



**HAL**  
open science

# Étude des interactions écologiques entre l'abeille domestique et les abeilles sauvages dans un espace naturel protégé : le massif de la Côte Bleue, site du Conservatoire du Littoral

Mickael Henry, Guy Rodet

## ► To cite this version:

Mickael Henry, Guy Rodet. Étude des interactions écologiques entre l'abeille domestique et les abeilles sauvages dans un espace naturel protégé : le massif de la Côte Bleue, site du Conservatoire du Littoral. [Rapport de recherche] INRAE; Conservatoire du Littoral. 2018. hal-03594624

**HAL Id: hal-03594624**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03594624>**

Submitted on 2 Mar 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Étude des interactions écologiques entre l'abeille domestique et les abeilles sauvages dans un espace naturel protégé : le massif de la Côte Bleue, site du Conservatoire du Littoral.

Mickaël Henry, Guy Rodet  
INRA, UR 406 Abeilles & Environnement  
228, chemin de l'Aérodrome - CS 40 509  
84914 AVIGNON Cedex 09 - France

## RESUME

L'intensification de l'agriculture a profondément modifié les paysages ruraux au cours des cinq dernières décennies, affectant la durabilité des exploitations apicoles. L'apiculture productive a désormais recours à des transhumances saisonnières, parfois massives, vers des espaces naturels protégés. Avec les sollicitations croissantes des apiculteurs, les gestionnaires des espaces protégés expriment aujourd'hui des inquiétudes quant aux risques d'interférences écologiques entre les abeilles domestiques (*Apis mellifera*) et les autres insectes butineurs au sein des réseaux naturels d'interactions plantes-pollinisateurs. Dans cette optique, le Conservatoire du Littoral a commandité cette étude, visant à vérifier l'existence d'une compétition entre abeilles sauvages et domestiques lors de la miellée de romarin sur le massif de la Côte Bleue (Bouches-du-Rhône), et, le cas échéant, à identifier des critères écologiques ou des règles de décisions pour guider la régulation de l'apiculture dans ce type d'espace naturel. L'étude s'est basée sur des comptages standardisés d'abeilles butineuses et des estimations de leur succès de collecte de nectar et de pollen. Trois principaux résultats sont à souligner : (1) l'existence d'une compétition pour l'exploitation des ressources florales est confirmée, et s'étend sur des distances variant de 600 à 1200m autour des ruchers, selon le paramètre écologique considéré ; (2) ces rayons définissent des « zones d'emprise » des ruchers, et constituent des critères de régulation de l'apiculture plus simples à mettre en œuvre que les notions de densité de colonies ; (3) un phénomène de compétition intra-spécifique entre abeilles domestiques elles-mêmes a été détecté au niveau individuel, et méritera d'être exploré plus en détail à l'échelle de la colonie (impact sur le rendement en miel ou sur la démographie au cours de la saison). Des recommandations sont proposées et discutées sur la base de ces résultats et des conditions spécifiques de l'étude.

**REMERCIEMENTS :** Cette étude a été financée par le Conservatoire du Littoral et réalisée en partenariat avec l'ADAPI. Nous tenons à remercier Pascal Cavallin (Conservatoire du Littoral), Pierre-Christophe Herzog, Pascal Potard et François Marcoux (Office national des Forêts) pour les facilités administratives et leurs connaissances du territoire ; Pascal Jourdan, Cyril Folton et Alban Maisonnasse (ADAPI) pour leur contribution à la conception du dispositif expérimental ; Laurent Guilbaud, Aurélie Delmas, Mathieu Mathivet, Richard Nouazé et Jonathan Costa pour leur aide dans les prises de données de terrain ; l'Observatoire des Abeilles et experts naturalistes Matthieu Aubert, Eric Dufrière, David Genoud, Mickael Kuhlmann, Alain Pauly et Stephan Risch pour l'identification des abeilles ; Clémentine Coiffait-Gombault et René Celse pour les identifications botaniques.

**CITATION :** Henry M. et Rodet G. (2018). *Étude des interactions écologiques entre l'abeille domestique et les abeilles sauvages dans un espace naturel protégé : le massif de la Côte Bleue, site du Conservatoire du Littoral*. Rapport d'étude, convention Recherche & Développement CdL-INRA-ADAPI n°2014CV18, 10 pages.

## INTRODUCTION

L'apiculture productive a été rendue possible grâce à la systématisation des déplacements des ruchers (transhumances) vers les floraisons massives et prévisibles de l'agriculture (par exemple le colza, le tournesol et les rosacées fruitières). Mais les floraisons de l'agriculture ont aujourd'hui des défauts qui sont devenus difficiles à supporter pour les apiculteurs car leurs abeilles (*Apis mellifera*) y sont exposées à une agrochimie toxique et l'agrandissement des parcelles a fait disparaître les floraisons non cultivées qui pouvaient nourrir les colonies pendant les intervalles de temps sans floraisons de masse (Odoux *et al.* 2014, Requier *et al.* 2014, 2017).

Pour éviter ces inconvénients, les apiculteurs cherchent à augmenter les séjours de leurs abeilles dans des espaces naturels protégés. Les quantités de colonies dans ces espaces augmentent, et se pose la question de leur compatibilité avec la protection des insectes butineurs sauvages. On sait déjà que l'introduction de grandes quantités d'abeilles domestiques dans un lieu donné a des effets sur les populations d'abeilles sauvages qui vivent dans ce lieu, conduisant à des diminutions d'abondance des populations et de diversité des espèces (Geslin *et al.* 2017). Mais les précisions sur ces effets et leurs mécanismes nous manquent, ainsi que nos capacités à organiser les compatibilités entre les abeilles de l'apiculture et les populations locales des insectes butineurs.

Ces précisions sont particulièrement attendues par les gestionnaires des espaces naturels protégés. Ainsi en est-il du Conservatoire du Littoral qui nous a confié la charge de la présente étude. Cette dernière devait répondre à la question : peut-on établir les principes d'une méthode usant de critères écologiques précis, qui permettrait de réglementer l'accueil des activités apicoles dans les zones protégées ? Le problème étant que l'activité apicole est déjà largement accueillie dans les sites protégés, et que l'afflux des demandes d'accueil des apiculteurs ne tarit pas. Notre étude fournit les premiers termes écologiques de la compatibilité de l'activité apicole avec les insectes butineurs sauvages, et en particulier les apiformes (les abeilles au sens large, désignées comme abeilles sauvages dans ce texte). Les abeilles sauvages constituent un groupe très diversifié, avec 975 espèces répertoriées en France et 1965 en Europe (dont 77 espèces menacées d'extinction et 101 quasi-menacées, selon les critères de l'UICN, Nieto *et al.* 2014). Les communautés d'abeilles peuvent être localement très riches. A titre d'exemple, les 300ha de la réserve naturelle de la Massane (Pyrénées Orientales) abritent plus de 250 espèces d'abeilles sauvages (Genoud, 2017).

Notre étude s'est concentrée sur le phénomène de la **compétition** entre les individus et espèces qui peuplent un même lieu. La compétition est une composante centrale de l'écologie. Elle est considérée comme un mécanisme universel et structurant des écosystèmes (Begon *et al.* 2009). Là où des ressources doivent être partagées (ressources trophiques, espace, matériaux, partenaires sexuels, etc.), il y a une situation de compétition. À cet endroit s'exercent donc des pressions de sélection associées à la compétition sur les candidats à la survie (individus ou populations). La compétition est une situation dynamique. Elle évolue dans le temps et selon le contexte écologique vers **des coexistences ou des exclusions** de populations. La coexistence est le cas général pour les milieux non récemment perturbés, puisque les espèces inadaptées ont déjà été exclues.

La compétition qui concerne toutes les espèces d'abeilles est la **compétition d'exploitation** pour les mêmes ressources florales, nectar et pollen. Les abeilles présentent, par ailleurs, la particularité que les butineuses de la saison butinent et donc récoltent (**succès d'approvisionnement**) pour leur propre alimentation mais aussi

pour constituer les réserves alimentaires qui permettront le développement complet des larves de la génération suivante (**succès reproducteur**). Ainsi les récoltes d'une saison déterminent la taille des populations d'adultes de l'année suivante. Le résultat de l'activité d'une saison est « exprimé » l'année suivante.

Les publications scientifiques récentes cherchent surtout à révéler des tendances à travers les variations des effectifs des populations (stabilité ou déclin). Dans notre étude nous avons préféré quantifier des **symptômes écologiques** associés à la compétition. En plus des mesures classiques de densités de butineuses par unité florale, nous avons mesuré les niveaux des **succès d'approvisionnement individuels** en nectar et pollen chez les abeilles domestiques et sauvages, les **tailles** des abeilles rencontrées, les quantités de **pollen et nectar disponibles** dans les fleurs. Ces paramètres ont été confrontés aux facteurs liés à la présence de l'apiculture, en particulier la distance du rucher le plus proche ou la densité des ruches alentour.

## **METHODES**

L'étude s'est déroulée pendant deux saisons consécutives (2015-16) dans la **zone protégée** du massif de l'Estaque, dit La Côte Bleue, entre l'étang de Berre et la mer Méditerranée, au nord-ouest de Marseille. Le domaine couvre environ 5 700 ha de garrigue (voir carte en annexe) principalement composée de romarin (*Rosmarinus officinalis*) et de chêne kermès (*Quercus coccifera*), dont 3 400 ha sont placés sous le statut d'espace naturel protégé, administré par le Conservatoire du Littoral et géré par l'ONF. Le territoire compte 28 emplacements de ruchers, amateurs ou professionnels, dont les tailles varient de 10 à 150 colonies (moyenne et écart type =  $30,1 \pm 21,8$ ). Les ruchers y sont surtout hivernants et les apiculteurs professionnels apportent des ruchers (transhumance) lorsqu'ils jugent exploitable la floraison du romarin. Cette floraison s'étale sur environ un mois et demi, au début du printemps (mars-avril). La densité maximale des colonies peut alors atteindre 15 ruches par km<sup>2</sup>.

Au cours de l'étude, nous avons fait nos mesures à partir de 180 sessions de captures, mesures et comptages sur **l'association abeilles-romarin**, réparties sur 60 sites à romarin, choisis de façon à couvrir une large gamme de distances entre les sites et les ruchers (quelques dizaines de mètres à 4 km). L'abondance des abeilles est mesurée par des comptages standardisés de nombres de butineuses actives sur les fleurs de romarin. Les succès d'approvisionnement ont été mesurés par les quantités de nectar présentes dans les jabots de récolte de nectar, et les taux de remplissage des brosses et des corbicules de collecte du pollen. Les succès d'approvisionnement ont été mesurés sur 1 946 butineuses, dont 87,8% étaient des abeilles domestiques et 12,2% des abeilles sauvages femelles. Les mâles n'ont pas été retenus dans l'analyse car ils ne participent pas à l'approvisionnement des larves dans les nids.

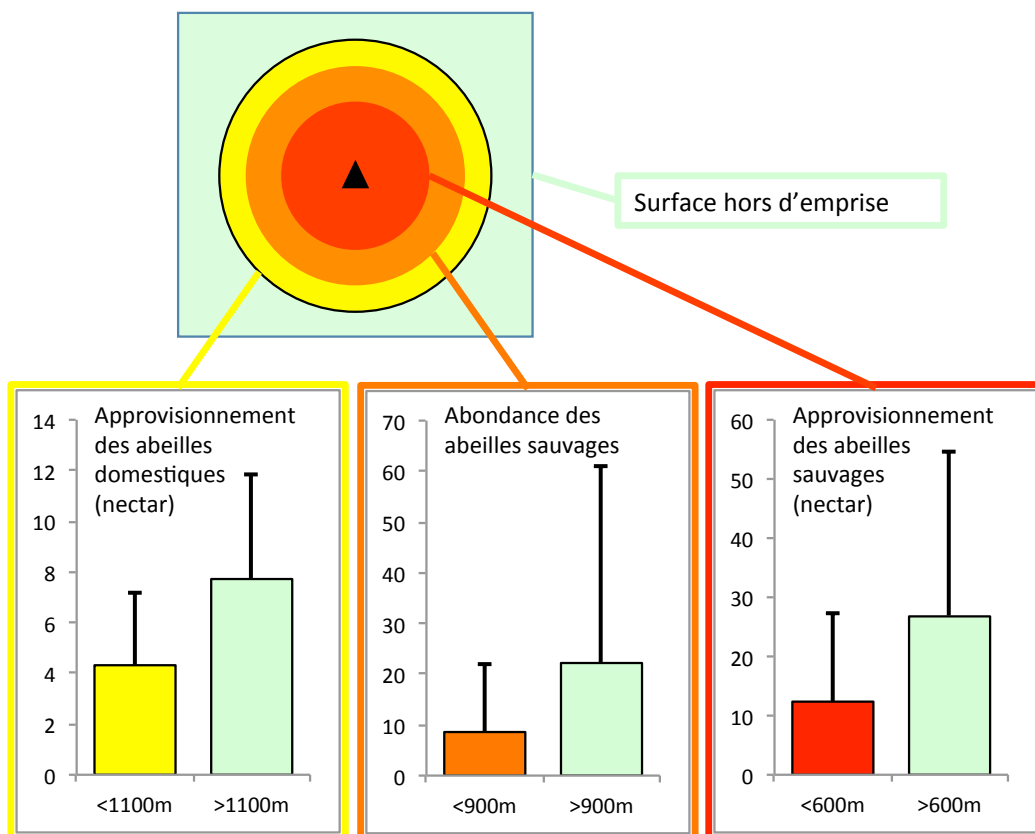
## **RESULTATS ET DISCUSSION**

Les abeilles domestiques étaient de loin les plus fréquemment observées lors des inventaires de butinage, avec une abondance moyenne 15,4 fois plus élevée que celle de l'ensemble des abeilles sauvages. Les plus fortes abondances d'abeilles domestiques sont observées à proximité des ruchers, dans un rayon de 800m (Tableau 1). Les abondances et succès d'approvisionnement des abeilles sauvages varient également selon leur position vis-à-vis des ruchers. Les principaux résultats témoignant de ces variations sont consignés dans le tableau 1 et dans la figure 1.

**Tableau 1 :** Principaux paramètres écologiques témoignant de variations significatives à proximité des ruchers. La portée de la zone d'influence, c'est-à-dire la distance d'emprise des ruchers, est indiquée avec l'intensité des variations constatées.

Paramètre écologique	Rayon de l'emprise	Intensité de l'effet	Apparition de l'effet
Abondance des abeilles domestiques	800m	+58%	Saison en cours
Abondance des abeilles sauvages	900m	-55%	Saison suivante
Taille individuelle moyenne des abeilles sauvages	650m	-11%	Saison en cours <i>et</i> saison suivante
Succès d'approvisionnement en nectar des abeilles sauvages	600m	-50%	Saison en cours
Taux d'approvisionnement en nectar des abeilles domestiques	1 100m	-44%	Saison en cours
Taux d'approvisionnement en pollen des abeilles domestiques	>1 200m*	-36%	Saison en cours

\*L'effet maximum s'étend potentiellement au-delà de 1200m



**Figure 1.** Illustration du principe d'emprise apicole. Trois principales distances seuils sont identifiées autour des ruchers. À l'intérieur de leurs limites, les paramètres écologiques étudiés subissent une altération significative (cf. Tableau 1) : succès d'approvisionnement en nectar des abeilles sauvages (jusqu'à 600m), abondance des abeilles sauvages (jusqu'à 900m), succès d'approvisionnement en nectar des abeilles domestiques (jusqu'à 1 100m).

**L'abondance des abeilles sauvages diminue lorsqu'on s'approche d'un rucher (Figure 1 et Tableau 1). C'est un symptôme de la compétition interspécifique.** Cette diminution n'est pas progressive, mais plutôt **étagée**, c'est-à-dire contrastée autour d'une distance seuil de 900m. En-deçà de cette **distance d'emprise**, l'abondance des abeilles sauvages est en moyenne 55% inférieure à celle des sites d'observation situés au-delà. Ces observations sont compatibles avec l'hypothèse d'une exclusion compétitive des abeilles sauvages autour des ruchers.

Par ailleurs, les quelques variations interannuelles de positionnement des ruchers ont permis de mettre en évidence que l'abondance des abeilles sauvages était plus étroitement reliée à la distance des plus proches ruchers de l'année précédente plutôt qu'à ceux de l'année en cours. Ce décalage temporel traduit la relation entre l'abondance des butineuses d'une année avec les conditions écologiques de la génération de l'année précédente dans le même milieu. Il témoigne en outre d'une certaine capacité de résilience, ou de recolonisation du milieu par les populations d'abeilles sauvages dès la saison qui suit le départ d'un rucher. Cette capacité mériterait d'être confirmée avec des données obtenues sur plus de successions de saisons.

**Le succès d'approvisionnement en nectar des abeilles sauvages diminue à proximité des ruchers (Figure 1 et Tableau 1), ce qui confirme l'hypothèse d'une compétition dans l'exploitation d'une ressource alimentaire.** Les abeilles sauvages butinant dans un rayon de 600m autour d'un rucher présentent moitié moins de **nectar** dans leur jabot que les butineuses qui sont éloignées de plus de 600m. Cet effet définit une deuxième zone d'emprise du rucher. En revanche, aucun effet n'a été détecté pour l'approvisionnement en **pollen**, selon les taux de remplissage des brosses de récolte.

**Les grandes abeilles sauvages évitent davantage la proximité d'un rucher que les plus petites (Tableau 1).** Les abeilles sauvages sont en moyenne **11% plus petites** dans la zone d'emprise d'un rucher. Les abeilles dont les tailles sont comparables ou supérieures à celle des abeilles domestiques (types anthophores, bourdons, anthidies ou xylocopes) sont aussi les abeilles les plus à même de se disperser. Elles sont donc capables de s'adapter rapidement aux contraintes de disponibilité des ressources produites par une compétition. Les abeilles de grande taille ont également des besoins alimentaires plus conséquents, et sont donc potentiellement davantage affectées par la compétition pour les ressources florales.

**Parallèlement à la compétition interspécifique, des variations de taux d'approvisionnement sont constatées chez les abeilles domestiques elles-mêmes.** Les taux de remplissage des brosses de récolte (pollen) et du jabot (nectar) des butineuses diminuent significativement avec la proximité des ruchers (Tableau 1). Pour le nectar, cet effet est étagé et s'étend jusqu'à 1 100m autour des ruchers avec 44% de réduction du taux d'approvisionnement. Pour le pollen, l'effet s'étend au-delà de 1 200m, avec une diminution d'au moins 36% du taux d'approvisionnement. Globalement, ces estimations de distance sont de l'ordre de ce qu'on estime, dans la littérature, être le territoire médian de butinage des abeilles autour d'un rucher (1 000 à 2 000m de rayon).

La diminution du taux d'approvisionnement des butineuses à proximité des ruchers peut s'expliquer par deux mécanismes distincts. Il peut s'agir d'un effet de compétition intra-spécifique d'exploitation, similaire à celui qui a été caractérisé chez les abeilles sauvages. Il peut aussi s'agir d'un compromis comportemental, modulé par la distance de vol séparant la ruche de la zone de butinage. En effet, les butineuses pourraient collecter d'autant plus de ressources qu'elles sélectionnent une zone de butinage

éloignée, afin de compenser le coût énergétique et temporel imposé par la distance supplémentaire à parcourir. Ces deux explications ne sont pas mutuellement exclusives.

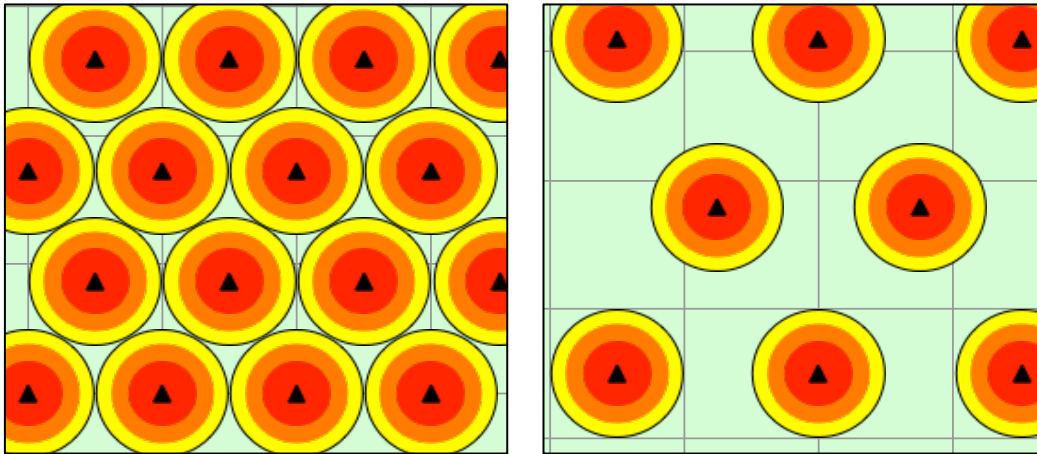
**Deux observations confirment l'hypothèse de la compétition intra-spécifique**, sans pour autant permettre de rejeter l'hypothèse du compromis comportemental. D'abord, les fortes densités de butineuses autour des ruchers sont associées à des diminutions significatives des ressources de nectar et pollen disponibles dans les fleurs de romarin – conformément à une situation de compétition pour l'exploitation des ressources. Ensuite, à situation de distance égale, la taille des ruchers environnants accentue l'abondance des abeilles domestiques, réduisant d'autant plus la disponibilité des ressources florales. De plus amples recherches seraient nécessaires pour confirmer un éventuel impact de la compétition intra-spécifique sur la dynamique des colonies, tant à court terme (rendements en miel) qu'à moyen terme (risques d'affaiblissement des colonies plus tard dans la saison, Requier *et al.* 2017).

## CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

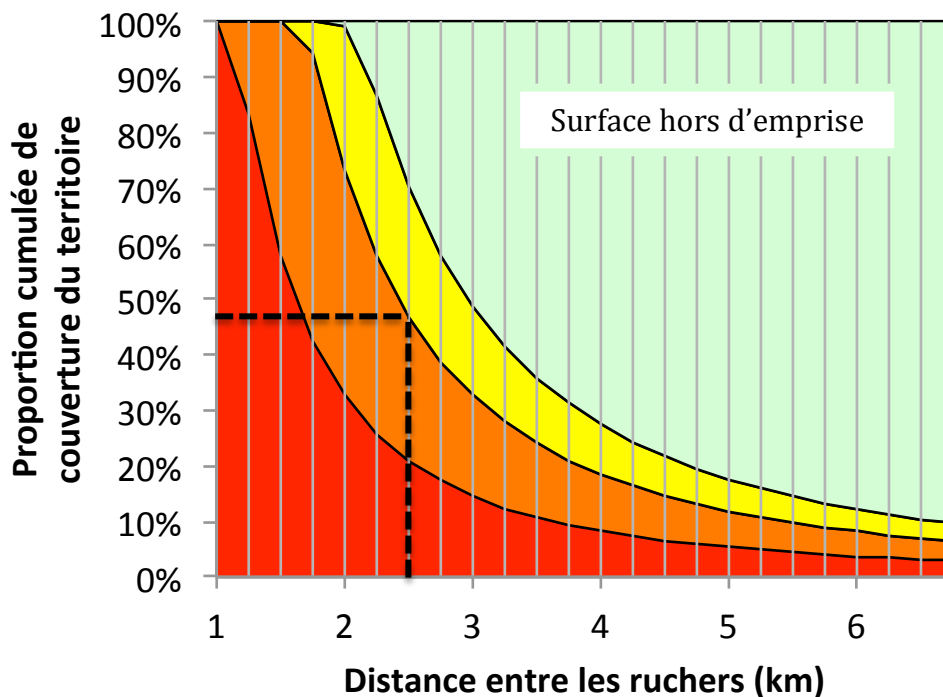
Les syndromes de compétition décrits ci-dessus ont été identifiés pour des saisons qualifiées de « disette » par les apiculteurs. En effet, les transhumances massives n'ont pas eu lieu pendant l'étude, la plupart des apiculteurs ayant jugé la floraison du romarin trop limitée pour apporter leurs colonies. Cette étude établit donc un référentiel pour des années de disette. Les seuils de distance suggérés ici seraient probablement différents dans le cas de miellées plus soutenues, ainsi que dans le cas de ressources florales réparties de façon plus irrégulières sur le territoire (habitats fragmentés, miellées sur des arbres fleuris). Par ailleurs, ces estimations de distance sont applicables pour la gamme de taille moyenne des ruchers recensés dans l'étude ( $30,1 \pm 21,8$  colonies), et seraient à réévaluer en cas de charge en colonie plus importante. Des études plus approfondies seraient nécessaires pour préciser des seuils complémentaires de densité de colonies ou tailles de ruchers. Nous suggérons ci-dessous quelques principes qui découlent de nos résultats.

**Principe 1 : Notion d'emprise apicole sur un territoire.** L'effet de la taille des ruchers (densités de colonies) a été mis en évidence sur certains des paramètres écologiques étudiés, mais n'est pas à ce stade caractérisé de façon suffisamment fine pour aboutir à des préconisations de densités seuil. A défaut, cette étude montre qu'une régulation de l'apiculture peut se baser sur des **seuils de distance d'emprise** (Figure 1). Les ruchers imprintent une compétition accrue pour l'exploitation des ressources florales dans une zone d'influence qu'on peut qualifier d'emprise apicole. Plusieurs niveaux d'emprise se superposent, selon les paramètres écologiques considérés (Tableau 1, Figure 1). Ainsi, l'emprise atteint environ 600m pour le succès d'approvisionnement en nectar des abeilles sauvages (compétition interspécifique), 900 m pour l'abondance des abeilles sauvages (effet d'exclusion compétitive), et 1 100 à 1 200m ou plus pour le succès d'approvisionnement des abeilles domestiques elles-mêmes (compétition intra-spécifique).

**Principe 2 : Modulation des surfaces sous emprise et des surfaces libres (hors-emprise).** La saturation du milieu commence théoriquement lorsque les emprises des ruchers voisins se rejoignent. A l'inverse, en augmentant les distances entre ruchers, on augmente la proportion d'espace hors-emprise (Figure 2). Les gestionnaires peuvent donc moduler et décider de la proportion du territoire allouée à l'emprise apicole, ou à l'inverse maintenue hors de l'emprise des ruchers (Figure 3).



**Figure 2.** Représentation de deux distributions contrastées des ruchers. Moduler la distance entre les ruchers voisins permet de diminuer la proportion du territoire sous emprise apicole et de libérer des surfaces plus importantes « hors-emprise ».



**Figure 3.** Relation entre distance inter-ruchers et surfaces sous emprise apicole. Par exemple, avec une distance de 2,5 km entre les ruchers, l'emprise apicole sur les abeilles sauvages serait théoriquement de 47% du territoire, maintenant ainsi 53% des surfaces hors de l'emprise apicole. Ces estimations ont été produites à partir des zones d'effet de la compétition entre abeilles butinant sur le romarin, et sont applicables pour la gamme de taille moyenne des ruchers recensés dans l'étude ( $30,1 \pm 21,8$  colonies).



**Principe 3 : Possibilité de micro-sanctuarisation.** Les espaces naturels peuvent abriter localement des espèces de plantes ou de pollinisateurs remarquables par leur fragilité, leur spécificité ou leur rareté. Dans ce cas, il conviendrait de sanctuariser le réseau local d'interactions plantes-pollinisateurs en veillant à maintenir cet espace hors d'emprise des ruchers, voire à le protéger en lui ménageant sa propre zone d'emprise qui fera office de zone tampon.

**Principe 4 : Ruptures temporelles du régime de compétition.** La distribution immédiate des populations d'abeilles sauvages est fortement liée à la disposition géographique des ruchers de l'année précédente. A cet égard, les gestionnaires pourraient inclure dans la régulation apicole une forme de jachère périodique, c'est-à-dire des saisons sans apiculture (ou à un niveau très bas) pour rompre le régime de compétition imposé aux abeilles sauvages et permettre une restauration de leurs populations. Les années dites de disette, en particulier, seraient à privilégier pour ces ruptures temporelles.

**Principe 5. Eviter le développement apicole dans les espaces naturels historiquement non-exploités.** Les recommandations exposées ici devraient s'appliquer dans une optique de « déprise apicole » progressive d'un espace naturel déjà exploité, et non dans une optique de développement apicole (ajouts de ruchers dans un espace naturel jusqu'à maintenant non-exploité par l'apiculture) – à plus forte raison si les milieux considérés sont sensibles et arborent des espèces de plantes et pollinisateurs remarquables.

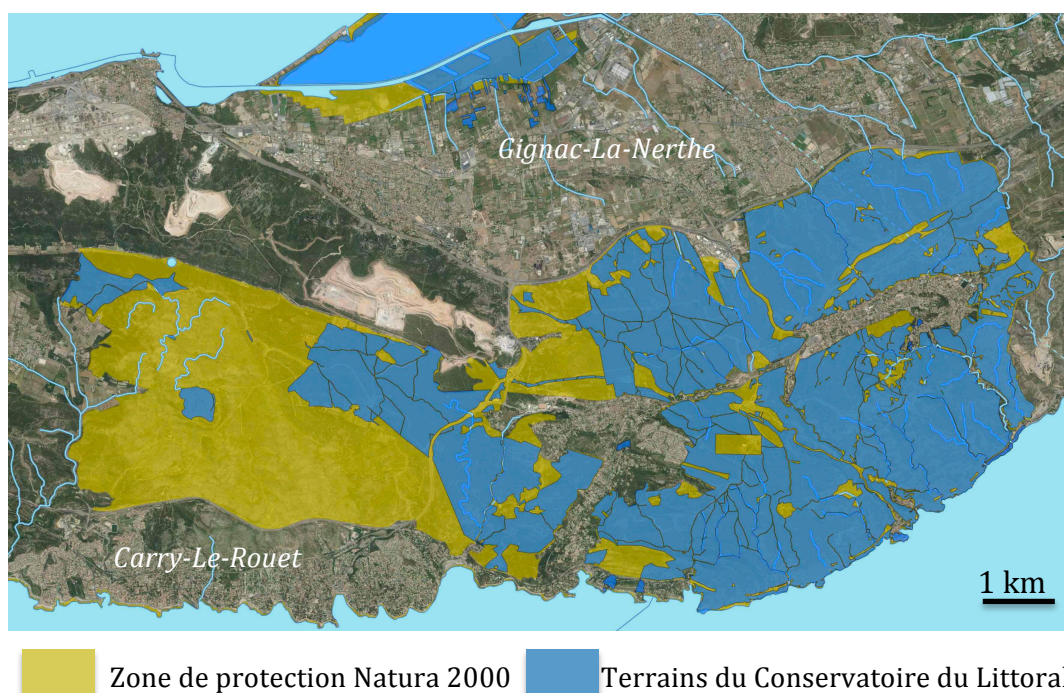
**Principe 6. Vers des mesures agro-environnementales pour encourager l'apiculture rurale.** De façon plus générale, sur le plan législatif, des mesures agro-environnementales de compensation financière pourraient encourager les apiculteurs et agriculteurs qui joignent leurs efforts pour promouvoir le maintien de la production apicole au sein des agrosystèmes et autres milieux ruraux tout au long de la saison, de façon à limiter le recours régulier des apiculteurs aux espaces naturels protégés.

**Principe 7. Identifier les autres leviers d'action possibles pour préserver le potentiel mellifère des milieux naturels.** Les espaces naturels protégés n'ont pas systématiquement des politiques et des pratiques qui viseraient spécifiquement à préserver les ressources mellifères. Certaines pratiques comme les pâturages, tailles, fauches ou coupes, qui sont nécessaires aux entretiens des paysages ou aux travaux de prévention contre les incendies, participent certainement à la réduction des ressources mellifères sur des surfaces importantes. Des études spécifiques d'impact de ces pratiques sur les communautés de plantes et de pollinisateurs sauvages devraient être menées pour les mettre en cohérence avec toute initiative de régulation de l'apiculture.

## REFERENCES

- Begon, M., Townsend, C.R., Harper, J.L. (2009). *Ecology : From Individuals to Ecosystems*, 4<sup>e</sup> Edition – Blackwell Publishing Ltd.
- Genoud, D., Synthèse des connaissances sur les hyménoptères apoïdes – Prélèvements 2002-2009 et étude 2014. *Travaux de la Massane*, 108, 55pp.
- Geslin, B., Gauzens, B., Baude, M., Dajoz, I., Fontaine, C., Henry, M., Ropars, L., Rollin, O., Thébault, E., Vereecken, N. J. (2017). Massively Introduced Managed Species and Their Consequences for Plant–Pollinator Interactions. *Advances in Ecological Research*, 57, 147–199. doi:10.1016/bs.aecr.2016.10.007
- Nieto, A., Roberts, S.P.M., Kemp, J., Rasmont, P., Kuhlmann, M., García Criado, M., Biesmeijer, J.C., Bogusch, P., Dathe, H.H., De la Rúa, P., De Meulemeester, T., Dehon, M., Dewulf, A., Ortiz-Sánchez, F.J., Lhomme, P., Pauly, A., Potts, S.G., Praz, C., Quaranta, M., Radchenko, V.G., Scheuchl, E., Smit, J., Straka, J., Terzo, M., Tomozii, B., Window, J., Michez, D. (2014). *European Red List of bees*. Luxembourg: Publication Office of the European Union.
- Odoux, J.-F., Aupinel, P., Gateff, S., Requier, F., Henry, M., Bretagnolle, V. (2014). ECOBEE: a tool for long-term bee colony monitoring at landscape scale in West European intensive agrosystems. *Journal of Apicultural Research*, 53, 57–66.
- Requier, F., Odoux, J.-F., Henry, M., Bretagnolle, V. (2017). The carry-over effects of pollen shortage decrease the survival of honeybee colonies in farmlands. *Journal of Applied Ecology*, 54, 1161–1170. doi:10.1111/1365-2664.12836
- Requier, F., Odoux, J.-F., Tamic, T., Moreau, N., Henry, M., Decourtye, A., Bretagnolle, V. (2015). Honey bee diet in intensive farmland habitats reveals an unexpectedly high flower richness and a major role of weeds. *Ecological Applications*, 25(4), 881–890. doi:10.1890/14-1011.1

## ANNEXES



1) Carte de situation du massif de l'Estaque (13), à l'Est de Marseille, entre l'Étang de Berre (Nord) et le golfe de Marseille (Sud). La zone de protection Natura 2000 (5 700ha) englobe les dépendances du Conservatoire du Littoral (3 400ha).

2) Liste des 56 espèces d'abeilles sauvages rencontrées au cours des 3 saisons de mesures (2015-2017) dans la garrigue à romarin du massif de l'Estaque.

<i>Ammobates muticus</i>	<i>Bombus terrestris ssp lusitanicus</i>	<i>Lasioglossum transitorium planulum</i>
<i>Andrena albopunctata</i>	<i>Bombus terrestris ssp terrestris</i>	<i>Megachile parietina</i>
<i>Andrena bicolor</i>	<i>Colletes albomaculatus</i>	<i>Melecta italica</i>
<i>Andrena combinata</i>	<i>Eucera caspica</i>	<i>Nomada basalis</i>
<i>Andrena hesperia</i>	<i>Eucera hispana</i>	<i>Nomada beaumonti</i>
<i>Andrena lagopus</i>	<i>Eucera nigrilabris</i>	<i>Nomada panzeri</i>
<i>Andrena mucida</i>	<i>Halictus (Monilapis) sp</i> (femelles inséparables)	<i>Nomada succincta</i>
<i>Andrena nigroaenea</i>	<i>Halictus fulvipes</i>	<i>Osmia aurulenta</i>
<i>Andrena niveata</i>	<i>Halictus gemmeus</i>	<i>Osmia bicornis</i>
<i>Andrena rhenana</i>	<i>Halictus groupe simplex</i>	<i>Osmia cornuta</i>
<i>Andrena senecionis</i>	<i>Halictus scabiosae</i>	<i>Osmia rufohirta</i>
<i>Andrena similis</i>	<i>Lasioglossum albocinctum</i>	<i>Osmia tricornis</i>
<i>Andrena vulpecula</i>	<i>Lasioglossum bimaculatum</i>	<i>Osmia versicolor</i>
<i>Anthophora affinis</i>	<i>Lasioglossum griseolum</i>	<i>Rhodanthidium septemdentatum</i>
<i>Anthophora atriceps</i>	<i>Lasioglossum malachurum</i>	<i>Rhodanthidium sticticum</i>
<i>Anthophora dispar</i>	<i>Lasioglossum maurusium</i>	<i>Seladonia gemmea</i>
<i>Anthophora mucida</i>	<i>Lasioglossum pallens</i>	<i>Sphecodes albilabris</i>
<i>Anthophora plumipes</i>	<i>Lasioglossum planulum</i>	<i>Xylocopa iris</i>
<i>Anthophora punctilabris</i>	<i>Lasioglossum subhirtum</i>	