



Abeilles sauvages et dépendances vertes routières

Denis FRANÇOIS

Violette LE FÉON

Denis FRANÇOIS
Violette LE FÉON

Abeilles sauvages et dépendances vertes routières

Pourquoi et comment développer
la capacité d'accueil des dépendances
vertes routières en faveur des abeilles sauvages



L'élaboration de ce document a été favorisée par les rapprochements de compétences et les échanges permis à l'occasion du projet de recherche PoLinéaire¹. Ce projet faisait partie du programme incitatif de recherche Infrastructures de transport terrestre, écosystèmes et paysages (Ittecop²) 2014-2017 du Ministère de la transition écologique et solidaire (MTES), cofinancé par les membres du Club infrastructures linéaires et biodiversité (CILB) et conduit en collaboration avec la Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB).



Comment citer cet ouvrage :

FRANÇOIS D., LE FÉON V., 2017. Abeilles sauvages et dépendances vertes routières, Pourquoi et comment développer la capacité d'accueil des dépendances vertes routières en faveur des abeilles sauvages. Marne-la-Vallée : Ifsttar, 2017. Ouvrages scientifiques, OSI2, 120 pages, ISBN 978-2-85782-733-7

Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux - Ifsttar
14-20 boulevard Newton - Cité Descartes - Champs-sur-Marne - 77447 Marne-la-Vallée cedex 2
www.ifsttar.fr

Les collections de l'Ifsttar
Ouvrages scientifiques

Réf : OSI2

ISBN 978-2-85782-733-7 - ISSN 2558-3018

Décembre 2017



Cet ouvrage est mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution. Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International. Les termes de cette licence sont accessibles à l'adresse : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

1. <http://www.ittecop.fr/index.php/recherches-cat/47-recherches-2014/130-pollinaire>

2. www.ittecop.fr

Présentation des auteurs



Denis FRANÇOIS est directeur de recherche du corps des chercheurs du ministère de l'environnement au sein du laboratoire Environnement, Aménagement, Sécurité,

Éco-conception (EASE) de l'Ifsttar (Centre de Nantes¹). S'appuyant sur sa formation initiale dans les sciences et techniques de l'environnement (universités d'Angers, Montpellier, Paris XII, École nationale du génie rural et des forêts, École nationale des ponts et chaussées), il développe son activité dans le domaine de la gestion des ressources naturelles et de l'environnement dans le contexte de l'aménagement des territoires. Il mène des recherches relatives à l'identification et l'évaluation des effets des infrastructures linéaires de transport (ILT) sur les cibles biotiques et abiotiques. L'optique de ses travaux est de progresser vers une conception et une gestion des ILT permettant d'améliorer leur intégration aux territoires traversés, donc leur bilan environnemental. À ce titre il s'intéresse en particulier aux fonctionnalités écologiques envisageables grâce à leurs dépendances vertes.



Violette LE FÉON est docteur en biologie, spécialiste de l'écologie des abeilles sauvages et de la pollinisation. Elle a réalisé sa thèse de doctorat à l'université de

Rennes puis a travaillé successivement à l'université d'agronomie de Buenos Aires et à l'unité Abeilles et Environnement de l'Institut national de la recherche agronomique (Inra, Centre d'Avignon²). Ses recherches portent sur les impacts des activités humaines sur les communautés d'abeilles sauvages. Elle s'est d'abord intéressée aux paysages agricoles en analysant les effets des pratiques et du contexte paysager en France et en Argentine (zones de grandes cultures de la pampa). Par la suite, elle a étudié les abeilles dans les milieux urbains et au sein des emprises des infrastructures linéaires de transport. Dans ces différents contextes de pressions anthropiques, l'objectif de ses travaux est de chercher à concilier l'usage anthropique et la préservation des abeilles sauvages et du service de pollinisation dont elles sont les garantes.

1. Ifsttar, Laboratoire EASE, Allée des Ponts et Chaussées, CS 4, 44344 Bouguenais cedex.

2. Inra, UR 406 Abeilles et Environnement, 228 route de l'Aérodrome, CS 40509, 84914 Avignon cedex 9.

Remerciements

Ce livre est l'aboutissement d'un long chemin et de nombreux échanges.

Notre réflexion a été alimentée notamment par des observations de terrain. Nous remercions les gestionnaires des centres d'entretien et d'intervention (CEI) visités pour les facilités d'accès aux dépendances vertes routières de leurs secteurs : Patrick BREILLAD à Bressuire (Deux-Sèvres), Didier FERRÉ à Haute-Goulaine (Loire-Atlantique), Didier GAUTIER à Bain-de-Bretagne (Ille-et-Vilaine), Philippe JOSSE à Loudéac (Côtes-d'Armor), René LALINEC à Rostrenen (Côtes-d'Armor) et Robert MOITEAUX à Héric (Loire-Atlantique).

Nos remerciements vont également à Dominique CHAGNEAU (référente bénévole du Conservatoire botanique national de Brest) et David MARTINIÈRE pour leur contribution aux identifications botaniques, à Stan CHABERT (Inra, UR 406) pour sa contribution à la recherche bibliographique, ainsi qu'aux nombreux contributeurs aux illustrations photographiques du document (voir Crédit photos).

Pour leurs relectures et commentaires sur le projet d'ouvrage, merci à Clément BOURCART (Direction interdépartementale des routes Centre-Ouest), Jean-François BRETAUD et Christophe PINEAU (Cerema Ouest), Michel DAUVERGNE (Ifsttar, EASE), Éric DUFRÈNE et David GENOUD (Observatoire des Abeilles), Éric GUINARD (Cerema Sud-Ouest), Aurélia LACHAUD et Gilles MAHÉ (Bretagne Vivante), Jean-Pierre MOULIN (Direction interdépartementale des routes Ouest) et Bernard VAISSIÈRE (Inra, UR 406).

Nous sommes extrêmement reconnaissants à Anne LARIGAUDERIE d'avoir préfacé cet ouvrage. Nous mesurons la portée de son message quant au rôle qu'il est appelé à jouer auprès des acteurs locaux et de sa mise en perspective par rapport aux actions entreprises à l'échelle internationale. Ses mots sont aussi un encouragement à nous tourner maintenant vers l'avenir et l'action.

Enfin, merci à Daniel BOURBOTTE et Hafifa HANNACHI du Pôle Édition de l'Ifsttar ainsi qu'à Corinne BRUSQUE de la Direction scientifique, pour leur concours persévérant à la transformation de ce projet en ouvrage des collections de l'Ifsttar.

Crédit photos :

©Matthieu AUBERT, ©Héloïse BLANCHARD, ©Denis FRANÇOIS, ©David GENOUD, ©Violette LE FÉON, ©Arnaud LE NEVÉ, ©Aurélia LACHAUD, ©Guillaume LEMOINE, ©Gilles MAHÉ, ©Nicolas MORISON.

Illustrations graphiques :

Denis FRANÇOIS et Violette LE FÉON

Préface



Anne LARIGAUDERIE

Secrétaire exécutive de l'IPBES

Plateforme intergouvernementale scientifique et politique
sur la biodiversité et les services écosystémiques

C'est avec enthousiasme que j'invite le lecteur à prendre connaissance de cet ouvrage qui présente de manière attrayante en se fondant sur des bases écologiques solides, le potentiel que représentent les dépendances vertes routières tels que accotements, fossés, ou talus, pour la conservation des abeilles sauvages et la promotion de la pollinisation. Il s'agit d'un beau sujet qui traduit de manière exemplaire en actions concrètes au niveau national et régional, les enjeux définis au niveau international.

Enjeux globaux sur les pollinisateurs

Une centaine de pays ont établi à Panama en 2012 un mécanisme similaire, de par son fonctionnement et ses objectifs, au GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), pour évaluer de manière régulière l'état des connaissances sur la biodiversité et les services écosystémiques en réponse aux demandes des gouvernements et acteurs de la société civile. Ce mécanisme se nomme IPBES, ou « Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques ». La France a joué un rôle de tout premier plan en soutenant son établissement. L'IPBES compte actuellement 127 Gouvernements en tant que membres. Son premier rapport d'évaluation publié en 2016 a porté sur la biodiversité et les services écosystémiques concernant « les pollinisateurs, la pollinisation et la production alimentaire » (Potts *et al.*, 2016). Les 23 messages-clés du résumé pour les décideurs de ce rapport ont fait l'objet d'une négociation mot par mot à l'assemblée plénière des membres de l'IPBES à Kuala Lumpur en février 2016, et les 500 pages des six chapitres sous tendant ce résumé y ont été acceptées. Les conclusions de cette évaluation ont été reprises par les Parties de la Convention sur la Diversité Biologique, incluant la France, à la COP13 dans sa décision XIII/15 portant sur les « conséquences de l'évaluation de l'IPBES sur les pollinisateurs, la pollinisation et la production alimentaire pour les travaux de la Convention » (Cancun, Mexique, Décembre 2016). Les conclusions de cette évaluation contribuent également aux objectifs du développement durable de l'Agenda 2030.

Rapport de l'IPBES sur les pollinisateurs, la pollinisation et la production alimentaire

Le rapport d'évaluation de l'IPBES a souligné l'importance des pollinisateurs pour la production alimentaire mondiale, puisqu'à l'échelle mondiale, près de 90 % des plantes sauvages à fleurs dépendent, au moins en partie, du transfert de pollen par les animaux, et que plus de 75 % des principales catégories de cultures vivrières mondiales dépendent dans une certaine mesure de la pollinisation animale pour ce qui est du

rendement et/ou de la qualité. Le rapport de l'IPBES a également mis l'accent sur la gravité de la disparition des pollinisateurs, et sur l'aspect global de cette disparition, ainsi que sur ses causes : en effet, les évaluations de la Liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) indiquent que 16,5 % des pollinisateurs vertébrés sont menacés d'extinction au niveau mondial (ce chiffre atteignant 30 % pour les espèces insulaires), et qu'en Europe, 9 % des espèces d'abeilles et de papillons sont menacées et que les populations diminuent pour 37 % des abeilles et 31 % des papillons. Les menaces évaluées dans le rapport incluent les changements d'usage des terres, l'agriculture intensive et l'utilisation de pesticides, la pollution de l'environnement, les espèces exotiques envahissantes, les agents pathogènes et les changements climatiques.

Enfin, le rapport d'évaluation de l'IPBES s'est attaché à évaluer les nombreuses mesures pouvant être mises en œuvre au bénéfice des pollinisateurs sauvages et domestiques et de la pollinisation. Il a tout particulièrement souligné l'importance des mesures collaboratives coordonnées et d'un partage des connaissances établissant des liens entre les différents secteurs (par exemple, l'agriculture et la conservation de la nature), les différentes sphères (par exemple, le privé, le gouvernement, les organismes à but non lucratif), et les différents niveaux (par exemple, local, national, mondial) pour aboutir à des changements à long terme bénéfiques pour les pollinisateurs.

Mise en œuvre locale

Le travail présenté ici s'inscrit parfaitement dans ces enjeux internationaux, et représente une des manières pour la France de mettre en œuvre, au niveau national et local, les décisions de la Convention sur la Diversité Biologique, basée sur l'évaluation de l'IPBES, ainsi que, de manière plus large, certains des objectifs du développement durable de l'Agenda 2030. Il correspond exactement au type d'initiative que l'IPBES souhaite susciter de par le monde pour promouvoir la protection des abeilles sauvages et la pollinisation.

Ce livre illustre admirablement comment le travail effectué au niveau international ne peut être efficace que s'il va de pair avec la mise en œuvre au niveau local.

Un appel à l'action

L'ouvrage s'adresse bien sûr en tout premier lieu aux gestionnaires des dépendances vertes routières en leur dispensant de manière très pédagogique des conseils techniques détaillés se basant sur une connaissance approfondie de l'écologie des abeilles, avec à l'appui de nombreuses illustrations techniques. Il fournit de manière claire et accessible des informations sur l'écologie des abeilles, les plantes et habitats qui favorisent leur conservation, et les manières de les promouvoir. C'est pourquoi, j'en suis convaincue, il sera également digne d'intérêt pour un public plus large, permettant ainsi aussi aux particuliers possédant un terrain ou un jardin de participer à la reconstitution de la trame verte et au soutien de la pollinisation.

J'invite donc tous les acteurs à contribuer à cette belle cause mondiale et à se lancer dès le printemps prochain dans des actions, afin de faire revivre les abeilles sauvages dans nos jardins et sur les bords de nos routes et chemins !

Sommaire

Présentation des auteurs	3
Remerciements	5
Préface	7
Introduction	11
Partie I. Les abeilles sauvages aujourd’hui : situation et enjeux	
Section 1. La pollinisation, les pollinisateurs et les insectes pollinisateurs sauvages	15
Section 2. Écologie des abeilles sauvages	23
Partie II. Fondements d’une action en faveur des abeilles sauvages dans les dépendances vertes routières	
Section 3. Pourquoi essayer de répondre aux besoins des abeilles sauvages dans les dépendances vertes routières	39
Section 4. Comment répondre aux besoins des abeilles sauvages dans les dépendances vertes routières	43
Partie III. Recommandations opérationnelles pour la gestion des dépendances vertes routières	
Section 5. Ressources alimentaires	51
Section 6. Sites de nidification	71
Section 7. Mise en œuvre des actions	85
Postface	103
Lexique	107
Références	111
Résumé	117
Fiche bibliographique	118
Publication data form	119

Introduction

Depuis une vingtaine d'années, le déclin des insectes pollinisateurs et ses conséquences sur la reproduction des plantes sauvages et cultivées suscitent des inquiétudes et des questions non seulement au sein de la communauté scientifique mais aussi des pouvoirs publics.

En France, la situation préoccupante de l'abeille mellifère (*Apis mellifera*) a donné lieu en 2013 au lancement d'un programme d'action national : le Plan de développement durable de l'apiculture¹.

Bien que moins connue du grand public, la situation des milliers d'espèces d'abeilles sauvages (près de 1 000 espèces en France métropolitaine et environ 20 000 espèces dans le monde) n'en est pas moins préoccupante et porteuse d'enjeux. Outre leur rôle dans la reproduction de nombreuses plantes sauvages, il est reconnu aujourd'hui que les abeilles sauvages (bourdons, abeilles solitaires telles que les xylocopes, les osmies, les halictes ou les andrènes) contribuent de façon significative à la pollinisation et à la productivité de nombreuses cultures. Avec l'ensemble des autres insectes pollinisateurs sauvages (tels que les Diptères, Lépidoptères ou Coléoptères), les abeilles sauvages, font depuis 2016 l'objet d'un plan national d'action : le PNA « France, terre de pollinisateurs »².

Au niveau international, en 2016, se référant au rapport de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) relatif aux pollinisateurs, à la pollinisation et à la production alimentaire (résumé à l'intention des décideurs³), la Convention sur la diversité biologique (CDB) a émis pour la première fois une décision spécifique à la conservation des pollinisateurs⁴.

Comme de nombreux insectes, les abeilles sauvages sont victimes de différentes pressions environnementales, liées à l'intensification des pratiques agricoles et au développement de l'urbanisation et des réseaux de transport, telles que la destruction et la fragmentation de leurs habitats naturels, la raréfaction de leurs ressources alimentaires ou les effets létaux et sublétaux des pesticides. Les conséquences sur les populations d'abeilles sauvages d'Europe sont telles qu'aujourd'hui plusieurs espèces sont menacées d'extinction (liste rouge des abeilles sauvages d'Europe⁵).

Face à cette situation, des initiatives sont prises depuis peu dans des espaces marqués par une forte empreinte humaine, tels que le milieu urbain (programme Urbanbees en 2014⁶) et les sites d'extraction de matériaux de construction (les carrières de sable en 2015⁷), afin d'y ménager une place aux abeilles sauvages et de permettre leur survie.

1. http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/pddapiculture_vf.pdf

2. http://www.insectes.org/opie/pdf/3993_pagesdynadocs570e1d6156925.pdf

3. https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/pdf/spm_deliverable_3a_pollination_20170222.pdf

4. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-15-fr.pdf>

5. <http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/bees/status.htm>

6. <http://urbanbees.eu/>

7. <http://www.unpg.fr/2016/01/20/les-carrieres-de-sable-une-opportune-pour-les-abeilles-solitaires/>

Les impacts généraux des réseaux de transport terrestre sur les milieux naturels sont connus et les infrastructures routières ont leur part dans les pressions qui touchent les populations d'abeilles sauvages. Pourtant, par endroits, les dépendances vertes routières sont parmi les derniers sites d'accueil de la flore naturelle et des insectes associés. Elles offrent notamment des habitats de type prairie de fauche, qui sont en régression à l'échelle européenne, alors qu'ils sont favorables à un nombre très important d'espèces d'abeilles sauvages.

À l'échelle nationale, les dépendances vertes routières couvrent des milliers d'hectares et sont de ce fait en relation avec une grande variété de milieux naturels constitutifs de la trame verte du territoire. Dans des contextes environnementaux dégradés, elles peuvent apporter des remèdes à certains maux qui affectent les populations d'abeilles sauvages. L'analyse au cas par cas et la mise en valeur de leur potentiel pour la sauvegarde des populations d'abeilles sauvages locales ne sauraient donc être négligées.

Ce document vise à montrer comment les responsables d'infrastructures routières et notamment les gestionnaires des dépendances vertes, peuvent agir concrètement pour la sauvegarde et le maintien des abeilles sauvages dans leur périmètre d'intervention. Des recommandations opérationnelles favorables à l'alimentation et à la nidification des abeilles sauvages sont formulées à leur intention. Un engagement efficace dans une démarche pérenne en faveur des abeilles sauvages repose sur une vision d'ensemble claire des enjeux relatifs à ces espèces, mais aussi sur la compréhension de l'importance générale de la pollinisation et des divers insectes pollinisateurs. Ce préalable est l'objet de la première partie du document. Les raisons pour lesquelles la mobilisation des dépendances vertes routières se justifie aujourd'hui pour répondre aux besoins des abeilles sauvages, et les principes fondamentaux d'une telle action, sont présentés dans la deuxième partie. La troisième partie du document formule des recommandations opérationnelles pour fournir les ressources alimentaires et les divers types de sites de nidification nécessaires aux abeilles sauvages dans les dépendances vertes, ainsi que pour organiser la cohérence entre les actions mises en œuvre, au sein des emprises routières et en relation avec la trame verte environnante.

Colletes daviesanus sur fleur d'achillée millefeuille (*Achillea millefolium*)



Crédit photo : David GENOUD

Partie I.
Les abeilles sauvages
aujourd'hui : situation et enjeux



Page précédente

Halictus scabiosae sur fleur de renoncule rampante (*Ranunculus repens*)

Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Section 1.

La pollinisation, les pollinisateurs et les insectes pollinisateurs sauvages

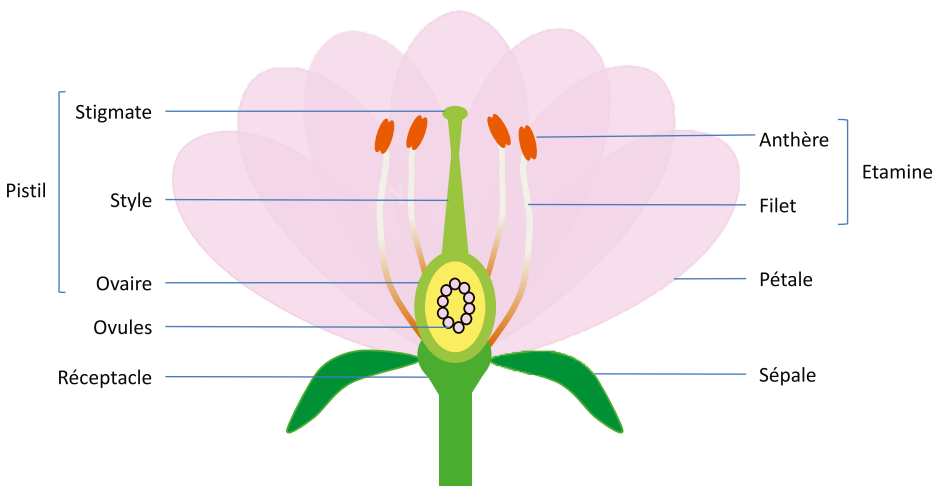
1.1. La pollinisation

La pollinisation est le transfert du pollen depuis les anthères d'une fleur jusqu'au stigmate de cette même fleur ou d'une autre fleur (Figure 1.1). Ce transfert est la première étape du processus assurant la rencontre des cellules reproductrices (gamètes) mâles transportées par les grains de pollen avec les gamètes femelles (les ovules présents dans l'ovaire) dans la reproduction des plantes à fleurs (angiospermes).

Les anthères sont les parties terminales des étamines (organe mâle des fleurs), qui produisent et renferment le pollen. Le stigmate est l'extrémité supérieure du pistil (organe femelle des fleurs), destinée à recevoir les grains de pollen. Les gamètes mâles progressent ensuite jusqu'aux ovules.

Lorsque le pollen circule d'un individu (plant) à un autre, la pollinisation est dite *allogame*. Elle est dite *autogame* lorsque le pollen féconde la même fleur ou une autre fleur du même individu.

Figure 1.1
Représentation schématique d'une fleur



Parmi les plantes cultivées, le blé, l'avoine, le haricot, le poivron, l'aubergine et la tomate par exemple, sont des espèces autogames. Parmi les plantes allogames, on peut citer l'oignon, l'asperge, le radis, le noisetier, la luzerne, le maïs et l'olivier. De nombreuses plantes sont capables de mettre en œuvre les deux stratégies de reproduction (ex. : poireau, melon, céleri, betterave, concombre, carotte, chou, moutarde).

Dans le cas de l'autogamie (on parle aussi d'autopollinisation), le grain de pollen est transporté par gravité ou bien grâce au contact direct entre les étamines et le pistil, comme par exemple sous l'effet d'un choc provoqué par des insectes.

Dans le cas de l'allogamie, différents vecteurs de transport peuvent être impliqués dans le transfert du pollen : le vent (anémogamie ou pollinisation anémophile), l'eau (hydrogamie ou pollinisation hydrophile), des animaux (zoogamie ou pollinisation zoophile). Ce dernier cas de figure est le plus important en termes de nombre d'espèces végétales concernées : près de 90 % des espèces de plantes à fleurs sont pollinisées par des animaux.

Les plantes à fleurs se divisent en deux grands groupes selon le nombre de cotylédons (feuilles embryonnaires présentes dans les graines) : les dicotylédones et les monocotylédones. Les dicotylédones regroupent de très nombreuses familles telles que les Astéracées, les Rosacées ou les Fabacées. Les monocotylédones comprennent notamment les graminées (ou Poacées), les Orchidacées ou les Asparagacées.

1.2. Les pollinisateurs

De très nombreux animaux, dits *floricoles*, visitent les fleurs pour y prélever de la nourriture, en particulier le pollen et le nectar. Mais ce caractère floricole ne signifie pas que tous ces animaux jouent un rôle dans la pollinisation des plantes visitées. En réalité, pour la plupart, les plantes ne sont effectivement pollinisées que par une portion plus ou moins réduite de leurs visiteurs. On nomme *pollinisateur* d'une plante donnée, un animal capable, du fait de ses caractéristiques morphologiques et comportementales, de participer à la pollinisation de cette plante.

La pollinisation animale peut être réalisée par des insectes (pollinisation entomophile), par des reptiles (lézards), par des oiseaux, par des chauves-souris frugivores ou d'autres types de mammifères (marsupiaux, primates, rongeurs). Au cours de l'évolution des espèces (en l'occurrence la co-évolution des plantes et des pollinisateurs), les plantes qui utilisent la zoogamie ont développé des organes floraux attractifs pour les animaux en adaptant notamment la forme de leurs fleurs, leur couleur, ou leur parfum. Lorsqu'ils viennent rechercher le nectar et/ou le pollen dans les fleurs, les animaux se couvrent de pollen puis le transportent (allogamie), et/ou ils provoquent le contact entre les étamines et le pistil de la fleur (autogamie). La pollinisation entomophile est de loin la plus fréquente. La pollinisation par les oiseaux et les mammifères est essentiellement développée dans les régions tropicales.

1.3. Les insectes pollinisateurs

Différents groupes d'insectes participent à la pollinisation mais quatre ordres regroupent les principaux pollinisateurs sauvages : les Hyménoptères, les Diptères, les Lépidoptères et les Coléoptères. Des exemples d'espèces pollinisatrices de ces différents ordres sont présentés dans les figures 1.2 à 1.6.

✿ Appartenant à l'ordre des Hyménoptères et plus précisément à la super-famille des Apoidea, les abeilles (Figure 1.2) sont considérées comme les principaux pollinisateurs au niveau mondial car les individus adultes de même que les larves se nourrissent exclusivement de nectar et de pollen. Elles représentent environ 20 000 espèces dans le monde et près de 1 000 en France métropolitaine. En comparaison à d'autres groupes d'insectes (ex. : papillons de jour, syrphes), les abeilles sont moins bien connues du point de vue de leur répartition. Par exemple, il n'existe pas pour l'instant d'atlas nationaux ou régionaux des abeilles, alors que ce type de document est aujourd'hui très répandu pour les papillons de jour.

Figure 1.2

Megachile sp. (abeille de la famille des Mégachilidés) sur fleur de bugrane épineuse (*Ononis spinosa*)



Crédit photo : Matthieu AUBERT

Le représentant le plus connu des Apoidea est l'abeille mellifère (ou *abeille domestique*) qui produit le miel que nous consommons. L'abeille mellifère ne représente qu'une seule espèce (*Apis mellifera*). Toutes les autres espèces sont regroupées sous le terme *abeilles sauvages*. Quelques-unes de ces espèces (bourdons, osmies, mégachiles) sont élevées pour leur activité pollinisatrice sur des cultures ciblées. En France par exemple, le bourdon terrestre (*Bombus terrestris*) est utilisé pour la pollinisation des cultures de tomates sous serre.

✿ Parmi les Diptères pollinisateurs on trouve notamment les syrphes (des mouches mimétiques des abeilles et des guêpes – Figure 1.3), les bombyles (qui ressemblent à de petits bourdons) et le groupe des Empididés. Ces Diptères se nourrissent de pollen et/ou de nectar grâce à leur trompe.

☼ Parmi les Lépidoptères, les papillons dits « de jour » (rhopalocères) récoltent le nectar grâce à leur longue trompe (Figure 1.4). Parmi les papillons dits « de nuit » (hétérocères) également, de nombreuses espèces visitent les fleurs et contribuent à la pollinisation. On dénombre en France environ 250 espèces de rhopalocères et plus de 5 000 espèces d'hétérocères (Figure 1.5).

☼ Parmi les Coléoptères pollinisateurs (Figure 1.6) on peut citer notamment les cétoines et les longicornes. Les Coléoptères consomment souvent les étamines et le pollen des fleurs.

Figure 1.3

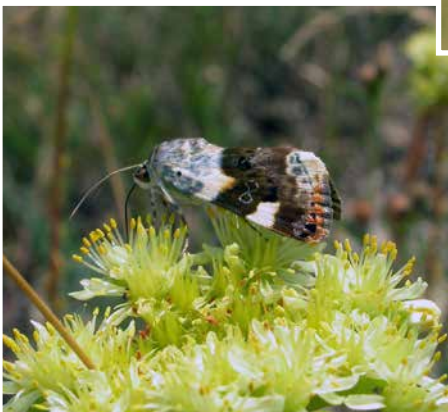
Epistrophe sp. (syrphe) sur une fleur d'Apiacée



Crédit photo : Arnaud LE NEVÉ

Figure 1.5

Collier blanc (*Acontia lucida*) sur fleur de pigamon des rives (*Thalictrum flavum*)



Crédit photo : Arnaud LE NEVÉ

Figure 1.4

Argus bleu-nacré (*Lysandra coridon*) sur fleur de knautie des champs (*Knautia arvensis*)



Crédit photo : Violette LE FÉON

Figure 1.6

Lepture rouge (*Stictoleptura rubra*) sur fleur de cirse des champs (*Cirsium arvense*)



Crédit photo : Arnaud LE NEVÉ

1.4. Les abeilles sauvages

Les abeilles sauvages présentes en Europe sont classées en six familles que l'on peut répartir en deux groupes en fonction de la taille de leur langue. Le groupe des abeilles à langue courte, qui butinent préférentiellement les fleurs à corolle ouverte (ex. : Rosacées, Astéracées – Figure 1.7), comprend 4 familles : Andréniidés, Collétiidés, Halictiidés et Méliittiidés. Le groupe des abeilles à langue longue, qui peuvent butiner des fleurs dont la corolle est profonde (ex. : Lamiacées, Fabacées – Figure 1.8), comprend les familles Apidés et Mégachilidés.

Figure 1.7

Andrena flavipes sur une fleur à corolle ouverte, la pâquerette (*Bellis perennis*)



Crédit photo : Matthieu AUBERT

Figure 1.8

Eucera sp. sur une fleur à corolle profonde, le trèfle commun (*Trifolium pratense*)



Crédit photo : Matthieu AUBERT

Toutefois, il existe des exceptions : certaines Andréniidés (ex. : *Andrena curvungula*, *Andrena paucisquama*, *Andrena rufizona*) sont spécialisées sur des fleurs à corolle profonde comme les campanules, et inversement il existe des Mégachilidés (ex. : *Osmia signata*, *Osmia spinulosa* et des mégachiles du sous-genre *Xanthosarus*) et Apidés (ex. : *Tetraloniella fulvescens*, *Tetraloniella alticincta*, *Eucera taurica*, *Eucera nigrifacies*) spécialisées sur des fleurs à corolle ouverte. Par ailleurs, des espèces de très petite taille (du genre *Hylaeus* de la famille des Collétiidés, du genre *Ceratina* de la famille des Apidés, du genre *Lasioglossum* de la famille des Halictiidés) sont capables de s'introduire entièrement dans certaines fleurs à corolle profonde et étroite.

Les principales caractéristiques des 6 familles d'abeilles sauvages sont présentées ci-dessous, avec pour chacune, le nombre d'espèces présentes en France. Ces chiffres sont issus de la synthèse réalisée en 1995 par Rasmont *et al.* (cf. Références). Depuis, la connaissance sur les abeilles sauvages en France s'est améliorée et des espèces supplémentaires ont été détectées. En l'absence de publication synthétisant ces nouvelles connaissances, nous donnons ici les chiffres de 1995, dont les ordres de grandeur sont toujours valides. Des exemples d'abeilles sauvages de chacune de ces familles sont présentés dans les figures 1.9 à 1.14.

🐝 Les Andrénidés comprennent environ 160 espèces en France (Figure 1.9). Appelées abeilles des sables, elles nidifient souvent dans les sols plutôt sableux. Les femelles sont munies d'une brosse de poils bouclés caractéristique à la base de leurs pattes postérieures, appelée *flocculi*. Certaines espèces, dites *bivoltines*, comptent deux générations au cours de la même année, d'autres dites *monovoltines* n'en comptent qu'une.

Figure 1.9

Andrena thoracica sur fleur d'épine noire (*Prunus spinosa*)



Crédit photo : Arnaud LE NEVÉ

Figure 1.10

Colletes cunicularius sur fleur de saule roux (*Salix atrocinerea*)



Crédit photo : Arnaud LE NEVÉ

🐝 Les Collétidés comprennent environ 70 espèces solitaires en France, réparties en deux genres (*Hylaeus* et *Colletes* – Figure 1.10). Les *Colletes* (appelées *abeilles à membrane*) aménagent leur nid dans le sol et recouvrent les parois d'une membrane imperméabilisante. Les *Hylaeus* sont de très petite taille, luisantes et presque glabres. Leur face est caractérisée par des taches de couleur jaune ou blanche formant des masques, d'où leur nom d'*abeilles masquées*. Elles nidifient dans des tiges de végétaux tels que les ronces et certaines Apiacées (Ombellifères).

🐝 Les Halictidés comprennent environ 160 espèces en France (Figure 1.11). Elles nidifient dans le sol, notamment les sols tassés des chemins, et sont majoritairement solitaires. Certaines espèces présentent toutefois certains traits de socialité : une femelle dominante pond ses œufs et les autres femelles réalisent les tâches de butinage, nourrissage des larves et défense du nid.

Figure 1.11

Halictus scabiosae sur fleur d'andryale à feuilles entières (*Andryala integrifolia*)



Crédit photo : David GENOUD

Les Méllitidés comprennent une quinzaine d'espèces solitaires en France. Plutôt estivales, elles nidifient dans le sol. Pour la plupart, elles sont spécialisées dans le butinage d'une seule espèce ou d'un nombre limité d'espèces végétales (Figure 1.12).

Figure 1.12

Macropis europaea sur fleur de grande lysimaque (*Lysimachia vulgaris*)



Crédit photo : David GENOUD

Figure 1.13

Bombus pascuorum (Bourdon des champs) sur fleur de *Rhinantus minor*



Crédit photo : Gilles MAHÉ

Les Apidés comprennent environ 260 espèces en France (Figure 1.13). Cette grande famille comporte de nombreux genres à la morphologie et aux comportements très variés. On trouve par exemple les bourdons (genre *Bombus*) qui sont des abeilles sociales à pilosité dense et colorée. Ils vivent en colonies, composées de quelques dizaines à quelques centaines d'individus, dont les ouvrières sont chargées de la collecte du pollen. Les colonies s'établissent dans des cavités souterraines (ex. : anciens terriers de rongeurs) ou en hauteur (ex. : troncs, nichoirs abandonnés). Les abeilles des genres *Anthophora* et *Eucera* sont également très poilues et ressemblent un peu aux bourdons, mais elles sont solitaires. Elles nidifient dans le sol. Les mâles d'*Eucera* se caractérisent par leurs très longues antennes. Les abeilles du genre *Xylocopa* (xylocopes) sont parmi les plus grandes abeilles en Europe. Excepté une espèce (*Xylocopa cantabrita*), elles sont toutes noires avec des reflets bleutés. Elles nidifient dans des cavités creusées dans le bois mort, d'où leur nom d'abeilles charpentières.

Figure 1.14

Trachusa interrupta sur fleur de knautie des champs (*Knautia arvensis*)



Crédit photo : David GENOUD

Les Mégachilidés comprennent environ 200 espèces en France (Figure 1.14). Leur particularité est de récolter et transporter le pollen grâce à des brosses de poils situées sous leur abdomen (appelées *brosses ventrales*). Les Mégachilidés se caractérisent aussi par leur comportement de nidification : la plupart des espèces nidifient dans des cavités de divers types (ex. : trous dans le bois, tiges de végétaux,

coquilles d'escargots vides, trous dans des murs ou des roches) qui peuvent être garnies de matériaux (ex. : feuilles coupées, duvet végétal, résine, boue). Parmi les principaux genres de cette famille figurent les osmies (genre *Osmia*), les mégachiles (*abeilles coupeuses de feuilles*) qui tapissent fréquemment leur nid de morceaux de feuilles enroulés comme des cigares, ou les *Anthidium* (appelées *abeilles cotonnières*) qui nidifient souvent dans des cellules construites avec du duvet végétal. Quelques espèces de *Megachile* et *Anthidium* sont appelées *abeilles résinières* car elles utilisent de la résine de conifères pour construire les cellules de leurs nids.

Les femelles du genre *Hylaeus* (de la famille des Collétidés) et la plupart de celles du genre *Ceratina* (famille des Apidés) transportent les ressources alimentaires récoltées (nectar et pollen mélangés) dans leur jabot. Les autres femelles (des genres non-parasites) possèdent un appareil externe de transport des ressources (appelé *scopa*), tel que des corbeilles à pollen sur les pattes postérieures (chez les Andréniés, certains Apidés, les Halictidés, les Méliittidés et les Collétidés du genre *Colletes*) ou bien des brosses ventrales (chez les Mégachilidés) ou dorsales (genre *Systropha* chez les Apidés), voire des dispositifs faciaux (genre *Rophites* chez les Halictidés).

Il existe des espèces d'abeilles parasites (appelées *abeilles coucous*) qui, à l'instar du coucou, pondent leurs œufs dans les nids d'autres abeilles et laissent à ces dernières le soin de nourrir leurs larves. Elles ne disposent donc pas de *scopa*. Mais elles contribuent néanmoins à la pollinisation en se déplaçant de fleur en fleur pour se nourrir de nectar. En France, 201 espèces d'abeilles sauvages sont des coucous (soit près de 20 %). On les trouve dans trois familles : Halictidés (genre *Sphecodes*), Mégachilidés (ex. : genres *Coelioxys*, *Stelis*), Apidés (ex. : genres *Epeolus*, *Melecta*, *Nomada* et sous-genre *Psithyrus* dans le genre *Bombus*). Leur présence dans un milieu est un indicateur de bonne santé des autres populations d'abeilles : elle signifie que les effectifs de ces dernières (espèces hôtes) sont suffisamment abondants pour servir de support aux abeilles coucous.

Femelle de *Nomada lathburiana* (famille des Apidés), une abeille coucou



Crédit photo : David GENOUD

Section 2.

Écologie des abeilles sauvages

2.1. Les besoins des abeilles sauvages

Comme c'est le cas pour la majorité des insectes (ceux dits « à métamorphose complète »), la vie d'une abeille se déroule en quatre stades : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte (ou imago). Il existe une grande variabilité selon les espèces quant au moment d'apparition de chacun des stades dans l'année et quant à leur durée. La figure 2.1 fournit un cadre général concernant le cycle de vie des abeilles. L'œuf éclot quelques jours après la ponte et la larve se nourrit pendant quelques semaines grâce aux réserves de nourriture déposées par sa mère (mélange de nectar et de pollen appelé *pain d'abeille*). Puis la larve se transforme en nymphe qui demeure dans sa cellule sans s'alimenter pendant plusieurs mois. Selon l'espèce, l'abeille adulte sort du nid entre le début du printemps et la fin de l'été.

Figure 2.1

Cycle de vie des abeilles



L'établissement et le maintien d'une population d'abeilles sauvages, dépendent de la présence d'habitats propices et de la possibilité de se déplacer entre ces habitats. Les déplacements des individus peuvent être entravés par des obstacles ou par des distances trop importantes entre les zones d'habitat à rallier (appelées *taches d'habitat*) par rapport aux capacités de déplacement des espèces.

2.1.1. Les habitats

Pour qu'une population d'abeilles sauvages puisse s'installer et se maintenir dans un endroit donné, ce dernier doit pouvoir lui offrir deux éléments : d'une part des ressources alimentaires suffisantes pour les adultes et les larves, et d'autre part des sites de nidification adaptés aux besoins de l'espèce.

À l'exception des espèces adaptées aux milieux montagnards (par exemple certaines espèces de bourdons), les abeilles sont en majorité des insectes thermophiles et héliophiles. Elles sont typiquement associées aux milieux chauds, ouverts, riches en fleurs et offrant des zones peu végétalisées permettant la nidification dans le sol.

2.1.1.1. Ressources alimentaires

Pollen et nectar

Les abeilles adultes se nourrissent exclusivement des ressources recueillies dans les fleurs : le nectar, le pollen, et parfois des huiles florales. Le pollen est source de protéides (acides aminés), de glucides (amidon), de lipides (stérols), de vitamines et d'éléments minéraux.

Le nectar est un liquide sécrété par des glandes (les nectaires) situées dans les fleurs. C'est une source d'eau et de sucres (fructose, glucose, saccharose) à haute valeur énergétique. Le nectar contient des composés odorants, attractifs pour les insectes pollinisateurs.

Abeilles généralistes et abeilles spécialistes

Les abeilles qui butinent plusieurs familles de plantes sont dites *polylectiques*. Ces abeilles généralistes se rencontrent dans les familles des Andréniés, des Collétiés, des Halictiés, des Mégachiliés et des Apidiés.

Certaines espèces d'abeilles butinent les fleurs d'une seule famille de plantes (ex. : Astéracées). Ces abeilles spécialistes sont dites *oligolectiques*. Le terme s'applique aussi aux associations encore plus restreintes, à un seul genre, voire à une seule espèce de plante, ces derniers cas étant très rares. Les abeilles oligolectiques se rencontrent principalement dans les familles des Méllitiés, des Andréniés et des Collétiés. Des exemples d'abeilles spécialistes présentes dans les régions de la façade atlantique sont donnés dans le tableau 2.1.

Tableau 2.1

Exemples de plantes visitées par des abeilles spécialistes dans les régions de la façade atlantique.

Plantes ^a Famille, Genre, espèce (nom commun)	Abeilles spécialistes Genre, espèce (Famille)	
Apiacées	<i>Andrena alutacea</i>	(Andréridés)
Astéracées	<i>Andrena fulvago</i>	(Andréridés)
	<i>Andrena humilis</i>	(Andréridés)
	<i>Andrena nigroolivacea</i>	(Andréridés)
	<i>Dasygaster hirtipes</i>	(Mégachilidés)
	<i>Panurgus dentipes</i>	(Andréridés)
Brassicacées	<i>Andrena agilissima</i>	(Andréridés)
	<i>Andrena distinguenda</i>	(Andréridés)
	<i>Andrena lagopus</i>	(Andréridés)
<i>Bryonia cretica</i> subsp. <i>dioica</i> (bryone dioïque) ^b	<i>Andrena florea</i>	(Andréridés)
Campanulacées	<i>Andrena pandellei</i>	(Andréridés)
	<i>Chelostoma campanularum</i>	(Mégachilidés)
	<i>Chelostoma rapunculi</i>	(Mégachilidés)
<i>Echium vulgare</i> (vipérine commune) ^c	<i>Hoplitis adunca</i>	(Mégachilidés)
<i>Eryngium campestre</i> (panicaut champêtre) ^d	<i>Colletes hylaeiformis</i>	(Collétidés)
Fabacées	<i>Andrena labialis</i>	(Andréridés)
	<i>Andrena ovatula</i>	(Andréridés)
	<i>Eucera nigrescens</i>	(Apidés)
<i>Hedera</i> (lierre) ^e	<i>Colletes hederae</i>	(Collétidés)
Renonculacées	<i>Andrena ranunculi</i>	(Andréridés)
	<i>Chelostoma florisomne</i>	(Mégachilidés)
Salicacées (saules)	<i>Andrena clarkella</i>	(Andréridés)
	<i>Andrena mitis</i>	(Andréridés)
	<i>Andrena praecox</i>	(Andréridés)
	<i>Andrena vaga</i>	(Andréridés)

^a Plantes décrites au niveau famille, genre ou espèce selon le degré de spécialisation des abeilles.

^b Seul taxon présent sur la façade atlantique.

Famille des Cucurbitacées.

^c Famille des Boraginacées.

^d Famille des Apiacées.

^e Deux taxons présents sur la façade atlantique :

Hedera helix et *Hedera hibernica*. Famille des Araliacées.

Figure 2.2
Saules en fleur



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Figure 2.3

Carotte sauvage (*Daucus carota*),
une Apiacée commune



Crédit photo : Arnaud LE NEVÉ

Figure 2.4

Centauree des prés (*Centaurea decipiens*),
une Astéracée commune



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Figure 2.5

Radis ravenelle (*Raphanus raphanistrum*),
une Brassicacée commune



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Figure 2.6

Andrena florea sur fleur de bryone dioïque
(*Bryonia cretica*)



Crédit photo : Nicolas MORISON

Figure 2.7

Renoncule bulbeuse (*Ranunculus bulbosus*),
une Renonculacée commune



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Figure 2.9

Andrena pandellei dans une fleur
de campanule raiponce (*Campanula
rapunculus*), une Campanulacée commune



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Figure 2.11

Trèfle commun (*Trifolium pratense*),
une Fabacée commune



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Figure 2.8

Vipérine commune (*Echium vulgare*)



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Figure 2.10

Colletes hederæ sur fleur de lierre
grim pant (*Hedera helix*)



Crédit photo : David GENOUD

E1

E2

E3

E4

E5

E6

E7

E8

E9

E10

Dicotylédones, monocotylédones et graminées

Les plantes à fleurs se divisent en deux grands groupes : les dicotylédones et les monocotylédones. Les dicotylédones regroupent un très grand nombre de plantes visitées par les abeilles pour leurs ressources alimentaires. De façon générale, augmenter le nombre d'espèces et l'abondance des dicotylédones dans un milieu permet de rendre ce milieu plus favorable aux abeilles. Les monocotylédones comprennent notamment les graminées, plantes pollinisées par le vent, et le plus souvent de faible intérêt pour l'alimentation des abeilles. Dans le cadre d'une gestion visant à favoriser les abeilles, un des objectifs sera donc de limiter la proportion des graminées.

Dans la suite du document, nous opposerons souvent graminées (les recommandations visent à réduire leur présence dans les dépendances vertes routières) à dicotylédones (leur présence est encouragée). Nous adoptons sciemment cette simplification pour faciliter l'exposé, mais c'est sans oublier que parmi les monocotylédones il existe aussi de nombreuses espèces visitées par les abeilles, telles que certaines orchidées (ex. : orchis à fleurs lâches, orchis bouffon, ophrys araignée) et certaines Asparagacées (ex. : scille d'automne, jacinthe des bois).

Orchis à fleurs lâches
(*Anacamptis laxiflora*)



Crédit photo : Arnaud LE NEVÉ

Jacinthe des bois
(*Hyacinthoides non-scripta*) visitée
par *Rhingia campestris* (syrphe)



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Importance de la diversité floristique

Les ressources florales d'un habitat doivent être suffisamment abondantes pour couvrir les besoins alimentaires des adultes et des larves. Elles doivent être présentes suffisamment longtemps pour les besoins d'espèces produisant plusieurs générations annuelles (bivoltines) ainsi que pour répondre aux besoins des différentes espèces qui se succèdent au cours de l'année (de la fin de l'hiver au milieu de l'automne). Pour les espèces d'abeilles oligolectiques, l'important est la présence, au moment de leur

période d'activité, de la ou des espèce(s) végétale(s) dont elles dépendent. Par ailleurs, il a été démontré chez l'abeille mellifère que la diversité de l'alimentation (diversité des sources de pollen et de nectar) augmentait sa capacité de résistance à certains agents pathogènes.

2.1.1.2. Sites de nidification

Abeilles solitaires et abeilles sociales

La plupart des espèces d'abeilles sauvages sont solitaires : chaque femelle construit son propre nid pour y pondre. Elle y constitue des cellules (une pour chaque œuf) dans lesquelles elle dépose du pain d'abeille pour les futures larves. Chez certaines espèces, les cellules sont protégées des intempéries grâce à divers matériaux collectés à l'extérieur (duvet végétal, boue séchée, morceaux de feuilles, etc.). D'une façon générale, les abeilles adultes ne s'occupent pas de leur progéniture, à l'exception des bourdons, et de certaines espèces d'Halictidés qui nettoient régulièrement les cellules dans lesquelles se développent leurs larves.

Il existe des abeilles sauvages sociales, telles que les bourdons et certaines espèces d'Halictidés. Les bourdons fondent des colonies de durée de vie annuelle. Chaque colonie se constitue autour d'une reine qui est la seule femelle féconde, avec des ouvrières (femelles stériles) qui entretiennent le nid et les cellules, et alimentent les larves. Seules les jeunes femelles fécondées (futures reines) survivent l'hiver. Elles le passent dans un abri (cavité dans le sol, une roche, des arbres). Selon l'espèce, la nouvelle colonie s'installe au printemps dans des galeries souterraines abandonnées de micromammifères (ex. : campagnol, mulot), dans des arbres ou des amas de végétation (ex. : tas de feuilles, mousse). Les sites propices à ces installations se rencontrent typiquement dans les haies, les lisières, les landes, les friches et les talus.

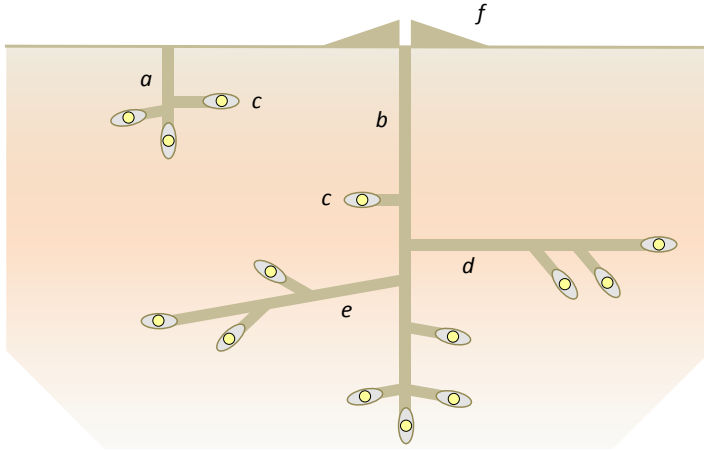
Nidification dans le sol

La grande majorité des espèces d'abeilles sauvages nidifie dans le sol. Ces abeilles dites *terricoles* ont besoin de surfaces de sol nu ou peu végétalisées, telles que celles présentes sur les chemins et les talus ou dans les lieux modérément piétinés. Certaines espèces terricoles utilisent préférentiellement des pans verticaux (de talus ou falaises).

La structure des nids varie selon les espèces. Ainsi, ces nids (Figure 2.12) sont constitués d'une galerie principale verticale pouvant aller de quelques dizaines de centimètres de profondeur jusqu'à 1 mètre. Les cellules, contenant chacune une larve, sont raccordées soit directement à cette galerie, soit à des galeries secondaires horizontales ou subhorizontales. Les nids contiennent de moins d'une dizaine (ex. : *Colletes cunicularius*) à plusieurs dizaines de cellules (ex. : certaines espèces d'Halictidés). Certains nids laissent apparaître en surface un petit conduit fait de terre et/ou de matériaux divers agglomérés (Figure 2.13) ou un tumulus de la terre excavée (Figure 2.14).

Figure 2.12

Principaux éléments structurels de nids souterrains



a : nid peu profond (≈ 30 cm) ; **b** : nid profond ; **c** : cellule et œuf ; **d** : galerie secondaire horizontale ; **e** : galerie subhorizontale ; **f** : tumulus

Figure 2.13

Conduit de sortie d'un nid



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Figure 2.14

Tumulus



Crédit photo : Violette LE FÉON

Nids isolés et regroupements en bourgades

Les nids sont en règle générale installés de façon isolée et discrète. Toutefois, certaines espèces grégaires (ex. : certaines espèces d'Andréniés et de Collétiés) peuvent les construire de manière regroupée et constituer des ensembles appelés *bourgades*. Selon les espèces, une bourgade peut compter de quelques dizaines à quelques milliers de nids sur quelques mètres carrés (Figure 2.15).

Nidification au-dessus du sol

Les abeilles non terricoles nidifient dans divers types de cavités : trous dans le bois, tiges de végétaux, coquilles d'escargots vides, trous dans des murs ou des roches. Elles sont dites *cavicoles* (du latin *cava*, « creux »). Les végétaux dont les tiges sèches permettent la nidification sont notamment les ronces et certaines Apiacées telles que le fenouil, l'angélique des bois, le cerfeuil sauvage, la grande berce. Les abeilles dites *rubicoles* (du latin *rubus*, « ronce ») nidifient spécifiquement dans les tiges de ronces.

Figure 2.15

Bourgade



Crédit photo : Violette LE FÉON

2.1.2. Les déplacements

2.1.2.1. Déplacements alimentaires journaliers

Chez les abeilles, les femelles effectuent au cours de leur vie de nombreux allers-retours entre le nid et les ressources florales pour alimenter les larves en pollen et nectar (Section 2.1.1.1). Pour les espèces qui garnissent leur nid de matériaux collectés à l'extérieur (notamment dans la famille des Mégachilidés – cf. Section 1.4), des allers-retours sont également dédiés à cet approvisionnement (Figure 2.16).

Figure 2.16

Représentation schématique du comportement de collecte des ressources chez les abeilles

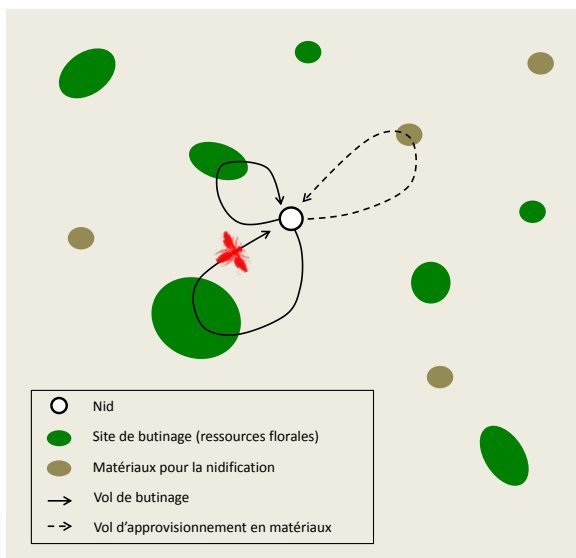
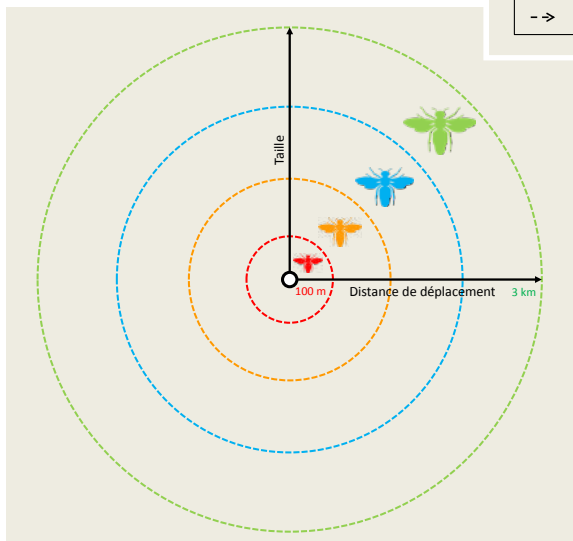


Figure 2.17

Distance de déplacement autour du nid (○) en fonction de la taille des espèces



La surface pouvant être prospectée à partir du nid est déterminée par la capacité de vol propre à chaque espèce, elle-même en relation avec la taille de l'espèce (Figure 2.17). Ce rayon est ainsi de moins de 100 m à quelques centaines de mètres pour les espèces de petite taille (ex. : petites espèces du genre *Andrena*) et atteint quelques kilomètres pour les espèces de grande taille (ex. : bourdons ou xylocopes).

Pour une espèce donnée, l'accroissement de la distance entre le nid et les sites d'alimentation se traduit par une dépense énergétique accrue dans la recherche de nourriture, qui conduit à une baisse du succès reproducteur (moins de cellules dans le nid et moins de descendants par femelle).

2.1.2.2. *Déplacements de colonisation/dispersion*

Chez les abeilles, comme chez toutes les espèces végétales et animales, les échanges génétiques entre populations sont un facteur clé de leur survie à long terme. Les déplacements d'individus permettant ces échanges génétiques sont dépendants des caractéristiques du paysage et du degré de connectivité entre les habitats. Ainsi par exemple, une route, avec les risques de collision associés, ou une surface urbanisée de grande taille et donc difficilement franchissable par des espèces aux capacités de vol réduites, peuvent constituer des obstacles aux déplacements et, dans certains cas, isoler dangereusement des populations. À l'inverse, un réseau continu de zones ouvertes et fleuries peut permettre la dispersion des individus sur de longues distances.

2.2. Situation actuelle des abeilles sauvages : conséquences pour la nature et pour l'homme

2.2.1. Constat de déclin des populations

Depuis la fin des années 1990, la question du déclin des insectes pollinisateurs et de ses conséquences pour la reproduction des plantes sauvages et cultivées a pris une place croissante dans la réflexion scientifique et dans les médias. Une étude scientifique parue en 2006 a montré qu'au cours du xx^e siècle, le nombre d'espèces d'abeilles a diminué en de nombreux endroits aux Pays-Bas et au Royaume-Uni (comparaisons des situations avant et après 1980), en lien avec les modifications du paysage et des pratiques agricoles. Sur cette période, le territoire français a connu les mêmes types de modifications agricoles et paysagères. Il n'existe pas à l'échelle de la France d'évaluation aussi précise de l'évolution des populations d'abeilles sauvages, mais localement les études révèlent aussi des situations de déclin (ex. : atlas des bourdons de Loire-Atlantique – cf. Références).

En 2014 est parue la première liste rouge des abeilles sauvages d'Europe. Ce document vise à caractériser le statut des espèces et donc à définir quelles sont les plus vulnérables. Du fait d'un manque de connaissances sur la répartition des abeilles européennes, le statut de plus de la moitié des espèces présentes n'a pas pu être établi. Néanmoins, sur l'ensemble des espèces assez connues pour pouvoir être évaluées, plus de 9 % sont considérées comme menacées d'extinction. Compte tenu du grand nombre d'espèces

n'ayant pu être évaluées (parmi lesquelles de nombreuses sont potentiellement très rares), les experts auteurs de la liste rouge estiment que la proportion réelle d'espèces menacées d'extinction en Europe est supérieure.

2.2.2. Causes

Les populations d'abeilles sauvages sont soumises à diverses pressions environnementales (Figure 2.18). Ces pressions affectent les abeilles soit directement, soit indirectement *via* la raréfaction des ressources florales ou des sites de nidification. Par exemple, les effets létaux et sublétaux des pesticides sont directs. L'installation de colonies d'abeilles mellifères peut conduire à l'introduction dans le milieu de maladies affectant les abeilles sauvages. La diminution des ressources florales peut être due à la destruction des habitats favorables, à l'usage d'herbicides, à la fertilisation excessive, à l'accroissement de la taille des parcelles agricoles, à la monoculture, à des pratiques de fauchage trop fréquentes ou trop précoces dans les prairies ou encore, à l'introduction d'espèces florales exotiques concurrentes. La diminution des ressources florales peut aussi découler de la compétition avec l'abeille mellifère si la densité de celle-ci est trop importante localement. Elle peut également être une conséquence du changement climatique, par exemple si celui-ci conduit à une désynchronisation entre la période de vol des abeilles et la floraison des plantes sur lesquelles elles se nourrissent. L'atteinte aux sites de nidification peut être provoquée par exemple par la destruction des habitats favorables, par un travail du sol (labour) trop profond ou par la disparition des plantes favorables causée par les herbicides ou la fertilisation.

De façon générale, la destruction des habitats associée à l'urbanisation, aux infrastructures de transport ou à l'agrandissement des parcelles agricoles d'une part et l'intensification des pratiques agricoles d'autre part, sont considérées comme les causes majeures du déclin des populations d'abeilles sauvages. En outre, on peut observer des synergies entre les pressions. Par exemple, il a été montré que les bourdons sont plus vulnérables aux maladies lorsque les ressources alimentaires sont peu abondantes.

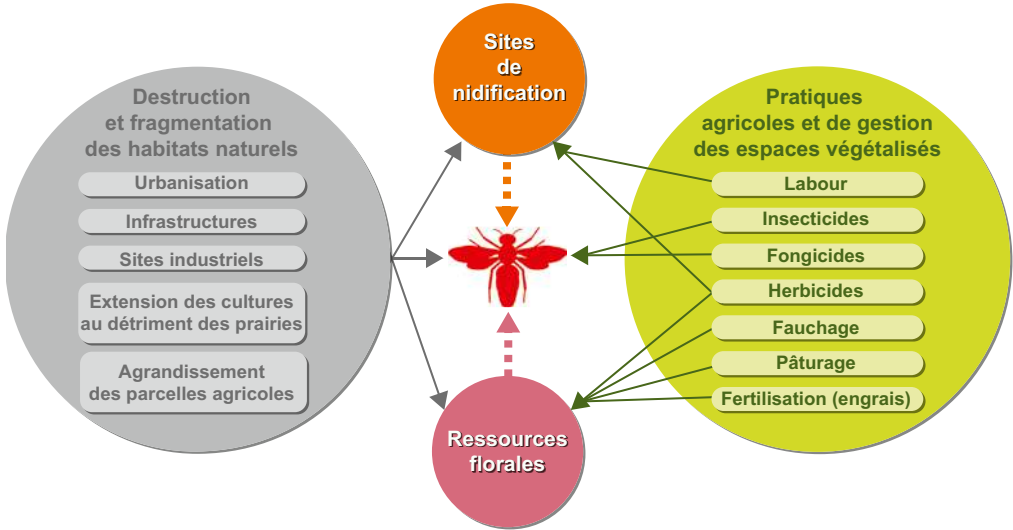
2.2.3. Conséquences

Le déclin des populations d'abeilles sauvages peut avoir des conséquences à la fois sur les plantes cultivées par l'homme, sur la flore sauvage et sur les réseaux trophiques (chaînes alimentaires).

Au total, 65 % des espèces cultivées pour l'alimentation humaine (fruits, légumes, graines) à l'échelle mondiale dépendent de la pollinisation animale, en particulier par les insectes. En termes de volume de production, ces cultures liées à la pollinisation animale représentent 34 % de la production mondiale de denrées. Parmi les 43 plantes pour lesquelles la pollinisation animale est indispensable ou très importante (réduction de la production de plus de 40 % en l'absence de pollinisateurs), on trouve notamment des arbres fruitiers de climats tropicaux (ex. : cacaoyer, manguier, certaines variétés de caféier) ou tempérés (ex. : pommier, poirier, prunier, cerisier, amandier), des Cucurbitacées (ex. : melon, concombre, courges), des plantes aromatiques (ex. : coriandre, cumin, cardamome), des petits fruits (ex. : myrtille, canneberge, framboise, mûre) ou encore le kiwi, l'avocat ou le fenouil. Dans un contexte général de croissance démographique (en France comme à

Figure 2.18

Principales pressions environnementales affectant les populations d'abeilles sauvages. Ces pressions affectent soit directement les abeilles, soit indirectement via la raréfaction des ressources florales et des sites de nidification



l'échelle mondiale) et de réduction globale des surfaces dédiées à l'agriculture, le déclin des populations d'abeilles pourrait avoir des répercussions sur la santé humaine du fait d'une diminution des apports alimentaires en vitamines et nutriments essentiels.

De plus en plus d'études scientifiques mettent en évidence la complémentarité et la synergie d'action entre l'abeille mellifère et les abeilles sauvages, ainsi qu'entre les abeilles et les autres insectes pollinisateurs. Ceci s'explique par le fait que selon leur morphologie et leur écologie propre, les diverses espèces ont des comportements de visite des fleurs et/ou de récolte du pollen qui sont différents, et qui associés les uns aux autres améliorent l'ensemble des flux de pollen. Ainsi, même du strict point de vue agronomique, il n'est pas concevable d'espérer compenser les conséquences de la disparition des abeilles sauvages par la multiplication des colonies d'abeilles mellifères (installation de ruches à proximité des cultures). De plus, la surabondance des abeilles mellifères provoquée dans un milieu peut avoir des effets néfastes sur les abeilles sauvages pouvant y subsister (Section 2.2.2).

Au-delà des conséquences sur la production de denrées pour l'homme, le déclin des populations d'abeilles est susceptible d'affecter l'ensemble du fonctionnement des écosystèmes. La reproduction de certaines plantes sauvages, en particulier celles visitées par un petit nombre d'insectes pollinisateurs, peut être compromise. La raréfaction de ces plantes peut accélérer à son tour la raréfaction des pollinisateurs sauvages. Les conséquences pour la biodiversité locale ne se limitent pas à ce cercle vicieux : les animaux qui se nourrissent d'abeilles, ou des plantes mises en péril par le déclin des abeilles, peuvent également se retrouver menacés (ex. : autres insectes, amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères).



Partie II.

**Fondements d'une action en
faveur des abeilles sauvages dans
les dépendances vertes routières**

Page précédente

Abeille solitaire terricole sortant de son nid

Crédit photo : Violette LE FÉON

Section 3.

Pourquoi essayer de répondre aux besoins des abeilles sauvages dans les dépendances vertes routières

3.1. Potentiel des dépendances vertes routières pour les abeilles sauvages

Depuis quelques années, les dépendances vertes des infrastructures de transport font l'objet de modes de gestion de moins en moins intensifs (ex. : réduction de l'emploi de pesticides, espacement dans le temps des opérations de fauchage) pouvant les faire évoluer vers des milieux de type prairial. Ainsi, par endroits et de plus en plus fréquemment, on peut y observer des fleurs nombreuses et variées, et ce parfois sur une longue période de l'année. Les dépendances vertes sont en outre des lieux très peu fréquentés (uniquement par les quelques passages des équipes d'entretien). Dans le cas des dépendances vertes routières, cette gestion extensive offre aussi la possibilité à des espèces arbustives et arborées de se développer (ronces, genêts, ajoncs, saules, sorbiers, etc.). À l'endroit des passages en déblai notamment, les dépendances vertes routières présentent souvent des surfaces de sol nu et des affleurements rocheux.

À l'échelle nationale, les dépendances vertes des infrastructures linéaires de transport représentent des surfaces considérables. Pour le seul réseau routier national, cette surface est estimée à 5 000 km² (à titre de comparaison, ceci correspond à la surface du département du Jura). Dans des territoires dont la qualité de l'environnement est dégradée (par exemple par des pratiques agricoles intensives ou par l'urbanisation), les dépendances vertes routières peuvent donc constituer des espaces relativement préservés des principales causes de déclin des abeilles sauvages, et offrir à ces dernières des possibilités d'alimentation et de nidification.

3.2. Enjeux

3.2.1. Contribution à la sauvegarde d'espèces en déclin

Les infrastructures de transport terrestre ne sont pas la première cause de déclin des populations de pollinisateurs sauvages, mais elles y contribuent notamment à travers les destructions d'habitats occasionnées par leur insertion dans les territoires et par les obstacles aux déplacements qu'elles créent, contribuant à la fragmentation des populations.

Tirer parti du potentiel des dépendances vertes pour les abeilles sauvages en y mettant davantage en œuvre les pratiques de gestion extensive est une mesure simple de réduction des impacts des infrastructures, et de réparation de dommages créés par d'autres activités dans les territoires où l'environnement naturel est dégradé (îlots de conservation). La constitution d'habitats préservés des pesticides est une possibilité envisageable grâce aux dépendances vertes routières, qui répondrait aux recommandations de l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature) en faveur des abeilles européennes (cf. Liste rouge des abeilles sauvages d'Europe).

La sauvegarde de ces populations est aussi primordiale pour enrayer le déclin de nombreuses plantes à fleurs indigènes (rompre le cercle vicieux des extinctions conjointes des pollinisateurs et de leurs ressources florales naturelles). L'enjeu est crucial pour les espèces spécialisées (cf. Section 2.1.1.1).

3.2.2. Contribution à la reconstitution des continuités écologiques et au fonctionnement des écosystèmes

L'introduction d'infrastructures routières dans un territoire est facteur de fragmentation des écosystèmes et de rupture des continuités écologiques. Toutefois la reconstitution d'habitats à l'intérieur des dépendances vertes peut être un moyen de rétablissement de la connectivité entre des sections de trame paysagère disjointes, que l'origine de la déconnexion soit l'infrastructure elle-même ou bien d'autres causes (remembrement agricole des paysages traversés, zones urbanisées, etc.). Le rétablissement de connectivité entre des sections de la trame verte à l'extérieur des emprises routières pourrait, grâce aux distances de vol des pollinisateurs sauvages, être réalisé de façon discontinue à l'intérieur des dépendances, par touches d'habitat distribuées en *pas japonais* s'adaptant aux potentialités des sites.

3.2.3. Contribution au maintien du service de pollinisation

La pollinisation entomophile concerne aussi bien les plantes sauvages que cultivées, mais dans le langage courant, le « service » écosystémique de pollinisation est souvent entendu en tant que contribution à la productivité des ressources alimentaires. De fait, pour de nombreuses plantes cultivées, la fréquentation par les pollinisateurs sauvages rend possible, ou améliore, la production en quantité et qualité.

Les pollinisateurs sauvages nidifiant dans les dépendances vertes pourraient contribuer au maintien du service de pollinisation et à la productivité des cultures entomophiles avoisinant les infrastructures routières (à distance de vol des espèces visiteuses).

En outre, contrairement à l'abeille mellifère dont les ruches doivent être entretenues et déplacées par les apiculteurs (pour leur assurer une nourriture suffisante et/ou polliniser des cultures), la contribution des milliers d'espèces de pollinisateurs sauvages au service de pollinisation se fait de façon totalement indépendante de toute intervention humaine.

3.3. Limites

Dans le cadre de ce document comme dans divers travaux de recherche et expérimentations, les dépendances vertes routières sont considérées comme des espaces potentiels de conservation de la biodiversité. Pour autant, favoriser l'installation et le développement de populations animales à proximité d'une voie de circulation peut poser question du fait du risque de mortalité par collision. Si le risque de mortalité des insectes par collision est élevé, est-il judicieux d'initier des actions en faveur des abeilles sauvages dans les dépendances vertes routières ? De fait, les études sur l'impact du trafic automobile sur la mortalité des insectes sont peu nombreuses et ont principalement porté sur les papillons. Des résultats récents (2013) obtenus en Pologne fournissent des informations par rapport à la vie de ces insectes dans l'environnement routier. L'intensité du trafic automobile est bien sûr un facteur d'accroissement de la mortalité, mais l'abondance et la richesse floristique des dépendances vertes sont des facteurs de diminution significative des collisions. À proximité de dépendances vertes où les ressources florales sont abondantes et variées, le taux de mortalité des papillons par collision diminue. Ainsi les dépendances vertes les plus favorables aux papillons sont aussi celles qui induisent les risques de collision les plus faibles. Parmi les différentes espèces de papillons, celles de plus petites tailles, sont plus touchées que celles de grandes tailles, plus véloces.

En l'absence d'observations spécifiques aux abeilles, en considérant d'une part celles réalisées sur les papillons, et d'autre part la possibilité de mettre en œuvre des mesures limitant le besoin de franchissement des voies par les abeilles (*cf.* Section 7), il est permis d'envisager un bilan général positif d'une action en faveur des abeilles sauvages dans des dépendances vertes routières.

3.4. Bénéfices

Aboutir à un bilan positif sur le terrain implique de tenir compte des limites évoquées précédemment et de savoir tirer parti des facteurs environnementaux locaux. D'une part, favoriser la nidification sur un site doit aller de pair avec la mise à disposition de ressources alimentaires suffisantes sur place. D'autre part, la localisation des sites favorables dans les dépendances vertes doit intégrer l'attractivité de la trame paysagère environnante : permettre la connectivité directe avec les ressources alimentaires de la trame paysagère avoisinante, et éviter de rendre nécessaire le franchissement d'infrastructures routières si leur trafic est important et donc cause de pertes importantes par collision. De façon à limiter le taux de mortalité par collision, toute opération ne pourra être envisagée qu'à une distance minimale du bord de la chaussée (de 3 à 7 mètres en fonction du type de route – *cf.* Section 7.3.1) et par ailleurs on cherchera à favoriser les interconnexions directes des habitats dans la dépendance verte avec la trame verte au voisinage de l'emprise.

Compte tenu d'une part de la situation des populations d'abeilles sauvages aujourd'hui et de ses conséquences pour la biodiversité et pour l'être humain, et d'autre part du potentiel des dépendances vertes routières, la possibilité de mettre ces dernières à profit pour sauvegarder les abeilles sauvages ne peut être négligée. D'ailleurs, dans

d'autres domaines fortement marqués par l'empreinte humaine, tels que le milieu urbain (programme Urbanbees) et les sites d'extraction de matériaux de construction (action de l'établissement public foncier Nord – Pas-de-Calais et de l'Union nationale des producteurs de granulats), des initiatives similaires ont déjà été prises afin d'y promouvoir des méthodes de gestion propices aux abeilles sauvages.

Pour les infrastructures de transport terrestre (préexistantes et neuves), vis-à-vis des territoires traversés, parvenir à des effets positifs sur les populations d'abeilles sauvages serait un facteur d'amélioration du bilan environnemental général des infrastructures : sauvegarde d'espèces en déclin, contribution à la reconstitution de la trame verte, soutien au service de pollinisation. Dans son rapport d'évaluation sur les pollinisateurs, la pollinisation et la production alimentaire (2016), mettre à profit les dépendances vertes des infrastructures de transport terrestre est d'ailleurs indiqué par l'IPBES comme un des leviers d'action immédiatement disponibles pour améliorer les conditions actuelles des pollinisateurs et maintenir le service de pollinisation.

Bourdon des champs (*Bombus pascuorum*) sur fleur de chardon penché (*Carduus nutans*)



Crédit photo : Aurélie LACHAUD

Section 4.

Comment répondre aux besoins des abeilles sauvages dans les dépendances vertes routières

4.1. Principe directeur de l'action en faveur des abeilles sauvages dans l'espace des dépendances vertes routières

Agir en faveur des abeilles sauvages dans l'espace des dépendances vertes routières consiste à essayer de répondre à leurs besoins en termes de sites d'alimentation et de nidification, mais aussi à leur capacité de déplacement entre ces sites lorsqu'ils sont disjoints. Des recommandations permettant de répondre à ces trois nécessités sont formulées respectivement dans les sections 5, 6 et 7 du document.

L'objectif de ces recommandations est d'offrir, dans l'espace des dépendances vertes routières, des conditions répondant aux besoins des abeilles sauvages. Il ne s'agit pas d'intervenir directement sur les populations, mais simplement de donner la possibilité de s'exprimer aux facteurs environnementaux favorables à l'implantation et au développement des populations d'abeilles sauvages. Cette implantation et ce développement se feront spontanément, en fonction des espèces présentes dans l'environnement local et de la capacité de colonisation de ces espèces. L'esprit de l'ensemble des recommandations présentées dans ce document est de fournir au patrimoine écologique local la possibilité de s'exprimer et de se développer spontanément en instaurant les conditions initiales les plus propices possibles et en limitant l'intervention humaine au strict nécessaire. Par rapport à des situations préexistantes, cette intervention pourra consister simplement à rétablir des conditions favorables là où des aménagements ou des pratiques inappropriés les avaient fait disparaître.

Ces recommandations sont basées sur la connaissance de l'écologie des abeilles sauvages, sur les savoirs préexistants quant aux mesures favorables aux abeilles sauvages et sur des observations faites dans l'environnement routier. Elles prennent en compte les caractéristiques et contraintes propres à cet environnement particulier. Elles portent sur les dépendances vertes d'infrastructures préexistantes mais aussi sur celles de futures infrastructures. Le réseau routier national est vaste (plus de 1 million de km) et dense (près de 2 mètres par km²), et bien que son extension soit appelée à être marginale dorénavant, nous devons néanmoins envisager dans ce document les phases de construction de sections nouvelles (cette éventualité concerne aussi les opérations d'élargissement de sections préexistantes).

4.2. Principe de l'action en faveur des ressources alimentaires

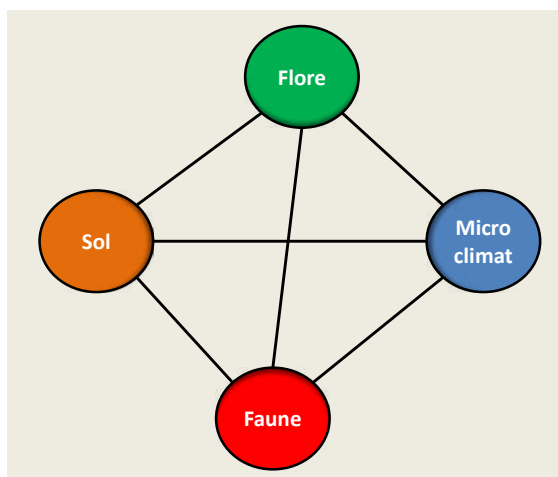
En chaque endroit, les caractéristiques locales du sol et du climat déterminent la possibilité pour les espèces végétales de s'installer spontanément et de s'y maintenir durablement. La végétation présente naturellement en un lieu donné est donc la résultante de l'expression des facteurs édaphiques et climatiques locaux. L'aire de répartition naturelle des végétaux est dictée par ces facteurs dits *abiotiques*.

Comme les végétaux, les animaux sont influencés dans leur répartition géographique par les facteurs abiotiques. Mais ils le sont aussi plus ou moins, en fonction de leur régime alimentaire, par la présence d'espèces végétales dont ils dépendent plus ou moins directement : herbivores plus ou moins spécialisés, carnivores plus ou moins spécialisés sur la prédation de certains herbivores.

Compte tenu de leur régime alimentaire, les différentes espèces d'abeilles sauvages sont directement dépendantes de la présence d'une plus ou moins grande diversité d'espèces végétales, dont la présence durable est dictée par les facteurs abiotiques locaux (sol et microclimat). Il existe donc un ensemble de liens incontournables entre les facteurs abiotiques locaux, les espèces végétales locales et les espèces d'abeilles pouvant être présentes en un endroit donné (Figure 4.1).

Permettre l'implantation d'abeilles sauvages en un lieu donné consiste donc à viser uniquement (ce nombre peut être élevé) les espèces adaptées aux facteurs abiotiques locaux (espèces préexistant localement mais dont les populations ont été décimées), en leur fournissant les ressources alimentaires auxquelles elles sont naturellement liées. Il ne s'agit donc pas d'implanter des espèces végétales ornementales et/ou exotiques (cf. Encart E2). L'action sur la ressource alimentaire (fourniture de pollen

Figure 4.1
Tétraèdre des liens Microclimat – Sol – Flore – Faune



E1

E2

E3

E4

E5

E6

E7

E8

E9

E10

Les jachères fleuries

Les *jachères fleuries* sont proposées depuis les années 1990 pour offrir sur des espaces non cultivés, des fleurs propices aux insectes floricoles. Les mélanges grainiers proposés par les fournisseurs de semences ont aussi une visée esthétique qui participe à leur popularité (mélanges de fleurs grandes et colorées).

Ces mélanges sont largement composés d'espèces ornementales qui en majorité ne sont pas indigènes (originaires d'Afrique, Amérique du sud, centrale et du nord), telles que le lin rouge (*Linum grandiflorum*), le tournesol (*Helianthus annuus*), le pavot de Californie (*Eschscholzia californica*), la gaillarde (*Gaillardia aristata*), le zinnia (*Zinnia elegans*) ou les cosmos (*Cosmos bipinnatus*, *Cosmos sulphureus*).

L'intention des utilisateurs de ces mélanges de nourrir les insectes est louable et traduit une sensibilisation à la situation actuelle des pollinisateurs. Certaines espèces des mélanges peuvent effectivement fournir des ressources alimentaires à certaines espèces d'abeilles, en particulier des espèces polylectiques. Mais cela n'est vrai généralement que pendant une courte période de l'année. Or des espèces comme les bourdons par exemple, ont besoin d'approvisionner leur nid du printemps à l'automne. Par ailleurs, ces jachères fleuries ne conviennent pas aux nombreuses espèces oligolectiques qui sont fortement associées à la flore locale et ne peuvent subvenir à leurs besoins sur des plantes ornementales et/ou exotiques.

Jachère fleurie à forte proportion de *Cosmos bipinnatus*



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Des initiatives existent pour développer des jachères fleuries uniquement à partir de semences issues d'espèces locales, pour l'instant essentiellement en Belgique et en Suisse. Outre l'intérêt direct pour l'alimentation des populations locales d'abeilles sauvages, ces mélanges locaux permettent aussi de prévenir le risque soulevé par les botanistes, de dispersion d'espèces non indigènes dans l'environnement et les risques d'hybridation avec la flore locale (ex. : espèces naturelles sélectionnées pour devenir ornementales, telles que le bleuet). En l'absence de mélanges grainiers locaux prêts à l'emploi comme en Belgique ou en Suisse (plusieurs dizaines d'espèces proposées), de manière artisanale, la technique dite de *l'herbe à semence* ou *fleur de foin* (cf. Section 5.1.2) participe du même principe et peut être mise en œuvre dans les dépendances vertes.

et nectar) consiste donc simplement à favoriser le maintien ou le retour, d'espèces végétales nourricières indigènes (qui par nature sont adaptées aux facteurs abiotiques locaux). Ces espèces sont présentes dans l'environnement local mais les pratiques courantes d'entretien et de construction ne favorisent pas leur développement ou leur multiplication. Ceci concerne les plantes des strates herbacée, arbustive et arborée. Des espèces de chacune de ces strates peuvent fournir des fleurs nourricières pour les abeilles sauvages.

4.3. Principe de l'action en faveur des sites de nidification

En vertu des liens incontournables (Figure 4.1) entre les espèces (végétales et animales) spontanément présentes dans un écosystème et les facteurs abiotiques, toute action en faveur des sites de nidification ne peut être envisagée durablement qu'à partir de substrats autochtones, c'est-à-dire eux-mêmes liés au site considéré. En vertu des liens précités, ces substrats correspondent de fait naturellement (au sens littéral) aux besoins et capacités des espèces d'abeilles sauvages de l'écosystème local. En vertu de ces mêmes liens, les substrats végétaux et minéraux locaux correspondent aussi aux facteurs abiotiques locaux : les végétaux supports sont adaptés au sol et au climat, les supports minéraux sont dans un état d'équilibre avec les facteurs climatiques locaux (ex. : facteurs d'altération et d'érosion).

En outre, l'emploi de substrats autochtones plutôt qu'artificiels (*cf.* Encart E3) présente plusieurs avantages pratiques pour le gestionnaire de la dépendance verte : ressource disponible sur place, coût d'obtention et de mise en place nul ou très faible, harmonie paysagère des substrats avec l'ensemble de l'environnement local.

E1

E2

E3

E4

E5

E6

E7

E8

E9

E10

Les hôtels à abeilles

Les *hôtels à abeilles* sont des structures construites spécifiquement pour permettre la nidification de diverses espèces en fonction des substrats qui y sont rassemblés. Le bâti de ces structures et les niches dans lesquelles sont installés les différents substrats sont réalisés avec des matériaux élaborés (planches, chevrons, liteaux, couverture du toit contre les eaux de pluie). Les substrats installés dans les niches sont de divers types, des plus naturels aux plus élaborés : petits fagots de tiges creuses de diverses espèces végétales, bûches forées de trous de divers diamètres, débris de bois et d'écorces, pommes de pin, coquilles d'escargots, moellons, briques creuses, pots en terre cuite, tuiles, tuyaux divers. La variété des substrats rassemblés offre une possibilité de nidification immédiate à diverses espèces d'abeilles cavicoles. Cependant, généralement, le nombre d'espèces d'abeilles tirant profit de l'installation de telles structures s'avère relativement faible par rapport à l'ensemble des espèces présentes dans l'endroit concerné.

De telles structures peuvent néanmoins trouver une utilité réelle dans des endroits où l'espace disponible pour des sites de nidification naturels (ex. : zones de sol nu, massifs de ronces ou de plantes herbacées favorables) est restreint. Ceci est typiquement le cas en milieu urbain, où ces hôtels peuvent être installés dans des jardins publics. Ces structures présentent aussi l'intérêt de contribuer à la sensibilisation du public à l'existence-même et à la diversité des abeilles sauvages, de le sensibiliser à la raréfaction de leurs habitats, et éventuellement d'inciter à des initiatives individuelles ou collectives en faveur des abeilles (ex. : maintien ou création de substrats favorables dans des jardins privés ou dans des espaces verts d'entreprises).

Hôtel à abeilles installé en milieu urbain



Crédit photo : Arnaud LE NEVÉ

L'implantation d'hôtels à abeilles dans le contexte très différent des dépendances vertes routières (disponibilité en espace et substrats autochtones, absence de fréquentation le long des sections courantes) n'aurait aucunement cette pertinence et constituerait une dépense inutile (de l'ordre de 2 500 € par hôtel selon une estimation du programme Urbanbees en 2012). Dans le contexte routier, leur installation pourrait uniquement avoir une utilité dans des aires de repos, à l'appui d'une action de sensibilisation et d'information des usagers sur des mesures plus générales mises en œuvre pour les abeilles sauvages dans les dépendances vertes des sections courantes.



**Partie III.
Recommandations
opérationnelles pour la gestion
des dépendances vertes routières**

Page précédente

Diversité floristique d'un remblai routier

Crédit photo : Violette LE FÉON

Section 5.

Ressources alimentaires

5.1. Alimentation grâce aux plantes herbacées

5.1.1. Plantes herbacées utiles à l'alimentation

Une liste de plantes herbacées présentant un intérêt pour l'alimentation des abeilles sauvages, au printemps, en été ou à l'automne, est fournie dans le tableau 5.1. Cette liste ne porte pas sur l'ensemble de la France mais correspond à des espèces végétales naturellement présentes dans la zone biogéographique atlantique. Elle est indicative et ne prétend pas être exhaustive. Le gestionnaire de la dépendance verte pourra s'y référer pour observer leur présence et favoriser leur maintien et leur développement. Les informations relatives aux espèces végétales indiquées dans ce tableau (nom commun, nom scientifique, période de floraison) sont issues de la base de données Tela Botanica¹, complétées dans certains cas (indiqués par le symbole ‡) d'informations sur les périodes de floraisons issues de la base de données Flore et Végétation de France².

Certaines espèces (ex. : bec-de-grue à feuilles de ciguë, lierre terrestre, primevère officinale, véronique des champs, véronique de Perse, ficaire, etc.) offrent une ressource alimentaire précoce. D'autres présentent un intérêt particulier en fin de saison (ex. : carotte sauvage, liseron des champs, luzerne lupuline, trèfle blanc, épilobe à feuilles étroites, linaira commune, etc.).

Figure 5.1

Lierre terrestre (*Glechoma hederacea*), ressource alimentaire précoce



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

1. <http://www.tela-botanica.org/>

2. <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>

Tableau 5.1

Exemples de plantes herbacées utiles à l'alimentation des abeilles sauvages

Familles :		Mois de floraison											
Nom commun	Nom scientifique	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		
Apiacées :													
Angélique des bois	<i>Angelica sylvestris</i> L.						*	*	*				
Berce commune/Grande B.	<i>Heracleum sphondylium</i> L.					*	*	*	*				
Carotte/C. sauvage	<i>Daucus carota</i> L.					*	*	*	*	*	*	*	*
Cerfeuil des bois/C. sauvage	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.				*	*	*						
Fenouil	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.							*	*	*	*	*	*
Panais cultivé	<i>Pastinaca sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i> ‡							*	*				
Astéracées :													
Achillée millefeuille	<i>Achillea millefolium</i> L.					*	*	*	*				
Centaurée des prés	<i>Centaurea decipiens</i> subsp. <i>thuillieri</i> (Dostál) B. Bock					*	*	*	*				
Chardon à capitules denses	<i>Carduus pycnocephalus</i> L.				*	*							
Chardon à capitules grêles	<i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis				*	*							
Chardon penché	<i>Carduus nutans</i> L.							*	*	*			
Cirse des champs/Chardon des c.	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.							*	*	*			
Chardon lancéolé	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.							*	*	*	*	*	*
Chicorée amère/C. sauvage	<i>Cichorium intybus</i> L.							*	*	*			
Crépeide à feuilles de pissenlit	<i>Crepis vesicaria</i> subsp. <i>taraxacifolia</i> (Thuill.) Thell.					*	*						
Crépeide à tiges capillaires	<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.					*	*	*	*	*			
Crépeide bisannuelle/C. des prés	<i>Crepis biennis</i> L.				*	*	*						
Liondent d'automne	<i>Scorzoneroides autumnalis</i> (L.) Moench							*	*	*	*	*	*
Liondent des rochers	<i>Leontodon saxatilis</i> Lam.					*	*	*					
Marguerite/M. commune	<i>Leucanthemum vulgare</i> (Vaill.) Lam.					*	*	*	*				
Petite Pimprenelle	<i>Poterium sanguisorba</i> L. subsp. <i>sanguisorba</i> ‡					*	*	*	*	*	*	*	*
Picride fausse épervière	<i>Picris hieracoides</i> L.							*	*	*	*	*	*
Piloselle	<i>Pilosella officinarum</i> Vaill.					*	*	*	*	*	*	*	*
Pissenlit	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Porcelle enracinée	<i>Hypochaeris radicata</i> L.				*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pulicaire dysentérique	<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.							*	*	*	*	*	*
Tanaisie commune	<i>Tanacetum vulgare</i> L.							*	*	*	*	*	*
Boraginacées :													
Vipérine commune	<i>Echium vulgare</i> L.				*	*	*	*					
Brassicacées :													
Cardamine des prés	<i>Cardamine pratensis</i> L.		*	*	*								
Chou giroflée/Moutarde giroflée	<i>Coincya monensis</i> subsp. <i>cheiranthos</i> (Vill.) Aedo, Leadlay & Muñoz Garm.					*	*	*	*	*	*	*	*
Moutarde des champs	<i>Sinapis arvensis</i> L.				*	*	*	*	*	*	*	*	*
Moutarde noire	<i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J.Koch					*	*	*	*	*	*	*	*
Navet potager/Rave	<i>Brassica rapa</i> L.				*	*	*						
Radis ravenelle/R. sauvage	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.				*	*	*						

Partie III : Recommandations opérationnelles

Familles :		Mois de floraison											
Nom commun	Nom scientifique	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		
Caprifoliacées :													
Cabaret des oiseaux/Cardère sauvage	<i>Dipsacus fullonum</i> L.						*	*	*				
Knautie des champs/Scabieuse des champs	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.					*	*	*					
Mors-du-Diable/Succise des prés	<i>Succisa pratensis</i> Moench					*	*	*	*	*			
Scabieuse colombaire	<i>Scabiosa columbaria</i> L.					*	*	*	*	*	*		
Caryophyllacées :													
Compagnon blanc/Silène blanc	<i>Silene latifolia</i> subsp. <i>Alba</i> (Mill.) Greuter & Burdet					*	*	*					
Compagnon rouge/Silène dioïque	<i>Silene dioica</i> (L.) Clairv. var. <i>dioica</i> ‡					*	*	*					
Silène commun/S. enflé	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke subsp. <i>vulgaris</i> ‡		*	*	*	*	*	*	*				
Silène fleur de coucou	<i>Lychnis flos-cuculi</i> L. subsp. <i>flos-cuculi</i> ‡		*	*	*	*							
Stellaire holostée	<i>Stellaria holostea</i> L.		*	*	*								
Convolvulacées :													
Liseron des champs	<i>Convolvulus arvensis</i> L.					*	*	*	*	*	*		
Liseron des haies/Grand L.	<i>Convolvulus sepium</i> L.						*	*	*	*			
Cucurbitacées :													
Bryone dioïque	<i>Bryonia cretica</i> subsp. <i>dioica</i> (Jacq.) Tutin					*	*	*	*				
Fabacées :													
Gesse des prés	<i>Lathyrus pratensis</i> L.					*	*	*	*				
Lotier commun/L. corniculé	<i>Lotus corniculatus</i> L.					*	*	*	*	*			
Lotier des fanges	<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.					*	*	*	*	*			
Luzerne cultivée	<i>Medicago sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i> ‡					*	*	*	*	*			
Luzerne lupuline	<i>Medicago lupulina</i> L.		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Mélicot blanc	<i>Trigonella alba</i> (Medik.) Coulot & Rabaute					*	*	*	*	*			
Mélicot jaune/M. officinal	<i>Trigonella officinalis</i> (L.) Coulot & Rabaute					*	*	*	*	*			
Sainfoin	<i>Onobrychis viciifolia</i> subsp. <i>viciifolia</i>					*	*	*	*	*			
Trèfle blanc	<i>Trifolium repens</i> L.					*	*	*	*	*	*	*	
Trèfle commun	<i>Trifolium pratense</i> L.					*	*	*	*	*	*		
Vesce commune/V. cultivée	<i>Vicia sativa</i> L.					*	*	*					
Vesce à épis/Jarosse	<i>Vicia cracca</i> L.					*	*	*					
Vesce des haies	<i>Vicia sepium</i> L.					*	*	*	*	*			
Géraniacées :													
Bec-de-grue à feuilles de ciguë	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ‡	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Géranium à feuilles molles/G. mou	<i>Geranium molle</i> L.	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Géranium à feuilles rondes	<i>Geranium rotundifolium</i> L.	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Hypericacées :													
Millepertuis commun/M. perforé	<i>Hypericum perforatum</i> L.					*	*	*	*				

Abeilles sauvages et dépendances vertes routières

Familles :		Mois de floraison											
Nom commun	Nom scientifique	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		
Lamiacées :													
Bétoine officinale/Epiaire o.	<i>Betonica officinalis</i> L. ‡					*	*	*	*				
Brunelle commune	<i>Prunella vulgaris</i> L. ‡					*	*	*	*				
Bugle rampante	<i>Ajuga reptans</i> L.		*	*	*	*							
Calament clinopode	<i>Clinopodium vulgare</i> L.							*	*	*			
Germandrée scorodaine/Sauge des bois	<i>Teucrium scorodonia</i> L.					*	*	*	*				
Gléchome/Lierre terrestre	<i>Glechoma hederacea</i> L.	*	*	*									
Lamier pourpre	<i>Lamium purpureum</i> L.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Marjolaine sauvage/Origan	<i>Origanum vulgare</i> L.					*	*	*	*				
Sauge commune/S. des prés	<i>Salvia pratensis</i> L. subsp. <i>pratensis</i> ‡					*	*	*					
Menthe à feuilles rondes	<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh. ‡					*	*	*	*				
Lythracées :													
Salicaire commune	<i>Lythrum salicaria</i> L.					*	*	*	*				
Malvacées :													
Grande Mauve	<i>Malva sylvestris</i> L.					*	*	*	*				
Mauve musquée	<i>Malva moschata</i> L.					*	*	*	*				
Onagracées :													
Epilobe à feuilles étroites	<i>Epilobium angustifolium</i> L.					*	*	*	*			*	
Epilobe à feuilles lancéolées	<i>Epilobium lanceolatum</i> Sebast. & Mauri					*	*	*	*				
Epilobe à grandes fleurs	<i>Epilobium hirsutum</i> L.					*	*	*	*				
Epilobe à petites fleurs	<i>Epilobium parviflorum</i> Scherb.					*	*	*	*				
Epilobe des marais	<i>Epilobium palustre</i> L.					*	*	*	*				
Epilobe à quatre angles	<i>Epilobium tetragonum</i> L.					*	*	*	*				
Orobanchacées													
Mélampyre des prés	<i>Melampyrum pratense</i> L.					*	*	*					
Eupraise de printemps/E. rouge	<i>Odontites vernus</i> (Bellardi) Dumort.					*	*	*					
Papaveracées :													
Coquelicot	<i>Papaver rhoeas</i> L.					*	*	*					
Fumeterre des murailles	<i>Fumaria muralis</i> subsp. <i>muralis</i>					*	*	*	*				
Plantaginacées :													
Digitale pourpre/Grande D.	<i>Digitalis purpurea</i> L.					*	*	*	*	*			
Linaire commune	<i>Linaria vulgaris</i> Mill.					*	*	*	*	*	*		
Linaire élatine	<i>Kickxia elatine</i> (L.) Dumort.					*	*	*	*	*	*	*	
Véronique des champs	<i>Veronica arvensis</i> L.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Véronique commune/V. de Perse	<i>Veronica persica</i> Poir.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Primulacées :													
Mouron des champs/M. rouge	<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) U.Manns & Anderb.					*	*	*	*	*	*	*	*
Grande Lysimaque/L. commune	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.					*	*	*					
Primevère officinale	<i>Primula veris</i> L. var. <i>veris</i> ‡	*	*	*									

Familles :		Mois de floraison											
Nom commun	Nom scientifique	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		
Renonculacées :													
Renoncule âcre	<i>Ranunculus acris</i> L.				*	*	*	*	*				
Renoncule bulbeuse	<i>Ranunculus bulbosus</i> L.			*	*	*	*						
Ficaire/Renoncule ficaire	<i>Ficaria verna</i> Huds. ‡	*	*	*									
Renoncule rampante	<i>Ranunculus repens</i> L.				*	*	*	*	*				
Rosacées :													
Petite Pimprenelle/Petite Sanguisorbe	<i>Poterium sanguisorba</i> L. ‡				*	*	*	*	*				
Rubiacées :													
Caille-lait jaune/Gaillet jaune	<i>Galium verum</i> L.					*	*	*	*				
Garance sauvage/G. voyageuse	<i>Rubia peregrina</i> L.				*	*	*	*					
Scrophulariacées :													
Molène Bouillon blanc	<i>Verbascum thapsus</i> L.					*	*	*	*	*	*	*	*
Solanacées :													
Douce-amère/Morelle douce-amère	<i>Solanum dulcamara</i> L.					*	*	*	*				

Figure 5.2

Piloselle (*Pilosella officinarum*), espèce laissant du sol nu entre les plants



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Figure 5.3

Silène fleur de coucou (*Lychnis flos-cuculi*), ressource alimentaire appréciée des bourdons



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Figure 5.4

Luzerne lupuline (*Medicago lupulina*), espèce rase à petites fleurs abondantes



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

5.1.2. Obtention de plantes herbacées utiles à l'alimentation dans les dépendances vertes

Lors des travaux de terrassement nécessaires à la construction d'une infrastructure routière, le sol est profondément remanié. Sa couche superficielle, appelée *terre végétale*, est collectée au début des travaux de terrassement sur une épaisseur pouvant aller jusqu'à 40 cm (opération de décapage). Elle est conservée afin d'être répandue en surface sitôt les terrassements achevés, pour servir à l'engazonnement (le terme consacré est *végétalisation*) des remblais, déblais et aménagements paysagers. La végétalisation est réalisée à partir de mélanges de graines (cf. Encart E4) destinés à stabiliser rapidement les sols (développement racinaire) et à les protéger des précipitations (développement foliaire).

Il arrive, notamment à l'endroit des passages en déblai, que le substratum géologique soit atteint par les travaux de terrassement. Dans ce cas, la végétalisation n'est pas nécessaire et la roche reste à nu. Seule une végétation spontanée vient s'y installer progressivement, à la faveur d'irrégularités de la pente, de fissures ou de la porosité de la roche. Il en est de même en cas de remblais et déblais construits avec des blocs de matériau rocheux (de un à plusieurs décimètres de diamètre) non recouverts. Les espaces laissés vides entre blocs et l'absence de fraction fine ne permettent pas l'implantation d'une couverture herbacée. Ces enrochements seront lentement colonisés par des végétaux capables de s'implanter dans des substrats à forte macroporosité (arbrisseaux, arbustes, arbres).

E1

E2

E3

E4

E5

E6

E7

E8

E9

E10

Les mélanges grainiers géotechniques et paysagers

L'ensemencement en mélanges grainiers est réalisé afin de stabiliser et protéger au plus vite les sols terrassés. Le verdissement permis par cette végétalisation participe aussi à l'esthétique du paysage (auto)routier. Le recouvrement rapide du sol est aussi recherché afin de réduire les possibilités de colonisation par des végétaux invasifs.

Ces mélanges sont composés d'un nombre réduit d'espèces (< 15). La composition des mélanges peut être choisie (mélanges standards) en fonction de la pente des sols (remblais/déblais vs. zones planes), du piétinement ou non par le public (ex. : aires de repos), ainsi que selon le caractère humide ou sec du sol. Ces mélanges sont toutefois composés majoritairement (75 %) de graminées telles que ray-grass (*Lolium perenne*), fétuque rouge (*Festuca rubra*), fétuque élevée (*Schedonorus arundinaceus*), dactyle (*Dactylis glomerata*). Parmi les dicotylédones (25 %), près de la moitié sont des Fabacées (*Trifolium repens*, *Trifolium pratense*). La densité de semis utilisée varie de 150 à 300 kg/ha. L'ensemencement est réalisé de manière hydraulique, associé à un apport d'engrais et amendements.

Dépendance verte fortement dominée par les graminées



Crédit photo : Violette LE FÉON

Les mélanges grainiers usuels, pauvres en dicotylédones, sont donc peu favorables à l'alimentation des insectes pollinisateurs. À moyen et long termes, le fauchage peut être utilisé pour faire évoluer le peuplement herbacé des dépendances vertes vers une plus grande proportion de dicotylédones si la fauche est exportée de façon à empêcher le retour au sol de l'azote qu'elle contient. L'appauvrissement progressif du sol en azote le rendra moins favorable aux graminées nitrophiles, facilitant l'installation spontanée de dicotylédones à partir de l'environnement local.

En cas de passage du tracé routier dans des couches sableuses, les sables extraits par les travaux de terrassement sont souvent déposés à proximité sous forme de merlons à vocation paysagère et acoustique. La pente de ces ouvrages est réglée de façon à prévenir leur érosion. Ils peuvent aussi présenter des surfaces planes au sommet. Ils offrent en l'état un support pauvre idéal pour l'établissement spontané (ou des plantations) d'une végétation de pelouse sèche ou de lande sèche (ajonc nain, ajonc de Le Gall, bruyère cendrée, bruyère ciliée, callune), habitats propices à de nombreuses espèces d'abeilles (cf. Section 6.1.2).

Figure 5.5

Bruyère cendrée (*Erica cinerea*)



Crédit photo : Aurélie LACHAUD

5.1.2.1. *En phase de construction*

Lors de la construction d'une nouvelle section d'infrastructure routière, pour les surfaces de l'emprise routière sur lesquelles une couche de sol nu a été créée par les travaux de terrassement, trois types d'actions propices à une végétation favorable aux abeilles sauvages peuvent être envisagés.

☼ Sur la surface définie pour fournir la ressource alimentaire en plantes herbacées (cf. Section 7), la solution la plus simple consiste à ne pas réaliser le semis du mélange grainier et à laisser s'exprimer la banque de graines contenue dans la terre végétale (notamment des graines de dicotylédones). La terre végétale restera non recouverte plus longtemps que si elle avait été ensemencée et offrira ainsi la possibilité à des graines de l'environnement local de s'y implanter aussi (pluie de graines). L'arrivée d'éventuelles plantes invasives sera contrôlée régulièrement jusqu'à ce que l'ensemble du sol soit recouvert et les espèces indésirables seront arrachées.

☼ Une deuxième technique (appelée *herbe à semence* ou *fleur de foin*) consiste à maximiser l'expression du potentiel de la banque de graines locale. Des végétaux en graines sont fauchés dans l'environnement local (y compris sur le site avant travaux) aux différentes saisons. Le foin est conservé jusqu'à la fin des travaux et répandu sur la terre végétale. La surface définie pour fournir la ressource alimentaire, reçoit de cette façon un apport massif de graines locales. Le sol est ainsi beaucoup plus rapidement recouvert qu'avec la technique précédente. Cette technique mise en œuvre en Suisse a abouti à un peuplement végétal riche en plantes entomophiles.

✿ La troisième technique, appelée *semis de transition*, a été envisagée plus récemment dans des pays voisins (Belgique, Angleterre, République Tchèque). Elle consiste à semer un mélange grainier ayant la même vocation de stabilisation, protection et verdissement immédiat des terrassements que les mélanges classiques, mais présentant la capacité d'évoluer de lui-même vers une flore riche en dicotylédones locales par implantation spontanée. La technique consiste à introduire dans la composition du mélange grainier usuel, une proportion de graines de plantes hémiparasites des graminées. Ces dernières vont se développer en prélevant la sève des graminées, faisant disparaître leur hôte au fil des années et libérant ainsi l'espace pour l'implantation spontanée de dicotylédones de l'environnement local, qui elles sont indifférentes à ces hémiparasites. La plante hémiparasite étant entièrement dépendante de son hôte, elle disparaît aussi de l'environnement local lorsqu'il n'y subsiste plus d'hôtes adaptés. Des hémiparasites des graminées existent dans l'environnement naturel (espèces de la famille des Orobanchacées : ex. : euphrase dressée (*Euphrasia stricta*), petit rhinante (*Rhinanthus minor* – Figure 5.6). En outre, ces espèces sont aussi des ressources alimentaires pour les abeilles (Figure 1.13).

Figure 5.6

Développement de petit rhinante (*Rhinanthus minor*) dans une prairie



Crédit photo : Guillaume LEMOINE

5.1.2.2. Pour les infrastructures préexistantes

Dans le cadre d'une infrastructure préexistante, les dépendances vertes sont peuplées majoritairement de graminées issues du mélange grainier initial (cf. Encart E4) et de l'effet des pratiques de « fauchage » usuelles. Les opérations usuelles de « fauchage » sont réalisées au moyen de gyrobroyeurs qui fragmentent les plantes sans les ramasser.

Ces fragments sont laissés définitivement au sol. Cette pratique s'apparente en fait à la technique du *mulching* qui restitue au sol l'ensemble de la matière organique et des nutriments des végétaux. Aujourd'hui, de nombreux documents techniques et scientifiques traitant du « fauchage » dans les dépendances vertes routières parlent en fait de *mulching*. Or, au sens strict, le fauchage est une action qui n'est pas destinée à laisser les produits de coupe se décomposer sur place mais bien à les ramasser, typiquement pour faire du foin (cf. Encart E6). Mais aujourd'hui les finalités peuvent être diverses. Dans ce document, le terme de *fauchage* est employé au sens strict : action de couper l'herbe de façon à l'exporter. Les implications pratiques de la mise en œuvre du fauchage et les solutions pour y répondre sont abordées dans la section 7.

E1

E2

E3

E4

E5

E6

E7

E8

E9

E10

Types biologiques des herbacées des dépendances vertes routières

Les graminées qui occupent les dépendances vertes routières sont pour la plupart des plantes vivaces (ray-grass, féтуque, pâturin, dactyle, etc.). Elles demeurent visibles toute l'année et leurs nombreuses feuilles recouvrent le sol en hiver. Ceci n'est pas le cas de la plupart des dicotylédones qui sont majoritairement des plantes annuelles ou bisannuelles, qui passent la période hivernale dans le sol, pour les thérophytes sous forme de graines (ex. : bleuets (*Centaurea cyanus*), carotte sauvage, chicorée sauvage, coquelicot), et pour les géophytes, sous forme de bulbes (ex. : renoncule bulbeuse), de rhizomes (ex. : grande lysimaque, salicaire commune) ou de tubercules (ex. : radis ravenelle, renoncule ficaire). Parmi les dicotylédones, on trouve aussi des hémicryptophytes, plantes bisannuelles qui passent l'hiver sous forme de rosette (ensemble de feuilles disposées en cercle à la base de la tige résiduelle, ex. : achillée millefeuille, brunelle commune, compagnon blanc, fenouil, lotier commun, luzerne lupuline, mauve musquée, molène Bouillon blanc, panais cultivé, porcelle enracinée, primevère officinale, pissenlit, marguerite, silène commun, vipérine commune).

Dépendance verte présentant une flore spontanée diversifiée



Crédit photo : Violette LE FÉON

Dans ces conditions, développer des ressources alimentaires pour les abeilles sauvages à partir d'une dépendance verte préexistante peut être envisagé de trois façons.

✿ L'une d'elles consiste, sur la surface définie pour fournir la ressource alimentaire par les herbacées, à retourner le sol en place (labour et travail du sol), pour y appliquer la technique de l'herbe à semence ou bien celle permettant l'expression progressive de la banque de graines du sol et de l'environnement local (notamment la pluie de graines provenant des plantes de la trame verte avoisinante).

✿ Une autre approche consiste à favoriser le retour progressif d'une végétation plus riche en dicotylédones grâce à un recours plus adapté au fauchage, en termes de fréquence et de moment des opérations, de hauteur de coupe, ainsi que de retrait des produits de fauchage (fauche) de la surface définie pour fournir la ressource alimentaire (Section 5.1.3).

✿ La troisième méthode (de même nature que le semis de transition) consisterait à semer dans la végétation préexistante, des graines de plantes hémiparasites des graminées puis à laisser se développer l'installation spontanée de dicotylédones de l'environnement local dans les espaces laissés libres par la disparition progressive des graminées.

5.1.3. Maintien des plantes herbacées utiles à l'alimentation

5.1.3.1. Principes directeurs

Seul un recours adéquat à la pratique du fauchage permettra de maintenir durablement la ressource alimentaire grâce aux plantes herbacées.

Le principe fondamental qui devra être suivi par le gestionnaire en matière de fauchage sera en premier lieu de ne pas priver, par des opérations de fauchage intempestives (périodes d'intervention) et/ou trop radicales (surfaces fauchées), les abeilles sauvages des ressources florales (plantes en fleurs) dont elles ont besoin en termes de diversité et d'abondance.

Afin de répondre de façon optimale aux besoins de toutes les espèces d'abeilles susceptibles de se succéder sur le site, il s'agira de ne pas provoquer de rupture dans la séquence des périodes de floraison offerte par l'ensemble des plantes présentes (Tableau 5.1). En outre, permettre à un maximum d'espèces d'atteindre leur stade de floraison favorisera le maintien de la diversité floristique du site et, grâce à la capacité de dispersion des graines, l'implantation spontanée de ces espèces dans des sites voisins (cf. Section 7).

Le second principe directeur de la pratique du fauchage sera de favoriser le développement des dicotylédones par rapport aux graminées. En effet, la généralisation de l'ensemencement initial des dépendances vertes par les mélanges grainiers usuels et les pratiques actuelles de « fauchage » (Section 5.1.2), conduisent à la prédominance des graminées, plantes n'offrant pas de ressource alimentaire aux abeilles sauvages.

Par conséquent, lors de toute opération de fauchage, les résidus de coupe devront être exportés. En effet, laissés sur place, ces résidus constituent un stock d'azote qui

fertilise constamment le sol, le rendant défavorable aux végétaux qui ont des besoins modestes en nutriments, et favorable à ceux qui sont adaptés à une grande quantité de nutriments, tels que les graminées nitrophiles (ex. : brome, dactyle, houlque, ray-grass). L'exportation régulière des résidus de fauchage hors de la surface définie pour fournir la ressource alimentaire par les herbacées, permet d'épuiser peu à peu le stock d'azote du sol, donc le développement des graminées, et offre ainsi des possibilités de colonisation par les dicotylédones.

5.1.3.2. *Les moments pour faucher*

Le fauchage tardif vise à permettre à toutes les espèces herbacées d'atteindre leur stade de floraison, donc d'une part de servir de ressource alimentaire aux pollinisateurs sauvages quelle que soit leur période de floraison, et d'autre part de produire des graines pour maintenir la diversité floristique du site la saison suivante. En vertu de ce double avantage, cette pratique d'entretien des dépendances vertes est relativement répandue aujourd'hui. Ce fauchage d'automne sera donc réalisé après la floraison des espèces les plus tardives du site. La coupe sera réglée au plus bas (10 cm) de façon à anticiper le plus possible la reprise du développement des graminées au printemps suivant.

Il se peut que les graminées se présentent au début du printemps avec une taille relativement importante (suite à un hiver doux, à un démarrage printanier rapide, ou bien à l'absence de fauchage l'automne précédent). Les dicotylédones les plus précoces, dont certaines de petite taille (ex. : pissenlit, luzerne lupuline, géranium à feuilles molles, lierre terrestre, primevère officinale, renoncule bulbeuse – Tableau 5.1) risquent alors de se trouver enfouies sous la masse des graminées en plein développement. Un fauchage de printemps, réalisé avant le démarrage du développement végétatif des dicotylédones les plus précoces peut être le moyen de prévenir ce problème. La hauteur de coupe sera réglée à une faible hauteur (environ 10 cm). Dans le cas où les premières dicotylédones auraient déjà atteint cette taille, la hauteur de coupe sera relevée à 20 cm.

Un fauchage d'été (de début d'été) peut avoir un effet bénéfique sur la richesse spécifique du peuplement herbacé en améliorant l'efficacité de la pluie de graines provenant des milieux environnants. L'implantation de nouvelles espèces susceptibles d'accroître la diversité floristique offerte aux pollinisateurs est facilitée. Cette pratique peut typiquement être adoptée dans une phase de reconstitution d'habitat (cf. Section 7). En outre, il a été observé que ce fauchage pouvait donner lieu à un regain des dicotylédones coupées, permettant l'apparition de nouvelles fleurs, donc une prolongation de leurs périodes de floraison.

Une même surface ne devra normalement être fauchée qu'une fois dans l'année, et au maximum deux fois si un fauchage correctif de printemps s'impose (cf. ci-dessus). Afin de ne pas créer de lacune dans la séquence des périodes de floraison sur un site donné (cf. Principe fondamental), le fauchage ne sera jamais réalisé sur la totalité de la surface du site. La section 7 propose une solution pratique à cet impératif. Compte tenu de la variabilité des conditions météorologiques d'une année à l'autre, et des effets des fauchages antérieurs, dans la surface définie pour assurer la ressource alimentaire en plantes herbacées, les dates des opérations de fauchage ne peuvent pas être programmées précisément plusieurs mois à l'avance. Afin de décider de l'opportunité d'un fauchage, le gestionnaire devra observer régulièrement le développement des dicotylédones dans la dépendance verte.

E1

E2

E3

E4

E5

E6

E7

E8

E9

E10

Le modèle des prairies de fauche

Dans les dépendances vertes, les espaces couverts d'une végétation herbacée de grande taille présentent de fortes similitudes avec les prairies de fauche. Ce type d'habitat agropastoral est en régression aujourd'hui en France et en Europe pour diverses raisons. Cela peut être dû à sa transformation en pâture (avec apports d'intrants fertilisants, piétinement et évolution vers une végétation rase). Cela peut aussi être dû à sa mise en culture pour diverses productions – y compris sous forme de prairies temporaires (< 5 ans) fertilisées et semées d'espèces fourragères en nombre réduit (faible diversité spécifique). Enfin, cela peut être dû à son abandon pur et simple, conduisant progressivement à la reconstitution d'un milieu forestier.

La vocation d'une prairie de fauche est de produire du foin pour l'alimentation du bétail. Le transport du foin de la parcelle à l'étable ou la bergerie (plutôt que le pâturage), conduit à réduire (et à maintenir à un niveau bas) la teneur du sol en substances nutritives, favorisant l'apparition spontanée de dicotylédones dans le peuplement végétal de la prairie. La fertilisation du sol, qu'elle soit directe (apport d'engrais) ou indirecte (surpâturage), peut inverser le processus : les dicotylédones disparaissent au profit des graminées (cf. Opposition dicotylédones-graminées – Encart E1). Très fleuries, les prairies de fauche constituent un habitat pour de nombreux insectes pollinisateurs et leurs prédateurs. Plus la date de fauchage est tardive, plus la probabilité est grande pour l'ensemble des espèces végétales, d'atteindre le stade de fructification, de produire des graines, permettant de préserver cette diversité floristique l'année suivante.

Diversité floristique d'une prairie de fauche



Crédit photo : Arnaud LE NEVÉ

Dans le cadre des dépendances vertes routières, laisser les produits de coupe se décomposer sur place ne favorise pas l'appauvrissement du sol en nutriments et par conséquent empêche le développement des dicotylédones. De la même façon que dans le mode de gestion agricole des prairies de fauche (temps de séchage sur place de la fauche avant la réalisation des ballots de foin), l'exportation des produits de coupe peut être pratiquée quelques jours après le fauchage. Ce laps de temps permet à une partie de l'entomofaune de s'extraire de l'herbe fauchée et de ne pas être exportée avec elle.

5.2. Alimentation grâce aux arbrisseaux et arbustes

5.2.1. Arbrisseaux et arbustes utiles à l'alimentation

Une liste d'espèces d'arbrisseaux et arbustes présentant un intérêt pour l'alimentation des abeilles sauvages, au printemps, en été ou à l'automne, est fournie dans le tableau 5.2. Cette liste ne porte pas sur l'ensemble des espèces végétales présentes en France mais correspond à des plantes indigènes de la zone biogéographique atlantique. Elle est indicative et ne prétend pas être exhaustive. Le gestionnaire de la dépendance verte pourra s'y référer pour observer leur présence et favoriser leur maintien et leur développement. Les informations relatives aux espèces végétales indiquées dans ce tableau (nom commun, nom scientifique, période de floraison) sont issues de la base de données Tela Botanica.

Le noisetier et l'ajonc d'Europe offrent les premières ressources alimentaires de l'année. Le lierre grimpant, le lierre d'Irlande et l'ajonc de Le Gall, offrent quant à eux une ressource rare en fin de saison.

5.2.2. Obtention d'arbrisseaux et arbustes utiles à l'alimentation dans les dépendances vertes

Lors de la construction d'une nouvelle section d'infrastructure routière, des arbrisseaux et arbustes appartenant aux espèces nourricières des abeilles sauvages (Tableau 5.2) peuvent préexister dans le périmètre du chantier. En fonction de leur abondance initiale, la conservation de tout ou partie de ceux-ci est la première action à recommander pour assurer le maintien de cette forme de ressource alimentaire dans le périmètre environnant (*cf.* Section 7).

S'agissant des principales espèces végétales concernées par les travaux de défrichage/débroussaillage lors de la phase des travaux de construction, afin de pouvoir rapidement retrouver ce type de végétation dans les zones d'habitat à reconstituer, on pourra conserver des plants préexistants dans l'emprise pour les transplanter dans les dépendances vertes. Ces plantations pourront être réalisées directement dans les éventuelles zones non décapées (Section 5.1.2) comme il en existe parfois en bordure d'emprise. Dans les chantiers où toute la largeur d'emprise est décapée, si la ressource est trop rare dans l'environnement local pour envisager le prélèvement de plants dans la trame paysagère, les plants existants dans l'emprise pourront être installés en pépinière dans l'attente de la fin des travaux de terrassement (à l'instar des dépôts temporaires de terre végétale – Section 5.1.2). Dans le cas des chantiers les plus importants, pour lesquels les travaux sont réalisés par sections (quelques kilomètres de long) et décalés dans le temps pour s'adapter à la disponibilité du matériel de chantier, les végétaux pourront être transplantés directement d'une section en phase de défrichage à une section en fin de terrassement. Dans l'éventualité d'un recours à des plants extérieurs à l'emprise, on ne choisira que des espèces de l'écosystème local et des sujets de provenance locale.

Tableau 5.2

Exemples d'arbrisseaux et arbustes utiles à l'alimentation des abeilles sauvages

Familles :		Mois de floraison											
Nom commun	Nom scientifique	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		
Adoxacées :													
Lantane/Viome lantane	<i>Viburnum lantana</i> L.			*	*								
Obier/Viome aquatique	<i>Viburnum opulus</i> L.				*	*							
Grand Sureau/Sureau noir	<i>Sambucus nigra</i> L.					*							
Araliacées :													
Lierre d'Irlande	<i>Hedera hibernica</i> (Kirchn.) Bean										*	*	
Lierre grimpant	<i>Hedera helix</i> L.									*	*		
Bétulacées :													
Noisetier/Coudrier	<i>Corylus avellana</i> L.	*	*										
Caprifoliacées :													
Chèvrefeuille des bois	<i>Lonicera periclymenum</i> L.					*	*	*	*				
Célastracées :													
Fusain d'Europe	<i>Euonymus europaeus</i> L.			*	*								
Cornacées :													
Cornouiller sanguin	<i>Cornus sanguinea</i> L.					*	*						
Ericacées :													
Bruyère cendrée	<i>Erica cinerea</i> L.					*	*	*	*	*			
Bruyère ciliée	<i>Erica ciliaris</i> Loeff. ex L.					*	*	*	*	*			
Callune	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull					*	*	*	*	*			
Fabacées :													
Ajonc nain/Petit A.	<i>Ulex minor</i> Roth					*	*	*	*	*			
Ajonc d'Europe/Grand A.	<i>Ulex europaeus</i> L.	*	*	*	*	*							
Ajonc de Le Gall	<i>Ulex gallii</i> Planch.							*	*	*	*		
Genêt à balais	<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link				*	*	*	*					
Oléacées :													
Troène commun	<i>Ligustrum vulgare</i> L.				*	*							
Rhamnacées :													
Bourdaine	<i>Frangula alnus</i> Mill.		*	*	*	*							
Nerprun cathartique	<i>Rhamnus cathartica</i> L.			*	*								
Rosacées :													
Aubépine à un style	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.				*	*							
Églantier des chiens	<i>Rosa canina</i> L.			*	*	*							
Epine noire	<i>Prunus spinosa</i> L.		*										
Ronce commune/R. des bois/R. des haies	<i>Rubus fruticosus</i> L.					*							
Ronce à feuilles d'orme	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott				*	*	*						
Salicacées :													
Saule cendré/S. gris	<i>Salix cinerea</i> L.	*	*										
Saule marsault/S. des chèvres	<i>Salix caprea</i> L.	*	*										
Saule roux/S. à feuilles d'olivier	<i>Salix atrocinerea</i> Brot.	*	*										

Figure 5.7

Genêt à balais (*Cytisus scoparius*)



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Figure 5.8

Andrena nigroaenea sur une fleur de saule (*Salix* sp.)



Crédit photo : Arnaud LE NEVÉ

Les espèces végétales en question (Tableau 5.2) se caractérisent par une grande capacité d'implantation spontanée (notamment sur sol pauvre en matière organique et nutriments). Partant d'un sol nu, il est possible en l'espace de 4 à 5 ans d'obtenir des individus produisant des fleurs. Ces espèces ne sont pas, ou sont peu, prises en compte dans les opérations d'aménagement paysager des infrastructures. Pourtant, du fait de leur grande capacité d'implantation spontanée, elles participent de façon significative au fleurissement des dépendances vertes.

Il est donc recommandé de profiter de la capacité d'implantation spontanée de ces espèces pour entretenir le fonctionnement des zones d'habitat favorables aux abeilles sauvages, mais aussi pour créer de la connectivité longitudinale entre ces zones au sein des dépendances vertes. Ces implantations concerneront en premier lieu les sections courantes, mais pourraient aussi être envisagées dans des aires de repos ou de services.

5.2.3. Maintien des arbrisseaux et arbustes utiles à l'alimentation

Certaines de ces espèces (ajonc, genêt, ronce) se développent en massifs dont l'entretien consiste généralement en un débroussaillage radical (au ras du sol) qui a pour principal inconvénient vis-à-vis de la ressource alimentaire, de provoquer l'absence de floraison pendant plusieurs années. Dans le cadre d'une gestion plus favorable aux abeilles sauvages, en un lieu donné on procédera chaque année au débroussaillage de la fraction la plus ancienne des massifs, de façon à assurer leur renouvellement régulier et une constance des ressources florales année après année.

Cette fraction sera déterminée en fonction du cycle biologique des espèces. Pour une espèce dont le nombre d'années nécessaires pour atteindre le stade adulte (c'est-à-dire produire des fleurs) est n , la fraction débroussaillée chaque année sera de $1/n+1$ (marge d'une année permettant de tenir compte de la variabilité individuelle et assurer une ressource suffisante). Cette gestion nécessitera de tenir à jour le calendrier annuel des actions de débroussaillage. La fraction annuelle maximale débroussaillée sera ainsi pour les ajoncs et l'épine noire de $1/6^e$ ($n = 5$), pour les ronces et les genêts de $1/4$. Ce traitement ne sera pas appliqué aux végétaux qui mettent de nombreuses années à fleurir et produisent peu de rejets (ex. : aubépine).

Figure 5.9

Aubépine (*Crataegus monogyna*) en fleur



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Figure 5.10

Massif de ronces (*Rubus* sp.) en fleur



Crédit photo : Violette LE FÉON

Les interventions sur les végétaux ligneux pendant la période végétative sont déconseillées. Par ailleurs, du point de vue de l'intérêt pour les insectes floricoles, de façon à tirer au maximum parti de la ressource alimentaire disponible, par principe on ne réalisera pas d'opération avant que la floraison soit achevée. La plupart des végétaux concernés fleurissant au printemps (Tableau 5.2), ceci permettra aussi d'éviter la destruction de nombreuses couvées de passereaux nichant dans ces massifs.

Les tiges issues du débroussaillage (notamment les tiges de ronces) pourront être utilisées pour confectionner des amas de bois sec utiles à la nidification (cf. Section 6.3.2.2).

5.3. Alimentation grâce aux arbres

5.3.1. Arbres utiles à l'alimentation

Une liste d'espèces d'arbres présentant un intérêt pour l'alimentation des abeilles sauvages, au printemps, en été ou à l'automne, est fournie dans le tableau 5.3. Cette liste ne porte pas sur l'ensemble des espèces présentes en France mais correspond à des arbres indigènes de la zone biogéographique atlantique. Elle est indicative et ne prétend pas être exhaustive. Le gestionnaire de la dépendance verte pourra s'y référer pour vérifier leur présence et favoriser leur maintien et leur développement. Les informations relatives aux espèces végétales indiquées dans ce tableau (nom commun, nom scientifique, période de floraison) sont issues de la base de données Tela Botanica. Les données complémentaires à cette source sont issues de la base de données Flore et Végétation de France (indiquées par le symbole ‡).

Tableau 5.3

Exemples d'arbres utiles à l'alimentation des abeilles sauvages

Familles :		Mois de floraison											
Nom commun	Nom scientifique	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		
Fagacées :													
Châtaignier commun	<i>Castanea sativa</i> Mill.					*	*						
Rosacées :													
Alisier des bois/A. torminal	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz					*							
Cerisier des oiseaux/Merisier	<i>Prunus avium</i> (L.) L. var. <i>avium</i> ‡			*	*								
Cormier/Sorbier domestique	<i>Sorbus domestica</i> L.			*	*	*							
Poirier commun	<i>Pyrus communis</i> L.			*	*	*							
Sorbier des oiseaux	<i>Sorbus aucuparia</i> L.			*	*	*							
Salicacées :													
Saule blanc/Osier blanc	<i>Salix alba</i> L.		*	*									

Figure 5.11

Fleur de sorbier des oiseaux (*Sorbus aucuparia*)



Crédit photo : Guillaume LEMOINE

Figure 5.12

Châtaignier commun (*Castanea sativa*) en fleur



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

5.3.2. Obtention d'arbres utiles à l'alimentation dans les dépendances vertes

Lors de la construction d'une nouvelle section d'infrastructure routière, des arbres appartenant aux essences nourricières des abeilles sauvages (Tableau 5.3) peuvent préexister dans le périmètre des futures dépendances vertes. La conservation de ces arbres est la première action à recommander pour assurer le maintien de cette forme de ressource alimentaire dans le périmètre environnant. Cette conservation est aisément envisageable dans les zones où aucun décapage du sol n'est pratiqué, tel qu'en bordure de certaines zones d'emprise.

En cas d'absence de tels arbres dans le périmètre des futures dépendances vertes, si l'aménageur souhaite la présence d'arbres, il pourra recourir à des plantations. Dans ce cas, les espèces choisies devront correspondre à celles naturellement présentes dans l'écosystème local, et les sujets seront de préférence de provenance locale. Ces plantations pourront concerner uniquement les zones d'habitat à créer en faveur des abeilles sauvages (cf. Section 7), ou bien, si les plans d'exécution le permettent, être

réalisées en association avec les opérations générales d'aménagement paysager de l'infrastructure routière. Dans ce cas, les sections courantes ou aires de repos et de services de l'infrastructure pourraient contribuer à la connectivité longitudinale entre les zones d'habitat favorable au sein des dépendances vertes.

Ces recommandations concernent aussi bien les infrastructures en service que les neuves. En effet, lors de la création de zones d'habitat favorable aux abeilles sauvages dans une dépendance verte préexistante, la présence d'arbres nourriciers dans l'environnement proche (dans ou hors de la dépendance verte) sera un élément à prendre en compte (cf. Section 7). S'il n'en existe pas, l'aménageur pourra recourir à des plantations tel qu'indiqué précédemment.

Dans l'optique d'agir en faveur des abeilles sauvages, il serait contreproductif de constituer des boisements denses d'espèces arborées utiles. Ces milieux fermés ne seraient fréquentés par les abeilles qu'en lisière. Dans un espace maintenu ouvert, des arbres isolés ou regroupés en petits bosquets, ou bien intégrés dans des haies diversifiées périphériques seront beaucoup plus fonctionnels.

5.3.3. Maintien des arbres utiles à l'alimentation

Sur le long terme, la gestion de la dépendance verte pourra laisser s'opérer le renouvellement naturel des arbres, que les jeunes arbres proviennent des plants préexistants dans l'emprise ou qu'ils soient issus de graines provenant de la trame paysagère environnante. Les plants retenus pour assurer le renouvellement seront identifiés et signalés afin de les préserver d'un fauchage malencontreux.

Mellita tricincta sur fleur d'euphrase de printemps (*Odontites vernus*)



Crédit photo : Gilles MAHÉ

Section 6.

Sites de nidification

6.1. Nidification dans le sol

6.1.1. Substrats favorables

La majorité des espèces d'abeilles sauvages est terricole. Hormis le cas de certaines abeilles sauvages qui utilisent des terriers abandonnés d'autres animaux pour établir leur nid (ex. : bourdons), les autres espèces terricoles recherchent des sols sablonneux, limoneux ou argileux. Il peut s'agir de grandes surfaces nues ou peu végétalisées (sols pauvres en matière organique et nutriments), de surfaces plus modestes soumises au tassement et à une érosion régulière empêchant l'implantation de végétaux (chemins, ornières), voire de faibles surfaces interstitielles entre des plants. Ces sols présentent une certaine compacité, tels que les bords de chemins soumis à un léger tassement. Pour pouvoir servir de substrat à la nidification ils doivent donc être préservés de tout remaniement. Ils se situent dans des lieux secs. Un bon ensoleillement est un facteur favorable à l'adoption de ces substrats par les abeilles sauvages les plus thermophiles (la grande majorité des espèces en France). Les terriers peuvent être creusés à partir de surfaces horizontales (Figure 6.1), inclinées, ou verticales (ex. : escarpements, talus de haies – Figure 6.2).

Figure 6.1

Nidification de *Nomiapis diversipes* en nids isolés et bourgade de *Tetralonia malvae* avec présence de *Triepeolus tristis* (abeille coucou)



Crédit photo : David GENOUD

Figure 6.2

Nidification de *Megachille leachella* (en nids isolés) et d'*Halictus quadricinctus* et *Halictus sexcinctus* (en bourgades)



Crédit photo : David GENOUD

6.1.2. Obtention et maintien de surfaces de sol utiles à la nidification

6.1.2.1. *En phase de construction*

Lors de la construction d'une nouvelle section d'infrastructure routière, pendant les travaux de terrassement, des surfaces importantes de sol sont mises à nu. Les horizons superficiels des sols arasés (la couche supérieure, la plus fertile, appelée terre végétale) sont conservés jusqu'à la fin des travaux de terrassement pour être ensuite régalés en surface et servir de substrat aux mélanges grainiers qui vont être semés pour améliorer la stabilité superficielle des sols remaniés : protection contre l'érosion et les glissements (cf. Section 5.1.2). Ces zones de sol remanié sont typiquement celles de remblais, mais peuvent être aussi des zones plus ou moins aplanies pour réaliser des aménagements particuliers (ex. : aires de repos ou de services). Les zones de passage en déblai conduisent généralement à mettre à jour le substratum géologique. Ces affleurements rocheux constituent des sites de nidification importants pour certaines espèces d'abeilles. Il est important de ne pas les couvrir de terre végétale. Ces substrats rocheux vont permettre l'implantation d'une végétation naturelle adaptée aux sols squelettiques et aux besoins des abeilles y nidifiant. Dans le cas où les travaux de terrassement ont extrait des matériaux sableux, les éventuels dépôts sableux réalisés à proximité constitueront des sites de nidification pour de nombreuses espèces terricoles. La végétation de ces milieux meubles (pelouse ou lande sèches – cf. Section 5.1.2) demeure épars et laisse disponible de nombreuses surfaces de sable non recouvert.

Concernant les zones dans lesquelles la terre végétale sera régalée, afin d'offrir à court terme des surfaces disponibles aux espèces nidifiant dans le sol, on préservera simplement

des périmètres dans lesquels l'ensemencement usuel en mélange grainier ne sera pas effectué et/ou la terre végétale elle-même ne sera pas répandue. Ou bien elle sera recouverte d'un substrat plus pauvre issu des horizons plus profonds du sol (réalisation d'aplasts), permettant de ralentir fortement le développement de la couverture herbacée.

Sol nu visible et sol nu caché

Le maintien de surfaces de sol nu dans les zones de sol fertile pourra être assuré de façon durable de deux façons.

Il pourra s'agir d'une surface maintenue sans couverture herbacée grâce à l'emploi d'un substrat local pauvre mis en œuvre sciemment (tel par exemple que le dépôt d'une couche de matériau peu fertile – Figure 6.3). Le maintien fonctionnel de cette surface consistera simplement à y éliminer les espèces végétales qui parviendraient éventuellement à le recouvrir au fil du temps.

La seconde façon consiste à favoriser le développement d'une végétation herbacée laissant entre les plants, des espaces de sol nu, cachés à l'œil d'un observateur non averti, mais permettant parfaitement l'accès aux abeilles (ex. : piloselle – Figure 6.4). La végétation graminée des mélanges grainiers semés dès la fin des travaux de terrassements, et les pratiques d'entretien des pelouses qui en découlent aujourd'hui, ne permettent pas à ce type de végétation de s'implanter facilement. L'exportation

Figure 6.3

Sol nu visible



Crédit photo : Violette LE FÉON

Figure 6.4

Sol nu caché



Crédit photo : Violette LE FÉON

Figure 6.5
Affleurement



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

des produits de fauchage (cf. Section 5.1.3), favorisant la colonisation du sol par les dicotylédones au détriment des graminées, est une façon de libérer progressivement des surfaces de sol nu caché. Le semis de graines de plantes hémiparasites des graminées serait aussi une façon de substituer des plants de dicotylédones à des plants de graminées (cf. Section 5.1.2), favorisant la libération de sol nu caché.

6.1.2.2. Pour les infrastructures préexistantes

Dans le cadre d'une dépendance verte préexistante dans laquelle une couverture importante en graminées est installée, la technique d'obtention d'une surface de sol nu consistera comme mentionné ci-dessus, soit à déposer à la surface du sol une couche de substrat pauvre, soit, après avoir retourné la pelouse préexistante, à laisser s'y installer spontanément la végétation issue de la banque de graines locale.

6.2. Nidification dans les tiges creuses

6.2.1. Espèces végétales favorables

Plusieurs espèces d'arbrisseaux et arbustes fournissent une ressource particulièrement importante et abondante en tiges creuses favorables à la nidification des abeilles sauvages (exemples dans le tableau 6.1). C'est le cas du chèvrefeuille, de l'ajonc et d'une grande diversité de Rosacées dont en particulier les ronces de différentes espèces (*Rubus* sp.). De par l'abondance de tiges creuses qu'ils fournissent les ronciers constituent de véritables « hôtels à abeilles » naturels. L'utilisation des ronces par de nombreuses espèces d'abeilles est attestée (ex. : *Ceratina cyanea*, *Hylaeus brevicornis*, *Hylaeus communis*, *Hylaeus dilatatus*, *Hylaeus incongruus*, *Hylaeus pictipes*, *Hylaeus signatus*). Pour garnir son nid, *Megachile centuncularis* utilise aussi, entre autres, les feuilles du chèvrefeuille.

E1

E2

E3

E4

E5

E6

E7

E8

E9

E10

Création de monticules de sol nu

Les dépendances vertes routières peuvent offrir peu de surfaces de sol nu verticales. En effet, dans le cas des déblais et remblais en sol remanié, afin de garantir la stabilité des terrains, les pentes ne présentent pas d'angles aussi élevés. Les pans verticaux ne sont adoptés que dans le cas de passage dans des couches rocheuses.

Afin d'offrir dans les dépendances vertes des sites de nidification présentant les caractéristiques de sols nus verticaux, du substrat pauvre issu des horizons profonds du sol lors des travaux de terrassement peut être accumulé sous forme de monticules de 50 cm à 1 m de hauteur. Ces monticules doivent être réalisés préférentiellement dans des endroits secs et ensoleillés.

Exemple de monticule de sol



Crédit photo : Violette LE FÉON

Les parties non verticales des monticules (ex. : pied et/ou sommet de talus) pourront être utilisées par des espèces d'abeilles ayant des préférences différentes en termes d'inclinaison du sol, et ce, jusqu'aux zones quasiment planes d'accumulation des matériaux éboulés en pied de monticule. Ainsi, un monticule de sol nu constitue une sorte « d'hôtel à abeilles » pour les espèces terricoles, facile à réaliser et à multiplier le long des routes.

Parmi les plantes herbacées, plusieurs espèces de la famille des Apiacées offrent aussi des tiges creuses aux abeilles sauvages (Tableau 6.1). Ainsi par exemple, *Hylaeus cornutus* nidifie dans le panais cultivé. Cette abeille nidifie aussi dans les tiges de différentes espèces de *Rumex* (famille des Polygonacées). Le genre *Rumex* rassemble des espèces telles que l'oseille (*Rumex acetosa*), la petite oseille (*Rumex acetosella*),

l'oseille sanguine (*Rumex sanguineus*)... Les tiges sèches de *Rumex* sont aussi utilisées par *Hylaeus dilatatus*, de même que celles de l'armoise commune (*Artemisia vulgaris*). Parmi les Astéracées, plusieurs chardons des genres *Cirsium* et *Carduus* offrent des tiges creuses à la nidification d'abeilles des genres *Ceratina* (cératines) et *Osmia* (osmies) et au petit xylocope bleu (*Xylocopa iris*).

Tableau 6.1

Exemples de plantes utiles à la nidification des abeilles sauvages

Familles :		
Nom commun	Nom scientifique	Type
Apiacées :		
Angélique des bois	<i>Angelica sylvestris</i> L.	Herbacée
Berce commune/Grande B.	<i>Heracleum sphondylium</i> L.	Herbacée
Cerfeuil des bois/C. sauvage	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	Herbacée
Fenouil	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Herbacée
Panais cultivé	<i>Pastinaca sativa</i> L.	Herbacée
Astéracées :		
Achillée millefeuille	<i>Achillea millefolium</i> L.	Herbacée
Chardon à capitules denses	<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Herbacée
Chardon à capitules grêles	<i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis	Herbacée
Chardon penché	<i>Carduus nutans</i> L.	Herbacée
Caprifoliacées :		
Chèvrefeuille des bois	<i>Lonicera periclymenum</i> L.	Arbrisseau
Fabacées :		
Ajonc d'Europe/Grand A.	<i>Ulex europaeus</i> L.	Arbrisseau
Lotier commun/L. corniculé	<i>Lotus corniculatus</i> L.	Herbacée
Rosacées :		
Églantier des chiens	<i>Rosa canina</i> L.	Arbrisseau
Ronce	<i>Rubus</i> sp.	Arbrisseau
Scrophulariacées :		
Molène Bouillon blanc	<i>Verbascum thapsus</i> L.	Herbacée

Figure 6.6

Eglantier des chiens (*Rosa canina*)



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Certaines plantes herbacées fournissent aussi des matériaux pour aménager les nids des abeilles ou les garnir. Ainsi par exemple, *Anthidium manicatum* (famille des Mégachilidés) utilise notamment les poils des feuilles de l'achillée millefeuille (Astéracée) et de la molène Bouillon blanc (Scrophulariacée), pour confectionner les cloisons entre les cellules, ainsi que le bouchon terminal de fermeture de son nid. D'une façon générale, les abeilles du genre *Anthidium* utilisent les poils prélevés sur des plantes velues comme par exemple les chardons (genres *Cirsium* et *Carduus*) pour confectionner leurs nids. Pour garnir son nid, *Megachile leachella* utilise notamment des pétales de lotier commun (Fabacée), de même que de divers églantiers (ex. : *Rosa canina*). Pour le même usage, *Megachile willughbiella* utilise entre autres des feuilles d'androsème (Hypéricacée) et *Megachile maritima* des feuilles de cynoglosse officinale (*Cynoglossum officinale*, famille des Boraginacées).

Figure 6.7Chardon à capitules grêles (*Carduus tenuiflorus*)

Crédit photo : Denis FRANÇOIS

6.2.2. Obtention de plantes à tiges creuses dans les dépendances vertes

Lors de la construction d'une nouvelle section d'infrastructure routière, des plantes à tiges creuses peuvent préexister dans le périmètre des futures dépendances vertes. La conservation de ces végétaux est la première action à recommander pour assurer le maintien de cette ressource pour la nidification dans le périmètre environnant.

S'agissant pour une part importante des principales espèces visées par les opérations de défrichage/débroussaillage (ex. : ronces, ajoncs, églantiers, etc.) lors de la phase préalable aux travaux de terrassements, afin de pouvoir rapidement retrouver ce type de végétation dans les zones d'habitat à reconstituer, on pourra conserver des plants préexistants de ces arbrisseaux et arbustes dans l'emprise pour les transplanter dans les dépendances vertes. Dans l'éventualité du recours à des plants extérieurs à l'emprise, on ne choisira que des espèces correspondant à celles naturellement présentes dans l'écosystème local.

Concernant les plantes herbacées à tiges creuses, elles seront obtenues de la façon décrite précédemment (cf. Section 5). Certaines, telles celles de la famille des Apiacées sont d'ailleurs en même temps des ressources alimentaires. Ces espèces sont relativement courantes dans l'environnement routier (ex. : berce commune, carotte sauvage... qui affectionnent les milieux riches en nutriments que constituent les fossés). Leur implantation spontanée dans la zone d'habitat favorable reconstitué, de même que celle des autres plantes herbacées à tiges creuses (ex. : genre *Rumex*), ne devra pas être empêchée.

Figure 6.8

Berce commune (*Heracleum sphondylium*)



Crédit photo : Guillaume LEMOINE

6.2.3. Maintien des plantes à tiges creuses dans les dépendances vertes

On profitera de la capacité d'implantation spontanée fréquente chez ces espèces végétales, tant herbacées (famille des Apiacées, genre *Rumex*...) qu'arbustives (ronces, ajoncs, églantiers...), pour garantir la disponibilité d'une ressource continue en tiges creuses. Pour les arbrisseaux et arbustes on obtiendra cette disponibilité constante en procédant chaque année uniquement au débroussaillage de la fraction la plus ancienne des massifs (cf. Section 5).

6.3. Nidification dans le bois

6.3.1. Types de supports favorables

Les espèces d'abeilles nidifiant dans le bois se rencontrent dans les genres *Xylocopa* et *Ceratina* (qui font partie de la famille des Apidés), *Lithurgus*, *Megachile*, *Osmia* et *Hoplitis* (tous les quatre de la famille des Mégachilidés), et *Hylaeus* (famille des Collétidés). Les arbres sur pied, vivants (dits *bois vivant*), de même que le bois mort, fournissent cette ressource à ces abeilles.

Dans le bois vivant, des abeilles utilisent des cavités préexistantes réalisées notamment par d'autres animaux. Les abeilles *Chelostoma campanularum* et *Heriades truncorum* par exemple, utilisent d'anciennes galeries de Coléoptères. Les arbres vivants peuvent aussi contribuer à la nidification grâce à leurs feuilles. Ainsi par exemple *Megachile maritima* utilise notamment des feuilles de différentes espèces de saules pour garnir son nid.

Le bois mort est généralement plus riche en cavités et plus tendre que le bois vivant, ce qui permet aux abeilles d'adapter les cavités à leurs besoins (approfondissement, élargissement). Le *bois mort* comprend d'une part les vieux arbres sur pied (éventuellement taillés, ce qui inclut les souches) et d'autre part le bois à terre (bûches tronçonnées et branchages tombés ou taillés).

Ces deux formes de la ressource sont nécessaires. La première (bois vivant) d'une part fournit des possibilités de nidification, et d'autre part, permet d'obtenir la seconde (bois mort), au cours (chute de branchages) et à la fin de sa vie (vieux arbres).

Figure 6.9

Arbre vivant dont les ramures offrent diverses cavités



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Figure 6.10

Arbres morts sur pied



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Figure 6.11

Arbre tombé dont la terre prise dans les racines est utilisée par des abeilles terricoles



Figure 6.12

Bois mort perforé de galeries de divers insectes



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Crédit photo : Denis FRANÇOIS

6.3.2. Obtention et maintien de ces supports dans les dépendances vertes

6.3.2.1. *Bois vivant*

Lors de la construction d'une nouvelle section d'infrastructure routière, des arbres peuvent préexister dans le périmètre de la future emprise routière. Ces arbres fournissent d'emblée un support de nidification aux abeilles sauvages présentes ou à celles qui pourront venir s'installer dans les dépendances vertes. Le maintien des arbres préexistants est donc la première action à recommander pour fournir des supports de nidification dans les dépendances vertes.

En cas d'absence d'arbre dans le périmètre de l'habitat à reconstituer dans la dépendance verte, l'aménageur pourra recourir à des plantations (cf. Encart E8). Ces plantations pourront être effectuées soit spécifiquement dans le cadre de l'aménagement d'une

zone d'habitat favorable, soit si les plans d'exécution s'y prêtent, en association avec les opérations d'aménagement paysager de l'infrastructure (sections courantes ou aires de repos et de services). Par souci d'efficacité on plantera des arbres appartenant aux espèces nourricières pour les abeilles sauvages (Tableau 5.3). Pour toutes les plantations, il faudra veiller à ce que les espèces choisies correspondent bien à celles naturellement présentes dans l'écosystème local. S'il a recours à un pépiniériste, l'aménageur veillera à n'utiliser que des arbres produits sous le label « végétal local¹ » garantissant leur origine biogéographique.

Sur le long terme, la gestion de la dépendance verte permettra de laisser s'opérer le renouvellement naturel des arbres, que les jeunes arbres proviennent des plants préexistants dans l'emprise ou qu'ils soient issus de graines provenant de la trame paysagère environnante. Les plants retenus pour assurer le renouvellement seront identifiés et signalés afin de les préserver d'un fauchage malencontreux.

E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 E9 E10

Plantations sans film plastique

De nombreuses espèces d'abeilles sauvages ont besoin d'accéder au sol pour leur nidification (abeilles terricoles). Dans la logique d'une action cohérente en faveur des abeilles sauvages, pour les plantations d'arbres et arbustes, qu'elles fassent partie de l'aménagement paysager général des dépendances vertes ou qu'elles s'intègrent spécifiquement dans la constitution de zones d'habitat favorable aux abeilles sauvages, il est préjudiciable de couvrir le sol par un film plastique. Ce film empêche les abeilles et d'autres insectes d'accéder au sol. De plus, grâce au contact avec le sol, les branchages que l'on préconise de regrouper en particulier à proximité des pieds des arbres et arbustes pourront suivre une évolution plus conforme au cycle naturel (séchage, décomposition, retour au sol).

Couverture plastique d'un remblai planté de jeunes arbres



Crédit photo : Héroïse BLANCHARD

1. <http://www.fcbr.fr/tableau-d-especes-labellisees>

6.3.2.2. Bois mort

Vieux arbres sur pied

Dans la mesure des possibilités offertes par l'entretien général de l'infrastructure routière, les arbres morts ne seront pas abattus, mais laissés sur pied. Dans les cas de risques de chute sur la chaussée, la taille des individus trop grands sera réduite (étêtage). Cette recommandation s'applique aussi bien aux infrastructures neuves (arbres morts préexistant dans le périmètre de la future emprise) qu'à celles en service.

Arbres abattus ou tombés

Les souches des arbres abattus pendant les travaux de construction (situés sur le tracé de la chaussée) ne seront pas systématiquement éliminées ou extraites de l'emprise, mais pourront être déplacées pour être installées dans le périmètre de la future dépendance verte. Les souches des éventuels arbres abattus car situés trop près de la chaussée, seront laissées en place. Il pourra en être de même de troncs et/ou de branches maîtresses.

Figure 6.13

Tapis de branchages bien exposé au soleil



Crédit photo : Violette LE FÉON

Figure 6.14

Tas de bois sec propice à la nidification des abeilles du genre *Hylaeus* notamment



Crédit photo : Violette LE FÉON

Bûches et branchages à terre

Les branches tombées naturellement des arbres vivants et des arbres morts sur pied ne seront pas systématiquement évacuées, mais laissées au sol. Pour des questions de facilité d'entretien de la zone d'habitat favorable reconstitué, ces branchages pourront ne pas être laissés épars mais être regroupés dans des endroits plutôt ensoleillés (par exemple au pied d'arbres isolés, ou bien de haies/lisières orientées au sud). Ces recommandations concernent les infrastructures neuves de même que celles en service. En effet, dès la phase des travaux de construction, des branchages issus des opérations de défrichage/débroussaillage peuvent servir à composer par endroits des tas de bois mort (Figure 6.13).

Du bois de plus grande section que des branchages (rondins issus des travaux d'élagage, d'abattage et de tronçonnage des arbres) pourra aussi être laissé sur place (Figure 6.14). Ce bois pourra être plus ou moins rangé en fonction des exigences d'entretien des dépendances vertes et des conditions d'exposition indiquées précédemment, et éventuellement de l'esthétique souhaitée (aménagement paysager).

Xylocope violet (*Xylocopa violacea*)



Crédit photo : David GENOUD

Section 7.

Mise en œuvre des actions

7.1. Objectif

Les connaissances de base relatives aux besoins écologiques des abeilles sauvages ont été présentées dans la première partie du document (cf. Section 2). Elles peuvent être approfondies par chacun selon ses besoins à partir de la littérature (cf. Références). Les ressources potentielles utilisables par les abeilles sauvages dans l'espace des dépendances vertes routières courantes et éventuellement dans leur environnement proche ont été présentées dans les deux sections précédentes (cf. Sections 5 et 6). Cette dernière section vise à fournir aux gestionnaires des infrastructures routières, des lignes directrices pour mettre en œuvre des actions concrètes en faveur des abeilles sauvages dans l'espace des dépendances vertes et pour permettre l'indispensable connectivité avec l'écosystème environnant.

7.2. Principe d'articulation des actions

Les dépendances vertes routières et leur environnement proche présentent une immense variété de situations quant à leurs états initiaux et leurs potentialités pour les populations d'abeilles sauvages. Chercher à appliquer à toutes les dépendances vertes dans tous les contextes possibles, un modèle standard d'aménagement de l'espace pour les abeilles sauvages, se heurterait à de nombreuses difficultés opérationnelles liées aux particularités locales, et pourrait même conduire à des incohérences écologiques.

Afin d'éviter cet écueil, le principe proposé dans ce document est au contraire de se baser sur la prise en compte de l'état initial de chaque site et de ses potentialités, pour identifier la nature des actions les plus pertinentes à réaliser, leur organisation spatiale et leur séquence temporelle. Cette démarche implique donc de bien (re)connaître les sites préalablement à l'action, ce qui relève proprement de la compétence des gestionnaires des dépendances vertes. Rassembler – et dans une certaine mesure formaliser – cette connaissance constitue la base d'une action cohérente à long terme (planification des séquences d'interventions et améliorations).

Une méthode générale est proposée ci-dessous afin d'aider à l'identification des actions les plus pertinentes à mettre en œuvre dans toutes les situations locales aussi variées soient-elles. Elle a aussi pour but d'aider à organiser la distribution spatiale et la chronologie des réalisations.

7.3. Méthode générale de mise en œuvre des actions

Cette méthode est présentée en se référant au contexte d'une infrastructure préexistante. Ceci permet de présenter la manière de prendre en compte toutes les composantes potentielles de l'habitat. Pour une infrastructure (ou une section d'infrastructure) neuve, la même démarche s'applique. Dans ce dernier cas, la phase de caractérisation de l'état initial de l'espace de la future dépendance verte (Section 7.2.2) est simplement allégée. Cette caractérisation peut être complétée si l'aménageur le décide, par la planification spatiale d'actions en faveur des abeilles sauvages dès la construction de l'infrastructure (ex. : création d'espaces riches en végétaux entomophiles, maintien de massifs de rogniers et de vieux arbres – cf. Sections 5 et 6).

7.3.1. Délimitation de la zone d'action

Pour le gestionnaire de la dépendance verte, la première étape consistera à définir longitudinalement et transversalement la zone dans laquelle les actions en faveur des abeilles sauvages pourront prendre place. Longitudinalement, pourra-t-il prendre en compte totalement ou seulement partiellement le linéaire de dépendance verte sur sa section d'exploitation ? Des obstacles ou difficultés de franchissement y provoqueront-ils des discontinuités incontournables (ex. : passages en tunnel ou viaduc, échangeurs routiers importants) ? La zone d'action s'étendra-t-elle latéralement jusqu'en limite d'emprise ?

Toutes les routes et toutes les sections de routes ne sont pas nécessairement concernées par les actions proposées dans ce document. Ainsi, pour des raisons de sécurité et de maintenance routières, de même que d'intérêt écologique, l'action à proximité des voies de circulation n'est pas souhaitable. De la même façon, et pour les mêmes raisons, dans les dépendances vertes (ou parties de dépendances vertes) de largeur insuffisante, aucune action ne doit être envisagée. Les dépendances les plus étroites sont en particulier associées aux routes les moins larges, supportant les trafics les plus légers et les moins rapides. Sur le plan fonctionnel, ces routes fragmentent donc moins les écosystèmes que les grandes infrastructures : sections autoroutières, voies rapides, certaines routes nationales. Ce sont donc les dépendances vertes de ces dernières infrastructures qui sont concernées par la présente démarche en faveur des abeilles sauvages.

Par conséquent, en se référant au découpage transversal usuel des dépendances vertes routières en trois zones, les actions en faveur des abeilles sauvages ne seront envisageables que dans la zone C (dite aussi *zone lointaine* – cf. Encart E9). La limite extérieure de cette zone est la limite d'emprise. Sa limite intérieure se situe de 4 à 7 m du bord de la chaussée pour le réseau routier principal, et de 3 à 5 m pour le réseau secondaire. La zone A (dite aussi *zone proche de la chaussée* ou *zone de récupération*) et la zone B (dite aussi *zone intermédiaire* ou *zone de gravité limitée*) qui constituent ensemble la *zone de sécurité*, sont exclues de la zone d'action. La zone A a notamment pour fonction de permettre l'arrêt et la manœuvre des véhicules. La zone B a en particulier comme fonction de permettre la mise en sécurité des personnes victimes d'accidents ou de pannes.

E1

E2

E3

E4

E5

E6

E7

E8

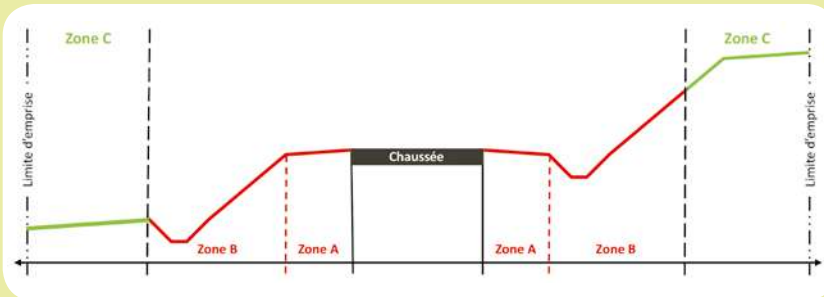
E9

E10

La zone C

Contrairement aux zones A et B, la zone C n'a pas vocation à permettre l'arrêt de véhicules, le refuge d'usagers de la route ou le passage de piétons. Elle n'est donc pas soumise à la fréquentation humaine. Elle n'a pas non plus vocation à assurer la lisibilité du tracé de la route, la visibilité des équipements de la route ou l'implantation des panneaux de signalisation et d'information. Les règles et contraintes d'entretien de la végétation y sont donc plus souples que dans les zones A et B, qui elles peuvent être soumises à plusieurs coupes par an. La zone C admet parfaitement la présence d'arbres, arbrisseaux et arbustes. Elle est d'ailleurs la zone pouvant permettre la fonction d'écran visuel et sonore, l'aménagement paysager de l'infrastructure et la mise en scène des régions traversées. Sa largeur peut être très importante par endroits (ex. : grands passages en remblai ou déblai). Elle est la zone permettant l'implantation des équipements nécessitant de grandes surfaces comme les dispositifs de traitement des eaux de voirie.

Section schématique d'une emprise routière



En raison de l'indispensable nécessité de traversée des voies de circulation que cela impliquerait pour les abeilles, et donc du risque élevé de mortalité par collision, les zones de terre-plein central des infrastructures routières sont exclues de la zone d'action. En outre leur faible largeur les classe en zones A ou B.

7.3.2. Caractérisation de l'état initial dans la zone d'action

Sur la base des éléments importants pour l'écologie des abeilles sauvages (cf. Sections 5 et 6), le gestionnaire de la dépendance verte procédera à la caractérisation de l'état initial de l'habitat à l'intérieur de la zone d'action délimitée.

7.3.2.1. Inventaire des ressources préexistantes

La caractérisation de l'état initial consistera en premier lieu à localiser :

- d'une part les ressources alimentaires potentielles telles que :
 - les peuplements de plantes herbacées pouvant fournir cette ressource (cf. Section 5.1) ;
 - les arbrisseaux et arbustes pouvant fournir cette ressource (cf. Section 5.2) : plants isolés ou regroupés en massifs ou bien formant des haies ;

- les arbres pouvant fournir cette ressource (cf. Section 5.3) : isolés, inclus dans des haies ou formant des massifs ;
- d'autre part les sites de nidification potentiels tels que :
- les surfaces de sol nu, qu'il soit visible ou caché (cf. Section 6.1) ;
- les végétaux à tiges creuses, d'une part les plantes herbacées et d'autre part les arbrisseaux et arbustes (cf. Section 6.2) ;
- le bois mort, sous forme de vieux arbres sur pied, de souches ou de bûches et branchages à terre (cf. Section 6.3).

Pour être prise en compte comme ressource alimentaire significative dans ce diagnostic, une surface peuplée d'herbacées entomophiles (Tableau 5.1) devra présenter une aire d'au moins 10 m². L'aire minimale d'une surface arbustive pouvant être considérée comme ressource alimentaire (Tableau 5.2) sera de 2 m².

Il est entendu que plus la surface couverte par une ressource alimentaire sera étendue, plus son attractivité pour les abeilles sera grande. De même, plus des ressources complémentaires (alimentaires et de nidification) seront proches les unes des autres, plus les relations entre elles seront nombreuses. Des ressources alimentaires et de nidification peuvent d'ailleurs occuper le même espace (ex. : ronciers, sol nu caché par une herbacée ressource alimentaire telle que la piloselle – Figure 5.2), permettant de limiter les besoins de déplacement des abeilles et favorisant ainsi leur succès reproducteur.

La présence d'arbres (bois vivant) d'essences autres que les espèces nourricières (Tableau 5.3) est neutre vis-à-vis de l'écologie des abeilles sauvages. Dans le cadre de l'inventaire des ressources préexistantes, leur recensement n'est donc pas nécessaire pour caractériser la qualité de l'habitat. Toutefois, un massif arboré important peut faire obstacle à la circulation des abeilles. Si un tel massif existe dans la dépendance verte et fait obstacle à sa connectivité interne et/ou avec la trame verte environnante, il devra être identifié comme tel (obstacle – Section 7.3.1) et des actions correctives devront être recherchées (ex. : ouverture d'une partie du boisement en bordure de la zone d'action, et utilisation éventuelle du bois pour créer des sites de nidification – cf. Section 6.3.2.2).

7.3.2.2. *Distance entre les ressources préexistantes*

Les actions doivent être organisées spatialement et temporellement en fonction de la distance de vol et de la vitesse de colonisation de l'espace de la dépendance verte par les abeilles sauvages. Ces deux caractéristiques varient selon les espèces d'abeilles (cf. Section 2). L'action dans l'espace des dépendances n'est pas orientée en faveur d'espèces d'abeilles particulières mais doit permettre à toutes les espèces présentes dans l'environnement proche de pouvoir en bénéficier, y compris les espèces les moins mobiles. Pensée de façon à pouvoir répondre aux besoins de ces dernières, l'action répondra *a fortiori* aux besoins des espèces plus mobiles.

Dans cette optique opérationnelle, la distance maximale (abrégiée *Dm* dans la suite du document) pour que deux éléments puissent être considérés comme connectés pour toutes les espèces d'abeilles sauvages est établie à 100 m. Des éléments distants de moins de 50 m seront considérés comme bien connectés. La caractérisation de l'état initial consistera donc aussi à apprécier la distance entre les éléments localisés dans la zone d'action.

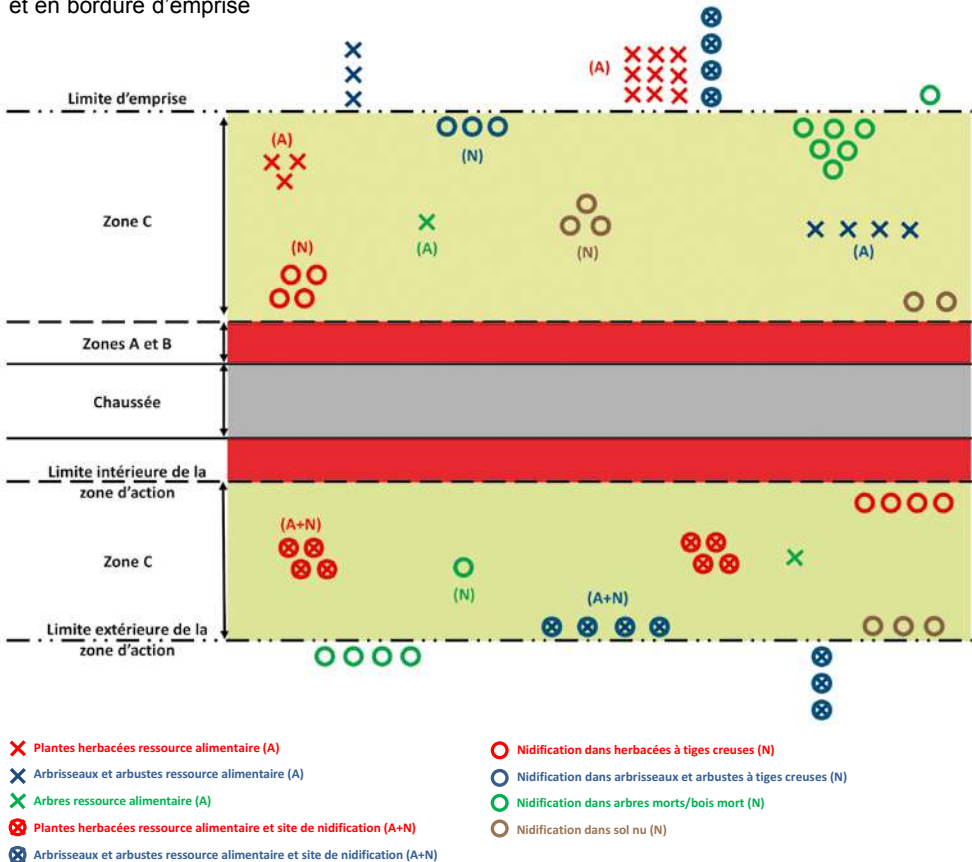
7.3.2.3. Mise à profit des relations potentielles avec la trame paysagère environnante

La caractérisation de l'état initial consistera aussi à apprécier les éventuelles relations entre les différents éléments identifiés dans la dépendance verte (Section 7.3.2.1) et des éléments de même nature constitutifs de la mosaïque paysagère avoisinant l'emprise routière. Il s'agit des éléments pérennes présentant un intérêt pour les abeilles sauvages (ex. : prairies de fauche, haies contenant des espèces nourricières, arbres ressources alimentaires, lisières de boisements). Compte tenu de l'impossibilité d'agir hors de l'emprise routière, seuls les éléments situés à moins de 50 m de la limite d'emprise seront pris en compte.

La présence et l'abondance de ces derniers éléments sera un facteur de dynamisation des échanges entre les individus (espèces végétales et abeilles sauvages) de part et d'autre de la limite d'emprise, favorisant l'intégration à la biodiversité locale des individus nichant ou fréquentant la dépendance verte pour s'alimenter. La figure 7.1 présente une illustration schématique du recensement des ressources préexistantes dans une dépendance verte et à proximité immédiate.

Figure 7.1

Recensement des ressources pour l'alimentation et la nidification dans la zone d'action et en bordure d'emprise



7.3.3. Distribution spatiale des actions

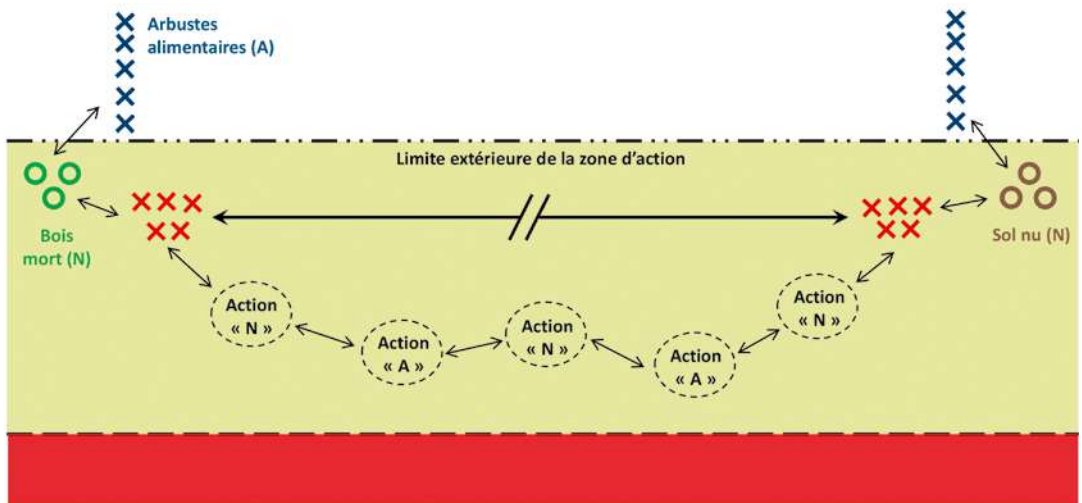
7.3.3.1. Organisation des actions dans l'axe longitudinal des dépendances

Dans un contexte général d'habitat naturel fragmenté, la discontinuité spatiale n'est pas un obstacle dès lors que la distance entre taches favorables est franchissable par le plus grand nombre possible d'espèces d'abeilles, c'est-à-dire aussi par les espèces ayant la plus faible distance de vol. Ainsi, les premières actions entreprises devront être réalisées à une distance inférieure à D_m d'une tache favorable préexistante, dans la dépendance verte ou hors de l'emprise. Si la colonisation par les abeilles dans l'axe longitudinal de la dépendance verte est encouragée, des actions seront réalisées à distance maximale les unes des autres n'excédant pas D_m .

Le développement de la connectivité dans l'axe longitudinal de la dépendance verte sera réalisé en alternant les taches d'habitat de type *Ressource alimentaire* (A) avec les taches de type *Nidification* (N) pour constituer des chaînes de motif A-N-A (Figure 7.2). L'alternance A-N-A permettra aux espèces à faible distance de vol de trouver aisément leurs ressources indispensables dans un espace compatible avec leurs capacités. La distance entre taches n'excédant pas D_m , permettra leur colonisation y compris par les espèces à faible capacité de vol. Les espèces à grande distance de vol tireront plus rapidement profit de cet habitat en *pas japonais* que les espèces à faible capacité de vol. Constituant des corridors de circulation à l'intérieur de la dépendance verte, ces chaînes pourront contribuer à la connectivité avec la trame verte environnante grâce à des jonctions avec cette dernière (Section 7.3.2.3).

Figure 7.2

Relations avec la trame verte avoisinante et chaîne A-N-A à l'intérieur de la zone C



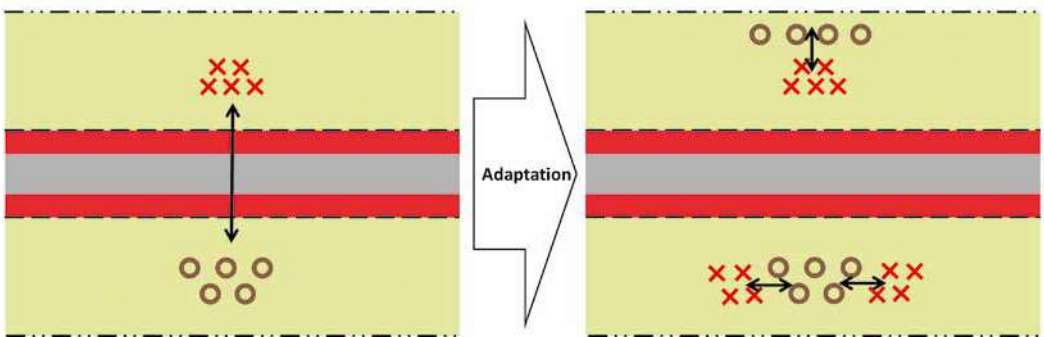
Afin d'améliorer/conforter progressivement l'hospitalité de l'habitat pour les abeilles sauvages dans la dépendance verte, la chaîne de base (dont la distance entre tâches d'habitat sera proche de Dm), pourra progressivement être renforcée/resserrée grâce à des actions complémentaires au fil des années. Ces actions pourront consister à intercaler d'autres tâches A ou N dans les intervalles, et/ou à accroître la taille des tâches (accroissement de leur attractivité et réduction des intervalles).

7.3.3.2. Cohérence entre les actions de part et d'autre de la route

Afin de ne pas favoriser la mortalité par collision des abeilles hébergées dans les dépendances vertes, on prendra soin de ne pas créer de situations augmentant le besoin de traverser les voies de circulation des routes à fort trafic. Le maintien des zones A et B en espace peu attractif grâce à une coupe plus rase et plus fréquente que dans la zone C, avec une tondeuse ou un gyrobroyeur éventuellement, et sans retrait des produits de coupe (mulching) afin de limiter l'apparition de fleurs, sera un élément réduisant l'attractivité du bord de la chaussée. Les abeilles de la dépendance verte attenante ne seront pas tentées de s'en approcher. Celles de la rive opposée seront également moins attirées.

Dans la même optique, on veillera à créer une proximité/attractivité plus grande entre tâches A et N d'un même côté de la chaussée, qu'entre des tâches situées de part et d'autre de la route. On ne développera donc pas une surface d'alimentation importante en vis-à-vis d'une surface de nidification importante. Si l'éventualité se présente, d'un côté de l'infrastructure on développera une zone de nidification à proximité de la ressource alimentaire, et du côté opposé on développera la ressource alimentaire près du site de nidification (Figure 7.3). Pour des routes à fort trafic telles par exemple qu'une autoroute à 2×3 voies, la distance entre les deux zones C opposées est de l'ordre de 45 à 60 mètres. Par conséquent, fournir de chaque côté d'une telle infrastructure des zones attractives complémentaires (éloignées de moins que Dm , voire de l'intervalle entre les zones C opposées) pour éviter le besoin de traverser, est un objectif accessible.

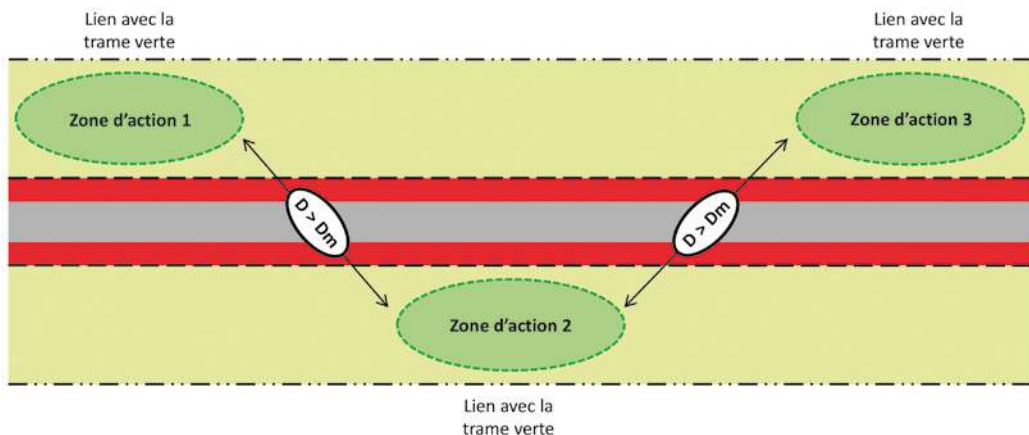
Figure 7.3
Adaptation des actions en rives opposées



Si les risques liés à la traversée des voies de circulation sont importants sur un long tronçon routier (ex. : axe à fort trafic), les zones d'action (chaînes A-N-A) pourront se distribuer de façon alternée de part et d'autre de la chaussée, avec entre elles un intervalle (D) supérieur à D_m , afin de ne pas motiver les traversées d'abeilles (Figure 7.4).

Figure 7.4

Alternance des zones d'action le long des axes à fort trafic



7.4. Aspects opérationnels

La mise en œuvre des actions en faveur des abeilles sauvages dans les dépendances vertes comporte des aspects opérationnels particuliers.

7.4.1. Entretien d'espaces de type prairie de fauche

L'exportation de l'herbe fauchée (la fauche) est indispensable pour obtenir et maintenir des milieux prairiaux riches en plantes à fleurs (cf. Section 5). Il s'agit d'un élément nouveau important dans la gestion des dépendances vertes routières, qui pose la question concrète de l'évacuation des produits de fauchage. La généralisation de l'exportation sur l'ensemble des surfaces de dépendances vertes, impliquerait de trouver un débouché aux produits de coupe. Il pourrait s'agir, comme il arrive que cela se produise déjà parfois par endroits, de fourniture de foin pour du bétail, ou de matière première pour des unités de méthanisation ou de compostage. Pour un gestionnaire, la recherche ou la mise en place de telles filières peut nécessiter du temps. Dans le cadre d'une action à travers l'aménagement d'espaces favorables en *pas japonais*, les volumes plus modestes générés peuvent permettre d'envisager une gestion interne des produits de fauchage, et donc une mise en œuvre plus rapide des actions. Les produits de coupe peuvent alimenter un poste de compostage de taille modeste propre au gestionnaire. Ils peuvent aussi servir au paillage de plantations paysagères telles que sur les aires de repos et de services. L'utilisation de moutons tendant à se développer pour entretenir certains espaces de dépendances vertes en pelouses rases, ce foin peut aussi leur être donné comme fourrage.

E1

E2

E3

E4

E5

E6

E7

E8

E9

E10

Des végétaux ressources vulnérables à un arrêté ministériel

Depuis le 31 juillet 2000 (arrêté du ministère chargé de l'agriculture établissant la liste des organismes nuisibles aux végétaux, produits végétaux et autres objets soumis à des mesures de lutte obligatoire), le cirse des champs (*Cirsium arvense*) figure dans la « *liste des organismes contre lesquels la lutte est obligatoire, de façon permanente, sur tout le territoire* » (Annexe A de l'arrêté). Ce chardon qui est une ressource alimentaire pour les abeilles sauvages (Tableau 5.1) et d'autres insectes (Figure 1.6) est effectivement visé par des opérations de destruction dans les dépendances vertes. Compte tenu de la confusion entre l'aspect des différents chardons, il s'avère que plusieurs autres espèces sont également éliminées au cours de ces opérations. La méprise peut être le fait des agents de terrain mais aussi des documents techniques qui leur sont remis et dans lesquels il est question de « chardons » en général, illustrés parfois par des espèces autres que *Cirsium arvense*. Outre les conséquences pour la flore naturelle locale, ces méprises sont dommageables pour les abeilles sauvages car les autres espèces de chardons sont elles aussi des ressources alimentaires.

La présence de cirse des champs est indicatrice de sol riche en matière organique et azote. Ceci explique par exemple son développement dans des prairies permanentes recevant des apports importants par le pâturage et les épandages fertilisants. L'entretien des dépendances vertes avec exportation des produits de fauchage, provoquant l'appauvrissement progressif du sol en matière organique et azote, créera quant à lui des conditions défavorables à son installation ou son maintien.

Dans le cadre de ce même arrêté, l'ajonc d'Europe (*Ulex europaeus*) est susceptible de faire l'objet de mesures de destruction dans le cadre d'un arrêté ministériel spécifique ou d'un arrêté préfectoral car il figure dans la « *liste des organismes contre lesquels la lutte est obligatoire sous certaines conditions* » (Annexe B de l'arrêté). Cette espèce est particulièrement importante pour les abeilles sauvages (ressource alimentaire disponible pendant cinq mois de l'année et ressource de nidification pour les abeilles cavicoles – Tableaux 5.2 et 6.2). Compte tenu de son intérêt pour la préservation des abeilles sauvages il est primordial que l'ajonc d'Europe soit préservé dans les dépendances vertes routières.

Ajonc d'Europe, ressource alimentaire et de nidification



Crédit photo : Aurélia LACHAUD

7.4.2. Outils d'entretien de la flore des dépendances vertes

Dans le cadre général des opérations d'entretien des infrastructures routières, les arbres des dépendances vertes peuvent être amenés à subir des opérations de taille et d'élagage. Dans ce cas, des outils permettant des coupes nettes doivent être utilisés afin de limiter les blessures du bois et réduire la vulnérabilité des arbres aux maladies et parasites. Un bon état sanitaire des arbres permet d'en optimiser l'intérêt du point de vue des services aux abeilles sauvages (ressource alimentaire et site de nidification durables) et d'en faciliter la gestion (maîtrise du programme de renouvellement des individus). En fonction des sections de bois, des outils tels que tronçonneuse, sécateur hydraulique ou lamier, seront choisis et l'usage de l'épareuse (ou débroussaillier mécanique) sera proscrit. Pour les mêmes raisons, le lamier et non l'épareuse, sera choisi pour la taille éventuelle des arbrisseaux et arbustes. L'épareuse sera utilisée uniquement dans le cadre des opérations de débroussaillage total de la fraction la plus ancienne des massifs arbustifs (cf. Section 5.2.3).

Afin de pouvoir réaliser un entretien des surfaces herbacées similaire à celui des prairies de fauche, l'herbe sera coupée avec une faucheuse à barre de coupe. Cet outil facilitera le séchage et le ramassage des produits de coupe, et ouvrira la possibilité à leur valorisation comme foin, contrairement au gyrobroyeur qui, déchiquetant les plantes, favorise le retour des fragments végétaux au sol. De même, par rapport à l'épareuse qui est aussi couramment utilisée pour l'entretien des surfaces enherbées, la barre de coupe permettra de préserver plus assurément la partie basse des plantes, voire le sol et le système racinaire des plantes bisannuelles.

Le gyrobroyeur qui est une machine répandue dans les services techniques, pourra continuer à servir pour l'entretien des espaces n'étant pas destinés à être attractifs pour les abeilles sauvages et les autres insectes, tels que les zones A et B des dépendances vertes (Section 7.3.1).

7.5. Situations réelles commentées

Des observations réalisées dans des dépendances vertes routières nous offrent des exemples de situations correspondant à certaines actions ou combinaisons d'actions proposées dans la méthode générale décrite précédemment. Plusieurs de ces situations sont présentées et commentées ci-dessous afin de servir d'appui aux gestionnaires de dépendances vertes dans leurs initiatives. Elles permettent aussi de montrer la simplicité de la plupart des actions nécessaires.

Espace favorable entre deux haies parallèles à la route

Bien qu'il soit relativement étroit, l'espace compris entre les deux haies parallèles à la route (première photo) s'avère favorable aux abeilles sauvages.

Il crée une zone à l'abri du vent (qui est défavorable au vol des abeilles) et le sol nu (seconde photo) permet la nidification des espèces terricoles.

Les haies qui comportent quelques plants d'épine noire fournissent sur place une ressource alimentaire.



Crédit photo : Violette LE FÉON

Une action d'amélioration de ce site consisterait à augmenter la diversité d'arbustes utiles dans la petite haie en bordure du champ, afin de rendre la ressource alimentaire disponible sur une plus longue période de l'année.



Crédit photo : Violette LE FÉON

La proximité d'une culture de colza fournit une opportunité de ressource alimentaire abondante mais simplement temporaire.

Situation observée en Ille-et-Vilaine.

Site de nidification grâce à une haie sur talus

Cette partie de haie sur talus présente une surface de sol nu en pente, bien exposée à la lumière, propice à la nidification des espèces terricoles (ex. : dans les genres *Anthophora*, *Colletes*, *Andrena*). Des abeilles des genres *Andrena* et *Nomada* y ont été observées.



Crédit photo : Violette LE FÉON

Quelques renoucles sont fleuries. Le champ de colza de l'autre côté de la haie offre une ressource alimentaire abondante. Les ronces offriront plus tard dans la saison une autre ressource alimentaire et des tiges creuses pour la nidification d'espèces rubicoles (ex. : dans les genres *Hylaeus* et *Ceratina*).

Situation observée en Ille-et-Vilaine.

Alimentation et nidification grâce aux ronces dans une dépendance pauvre en ressources

Dans un environnement peu diversifié, les ronces offrent ici une ressource alimentaire importante aux abeilles et des possibilités de nidification pour les espèces rubicoles.

Des massifs de ronces taillés simplement en surface afin de contenir leur volume, sont la solution idéale pour offrir chaque année de nombreuses tiges creuses. Les extrémités bien exposées à la lumière sont les plus favorables à la nidification.

La présence d'une culture entomophile à proximité (ici un champ de colza) fournit une ressource alimentaire abondante temporaire. Les abeilles sauvages qui fréquentent les cultures entomophiles contribuent à leur pollinisation et à leur productivité (cf. Section 2).



Crédit photo : Violette LE FÉON

Situation observée en Côtes d'Armor.

Ensemble d'éléments propices à la nidification

Cet espace ouvert et relativement bien exposé offre deux éléments propices à la nidification. Le monticule de terre (premier plan), présentant de nombreuses surfaces de sol nu exposées au soleil une partie de la journée est accueillant pour les espèces terricoles recherchant des sols en pente (ex. : dans le genre *Colletes*). Les branchages secs situés de l'autre côté de la prairie (au loin à droite) et bien exposés au soleil sont accueillants pour des espèces cavicoles (ex. : dans les genres *Xylocopa*, *Ceratina*, *Lithurgus*, *Megachile*, *Osmia*, *Hoplitis*, *Hylaeus*).

L'environnement de cette prairie offre des ressources alimentaires sous forme d'ajonc et de lierre (situées du côté opposé de la route). Une action d'amélioration de la qualité de ce site pour les abeilles nidifiant de ce côté, serait de développer la ressource florale dans la prairie.



Crédit photo : Violette LE FEON

Situation observée en Côtes d'Armor.

Variété de ressources autour d'un ouvrage technique

Outre son rôle dans l'amélioration de l'intégration paysagère des ouvrages de traitement des eaux, la végétation diversifiée (saules, ajoncs, genêts) des pourtours d'un bassin d'orage tel que celui-ci est favorable aux abeilles sauvages.



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Les bords du bassin, aux pentes plus ou moins abruptes, offrent dans la partie exposée au sud (visible en haut à gauche) des surfaces de sol nu propices à la nidification de diverses espèces d'abeilles terricoles.

Situation observée en Loire-Atlantique.

Des ressources alimentaires et de nidification aux propriétés géotechniques intéressantes

Ce remblai constitué de matériaux non cohésifs, dont certains éléments de grande dimension, n'a pas été recouvert de terre végétale et n'a pas été ensemençé.



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Saules, ronces, ajoncs et genêts qui sont des ressources alimentaires pour les abeilles, montrent qu'ils sont capables de s'implanter spontanément sur ces substrats pauvres, aux pentes raides et instables, et de les protéger contre l'érosion (ex. : ravine interrompue et ajonc s'y implantant).

La colonisation lente et la mobilité du substrat permettent la permanence de surfaces de sol nu (ici de type arène), exploitables par les abeilles terricoles (pente exposée au sud). Le bois sec de sujets

dépéris (en bas à droite) offre des possibilités de nidification aux abeilles cavicoles.

Situation observée en Loire-Atlantique.

Connexion de la dépendance verte avec la trame verte environnante

La connexion de la dépendance verte routière avec la trame verte locale peut se faire par exemple grâce à une haie de la trame bocagère.

Ici, la dépendance verte présente même une continuité physique entre le roncier développé en limite d'emprise et la haie faisant partie du bocage environnant.

Cette haie est attractive pour les abeilles nidifiant dans l'emprise comme pour celles provenant du milieu environnant, à travers ses ressources florales abondantes et diversifiées (épine noire, genêt, aubépine).



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Situation observée en Loire-Atlantique.

Taches d'habitat en *pas japonais* dans un passage en déblai

Cette pente de déblai orientée au sud présente une implantation spontanée de divers végétaux ressources distribués par petites touches distantes de quelques mètres : ronces, genêts, aubépines, quelques taches composées de Brassicacées et d'Astéracées.

Des zones de sol nu favorables à la nidification des espèces terricoles se maintiennent là où le substrat est le plus pauvre.



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Situation observée en Loire-Atlantique.

Utilisation de la trame verte lorsque la dépendance verte offre peu de possibilités

Le talus de la dépendance verte (à gauche) est dominé par les graminées et présente donc peu d'intérêt pour les abeilles sauvages (ressources florales peu abondantes).



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

En revanche, grâce à l'ensemble des végétaux distribués longitudinalement, la trame verte environnante offre une ressource florale abondante et diversifiée (genêt, saules, aubépine), importante à préserver.

La circulation modérée des véhicules sur le droit de passage entretient dans les ornières des surfaces de sol nu tassé, typique des chemins et dans lequel nidifient certaines espèces d'abeilles terricoles, de la famille des Halictidés notamment.

Situation observée en Loire-Atlantique.

Site d'aspect très anodin mais propice à la nidification

Malgré son aspect anodin, cet espace rassemble plusieurs ressources de nidification importantes pour diverses espèces d'abeilles sauvages.



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Il est bien exposé au soleil (la lumière y diffuse) et offre aux espèces terricoles des surfaces de sol nu verticales (bas de la photo) et horizontales (à gauche). Il offre de nombreuses branches sèches (tas au pied de l'arbre) et tiges creuses (ronces sèches) pour les espèces cavicoles et rubicoles.

Quelques Apiacées sont en fleurs. Les ronces, le lierre grim pant (sur les troncs à l'arrière-plan) et les Astéracées (sur le talus) fourniront une ressource alimentaire plus tard dans la saison.

Situation observée en Loire-Atlantique.

Sol nu vertical support de ressources alimentaires et de nidification

Ce talus exposé au sud offre une variété de ressources pour l'habitat des abeilles sauvages.

Pour la nidification des espèces terricoles, des surfaces de sol nu vertical sont disponibles. Au sommet du talus, les ronces fournissent des tiges creuses pour les espèces rubicoles. Pour l'alimentation, la ressource, portée par les strates herbacée et arbustive, est variée, offrant des possibilités à divers moments de la saison : saules (au loin) dont la floraison est achevée, stellaire holostée, renoncules et quelques Astéracées en fleurs, Apiacées (dans le fossé) et ronces qui fleuriront plus tard.



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Les actions d'amélioration de la qualité de ce site peuvent être de protéger les surfaces de sol nu du talus de la colonisation par les graminées (par un grattage de la surface par exemple), et d'exporter les produits de fauchage afin d'augmenter sa diversité floristique.

Situation observée en Loire-Atlantique.

Lisière ouverte et diversifiée

Cette lisière peu dense à travers laquelle la lumière diffuse, offre des ressources alimentaires sur diverses strates : saules en fleurs, ajoncs en fleurs, châtaigniers et ronces qui fleuriront plus tard.

Elle offre aussi diverses ressources de nidification : arbres morts sur pied, branchages à terre, sol nu exposé à la lumière.



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Situation observée en Loire-Atlantique.

Intérêt particulier des arbres morts sur pied

Un arbre mort laissé sur pied fournit de nombreuses possibilités de nidifications aux espèces cavicoles à travers toutes ses ramures.



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Ces possibilités sont plus durables que si l'arbre est mis à terre : les cassures et la fragmentation du bois tombé à terre, associées au contact avec le sol, accélèrent la dégradation de l'arbre.

L'arbre mort sur pied constitue par ailleurs un « tuteur » naturel particulièrement avantageux pour le lierre grimpant dont le développement vertical et à travers les ramures va pouvoir être optimal. Conserver ce

type de support permet ainsi d'accroître l'abondance de la ressource alimentaire tardive (septembre-octobre) constituée par le lierre grimpant.

Situation observée en Loire-Atlantique.

Potentiel d'une surface en zone C

Cette partie de zone C surplombant une section routière en déblai présente des caractéristiques intéressantes pour une gestion favorable aux abeilles sauvages.



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

La zone se situe à une bonne distance des voies de circulation. En haut du talus (côté gauche), un cordon végétal constitué notamment de genêts, marguerites et oseilles fournit des ressources utiles à l'alimentation et la nidification de certaines espèces. Le fossé latéral (côté droit) est colonisé par des Apiacées (cerfeuil des bois), proches de ronciers et d'arbustes du genre *Prunus*, en relation

avec la trame bocagère. Le bord du fossé, exposé au sud, présente des surfaces de sol nu vertical. Un peu de bois sec est présent.

La partie centrale est dominée par les graminées mais grâce à un régime de coupe peu intensif, quelques renoncules et diverses Astéracées sont parvenues à s'implanter. L'exportation des produits de coupe de cette parcelle permettrait de favoriser cette tendance.

Situation observée en Loire-Atlantique.

Postface

Ce document a pour vocation d'impulser des initiatives et de développer les savoir-faire des gestionnaires de dépendances vertes routières en faveur des abeilles sauvages. Il s'inscrit comme une contribution au cadre plus général de la gestion de la biodiversité dans les emprises routières, cadre dans lequel des enjeux spécifiques sont identifiés aujourd'hui, dans lequel des initiatives existent, mais aussi dans lequel des contraintes propres à la gestion des infrastructures interviennent. Les différents points exposés ci-dessous permettent de situer la démarche proposée par rapport au contexte général de gestion de la biodiversité dans les emprises routières en France, et de mettre en lumière certaines nouvelles perspectives quant aux relations des routes avec les territoires traversés.

Zones biogéographiques

Les recommandations d'actions formulées dans ce document ont été illustrées en utilisant les connaissances relatives aux espèces végétales utiles aux abeilles sauvages dans les régions de la façade atlantique de la France métropolitaine. À l'intérieur de ce périmètre, à travers les listes de végétaux qui sont fournies dans le document, les gestionnaires de dépendances vertes routières et les aménageurs disposent d'informations pratiques directement utilisables pour mettre en œuvre des actions favorables aux abeilles sauvages.

La démarche générale d'action quant à elle, n'est pas limitée à une zone biogéographique donnée. Les recommandations formulées peuvent être appliquées par les gestionnaires et aménageurs dans les régions de climat continental, méditerranéen, voire montagnard, en choisissant des espèces végétales ressources (alimentation, nidification) dans la flore propre à ces régions.

Interventionnisme minimum

L'esprit de l'action en faveur des abeilles sauvages dans l'espace des dépendances vertes routières est de limiter au strict minimum l'intervention humaine afin de laisser s'exprimer le plus naturellement possible le potentiel écologique local. Ceci se traduit par une logique d'adaptation graduée du niveau d'intervention en fonction des nécessités observées au cas par cas. Le niveau d'intervention minimum consiste simplement à rechercher la valorisation de l'existant quand il est adapté au milieu environnant (effet immédiat). Le niveau intermédiaire est, si nécessaire, d'introduire dans l'espace des dépendances vertes des espèces végétales uniquement constitutives du milieu naturel environnant (effet à court/moyen terme). Le niveau le plus élevé d'intervention consiste à instaurer les conditions d'accueil favorables à un retour spontané des espèces adaptées au milieu (effet à moyen/long terme).

Des végétaux communs particulièrement utiles

Les espèces végétales susceptibles de jouer un rôle dans l'alimentation ou la nidification des abeilles sauvages sont nombreuses (cf. Sections 5 et 6). Or, la plupart d'entre elles sont communes dans l'environnement routier. Cette biodiversité dite *ordinaire* constitue une ressource facilement accessible et particulièrement importante pour le maintien des abeilles sauvages. Ainsi par exemple, des plantes de la famille des

Apiacées (ex. : cerfeuil des bois, berce commune, angélique des bois, fenouil) ou de la famille des Astéracées (ex. : achillée millefeuille, des chardons) peuvent assurer une fourniture de ressource alimentaire pendant plus de six mois de l'année, et pour la nidification grâce à leurs tiges creuses et/ou la fourniture de poils végétaux. De même, parmi les arbrisseaux et arbustes, les Rosacées (ronces, églantier), l'ajonc d'Europe et le chèvrefeuille des bois par exemple, fournissent à la fois ressources alimentaires et ressources de nidification pour les abeilles cavicoles.

Retombées bénéfiques pour d'autres insectes menacés

À travers le développement de la diversité floristique et des substrats de nidification (sols, végétaux), l'action en faveur des abeilles sauvages aura des retombées positives sur un cortège d'autres espèces de l'entomofaune locale. Il s'agira des autres ordres d'insectes pollinisateurs (Lépidoptères, Coléoptères, Diptères) mais aussi de prédateurs (ex. : Coléoptères) et de décomposeurs, notamment grâce à la présence de bois mort pour la nidification des abeilles cavicoles (ex. : Coléoptères saproxylophages, Gloméridés).

Par contre, on évitera d'installer des ruches dans les dépendances vertes faisant l'objet d'actions en faveur des abeilles sauvages. L'abeille mellifère est certes aussi soumise à de nombreuses menaces aujourd'hui et doit faire l'objet d'actions de préservation, mais elle peut être une concurrente des abeilles sauvages sur la ressource alimentaire. Sa présence sur les mêmes sites risquerait d'annihiler les effets des actions entreprises en faveur des abeilles sauvages.

Cohérence avec la gestion différenciée des dépendances vertes

Les actions proposées dans ce document concordent avec l'esprit du mode de gestion des dépendances vertes routières se développant depuis quelques années en France. Cette gestion dite *différenciée* consiste à ne pas traiter uniformément l'ensemble des surfaces de dépendances vertes. Elle intègre le fait qu'avec l'éloignement par rapport au bord de la chaussée, les impératifs d'intervention (liés à la maintenance et à la sécurité routières) s'atténuent. À distance du bord de la chaussée, il est possible de laisser la végétation se développer plus librement. La gestion différenciée permet ainsi aux dimensions écologique et paysagère d'entrer dans le champ de l'entretien des dépendances vertes : accueil de la flore et de la faune associée, réduction de l'emploi des produits phytosanitaires, relation avec la trame verte et bleue environnante, valorisation du patrimoine naturel local dans l'insertion paysagère des infrastructures. Cette gestion est moins consommatrice d'énergie et de produits phytosanitaires que les pratiques antérieures. Elle est donc ainsi aussi source d'économies directes.

Réduction du coût d'entretien des dépendances vertes

Dans le cadre des recommandations formulées dans ce document, l'extraction progressive de l'azote du sol des dépendances vertes grâce à l'exportation de la fauche, doit conduire, grâce à la diminution de la proportion de graminées, à une réduction de la production de biomasse des surfaces concernées. Cette réduction de la productivité primaire permet d'envisager aussi des économies de gestion (réduction des volumes annuels d'herbe à faucher). La réduction de la fréquence des opérations de fauchage et l'augmentation des hauteurs de coupe sont aussi des facteurs avérés de réduction des coûts d'entretien directs et indirects (moins d'usure du matériel).

Simplicité du passage à l'action

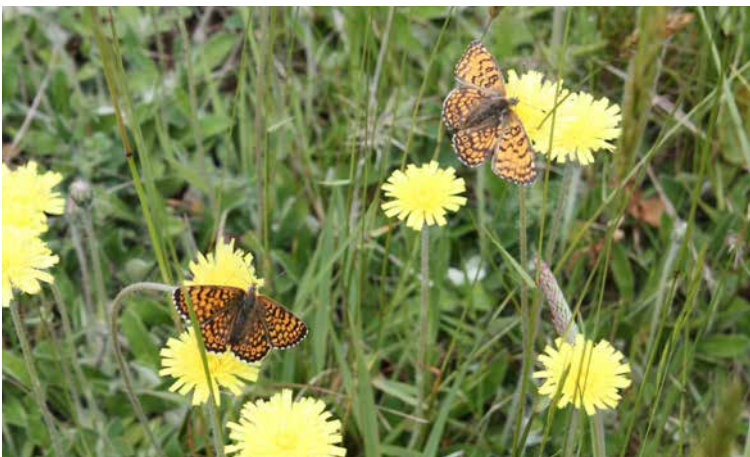
Certaines actions proposées dans ce document conduisent à des changements de pratiques (ex. : exportation des produits de fauchage). Mais pour la plupart, les actions utiles à la sauvegarde des abeilles sauvages dans les dépendances vertes ne constituent pas un changement radical – et encore moins une incompatibilité – avec les pratiques actuelles d'entretien de ces espaces. Elles consistent surtout en une plus grande attention portée aux conséquences écologiques de ces actions et à la façon de les réaliser. Les objectifs d'amélioration de la situation sur le terrain ne sont pas envisagés de façon standardisée mais en fonction de l'état existant des dépendances vertes, du contexte environnant, et des moyens disponibles localement. L'objectif de ce document est que les informations qu'il fournit soient intégrées dans le savoir-faire des gestionnaires qui les adapteront à leur contexte local et les incorporeront dans leurs plans d'entretien des dépendances vertes.

Les actions réparties par touches (en *pas japonais*) en fonction des opportunités et des enjeux, ne sont pas un obstacle à la connectivité dès lors que la discontinuité spatiale est franchissable y compris par les abeilles à faible distance de vol. Ces actions par touches offrent aussi de la souplesse dans l'organisation générale des opérations d'entretien des dépendances vertes.

La part des aménagements routiers

Au carrefour des problèmes environnementaux planétaires que sont le changement climatique, les extinctions d'espèces et la fourniture de ressources alimentaires pour une population croissante, la sauvegarde des abeilles est devenue un enjeu primordial. Les causes de déclin des populations d'abeilles sauvages sont nombreuses et à sa façon, à travers la consommation d'espace et la destruction d'habitats naturels, le secteur des transports terrestres y a sa part. Œuvrer à un rééquilibrage entre les pertes et les gains pour les populations d'abeilles sauvages et la pollinisation de la flore environnante grâce à la mise à profit du potentiel écologique des dépendances vertes routières constitue un juste retour des choses.

Mélitée du plantain (*Melitea cinxia*) sur piloselle (*Pilosella officinarum*) :
bénéfice de l'action pour d'autres insectes



Crédit photo : Denis FRANÇOIS

Lexique

Abondance : Critère quantitatif relatif à une population dans un milieu : nombre (absolu ou relatif) d'individus d'une espèce donnée.

Aire de répartition : Surface d'étendue variable, continue ou discontinue, qui circonscrit l'ensemble des endroits où les individus d'une espèce se rencontrent à l'état spontané.

Angiosperme : Végétal dont les organes reproducteurs composent une fleur et dont les graines sont enfermées dans un fruit. Les angiospermes constituent un sous-embranchement, subdivisé en deux classes : les monocotylédones et les dicotylédones

Arbre : Plante ligneuse de plus de 7 mètres de haut dont la tige est rigide (tronc), contrairement aux lianes (ex. : clématite).

Arbrisseau : Plante ligneuse ramifiée dès la base (pas de tige principale – tronc). Inclus des végétaux de petite taille (sous-arbrisseau, ex. bruyères) et des végétaux de quelques mètres de haut (ex. : noisetier).

Arbuste : Plante ligneuse de moins de 7 mètres de haut dont la tige (tronc) est rigide.

Banque de graines : Ensemble des graines des plantes de différentes espèces présentes naturellement dans le sol.

Chaméphyte : Plante ligneuse vivace dont la hauteur reste inférieure à 50 cm (ex. : de nombreuses espèces de bruyères).

Classification des êtres vivants : Règne > Embranchement > Classe > Ordre > Famille > Genre > espèce. Exemple : Animal > Arthropodes > Insectes > Hyménoptères > Apidés > *Bombus* > *terrestris*.

Dépendance verte routière : Ensemble des surfaces d'espaces verts comprises à l'intérieur de l'emprise routière. Ces surfaces sont localisées sur les bas-côtés, les talus, les espaces intérieurs des échangeurs, les aires de repos, les aires de services.

Dicotylédones : Plantes dont la graine contient deux cotylédons (feuilles nourricières apparaissant à la germination). Les dicotylédones se reconnaissent généralement à leurs feuilles à nervures ramifiées et à leurs fleurs à parties semblables disposées par 4 ou 5 (ou multiples de 4 ou 5). Parmi les familles importantes de dicotylédones, on trouve par exemple les Astéracées, les Fabacées, les Rosacées.

Diversité : Critère qualitatif applicable à un peuplement, s'exprimant notamment à travers le nombre d'espèces présentes. La diversité spécifique par exemple est un indicateur prenant en compte le nombre d'espèces d'un peuplement et leur abondance relative.

Écologie : Étude (et description) des relations des êtres vivants (dans ce document les abeilles sauvages) avec leur environnement biotique et abiotique (voir Facteurs abiotiques et Facteurs biotiques).

Édaphique : Qui concerne le sol dans ses relations avec les êtres vivants.

Emprise routière : Ensemble de la surface occupée par, et constituant, l'infrastructure (chaussée, aires de services et de repos, dépendances vertes).

Facteurs abiotiques : Facteurs écologiques de nature physique et chimique. Pour les milieux terrestres, les deux grandes catégories de facteurs écologiques abiotiques sont les facteurs climatiques et édaphiques.

Facteurs biotiques : Facteurs écologiques dus à l'action des êtres vivants entre eux (ex. : compétition, prédation, parasitisme, etc.) et sur le milieu abiotique (ex. : action de la végétation sur le climat, des animaux fouisseurs sur le sol, etc.).

Fauchage : Au sens strict (*cf.* Dictionnaire Littré), action de faucher, c'est-à-dire de couper l'herbe des prairies. L'herbe coupée, produit du fauchage, étant la fauche.

Géophyte : Plante dont les organes subsistants plusieurs années (dits *pérennants*) sont enterrés dans le sol (bulbes, rhizomes, tubercules).

Gestionnaire : Personne chargée de la gestion et de l'entretien des dépendances vertes (dans ce document).

Habitat : Lieu où l'espèce vit, et son environnement immédiat, abiotique et biotique.

Hémicryptophyte : Plante vivace dont la partie aérienne est réduite à quelques bourgeons situés au ras du sol pendant l'hiver (ex. pissenlit).

Hémiparasite : Organisme puisant une partie de sa nourriture sur l'organisme hôte. Chez les végétaux, il s'agit de plantes dont l'activité chlorophyllienne est insuffisante pour subvenir à leurs besoins. La connexion au végétal hôte est établie par des suçoirs, sur leurs branches (cas du gui – *Viscum album*) ou sur leurs racines (cas de nombreuses plantes de la famille des Orobanchacées : euphraises, mélampyres, rhinanthès, odontites).

Imago : stade ultime de développement d'un insecte.

Lande : Formation végétale composée majoritairement de chaméphytes à feuillage persistant qui s'établit généralement sur des sols pauvres et acides. La lande sèche se développe sur un sol sableux sec à très sec. Elle se caractérise par la présence de bruyère cendrée et de callune.

Monocotylédones : Plantes dont la graine ne contient qu'un cotylédon (feuille nourricière apparaissant à la germination). Les monocotylédones se reconnaissent généralement à leurs feuilles à nervures parallèles (non ramifiées) et à leurs fleurs à parties semblables disposées par 3 (ou multiples de 3). Les graminées (Poacées) constituent une famille importante des monocotylédones.

Mulching : Technique consistant à broyer finement l'herbe tondue et à redéposer directement les fragments au sol afin qu'ils servent d'engrais.

Pas japonais : Aménagement réalisé par touches discontinues, espacées d'un intervalle compatible avec la capacité de déplacement de l'espèce considérée.

Pelouse : Formation végétale constituée de plantes herbacées de petite taille qui s'établit en particulier dans des lieux secs (pelouse sèche calcicole et pelouse sèche silicicole). Le terme est utilisé dans le langage courant pour désigner le gazon semé et entretenu par des tontes fréquentes.

Pesticides : Terme générique regroupant insecticides, raticides, fongicides et herbicides. Composés chimiques utilisés pour lutter contre les insectes, rongeurs, champignons et végétaux.

Peuplement : Ensemble des populations d'espèces différentes vivant dans un même biotope et d'écologie semblable.

Phanérogames : Plantes se reproduisant par graines (synonyme de spermatophytes). À l'inverse des cryptogames (sans fleur ni graines : par exemple les fougères). Les phanérogames se divisent en deux sous-embranchements : les gymnospermes dont les graines sont nues (les conifères) et les angiospermes dont les graines sont enfermées dans un fruit. Les angiospermes rassemblent beaucoup plus d'espèces que les gymnospermes (< 1 000 vs. ≈ 300 000).

Pluie de graines : Ensemble des graines des plantes de différentes espèces parvenant naturellement au sol.

Population : Ensemble des individus d'une même espèce.

Rejet : Nouvelle pousse produite par une plante, notamment suite à une coupe.

Section courante : Tronçon routier correspondant au profil en travers type (absence de points singuliers tels que des voies d'accès/sortie, des ouvrages d'arts non courants, des tunnels, etc.).

Spontané : Qui apparaît (ou se produit) sans intervention directe de l'homme, autrement que par le fait de l'introduction volontaire directe par l'homme.

Tache d'habitat : Espace continu dans lequel une population locale trouve les ressources nécessaires à sa persistance, séparé d'autres taches par un espace moins favorable ou défavorable (synonyme de *patch* en Anglais).

Thérophyte : Plante (annuelle) qui passe l'hiver à l'état de graine dans le sol (ex. familles des Astéracées et des Fabacées).

Trame verte : Réseau écologique terrestre constitué de réservoirs de biodiversité connectés par des corridors écologiques, devant permettre aux espèces terrestres d'accomplir leur cycle biologique malgré le morcellement des milieux naturels.

Zone d'action : Espace entretenu au sein de la dépendance verte pour offrir à la fois des fonctions de nidification et d'alimentation aux abeilles sauvages. Les dimensions de cet espace sont variables en fonction des caractéristiques géométriques de la dépendance verte et de la localisation des ressources alimentaires et des sites de nidification.

Références

Entre parenthèses sont indiquées les sections du document auxquelles les références se rapportent.

Alaux C., Ducloz F., Crauser D., Le Conte Y., 2010. Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biology Letters* 6, 562-565. **(2)**

Albouy V., Le Conte Y., 2014. Nos abeilles en péril, Quae, 192 p. **(1)**

Ameloot E., Hermy M., Verheyen K., 2006. *Rhinanthus* : An effective tool in reducing biomass of road verges? An experiment along two motorways. *Belgian Journal of Botany* 139 (2), 173-187. **(5)**

Bellmann H., 2009. Guide des abeilles, bourdons, guêpes et fourmis d'Europe. Delachaux et Niestlé, 336 p. **(1, 2)**

Biesmeijer J.C., Roberts S.P.M., Reemer M., Ohlemüller R., Edwards M., Peeters T., Schaffers A.P., Potts S.G., Kleukers R., Thomas C.D., Settele J., Kunin W.E., 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313, 351-354. **(2)**

Boff S., Soro A., Paxton R.J., Alves-dos-Santos I., 2014. Island isolation reduces genetic diversity and connectivity but does not significantly elevate diploid male production in a neotropical orchid bee, *Conservation Genetic* 15, 1123-1135. **(2)**

Brosseau O., 2015. Rencontre avec les pollinisateurs, Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, 31 p. **(3)**

Burel F., Baudry J., 2006. Écologie du paysage, Concepts, méthodes et applications, Éditions Tec&Doc, Paris, 359 p. **(3)**

Chaudron C., 2016. La flore de l'interface route-champ cultivé : Influence des pratiques de gestion et de la structure du paysage, Thèse de l'Université François-Rabelais, Tours, 304 p. **(5)**

Commissariat Général du Développement Durable, 2015. Chiffres clés du transport, Repères, 32 p. **(4)**

Commissariat Général du Développement Durable, 2016. Chiffres clés du transport, Repères, 40 p. **(4)**

Coudrain V., Rittiner S., Herzog F., Tinner W., Entling M.H., 2016. Landscape distribution of food and nesting sites affect larval diet and nest size, but not abundance of *Osmia bicornis*, *Insect Science* 23, 746-753. **(2)**

Coupey C., Mouret H., Fortel L., Visage C., Vyghen F., Aubert M., Vaissière B., 2014. Guide de gestion écologique pour favoriser les abeilles sauvages et la nature en ville, 127 p. **(3, 4)**

Crosaz Y., 2002. Motivations, objectifs et contraintes des opérations de végétalisation dans le domaine ferroviaire. *Revue d'Écologie (Terre Vie)*, supplément 9, 97-106. **(5)**

Daugeron C., Lefebvre V., 2014. Les Empididés : une composante essentielle de l'entomofaune d'altitude, *Insectes* 172, 35-37 **(1)**

- Département du Lot-et-Garonne, 2016. Plan d'intervention, Fauchage et débroussaillage, 39 p. **(7)**
- Di Pasquale G., Salignon M., Le Conte Y., Belzunces L.P., Decourtye A., Kretzschmar A., Suchail S., Brunet J.-L., Alaux C., 2013. Influence of pollen nutrition on Honey Bee health : do pollen quality and diversity matter? *PLoS One* 8, e72016. **(2)**
- Dicks L.V., Showler D.A., Sutherland W.J., 2010. Bee Conservation. Evidence for the effects of interventions. Pelagic Publishing, 116 p. **(3)**
- Dufrêne E., Genoud D., Bourlet P., 2016. Sur la distribution en France de *Lithurgus cornutus* Fabricius 1827 (Hymenoptera – Megachilidae – Lithurgini) : apport de données récentes, *Osmia* 6, 16-21 **(6)**
- Edwards M., Jenner M., 2005. Field Guide to the Bumblebees of Great Britain and Ireland. Ocelli, 108 p. **(1, 2)**
- Falk S., 2015. Field Guide to the Bees of Great Britain and Ireland. Bloomsbury Publishing, 432 p. **(1, 2)**
- Fenster C.B., Armbruster W.S., Wilson P., Dudash M.R., Thomson J.D., 2004. Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 35, 375-403. **(1)**
- Fortel L., Henry M., Guilbaud L., Mouret H., Vaissière B.E., 2016. Use of human-made nesting structures by wild bees in an urban environment. *Journal of Insect Conservation* 20, 239-253. **(4)**
- Garibaldi L.A., Steffan-Dewenter I., Winfree R., Aizen M.A., Bommarco R. *et al.*, 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance, *Science* 339, 1608-1611. **(2)**
- Garibaldi L.A., Carvalheiro L.G., Vaissière B.E., Gemmill-Herren B., Hipólito J. *et al.*, 2016. Mutually Beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms, *Science* 351, 388-391. **(2)**
- Gathmann A., Tscharrntke T., 2002. Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology* 71, 757-764. **(2)**
- Ghazoul J., 2005. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *Trends in Ecology and Evolution* 20, 367-373. **(2)**
- Goulson D., Nicholls E., Botías C., Rotheray E.L., 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers. *Science* 347, 1-9. **(2)**
- Greenleaf S.S., Williams N., Winfree R., Kremen C., 2007. Bee foraging ranges and their relationship to body size. *Oecologia* 153, 589-596. **(2)**
- Hannon L.E., Sisk T.D., 2009. Hedgerows in an agri-natural landscape : Potential habitat value for native bees. *Biological Conservation* 142, 2140-2154. **(5)**
- Henensal P., 1993. Lutte contre l'érosion avant, pendant et après les travaux, Les protections végétales et structurelles des surfaces et des pentes, Études et recherches des laboratoires des ponts et chaussées, Série géotechnique, GT 54, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, 111 p. **(5, 6)**

- Henriksen C.I., Langer V., 2013. Road verges and winter wheat fields as resources for wild bees in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 173, 66-71. **(3)**
- Hopwood J.J., 2008. The contribution of roadside grassland restorations to native bee conservation, *Biological Conservation* 141, 2632-2640. **(3)**
- Humbert J.-Y., Pellet J., Buri P., Arlettaz R., 2012. Does delaying the first mowing date benefit biodiversity in meadowland?, *Environmental Evidence*, 1-9. **(5)**
- IPBES, 2016. The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, V.L. Imperatriz-Fonseca and H.T. Ngo, (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany, 552 p. **(3)**
- IPBES, 2016. Résumé à l'intention des décideurs du rapport d'évaluation sur les pollinisateurs, la pollinisation et la production alimentaire. Potts *et al.* Secrétariat de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques, Bonn, Allemagne, 36 p. **(3)**
- King C., Ballantyne G., Willmer P.G., 2013. Why flower visitation is a poor proxy for pollination : measuring single-visit pollen deposition, with implications for pollination networks and conservation. *Methods in Ecology and Evolution* 4, 811-818. **(1)**
- Klein A.M., Vaissière B.E., Cane J.H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S., Kremen C., Tscharntke T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings. Biological sciences/The Royal Society* 274, 303-13. **(1)**
- Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) & Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (Setra), 2000. Réalisation des remblais et des couches de forme, Guide technique, Fascicule I, Principes généraux, 102 p. **(5, 6)**
- Lachaud A., 2010. Étude et propositions de gestion en faveur des abeilles sauvages et application sur un ENS, Bretagne Vivante et Conseil Général de Loire-Atlantique, 43 p. **(4, 5)**
- Le Féon V., Schermann-Legionnet A., Delettre Y., Aviron S., Billeter R., Bugter R., Hendrickx F., Burel F., 2010. Intensification of agriculture, landscape composition and wild bee communities: a large scale study in four European countries. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 137, 143-150. **(2)**
- Le Féon V., Burel F., Chifflet R., Henry M., Ricroch A., Vaissière B.E., Baudry J., 2013. Solitary bee abundance and species richness in dynamic agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 166, 94-101. **(2)**
- Lemoine G., 2015. Les carrières de sable : une opportunité pour les abeilles solitaires, Établissement public foncier Nord-Pas de Calais et UNPG, 140 p. **(3, 5, 6)**
- Lhomme P., 2009. L'inquinisme chez les bourdons, *Osmia* 3, 17-22 **(1)**
- Mahé G., 2015. Les bourdons du Massif Armoricaïn – Atlas de Loire-Atlantique, *Penn ar Bed* n° 221, 84 p. **(2)**
- Michener C.D., 2007. *The Bees of the World*, The Johns Hopkins University Press, 953 p. **(1, 2)**
- Michez D., Rasmont P., 2015. Abeilles recherchent experts désespérément. *La Recherche* 504, 55-58. **(2)**

- Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD), Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires Rurales (MAAPAR), 2005. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire, Tome 4 Habitats agropastoraux, Volume 2, « Cahiers d'habitats » Natura 2000, La Documentation française, Paris, 487 p. **(5)**
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE), Réseau Biodiversité pour les Abeilles, Muséum National d'Histoire Naturelle, Office Pour les Insectes et leur Environnement (OPIE), Biogéochimie des milieux continentaux (Bioemco), 2014. Aménagements d'accotements routiers du réseau national en faveur des pollinisateurs – Rapport final de l'expérimentation 2010-2012, 119 p. **(3)**
- Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement (METL), Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (Sétra), 2001. Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison (ICTAAL), Circulaire du 12 décembre 2000, 56 p. **(7)**
- Ministre de l'Agriculture et de la Pêche, 2000. Arrêté du 31 juillet 2000 établissant la liste des organismes nuisibles aux végétaux, produits végétaux et autres objets soumis à des mesures de lutte obligatoire, Journal Officiel de la République Française, 201, p 13502. **(7)**
- Mosimann E., 2005. Mise en place de prairies fleuries avec de l'herbe à semence, *Revue suisse Agricole* 37, 195-199. **(4, 5)**
- Mudrák O., Mládek J., Blažek P., Lepš J., Doležal J., Nekvapilová E., Těšitel J., 2014. Establishment of hemiparasitic *Rhinanthus spp.* in grassland restoration: lessons learned from sowing experiments, *Applied Vegetation Science* 17, 274-287. **(5)**
- Nieto A., Roberts S.P.M., Kemp J., Rasmont P., Kuhlmann M., Garcia Criado M., Biesmeijer J.C., Bogush P., Dathe H.H., De la Rua P., De Meulemeester T., Dehon M., Dewulf A., Ortiz-Sanchez F.J., Lhomme P., Paulys A., Potts S.G., 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 of the European Union, 84 p. **(1, 2, 3)**
- Ollerton J., Winfree R., Tarrant S., 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120, 321-326. **(1)**
- PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement), 2016. Décision adoptée par la Conférence des Parties (COP) à la Convention sur la Diversité Biologique. XIII/15. Conséquences de l'évaluation de l'IPBES sur les pollinisateurs, la pollinisation et la production alimentaire pour les travaux de la Convention, Cancun, Mexique, 9 décembre 2016, 6 p. **(3)**
- Potts S.G., Biesmeijer J.C., Kremen C., Neumann P., Schweiger O., Kunin W., 2010. Global pollinator declines : trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution* 25, 345-353. **(2)**
- Potts S.G., Imperatriz-Fonseca V., Ngo H.T., Aizen M.A., Biesmeijer J.C., Breeze T.D., Dicks L.V., Garibaldi L.A., Hill R., Settele J., Vanbergen A.J., 2016. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature* 540, 220-229. **(3)**
- Pouvreau A., 2004. Les insectes pollinisateurs, Delachaux et Niestlé, 191 p. **(1)**
- Rader R., Bartomeus I., Garibaldi L.A., Garratt M.P.D., Howlett B.G. *et al.*, 2015. Non-bee insects are important contributors to global crop pollination, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113, 146-151. **(1)**
- Ramade F., 2009. Éléments d'écologie, Écologie fondamentale, Dunod, 690 p. **(2)**

- Rasmont P., Ebmer A., Banaszak J., Van Der Zanden G., 1995. Hymenoptera Apoidea Gallica – Liste taxonomique des abeilles de France, de Belgique, de Suisse et du Grand-Duché de Luxembourg. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, Volume 100 (hors-série), 1-98 **(1)**
- Service d'Études sur les Transports, les Routes et leur Aménagement (Sétra), Centre d'Étude Technique de l'Équipement (Cete), Commissariat Général du Développement Durable (CGDD), 2011. Infrastructures de transport, biodiversité et territoire, L'apport de l'écologie du paysage, Note d'information du Sétra – Série Économie Environnement Conception, n° 95, 28 p. **(3)**
- Sheffield C.S., Pindar A., Packer L., Kevan P.G., 2013. The potential of cleptoparasitic bees as indicator taxa for assessing bee communities. *Apidologie* 44, 501-510. **(1)**
- Skórka P., Lenda M., Morón D., Kalarus K., Tryjanowski P., 2013. Factors affecting road mortality and the suitability of road verges for butterflies. *Biological Conservation* 159, 148-157. **(3)**
- Smith M.R., Singh G.M., Mozaffarian D., Myers S.S., 2015. Effects of decreases of animal pollinators on human nutrition and global health : a modelling analysis, *The Lancet*, 9 p. **(2)**
- Tison J.-M., de Foucault B., 2014. Flora Gallica – Flore de France, Biotope, Mèze, xx + 1196 p. **(2)**
- Triplet P., 2016. Dictionnaire encyclopédique de la diversité biologique et de la conservation de la nature, 938 p. **(5, 7)**
- Westrich P., 1996. Habitat requirements of central European bees and the problems of partial habitats. *The Conservation of Bees* (ed. A. Matheson, S. L. Buchmann, C. O'Toole, P. Westrich, & I. H. Williams), pp. 1-16. Academic Press, London, UK. **(2)**

Résumé

Les abeilles sauvages contribuent de façon significative à la pollinisation de nombreuses cultures et plantes sauvages. Victimes de nombreuses pressions environnementales, leurs populations sont en déclin depuis une vingtaine d'années. Les infrastructures routières ont leur part dans ces pressions, mais dans des contextes environnementaux dégradés, les dépendances vertes routières (DVR) peuvent apporter des remèdes à certains maux qui affectent ces insectes. Ce document présente la pollinisation et les insectes pollinisateurs, de même que l'intérêt et les principes fondamentaux d'une action en faveur des abeilles sauvages au sein des DVR. Des recommandations opérationnelles sont formulées afin de fournir des ressources alimentaires et des sites de nidification aux diverses espèces d'abeilles sauvages, ainsi que pour organiser la cohérence des actions dans l'espace et dans le temps.

Andrena cineraria butinant dans un champ de colza (*Brassica napus*)
voisin d'une dépendance verte routière



Crédit photo : Héroïse BLANCHARD

Fiche bibliographique

Collection Ouvrages scientifiques		Sous-collection	
ISSN 2558-3018	ISBN Papier 978-2-85782-732-0 PDF 978-2-85782-733-7	Réf. OSI2	
Titre Abeilles sauvages et dépendances vertes routières			
Sous-titre Pourquoi et comment développer la capacité d'accueil des dépendances vertes routières en faveur des abeilles sauvages			
Coordinateur Denis FRANÇOIS			
Date de publication Décembre 2017		Langue Français	
Résumé Depuis une vingtaine d'années, le déclin des insectes pollinisateurs suscite des inquiétudes et des questions au sein de la communauté scientifique et des pouvoirs publics. Parmi ces insectes, les abeilles sauvages contribuent de façon significative à la pollinisation de nombreuses cultures et plantes sauvages. Comme de nombreux insectes, elles sont victimes de différentes pressions liées à l'intensification des pratiques agricoles et au développement des réseaux de transport. Les conséquences sur les populations d'abeilles sauvages d'Europe sont telles qu'aujourd'hui plusieurs espèces sont menacées d'extinction. Les infrastructures routières ont leur part dans les pressions qui touchent les populations d'abeilles sauvages. Mais dans des contextes environnementaux dégradés, les dépendances vertes routières (DVR) peuvent apporter des remèdes à certains maux qui affectent ces insectes. Les DVR constituent par endroits les derniers sites d'accueil de la flore naturelle et des insectes associés. Elles couvrent des milliers d'hectares à l'échelle nationale et sont de ce fait en relation avec une grande variété de milieux naturels constitutifs de la trame verte. Ce document vise à montrer comment les gestionnaires des DVR peuvent agir concrètement pour la sauvegarde des abeilles sauvages. L'importance générale de la pollinisation entomophile et des divers insectes pollinisateurs est présentée, de même que l'intérêt particulier et les principes fondamentaux d'une action en faveur des abeilles sauvages au sein des DVR. Des recommandations opérationnelles sont formulées afin de fournir les ressources alimentaires et les sites de nidification nécessaires aux diverses espèces d'abeilles sauvages, ainsi que pour organiser la cohérence des actions dans l'espace et dans le temps.			
Mots-clés abeilles sauvages, flore locale, nidification, dépendances routières, gestion, sauvegarde			
Nbre de pages 120		Prix gratuit	

Publication data form

Collection Scientific articles		Sub-collection	
ISSN 2558-3018	ISBN Print 978-2-85782-732-0 Ebook 978-2-85782-733-7		Réf. OSI2
Title Wild bees and road green verges			
Subtitle Why and how to develop road green verges' hosting capacity in favour of wild bees			
Coordinator Denis FRANÇOIS			
Publication date December 2017		Language French	
Summary <p>For the last two decades, the decline of pollinating insects has raised concerns and questions in the scientific community and with public authorities. Wild bees contribute significantly to the pollination of numerous crops and wild plants. Like many insects, they are victims of various pressures associated with agricultural intensification and the development of transport networks. Consequences on wild bee populations in Europe are such that today many species are recognized as threatened.</p> <p>Road infrastructures bear their share among pressures afflicting wild bee populations. However, into degraded environmental contexts, road green verges (RGVs) could bring remedies to lessen the pressures affecting these insects. Indeed, in places RGVs can be the last sites for natural flora and the associated fauna. They cover thousands of hectares at the national scale and are thus connected to a great variety of natural environments as part of the green network.</p> <p>This document aims to show how managers of RGVs can take action for protecting wild bees. The general importance of insect pollination and the various pollinating insects is presented, as well as the specific interest in the action for wild bees into RGVs, with its fundamental principles. Operational recommendations are made to provide food resources and nesting sites necessary for the various wild bee species, as well as to ensure the consistency of actions in space and time.</p>			
Key Words wild bees, local flora, nesting, road verges, management, protection			
Nbr of page 120		Price free of charge	

Depuis une vingtaine d'années, le déclin des insectes pollinisateurs suscite des inquiétudes et des questions au sein de la communauté scientifique et des pouvoirs publics. Parmi ces insectes, les abeilles sauvages contribuent de façon significative à la pollinisation de nombreuses cultures et plantes sauvages. Comme de nombreux insectes, elles sont victimes de différentes pressions liées à l'intensification des pratiques agricoles et au développement des réseaux de transport. Les conséquences sur les populations d'abeilles sauvages d'Europe sont telles qu'aujourd'hui plusieurs espèces sont menacées d'extinction.

Les infrastructures routières ont leur part dans les pressions qui touchent les populations d'abeilles sauvages. Mais dans des contextes environnementaux dégradés, les dépendances vertes routières (DVR) peuvent apporter des remèdes à certains maux qui affectent ces insectes. Les DVR constituent par endroit les derniers sites d'accueil de la flore naturelle et des insectes associés. Elles couvrent des milliers d'hectares à l'échelle nationale et sont de ce fait en relation avec une grande variété de milieux naturels constitutifs de la trame verte.

Denis FRANÇOIS

*Ifsttar, Laboratoire EASE, Allée des Ponts et Chaussées
CS 4, 44344 Bouguenais cedex.*

Violette LE FÉON

*Inra, UR 406 Abeilles et Environnement, 228 route de l'Aérodrome
CS 40509, 84914 Avignon cedex 9.*

Photos de couverture : Denis FRANÇOIS et Violette LE FÉON



IFSTTAR

LES COLLECTIONS DE L'IFSTTAR

ISBN : 978-2-85782-733-7

ISSN : 2558-3018

Réf : OS12

Décembre 2017

Prix : gratuit