

a



b

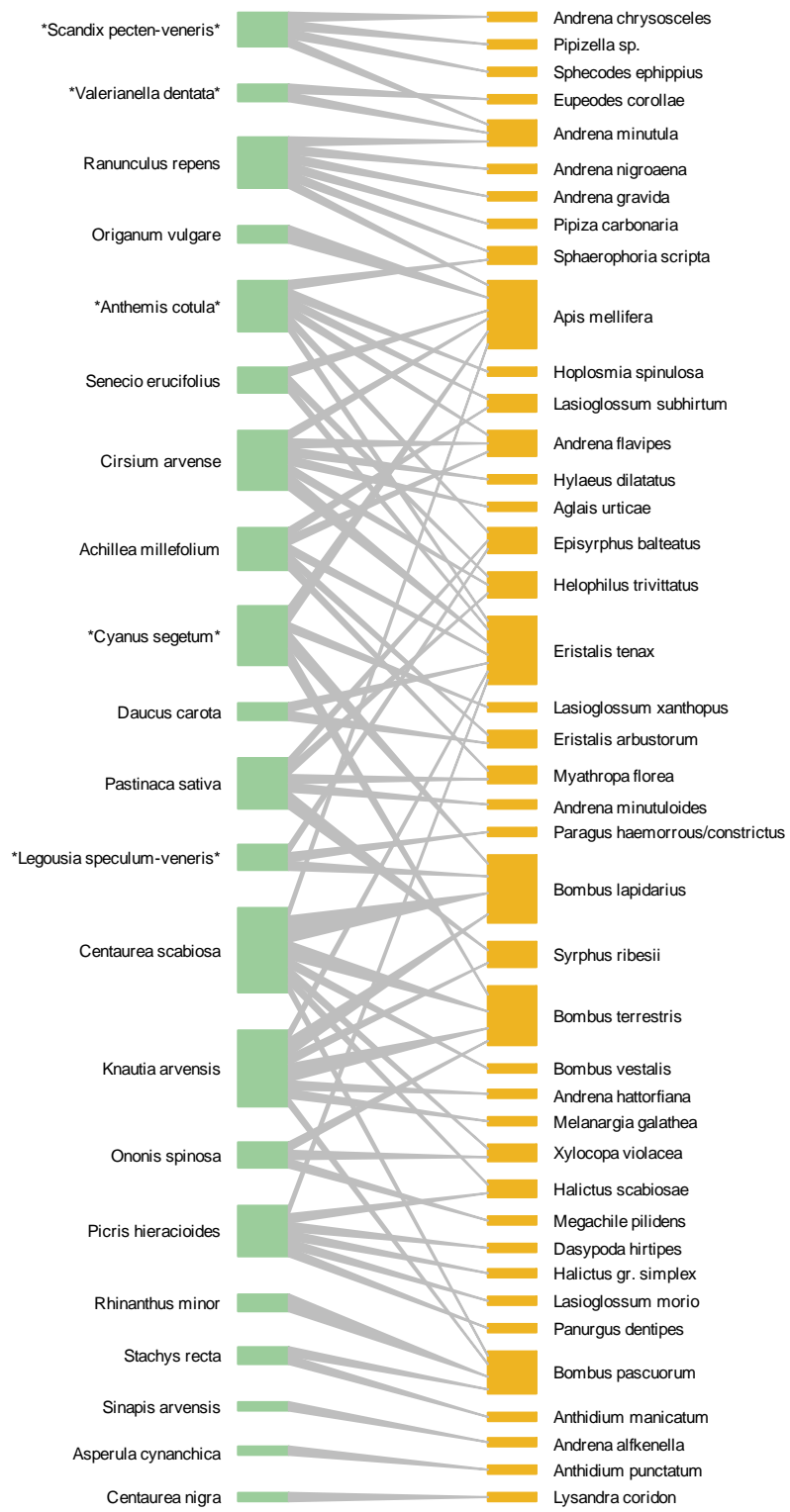


Figure 79 : diagramme du réseau de butinage sur la parcelle X a) en 2020 et b) en 2021.

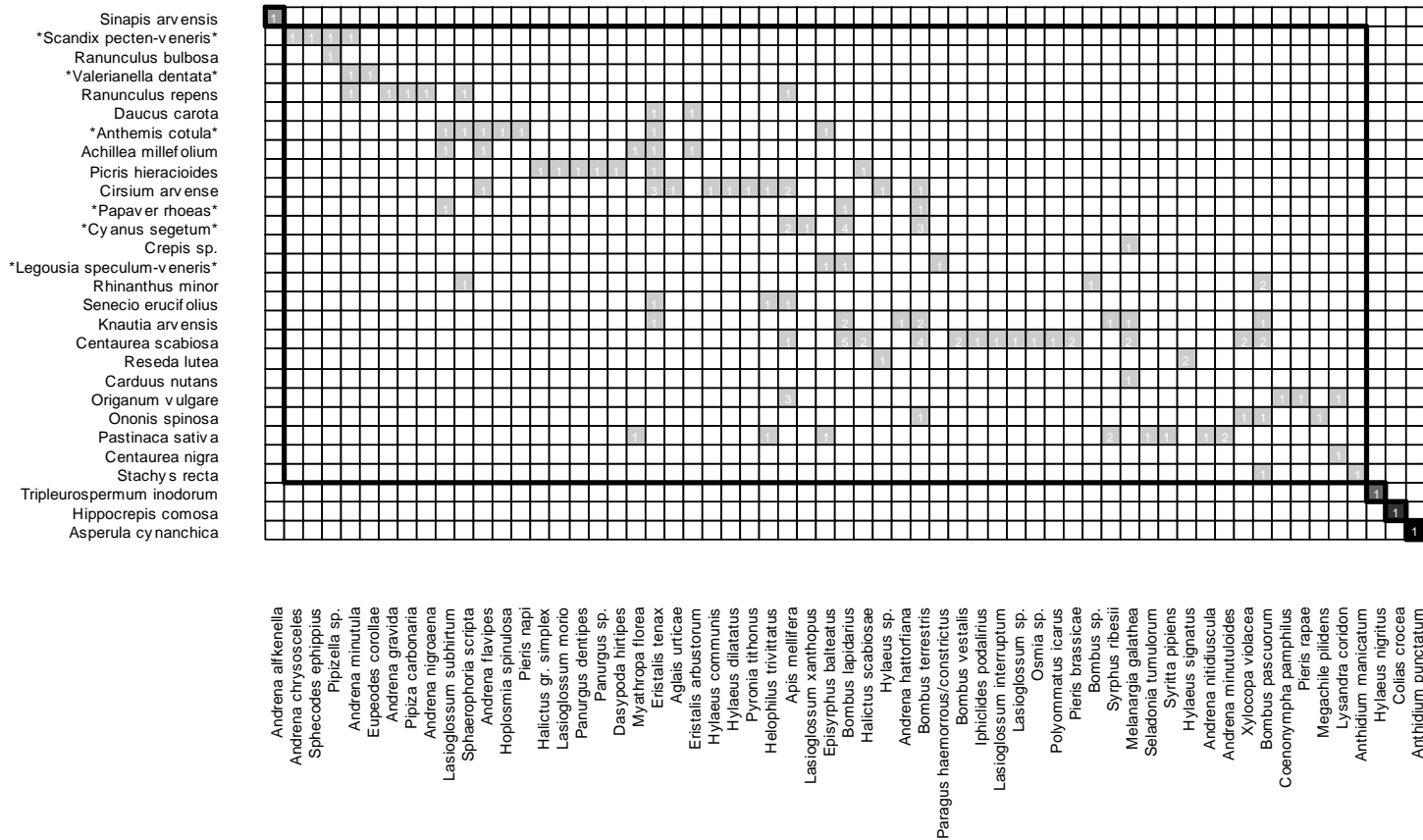
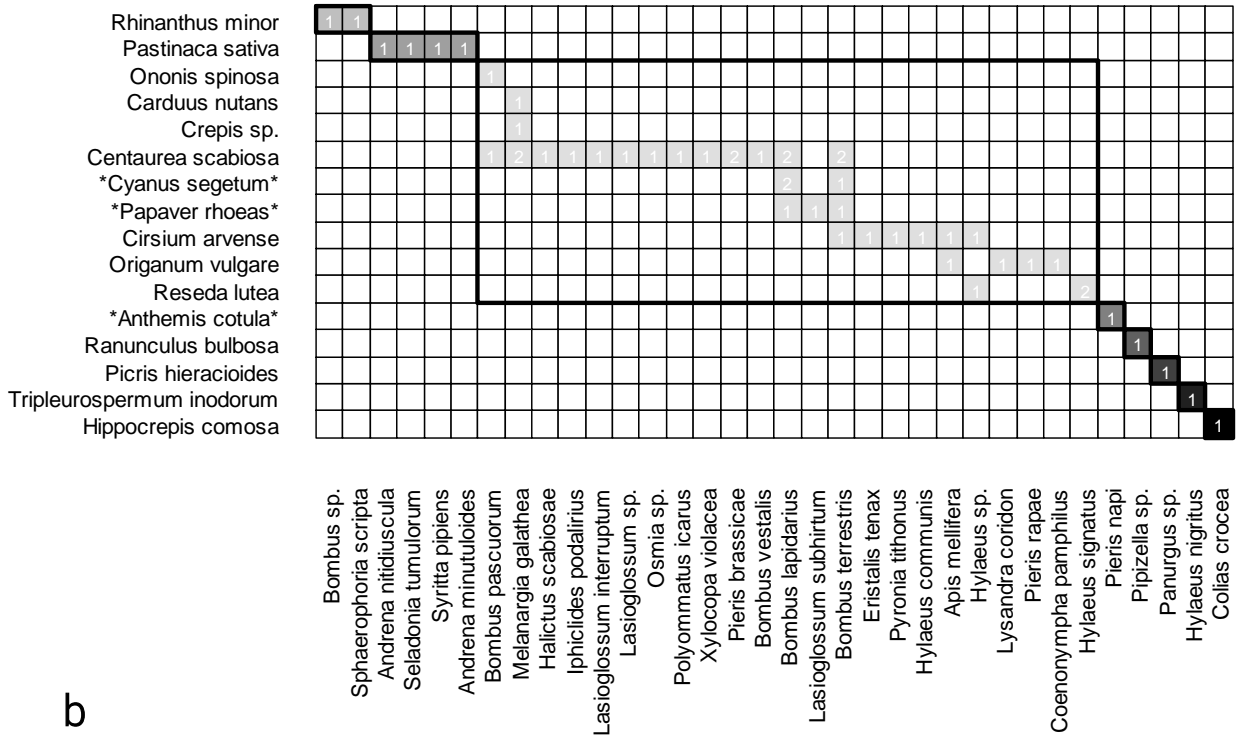


Figure 80 : grille diagonalisée des relations de butinage observées sur la parcelle X sur les deux années de suivi.

a



b

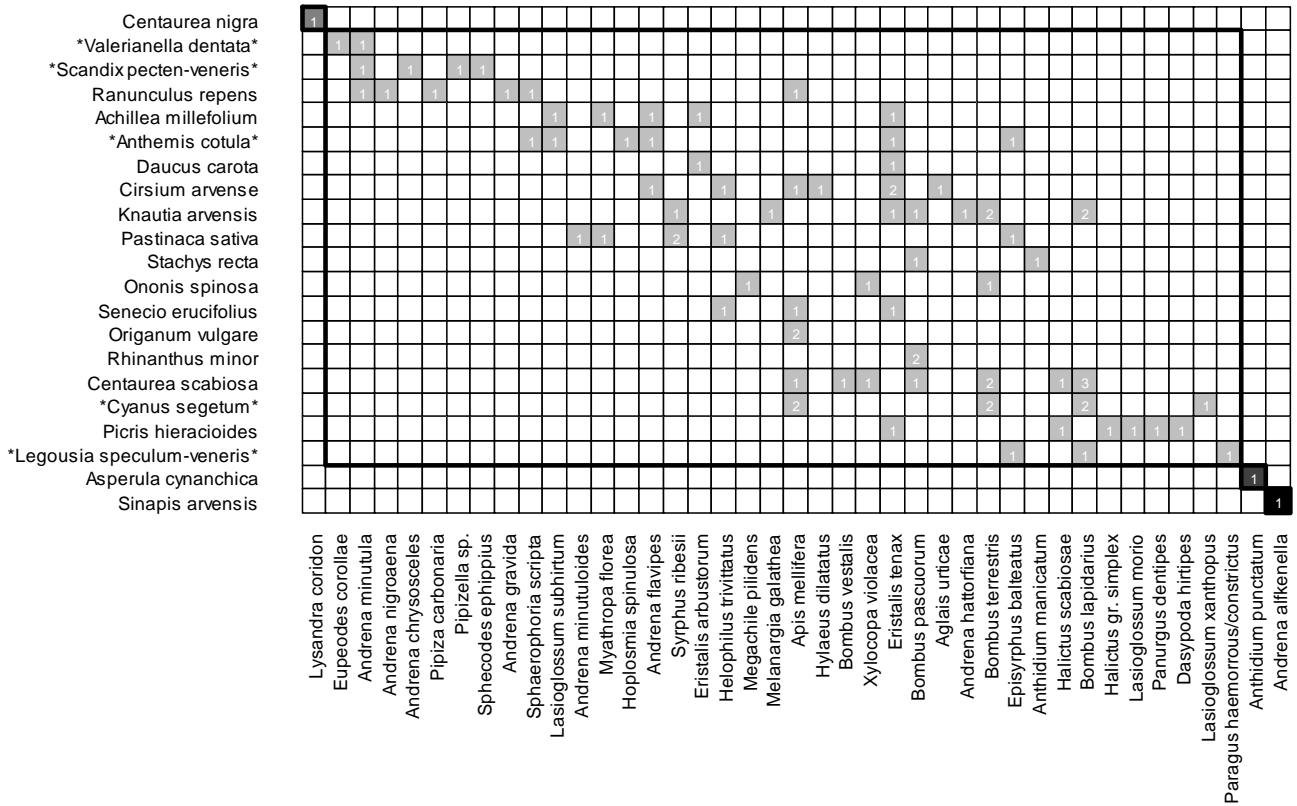


Figure 81 : grille diagonalisée des relations de butinage observées sur la parcelle X a) en 2020 et b) en 2021.

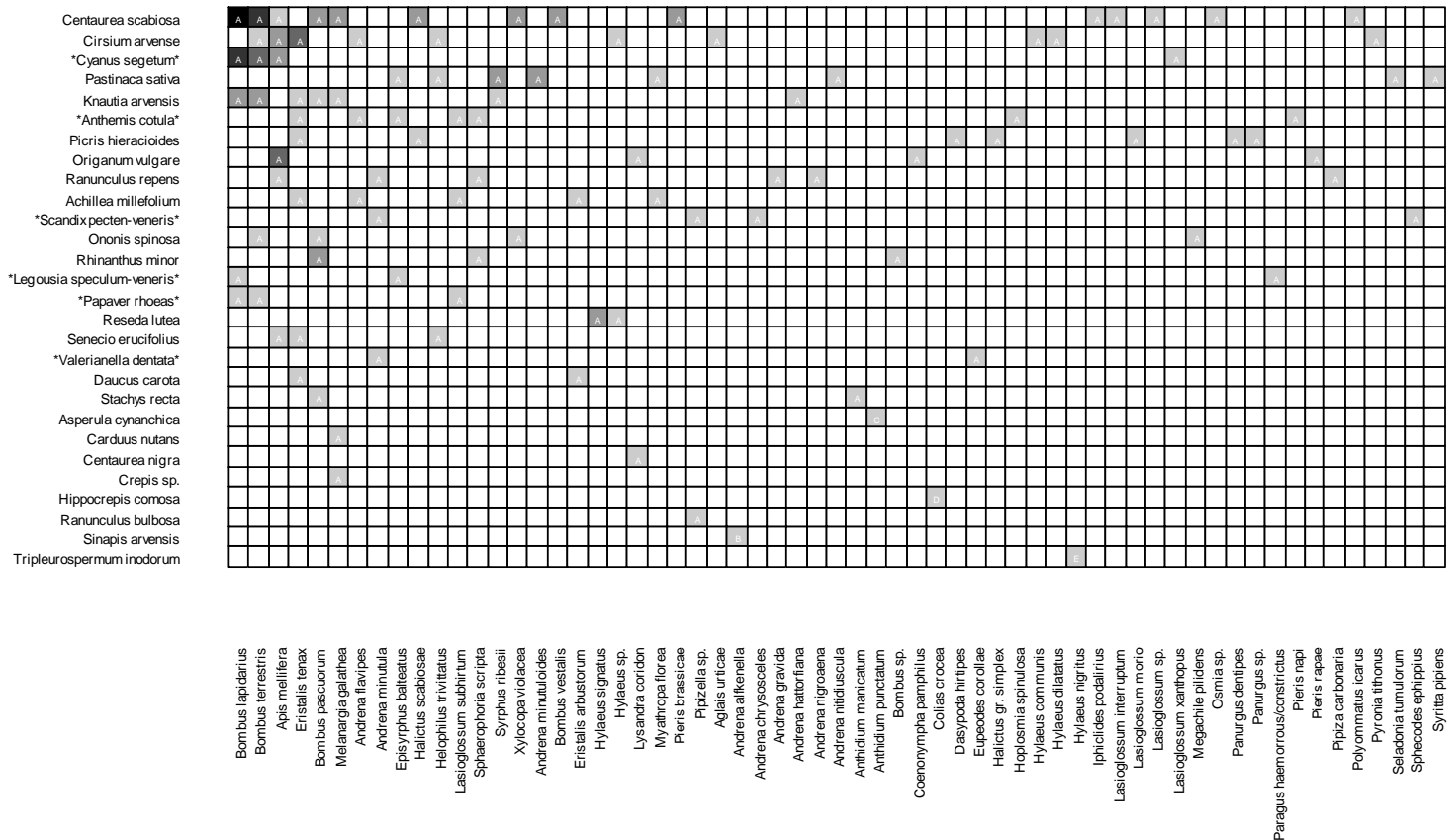


Figure 82 : grille emboîtée des relations de butinage observées sur la parcelle X sur les deux années de suivi.





Le cortège des **syrphes butineurs** sur la parcelle de Pacy-sur-Eure est largement formé d'espèces **ubiquistes** et **aphidiphages** (Figure 84) : malgré la présence très proche de milieux semi-naturels (pelouses, ourlets et fourrés calcicoles), les alentours sont majoritairement agricoles et artificialisés (urbain et infrastructures de transport ; Tableau 40, Figure 75). Seule *Pipiza carbonaria* se singularise : ce syrphe est plutôt associé aux boisements, notamment les chênaies ; ses mœurs larvaires sont méconnues.

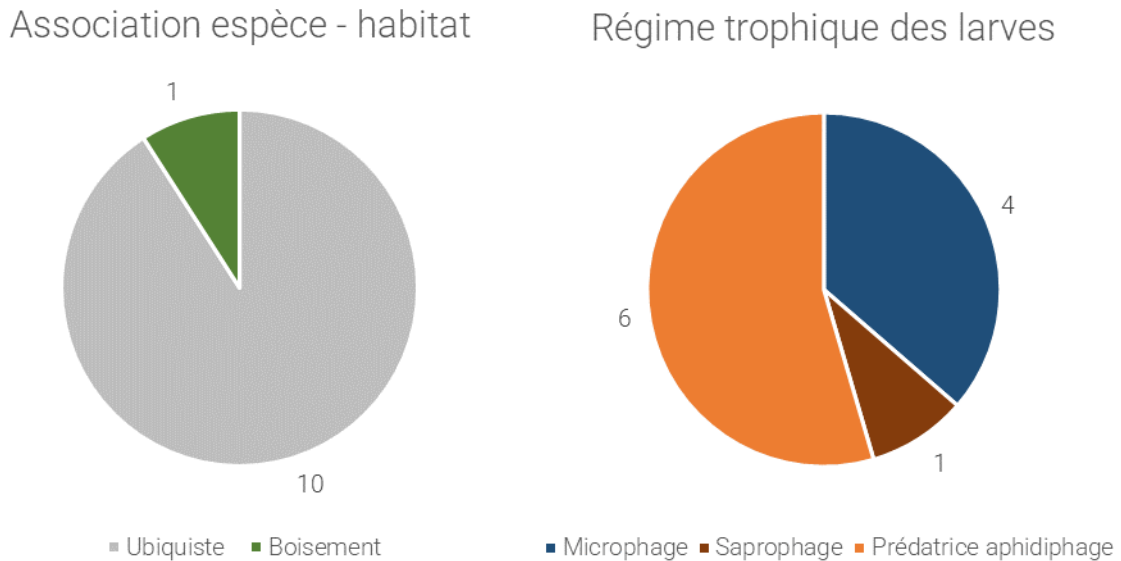


Figure 84 : écologie des syrphes observés sur la parcelle X.

40 interactions plante-rhopalocère ont été observées sur le site X. Ces interactions concernent très majoritairement deux espèces de plantes : **la Centaurée scabieuse** *Centaurea scabiosa* et **l'Origan** *Origanum vulgare*.

Les plantes strictement messicoles sont assez peu utilisées sur ce site où la diversité végétale est très importante. De nombreuses fleurs prairiales très mellifères (comme l'Origan) sont privilégiées par les rhopalocères et des plantes messicoles pourtant bien présentes comme le Miroir de vénus ou l'Anthemis fétide sont ignorées (Figure 85).

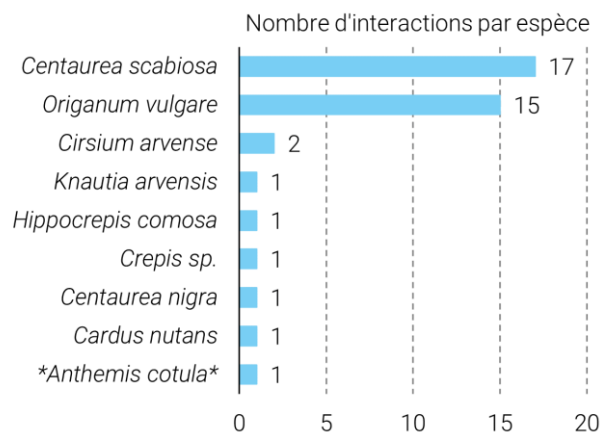


Figure 85 : nombre d'interactions par espèce de rhopalocères sur la parcelle X.

Trente-deux espèces d'abeilles, sept de syrphes et cinq de papillon (une de rhopalocère, quatre d'Hétérocères Zygaenidae) ont été observées au sein du périmètre de 300 m autour de la

parcelle lors des recherches complémentaires (Tableau 43). Quatre espèces d'abeilles et une de syrphes présentent une forte patrimonialité (cf. § C. 1. 1) :

- ✓ le Dioxe tridenté *Aglaopis tridentata*, l'Andrène de la Knautie *Andrena hattorfiana*, le Lasioglosse à pattes jaunes *Lasioglossum xanthopus* et la Mégachile alpine *Megachile alpicola* ;
- ✓ *Paragus haemorrhous* est un petit syrphe discret dont la larve prédate les pucerons sur une variété de plantes basses (notamment *Calendula* spp. et *Sonchus* spp.).

Deux autres syrphes méritent d'être signalés : *Cheilosia soror* est une espèce d'affinité forestière dont la larve est foreuse des champignons de type basidiomycètes. La seconde espèce est *Heringia heringi* dont la larve se nourrit des pucerons ou des psylles sur différentes essences d'arbres.

**Tableau 43** : espèces observées dans les alentours de la parcelle X.

● : observée en 2020 ; ● : observée en 2021 ; ● : observée les 2 années

Abeilles	Syrphes	Rhopalocères
<i>Aglaopis tridentata</i> ●	<i>Cheilosia pagana/soror</i> ●	<i>Iphiclides podalirius</i> ●
<i>Andrena hattorfiana</i> ●	<i>Cheilosia soror</i> ●	<i>Zygaena carniolica</i> ●
<i>Andrena minutuloides</i> ●	<i>Episyrphus balteatus</i> ●	<i>Zygaena minos</i> ●
<i>Andrena nigroaena</i> ●	<i>Eristalis arbustorum</i> ●	<i>Zygaena transalpina</i> ●
<i>Andrena nitidiuscula</i> ●	<i>Heringia heringi</i> ●	<i>Zygaena transalpina</i> ●
<i>Anthidium manicatum</i> ●	<i>Paragus haemorrhous</i> ●	
<i>Anthidium oblongatum</i> ●	<i>Sphaerophoria scripta</i> ●	
<i>Apis mellifera</i> ●		
<i>Bombus lapidarius</i> ●		
<i>Bombus pascuorum</i> ●		
<i>Bombus terrestris</i> ●		
<i>Ceratina cucurbitina</i> ●		
<i>Chelostoma campanularum</i> ●		
<i>Colletes similis</i> ●		
<i>Halictus gr. simplex</i> ●		
<i>Halictus langobardicus</i> ●		
<i>Halictus scabiosae</i> ●		
<i>Hoplitis leucomelana</i> ●		
<i>Hylaeus brevicornis</i> ●		
<i>Hylaeus dilatatus</i> ●		
<i>Hylaeus gibbus</i> ●		
<i>Hylaeus gredleri</i> ●		
<i>Lasioglossum laticeps</i> ●		
<i>Lasioglossum politum</i> ●		
<i>Lasioglossum subhirtum</i> ●		
<i>Lasioglossum xanthopus</i> ●		
<i>Megachile alpicola</i> ●		
<i>Osmia aurulenta</i> ●		
<i>Hoplosmia spinulosa</i> ●		
<i>Panurgus calcaratus</i> ●		
<i>Sphecodes monilicornis</i> ●		
<i>Sphecodes pellucidus</i> ●		

## C. 7. Résultats du site Y (Côte des Fourneaux, Le Plessis-Hébert)

Superficie : 3000 m<sup>2</sup>

Nombre de sections rhopalocères : 3

### Contexte

La parcelle (Figure 86) est située dans un contexte assez naturel (prairies, pelouses, boisements) et n'a plus été labourée depuis au moins trois ans. Les plantes messicoles deviennent moins abondantes et laissent peu à peu la place à des plantes de friches ou pelouses comme l'Hippocrépide fer à cheval (*Hippocrepis comosa*), la Vipérine (*Echium vulgare*) ou l'Origan (*Origanum vulgare*). Les alentours sont majoritairement constitués de parcelles cultivées (Figure 87).

### Parcelle Y – Le Plessis-Hébert



Prod. par Alexia Monsavoir (Opie) le 2020-06-22. Fond OrthoHD de l'IGN.

Figure 86 : structure paysagère de la parcelle A et de ses alentours.

CEN Normandie - Opie



Figure 87 : parcelle Y, Le Plessis-Hébert, le 21 juillet 2021. © R. Vandeweghe.




Les alentours de la parcelle Y sont principalement associés aux cultures (70.05%), les boisements occupent une surface réduite mais encore significative (11.57%) tout comme les pelouses, ourlets et fourrés calcicoles thermophiles (10.81% ; Tableau 44).





Tableau 44 : surfaces relatives des habitats de la parcelle Y et de ses alentours.

		boisement	chemins et dessertes agricoles	cultures	pelouses, ourlets, fourrés cal. therm.	prairie	surface artificialisée	Surface totale
Occupation des sols	m <sup>2</sup>	47182	6472	285679	44094	16627	7759	407813
	%	11,57	1,59	70,05	10,81	4,08	1,90	100

Remarques lors des prospections de la parcelle :









**2020.**

-  **18 mai 2020** : excellente météo, vent très faible, t°>20°C, soleil. Très forte activité des bourdons sur *Papaver rhoeas*. *Bombus lapidarius* très actif sur *Hippocrepis comosa*. Quasiment pas d'*Apis mellifera*. Sont aussi fleuris : *Anagallis arvensis foemina*, *Carduus nutans*, *Crepis sancta nemausensis*, *Echium vulgare*, *Leucanthemum vulgare* (Figure 29), *Muscari comosum*, *Sanguisorba minor*, *Silene latifolia alba*, *Stachys annua*.
-  **22 juin 2020** : végétation dense et fleurie, dominée par des plantes de friches ou pelouses comme la Vipérine et la centaurée scabieuse.
-  **22 juin 2020** : soleil, vent faible à modéré, très peu de nuages, t°>21°C. Floraison d'*Echium vulgare* très dominante. *Leucanthemum vulgare* assez abondant mais déjà en train de faner. Sont fleuris : *Achillea millefolium*, *Anagallis arvensis foemina*, *Carduus nutans*, *Medicago arabica*, *M. lupulina*, *Torilis arvensis* (très abondant en place). *Bombus lapidarius* et *Bombus « terrestris »* très nombreux sur *Echium vulgare*.

-  **13 juillet 2020** : quasiment aucun nuage, soleil, vent faible à modéré,  $t^{\circ} > 22^{\circ}\text{C}$ . Sont fleuris : *C. nutans*, *Centaurea jacea nigra*, *C. eriophorum*, *D. carota*, *Hypericum perforatum*, *Origanum vulgare* et *P. hieracioides*,
-  **21 juillet 2020** : beaucoup de fleurs fanées et grillées. Peu d'interactions notées.
-  **10 août 2020** : couvert nuageux de 20%, vent faible,  $t^{\circ} > 25^{\circ}\text{C}$ . Sont fleuris : *Daucus carota* dominant, *Centaurea jacea decipiens*, *Crepis sp.*, *Echium vulgare* (peu), *Hypericum perforatum*, *Origanum vulgare*.
-  **18 août 2020** : végétation haute mais peu de fleurs.

## 2021

---

-  **20 mai 2021** : parcelle est bien végétalisée. Les fleurs sont diversifiées et abondantes.
-  **27 mai 2021** : temps ensoleillé mais couvert, couverture nuageuse de 40% à 70%, vent faible et  $t^{\circ} \approx 17^{\circ}\text{C}$ . Floraison largement dominée par *Hippocrepis comosa* mais on retrouve ponctuellement *Leucanthemum vulgare*, *Sanguisorba minor*. *Hippocrepis comosa* est très attractif pour les Apoïdes notamment *Apis mellifera* et *Bombus sp.*
-  **15 juin 2021** : végétation bien développée mais beaucoup de plantes desséchées, beaucoup de fleurs.
-  **1<sup>er</sup> juillet 2021** : temps couvert avec éclaircies, couverture nuageuse  $\approx 80\%$ , vent faible et  $t^{\circ} \approx 17^{\circ}\text{C}$ . Floraison importante de *Hypericum perforatum*, *Carduus nutans* et *Origanum vulgare*. Activité de pollinisation importante sur le site qui se traduit par de nombreuses interactions.
-  **20 juillet 2021** : végétation bien développée, beaucoup de fleurs, dominée par l'origan.
-  **21 juillet 2021** : temps ensoleillé, pas de couverture nuageuse, vent faible et  $t^{\circ} \approx 25^{\circ}\text{C}$ . *Origanum vulgare*, *Picris hieracioides* et *Centaurea sp.*, sont omniprésentes sur la parcelle. En particulier *Origanum vulgare* qui est très attractif pour les pollinisateurs.
-  **12 août 2021** : végétation haute mais peu de fleurs.
-  **2 septembre 2021** : temps ensoleillé, pas de couverture nuageuse, vent faible à modéré et  $t^{\circ} \approx 24^{\circ}\text{C}$ . Floraison prédominée par *Picris hieracioides*. On retrouve également *Daucus carota* et *Origanum vulgare* en plus faible abondance.

**34 espèces d'abeilles, 10 espèces de syrphes et 16 espèces de rhopalocères ont été observées butinant sur la parcelle du Plessis-Hébert (Tableau 33).** Avec la parcelle de Pacy-sur-Eure, c'est celle qui présente la plus grande diversité d'abeilles butineuses (Tableau 17), et c'est la parcelle la plus riche en papillons butineurs (Figure 11). Comparé aux autres parcelles, le nombre d'espèces de syrphes butineur est moyen (Tableau 18). Le cortège d'espèces d'abeilles butineuses est surtout composé d'espèces communes sur le territoire et d'espèces liées aux milieux ouverts chauds. Trois espèces sont fortement patrimoniales : l'**Anthophore obtuse** *Anthophora retusa* (butinant *Muscari comosum* en 2021), l'**Halicte quatre-bandes** *Halictus quadricinctus* et l'**Hylée grand-scape** *Hylaeus euryscapus* (butinant *Medicago arabica* en 2020 ; § C. 1. 1). Le **Flambé** *Iphiclides podalirius* et *Lysandra bellargus* ont butiné *Echium vulgare* en 2020 : ces papillons accomplissent sans doute leur cycle sur le site attenant de pelouses, ourlets et fourrés calcicoles gérées par le CEN.

Dans le cadre du protocole abeilles et syrphes, les relations de butinage suivante ont aussi été observées : *Bombylius sp.* (Diptère Bombyliidae) avec *Silene latifolia alba*, des Hyménoptères Chrysididae avec *Achillea millefolium*, *Daucus carota* et *Carduus nutans*, un Hyménoptère Sphéciforme avec *Echium vulgare*, Polistes sp. (Hyménoptères Vespidae) avec *Daucus carota*, *Papilio machaon* avec *Carduus nutans*, *Pieris napi* avec *Echium vulgare*.

Tableau 45: espèces butineuses sur la parcelle Y.

○ : observée en 2020 ; ● : observée en 2021 ; ● : observée les 2 années.

Abeilles	Syrphes	Rhopalocères
<i>Andrena cineraria</i> ●	<i>Episyrphus balteatus</i> ●	<i>Aglais io</i> ●
<i>Andrena flavipes</i> ●	<i>Eristalis arbustorum</i> ●	<i>Aricia agestis</i> ●
<i>Andrena gravida</i> ●	<i>Eristalis pertinax</i> ●	<i>Coenonympha pamphilus</i> ●
<i>Andrena haemorrhoa</i> ●	<i>Eristalis tenax</i> ●	<i>Colias alfacariensis</i> ●
<i>Andrena minutula</i> ●	<i>Eupeodes corollae</i> ●	<i>Cupido minimus</i> ●
<i>Andrena minutuloides</i> ●	<i>Helophilus trivittatus</i> ●	<i>Gonepteryx rhamni</i> ●
<i>Anthidium punctatum</i> ●	<i>Meliscaeva auricollis</i> ●	<b><i>Iphiclides podalirius</i></b> ●
<b><i>Anthophora retusa</i></b> ●	<i>Scaeva pyrastris</i> ●	<b><i>Lysandra bellargus</i></b> ●
<i>Apis mellifera</i> ●	<i>Sphaerophoria scripta</i> ●	<i>Lysandra coridon</i> ●
<i>Bombus lapidarius</i> ●	<i>Syritta pipiens</i> ●	<i>Maniola jurtina</i> ●
<i>Bombus pascuorum</i> ●		<i>Melanargia galathea</i> ●
<i>Bombus pratorum</i> ●		<i>Pieris brassicae</i> ●
<i>Bombus Psithyrus</i> ●		<i>Pieris napi</i> ●
<i>Bombus terrestris</i> ●		<i>Pieris rapae</i> ●
<i>Bombus vestalis</i> ●		<i>Polyommatus icarus</i> ●
<i>Colletes similis</i> ●		<i>Vanessa cardui</i> ●
<i>Eucera nigrescens</i> ●		
<i>Halictus gr. simplex</i> ●		
<i>Halictus maculatus</i> ●		
<b><i>Halictus quadricinctus</i></b> ●		
<i>Halictus scabiosae</i> ●		
<i>Hoplosmia spinulosa</i> ●		
<b><i>Hylaeus euryscapus</i></b> ●		
<i>Lasioglossum interruptum</i> ●		
<i>Lasioglossum leucozonium</i> ●		
<i>Lasioglossum morio</i> ●		
<i>Lasioglossum puncticolle</i> ●		
<i>Lasioglossum villosulum</i> ●		
<i>Megachile pilidens</i> ●		
<i>Osmia aurulenta</i> ●		
<i>Osmia bicolor</i> ●		
<i>Osmia bicornis</i> ●		
<i>Sphecodes monilicornis</i> ●		
<i>Stelis odontopyga</i> ●		
<i>Xylocopa violacea</i> ●		

Par ailleurs, certaines espèces d'abeilles, de syrphes et de rhopalocères ont été observées sans relations de butinage sur la parcelle durant le suivi abeilles-syrphes :

- abeilles : *Hoplitis adunca* en 2020 ;
- syrphes : ***Callicera aurata*** et *Melanostoma mellinum* en 2020 ;
- rhopalocères : ***Iphiclides podalirius***, *Lysandra bellargus*, *Pieris rapae*, *Polyommatus icarus*, *Vanessa atalanta* en 2021

20 espèces de rhopalocères ont été observés sur la parcelle du Plessis-Hébert (Tableau 46).

Tableau 46 : espèces de rhopalocères observées sur la parcelle Y.

Nom scientifique	Noms Français	Effectifs	
		2020	2021
<i>Aglais io</i>	Le Paon du jour	2	4
<i>Argynnis paphia</i>	Le Tabac d'Espagne	1	
<i>Aricia agestis</i>	Le Collier de corail		3
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Le Fadet	1	3
<i>Colias alfacariensis</i>	Le Fluoré	20	4
<i>Colias crocea</i>	Le Souci	2	
<i>Cupido minimus</i>	L'Argus frêle	1	
<i>Gonepteryx rhamni</i>	Le Citron	4	1
<i>Iphiclides podalirius</i>	Le Flambé	6	1
<i>Leptidea sinapis</i>	La Piéride de la Moutarde	1	
<i>Lysandra bellargus</i>	L'Azuré bleu-céleste	9	
<i>Lysandra coridon</i>	L'Azuré bleu-nacré	3	12
<i>Maniola jurtina</i>	Le Myrtil	5	10
<i>Melanargia galathea</i>	Le Demi-deuil	27	16
<i>Papilio machaon</i>	Le Machaon	10	
<i>Pieris sp.</i>		8	2
<i>Pieris brassicae</i>	La Piéride du Chou	19	2
<i>Pieris napi</i>	La Piéride du Navet	12	
<i>Pieris rapae</i>	La Piéride de la Rave	11	10
<i>Polyommatus icarus</i>	L'Argus bleu commun	21	10
<i>Vanessa cardui</i>	La Belle-Dame		1

On observe des différences dans les cortèges d'insectes butineurs entre 2020 et 2021. Une plus grande partie des interactions de butinage a été réalisée par les syrphes en 2021 (Figure 88). Sur l'ensemble de l'étude, les abeilles restent le groupe le plus important en termes de nombre d'interactions sur la parcelle du Plessis-Hébert.

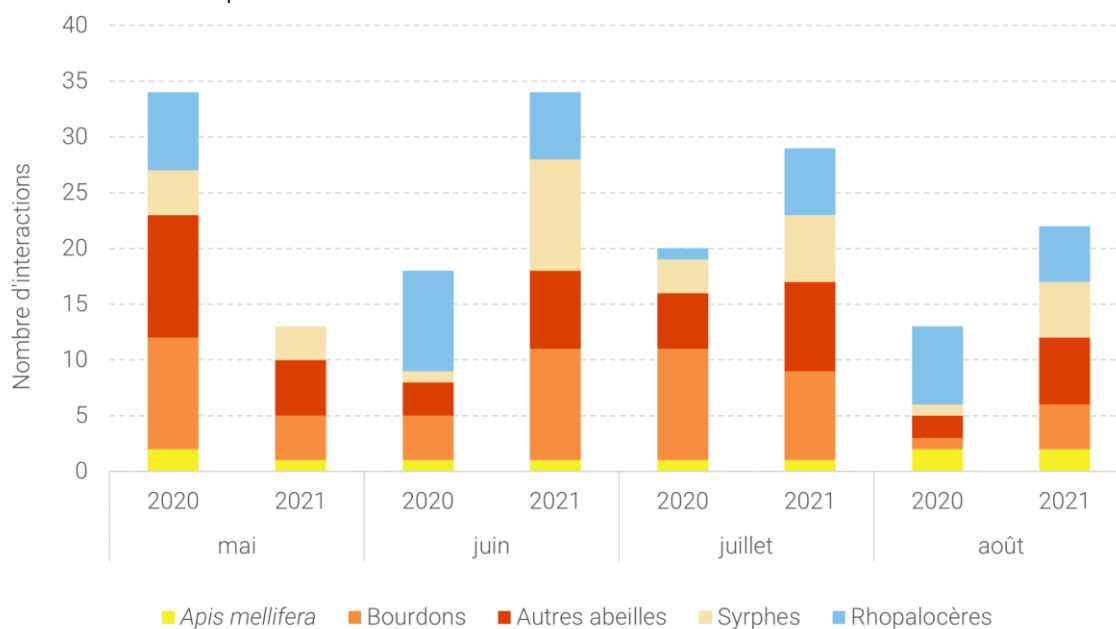


Figure 88 : nombre de relations plantes-pollinisateurs observées sur la parcelle Y.



**Trente-quatre espèces végétales ont été butinées sur la période 2020-2021** (vingt-trois en 2020 et vingt-deux en 2021) **dont quatre espèces de messicoles** (trois en 2020 et une en 2021), **ce qui constitue le plus bas score pour les messicoles mais le deuxième meilleur pour l'ensemble de la flore** (

Tableau 23). C'est la seule parcelle où des relations de butinage ont pu être observées pour les messicoles *Lysimachia foemina* et *Stachys annua*. La parcelle n'ayant plus été labourée depuis au moins trois ans, les plantes messicoles régressent au profit d'espèces de friches ou de pelouses comme l'Hippocrévide fer à cheval *Hippocrepis comosa*, la Vipérine *Echium vulgare* ou l'Origan *Origanum vulgare*.

Sur les deux années de suivi, on constate en effet que *Echium vulgare* et *Origanum vulgare* sont les deux espèces de plantes ayant été les plus butinées par l'ensemble des pollinisateurs étudiées sur la parcelle Y, la Vipérine surtout en 2020 (avec 21 espèces d'insectes butineurs en 2020, soit 35% des espèces butineuses recensées sur les deux années) et l'Origan surtout en 2021 (avec 21 espèces d'insectes butineurs en 2021 ; Figure 89 et Figure 90). Par conséquent, le réseau cumulé des deux années, comme les réseaux annuels, de la parcelle Y présentent les plus hauts scores de vulnérabilité (nombre moyen d'espèces butineuses par plante ; Annexe 3) et la température d'emboîtement est faible. Un « compartiment » est constitué d'un butinage de *Vicia sativa* par *Eucera nigrescens*, abeille oligolectrique spécialisée sur les Fabacées. La forte hétérogénéité interannuelle se traduit dans la composition des cortèges d'insectes butineurs (Tableau 45) :

- ✓ seulement 10 espèces d'abeilles sont recensées comme butineurs les deux années (29% du total), 12 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (55% des espèces recensées cette année-là) et 13 en 2021 uniquement (57%) ;
- ✓ seulement 3 espèces de syrphes sont recensées comme butineurs les deux années (30% du total), 2 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (40% des espèces recensées cette année-là) et 4 en 2021 uniquement (57%) ;
- ✓ 6 espèces de papillons sont recensées comme butineuses les deux années (37.5% du total), 7 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (54% des espèces recensées cette année-là) et 3 en 2021 uniquement (33%).

Le fort contraste météorologique interannuel explique sans doute en partie cette différence entre les réseaux de 2020 et 2021.

Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

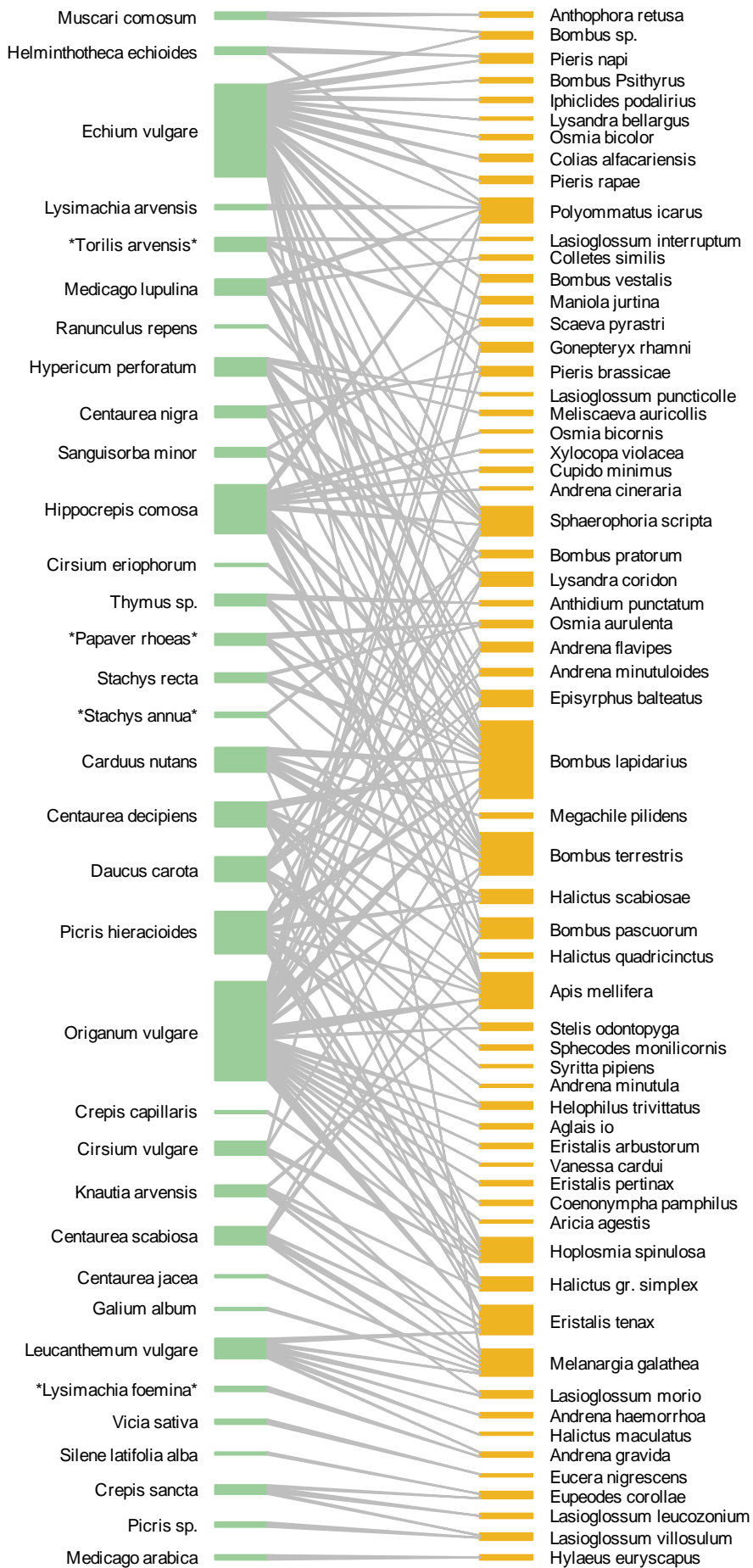


Figure 89 : diagramme du réseau de butinage sur la parcelle Y sur les deux années de suivi.

Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

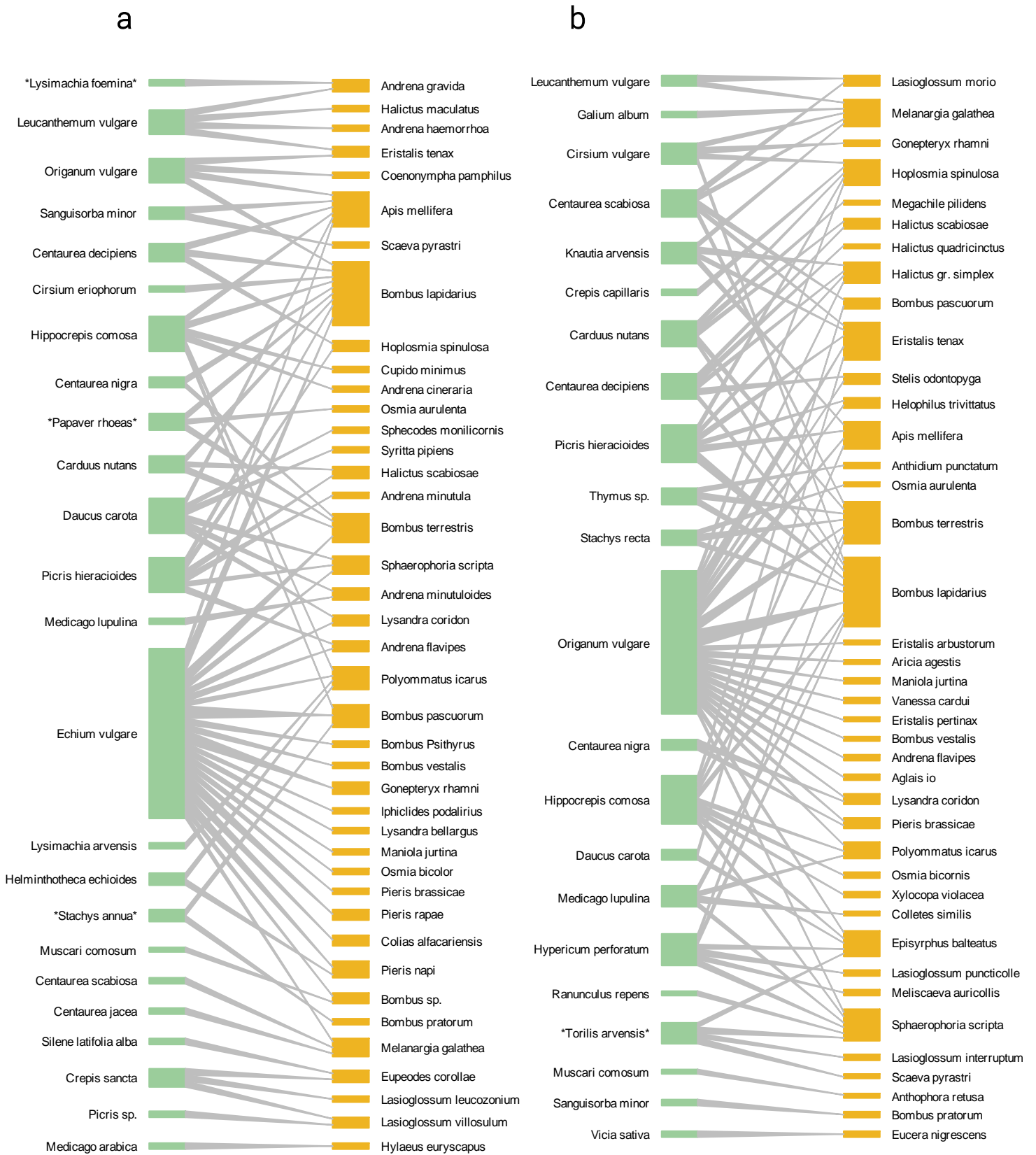


Figure 90 : diagramme du réseau de butinage sur la parcelle Y a) en 2020 et b) en 2021.

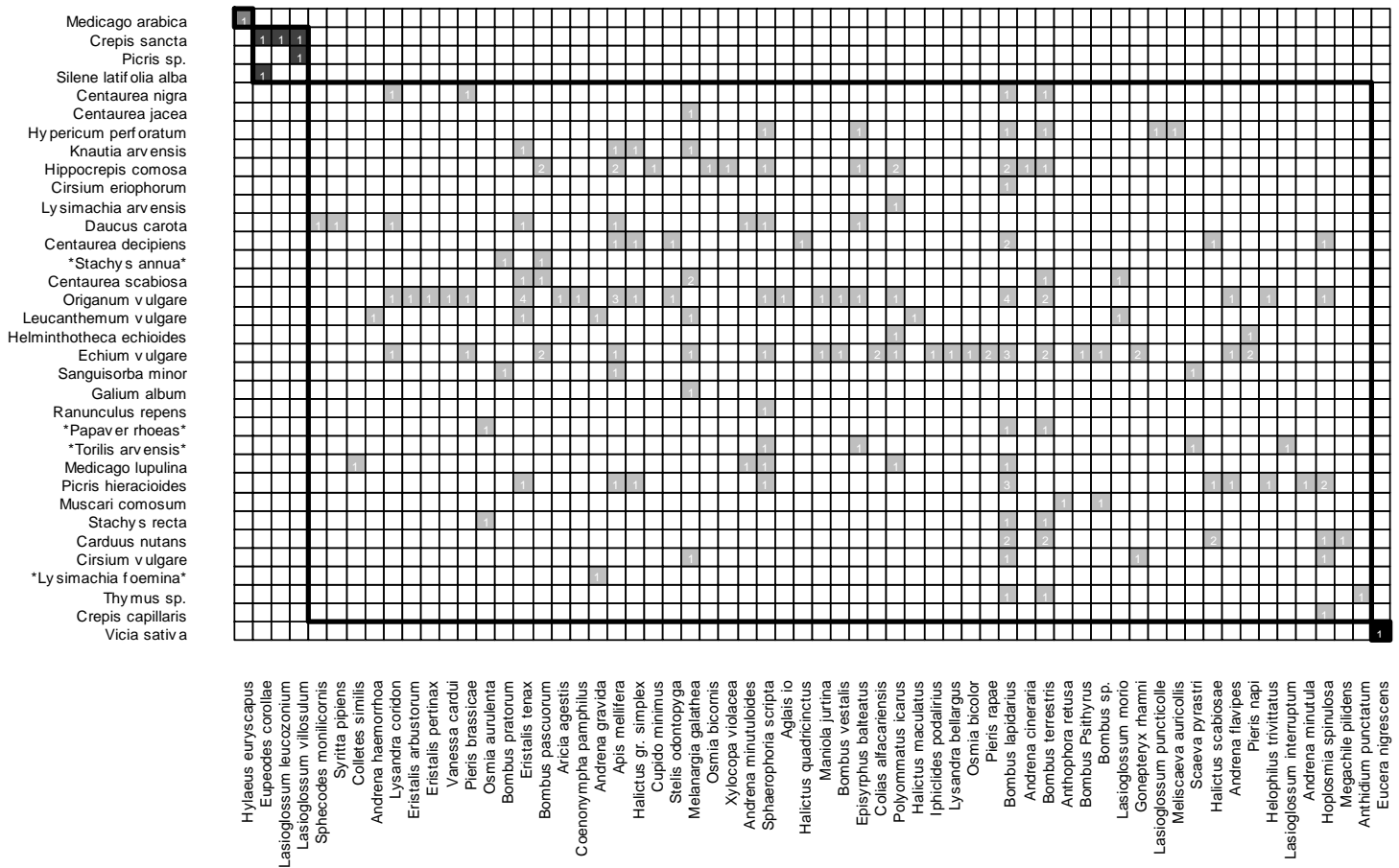
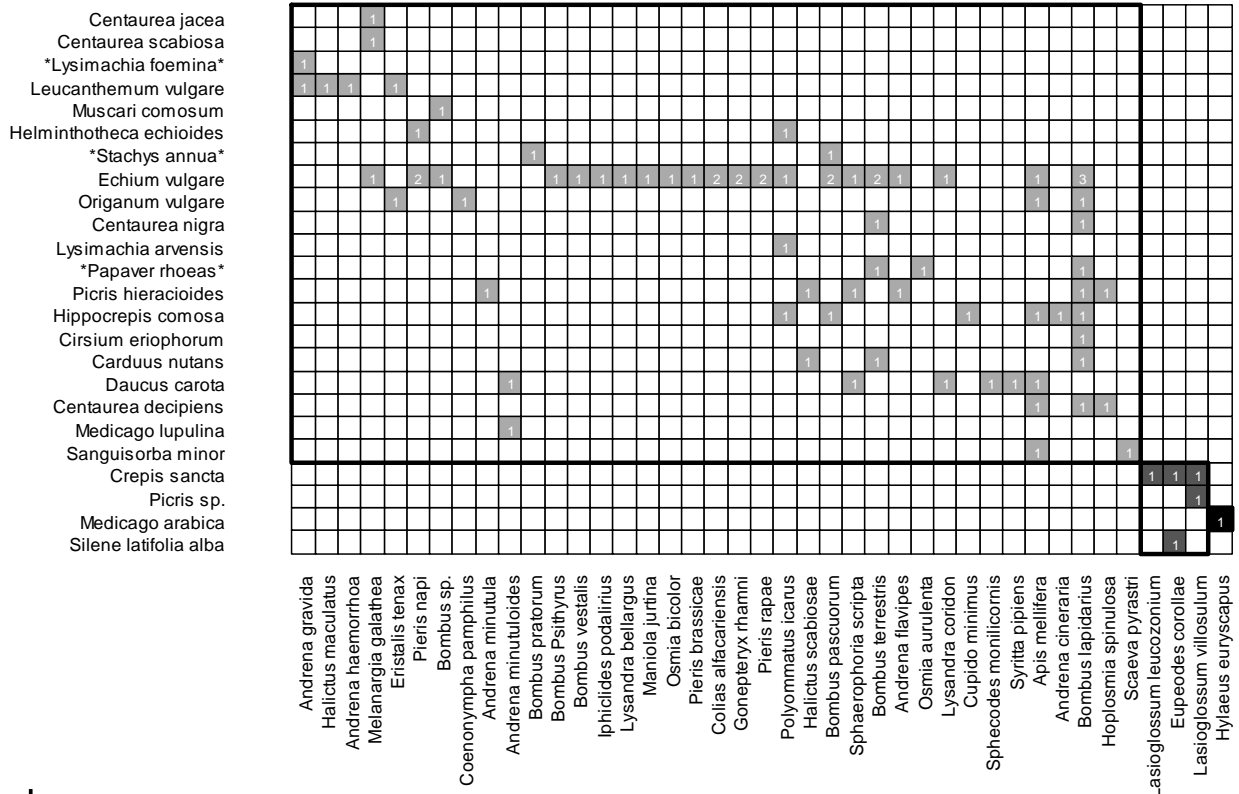


Figure 91 : grille diagonalisée des relations de butinage observées sur la parcelle Y sur les deux années de suivi.

a



b

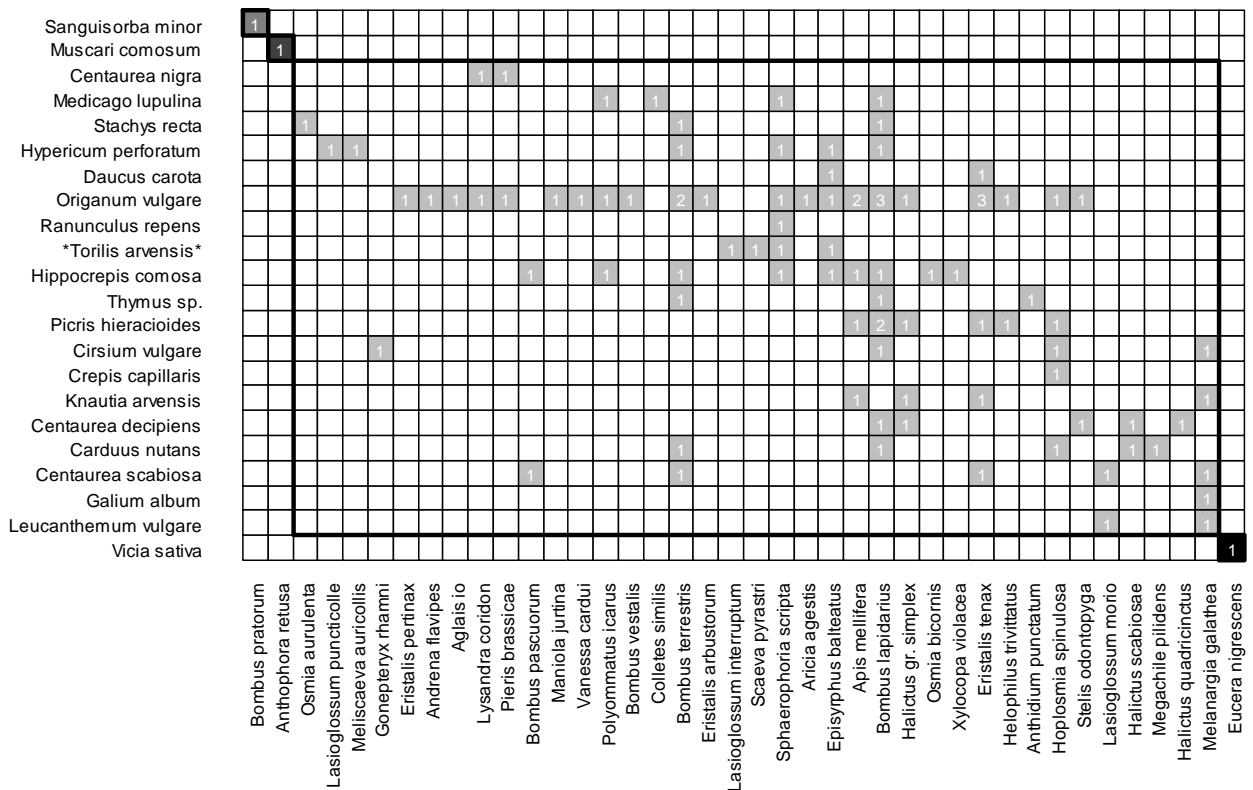


Figure 92 : grille diagonalisée des relations de butinage observées sur la parcelle Y a) en 2020 et b) en 2021.

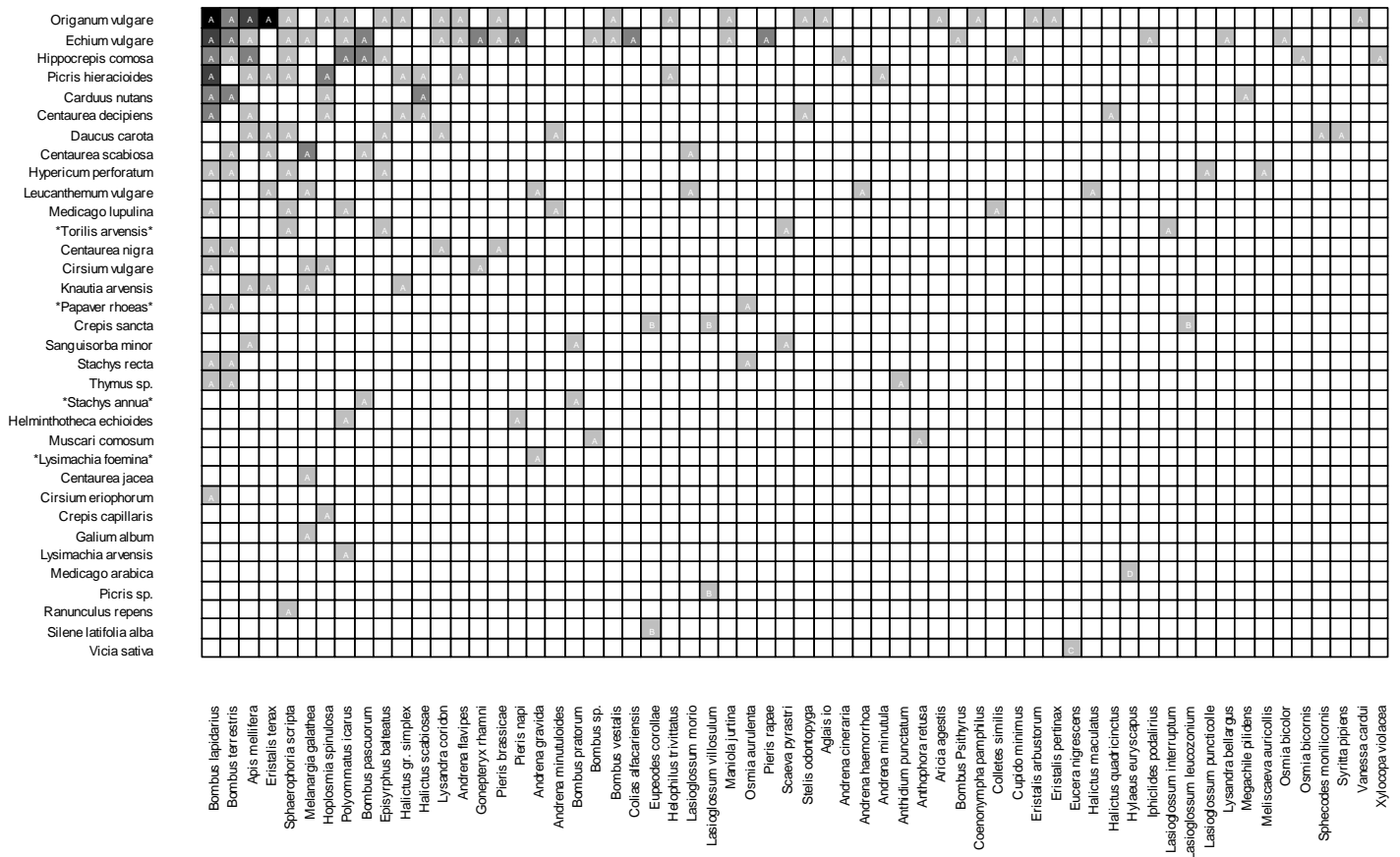
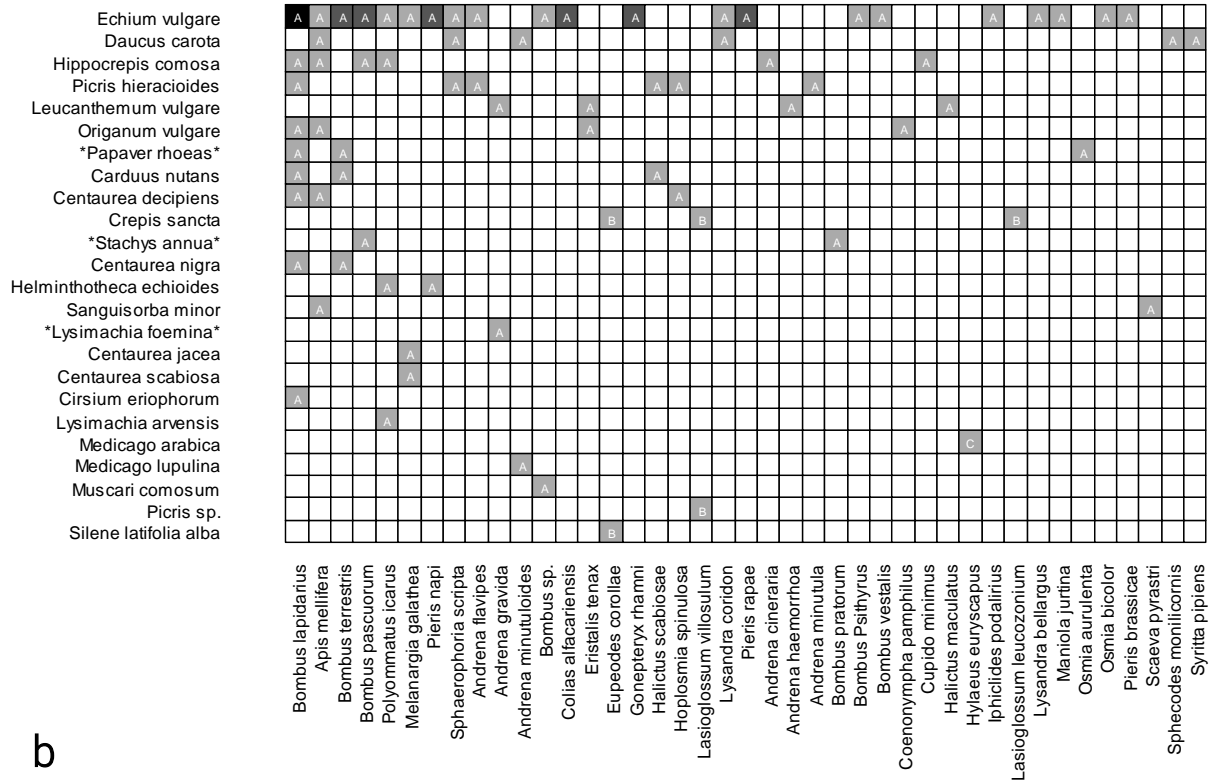


Figure 93 : grille emboîtée des relations de butinage observées sur la parcelle Y sur les deux années de suivi.

a



b

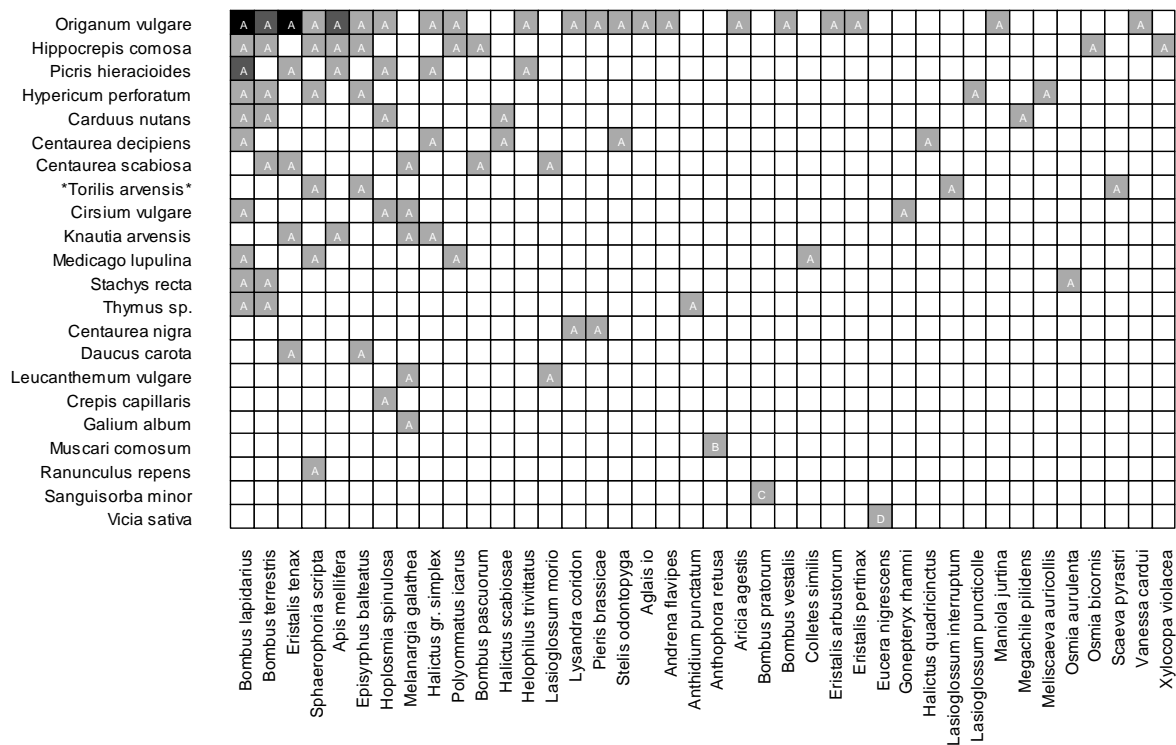


Figure 94 : grille emboîtée des relations de butinage observées sur la parcelle Y a) en 2020 et b) en 2021.

Le caractère agricole de l'environnement de la parcelle de messicoles se traduit dans la communauté des syrphes (Figure 95) par deux espèces d'affinités forestières : *Callicera aurata* (cf. C. 1. 1) et *Eristalis pertinax*. *Callicera aurata*, espèce saprophage est associé au boisement vieillissant. *Eristalis pertinax* est naturellement présent dans les boisements mais peut également ponctuellement réaliser son cycle biologique dans des zones variées quand les

micro-habitats larvaires sont présent, par exemple des stocks de déchets végétaux. *Meliscaeva auricollis*, ubiquiste, est un auxiliaire de culture : sa larve aphidiphage chasse sur les plantes basses et les plantes cultivées

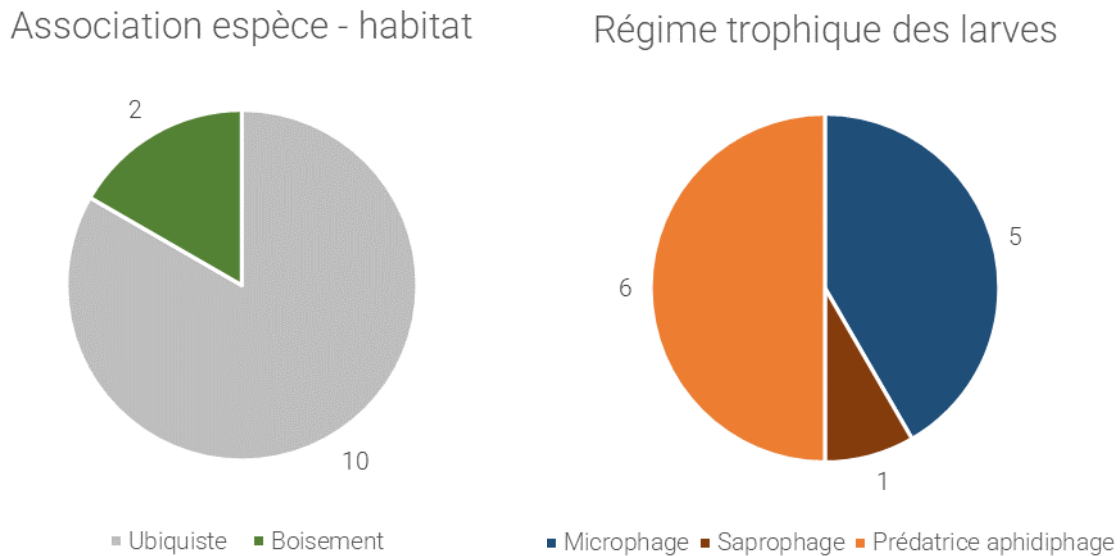


Figure 95 : écologie des syrphes observés sur la parcelle Y.

96 interactions plante-rhopalocère ont été observées sur le site du Plessis-Hébert. Ces interactions concernent quatorze plantes, dont quatre semblent préférentiellement utilisées (86% des observations) : la **Vipérine commune** *Echium vulgare*, qui totalise plus de 40% des observations, puis l'**Origan** *Origanum vulgare*, la **Centaurée scabieuse** *Centaurea scabiosa* et l'**Hippocrévide fer à cheval** *Hippocrepis comosa*.

Là encore, les espèces messicoles sont peu utilisées sur ce site où les ressources florales sauvages sont importantes (Figure 96).

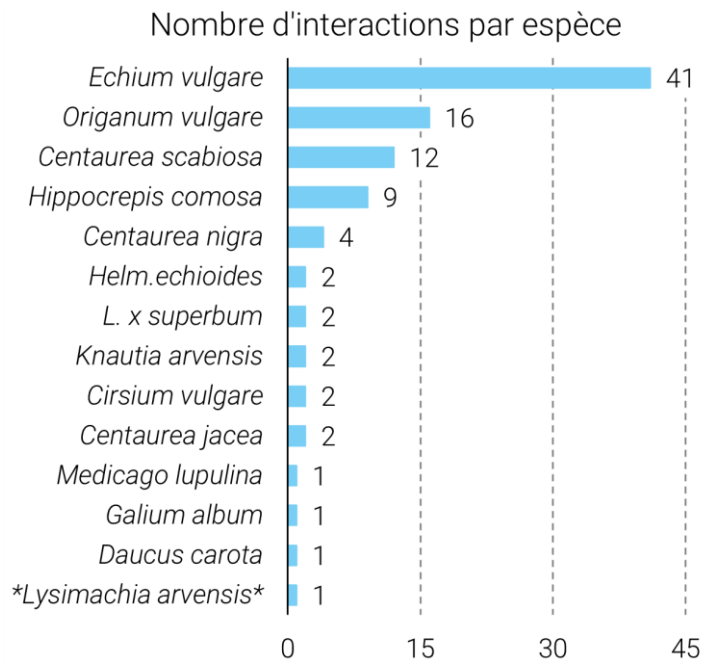


Figure 96 : nombre d'interactions par espèce de rhopalocères sur la parcelle Y.

Trente espèces d'abeilles, sept de syrphes et deux de papillons rhopalocères ont été observées au sein du périmètre de 300 m autour de la parcelle (Tableau 47). Trois espèces d'abeilles, deux de syrphes et une de papillon présentent une forte patrimonialité (cf. § C. 1. 1) :



- ✓ l'Andrène de la Knautie *Andrena hattorfiana* (butinant *Knautia arvensis* en 2020), l'Halicte quatre-bandes *Halictus quadricinctus* (butinant *Cirsium vulgare* en 2021) et le Lasioglosse à pattes jaunes *Lasioglossum xanthopus* (butinant *Malva sylvestris* en 2021) ;
- ✓ *Paragus haemorrhous* et *Paragus tibialis* (butinant *Helianthemum n. nummularium*) en 2020, ces syrphes ayant des larves aphidiphages ;
- ✓ le Flambé *Iphiclides podalirius* en 2020.

Signalons aussi le syrphe *Platycheirus manicatus*, associé aux zones humides et aux prairies non-amendées et dont la larve est aphidiphage sur les plantes basses ou sur la strate buissonnante, et cinq espèces d'abeilles coucous (*Coelioxys mandibularis*, *Melecta albifrons*, *Nomada sp.*, *Sphecodes albilabris* et *S. puncticeps*).

Les alentours de la parcelle Y semblent offrir des ressources variées de nidification et d'alimentation pour héberger un peuplement d'abeilles sauvages diversifié.

**Tableau 47** : espèces observées dans les alentours de la parcelle Y  
 ● : observée en 2020 ; ● : observée en 2021 ; ● : observée les 2 années

Abeilles	Syrphes	Rhopalocères
<i>Andrena hattorfiana</i> ●	<i>Episyrphus balteatus</i> ●	<i>Iphiclides podalirius</i> ●
<i>Andrena minutula</i> ●	<i>Eristalis tenax</i> ●	<i>Macroglossum stellatarum</i> ●
<i>Andrena polita</i> ●	<i>Paragus haemorrhous</i> ●	<i>Melanargia galathea</i> ●
<i>Anthidium manicatum</i> ●	<i>Paragus tibialis</i> ●	
<i>Apis mellifera</i> ●	<i>Platycheirus manicatus</i> ●	
<i>Bombus lapidarius</i> ●	<i>Sphaerophoria scripta</i> ●	
<i>Bombus pascuorum</i> ●	<i>Syritta pipiens</i> ●	
<i>Bombus terrestris</i> ●		
<i>Coelioxys mandibularis</i> ●		
<i>Halictus gr. simplex</i> ●		
<i>Halictus quadricinctus</i> ●		
<i>Halictus scabiosae</i> ●		
<i>Hoplosmia spinulosa</i> ●		
<i>Hylaeus annularis</i> ●		
<i>Hylaeus brevicornis</i> ●		
<i>Hylaeus communis</i> ●		
<i>Hylaeus signatus</i> ●		
<i>Hylaeus variegatus</i> ●		
<i>Lasioglossum interruptum</i> ●		
<i>Lasioglossum parvulum</i> ●		
<i>Lasioglossum pauxillum</i> ●		
<i>Lasioglossum xanthopus</i> ●		
<i>Melecta albifrons</i> ●		
<i>Nomada sp.</i> ●		
<i>Osmia aurulenta</i> ●		
<i>Osmia rufohirta</i> ●		
<i>Hoplosmia spinulosa</i> ●		
<i>Sphecodes albilabris</i> ●		
<i>Sphecodes puncticeps</i> ●		
<i>Xylocopa valga</i> ●		

## C. 8. Résultats du site Z (Gisacum, Vieil-Évreux)

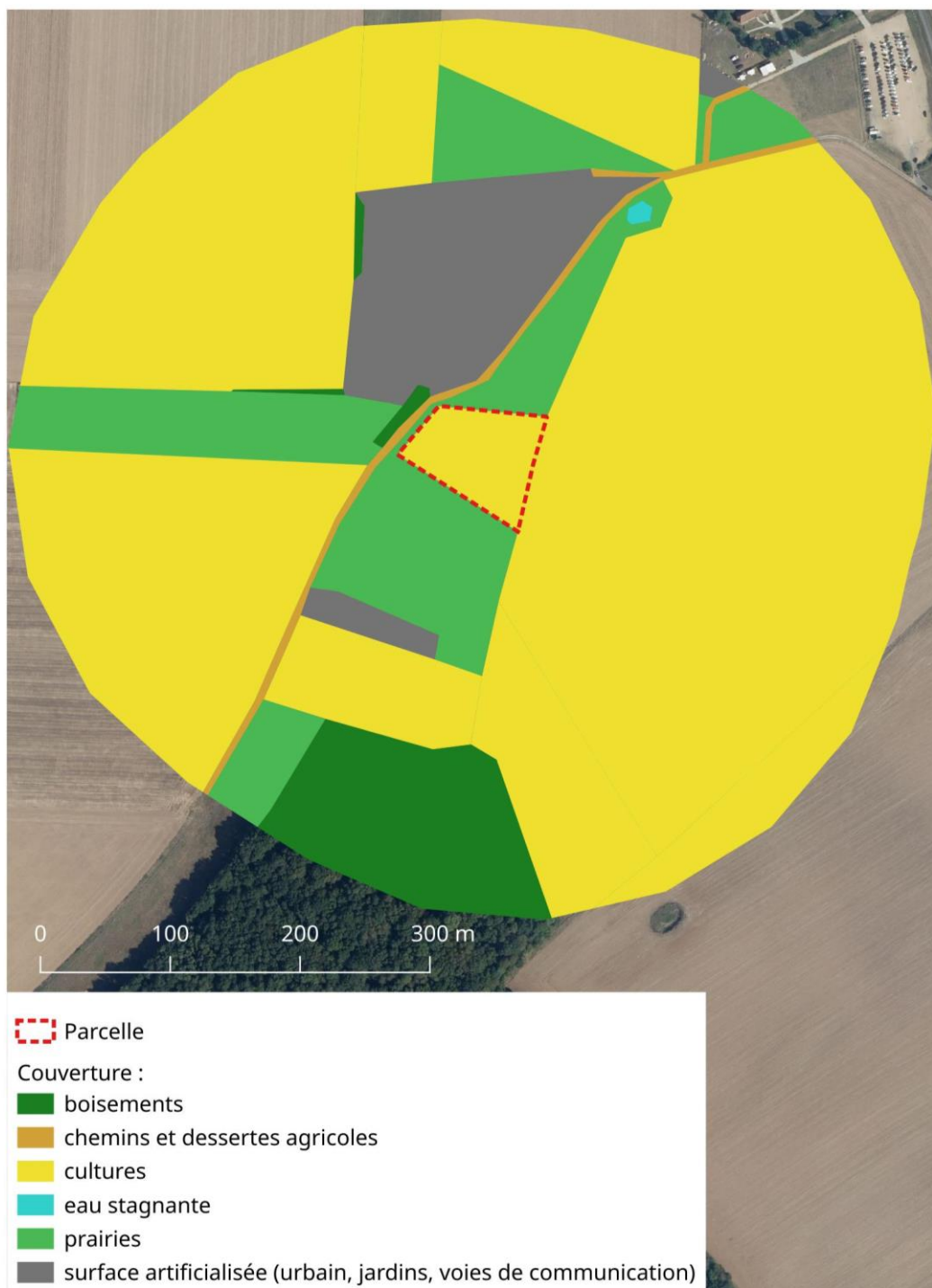
Superficie : 5000 m<sup>2</sup>

Nombre de sections rhopalocères : 6

### Contexte

La parcelle (Figure 97) est située entre des prairies et des cultures (céréales et colza, Figure 98). On trouve juste au nord le site archéologique de Gisacum.

### Parcelle Z – Le Vieil-Évreux



Prod. par Alexia Monsavoit (Opie) le 2020-06-22. Fond OrthoHD de l'IGN.

Figure 97 : structure paysagère de la parcelle Z et de ses alentours.



Figure 98 : parcelle Z, Le Vieil-Évreux, le 7 juillet 2021. © R. Vandeweghe






Les cultures occupent près des trois quarts des alentours de la parcelle du Vieil-Évreux, les prairies occupent une surface réduite mais encore significative (13% ; Tableau 48).

Tableau 48 : surfaces relatives des habitats de la parcelle Z et de ses alentours.

		boisement	chemins et dessertes agricoles	cultures	eau stagnante	prairie	surface artificialisée	Surface totale
Occupation des sols	m <sup>2</sup>	22928	4432	276176	261	52569	28335	384701
	%	5,96	1,15	71,79	0,07	13,66	7,37	100

Remarques lors des prospections de la parcelle :

2020

-  **19 mai 2020** : végétation rase. Peu de fleurs ont poussé. Une seule observation.
-  **28 mai 2020** : météo moyenne, soleil, très peu nuageux mais vent frais assez fort, t=18°C. *Papaver rhoeas* bien fleuri. Sont fleuris : *Convolvulus arvensis*, *Lathyrus pratensis*, *Legousia speculum-veneris*, *Matricaria recutita*, *Ranunculus repens*, *Taraxacum sp.*, *Vicia lutea*.
-  **22 juin 2020** : nombreuses messicoles en fleurs, les interactions plantes/papillons sont relativement nombreuses.
-  **22 juin 2020** : très peu de nuages, vent faible, soleil, 18°C au début puis t>20°C. Importante floraison de *Torilis arvensis*. Belle station fleurie de *Lathyrus hirsutus*. Sont aussi fleuris : *Campanula rapunculus*, *Crepis setosa* (assez abondant), *Cyanus segetum* (par taches), *Knautia arvensis*, *Legousia speculum-veneris*, *Matricaria recutita*, *Papaver rhoeas* (abondant), *Convolvulus arvensis*. *Bombus lapidarius* et *B. pascuorum* sont assez abondants.
-  **13 juillet 2020** : soleil, quasiment aucun nuage, t°>22°C, vent faible à modéré. Peu fleuri à l'exception de *Torilis arvensis* et *D. carota* : *E. campestre*, *C. arvensis*, *P. hieracioides*, *P. rhoeas*, *A. githago* et *C. segetum*.

- 🦋 **21 juillet 2020** : les fleurs des messicoles commencent à décliner, mais offrent encore une ressource pour les pollinisateurs.
- 🐝 **10 août 2020** : couvert nuageux variant de 10 à 60%, grand soleil parfois voilé, vent faible,  $t^{\circ} > 25^{\circ}\text{C}$ . Sont fleuris : *C. arvense* (très peu), *C. vulgare*, *C. segetum* (quelques pieds), *D. carota*, *E. campestre*, *P. hieracioides*.
- 🦋 **18 août 2020** : toutes les messicoles sont fanées. Des papillons survolent et traversent la parcelle mais pratiquement plus d'interactions notées.

## 2021

---

- 🦋 **20 mai 2021** : parcelle recouverte d'une végétalisation rase. De nombreuses petites fleurs se sont développées (*Scandix pecten-veneris* et *Geranium rotundifolium* essentiellement). Parcelles de colza en fleurs à proximité.
- 🐝 **1<sup>er</sup> juin 2021** : temps ensoleillé, couverture nuageuse < 5%, vent faible à modéré,  $t^{\circ} > 20^{\circ}\text{C}$ . Floraison diversifiée (*Geranium sp.*, *Papaver rhoeas*, *Ranunculus sp.* et *Scandix pecten-veneris*). Le champ de colza fleuri à proximité du site est très attractif pour les pollinisateurs.
- 🦋 **14 juin 2021** : végétation bien développée et plus rase (environ 20cm), beaucoup de fleurs, bonne diversité. Développement d'orge à certains endroits. Le colza à proximité n'est plus en fleurs.
- 🐝 **7 juillet 2021** : temps plutôt ensoleillé, couverture nuageuse  $\approx 50\%$ , vent faible à modéré,  $t^{\circ} \approx 18^{\circ}\text{C}$ . Floraison importante de *Phleum pratense*. Cette plante domine le peuplement végétal mais d'autres plantes sont retrouvées en mélange. Parmi les plus représentées : *Papaver rhoeas*, *Convolvulus arvensis*, *Scandix pecten-veneris* et *Cyaneus segetum*.
- 🦋 **20 juillet 2021** : parcelle envahie par la phléole des prés.
- 🐝 **22 juillet 2021** : temps ensoleillé, couverture nuageuse < 5%, vent faible,  $t^{\circ} > 20^{\circ}\text{C}$ . Inflorescences disponibles de *Crepis setosa* et *Papaver rhoeas*. L'activité entomologique est importante. On notera qu'un fauchage est en cours sur les espaces verts autour du site archéologique au moment du relevé.
- 🦋 **11 août 2021** : parcelle envahie par la phléole des prés.
- 🐝 **16 août 2021** : temps nuageux avec des éclaircies, couverture nuageuse  $\approx 80\%$ , vent faible à modéré,  $t^{\circ} \approx 21^{\circ}\text{C}$ . Les plantes fleuries qui prédominent sur la parcelle sont *Daucus carota*, *Eryngium campestre*, *Pastinaca sativa* et *Picris hieracioides*. L'activité des pollinisateurs est importante ce qui se traduit par l'observation de nombreuses interactions.

**28 espèces d'abeilles, 14 espèces de syrphes et 7 espèces de rhopalocères ont été observées butinant sur la parcelle du Vieil-Évreux (Tableau 49)** : il s'agit donc d'une parcelle assez riche en espèces d'abeilles butineuses (Tableau 17), l'une des plus riches (avec A et B) en espèces de syrphes (Tableau 18) mais aussi l'une de plus pauvres papillons rhopalocères butineurs (Figure 11). Le cortège d'espèces d'abeilles butineuses est essentiellement composé d'espèces communes sur le territoire. Le **Bourdon rudéral *Bombus ruderarius***, (cf. C. 1. 1) y a été recensé butineur en 2020 sur *Knautia arvensis* et en 2021 sur *Trifolium pratense* et *Vicia lutea* ; le **Bourdon grisé *Bombus sylvarum*** a été observé en 2021 butinant deux messicoles : *Cyanus segetum* et *Lathyrus hirsutus*. La messicole *Scandix pecten-veneris* a été butinée par une femelle d'abeille coucou de fort intérêt patrimonial, le **Sphécode à épine-rouge *Sphecodes spinulosus***. On note la présence de quatre autres espèces d'abeilles coucous : *Nomada bifasciata*, *Sphecodes gibbus*, *S. monilicornis* et *S. reticulatus*.

**Tableau 49** : espèces butineuses sur la parcelle Z.

○ : observée en 2020 ; ● : observée en 2021 ; ● : observée les 2 années.

Abeilles	Syrphes	Rhopalocères
<i>Andrena alfenella</i> ●	<i>Episyrphus balteatus</i> ●	<i>Aricia agestis</i> ●
<i>Andrena flavipes</i> ●	<i>Eristalis arbustorum</i> ●	<i>Coenonympha pamphilus</i> ●
<i>Andrena minutuloides</i> ●	<i>Eristalis tenax</i> ●	<i>Maniola jurtina</i> ●
<i>Apis mellifera</i> ●	<i>Eupeodes corollae</i> ●	<i>Melanargia galathea</i> ●
<i>Bombus lapidarius</i> ●	<i>Eupeodes luniger</i> ●	<i>Pieris rapae</i> ●
<i>Bombus pascuorum</i> ●	<i>Helophilus trivittatus</i> ●	<i>Polyommatus icarus</i> ●
<b><i>Bombus ruderarius ruderarius</i></b> ●	<i>Melanostoma mellinum</i> ●	<i>Thymelicus sylvestris</i> ●
<b><i>Bombus sylvarum</i></b> ●	<i>Meliscaeva auricollis</i> ●	
<i>Bombus terrestris</i> ●	<i>Myathropa florea</i> ●	
<i>Halictus scabiosae</i> ●	<i>Pipizella</i> sp. ●	
<i>Hylaeus variegatus</i> ●	<i>Sphaerophoria scripta</i> ●	
<i>Lasioglossum calceatum</i> ●	<i>Syritta pipiens</i> ●	
<i>Lasioglossum glabriusculum</i> ●	<i>Syrphus ribesii</i> ●	
<i>Lasioglossum leucozonium</i> ●	<i>Syrphus</i>	
<i>Lasioglossum malachurum</i> ●	<i>vitripennis/rectus</i> ●	
<i>Lasioglossum morio</i> ●		
<i>Lasioglossum pauxillum</i> ●		
<i>Lasioglossum politum</i> ●		
<i>Lasioglossum subhirtum</i> ●		
<i>Nomada bifasciata</i> ●		
<i>Panurgus calcaratus</i> ●		
<i>Panurgus dentipes</i> ●		
<i>Seladonia submediterranea</i> ●		
<i>Seladonia tumulorum</i> ●		
<i>Sphecodes gibbus</i> ●		
<i>Sphecodes monilicornis</i> ●		
<i>Sphecodes reticulatus</i> ●		
<b><i>Sphecodes spinulosus</i></b> ●		

Par ailleurs, l'abeille *Halictus maculatus* et le papillon *Lycaena phlaeas* ont été observés respectivement en 2020 et 2021 sans relations de butinage sur la parcelle durant le suivi abeilles-syrphes.

Dans le cadre du protocole rhopalocères, certaines espèces ont été observées sans relations de butinage sur la parcelle X, telles que *Colias crocea* et *Pieris brassicae* observées en 2020. *Coenonympha pamphilus*, *Maniola jurtina* et *Melanargia galathea* sont les espèces les plus observées sur cette parcelle (Tableau 50).

Tableau 50 : espèces de rhopalocères observées sur la parcelle Z.

Nom scientifique	Noms Français	Effectifs	
		2020	2021
<i>Aricia agestis</i>	Le Collier de corail	4	12
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Le Fadet	20	9
<i>Colias crocea</i>	Le Souci	1	
<i>Maniola jurtina</i>	Le Myrtil	6	15
<i>Melanargia galathea</i>	Le Demi-deuil	10	1
<i>Pieris sp.</i>		3	4
<i>Pieris brassicae</i>	La Piéride du Chou	5	
<i>Pieris napi</i>	La Piéride du Navet	1	
<i>Pieris rapae</i>	La Piéride de la Rave	4	1
<i>Polyommatus icarus</i>	L'Argus bleu commun		10
<i>Pyronia tithonus</i>	L'Amaryllis	2	
<i>Thymelicus sylvestris</i>	L'Hespérie de la Houlque		1

Les groupes des abeilles et des syrphes cumulent le plus grand nombre de relations sur la parcelle du Vieil-Évreux, avec des variations mensuelles et interannuelles importantes. Les rhopalocères comptent pour une faible part des relations de butinage (Figure 99).

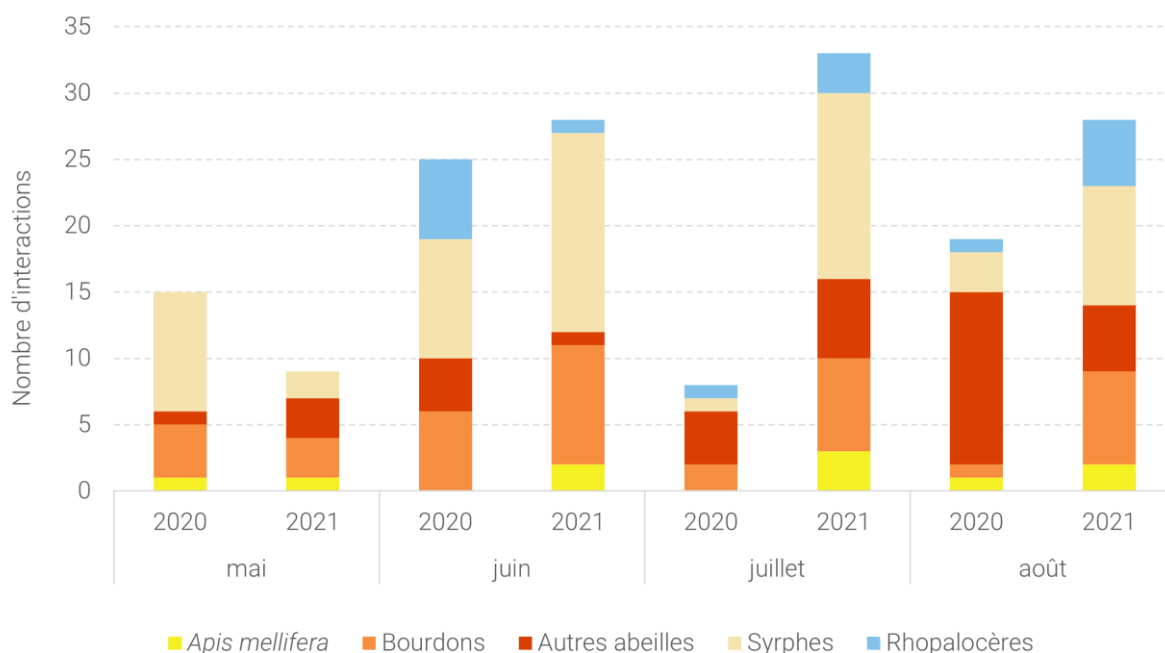


Figure 99 : nombre de relations plantes-pollinisateurs observées sur la parcelle Z.

Trente espèces végétales ont été butinées sur la période 2020-2021 (dix-neuf en 2020 et vingt-quatre en 2021) dont sept espèces de messicoles (cinq en 2020 et cinq en 2021), ce qui constitue un score assez élevé pour l'ensemble de la flore, et le plus élevé pour les messicoles (

Tableau 23). C'est la seule parcelle où des relations de butinage ont pu être observées pour la messicole *Lathyrus hirsutus* : butinée en 2020 par *Bombus lapidarius* et *B. pascuorum*, et en 2021 par *B. lapidarius*, *B. ruderarius*, *Episyrphus balteatus* et *Melanargia galathea*. Le Panicaut *Eryngium campestre* est la plante qui totalise le plus de relations dans le réseau cumulé des deux années mais surtout en 2020 (Figure 100 et Figure 101). Un bourdon et deux syrphes communs et

généralistes jouent un rôle prépondérant dans le réseau : *Bombus lapidarius*, *Episyrphus balteatus* et *Sphaerophoria scripta*.

De 2020 à 2021, la vulnérabilité du réseau (nombre moyen d'espèces butineuses par plante) diminue, passant de 6.59 à 5.17 pour atteindre 8.35 dans le réseau cumulé des deux années, tandis que sa généralité (nombre moyen d'espèces de plantes butinées par insecte) augmente, passant de 3.99 à 4.87 pour atteindre 5.88 dans le réseau cumulé. Le nombre moyen de liens par espèce passe de 1.19 à 1.49 pour un résultat cumulé de 1.63 (Annexe 3) : cette complexité croissante se visualise très bien sur les diagrammes de réseau (Figure 100 et Figure 101). La température d'emboîtement est faible. Un « compartiment » est constitué par la relation entre la messicole *Scandix pecten-veneris* et le **Sphécode à épine-rouge** *Sphecodes spinulosus*. La forte hétérogénéité interannuelle se traduit aussi dans la composition des cortèges d'insectes butineurs (Tableau 49) :

- ✓ seulement 10 espèces d'abeilles sont recensées comme butineurs les deux années (36% du total), 12 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (55% des espèces recensées cette année-là) et 6 en 2021 uniquement (37.5%) ;
- ✓ seulement 5 espèces de syrphes sont recensées comme butineurs les deux années (36% du total), 3 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (37.5% des espèces recensées cette année-là) et 6 en 2021 uniquement (55%) ;
- ✓ 1 espèce de papillons est recensée comme butineur les deux années (14% du total), 3 espèces ont été recensées butineuses en 2020 uniquement (75% des espèces recensées cette année-là) et 3 en 2021 uniquement (75%).

Le fort contraste météorologique interannuel explique sans doute en partie cette différence entre les réseaux de 2020 et 2021.

Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

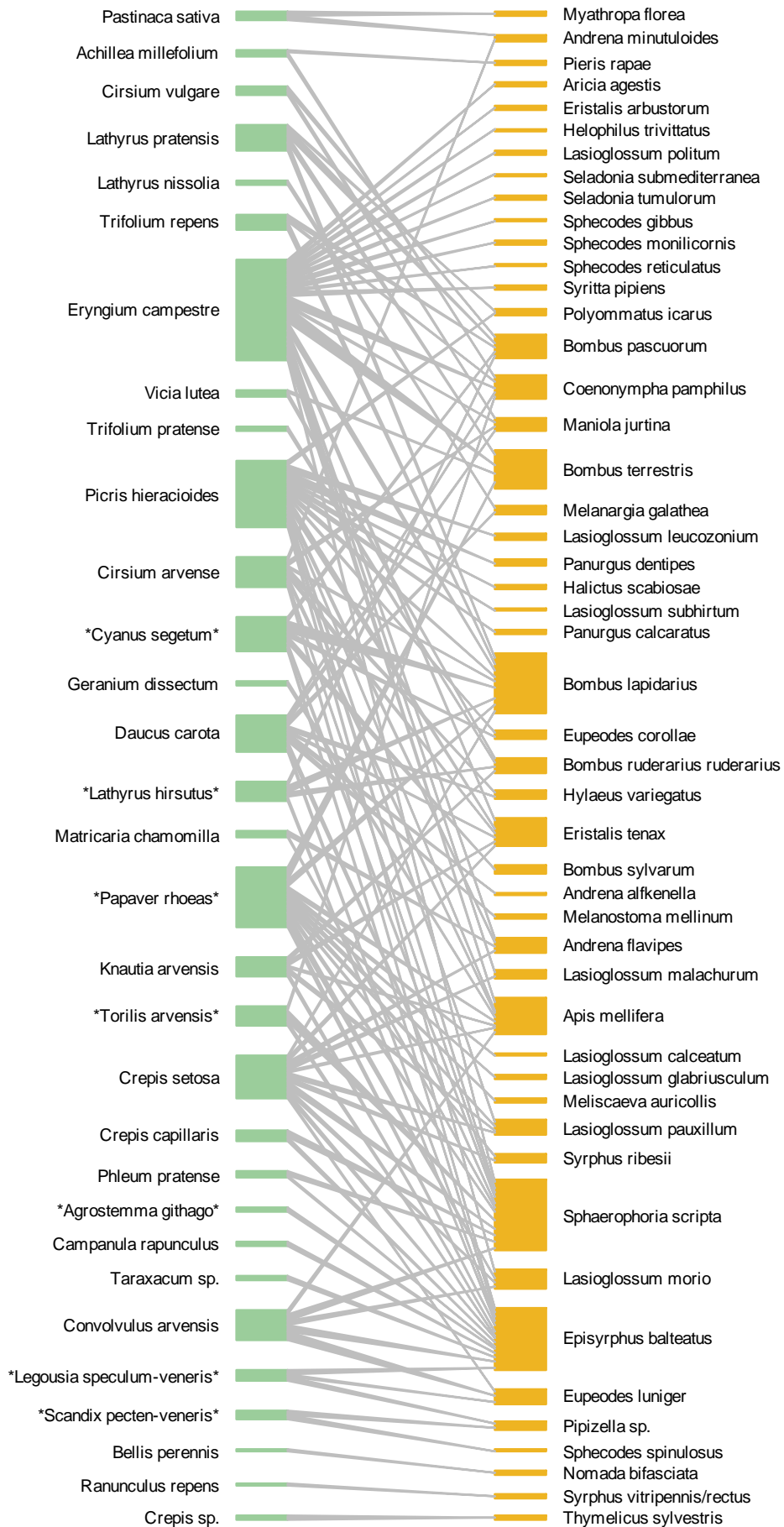
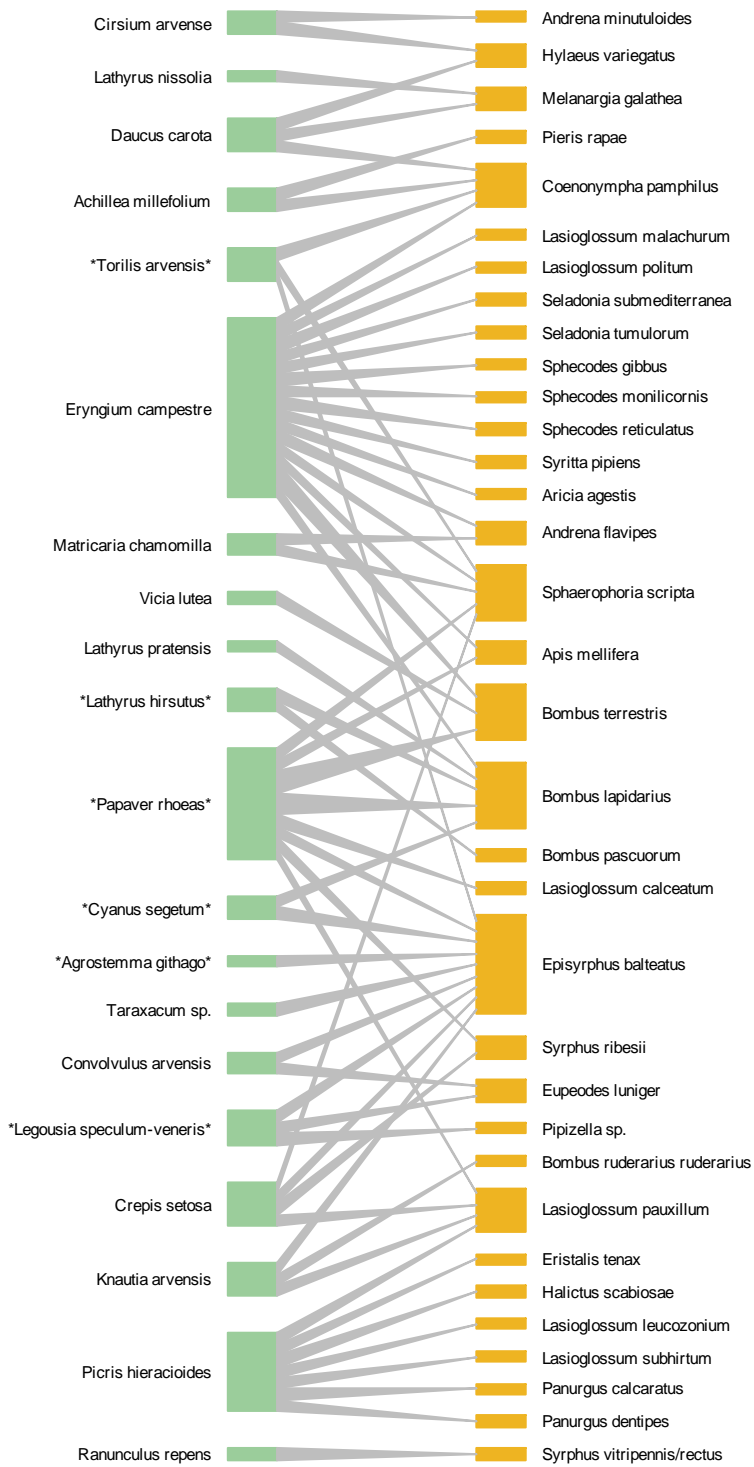


Figure 100 : diagramme du réseau de butinage sur la parcelle Z sur les deux années de suivi.



Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

a



b

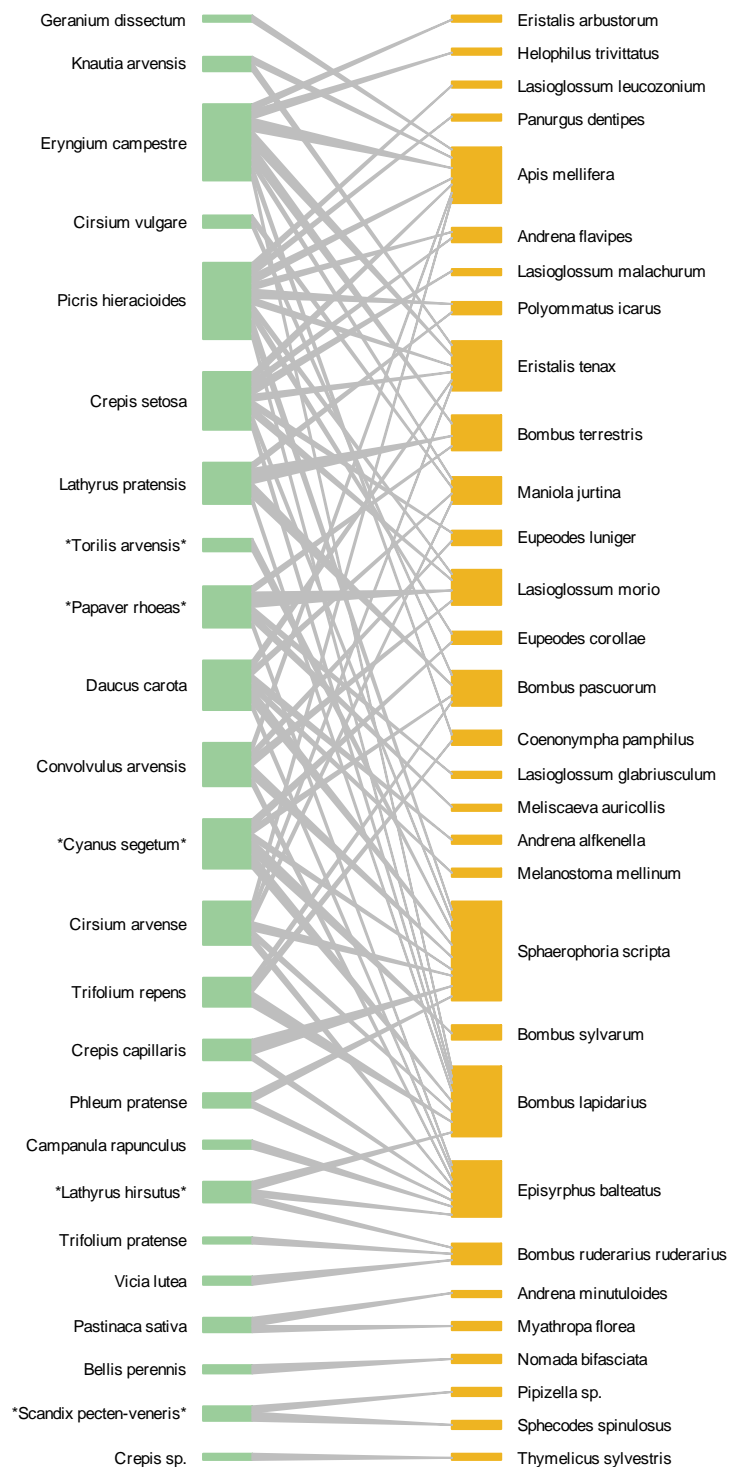


Figure 101 : diagramme du réseau de butinage sur la parcelle Z a) en 2020 et b) en 2021.

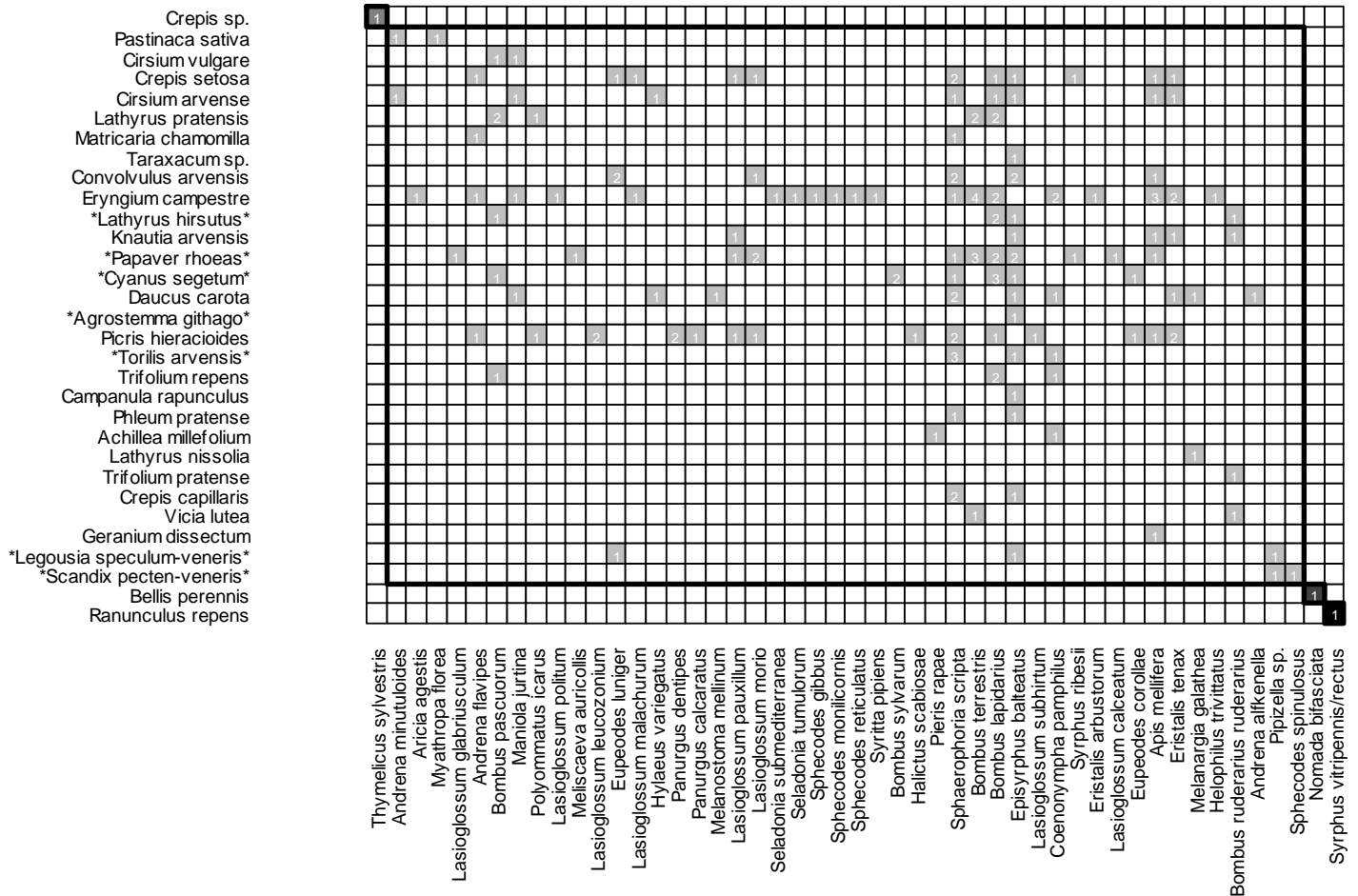


Figure 102 : grille diagonalisée des relations de butinage observées sur la parcelle Z sur les deux années de suivi.



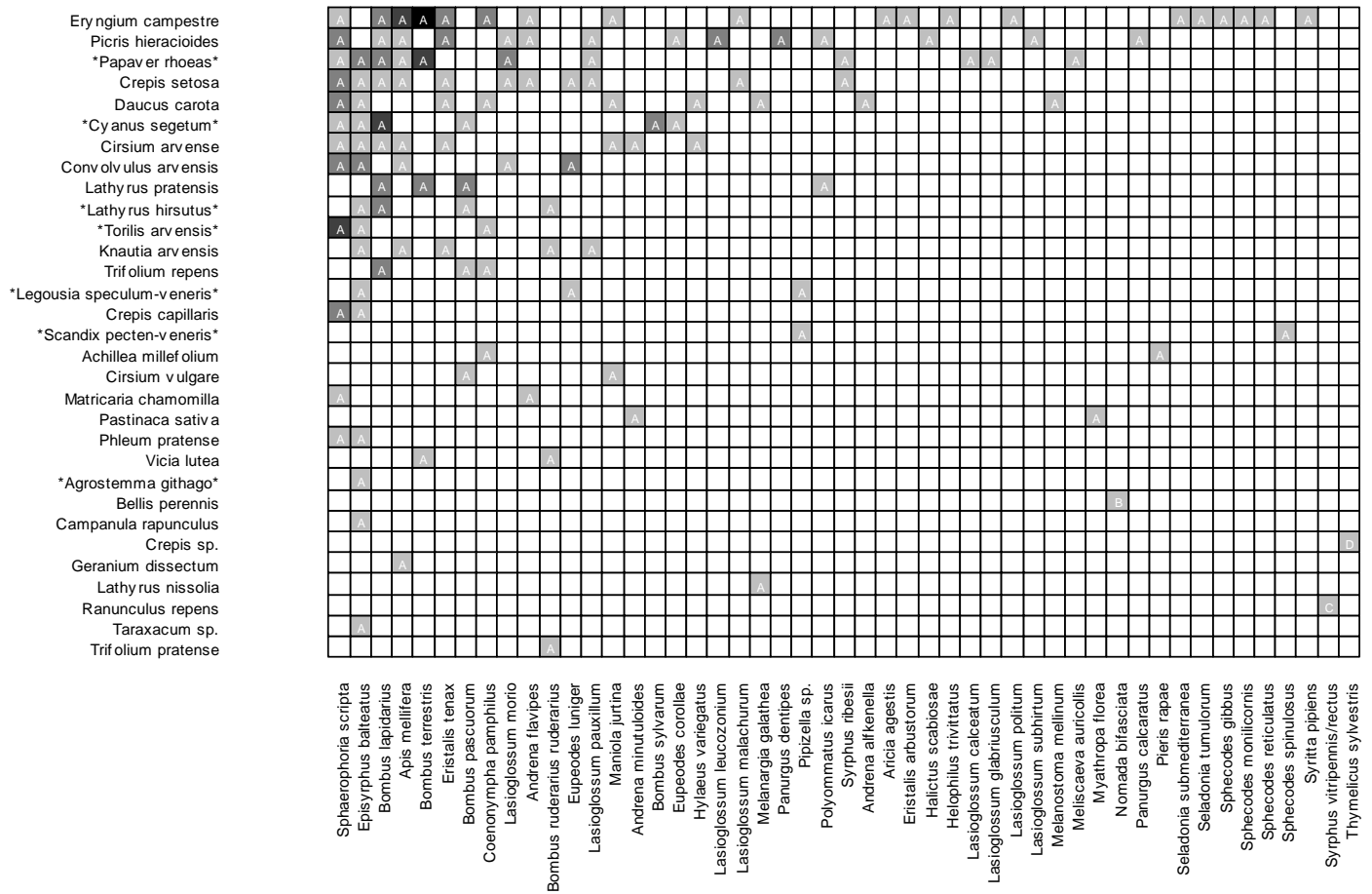


Figure 104 : grille emboîtée des relations de butinage observées sur la parcelle Z sur les deux années de suivi.



Le caractère très agricole de l'environnement de la parcelle de messicoles se traduit dans la communauté des syrphes (Figure 106) : le cortège est entièrement composé d'espèces ubiquistes en grande partie **aphidiphages** à l'état larvaire (cf. § C. 1. 3). Les prairies sont fauchées régulièrement et ne semblent pas permettre à un cortège de syrphes plus exigeants de s'exprimer. L'écologie de ces syrphes est développée dans les parties des parcelles précédentes.

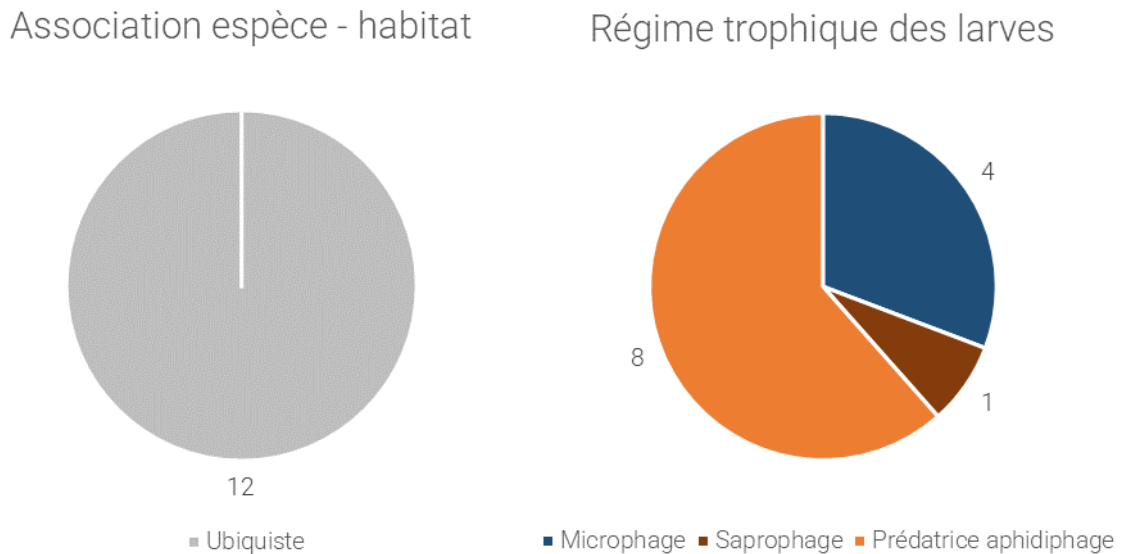


Figure 106 : écologie des syrphes observés sur la parcelle Z.

22 interactions plante-rhopalocère ont été observées sur le site du Vieil-Évreux (Figure 107). Ces interactions concernent principalement trois espèces de plantes : **la Carotte sauvage** *Daucus carota*, **le Panicaut champêtre** *Eryngium campestre* et **l'Achillée millefeuille** *Achillea millefolium*.

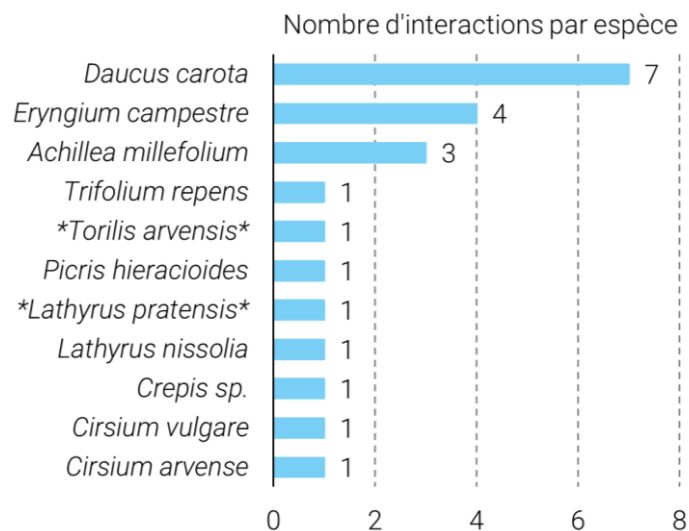


Figure 107 : nombre d'interactions par espèce de rhopalocères sur la parcelle Z.

Trente-cinq espèces d'abeilles, quatre de syrphes et deux de papillons rhopalocères ont été observées au sein du périmètre de 300 m autour de la parcelle (Tableau 51). Deux espèces d'abeilles présentent une forte patrimonialité (cf. § C. 1. 1) : le **Bourdon rudéral** *Bombus ruderarius* a été observé butinant *Ononis spinosa* en 2021 ; le mâle de **Lasioglosse petite-tête** *Lasioglossum angusticeps* a été observé butinant *Malva sylvestris* en 2020.

**Tableau 51** : espèces observées dans les alentours de la parcelle Z.  
 ● : observée en 2020 ; ○ : observée en 2021 ; ● : observée les 2 années

Abeilles	Syrphes	Rhopalocères
<i>Andrena alfkenella</i> ○	<i>Episyrphus balteatus</i> ●	<i>Aglais io</i> ○
<i>Andrena bicolor</i> ○	<i>Eristalis tenax</i> ○	<i>Macroglossum stellatarum</i> ○
<i>Andrena dorsata</i> ○	<i>Scaeva pyrastris</i> ○	<i>Pieris rapae</i> ○
<i>Andrena flavipes</i> ○	<i>Sphaerophoria scripta</i> ○	
<i>Andrena florea</i> ○		
<i>Andrena fulvago</i> ○		
<i>Andrena wilkella</i> ○		
<i>Anthidium manicatum</i> ○		
<i>Apis mellifera</i> ●		
<i>Bombus hortorum hortorum</i> ○		
<i>Bombus hypnorum</i> ○		
<i>Bombus lapidarius</i> ●		
<i>Bombus lucorum</i> ○		
<i>Bombus pascuorum</i> ●		
<b><i>Bombus ruderarius ruderarius</i></b> ○		
<i>Bombus terrestris</i> ●		
<i>Bombus vestalis</i> ○		
<i>Ceratina cyanea</i> ○		
<i>Colletes daviesanus</i> ○		
<i>Colletes similis</i> ○		
<i>Halictus maculatus</i> ○		
<i>Halictus scabiosae</i> ●		
<i>Heriades truncorum</i> ○		
<i>Hylaeus communis</i> ○		
<i>Hylaeus gredleri</i> ○		
<i>Hylaeus hyalinatus</i> ○		
<i>Hylaeus signatus</i> ○		
<b><i>Lasioglossum angusticeps</i></b> ○		
<i>Lasioglossum calceatum</i> ●		
<i>Lasioglossum interruptum</i> ○		
<i>Lasioglossum morio</i> ○		
<i>Lasioglossum pauxillum</i> ○		
<i>Lasioglossum politum</i> ○		
<i>Nomada distinguenda</i> ○		
<i>Sphecodes monilicornis</i> ○		

## D. Discussion

### D. 1. Influence du paysage

La grande majorité des espèces observées en butinage sur les parcelles sont des espèces communes. Les trois groupes taxonomiques (abeilles, syrphes et rhopalocères) présentent des traits de vie, liés au paysage, assez différenciés. Les sept sites étudiés faisant partie d'une même petite région éco-paysagère homogène au sein du département, on s'attend à ce que les nombres d'espèces butineuses sur les parcelles s'apparentent essentiellement à un échantillonnage des pools d'espèces communes de chacun des groupes taxonomiques. On peut donc tester l'hypothèse  $H_0$  que les différences observées, en termes de nombres d'espèces observées butineuses sur les parcelles, sont bien dues aux fluctuations d'échantillonnage, autrement dit que les échantillons (nos résultats) sont extraits d'un même « pool régional ». Nous avons donc effectué un test d'homogénéité (test du  $\chi^2$ , avec 12 degrés de liberté) sur les résultats du Tableau 52.

*Tableau 52 : nombre d'espèces observées butineuses sur les parcelles en 2021-2022.*

Parcelles	A	B	D	E	X	Y	Z
Abeilles	17	18	24	28	34	34	28
Syrphes	14	14	8	8	12	10	14
Rhopalocères	7	9	13	6	11	16	7
Total	38	41	45	42	57	60	49

Le risque de première espèce étant fixé à  $\alpha = 0,2$  :

- si  $\chi^2 \geq 15,812$ , l'hypothèse  $H_0$  est écartée au risque 0,2
- si  $\chi^2 < 15,812$ , l'hypothèse  $H_0$  ne peut être écartée.

Nous obtenons  $\chi^2 = 14,921$ .

Compte tenu du risque  $\alpha$  retenu qui est élevé, on peut conclure que les différences de proportions entre groupes taxonomiques observés butinant sont essentiellement dues aux fluctuations d'échantillonnage.

Nous n'avons pas trouvé de corrélations entre le nombre d'espèces butineuses (abeilles, syrphes, rhopalocères, ensemble) des deux années cumulées et la surface de la parcelle inventoriée. Pour chaque parcelle, nous avons standardisé, pour tenir compte des surfaces différentes des parcelles étudiées, le nombre d'espèces butineuses (2020+2021), pour les abeilles, les syrphes, les papillons rhopalocères et l'ensemble des trois taxons, en le rapportant à une surface de 1000 m<sup>2</sup>. Les nuages de points obtenus en associant graphiquement ces résultats avec les pourcentages de boisements, cultures, surfaces artificialisées ou prairies dans l'occupation du sol des buffer de 300 m ne permettent pas de trouver de corrélations par régression linéaire ou polynomiale de second degré :  $R^2$  est toujours inférieur à 0.68 (Figure 108a), le plus souvent nettement inférieur à 0.5 et régulièrement proche de zéro (Figure 108b).



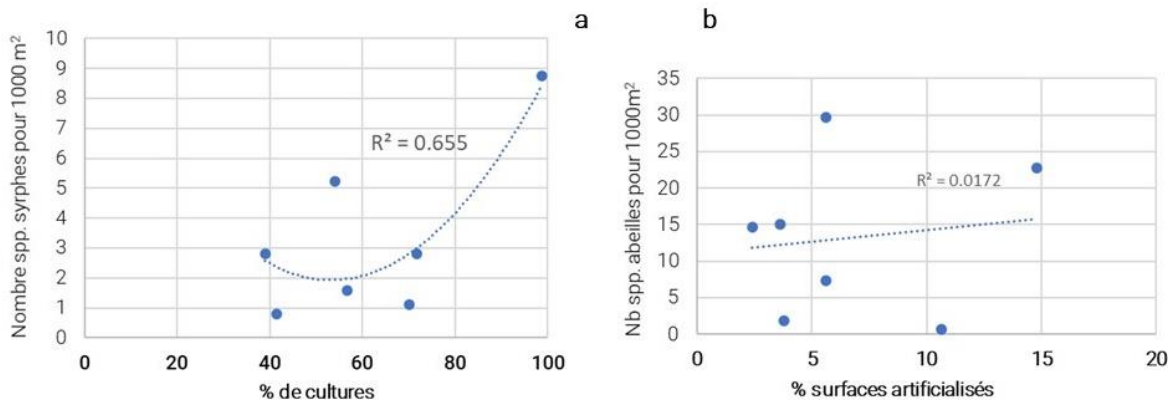


Figure 108 : exemples de graphes de régression a) polynomiale de second degré b) linéaire

## D. 2. Influence de la végétation sur les rhopalocères

En 2021, dans le cadre du protocole de suivi rhopalocères, la liste des plantes à fleurs nectarifères a été réalisée sur les placettes d'échantillonnages, ainsi qu'une estimation de leur abondance sur la placette. Une analyse croisée a été faite entre ces données et les résultats des suivis des interactions plante-rhopalocère.

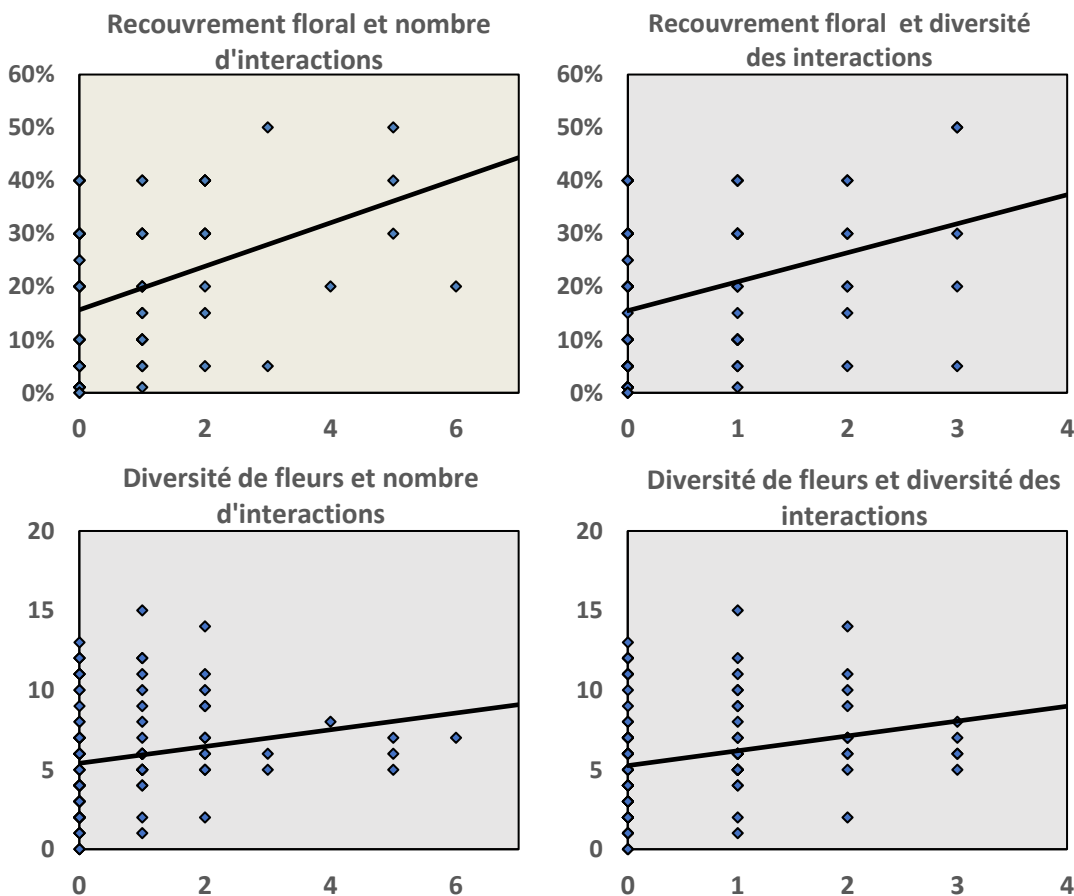


Figure 109 : Influence du recouvrement floral et de la richesse spécifique des plantes à fleurs nectarifères sur le nombre d'interactions plante-rhopalocère et sur le nombre de rhopalocères impliqués dans les interactions. Données de l'année 2021, passages 2, 3 et 4 (n=77 interactions).

La Figure 109 représente l'influence de deux paramètres liés à la végétation : l'abondance de plantes à fleurs (appelé ici recouvrement floral) et la diversité de ces plantes à fleurs, sur le nombre d'interactions observées et la diversité de ces interactions (correspondant ici au nombre d'espèces de rhopalocères impliqués dans ces interactions). Seules les données de l'année 2021 ont été prises en compte. Le premier passage, pour lequel les mauvaises conditions météorologiques n'ont pas permis d'observer d'interaction, n'a pas été pris en compte.

Le calcul des coefficients de corrélation donne des valeurs positives significatives pour tous les paramètres étudiés, excepté pour la diversité de fleurs et le nombre d'interaction.

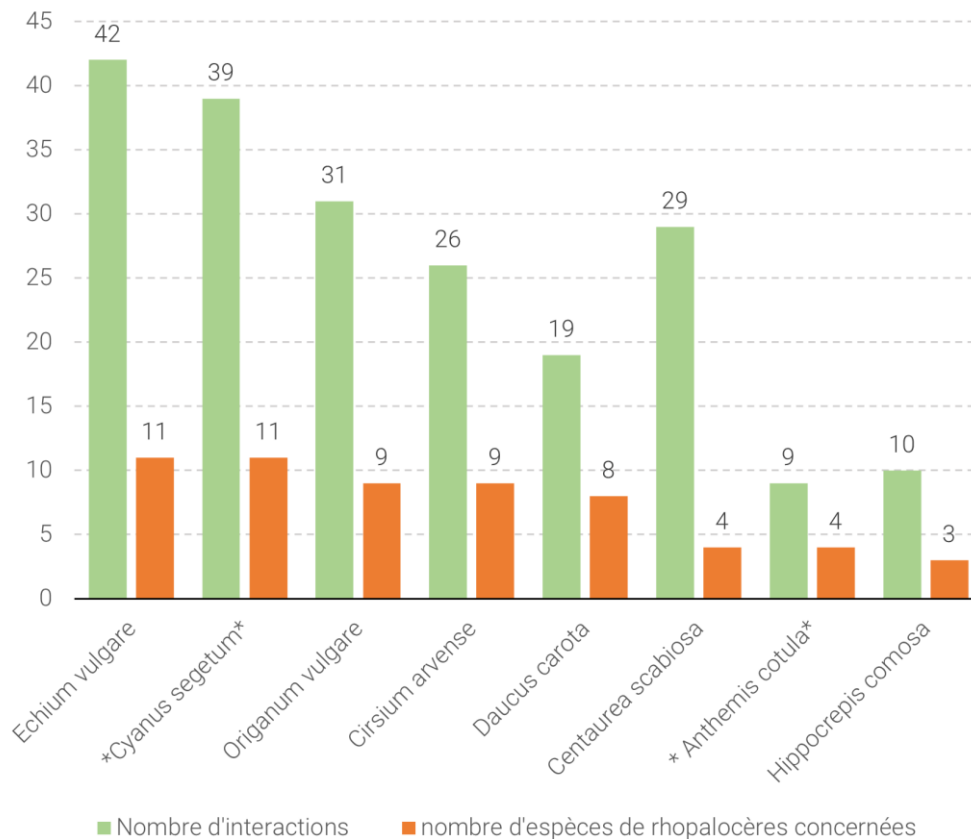
L'abondance de fleurs a un impact positif sur le butinage : plus le nombre de fleurs est important sur la placette, et plus le nombre d'interactions plante-rhopalocère est élevé. Le nombre d'espèces de rhopalocères butinant est également plus important.

La diversité de fleurs a également un impact positif : plus la diversité de fleurs est élevée, plus la diversité de rhopalocères butinant est élevée. Elle ne semble cependant pas avoir d'influence sur le nombre d'interactions plantes-pollinisateurs.

Les tendances observées sont toutefois assez faibles, et la végétation ne semble pas être le seul paramètre influençant la pollinisation.

### D. 3. Plantes les plus attractives

La Figure 110 représente le nombre d'interactions plantes-rhopalocères observées par espèce de plante, ainsi que le nombre d'espèces de rhopalocères impliquées dans ces interactions. Seules les plantes pour lesquelles plus de 5 interactions ont été observées sont représentées.



**Figure 110 :** Nombre d'interactions plantes-pollinisateurs observées par espèce végétale (pour  $n > 5$  interactions). En vert = nombre d'observations. En rouge = nombre d'espèces de rhopalocères impliquées dans les interactions. Les espèces encadrées par une astérisque « \* » correspondent aux messicoles.

Les deux plantes totalisant le plus d'interactions sont la Vipérine commune *Echium vulgare* et le Bleuet *Cyanus segetum*, qui totalisent respectivement 42 et 39 interactions concernant 11 espèces de rhopalocères. Viennent ensuite l'Origan *Origanum vulgare*, avec 31 interactions pour neuf espèces de rhopalocères, le Chardon des champs *Cirsium arvense*, avec 26 interactions pour neuf espèces de rhopalocères, puis la Carotte sauvage *Daucus carota*, avec 19 interactions pour huit espèces de rhopalocères. La Centaurée scabieuse *Centaurea scabiosa* totalise également un grand nombre d'interactions, avec 29 observations, mais sur seulement 4 espèces de rhopalocères différentes. Les autres espèces ont permis d'observer cinq interactions ou moins.

On remarque que les plantes strictement messicoles, sont peu représentées dans le haut du classement des fleurs les plus butinées par les papillons. Parmi les huit plantes totalisant plus de cinq faits de butinage, seules deux, le Bleuet *Cyanus segetum* et l'Anthemis des champs *Anthemis arvensis* sont des messicoles. Les autres plantes sont soit liées aux friches (*Echium vulgare*, *Cirsium arvense*) soit liées aux pelouses calcaires stabilisées (*Daucus carota*, *Hippocrepis comosa*).

Quatre autres espèces de messicoles ont été butinées, à la marge, par des papillons durant les deux années de cette étude : le Chrysanthème des moissons *Glebionis segetum* (deux observations), la Gesse de Nissolle *Lathyrus nissolia*, le Torilis des champs *Torilis arvensis* et la Pensée des champs *Viola arvense* (1 observation chacune).

Il est possible d'avancer plusieurs explications à cette faible représentativité des plantes messicoles dans nos résultats :

1. Les exigences écologiques des espèces de papillons : les plantes messicoles se développent grâce aux perturbations du sol. Il s'agit le plus souvent d'espèces annuelles qui vont mourir en fin de saison, passer l'hiver dans le sol sous forme de graine, avant de germer à l'automne ou au printemps suivant. Les papillons n'ont pas cette capacité à survivre à ces perturbations régulières et leurs œufs ou chenilles sont détruits par les labours. C'est pourquoi, les plantes messicoles ne sont pratiquement jamais utilisées comme plantes-hôtes par les papillons. Pondre sur une plante messicole reviendrait à condamner la future chenille à une mort quasi certaine. En revanche, les plantes de prairies pluriannuelles comme l'Hippocrélide ou l'Origan, peuvent servir de support de ponte à diverses espèces de papillons. Ces plantes sont donc susceptibles de servir à la fois de ressource alimentaire pour les adultes (butinage) et pour les chenilles (consommation du feuillage). Leur attractivité peut s'en trouver renforcée. La **Pensée des champs *Viola arvense*** constitue l'exception puisque les plantes hôtes des chenilles du **Petit Nacré *Issoria lathonia*** sont presque exclusivement les violettes (LAFRANCHIS 2000, Doux & GIBEAUX, 2007).
2. Les pratiques de cultures : parmi les sept sites étudiés, quatre sont localisés en contexte agricole (sites 1 à 4) alors que trois sont des sites naturels gérés écologiquement (sites 5 à 7). Dans le cas des sites agricoles, les perturbations (récoltes, labours) sont régulières (annuelles) alors que dans le cas des sites naturels, ces perturbations sont plus espacées dans le temps (pas de récolte, hersage tous les trois ans). Dans les sites agricoles, aucune végétation typique de prairies stabilisées ne peut donc s'installer, les seules plantes à dispositions sont donc soit des messicoles (notamment le Bleuet) soit des plantes rudérales de friches (chardons). A l'inverse, dans les sites à caractère naturel (notamment sur coteaux calcaires) où les perturbations sont plus espacées dans le temps, la végétation prairiale recolonise en une à deux saisons les

zones hersées et des plantes comme l'Origan, la Centaurée scabieuse ou l'Hippocrépide fer à cheval offre aux papillons une ressource alternative aux plantes messicoles.

3. La mosaïque paysagère : Les papillons susceptibles de venir butiner les plantes messicoles ne se reproduisent pas directement dans le champ où poussent les plantes, mais plutôt en périphérie, dans des « zones refuges » qui subsistent en l'état plusieurs années et à l'abri des pesticides. En contexte très agricoles, ce type de zone est rare, ce qui explique le plus faible nombre d'interactions sur les sites 1 à 4. A l'inverse, pour les trois sites à caractère naturel, on trouve ce type de zones refuges tout autour des parcelles consacrées aux messicoles. Le réservoir de papillons susceptibles de se déplacer et de venir butiner les messicoles est donc plus important. Comme expliqué précédemment les pratiques en place sur ces sites à caractère naturel autorise le développement de plantes prairiales souvent plus attractives pour les papillons que les plantes messicoles (plantes-hôtes).

Le **Bleuet** *Cyanus segetum* est la plante la plus butinée en 2020 et 2021 (Figure 18, Figure 19) **tous taxons confondus** (abeilles, syrphes et rhopalocères). D'autres plantes messicoles présentent un fort enjeu pour la faune pollinisatrice au vu du nombre de relations de butinage : *Papaver rhoeas*, *Glebionis segetum* et *Anthemis cotula*. Les plantes non messicoles présentant un fort enjeu sont *Cirsium arvense*, *Daucus carota*, *Echium vulgare*, et *Picris hieracioides*.

#### D. 4. Affinités spécifiques

La Figure 111 représente le nombre de relations de butinage observées pour chaque espèce d'insectes sur les différentes espèces de plantes. Seules les plantes ayant totalisé plus de 30 interactions et les butineurs ayant totalisé plus de 10 interactions apparaissent sur cette figure (n=994).

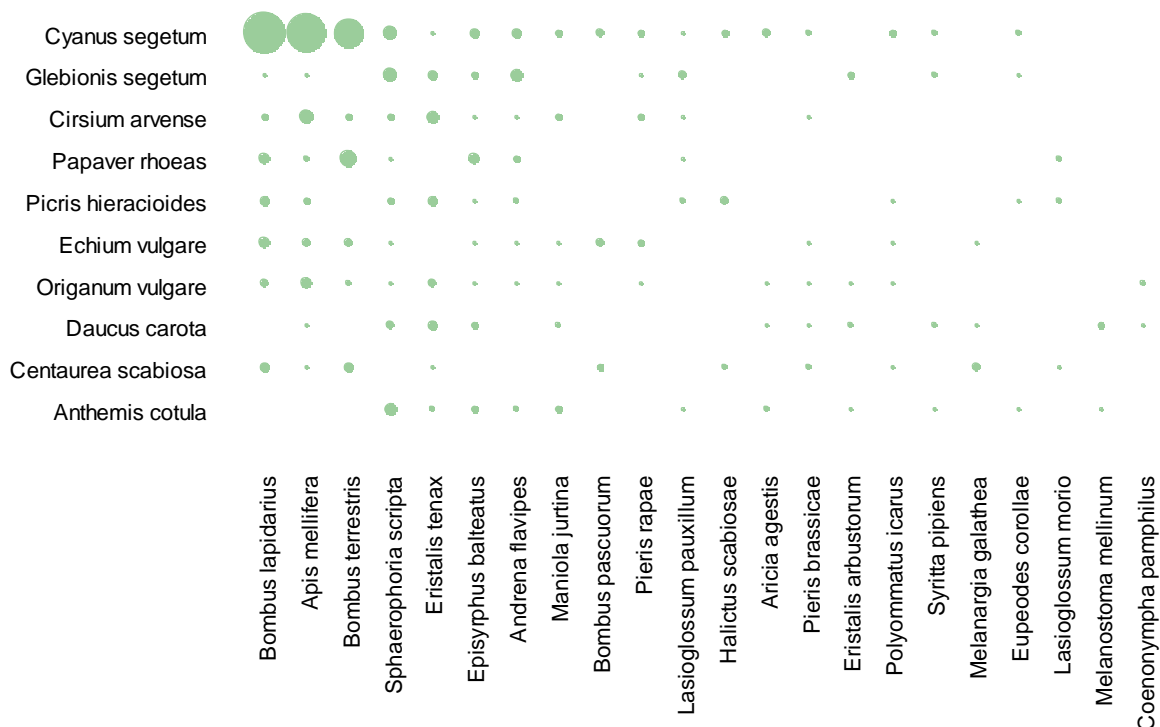


Figure 111 : Nombre d'interactions de butinage entre les espèces de plantes les plus butinées et les pollinisateurs butinant le plus d'espèces végétales

Le plus grand cercle (*Cyanus segetum*/*Bombus lapidarius*) correspond à 27 interactions.

Les différents groupes taxonomiques étudiés présentent des préférences en termes de flore butinée :

- le **Bleuet** *C. segetum* est plébiscité par le groupe des abeilles avec 96 interactions de butinage (9.7% de toutes les interactions de butinage avec les insectes). Les abeilles semblent aussi globalement préférer *Picris hieracioides* et le Grand Coquelicot *Papaver rhoeas* avec 33 interactions (Figure 20a) ;
- les syrphes présentent une affinité plus marquée que les autres taxons avec la Carotte sauvage *Daucus carota* (26 interactions) et le **Chrysanthème des moissons** *Glebionis segetum* (21 interactions) bien qu'ils butinent aussi le Bleuet *C. segetum* de manière conséquente (Figure 20b) ;
- les rhopalocères butinent préférentiellement le **Bleuet** et la Vipérine commune *Echium vulgare*. Ces derniers ont aussi été souvent notés butinant *Cirsium arvense* ainsi que l'Origan *Origanum vulgare* (Figure 20c).

Le **Bleuet** *C. segetum* totalise le maximum de relations de butinage avec trois espèces d'abeilles généralistes (Figure 111) : le Bourdon des pierres *Bombus lapidarius* (27 interactions), l'Abeille mellifère *Apis mellifera* (25 interactions), et le groupe du Bourdon terrestre *B. terrestris* (18 interactions).

D'autres plantes présentent une relation plus spécifique avec certains groupes de taxons pollinisateurs bien qu'elles ne soient pas les espèces les plus butinées :

- *Melilotus officinalis* et *Lactuca sativa* ont uniquement été butinées par des abeilles avec 8 et 6 interactions respectivement ;
- le Liseron des champs *Convolvulus arvensis* a été principalement butiné par des syrphes (10 relations de butinage pour les syrphes contre 2 pour les abeilles).

On observe d'une part des papillons sans préférence particulière de butinage, comme *Pieris brassicae*, *Pieris rapae* et *Maniola jurtina*. D'autre part, certaines espèces de rhopalocères butinent préférentiellement une plante précise. C'est par exemple le cas de *Melanargia galathea*, principalement observée butinant *Centaurea scabiosa* et *Echium vulgare*, ou *Aricia agestis*, principalement observée sur *Daucus carota* et *Cyanus segetum*, mais peu observée sur les autres espèces.

A l'inverse, certaines plantes ne servent de ressource alimentaire que pour une espèce de papillon. C'est par exemple le cas d'*Hippocrepis comosa* où seules des relations avec *Polyommatus icarus* ont été notées. Cette affinité spécifique peut dépendre de l'habitat : *Lysandra coridon* a principalement été observé sur des fleurs d'*Origanum vulgare*. Ces deux espèces, typiques des pelouses calcaires, ne sont présentes que sur les sites de Pacy et du Plessis-Hébert, deux coteaux remarquables. De plus, la période de vol de *Lysandra coridon* coïncide avec la floraison de cette plante. Cette affinité peut aussi dépendre du cycle biologique du papillon : *Viola arvensis* est vraisemblablement la plante hôte de la chenille du **Petit Nacré** *Issoria lathonia*.

Le **Lasioglosse à pattes jaunes** *Lasioglossum xanthopus*, polylectique, a été uniquement observée butinant des plantes messicoles (*C. segetum* et *G. segetum*) sur trois des parcelles étudiées (et sur *Trifolium repens* et *Malva sylvestris* en recherches complémentaires).

Malgré le grand nombre d'interactions observées pour la Vipérine commune *Echium vulgare*, la Carotte sauvage *Daucus carota* et l'Origan *Origanum vulgare*, nous ne pensons pas judicieux de les proposer dans les mélanges à semer car il s'agit de plantes déjà là si des jachères, des friches post-culturelles et des pelouses sont présentes. Il nous semble plus judicieux d'attirer l'attention sur l'importance de bien avoir ces infrastructures agro-écologiques dans le territoire ou l'exploitation agricole en complément indispensable aux bandes semées de messicoles.

## D. 5. Messicoles et services écosystémiques

La présence des pollinisateurs et des auxiliaires de cultures joue un rôle essentiel pour la pérennité des services écosystémiques de pollinisation et de régulation d'insectes potentiellement nuisibles au sein des cultures. DAINESE *et al.* (2019) ont prouvé en se basant sur 89 études dans diverses régions du globe que, d'une part, la richesse et l'abondance des espèces pollinisatrices et auxiliaires de cultures sont positivement corrélées à l'efficacité des services écosystémiques concernés. D'autre part, la banalisation des populations a un effet négatif sur les services de pollinisation et sur la régulation via les auxiliaires : si les espèces dominantes contribuent fortement à la réalisation de ces services, c'est l'ensemble de la diversité des insectes pollinisateurs et des plantes butinées qui participe à l'équilibre des réseaux d'interactions et assure les services écosystémiques dans leur intégralité.

Si la conservation de la faune pollinisatrice est nécessaire pour la pérennité des plantes indigènes, elle l'est tout autant pour les cultures entomogames, telles que le colza (STANLEY & STOUT 2014) ou les arbres fruitiers (andrènes et bourdons pour les pommiers par ex. ; TASEI 1984, JACOB-REMACLE 1989). La conservation de parcelles de plantes sauvages et des haies pourrait avoir un effet bénéfique sur le rendement des cultures (CARVALHEIRO *et al.* 2012). Il y a donc un réel enjeu à conserver des messicoles au sein des zones cultivées dans un objectif de meilleur rendement.

Par ailleurs, d'autres éléments pourraient altérer l'efficacité du **service de pollinisation**. L'utilisation d'intrants (herbicides, pesticides) dans les grandes cultures telles que le colza ou le blé a généralement des impacts négatifs sur les insectes pollinisateurs (HYVÖNEN & SALONEN 2002, DAFF, 2004, DESNEUX *et al.* 2007, BOTIAS *et al.* 2015). Dans les systèmes céréaliers intensifs, ROLLIN *et al.* (2013) ont montré que pour l'exploitation des ressources florales l'Abeille mellifère est fortement liée aux cultures à floraisons massives (colza, tournesol), que les abeilles sauvages sont liées aux habitats semi-naturels, aux prairies et aux bandes enherbées mais que les bourdons ont une stratégie intermédiaire. Les plantes adventices ou sauvages qui nourrissent l'Abeille mellifère et les bourdons butineurs de ces cultures sont très utiles puisqu'elles permettent d'alimenter ces insectes avant puis après les floraisons massives qui ne durent que trois à quatre semaines.

Il est clairement admis que la présence de syrphes (aphidiphages) dans les cultures (blé, colza, etc.) permet de **réguler la présence d'insectes potentiellement nuisibles pour les cultures** tels que les pucerons Aphididae (CHAMBERS & ADAMS 1986, HICKMAN & WRATTEN 1994). Pour les espèces aux larves à régime alimentaire aphidiphage (*cf.* § C.1.3), si la présence de proies (pucerons, psylles, etc.) dans l'environnement des parcelles à protéger est indispensable pour garantir la présence de syrphes (intérêt des infrastructures agro-écologique -IAE), la ressource florale l'est tout autant pour l'alimentation des adultes. La présence de plantes messicoles au sein des cultures est donc fondamentale dans un contexte où la ressource florale est peu présente (IAE peu présentes, dégradées, trop dispersées ou trop distantes). Nos résultats montrent que les plantes messicoles sont abondamment butinées par les syrphes et que certaines espèces semblent présenter des préférences pour ces dernières (cas de *Syrphus vitripennis* ayant uniquement été observé butinant des messicoles : Figure 22). Si *C. segetum* et *G. segetum* jouent un rôle majeur, on observe sur les parcelles étudiées des relations de butinage avec d'autres plantes à enjeux pour les syrphes, qu'elles soient messicoles ou non messicoles. Les espèces de syrphes aphidiphages présentent bien un enjeu pour contrôler des espèces potentiellement nuisibles aux cultures européennes.

Maximiser les services écosystémiques auxquels participent les plantes messicoles passe par le **maintien**, le **renforcement** ou la **restauration de l'intégrité écologique des infrastructures agroécologiques complémentaires** (zones de nidification et plantes hôtes, aire de butinage, aire d'alimentation larvaire ...) car la stabilité des réseaux de pollinisation insectes – plantes adventices (y compris messicoles) est essentielle pour maintenir la biodiversité des paysages agricoles (PONTIN *et al.* 2006). La présence marquée de syrphes est considérée comme un bon indicateur de la diversité végétale (HEGLAND & BOEKE 2006) car bien qu'ils puissent se reproduire avec succès dans une large gamme d'habitats, leur présence est souvent associée à celle d'adventices rares, par ex. les interactions *Glebionis segetum* – syrphes sont des bio-indicateurs potentiels de « l'état de santé » des zones cultivées (ROLLIN *et al.* 2016). La diversité en adventices et en messicoles croît avec la complexité du paysage (GABRIEL *et al.* 2005; PINKE *et al.* 2009). L'arrangement spatio-temporel des IAE indispensables aux pollinisateurs de ces plantes doit assurer la connectivité des parcelles d'habitats favorables (BANASZAK 1992, STEFFAN-DEWENTER 2003, WILLIAMS *et al.* 2010, GARIBALDI *et al.* 2011) : le service écosystémique n'est plus assuré dans des environnements homogènes (KLUSER & PEDUZZI 2007, WILLIAMS *et al.* 2010).

Les connaissances sur l'écologie larvaire des syrphes sont variables selon les espèces : bonne chez les espèces communément rencontrées comme *Episyrphus balteatus*, *Sphaerophoria scripta* ou *Syrphus ribesii*, lacunaires voire embryonnaires pour les autres, comme par ex. *Paragus tibialis*. Au total, 13 espèces aphidiphages ont été observées sur les parcelles étudiées. La bibliographie permet d'attester que la quasi-totalité de ces espèces peut être présente au sein de cultures. On retrouvera ainsi *E. balteatus*, *Eupeodes corollae* et *Syrphus ribesii* sur les plants de betterave, *E. corollae* et *S. ribesii* sur le maïs, *E. balteatus*, *E. corollae* et *Melanostoma mellinum* sur la laitue ou encore *Paragus tibialis* sur le fenouil (Tableau 53, SPEIGHT 2020). Certains syrphes comme *E. balteatus* et *S. scripta* ont déjà fait l'objet d'études en tant qu'auxiliaires de cultures et leur efficacité en tant régulateurs des colonies de pucerons a déjà pu être avérée (GEORGE 1957). Cependant, c'est bien l'ensemble des espèces aphidiphages observées qui peut présenter un enjeu pour la protection de certaines cultures européennes.

On va retrouver ces aphidiphages sur différentes gammes de végétaux. D'une part, la majorité des larves de syrphes peut se nourrir sur une grande diversité de plantes : les larves d'*E. balteatus* vont par exemple pouvoir être observées sur des arbres, arbustes et herbacées dont de nombreuses plantes cultivées : betterave, laitue, groseiller, pomme de terre, orge ou trèfle (DUSEK & LASKA 1966, SADEGHI & GILBERT 2000, SPEIGHT 2020). Les larves éviteraient néanmoins les cultures de concombres, courgettes, tomates ou aubergines, présentant des feuilles cotonneuses ou à forte pilosité (JEAN *et al.* 2011). *Scaeva pyrastris* va aussi peupler l'ensemble des strates végétales (arborescente, arbustive, herbacée) et de nombreuses plantes cultivées (SPEIGHT, 2020). D'autres part, des syrphes présentent certaines préférences ou spécificités en termes de plante hôte : la larve d'*Eupeodes corollae* se nourrit sur différentes plantes basses avec une préférence pour les Légumineuses. Elle se retrouve par ailleurs dans certaines plantes cultivées comme l'artichaut, la betterave, la courge, la laitue, l'ogre ou le maïs (MARCOS-GARCIA 1981, SPEIGHT 2020). *Pipizella viduata* se nourrit des pucerons des racines des plantes basses. La larve de *Syrphus vitripennis* chasse sur les arbres, les buissons (*Alnus*, *Betula*, *Prunus*, *Viburnum*), les lianes (*Humulus*) et les plantes herbacées hautes dont certaines pouvant être cultivées comme le tabac (SPEIGHT 2020).

Les larves de syrphes aphidiphages sont principalement généralistes (*E. balteatus*, *E. corollae*, *S. pyrastris*, *S. scripta*, SPEIGHT 2020) et vont donc pouvoir se nourrir d'une grande diversité d'espèces de pucerons selon leur plante hôte. Les larves d'*E. balteatus* prédatent régulièrement le puceron de la pomme de terre *Macrosiphum euphorbiae* (FRECHETTE *et al.* 2007). *E. balteatus* est efficace pour la régulation du puceron cendré *Dysaphis plantaginea* sur le pommier (DIB 2010).

Sur les 13 espèces de syrphes observées sur les parcelles, 9 d'entre elles ont été observées butinant des plantes messicoles. *E. balteatus* et *S. scripta*, espèces les plus généralistes dans nos réseaux, sont logiquement les deux espèces ayant butiné le plus grand nombre de plantes messicoles avec 8 et 7 espèces respectivement. *S. pyrastrii* et *S. ribesii* ont été observés butinant uniquement des plantes messicoles. Seul *P. haemorrhous* a été observé sans relation de butinage sur les parcelles (Figure 112).

Tableau 53 : liste des plantes cultivées accueillant les larves des syrphes aphidiphages observés durant cette étude d'après SPEIGHT et al. (2020).

Syrphes aphidiphages	Plantes cultivées accueillant les larves (SPEIGHT 2020)
<i>Episyrphus balteatus</i>	betterave, laitue, groseiller, pomme de terre, trèfle, blé
<i>Eupeodes corollae</i>	betterave, courges, laitue, blé, maïs
<i>Eupeodes luniger</i>	diverses
<i>Melanostoma mellinum</i>	graminées, laitues
<i>Meliscaeva auricollis</i>	tabac, blé
<i>Paragus haemorrhous</i>	divers (dans le sud de l'Europe au moins)
<i>Paragus tibialis</i>	fenouil, réglisse, luzerne
<i>Pipiza noctiluca</i>	non référencées
<i>Pipizella viduata</i>	non référencées
<i>Scaeva pyrastrii</i>	diverses
<i>Sphaerophoria scripta</i>	avoine, chou, chicorée, laitue, blé, fèves
<i>Syrphus ribesii</i>	bettrave, pomme de terre, blé, fèves, maïs
<i>Syphus vitripennis</i>	tabac

Syrphes aphidiphages	Plantes butinées		Plantes messicoles										
	Total	Messicoles	<i>Anthemis cotula</i>	<i>Anthemis avensis</i>	<i>Agrostemma githago</i>	<i>Calendula avensis</i>	<i>Cyanus segetum</i>	<i>Glebionis segetum</i>	<i>Lathyrus hirsutus</i>	<i>Legousia s-venenis</i>	<i>Papaver rhoeas</i>	<i>Torilis arvensis</i>	<i>Valeianella dentata</i>
<i>Episyrphus balteatus</i>	29	8	X	X	X	X	X	X	X	X			
<i>Eupeodes corollae</i>	9	4	X			X	X					X	
<i>Eupeodes luniger</i>	7	4	X				X		X	X			
<i>Melanostoma mellinum</i>	8	2	X	X									
<i>Meliscaeva auricollis</i>	2	1								X			
<i>Paragus haemorrhous</i>	0	0											
<i>Paragus tibialis</i>	1	0											
<i>Pipiza noctiluca</i>	1	0											
<i>Pipizella viduata</i>	3	0											
<i>Scaeva pyrastrii</i>	2	2				X					X		
<i>Sphaerophoria scripta</i>	26	7	X	X	X	X	X			X	X		
<i>Syrphus ribesii</i>	5	2					X			X			
<i>Syphus vitripennis</i>	2	2				X				X			

Figure 112 : Plantes messicoles butinées par les syrphes aphidiphages sur les parcelles étudiées.

En plus des espèces observées sur les parcelles, *Heringia heringi*, *Platycheirus manicatus* et *Xanthandrus comtus* ont été observées lors des recherches complémentaires. La présence d'autres espèces aphidiphages aux alentours des parcelles messicoles rappelle l'enjeu du maintien, du renforcement ou de la restauration de l'intégrité écologique des infrastructures agroécologiques complémentaires.



Il est important de prendre en considération le fait que l'utilisation d'intrants dans les parcelles cultivées n'est pas en adéquation avec la régulation via les auxiliaires de cultures : bien que les larves d'*E. balteatus* puissent être abondamment présentes dans les zones cultivées, les pesticides utilisés pour réguler la présence de pucerons peut mener à mortalité de la totalité des larves de cette espèce de syrphe sur un site cultivé (KULA 1982). La présence de ces intrants peut aussi avoir des effets néfastes sur la fécondité des femelles (COLIGNON *et al.* 2003).

L'Annexe 5 indique la composition des « mélanges jachères messicoles » distribués en 2019, 2020 et 2021. Nous ne discuterons pas ici de l'intérêt de *Vaccaria hispanica* ni de *Trifolium incarnatum* dans les mélanges semés puisque nous n'avons pas pu repérer ces plantes sur les parcelles bien qu'elles aient fait partie du mélange distribué en 2019 ou en 2020. Il faut garder à l'esprit que *Silene latifolia alba* n'est pas une messicole et que *Lathyrus nissolia* et *Vicia lutea* ne sont plus considérées comme messicoles en Normandie (WAYMEL *et al.* 2020).

La **Camomille des champs** *Anthemis arvensis* fait partie des messicoles semées. La vérification de l'identité des *Anthemis* ayant été systématiquement réalisée sur le terrain, force est de constater qu'elle s'est très peu exprimée sur les parcelles. Les deux seules données de butinage issues de l'étude concernent d'une part la parcelle B et le syrphe *Helophilus pendulus*, et d'autre part la parcelle Z et le papillon *Pieris napi*. La littérature et les bases de données en ligne (KNUTH 1898, TERZO & RASMONT 2007, WESTRICH 2018, GOMBAULT *et al.* 2019) citent de nombreuses espèces d'abeilles (genres *Andrena*, *Apis*, *Ceratina*, *Colletes*, *Halictus*, *Heriades*, *Hoplosmia*, *Hylaeus*, *Lasioglossum*, *Osmia*, *Nomada*) et quatre de syrphes (*Eristalinus sepulchralis*, *Eristalis arbustorum*, *E. nemorum*, *E. tenax*). Les cortèges de butineurs de la Camomille des champs sont vraisemblablement très semblables à ceux de la Camomille puante. *Anthemis arvensis* est par conséquent potentiellement d'intérêt pour le maintien de populations de syrphes aux larves aphidiphages.

Peu d'informations sur les butineurs de la **Camomille puante** *Anthemis cotula* ont été publiées : BENVENUTI *et al.* (2020) indiquent sans plus de précisions Abeilles, Abeilles solitaires bourdons, Syrphidae, Bombyliidae, Lépidoptères. La base de données du Spipoll complètent l'information avec deux espèces de Syrphes : *Sphaerophoria scripta* et *Eristalis* sp. Cette messicole non semée a été butinée sur quatre des parcelles par sept espèces d'abeilles (*Andrena flavipes*, *A. minutula*, *A. minutuloides*, *Colletes daviesanus*, *Hoplosmia spinulosa*, *Lasioglossum pauxillum*, *L. subhirtum*), dix espèces de syrphes (*Episyrphus balteatus*, *Eristalis arbustorum*, *E. tenax*, *Eupeodes corollae*, *E. luniger*, *Helophilus pendulus*, *Melanostoma mellinum*, *Neoascia podagrica*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrirta pipiens*) mais aucun papillon. Avec la Camomille puante butinée dans les alentours (recherches complémentaires), trois autres espèces d'abeilles sont butineuses (*Colletes daviesanus*, *Hylaeus nigrinus*, *Lasioglossum leucozonium*), ainsi qu'*Eumerus* sp. (syrphe). *Anthemis cotula* est par conséquent potentiellement d'intérêt pour le maintien des populations de syrphes aux larves aphidiphages.

La **Nielle des blés** *Agrostemma githago* a fait l'objet d'une unique observation de butinage au cours de l'étude, par le papillon *Thymelicus lineola* sur la parcelle D. Les résultats de JÜRGENS (2006) montre que la Nielle est autogame, vraisemblablement facultative ; KNUTH (1898) recense *Rhingia rostrata* (Syrphidae), quatre espèces de papillons (la Piéride du Chou *Pieris brassicae*, l'Hespérie du Dactyle *Thymelicus lineola*, la Sylvaine *Ochlodes sylvanus*, et le Procris de l'Oseille *Adscita statice* -Zygaenidae) comme butineurs, JÜRGENS (2002) cite simplement le groupe des Rhopalocères, ROLLIN *et al.* (2013) citent les Bombyliidae en précisant que ces insectes ont peu de chance de polliniser la plante puisqu'ils la butinent en vol à l'aide d'une longue trompe (CANALE *et al.* 2014), BENVENUTI *et al.* (2020) indiquent seulement abeilles, abeilles

solitaires, bourdons, Syrphidae, Bombyliidae et Lepidoptera. La base de données du Spipoll permet de compléter la liste des butineurs avec deux syrphes (*Episyrphus balteatus*, *Sphaerophoria scripta*) et une espèce d'abeille du genre *Halictus*. On sait que les papillons, en particulier les femelles, sont attirées par les fleurs à nectar riche en acides aminés (ALM *et al.* 1990, RUSTERHOLZ & ERHARDT 2000, GARDENER & GILLMAN 2002) : la concentration en acides aminés chez la Nielle des blés augmente avec la fertilisation azotée du sol (GARDENER & GILLMAN 2001).

Le **Souci des champs** *Calendula arvensis* fait partie du mélange semé en 2020, noté fleuri sur les parcelles A, B et E en 2020 mais totalisant seulement trois interactions de butinage sur la parcelle B, avec deux syrphes : *Episyrphus balteatus* et *Sphaerophoria scripta*. Ce résultat n'est pas très étonnant, car les stations étaient de faible recouvrement, et la plante, assez basse, largement concurrencée par les autres grandes messicoles et adventices ainsi que les céréales. La littérature et les bases de données en ligne (KNUTH 1898, TERZO & RASMONT 2007, WESTRICH 2018, GOMBAULT *et al.* 2019, Spipoll) citent de nombreuses espèces d'abeilles (genres *Andrena*, *Anthidium*, *Apis*, *Bombus*, *Eucera*, *Halictus*, *Hylaeus*, *Lasioglossum*, *Megachile*, *Osmia*, *Pseudapis*, *Sphecodes*), trois de syrphes et au moins quatre espèces de papillons (*Aglais io*, *Gonepteryx sp.*, *Pieris sp.*, *Vanessa atalanta*). La Souci des champs est potentiellement d'intérêt pour le maintien de populations de syrphes aux larves aphidiphages. Pour maximiser son expression, il convient sans doute de l'intégrer dans un mélange « messicoles basses ».

Le **Bleuet** *Cyanus segetum* a été butiné par de nombreuses espèces différentes sur les parcelles. Il figure dans la liste des 40 plantes les plus visitées par les abeilles à langue longue (en nombre d'espèces d'abeilles) parmi les espèces les plus disponibles dans le commerce en Belgique (TERZO & RASMONT 2007). Ses fleurs riches en nectar sont attractives pour les individus d'*Apis mellifera* (JEAVONS *et al.* 2020) et pour les bourdons, mais ses fleurs profondes sont aussi prisées par des abeilles solitaires à langues longues (TERZO & VERECKEN 2014). KNUTH (1898) et BENVENUTI *et al.* (2020) citent comme butineurs des syrphes, des abeilles (genres *Anthophora*, *Apis*, *Bombus*, *Eucera*, *Halictus*, *Megachile*, *Osmia*, *Stelis*) et des papillons, DUBUCQ (2020) cite *Syrphus ribesii*, TERZO & RASMONT (2007), WESTRICH (2018) et GOMBAULT *et al.* (2019) citent de nombreuses espèces d'abeilles (genres *Apis*, *Andrena*, *Anthophora*, *Bombus*, *Ceratina*, *Halictus*, *Hoplitis*, *Lasioglossum*).

Les **Fumeterres** *Fumaria sp.* ne font pas partie des messicoles semées. Seules *Fumaria densiflora*, *F. parviflora* et *F. vaillantii* sont considérées comme messicoles (WAYMEL *et al.* 2020) : cette dernière a été confirmée sur la parcelle de Reuilly (E) en 2020 mais sans interaction de butinage. Les observations de butinage (un butinage par *Bombus lapidarius* sur la parcelle B en 2021 et des observations de butinage en recherches complémentaires sur les parcelles A, D et Z par *B. hortorum*, *B. pascuorum* et *B. terrestris*) n'ont pas pu être rapportées à une espèce précise (une détermination fiable nécessite d'examiner les fleurs et les fruits). Nous n'avons pas trouvé de publications indiquant plus précisément que « insectes » ou « abeilles » des butineurs pour les Fumeterre messicoles. On peut cependant extrapoler de nos observations que les bourdons en sont des butineurs.

Le **Chrysanthème des moissons** *Glebionis segetum* fait partie des mélanges semés sur les parcelles : elle a été butinée (une soixantaine d'interactions recensées) sur les parcelles A, B, D et E par dix espèces d'abeilles (*Andrena flavipes*, *Apis mellifera*, *Bombus lapidarius*, *Heriades truncorum*, *Hylaeus sp.*, *Lasioglossum leucozonium*, *L. pauxillum*, *L. xanthopus*, *Seladonia tumulorum*, *Stelis breviscula*) et dix espèces de syrphes (*Episyrphus balteatus*, *Eristalis arbustorum*, *E. nemorum*, *E. tenax*, *Eupeodes corollae*, *E. luniger*, *Merodon equestris*, *Sphaerophoria scripta*, *Syricta pipiens*, *Syrphus ribesii*) dont la moitié à larves aphidiphages, mais

aucun papillon. KNUTH (1898) recense cinq espèces de syrphes (*Eristalis arbustorum*, *E. nemorum*, *E. tenax*, *Helophilis pendulus*, *Syrpitta pipiens*) et une de papillon (*Aglais io*), GOMBAULT *et al.* (2019) cinq espèces d'abeilles (*A. mellifera*, *Eucera eucnemidea*, *Lasioglossum malachurum*, *L. marginatum*, *Osmia latreillei*), et le Spipoll le syrphe *E. balteatus* et deux abeilles (*Hylaeus* sp. et *Halictus* sp.).

La **Gesse hérissée** *Lathyrus hirsutus* ne fait pas partie des messicoles semées. Elle est présente uniquement sur la parcelle Z (Vieil-Evreux) où un papillon, le Demi-deuil *Melanargia galathea*, un syrphe *Episyrphus balteatus* et trois espèces de bourdons, *Bombus lapidarius*, *B. pascuorum* et *Bombus ruderarius* l'ont butiné. D'autres abeilles sont citées comme butineuses : *Megachile ericetorum*, *Xylocopa violacea* (KNUTH 1898) et *Bombus ruderatus* (TERZO & RASMONT 2007).

La **Gesse de Nissole** *Lathyrus nissolia* est évaluée très rare et EN (en danger) dans la liste rouge de la flore vasculaire de Haute-Normandie (BUCHET *et al.* 2015). Elle n'est plus considérée comme messicole en Normandie. Elle a fait l'objet d'une observation de butinage sur la parcelle Z par le Demi-deuil *Melanargia galathea*. CANNON (1964) la pense habituellement auto-pollinisée malgré l'adaptation à l'entomophilie de sa fleur mais divers sites internet anglais dédiés au jardinage indiquent qu'elle est butinée par divers insectes sans plus de précisions. On peut considérer que la Gesse de Nissole profite du réseau de pollinisation de la parcelle Z.

Le butinage du **Miroir de Vénus** *Legousia speculum-veneris* a été constaté sur les parcelles X et Z, par le Bourdon des pierres *Bombus lapidarius* et quatre espèces de syrphes (*Episyrphus balteatus*, *Eupeodes luniger*, *Paragus haemorrhous/constrictus* et *Pipizella* sp.). Bien que cette plante ait été abondante et fleurie en juin 2020 sur la parcelle X, aucun butinage n'avait été observé : peut-être que l'offre de nectar se limite à une partie de la journée. KNUTH (1898) recense deux abeilles (*Lasioglossum quadrinotatum*, *Vestitohalictus vestitus*), ROLLIN *et al.* (2016) indiquent les Bombyliidae, et BARROIT *et al.* (2000) donnent *Lasioglossum* sp., *Sphaerophoria scripta*, *Bombus* gr. *terrestris* et Bombyliidae sp. comme butineurs. Le Miroir de Vénus est par conséquent potentiellement d'intérêt pour le maintien de populations de syrphes aux larves aphidiphages.

Le **Mouron bleu** *Lysimachia foemina* (= *Anagallis arvensis foemina*), qui ne fait pas partie des messicoles semées, a fait l'objet d'une seule interaction de butinage observée, sur la parcelle Y avec l'abeille *Andrena gravida*. Une seule publication relative aux butineurs du Mouron bleu semble exister (MARSDEN-JONES & WEISS 1960) mais nous n'avons pas pu la consulter (accès payant).

Le **Grand Coquelicot** *Papaver rhoeas* a fait l'objet de nombreuses observations de butinage sur les parcelles. Cette messicole est totalement auto-incompatible et ne possède pas de nectaires, le pollen est la seule source de nourriture qu'elle offre (THOMAS & FRANKLIN-TONG 2004). Par conséquent, aucun papillon ne la butine. Elle figure dans la liste des 40 plantes les plus visitées par les abeilles à langue longue (en nombre d'espèces d'abeilles) parmi les espèces les plus disponibles dans le commerce en Belgique (TERZO & RASMONT 2007). KNUTH (1898), GOMBAULT *et al.* (2019), DUBUCQ (2020) et la base de données du Spipoll listent comme butineurs des syrphes (*Cheilosia* sp., *Episyrphus balteatus*, *Syrphus ribesii*, *Melangyna umbellatarum*) et des abeilles (*Andrena dorsata*, *A. flavipes*, *A. fulvicrus*, *Andrena morio*, *Anthophora canescens*, *Apis mellifera*, *Bombus* sp., *Bombus* gr. *terrestris*, *B. lapidarius*, *Halictus* sp., *Halictus maculatus*, *Hylaeus* sp., *Lasioglossum leucopus*, *L. malachurum*, *Lasioglossum nigripes*, *L. sexnotatum*, *L. smeathmanellum*).

Le **Peigne de Vénus** *Scandix pecten-veneris* ne fait pas partie des messicoles semées. Il est présent sur les parcelles X et Z où les abeilles *Andrena chrysoceles*, *Andrena minutula*, *Sphexodes ephippius* et *S. spinulosus* et les syrphes *Pipizella* spp. l'ont butiné en 2021. Il était vraisemblablement en trop faible densité en 2020 pour parvenir à renseigner des interactions de butinage dans le cadre du protocole. Les autres butineurs connus sont le syrphe *Eristalis tenax* (KNUTH 1898) et les abeilles *Andrena aeneiventris*, *A. ventricosa*, *A. vetula* (GOMBAULT et al. 2019). Il serait intéressant de pouvoir inclure le Peigne de Vénus dans les mélanges semés mais en proportion garantissant une abondance suffisante à la floraison.

Le **Compagnon blanc** *Silene latifolia alba*, semé avec les messicoles, a été observé butiné sur trois parcelles (B, D et Y) par une espèce de bourdon *Bombus terrestris*, trois espèces de syrphes *Episyrphus balteatus*, *Eupeodes corollae* et *Sphaerophoria scripta* et un Diptère Bombyliidae *Bombylius* sp. Trois autres espèces d'abeilles *Andrena flavipes*, *Apis mellifera* et *Xylocopa* sp. l'ont butiné lors des recherches complémentaires des parcelles A et Y. Cette plante ouvre ses fleurs en fin de journée, permettant sa pollinisation par des insectes diurnes (Apidae ; Vespidae ; Diptera : Syrphidae, et Bombyliidae) et nocturnes (par ex. Lepidoptera : Noctuidae et Sphingidae (Young 2002). *Silene latifolia alba* est donc une plante d'intérêt pour le butinage d'une part de l'Abeille mellifère et des bourdons avant et après les floraisons massives de plantes cultivées et d'autre part de syrphes aux larves aphidiphages (*Episyrphus balteatus*, *Eupeodes corollae* et *Sphaerophoria scripta*).

L'**Epiaire annuelle** *Stachys annua* ne figure pas dans les mélanges semés de messicoles. Il est présent uniquement sur la parcelle Y, il y a été butiné par deux bourdons, *Bombus pascuorum* et *Bombus pratorum*. KNUTH (1898) cite les bourdons, sans précision, comme butineurs, TERZO & RASMONT (2007) listent *Bombus cullumanus*, *Bombus pascuorum*, *Bombus ruderarius*, *Bombus soroeensis*, *Bombus terrestris* et l'abeille *Megachile melanogaster*, GOMBAULT et al. (2019) recensent *Apis mellifera* et *Anthidium oblongatum*. *Bombus ruderarius* n'a pas été trouvé au Plessis-Hébert mais sa présence y est potentielle.

Le **Torilis des champs** *Torilis arvensis* n'est pas inclus dans les mélanges semés, il a fleuri sur les parcelles A, X, Y et Z, sans butinage observé sur la parcelle X. Une espèce de papillon (*Coenonympha pamphilus*), deux espèces d'abeilles (*Andrena flavipes* et *Lasioglossum interruptum*) et quatre de syrphes (*Episyrphus balteatus*, *Pipizella* sp., *Scaeva pyrastris*, *Sphaerophoria scripta*) ont été observées en butinage. Nous n'avons trouvé qu'une source bibliographique concernant le butinage du Torilis des champs (GIBSON et al. 2006) listant quatre espèces de syrphes (*Cheilosia pagana*, *Metasyrphus luniger*, *Syrphus torvus*, *Sph. scripta*), d'autres Diptères et deux Coléoptères. Les Apiacées blanches sont généralement peu butinées par les abeilles. Le Torilis des champs est potentiellement d'intérêt pour le maintien de populations de syrphes aux larves aphidiphages.

La **Valérianelle dentée** *Valerianella dentata* ne figure pas dans les mélanges semés de messicoles. La forme concernée par nos données (*dentata* ou *rimosa*) n'a pas été déterminée sur le terrain. Elle a été butinée sur la parcelle X uniquement, par l'abeille *Andrena minutula* et le syrphe *Eupeodes corollae*. Nous n'avons pas trouvé de référence bibliographique concernant le butinage de cette messicole.

La **Vesce jaune** *Vicia lutea* n'est plus considérée comme messicole en Normandie. Deux bourdons, *Bombus terrestris* (en 2020) et *Bombus ruderarius* (en 2021) ont butiné cette plante sur la parcelle Z. GOMBAULT et al. (2019) rapportent du butinage par les abeilles *Apis mellifera* et *Megachile pyrenaica*.

La **Pensée des champs** *Viola arvensis* a fait l'objet d'une unique donnée de butinage. KROON (1972) a démontré comment la conformation des fleurs de Violettes/Pensées rend difficile ou impossible leur auto-pollinisation. BEATTIE (1971) a étudié en détail le mécanisme de pollinisation par les insectes : la pollinisation croisée est essentiellement le résultat du butinage du nectar par les insectes de taille moyenne et à langue longue tandis que les visites des insectes à langue courte ou butinant du pollen résultent en autopolinisation ou en pollinisation croisée aléatoire. Les *Viola* sont donc bien dépendantes des insectes pour leur reproduction, qu'elle s'effectue par autogamie ou allogamie. KNUTH (1898) recense les abeilles *Anthophora plumipes*, *Apis mellifera*, *Bombus hortorum*, *Bombus pascuorum*, *B. ruderarius*, *Osmia rufa*, *Osmia alticola* ou *Osmia fusciformis* et les papillons *Lycaena tityrus*, *Pieris brassicae*, *Pieris napi* et *Pieris rapae* comme butineurs, WOOD *et al.* (2015) donnent aussi *Bombus pratorum*. Son statut de plante-hôte d'*Issoria lathonia* justifie d'étudier la faisabilité de l'inclure dans les mélanges semés.

Ces dix-neuf plantes présentent toutes un intérêt pour l'équilibre des réseaux de pollinisation, y compris des cultures ; 42% d'entre elles présentent un intérêt pour l'alimentation des adultes de syrphes à larves aphidiphages, et 37% font partie des plantes butinées par des insectes à forte valeur patrimoniale (Tableau 54).

**Tableau 54** : intérêt de plantes pour les services écosystémiques et les insectes.

	Intérêt pour			
	Réseau de pollinisation	Auxiliaires aphidiphages	Insectes à forte valeur patrimoniale	Groupes taxonomiques
<i>Anthemis arvensis</i>	+	+		Abeilles & Syrphes
<i>Anthemis cotula</i>	+	+		Abeilles & Syrphes
<i>Agrostemma githago</i>	+			Ab., Sy. & Papillons
<i>Calendula arvensis</i>	+	+		Ab., Sy. & Papillons
<i>Cyanus segetum</i>	++		++	Ab., Sy. & Papillons
<i>Fumaria sp.</i>	+			Bourdons
<i>Glebionis segetum</i>	+	++	+	Abeilles & Syrphes
<i>Lathyrus hirsutus</i>	+		+	Abeilles
<i>Lathyrus nissolia</i>	+			?
<i>Legousia speculum-veneris</i>	+			Abeilles & Syrphes
<i>Lysimachia foemina</i>	+			?
<i>Papaver rhoeas</i>	++	+		Abeilles & Syrphes
<i>Scandix pecten-veneris</i>	+	?	+	Abeilles & Syrphes
<i>Silene latifolia alba</i>	+	+		Ab., Sy. & Papillons dont nocturnes
<i>Stachys annua</i>	+		+	Bourdons et abeilles
<i>Torilis arvensis</i>	+	+		Syrphes & Papillons
<i>Valerianella dentata</i>	+	+		Abeilles & Syrphes
<i>Vicia lutea</i>	+		+	Abeilles
<i>Viola arvensis</i>	+		+	Abeilles & Papillons

## Conclusion et perspectives

Les campagnes 2020 et 2021 d'acquisition de données de terrain sur le butinage des messicoles sur les abeilles, les syrphes et les rhopalocères se sont bien déroulées. Près de 1200 interactions de butinage ont permis de caractériser les réseaux d'interactions plantes pollinisateurs des sites étudiés. 15 espèces de messicoles ont fait l'objet d'au moins une observation de butinage. 87 espèces d'abeilles, 27 espèces de syrphes et 33 espèces de rhopalocères ont été inventoriées. Les messicoles, et notamment celles qui constituent le « mélange classique » distribué par le Département, constituent globalement une ressource alimentaire intéressante et importante pour de nombreuses espèces d'insectes floricoles. On constate que les bandes de messicoles même dans les espaces fortement agricoles et homogènes présentent un fort intérêt comme ressource alimentaire pour de nombreux insectes pollinisateurs, dont une bonne proportion de syrphes à larves aphidiphages. Les cortèges d'abeilles, de syrphes et de papillons butineurs sont essentiellement composés d'espèces communes et d'espèces partagées par les sept parcelles étudiées (indices de singularité peu élevés). Mais toutes les parcelles ont fait l'objet d'au moins une observation de butinage par un insecte de fort intérêt patrimonial. **15 espèces d'abeilles, 3 de syrphes et 4 de papillons rhopalocères** sont définies comme **fortement patrimoniales** (§ C. 1. 1) : 16 d'entre elles (11 abeilles, 1 syrphe, 4 rhopalocères) ont été inventoriées sur les parcelles de messicoles, 6 autres ont été inventoriées uniquement dans les environs immédiats (recherches complémentaires ; 4 abeilles et 2 syrphes). Quatre espèces d'abeilles et une de papillon ont butiné une ou plusieurs messicoles : *Bombus ruderarius*, *B. sylvarum*, *Lasioglossum xanthopus*, *Sphecodes spinulosus* et *Issoria lathonia*. Six espèces de messicoles ont été butinées par des insectes de fort intérêt patrimonial : *Cyanus segetum*, *Glebionis segetum*, *Lathyrus hirsutus*, *Scandix pecten-veneris*, *Vicia lutea* et *Viola arvensis*. Les parcelles conservatoires en Espaces Naturels Sensibles (X, Y et Z) confirment leur intérêt patrimonial avec la présence d'insectes remarquables.

Ces résultats permettent d'affirmer que **les messicoles participent à l'alimentation d'espèces d'insectes fortement patrimoniales** et que **ces insectes sont utiles** (voire indispensables : *Bombus ruderarius* pour *Vicia lutea*, *B. ruderarius* et *B. sylvarum* pour *Lathyrus hirsutus* ?) **pour la pollinisation d'espèces messicoles**. Les abeilles, syrphes et les papillons fortement patrimoniaux inventoriés comme butineurs de messicoles ne peuvent pas réaliser leur cycle biologique complet dans ces parcelles (à l'exception d'*Issoria lathonia*) : la conservation des pollinisateurs des messicoles doit donc prendre en compte l'environnement plus ou moins immédiat pour assurer le maintien de sites de nidification, des plantes hôtes des papillons, des (micro)habitats larvaires des syrphes, de ressources florales étalées sur plusieurs mois pour les bourdons, etc. à des distances inférieures au rayon d'action typique de ces insectes (150 à 800 m pour les abeilles : GATHMANN & TSCHARNTKE 2002, GREENLEAF *et al.* 2007).

Les plantes messicoles ressortent comme une **ressource florale importante voire essentielle**, surtout en contexte écopaysager très agricole conventionnel. Le **Bleuet *Cyanus segetum*** est la messicole la plus butinée : à pondérer cependant par le fait que 70% des interactions recensées avec elle au cours de l'étude concerne trois abeilles communes et généralistes (cf. § D. 4) ! Le **Chrysanthème des moissons *Glebionis segetum*** est la deuxième messicole la plus butinée sur les parcelles. Elle joue un rôle prépondérant avec le Bleuet sur la parcelle d'Ormes, dans un contexte entièrement voué à l'agriculture conventionnelle. Une explication du « succès » de ces deux plantes tient à leurs floraisons étalées sur deux à quatre mois. *Papaver rhoeas* et *Anthemis cotula* émergent aussi comme d'importantes ressources de butinage. On gardera à l'esprit que le protocole retenu ne permettait pas de préciser les interactions de pollinisation lorsque les plantes messicoles fleurissent en très faible densité (cas par ex. de *Scandix pecten-veneris*, *Lathyrus nissolia* ou de *Calendula arvensis*).

Les parcelles de messicoles permettent l'expression d'une flore adventice, rudérale ou prairiale, en fonction du contexte, qui est aussi butinée par des insectes floricoles, butineurs ou non de messicoles. 81 espèces végétales non messicoles y ont été butinées, certaines jouant un rôle majeur récurrent dans les réseaux de pollinisation, en premier lieu le Chardon des champs *Cirsium arvense*, la Picride fausse épervière *Picris hieracioides* et la Vipérine commune *Echium vulgare*.

ROLLIN *et al.* (2016) rapportent qu'il est établi que la pollinisation des adventices des cultures (y compris les messicoles) par les insectes joue un rôle clé dans le maintien de ces communautés d'adventices, que les interactions plante adventice - pollinisateur sont modulées par les traits et la qualité qu'offrent les fleurs pour attirer les insectes, et que la plupart des adventices sont associées à des insectes pollinisateurs généralistes. Rappelons enfin que la majorité des syrphes observés sur les parcelles sont aphidiphages et jouent donc un rôle d'auxiliaire au sein des cultures.

La typologie du paysage semble influencer sur les communautés d'insectes pollinisateurs au vu des cortèges d'espèces identifiés sur les différents sites. On retrouve par exemple une grande diversité de syrphes, essentiellement ubiquistes et aphidiphages, sur la parcelle d'Ormes composée presque exclusivement de cultures. Les prospections aux alentours de la parcelle de Sacquenville ont permis d'observer *Callicera aurata*, espèce associée aux bois sénescents. L'analyse paysagère réalisée dans le contexte de l'étude, ne portant pas prioritairement sur cet aspect, est restée assez succincte. Généralement, la complexité paysagère croît avec le pourcentage de surfaces non agricoles dans le paysage (GABRIEL *et al.* 2005). Aussi serait-il intéressant pour aller au-delà de tester l'effet de la complexité paysagère sur les cortèges de pollinisateurs des parcelles étudiées, au moyen d'analyses en composante principale ou d'autres méthodes d'ordination, et en s'appuyant sur des métriques d'écologie du paysage (indices de diversité, indices de fragmentation, indices de dispersion, etc.). En effet, il serait intéressant de déterminer si les proportions de boisements, prairies, cultures, surfaces artificialisées et leur agencement (taille des parcelles distances inter-parcelles ...) expliquent la composition des cortèges d'insectes pollinisateurs.

De même, il serait pertinent de réaliser des analyses complémentaires même succinctes sur les données de butinage concernant la récolte de pollen et le butinage de nectar, ou encore sur le butinage en fonction du sexe des abeilles. En effet, l'ensemble des indices associés aux réseaux de butinage n'a pas pu pleinement être analysé. Néanmoins ces indices présentent une source conséquente d'informations qui permettrait de pouvoir comprendre et déceler les enjeux relatifs aux réseaux plantes-pollinisateurs sur les parcelles messicoles étudiées.

Enfin, l'analyse de l'influence du recouvrement floral et de la diversité en fleurs à l'échelle des parcelles pour les rhopalocères pourrait être réalisée pour l'ensemble des pollinisateurs étudiés. Cela nécessitera un remaniement des données papillons afin de pouvoir tout analyser et comparer sur les mêmes bases (moyennes des taux de recouvrement floraux et des nombres d'espèces de plantes notamment)

En conclusion, le jeu de données obtenu à l'issue de cette étude est conséquent et regorge d'informations permettant de mieux comprendre les réseaux d'interactions plantes-pollinisateurs sur les parcelles de messicoles. Un des prolongements souhaitables de cette étude serait une poursuite des analyses de ce jeu de données afin de continuer à apporter toujours plus d'éléments et de pistes d'améliorations qui permettront de renforcer le programme de conservation du département de l'Eure et d'autres territoires en faveur des plantes messicoles et des insectes pollinisateurs.

## Lexique

### **Abeille coucou**

Les abeilles coucous ou abeilles **cleptoparasites** pondent leurs œufs dans le nid d'autres abeilles sauvages, après que ces dernières ont amassées les provisions dans la cellule. Chez les bourdons, les coucous sont appelés **psithyres** : on trouve des intermédiaires entre la coexistence plus ou moins pacifique et le coup d'état avec massacre de la reine hôte. Les larves du Psithyre donneront seulement des mâles ou de futures reines qui seront élevés par les ouvrières de l'espèce hôte. Synonymes : cleptoparasite, inquiline (bourdons).

### **Bourgade**

Nom donné à un regroupement de nids d'abeilles sauvages.

**Cleptoparasite** : voir **abeille coucou**

**Inquiline** : nom ou épithète qualifiant un bourdon coucou. Voir **abeille coucou**

### **Microphage**

Qui se nourrit de tissus animaux ou végétaux en décomposition ou du substrat lui-même.

### **Oligo-, méso- et polylectisme**

Le degré de fidélisation entre un insecte et la variété de plantes qu'il est susceptible de butiner est très variable. Beaucoup d'espèces dites polylectiques, comme certains bourdons ou l'Abeille domestique, fréquentent et pollinisent indifféremment un grand nombre de plantes. D'autres en butinent un nombre très faible et sont dits oligolectiques. Enfin, les espèces qui pollinisent ou qui ne fréquentent qu'une seule espèce sont monolectiques.

### **Phénologie**

Chronologie saisonnière des étapes des cycles de vie (changements chez les plantes et les animaux).

### **Saproxylophage**

Qui se nourrit de bois en décomposition ou de matière en décomposition liée au bois (litière de cavité des troncs, suintements de sève, etc.).

### **Sphéciformes**

Désigne au sein des Hyménoptera Apoidea le groupe d'espèces qui ne sont pas des abeilles (Anthophila ou Apiformes).

### **Univoltin**

Qui produit une seule génération par année.



## Références bibliographiques

- ALBOUY C., ARCHAMBAULT P., APPELTANS W., ARAUJO M. B., BEAUCHESNE D., CAZELLES K., CIRTWILL A. R., FORTIN M.-J., GALIANA N., LEROUX S. J., PELLISSIER L., POISOT T., STOUFFER D. B., WOOD S. A. & GRAVEL D. (2019). The marine fish food web is globally connected. *Nature, Ecology & Evolution* 3 : 1153–1161
- ALM J., OHNMEISS T. E., Lanza J., VRIESEN L. (1990.) Preference of cabbage white butterflies and honey bees for nectar that contains amino acids. *Oecologia* 84:53–57
- AMIET F., HERRMANN M., MÜLLER A. & NEUMEYER R., 1999. *Apidae 2* : Colletes, Dufourea, Hylaeus, Nomia, Nomioides, Rophitoides, Rophites, Sphecodes, Systropha. Fauna Helvetica 4 CSCF & SEG ; 219 p.
- AMIET F., HERRMANN M., MÜLLER A. & NEUMEYER R. (2001). *Apidae 3* - Lasioglossum, Halictus. Fauna Helvetica 6. CSCF & SEG :: 208p.
- AMIET F., HERRMANN M., MÜLLER A. & NEUMEYER R. (2004). *Apidae 4* : Anthidium, Chelostoma, Coelioxys, Dioxys, Heriades, Lithurgus, Megachile, Osmia, Stelis. Fauna Helvetica 9. CSCF & SEG : 273p.
- AMIET F., HERRMANN M., MÜLLER A. & NEUMEYER R. (2007). *Apidae 5* : Ammobates, Ammobatoides, Anthophora, Biastes, Ceratina, Dasypoda, Epeoloides, Epeolus, Eucera, Macropis, Melecta, Melitta, Nomada, Pasites, Tetralonia, Thyreus, Xylocopa. Fauna Helvetica 20. CSCF & SEG : 356 p.
- AMIET F., HERRMANN M., MÜLLER A. & NEUMEYER R. (2010). *Apidae 6* - Andrena, Melitturga, Panurginus, Panurgus. Fauna Helvetica 26. CSCF & SEG : 316 p.
- AMIET F., MÜLLER A. & NEUMEYER R. (1999). *Apidae 2* - Colletes, Dufourea, Hylaeus, Nomia, Nomioides, Rophitoides, Rophites, Sphecodes, Systropha. Fauna Helvetica 4. CSCF & SEG : 219 p.
- BANASZAK J. (1992). Strategy for conservation of wild bees in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 40 : 179–192
- A., GERBAUD E., AFFRE L. & RAQUET V. (2000). Stratégies de reproduction et de dispersion des graines chez les espèces messicoles. *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon* 4 : 128-142
- BEATTIE A. J. (1971). Pollination mechanisms in *Viola*. *New Phytologist* 70 : 343-360
- BENVENUTI S., MAZZONCINI M., CIONI P. L. & FLAMINI G. (2020). Wildflower-pollinator interactions : which phytochemicals are involved ? *Basic and Applied Ecology* 45 : 62-75
- BERSIER L. F., BANASEK-RICHTER C. and CATTIN M. F. (2002). Quantitative descriptors of food-web matrices. *Ecology* 83 : 2394-2407
- BOURNERIAS M., ARNAL G. & BOCK C. (2001). *Guide des groupements végétaux de la région parisienne*. Belin : 640 p.
- BUCHET, J., HOUSSET, P., et TOUSSAINT, B. (coord.), 2015 – Inventaire de la flore vasculaire de Haute-Normandie (Ptéridophytes et Spermatophytes) : raretés, protections, menaces et statuts. Version 4.2 - Décembre 2015. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, avec la collaboration du Collectif botanique de Haute-Normandie : I-XXI ; 1-79
- CAMBECEDES J., LARGIER G., LOMBARD A. (2012). *Plan national d'actions en faveur des plantes messicoles*. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées – Fédération des Conservatoires botaniques nationaux – Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie : 242 p.
- CANALE A., BENELLI G. & BENVENUTI S. (2014). First record of insect pollinators visiting *Muscari comosum* (L.) Miller (Liliaceae-Hyacinthaceae), an ancient Mediterranean food plant. *Plant Biosystems* DOI : <http://dx.doi.org/10.1080/11263504.2013.863810>
- CANNON J. F. M. (1964). Intraspecific variation in *Lathyrus nissolia* L. *Watsonia* 6 (1) : 28-35
- CARVALHEIRO L.G., SEYMOUR C.L., NICOLSON S.W. & VELDTMAN R. (2012). Creating patches of native flowers facilitates crop pollination in large agricultural fields: mango as a case study. *Journal of Applied Ecology* 49 (6) :1373–1383
- CHAMBERS R.J. & ADAMS T. H. L. (1986). Quantification of the impact of hoverflies (Diptera: Syrphidae) on cereal aphids in winter wheat: analysis of field populations. *Journal of Applied Ecology* 23 : 895-904

- CHOREIN A. (2007). *Systématique et chorologie des Anthophorini (Hymenoptera: Apidae) de Belgique et du Nord de la France, avec une première analyse de leurs sécrétions volatiles*. Mémoire de fin d'études, Université de Mons-Hainaut, Mons, 80p. [document miméographié]
- COLIGNON P., HAUBRUGE E., GASPARD C. & FRANCIS F. (2003). Effets de la réduction de doses de formulations d'insecticides et de fongicides sur l'insecte auxiliaire non ciblé *Episyrphus balteatus* (Diptera : Syrphidae). *Phytoprotection* 84 : 141-148
- DAFF (2004). *Pesticide usage survey—arable crops*. Department of Agriculture, Fisheries and Food, Dublin : 56 p.
- DAINESE M., MARTIN E. A., AIZEN M. A., ALBRECHT M., BARTOMEUS I., BOMMARCO R. & STEFFAN-DEWENTER I. (2019). A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Science Advances* 5(10)
- DATHE H. H. (1980). Die Arten der Gattung *Hylaeus* in Europa. *Mitt. Zool. Mus. Berlin* 56 : 207-294
- DELATTRE E. (2003). *Effectif et choix floraux de Bombus sylvarum (Hymenoptera, Apidae) à Eynne et à Llo (France, Pyrénées-Orientales)*. Mémoire de fin d'Etudes, Université de Mons-Hainaut, Mons, 51 p.
- DESNEUX N., DECOURTYE A. & DELPUECH J.-M. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology* 52 : 81–106
- DIB H. (2010). *Rôle des ennemis naturels dans la lutte biologique contre le puceron cendré, Dysaphis plantaginea Passerini (Hemiptera: Aphididae) en vergers de pommiers*. Sciences agricoles. Thèse unique, Université d'Avignon : 253 p.
- 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
- DOUX Y. & GIBEAUX C. (2007). Les papillons de jour d'île-de-France et de l'Oise. Collection Parthénope, éditions Biotope & Munséum national d'Histoire naturelle : 288 p.
- DUBUCQ C. (2020). *Influences de la composition florale des biotopes en paysages agricoles sur les interactions plantes-pollinisateurs*. Mémoire de Master. Faculté des bioingénieurs, Université catholique de Louvain : 106 p.
- DUFRENE E., GADOUM S., GENOUD D., RASMONT P., PAULY A., LAIR X. & AUBERT M. (2017). *Première liste des espèces d'abeilles (Hymenoptera Apoidea Anthophila) déterminantes de l'inventaire ZNIEFF en Île-de-France*. CSRPN Île-de-France : 10 p.
- DUNNE J. A., WILLIAMS R. J. & MARTINEZ N. D. (2002a). Food-web structure and network theory : the role of connectance and size. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99 : 12917–12922
- DUNNE J. A., WILLIAMS R. J. & MARTINEZ N. D. (2002b). Network structure and biodiversity loss in food webs: robustness increases with connectance. *Ecological Letters* 5 : 558–567
- DUSEK J. & LASKA P. (1966). *Occurrence of Syrphidae larve on some aphids in Ecology of aphidophagous insects*. In : HODEK I. (ed.). *Proceedings of a Symposium held in Liblice near Prague, 1965*. Prague : 37-38
- DYLEWSKA K. (1987). Die Gattung *Andrena* FABRICIUS (Andrenidae, Apoidea) in Nord und Mitteleuropa. *Acta Zool. Cracov.* 3 : 359-708
- EBMER P. A. W. (1987). Die europäische Arten der Gattungen *Halictus* LATREILLE 1804 und *Lasioglossum* CURTIS 1833 mit illustrierten Bestimmungstabellen (Ins. : Hymenoptera : Apoidea : Halictidae : Halictinae). 1. Allgemeiner Teil, Tabelle der Gattungen. *Senckenbergiana biol.* 68 : 59-148
- EBMER P. A. W. (1988). Die europäischen Arten der Gattungen *Halictus* LATREILLE 1804 und *Lasioglossum* CURTIS 1833 mit illustrierten Bestimmungstabellen (Ins. : Hymenoptera : Apoidea : Halictidae : Halictinae). 2. Die Untergattung *Seladonia* Robertson 1918. *Senckenbergiana biol.* 68 (1987) : 323-375
- ESTRADA E. (2007). Food webs robustness to biodiversity loss : the roles of connectance, expansibility and degree distribution. *J. Theor. Biol.* 244 : 296–307.
- FOLSCHWEILLER M., HUBERT B. REY G., BARBIER Y., D'HAESELEER J., DROSSART M., LEMOINE G., PROESMANS W., ROUSSEAU-PIOT J.-S., VANAPPELGHEM C., VRAY S. & RASMONT P. (2020). Atlas des bourdons de Belgique et du nord de la France : 151 p.

- FRECHETTE B., ROJO S., ALOMAR O. & LUCAS E. (2007). Intraguild predation between syrphids and mirids: who is the prey? Who is the predator? *Entomophaga* 52(2) : 175-191
- GABRIEL D., THIES C. & TSCHARNTKE T. (2005). Local diversity of arable weeds increases with landscape complexity. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 7 : 85–93 doi:10.1016/j.ppees.2005.04.001
- GADOUM S. (2021). *Domaine régional de Flicourt (Guernes – 78) : inventaire et expertise des Hyménoptères Apoïdes (Spheciforma et Anthophila) et Vespoïdes Vespidae*. Office pour les insectes et leur environnement – Agence des Espaces Verts d'Île-de-France. Rapport d'étude : 108 pages
- GADOUM S., HOUARD X., VANAPPELGHEM C. & MONSAVOIR A. (2020). Liste des espèces de Syrphes déterminantes de Znieff en région Ile-de-France. DRIEE Ile-de-France – CSRPN Ile-de-France – Opie. 12 p.
- GADOUM S., ISERBYT S., MICHEZ D., TERZO M. & RASMONT P. (2005). Les Abeilles sauvages du Parc naturel régional du Vexin français : Bourdons, Anthophores, Ceratines, Xylocopes et Melittidés (Hymenoptera : Apoidea : Apidae : *Bombus* ; Anthophoridae : *Anthophora*, *Ceratina*, *Xylocopa* ; Melittidae : *Dasygoda*, *Macropis*, *Melitta*). *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Vexin français* 1 : 28-33
- GADOUM S. & LE GOFF G. (2009). Les Abeilles sauvages du Parc naturel régional du Vexin français III : les Megachilidae (Hymenoptera : Apoidea). *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Vexin français* 4 : 34-41
- GADOUM S. & PAULY A. (2006). Les Abeilles sauvages du Parc naturel régional du Vexin français. II : les Halictes (Hymenoptera : Apoidea : *Halictus* et *Lasioglossum*). *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Vexin français* 2 : 36-40
- GADOUM S. & ROUX-FOUILLET J.-M. (2016). *Plan national d'actions « France Terre de pollinisateurs » pour la préservation des abeilles et des insectes pollinisateurs sauvages*. Office Pour les Insectes et leur Environnement – Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie : 136 p.
- GADOUM S., SUEUR A. & HOUARD X. (2015). *Seconde année de suivi des orthoptères et recherche de Halictus leucaheneus arenosus sur le site EMTA de l'ancienne ISDND - Installation de stockage des déchets non dangereux des Grésillons à Triel-sur-Seine (78) dans le cadre de la modification des conditions post-exploitation*. Rapport d'étude de l'Opie pour AK Consultants et EMTA : 20 p.
- GALEANO J., PASTOR J. M. & IRIONDO J. M. (2008) Weighted-interaction nestedness estimator (WINE) : a new estimator to calculate over frequency matrices. *arXiv* 0808.3397v1
- GARDENER M.C. & GILLMANN M.P. (2001). The effects of soil fertilizer on amino acids in the floral nectar of corncockle, *Agrostemma githago* (Caryophyllaceae). *Oikos* 92:101–106
- GARDENER M.C. & GILLMANN M.P. (2002). The taste of nectar—a neglected area of pollination ecology. *Oikos* 98 :552–557
- GARIBALDI L. A., STEFFAN-DEWENTER I., KREMEN C. *et al.* (2011). Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters* 14 : 1062–1072
- GATHMANN A. & TSCHARNTKE T. (2002). Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology* 71 (5) : 757-764
- GAUDET S., DARDENNE B. & DARDENNE M. (2014). Vers une mise à jour de la liste des Diptères syrphidés de Haute-Normandie (Diptera, Syrphidae). *L'Entomologiste Haut-Normand* 4 : 46-57
- GEORGE K. S. (1957). Preliminary investigations on the biology and ecology of the parasites and predators of *B. brassicae*. *Bulletin of Entomological Research* 48 : 619-629
- GOMBAULT C., MORISON N., GUILBAUD L. & VAISSIERE B. E. (2019). *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>
- GOOD J.A. & SPEIGHT M.C.D. (1996). *Saproxyllic invertebrates and their conservation throughout Europe*. Convention on the Conservation of European Wildlife and their Natural Habitats. Conseil de l'Europe, Strasbourg : 52 p
- GREENLEAF S. S., WILLIAMS N. M., WINFREE R. & KREMEN C. (2007). *Oecologia* 153 : 589-596
- GRETIA (2012). *Les Diptères Syrphidae de Basse-Normandie. Actualisation des listes départementales. Espèces à enjeu de conservation prioritaires*. 64 p.
- HEGLAND S. J. & BOEKE L. (2006). Relationships between the density and diversity of floral resources and flower visitor activity in a temperate grassland community. *Ecological Entomology* 31: 532–538

- HYVÖNEN T. & SALONEN J. (2002). Weed species diversity and community composition in cropping practices at two intensity levels—a six year experiment. *Plant Ecology* 159 : 73–81
- JACOB-REMACLE A. (1989). Comportement de butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans des vergers de pommiers en Belgique. *Apidologie* 20 (4) : 271–285
- JAUZEIN P. (2011). *Flore des champs cultivés*. Editions Quae : 898 p.
- JAUZEIN P. & NAWROT O. (2013). *Flore d'Île-de-France. Clés de détermination, taxonomie, statuts*. Editions Quae : 606 p.
- JEAN A., DOR C., MAILLET-MEZERAY J. (2011). *Synthèse bibliographique sur l'écologie des Syrphidae. Projet CASDAR « les entomophages en grandes cultures » : diversité, service rendu et potentialités des habitats*. Arvalis, Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, Acta & Syrphys : 26 p.
- JEAVONS E., VAN BAAREN J. & LE LANN C. (2020). Resource partitioning among a pollinator guild : A case study of monospecific flower crops under high honeybee pressure. *Acta Oecologica* 104, 103527. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103527>
- JÜRGENS A. Z., WITT T. & GOTTSBERGER G. (2002). Pollen grain numbers, ovule numbers and pollen-ovule ratios in Caryophylloideae : correlation with breeding system, pollination, life form, style number, and sexual system. *Sexual Plant Reproduction* 14 : 279–289
- JÜRGENS A. (2006). Comparative floral morphometrics in day-flowering, night-flowering and self-pollinated Caryophylloideae (*Agrostemma*, *Dianthus*, *Saponaria*, *Silene*, and *Vaccaria*). *Plant Systematics and Evolution* 257 : 233–250.
- KEMP J. R., MICHEZ D., NIETO A. & PAULY A. (2013). *Lasioglossum xanthopus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2013 : e.T19199402A43362928
- KLUSER S. & PEDUZZI P. (2007). *Global Pollinator Decline : A Literature Review*. UNEP/GRID-Europe : 10 p.
- KNUTH P. (1898). *Handbuch der Blütenbiologie. II. Band : Die bisher in Europa und im arktischen Gebiet gemachten Blütenbiologischen Beobachtungen. 1. Teil : Ranunculaceae bis Compositae*. Verlag Von Wilhelm Engelmann : 697 p.
- KROON G. H. (1972). Some aspects of the pollination mechanism of *Viola tricolor* L. and *Viola x wittrockiana* Gams. *Acta Botanica Neerl.* 21 (6) : 630–632
- KULA E. (1982). The syrphid flies (Syrphidae, Diptera) of spruce forest. *Fol. Fac. Sci. Nat. Univ. Purkynianae Brunensis* 23 (Biologia 74 no.7) : 61–64
- LAFRANCHIS T. (2000). Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. Collection Parthénope, éditions Biotope : 448 p.
- LAIR X. (2011). *Evaluation de l'état de conservation des îlots de sénescence avec l'outil « Syrphidae » en Réserve naturelle nationale de la Forêt de Cerisy (14)*. GRECIA, Office National des Forêts & DREAL de Basse-Normandie : 55 p
- LAMBINON J., DELVOSALLE L. & DUVIGNEAUD J. (2012). *Nouvelle flore de la Belgique, du G.-D. de Luxembourg, du nord de la France et des régions voisines*. 6<sup>e</sup> édition. Jardin botanique de Belgique : 1195 p.
- LORTHIOIS M. (Coord.), (2015). Liste rouge des papillons diurnes & zygènes de Haute-Normandie. Indicateurs pour l'Observatoire de la Biodiversité de Haute-Normandie, Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Normandie. 17p.
- MARCOS-GARCIA M. A. (1981). Contribucion al conocimiento de los Syrphidae (Dipt.) de la zona noreste de la provincia de Salamanca. *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 4 : 157–171
- MARSDEN-JONES E. M. & WEISS F. E. (1960). The genetics and pollination of *Anagallis arvensis* subsp. *arvensis* and *Anagallis arvensis* subsp. *foemina*. *Proceedings of the Linnean Society of London* 171 : 27–29
- MICHEZ D. & EARDLEY C. (2007). Monographic revision of the bee genus *Melitta* Kirby 1802 (Hymenoptera: Apoidea: Melittidae). *Ann. soc. entomol. Fr. (n.s.)*, 43 (4) : 379–440
- MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT (1993). Arrêté du 22 juillet 1993 relatif à la liste des insectes protégés en région Ile-de-France complétant la liste nationale. *Journal Officiel de la République française du 23 septembre 1993*.
- MOUILLE P. (1980). Liste des captures de Diptères en Normandie. *Bulletin de la Société d'Etudes des Sciences naturelles et du Musée d'Elbeuf* 1973–1980 : 37–44

- NIETO A., ROBERTS S. P. M., KEMPS J., RASMONT P., KUHLMANN M., GARCIA CRIADO M., BIESMEIJER J. C., BOGUSCH P., DATHE H. H., DE LA RUA P., DE MEULEMEESTER T., DEHON M., DEWULF A., ORTIZ-SANCHEZ F. J., LHOMME P., PAULY A., POTTS S. G., PRAZ C., QUARANTA M., RADCHENKO V. G., SCHEUCHL E., SMIT J., STRAKA J., TERZO M., TOMOZII B., WINDOW J. & MICHEZ D. (2014). *European Red List of bees*. Luxembourg : Publication Office of the European Union : 85 p.
- PATINY S. (1998). Contribution à la connaissance de la régression des populations du sous-genre *Taeniandrena* Hedicke, 1933, (Hymenoptera, Andrenidae, *Andrena*) et de leurs habitudes pollinisatrices. *Notes fauniques de Gembloux* 35 : 20-33
- PAULY A. (2019). Abeilles de Belgique et des régions limitrophes (Insecta : Hymenoptera : Apoidea). Famille Halictidae. *Faune de Belgique*. Institut royal des Sciences naturelles de Belgique : 518 p.
- PINKE G., PAL R., BOTTA-DUKAT Z. & CHYTRY M. (2009). Weed vegetation and its conservation value in three management systems of Hungarian winter cereals on base-rich soils. *Weed Research* 49 : 544–551
- PLACHTER H. (1991). *Naturschutz*. Ulmer, Stuttgart : 463 p.
- PONTIN D. R., W WADE M. R., KEHRLI P. & WRATTEN S. D. (2006). Attractiveness of single and multiple species flower patches to beneficial insects in agroecosystems. *Annals of Applied Biology* 148 : 39–47
- R CORE TEAM(2020). *R : A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienne, Autriche.
- RASMONT P. (1983). Catalogue commenté des Bourdons de la région ouestpaléarctique (Hyménoptera, Apidae, Bombinae). *Notes fauniques de Gembloux* 7 : 1-72
- RASMONT P. (1988). *Monographie écologique et biogéographique des Bourdons de France et de Belgique (Hymenoptera, Apidae, Bombinae)*. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat, Gembloux, 309 + LXII pp. [document miméographié]
- 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., PAWLIKOWSKI 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. & MERSCH P. (1988). Première estimation de la dérive faunique chez les Bourdons de la Belgique (Hymenoptera, Apidae). *Annls Soc. r. Zool. Belg.* 118 (2) : 141-147
- RASMONT P., LECLERCQ J., JACOB-REMACLE A., PAULY A. & GASPAR C. (1993). The faunistic drift of Apoidea in Belgium. pp.65-87 *In* : BRUNEAU E. Bees for pollination. Commission of the European Communities, Brussels, 237 p.
- ROLLIN O., BENELLI G., BENVENUTI S., DECOURTYE A., WRATTEN S. D., CANALE A. & DESNEUX N. (2016). Weed-insect pollinator networks as bio-indicators of ecological sustainability in agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 36 (8) : 22 p. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0342-x>
- RUSTERHOLZ H.-P. & ERHARDT A. (2000). Can nectar properties explain sex-specific flower preferences in the Adonis Blue butterfly *Lysandra bellargus* ? *Ecological Entomology* 25 : 81–90
- SADEGHI H. & GILBERT F. (2000). Aphid suitability and its relationship to oviposition preference in predatory hoverflies. *Journal of Animal Ecology* 69 : 771-784
- SARTHOU J.-P., SARTHOU V., SPEIGHT M. C. D. (2021). Clé des 88 genres de Diptères Microdontidae et Syrphidae d'Europe occidentale. Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France. N°1 (collection les cahiers scientifiques du Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France).
- SARTHOU J.-P. & SPEIGHT M. C. D. (2005). Les Diptères Syrphidés, peuple de tous les espaces. *Insectes* 137 : 3-8
- SCHEUCHL E. (1995). *Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band I: Anthophoridae*. Velden : 158 p.
- SCHEUCHL E. (1996). *Illustrierte Bestimmungsschlüssel der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band II : Megachilidae – Melittidae*. Velden : 116p.
- SCHEUCHL E. (2007). *Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band III : Andrenidae*. Velden : 180p.

- SPEIGHT M. C. D. (2016). Species accounts of European Syrphidae 2016. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera)* vol. 93. Syrph the Net publications, Dublin : 288 p.
- SPEIGHT M.C.D. (2020). Species accounts of European Syrphidae. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera), Syrph the Net publications* (104), Dublin : 314p.
- SPEIGHT M. C. D., CASTELLA E., SARTHOU J.-P. & VANAPPELGHEM C. (Eds.) (2016). *Syrph the Net on CD, Issue 11*. ISSN 1649-1917. Syrph the Net Publications, Dublin.
- SPEIGHT M. C. D., SARTHOU V., SARTHOU J.-P. & CASTELLA E. (2007). *Le syrphé, l'ordinateur et la gestion de la biodiversité : des insectes comme outils d'analyse et de gestion des réserves naturelles de Haute-Savoie*. Asters. Conservatoire des Espaces Naturels de Haute-Savoie : 59 p.
- SPEIGHT M. C. D., SARTHOU J.-P., VANAPPELGHEM C. & SARTHOU V. (2018). *Maps of the departemental distribution of syrphid species in France*. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera : Syrphidae)*. Syrph the Net publications, vol. 100 : 80 p.
- SPEIGHT, M.C.D., WITHERS, P. & DUSSAIX, C. (2016). Clé StN pour la détermination des genres de Syrphidae Européens 2016. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera)*. Vol. 91, Syrph the Net publications, Dublin. 40p.
- STALLEGGER P. & LIVORY A. (2008). *Inventaire et analyse du peuplement d'abeilles sauvages (Hymenoptera Apidae) de l'Espace Naturel Sensible « Rives de Seine Sud », Berville-sur-Mer, Fatouville-Grestain, Fiquefleur-Equainville (27)*. Conseil général de L'Eure, 73 p. [document miméographié]
- STANLEY D. & STOUT J. C. (2014). Pollinator sharing between mass-flowering oilseed rape and co-flowering wild plants: implications for wild plant pollination. *Plant Ecology* 215 : 315–325
- STEFFAN-DEWENTER I. (2003). Importance of habitat area and landscape context for species richness of bees and wasps in fragmented orchard meadows. *Conservation Biology* 17 : 1036–1044
- TASEI J. N. (1984). *Arbres fruitiers des régions tempérées*. In : PESSON P. & LOUVEAUX J. (éds.). *Pollinisation et productions végétales*. INRA : 349-372
- TERZO M. (2000). Classification phylogénétique des Cératines du monde et monographie des espèces de la région ouest-paléarctique et de l'Asie centrale (Hymenoptera, Apoidea, Xylocopinae : Ceratina Latreille). Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Laboratoire de Zoologie, Université de Mons-Hainaut : 1-263 + I-XXIII p. [document miméographié]
- TERZO M., ISERBYT S. & RASMONT P. (2007). Révision des Xylocopinae (Hymenoptera : Apidae) de France et de Belgique. *Ann. soc. entomol. Fr. (n.s.)*, 43 (4) : 445-491
- TERZO M. & RASMONT P. (2007). Malvas, Méthodes Agroenvironnementales Liées à la Valorisation des Abeilles Sauvages. Suivi, étude et vulgarisation sur l'interaction entre les MAE et les abeilles sauvages. Rapport final. Annexes. Université de Mons-Hainaut, Laboratoire de Zoologie & Région Wallonne, Direction générale de l'agriculture, Cellule agriculture - environnement : 245 p.
- TERZO M. & VERECKEN N. (2014). *Un jardin pour les abeilles sauvages*. ULB, UMONS, Universiteit Gent & Apis Bruoc Sella : 52p.
- THEBAULT E. & FONTAINE C. (2010). Stability of ecological communities and the architecture of mutualistic and trophic networks. *Science* 329 : 853–856
- THOMAS S. G. & FRANKLIN-TONG V. E. (2004). Self-incompatibility triggers programmed cell death in *Papaver pollen*. *Nature* 429 : 305–309
- TISON J.-M. & DE FOUCAULT B. (coords.) (2014). *Flora Gallica. Flore de France*. Biotope : xx + 1196 p.
- TOP D. & WARTELLE R. (2015). Mise à jour de la liste des diptères Syrphidae de la Région Picardie (France) (Diptera, Syrphidae). *L'Entomologiste picard* 26 : 29-44
- TYLIANAKIS J. M., TSCHARNTKE T. & LEWIS O. T. (2007). Habitat modification alters the structure of tropical host-parasitoid food webs. *Nature* 445 : 202–205
- UICN FRANCE, MNHN, OPIE & SEF(2014). - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine. Paris, France. 16 p.
- WAYMEL J., BUCHET J., ZAMBETTAKIS C. & VALY N. (2020) *Déclinaison régionale du plan national d'actions en faveur des plantes messicoles (2015-2020) ; Liste des plantes messicoles de Normandie et Bilan des actions 2019*. DREAL Normandie, Région Normandie & Conservatoire botanique national de Brest et Conservatoire botanique national de Bailleul : 18 p + annexe.
- WESTRICH P. (2018). *Die Wildbienen Deutschlands*. Eugen Ulmer : 823 p.

## Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

- WILLIAMS N. M., CRONE E. E., ROULSTON T.H. *et al.* (2010). Ecological and life-history traits predict bee species responses to environmental disturbances. *Biological Conservation* 143 : 2280–2291
- WOOD T. J., HOLLAND J. M. & GOULSON D. (2015). Pollinator-friendly management does not increase the diversity of farmland bees and wasps. *Biological Conservation* 187 : 120-126
- YOUNG H. J. (2002). Diurnal and nocturnal pollination of *Silene alba* (Caryophyllaceae). *American Journal of Botany* 89 : 433–440
- ZETTEL H., WIESBAUER H., SCHODER S. & HOFFMANN F. (2019). Zur Kenntnis der Wildbienen (Hymenoptera : Apidae) in Wien, Niederösterreich und dem Burgenland (Österreich). *Beiträge zur Entomofaunistik* 9 : 3-20

## Annexes

### Annexe 1.- Fiches de relevés et protocoles MESSIPOLL

#### MESSIPOLL : fiche de relevé de terrain abeilles et syrphes

Protocole :  abeilles/syrphes  
 recherche compl.

Auteur du relevé :

Date :

Heure début session :

Site (nom + commune) :

#### MESSIPOLL : fiche de relevé de terrain lépidoptères rhopalocères

Auteur du relevé :

Date :

Matin

Après-midi

Datum coordonnées géographiques :

Site (nom + commune) :

Placette n°	Coordonnées géographiques X = Y =		
Spécimen (espèce/sex)	Méthode d'observation :vue/capture ...	Plante « hôte »	Comportement (vol, butinant, bain de soleil, copula, ponte, autre)

Conditions météo :

Remarques :



## L'essentiel du protocole lépidoptères rhopalocères (papillons de jour)

**Type de suivi : placettes**

**Superficie : 25 m<sup>2</sup>** (carrés de 5x5m)

**Positionnement :** aléatoire, par tranche de 1000 m<sup>2</sup>

**Nombre minimum de placette à réaliser par site étudié :** 1 placette par tranche de 1000m<sup>2</sup>

**Nombre maximum de transects à réaliser par site étudié :** 10

**Temps de comptage par placette :** 5 min

**Nombre de passage dans une saison :** 4


















**Calendrier des passages :**



**Passage 1 :** 8 mai – 22 mai

**Passage 2 :** 8 juin – 22 juin

**Passage 3 :** 8 juillet – 22 juillet

**Passage 4 :** 8 août – 22 août

Mai	Juin	Juillet	Août
    	   	   	   
Passage 1	Passage 2	Passage 3	Passage 4

	Période possible pour le passage
	Période idéale pour le passage

**Régularité :** annuel

**Date de fin :** 2021. Etude programmée pour deux ans

**Coordinateur :** Conservatoire d'espaces naturels de Normandie

**Coordinateur :** a.simon@cen-normandie.fr





### L'essentiel du protocole abeilles et syrphes



Type de suivi :	Captures sur parcours représentatif de la flore messicole de la parcelle	Recherche d'habitats complémentaires
Superficie :	parcelle (10 000 m <sup>2</sup> maximum)	périmètre de 300 m autour de la parcelle
Durée :	2h30	1h00

Nombre de passage dans une saison : 4

#### Calendrier des passages :

Dans la mesure du possible, chaque passage sera séparé du suivant d'une période de deux semaines au moins.

Mai	Juin	Juillet	Août
			
Passage 1	Passage 2	Passage 3	Passage 4

	Période possible pour le passage
	Période idéale pour le passage

Régularité : annuel

Date de fin : 2021. Etude programmée pour deux ans

Coordinateur : Opie

Coordinateur : [serge.gadoum@insectes.org](mailto:serge.gadoum@insectes.org)

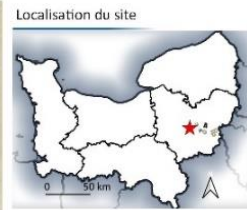
## Annexe 2.- Localisation des placettes du protocole pour les papillons

### Site A (Les Manis, Ormes)

Suivi des pollinisateurs dans le cadre du projet Messipole

Les Rhopalocères

Parcelle : ORMES,les manis



Légende

- Limite des parcelles
- Atlas**
- Parcelles
- DEPARTEMENT

Sources : Corine-Land-Cover®, SCAN25® ©IGN France - Réalisation ©CenN - novembre 2020 - Reproduction interdite

Carte réalisée avec QGIS 3.16.16-A Coruña. Emplacement du projet : P:\LECTURE ET MODIFIABLE\100\_SIG\105\_Projets\04\_Messipole\01\_Atlas sites.qgz

### Site B : Rue du Bois Benoît, Ferrières-Haut-Clocher

Suivi des pollinisateurs dans le cadre du projet Messipole

Les Rhopalocères

Parcelle : FERRIERES-HAUT-CLOCHER,bois du bosc



Légende

- Limite des parcelles
- Atlas**
- Parcelles
- DEPARTEMENT

Sources : Corine-Land-Cover®, SCAN25® ©IGN France - Réalisation ©CenN - novembre 2020 - Reproduction interdite

Carte réalisée avec QGIS 3.10.16-A Coruña. Emplacement du projet : P:\LECTURE ET MODIFIABLE\100\_SIG\105\_Projets\04\_Messipole\01\_Atlas sites.qgz

## Site D : Rue du Désert, Sacquenville

Suivi des pollinisateurs dans le cadre du projet Messipole

Les Rhopalocères

Parcelle : SACQUENVILLE, la mare aux bourres



Localisation du site



Légende

□ Limite des parcelles

Atlas

★ Parcelles

□ DEPARTEMENT

Sources : Corine-Land-Cover®, SCAN25® ©IGN France - Réalisation ©CenN - novembre 2020 - Reproduction interdite

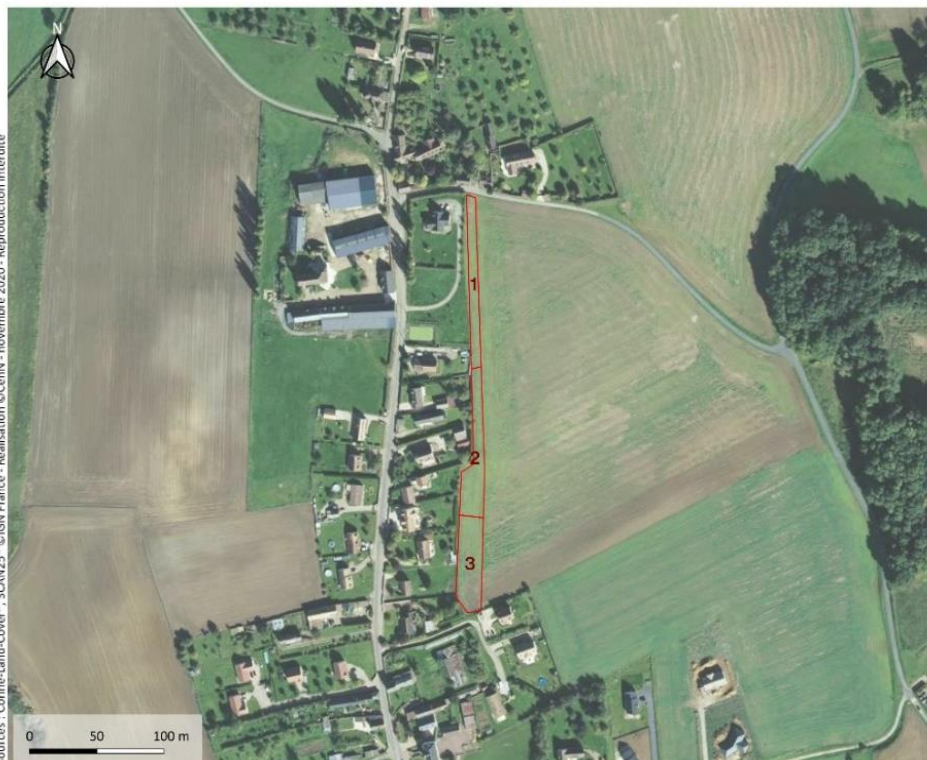
Carte réalisée avec QGIS 3.16.16 à Corulla. Emplacement du projet : P:\LECTURE ET ANALYSE\SIG\05\_Projets\164\_Messipole\161\_Atlas sites.qgz

## Site E : Rue de la Vallée, Reuilly

Suivi des pollinisateurs dans le cadre du projet Messipole

Les Rhopalocères

Parcelle : REUILLY, reuilly



Localisation du site



Légende

□ Limite des parcelles

Atlas

★ Parcelles

□ DEPARTEMENT

Sources : Corine-Land-Cover®, SCAN25® ©IGN France - Réalisation ©CenN - novembre 2020 - Reproduction interdite

Carte réalisée avec QGIS 3.16.16 à Corulla. Emplacement du projet : P:\LECTURE ET ANALYSE\SIG\05\_Projets\164\_Messipole\161\_Atlas sites.qgz

## Site X : Le Fournet, Pacy-sur-Eure

Suivi des pollinisateurs dans le cadre du projet Messipole

Les Rhopalocères

Parcelle : Pacy-sur-Eure, le fournet



Sources : Corine-Land-Cover®, SCAN25® ©IGN France - Réalisation ©CemN - novembre 2020 - Reproduction interdite

Carte réalisée avec QGIS 3.16.16 à Corulla. Emplacement du projet : P:\LECTURE ET MODIFIABLES\00\_SIG\05\_Projets\04\_Messipole\01\_Atlas sites.gpx

Localisation du site



Légende

- Limite des parcelles
- Atlas**
- Parcelles
- DEPARTEMENT

## Site Y : Côte des Fourneaux, Le Plessis-Hébert

Suivi des pollinisateurs dans le cadre du projet Messipole

Les Rhopalocères

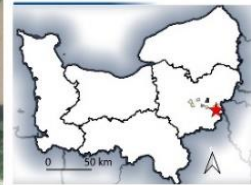
Parcelle : LE PLESSIS-HEBERT, les arpent



Sources : Corine-Land-Cover®, SCAN25® ©IGN France - Réalisation ©CemN - novembre 2020 - Reproduction interdite

Carte réalisée avec QGIS 3.16.16 à Corulla. Emplacement du projet : P:\LECTURE ET MODIFIABLES\00\_SIG\05\_Projets\04\_Messipole\01\_Atlas sites.gpx

Localisation du site



Légende

- Limite des parcelles
- Atlas**
- Parcelles
- DEPARTEMENT

## Site Z : Gisacum, Vieil-Évreux<sup>6</sup>



<sup>6</sup> Les divisions numérotées correspondent aux sections de 1000 m<sup>2</sup> dans lesquelles sont mises en place une placette de suivi.

## Annexe 3.- Indices des réseaux d'interactions plantes-pollinisateurs

Total des deux années							
	A	B	D	E	X	Y	Z
Connectance	0,14	0,08	0,08	0,08	0,06	0,07	0,09
Asymétrie du réseau	0,48	0,13	0,30	0,28	0,37	0,29	0,23
Nb. moy. de liens par espèces	1,43	1,54	1,39	1,33	1,21	1,60	1,63
Nombre de compartiments	3	3	9	3	5	4	4
Diversité de compartiment	1,37	1,27	2,64	1,35	1,53	1,54	1,42
Température d'emboitement	14,68	6,30	8,28	6,30	9,55	6,44	5,31
Emboitement pondéré	0,45	0,48	0,32	0,48	0,26	0,43	0,47
H2' (spécialisation)	0,30	0,14	0,22	0,16	0,27	0,12	0,15
Nombre d'espèces d'insectes	40	43	48	46	61	62	49
Nombre d'espèces de plantes	14	33	26	26	28	34	31
Nb. moy. de partenaires partagés par les in.	0,44	0,38	0,32	0,33	0,16	0,37	0,43
Nb. moy. de partenaires partagés par les pl.	0,90	0,58	0,47	0,50	0,27	0,57	0,68
Chevauchement de niche par les insectes	0,20	0,13	0,12	0,16	0,08	0,13	0,15
Chevauchement de niche par les plantes	0,15	0,16	0,09	0,12	0,06	0,10	0,13
Unité chez les insectes	0,09	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04
Unité chez les plantes	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04
Pente d'extinction des insectes	3,09	2,40	2,14	2,22	2,53	2,57	2,41
Pente d'extinction des plantes	1,62	1,67	1,54	1,56	1,39	1,63	1,78
Robustesse des insectes	0,74	0,70	0,67	0,69	0,71	0,71	0,70
Robustesse des plantes	0,62	0,62	0,61	0,61	0,58	0,62	0,64
Généralité	3,14	5,93	4,00	4,11	3,00	5,24	5,88
Vulnérabilité	9,10	6,77	7,68	8,28	6,44	9,99	8,35

Insectes pollinisateurs fréquentant les jachères messicoles et optimisation de leur composition floristique

2020							
	A	B	D	E	X	Y	Z
Connectance	0,17	0,12	0,14	0,14	0,08	0,08	0,09
Asymétrie du réseau	0,44	0,44	0,41	0,48	0,36	0,26	0,26
Nb. moy. de liens par espèces	1,19	0,97	1,27	1,22	0,88	1,18	1,19
Nombre de compartiments	3	3	4	1	8	3	2
Diversité de compartiment	1,53	1,86	1,73	NA	3,78	1,56	1,17
Température d'emboitement	26,98	14,43	17,80	13,70	10,62	7,62	7,80
Emboitement pondéré	0,25	0,43	0,34	0,55	NA	0,41	0,45
H2' (spécialisation)	0,37	0,38	0,20	0,25	0,29	0,09	0,04
Nombre d'espèces d'insectes	26	28	31	34	34	41	34
Nombre d'espèces de plantes	10	11	13	12	16	24	20
Nb. moy. de partenaires partagés par les in.	0,38	0,32	0,41	0,45	0,20	0,35	0,32
Nb. moy. de partenaires partagés par les pl.	0,60	0,25	0,56	0,50	0,13	0,30	0,41
Chevauchement de niche par les insectes	0,20	0,24	0,20	0,28	0,15	0,19	0,18
Chevauchement de niche par les plantes	0,10	0,07	0,10	0,08	0,03	0,07	0,13
Unité chez les insectes	0,10	0,10	0,10	0,13	0,06	0,05	0,05
Unité chez les plantes	0,05	0,02	0,04	0,03	0,01	0,02	0,04
Pente d'extinction des insectes	2,75	2,03	2,77	2,51	1,71	1,95	2,15
Pente d'extinction des plantes	1,49	1,32	1,46	1,38	1,15	1,47	1,43
Robustesse des insectes	0,72	0,66	0,72	0,71	0,63	0,66	0,68
Robustesse des plantes	0,60	0,57	0,59	0,58	0,54	0,60	0,59
Généralité	2,21	1,68	2,59	2,16	1,73	3,08	3,39
Vulnérabilité	6,50	7,30	7,97	10,02	6,18	9,01	6,59

2021							
	A	B	D	E	X	Y	Z
Connectance	0,20	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10	0,11
Asymétrie du réseau	0,41	-0,07	0,14	0,15	0,32	0,29	0,13
Nb. moy. de liens par espèces	1,38	1,50	1,18	1,04	1,23	1,47	1,49
Nombre de compartiments	1	4	7	5	4	4	5
Diversité de compartiment	NA	1,65	2,71	2,24	1,53	1,53	2,06
Température d'emboitement	18,35	9,82	13,08	11,18	15,78	11,90	12,81
Emboitement pondéré	0,49	0,39	0,20	0,29	0,13	0,32	0,30
H2' (spécialisation)	0,19	0,09	0,15	0,12	0,18	0,05	0,14
Nombre d'espèces d'insectes	24	27	28	27	41	40	31
Nombre d'espèces de plantes	10	31	21	20	21	22	24
Nb. moy. de partenaires partagés par les in.	0,52	0,41	0,27	0,19	0,18	0,43	0,38
Nb. moy. de partenaires partagés par les pl.	1,07	0,56	0,36	0,38	0,35	0,62	0,57
Chevauchement de niche par les insectes	0,25	0,11	0,11	0,08	0,07	0,18	0,11
Chevauchement de niche par les plantes	0,22	0,18	0,10	0,14	0,08	0,12	0,13
Unité chez les insectes	0,12	0,04	0,04	0,03	0,03	0,06	0,05
Unité chez les plantes	0,10	0,07	0,04	0,06	0,05	0,04	0,06
Pente d'extinction des insectes	3,51	2,16	1,86	1,91	2,75	2,72	2,33
Pente d'extinction des plantes	1,57	2,00	1,49	1,37	1,47	1,60	1,74
Robustesse des insectes	0,77	0,68	0,65	0,65	0,72	0,72	0,69
Robustesse des plantes	0,61	0,66	0,60	0,58	0,59	0,62	0,63
Généralité	3,10	6,93	3,73	3,84	3,02	4,17	4,87
Vulnérabilité	6,84	4,30	4,36	3,75	4,69	8,65	5,17

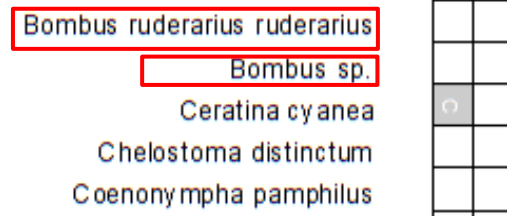


## Annexe 4.- Notice de lecture pour les représentations graphiques des réseaux d'interactions

Dans les analyses des réseaux d'interactions, une observation de butinage correspond à une relation d'une espèce végétale avec une espèce d'insecte lors d'une prospection mensuelle. Le butinage d'une espèce végétale par une même espèce d'insecte lors de deux prospections mensuelles différentes compte donc pour deux observations (Tableau 6).

Pour chacune de ces représentations, les pollinisateurs (et parfois les plantes) peuvent être identifiés au genre ou à l'espèce et ce potentiellement pour un même genre.

Ainsi, on pourra par exemple avoir sur la Figure 58 des spécimens identifiés en tant que *Bombus sp.* et d'autres en tant que *Bombus ruderarius*.

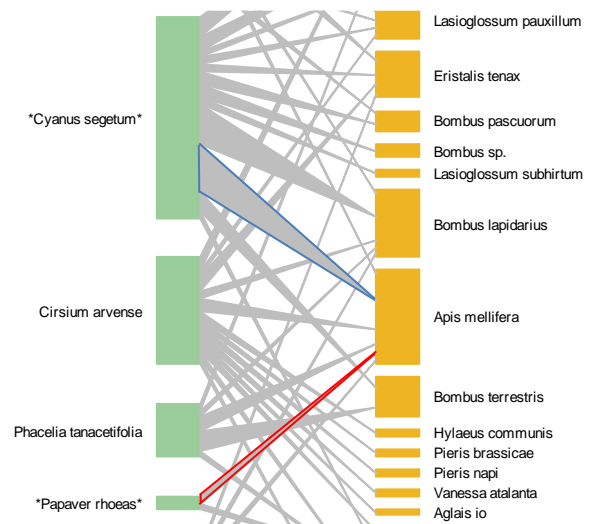


### Diagrammes des réseaux de butinage

Pour ce type de représentation, les deux sous-ensembles d'un réseau d'interaction sont représentés de part et d'autre de ce dernier : à gauche sont présentés les plantes butinées et à droite les insectes butineurs. La taille du rectangle est relative au nombre de relation de butinage observées. De plus, les traits représentent les interactions entre plantes et pollinisateurs. L'épaisseur du trait est corrélée positivement au nombre croissant d'interactions entre plantes et pollinisateurs.

A partir de la Figure 34, on peut voir que sur la parcelle B en 2020, *Apis mellifera* a été observé butinant *Cyanus segetum* durant plusieurs prospections mensuelles. Nettement moins d'interactions de butinage ont été relevées sur *Papaver rhoeas* sur l'ensemble de l'année.

Le trait représentant les interactions est réduit au niveau des pollinisateurs, d'une part pour une meilleure lisibilité et d'autre part afin de mettre l'accent sur les enjeux autour de la flore butinée.

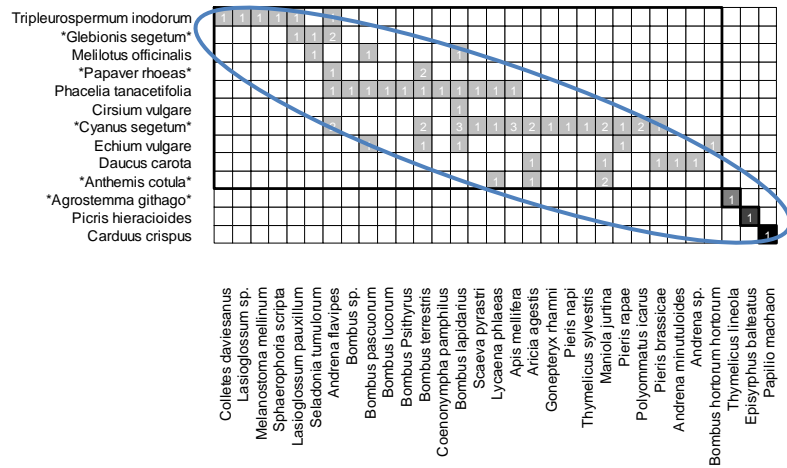




## Grille diagonalisée des relations de butinage

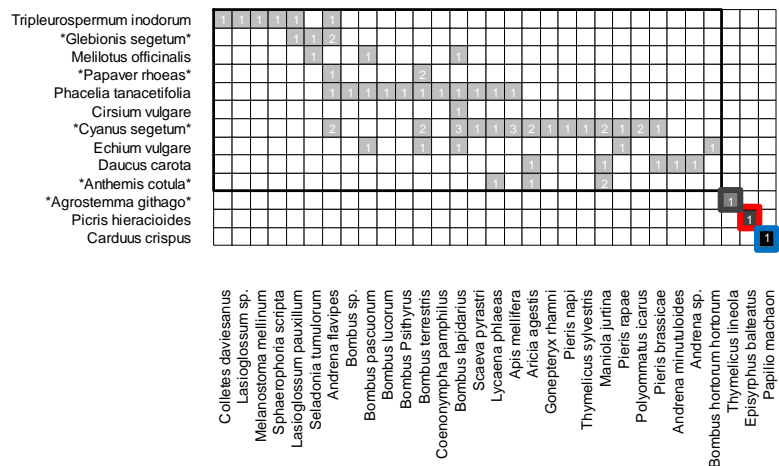
De la même manière que pour la grille emboîtée, les plantes butinées sont représentées à gauche de la grille et les insectes butineurs en dessous. Le nombre de sessions où une relation est observée est indiqué sur la case correspondant au croisement entre la plante et le pollinisateur. Ces taxons sont placés de sorte à obtenir une représentation diagonalisée. Cette représentation permet de mettre les relations les plus « fortes » (en termes de nombre d'interactions) sur la diagonale de la grille.

Sur la Figure 59a, on peut ainsi observer cette diagonalisation.



Cette représentation permet aussi de faire ressortir le nombre de compartiments (§ A. 7) Dans le réseau représenté, ces derniers sont délimités par un encadrement.

Sur la Figure 59a on distingue 3 compartiments : la majorité du réseau représente le premiers (noir), le second correspond à la relation *A. githago* - *T. lineola* le troisième à la relation *P. hieracioides* - *E. balteatus*. Enfin le dernier correspond à la relation *C. crispus* - *P. machaon*.



## Annexe 5.- Composition des mélanges semés

Composition du "mélange jachère messicole" distribué en 2019  
(+ *Silene latifolia alba* + *Trifolium pratense* non messicoles)

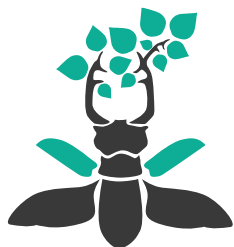
Espece	Quantité (kgs)
<i>Adonis annua</i> (EURE)	1
<i>Agrostemma githago</i> (EURE)	45
<i>Anthemis tinctoria</i> (EURE)	4
<i>Centaurea cyanus</i> (EURE)	32
<i>Papaver rhoeas</i> (EURE)	21
<i>Glebionis segetum</i> (EURE)	10
<i>Calendula arvensis</i> (EURE)	25
<i>Legousia speculum-veneris</i> (EURE)	2
<i>Silene latifolia alba</i> (Belgique – District Picardo-brabançon)	10
<i>Trifolium incarnatum</i>	qq kgs

Composition du mélange messicoles distribué en 2020  
(+ *Silene latifolia* non messicole)

<i>Adonis annua</i> L. 1753	kilog	1
<i>Agrostemma githago</i> L. 1753	kilog	45
<i>Anthemis cotula</i> L. 1753	kilog	10
<i>Calendula arvensis</i> L. 1763	kilog	25
<i>Centaurea cyanus</i> L. 1753	kilog	30
<i>Delphinium consolida</i> subsp. <i>consolida</i> L. 1753	kilog	1
<i>Glebionis segetum</i> (L.) Fourr. 1869	kilog	10
<i>Legousia speculum-veneris</i> (L) Chaix 1785	kilog	0,4
<i>Papaver rhoeas</i> L. 1753	kilog	20
<i>Vaccaria hispanica</i> (Mill.) Rauschert	kilog	0,5
<i>Silene latifolia alba</i> (non messicole)	kilog	10

Composition du "mélange jachère messicole" distribué en 2021

Espèce	Quantité (kg)
<i>Agrostemma githago</i> L. 1753	45
<i>Anthemis cotula</i> L. 1753	20
<i>Cyanus segetum</i> (L. 1753)	30
<i>Glebionis segetum</i> (L.) Fourr. 1869	20
<i>Papaver rhoeas</i> L. 1753	20
<i>Silene latifolia alba</i> Poiret 1789	15



**OPIE**

**OFFICE POUR  
LES INSECTES ET  
LEUR ENVIRONNEMENT**

**DEPARTEMENT DE L'EURE**

Direction de l'Environnement, de l'Espace rural et de l'Agriculture  
Boulevard Georges Chauvin  
27021 Évreux Cedex 01

**OFFICE POUR LES INSECTES ET LEUR ENVIRONNEMENT**

Domaine de la Minière – BP 30  
78 041 Guyancourt cedex  
Tél. : 01 30 44 13 43 – fax : 01 30 43 64 59  
[www.insectes.org](http://www.insectes.org) - [opie@insectes.org](mailto:opie@insectes.org)

**CONSERVATOIRE D'ESPACES NATURELS NORMANDIE SEINE**

Rue Pierre de Coubertin  
BP424  
76805 Saint-Etienne-du-Rouvray

Crédits photos : première de couverture © Marie76, Spipoll (abeilles et syrphé)  
© X. Houard (papillon)  
Deuxième de couverture © R. Vandeweghe

**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.

