

ETUDES DES RESEAUX D'INTERACTIONS PLANTES-POLLINISATEURS DANS LES AGRO-ÉCOSYSTEMES DE TAHITI – ETAT DES LIEUX ET METHODOLOGIE

Cyril MARTY, Gabriel JOHNSON – Février 2022

Stage de césure encadré par : Kathleen GRIGNET (DAG), Hervé JOURDAN (IRD)

Avec le soutien du projet PROTEGE financé par l'UE

INTRODUCTION

Le déclin mondial de l'entomofaune est à l'heure actuelle une réalité appuyée fermement par la communauté scientifique (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Cette érosion de la biodiversité s'observe entre autres chez les insectes pollinisateurs qui font l'objet ces dernières années de multiples travaux faisant craindre une crise généralisée des pollinisateurs dans le monde (Benoît Geslin, 2013). Ce phénomène serait (comme la majorité des phénomènes de déclin de biodiversité) multifactoriel. Ainsi, la perte et la modification des habitats, les changements climatiques, les diverses pollutions (notamment les produits phytosanitaires), la dispersion anthropique de parasites et pathogènes, et l'introduction d'espèces exogènes (végétales comme animales) figurent comme étant les menaces les plus notables sur ce groupe (Vanbergen et al., 2013) (Figure 1).

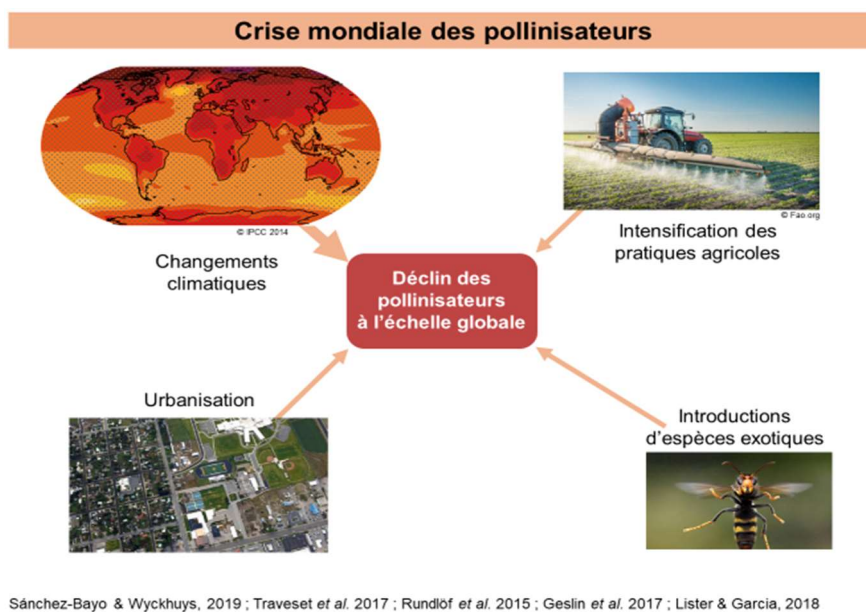


Figure 1: Le déclin des pollinisateurs est un phénomène multifactoriel.

La problématique des espèces introduites touche particulièrement les milieux insulaires jeunes tels que les îles volcaniques (Itow, 1988). De nombreux territoires pacifiques sont constitués d'îles volcaniques qui, dû à leur jeune âge et isolation relative des continents, témoignent d'une

biodiversité lacunaire (MacArthur & Wilson, n.d.) mais douée de forts taux d'endémisme. Les flux biologiques terrestres atteignant les territoires pacifiques reculés sont restés faibles jusqu'aux débuts de la mondialisation (Seebens et al., 2017), période à partir de laquelle des introductions massives d'espèces, animales comme végétales, ont eu lieu. La caractéristique d'avoir une biodiversité autochtone faible fait que les milieux insulaires ont, par rapport au continent, de plus fortes proportions d'espèces exogènes, dont la colonisation est facilitée (entre autres) par l'absence de prédateurs, la faible compétition et la disponibilité potentielle de niches écologiques (Viette & Pierre, 1950) (Russell et al., 2017). Ainsi, l'étude du rôle des espèces exogènes dans les écosystèmes insulaires est d'une grande importance puisqu'ils forment une partie conséquente de la biodiversité insulaire.

L'hypothèse d'une crise des pollinisateurs a déjà été étudiée dans la région du Pacifique, qui comprend des territoires insulaires relativement isolés (Loss & History, 2000). Parmi les espèces exogènes, certaines ont pu bénéficier d'une introduction, intentionnelle ou non, de l'Homme (B. Geslin et al., 2017). L'introduction intentionnelle se fait généralement dans l'objectif de pallier à des services de pollinisation dégradés. Dans le cadre d'introductions d'*Apis mellifera*, l'abeille domestique, l'objectif peut être double : développer une filière apicole et/ou augmenter les rendements agricoles. La filière apicole a déjà été démontrée comme étant une actrice potentielle dans l'érosion de la biodiversité de pollinisateurs sauvages en milieux tempérés (Paini, 2004), et du moins perturbante dans les milieux tropicaux (Mahé, 2020).

La région pacifique est donc un milieu d'intérêt dans l'évaluation des différents mécanismes entrant en jeu dans la crise des pollinisateurs, puisqu'elle contient des territoires à la biodiversité unique, fragile et très perturbée. Par ailleurs, le faible nombre d'espèces interagissant et la dominance par des espèces généralistes fait de ces écosystèmes des modèles d'étude simplifiés (Mahé, 2020).

L'analyse des réseaux d'interactions est couramment utilisée pour rendre compte de phénomènes affectant les réseaux de pollinisation (Zakardjian et al., 2020).

L'île de Tahiti, située en Polynésie française, est un lieu d'intérêt pour la présente étude pour de multiples raisons.

Dans un premier temps, pour son contexte géographique : le sud de l'océan Pacifique est parsemé d'archipels et d'îles selon un gradient d'éloignement aux grandes terres émergées australes et asiatiques. A l'extrémité la plus isolée de ce gradient on retrouve la Polynésie française avec en son centre Tahiti. Cette position centrale de l'île et sa surface importante fait d'elle un carrefour de flux dans toute la Polynésie française, favorisé par les réseaux de transports maritimes et aériens.

Dans un second temps pour sa filière apicole : cette filière, relativement jeune en Polynésie française, a connu un important essor au cours des 10 dernières années, particulièrement sur l'île de Tahiti (Fert & Pajuelo, 2012 ; DAG, 2019 ; LOMBARD, 2021). L'apiculture continue d'attirer des porteurs de projets agricoles mais aussi des particuliers à titre de loisir. La rapide expansion de l'apiculture dans un territoire insulaire où les ressources végétales sont limitées et vulnérables à l'anthropisation, notamment par le biais des introductions d'EEE (Espèces Exogènes Envahissantes),

mène à des questionnements sur la gestion de cette filière et de son développement durable. Troisièmement, l'étude de ces interactions peut permettre de mieux gérer les espaces, notamment agricoles, afin de favoriser les services de pollinisation entomophile pour les filières qui en dépendent le plus : le maraîchage et l'arboriculture fruitière.

Dans le cadre de la présente étude, deux thématiques ont été abordées :

1. La densité d'abeille domestique en milieu agricole maraîcher influence-t-elle la diversité des pollinisateurs et les réseaux de pollinisation et si oui comment les influence-t-elle ?
2. Les différentes modalités de gestion d'une culture en maraîchage, et plus précisément les modalités de culture sous le label bio ou non, influence-t-elle la diversité des pollinisateurs et les réseaux de pollinisation et si oui comment les influence-t-elle ?

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Deux protocoles expérimentaux ont donc été mis en place dans l'objectif de capter la plus large gamme des dynamiques d'interactions des communautés de pollinisateurs et de plantes à fleur. Ainsi, un protocole de capture avec pièges (coupelles colorées) vient compléter de l'observation/capture au filet sur transect. En effet, les pièges coupelles, à défaut de permettre l'observation des réseaux d'interactions, permettent de prélever des individus plus rares et plus difficiles à observer (dû à la petite taille, vitesse, etc...) ainsi que de prélever sur l'ensemble de la période d'activité des pollinisateurs.

L'ensemble de l'expérimentation in situ s'est déroulé sur 12 semaines entre le 10 Novembre 2021 et le 3 février 2022. Cette fenêtre temporelle fut choisie puisqu'elle correspond à la première moitié de "l'été Austral" à Tahiti, période à laquelle pluviométrie et température sont favorables à une abondance de ressources florales, et donc favorable aux chances de capter au mieux la diversité de pollinisateurs qui viendrait profiter de cette ressource (Langlois et al., 2019).

A) CHOIX DES SITES

Afin de tester si (1) la densité de ruches et (2) les modalités de cultures, ont un impact sur les communautés de pollinisateurs dans les exploitations agricoles tahitiennes, des couples d'exploitations en agriculture biologique (certification délivrée par le SPG [Bio Fetia](#)) et en agriculture conventionnelle ont été identifiés. Ainsi, chaque couple est constitué de deux exploitations (bio et conventionnelle) géographiquement proches, dans l'objectif double qu'elles soient exposées de la même manière au climat (plutôt hétérogène à Tahiti (Dupon et al., 1993) et à la densité de ruches. Pour évaluer ce dernier paramètre, un indice de densité de ruche sur Tahiti a été réalisé à partir des déclarations des apicultrices enregistrées à la DAG. Les différents sites ont aussi été sélectionnés pour la présence de friches sauvages et la pratique du maraîchage avec des plantes à fleurs. La différenciation entre friches et cultures a été faite dans l'objectif de tester si l'activité anthropique agricole pouvait influencer la diversité biologique et les réseaux d'interactions par rapport à des milieux

moins perturbés comme les friches agricoles. Les sites d'études ainsi choisis sont situés sur les communes de Papara, Mataiea, Papeari, Taravao, To'ahotu et Vairao (Figure 2).

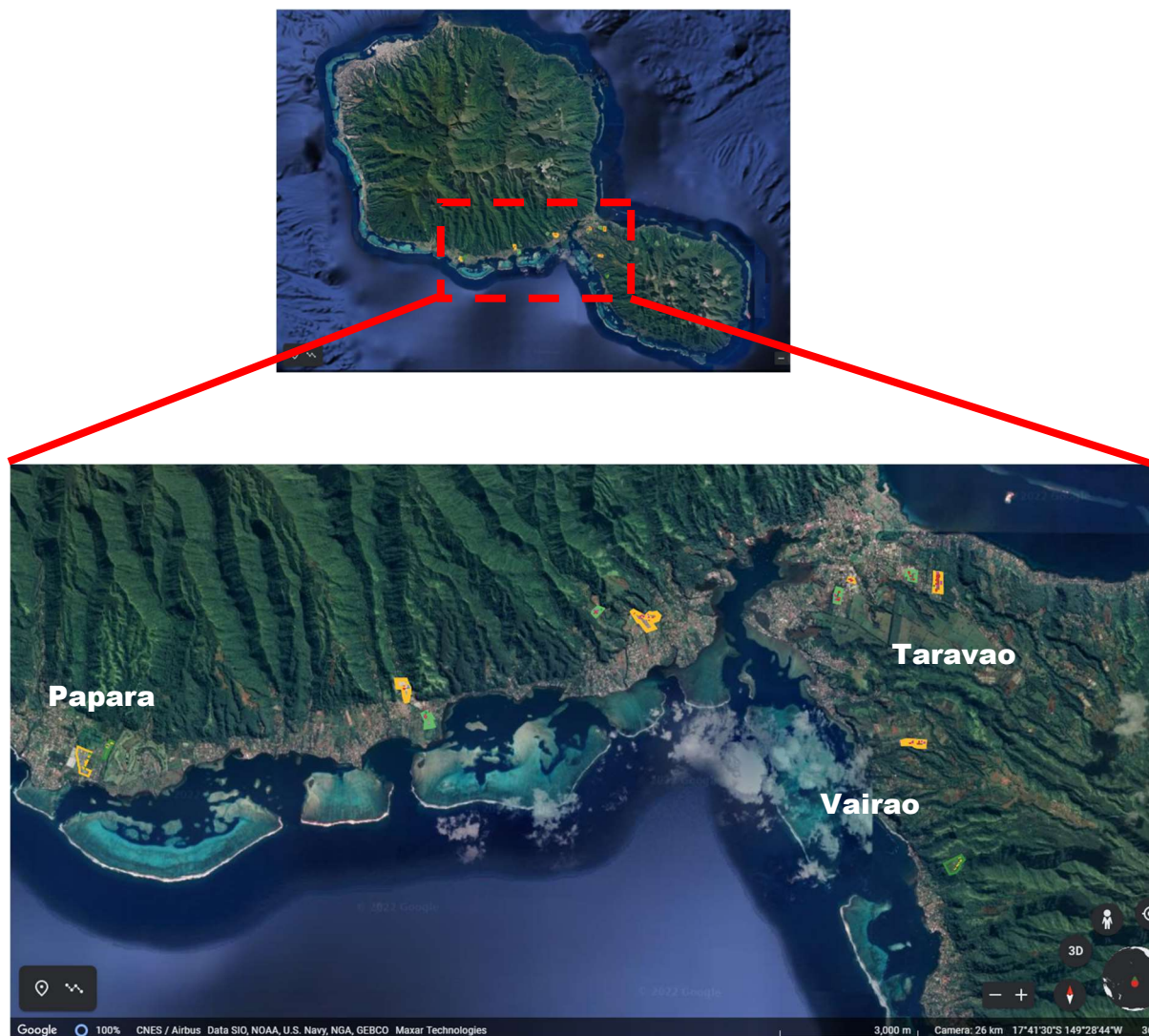


Figure 2: Cartographie des sites d'étude.

En vert: les exploitations cultivées en agriculture biologique; en jaune: les exploitations cultivées en agriculture conventionnelle.

B) OBSERVATIONS / CAPTURES SUR TRANSECTS

Dans un premier lieu, un total de 6 transects d'observation / capture ont été réalisés par exploitation. Ces transects, d'une longueur de 20 mètres pour 1 mètre de largeur, étaient parcourus en 10 minutes, une avancée de 1 mètre étant réalisée à une fréquence de 30 secondes. Comme dit précédemment, la moitié des transects ont été réalisés dans des cultures maraîchères (Voir tableau des espèces étudiées) l'autre dans des friches (principalement des haies, bandes enherbées, etc.) (Figure 3). L'étude a priorisé l'observation des mêmes friches et cultures le long des 10 semaines de terrain dans la mesure du possible.

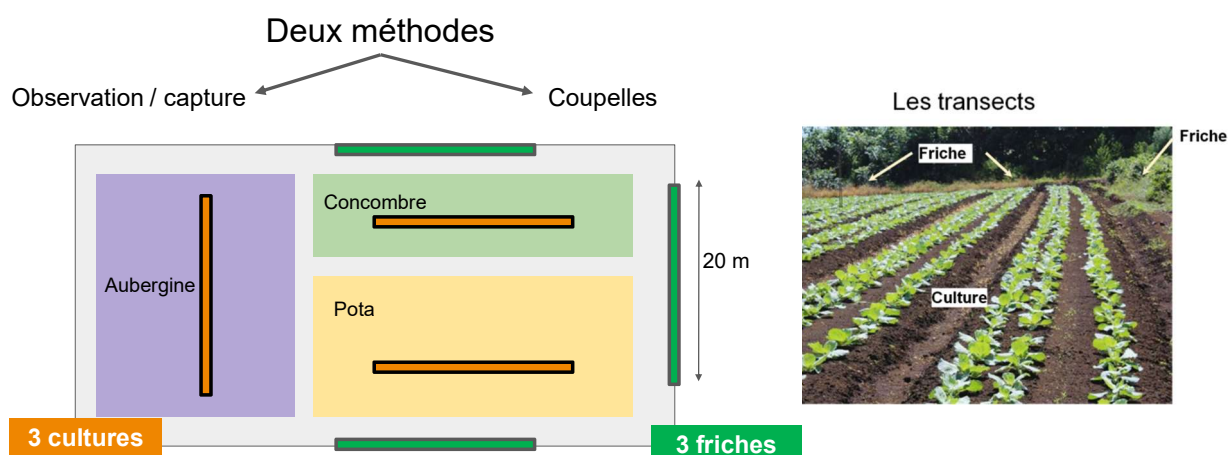


Figure 3: schéma (gauche) et photo (droite) illustrant la répartition type des transects dans une exploitation.

Différentes conditions environnementales et paramètres ont été mesurés sur le terrain comme l'heure d'observation, le vent, la couverture nuageuse, la ressource florale, etc...

Afin de qualifier et quantifier les interactions plantes-pollinisateurs dans les agroécosystèmes, le nombre, la nature et la durée des interactions par espèce de pollinisateur avec chaque espèce végétale en fleur a été renseigné.

Les individus nécessitant une identification ont été pris en photos, et échantillonnés pour enrichir la palynothèque de Tahiti dans le cas des espèces végétales ou bien dans le cas des pollinisateurs, pris au filet et conservés dans de l'alcool à 96° et disposé dans un congélateur pour une identification ultérieure.

Sur les 12 semaines, 8 passages ont été effectués dans douze exploitations agricoles à Tahiti à raison de 4 exploitations par jour. Trois matinées par semaine étaient nécessaires pour visiter les 12 exploitations. L'ordre de passage des couples et des exploitations intra-couple a été randomisé pour avoir une vision de la dynamique des interactions sur une matinée entière, c'est-à-dire de 6h à 11-12h. Les tranches horaires ont été définies pour être en adéquation avec le pic d'activité des pollinisateurs en journée et dans les agroécosystèmes. Elles ont été établies sur base des observations des agriculteurs et des observations faites en Nouvelle Calédonie par l'équipe d'Hervé JOURDAN, confirmées par deux journées complètes (le 14/10/2021 et 15/10/2021) d'observation de l'affluence de pollinisateurs entre 5h et 18h effectuées sur l'un des sites d'études.

C) PIÈGES COUPELLES

En second lieu, un protocole de capture passive par coupelles colorées a été mis en place sur nos 12 exploitations maraîchères. Seize coupelles de 4 couleurs différentes, à raison de 8 par modalité friche/culture, ont été implantées sur des poteaux à la hauteur des fleurs d'intérêt durant une moyenne de 24 heures (Figure 4). De la peinture à bombe réfléchissante aux UV de couleur

blanche, jaune, rouge et bleue a été utilisée afin d'accroître l'attractivité des coupelles à l'égard des pollinisateurs présumés (T'ai et al., 2007) (Vrdoljak & Samways, 2012). Les coupelles ont été remplies d'une solution d'eau savonneuse non parfumée afin de faciliter la coulée et donc la capture d'individus en abaissant la tension de surface de l'eau. Les individus piégés au bout des 24 heures ont été mis en alcool à 96° et conservés au congélateur pour identification puis comptage ultérieur. Ce protocole a été répété à deux reprises, au milieu et à la fin du stage, en Novembre 2021 et en Janvier 2022. La possibilité de faire un troisième échantillonnage est à l'étude pour Mars 2022. L'ensemble des exploitations, transects et placements de coupelles ont été répertoriés sur Google Earth et QGIS.

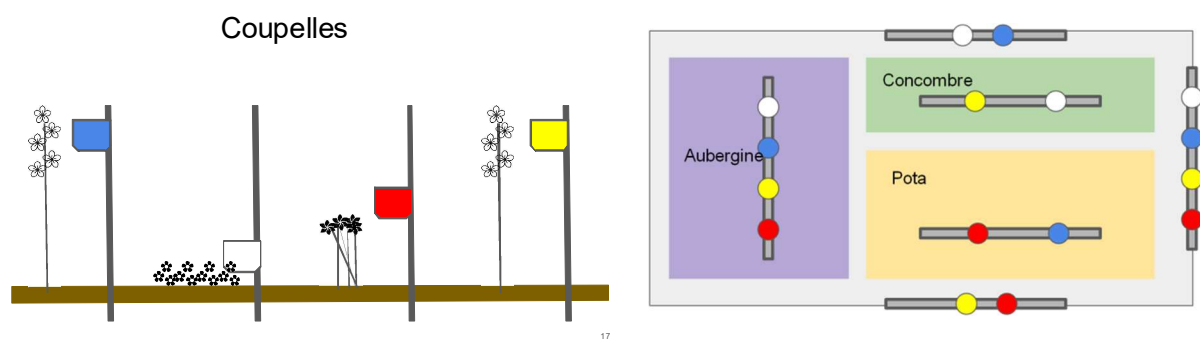


Figure 4: schéma de la répartition des coupelles selon la hauteur de la végétation (gauche), et à l'échelle d'une parcelle type (droite).

2. MÉTHODES D'IDENTIFICATION

Suite aux séances de terrain pour l'acquisition des données et la capture d'un certain nombre d'individus au filet et dans les coupelles, des identifications à l'espèce ont été effectuées pour les spécimens des groupes taxonomiques suivants : Anthophiles (Ascher et al., 2016) ; Vespides (Carpenter, 2008 ; Carpenter & Brown, 2021) ; Diptères (Ramage et al., 2018) et lépidoptères (Viette & Pierre, 1950). Il faut cependant remarquer que sur les 3 premières sessions de terrain, les différentes espèces de syrphes (Diptères) n'ont pas été différenciées et lors des 7 premières sessions, les spécimens de *Ceratina dentipes* et *Braunsapis puagensis* n'ont pas été différenciés et sont donc regroupés sous un morphogroupe.

Les identifications botaniques ont été effectuées sur base du recueil des plantes mellifères de Tahiti (Butaud, 2020), ainsi qu'avec la participation de Kathleen GRIGNET et d'un botaniste spécialiste de la flore tahitienne, Jean-Yves MEYER.

Bibliographie :

- Ascher, J. S., Risch, S., Soh, Z. W. W., Lee, J. X. Q., & Soh, E. J. Y. (2016). Megachile leaf-cutter and resin bees of Singapore (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae). *Raffles Bulletin of Zoology*, 2016(32), 33–55.
- Butaud, J-F, pour la CAPL (2020) Calendrier annuel de floraison des plantes mellifères polynésiennes. Disponible sur : <https://floraison.capl.pf/>
- Carpenter, J. M. (2008). Review of the Hawaiian Vespidae (Hymenoptera). *Bishop Museum Occasional Papers*, 99, 1–18. <https://doi.org/10.2307/30062651>
- Carpenter, J. M., & Brown, G. R. (2021). Catalogue of the Australian eumeninae (Hymenoptera: Vespidae). In *Zootaxa* (Vol. 4919, Issue 1). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4919.1.1>
- Direction de l'agriculture (DAG) (2018). L'image de l'agriculture polynésienne. Bulletin de statistiques agricoles. Tahiti, Polynésie française : DAG, 160 p.
- Dupon, J.-F., Bonvallot, J., Vignerot, E., Gay, J. C., Morhange, C., Ollier, C., Peugniez, G., Reitel, B., Yon-Cassat, F., Danard, M., & Laidet Danielle. (1993). Atlas de la Polynésie Française. *ORSTOM, Planche 28-39-30*.
- Fertz, G., Pajuelo Fert, G., Gomez Pajuelo, A. (2013). Mission d'audit de l'apiculture de Polynésie française. Tahiti, Polynésie française : SDR, 69 p.
- Geslin, B., Gauzens, B., Baude, M., Dajoz, I., Fontaine, C., Henry, M., Ropars, L., Rollin, O., Thébaud, E., & Vereecken, N. J. (2017). Massively Introduced Managed Species and Their Consequences for Plant–Pollinator Interactions. *Advances in Ecological Research*, 57, 147–199. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2016.10.007>
- Geslin, Benoît. (2013). Etude multi-échelles de l'effet des perturbations anthropiques sur l'écologie des insectes pollinisateurs : du comportement individuel à la structure des communautés. [Http://www.theses.fr](http://www.theses.fr). <http://www.theses.fr/2013PA066082>
- Itow, S. (1988). Species diversity of mainland- and island forests in the Pacific area. *Temporal and Spatial Patterns of Vegetation Dynamics*, 193–200. https://doi.org/10.1007/978-94-009-2275-4_21
- Langlois, A., Promoteur, A., Serusiaux, E. & Magain, N. (2019). *Evaluation de la variation spatio-temporelle des ressources florales dans les paysages agricoles et de leur utilisation par les insectes pollinisateurs*. <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/7358>
- Lombard, A. (2021). *Caractérisation des pratiques apicoles en vue de la caractérisation des miels de Polynésie française* [Mémoire, Montpellier SupAgro]. Montpellier, 60 p.
- Loss, P., & History, C. (2000). *Pollinator Extinction in the Pacific Islands*. 14(5), 1237–1239.
- MacArthur, R. H., & Wilson, E. O. (n.d.). *The theory of island biogeography*. 203.

- Mahé, P. (2020). *Effets de la présence d'abeilles exotiques sur l'activité des abeilles natives en contexte insulaire*. Aix MARseille Université.
- Paini, D. R. (2004). Impact of the introduced honey bee (*Apis mellifera*) (Hymenoptera: Apidae) on native bees: A review. *Austral Ecology*, 29(4), 399–407. <https://doi.org/10.1111/J.1442-9993.2004.01376.X>
- Ramage, T., Charlat, S., & Mengual, X. (2018). Flower flies (Diptera, syrphidae) of French polynesia, with the description of two new species. *European Journal of Taxonomy*, 2018(448), 1–37. <https://doi.org/10.5852/ejt.2018.448>
- Russell, J. C., Meyer, J. Y., Holmes, N. D., & Pagad, S. (2017). Invasive alien species on islands: impacts, distribution, interactions and management. *Environmental Conservation*, 44(4), 359–370. <https://doi.org/10.1017/S0376892917000297>
- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8–27. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2019.01.020>
- Seebens, H., Blackburn, T. M., Dyer, E. E., Genovesi, P., Hulme, P. E., Jeschke, J. M., Pagad, S., Pyšek, P., Winter, M., Arianoutsou, M., Bacher, S., Blasius, B., Brundu, G., Capinha, C., Celesti-Grapow, L., Dawson, W., Dullinger, S., Fuentes, N., Jäger, H., ... Essl, F. (2017). No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications* 2017 8:1, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/ncomms14435>
- T'ai, H. R., Stephen, A. S., & Amanda, L. B. (2007). *A Comparison of Pan Trap and Intensive Net Sampling Techniques for Documenting a Bee (Hymenoptera: Apiformes) Fauna on JSTOR*. Journal of the Kansas Entomological Society. <https://www.jstor.org/stable/25086376>
- Vanbergen, A. J., Garratt, M. P., Vanbergen, A. J., Baude, M., Biesmeijer, J. C., Britton, N. F., Brown, M. J. F., Brown, M., Bryden, J., Budge, G. E., Bull, J. C., Carvell, C., Challinor, A. J., Connolly, C. N., Evans, D. J., Feil, E. J., Garratt, M. P., Greco, M. K., Heard, M. S., ... Wright, G. A. (2013). Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(5), 251–259. <https://doi.org/10.1890/120126>
- Viette, & Pierre. (1950). *Lépidoptères rhopalocères de l'Océanie française*.
- Vrdoljak, S. M., & Samways, M. J. (2012). Optimising coloured pan traps to survey flower visiting insects. *Journal of Insect Conservation*, 16(3), 345–354. <https://doi.org/10.1007/S10841-011-9420-9/FIGURES/8>
- Zakardjian, M., Geslin, B., Mitran, V., Franquet, E., & Jourdan, H. (2020). Effects of urbanization on plant-pollinator interactions in the tropics: An experimental approach using exotic plants. *Insects*, 11(11), 1–16. <https://doi.org/10.3390/insects1111077>