

Rapport de fin d'étude

Inventaire myrmécologique sur

La Roquebrussanne (Var)

Rédaction :
Bastien Le Mort

Encadrement :
Yann Muggianu,
Erick Provost

Formation : Licence professionnelle Étude
et Développement des Espaces Naturels



UNIVERSITÉ DE
MONTPELLIER



LA ROQUEBRUSSANNE



FACULTÉ DES SCIENCES
DE MONTPELLIER

Figure 1. Colonie de *Pheidole pallidula* (© Bastien Le Mort)

Résumé

Le but de cet inventaire est de dresser une liste exhaustive des espèces de fourmi présentes sur la commune de La Roquebrussanne (Var, France), une première pour ce territoire. Ceci par l'utilisation d'une association de plusieurs méthodes de capture : appareil de Moczarski, filet fauchoir, parapluie japonais, capture manuelle. Cette combinaison de méthodes permet de maximiser le nombre d'espèces détectées. Ainsi, nous avons identifié 32 espèces réparties en 3 sous-familles et 14 genres, au sein de trois zones représentant trois habitats différents : une garrigue (15 espèces), une pinède (19 espèces) et une chênaie (16 espèces). De plus, une liste des espèces présentes dans le Var a été produite, fruit d'une synthèse de plusieurs sources, mettant donc en lumière un chiffre provisoire de 95 espèces pour le département du Var.

Mots-clefs : Formicidae, Diversité des fourmis, Var, Inventaire

Table des matières

Introduction :.....	5
1. Matériels et méthodes.....	5
2.1 Sites d'étude.....	5
1.2 Étude bibliographique :.....	7
1.3 Méthodes d'échantillonnage :	7
1.4 Identification des individus	9
2. Résultats.....	9
3.1 Estimation de la myrmécofaune varoise	9
3.2 Les zones.....	9
3.2.1 Garrigue.....	9
3.2.2 Chênaie.....	11
3.2.3 Pinède.....	13
3.2.4 Global.....	13
3.3 Analyses statistiques.....	15
3.3.1 Pression d'échantillonnage.....	15
3.3.2 Chao2	15
3.3.3 Diversité β	15
3. Discussions.....	17
4.1 Liste des fourmis du département du Var	17
4.2 Richesse spécifique	17
4.3 Diversité myrmécologique : vision quantitative et qualitative.....	17
4.4 Limites.....	18
4.4.1 Saisonnalité	18
4.4.2 Nombre et répartition des journée de prospection.....	18
4.4.3 Itinéraires de prospection	18
4.4.4 Identification	19
4.5 Amélioration du protocole.....	19
4.6 Recommandations	19
4.7 Perspectives.....	19
Bibliographie.....	20
Webographie.....	21

Table des illustrations

Figures :

Figure 1. Colonie de <i>Pheidole pallidula</i> (© Bastien Le Mort)	1
Figure 2. Répartition des habitats sélectionnés sur la commune de La Roquebrussanne (© Bastien Le Mort)	6
Figure 3. Zone de garrigue prospectée (© Bastien Le Mort)	6
Figure 4. Figure 4. Zone de chênaie prospectée (© Bastien Le Mort)	6
Figure 5. Zone de pinède prospectée (© Bastien Le Mort)	8
Figure 6. Appareil de Moczarski (©entomosilex.com)	8
Figure 7. Réserve de graines (grenier) d'une colonie de <i>Messor</i>	12
Figure 8. Nombre d'espèces capturées par les différentes méthodes par sous famille.	14
Figure 9. Courbe du nombre d'espèces de fourmis détectées en fonction de la pression d'échantillonnage	16

Tableaux :

Tableau 1. Répartition du nombre d'espèces indiquées dans le Var par source	10
Tableau 2. Liste des espèces de fourmis présentes dans le Var	10
Tableau 3. Liste des espèces présentes dans la chênaie	12
Tableau 4. Liste des espèces présentes dans la garrigue	12
Tableau 5. Liste des espèces présentes dans la pinède	14
Tableau 6. Résultats du test de Chao2	16
Tableau 7. Indices de Jaccard calculés pour les différents binômes d'habitats prospectés	16

Introduction :

La région méditerranéenne est identifiée comme étant un hot-spot de biodiversité (Medail et Quezel 1999). À l'échelle de la France métropolitaine, c'est la région méditerranéenne qui comporte la biodiversité la plus forte. Ainsi, elle présente un fort enjeu de conservation de la biodiversité, notamment au regard du changement climatique. Néanmoins, le département du Var a un taux de lacune de connaissance naturaliste de 51% à 75% (Office Français de la Biodiversité 2020). Ce qui montre l'importance de mener des actions afin de combler ces manques de connaissances sur tous les taxons concernés.

L'association Expertise Écologique et Éducation à l'Environnement (E4) conduit depuis 2007 des actions en faveur de la biodiversité, notamment au sujet des fourmis par la réalisation d'inventaires et d'animations. La présente étude a donc pour objectif d'évaluer la diversité myrmécologique de la commune de La Roquebrussanne afin de fournir une liste d'espèces exhaustive. Les Formicidae comptent aujourd'hui près de 14122 espèces dans le monde (Bolton 2023), réparties sur tout le globe sauf aux pôles (Hölldobler et Wilson 1990), dont près de 213 répertoriées en France métropolitaine (Casevitz-Weulersse et Galkowski 2009). Cette valeur comprend les espèces autochtones et exotiques envahissantes. Ces dernières sont des espèces retrouvées hors de leur aire de distribution naturelle du fait de l'Homme, ayant des impacts négatifs sur l'écosystème concerné (Russell et Blackburn 2017). Cette liste ne prend pas en compte les espèces acclimatées dans les bâtiments.

Les fourmis peuvent être utilisées dans la restauration écologique (Bulot 2014) ou encore comme bioindicateur dans le suivi des écosystèmes (Ottonetti, Tucci, et Santini 2006; Nageleisen 1999; Delabie *et al.* 2009). Ceci nécessite la connaissance de leur biologie, leur écologie ainsi que leur répartition. Effectivement, elles peuvent monopoliser l'espace et les ressources d'un écosystème, affecter les compartiments de surfaces et souterrains que ce soit par un rôle d'ingénieur du sol, de prédateur, de recycleur de nutriments ou encore de régulateur de croissances des plantes (de Almeida 2020).

1. Matériels et méthodes

2.1 Sites d'étude

La commune de La Roquebrussanne est une commune varoise en Provence Verte (Figure 2). Elle s'étend sur 37km² et est enclavée entre le plateau d'Agnis, le massif de la Loube et le massif de l'Amarron, et s'étend sur une plaine agricole. La commune a bénéficié en 2019 d'un atlas de biodiversité communale (ABC) conduit par le parc naturel régional de la Sainte-Baume en coordination avec le Conservatoire d'espaces naturels PACA (CEN PACA) et la Ligue pour la protection des oiseaux PACA (LPO PACA). Fruit d'une volonté de la commune d'améliorer sa gestion de la biodiversité, cet ABC a permis de mettre en lumière des connaissances insuffisantes à propos des hyménoptères dont font partie les fourmis. Seulement 27 espèces de cet ordre étaient ainsi déjà recensées sur la commune (Darmuzey *et al.* 2020) avant la présente étude.

La zone d'étude qui a été retenue pour la garrigue (Figure 3) est le Plateau d'Agnis désigné espace Natura 2000 « Mourre d'Agnis et la forêt domaniale de Mazauges ». Il présenterait un des enjeux locaux de biodiversité forts. Prolongement du massif de la Sainte Baume, d'une altitude moyenne de 700m, ce plateau est d'origine dolomitique. Il est parcouru et délimité de vallons et de fortes pentes boisées. Plusieurs milieux s'y retrouvent, principalement fermés mais aussi quelques milieux ouverts. Enfin, il s'agit de la seule partie

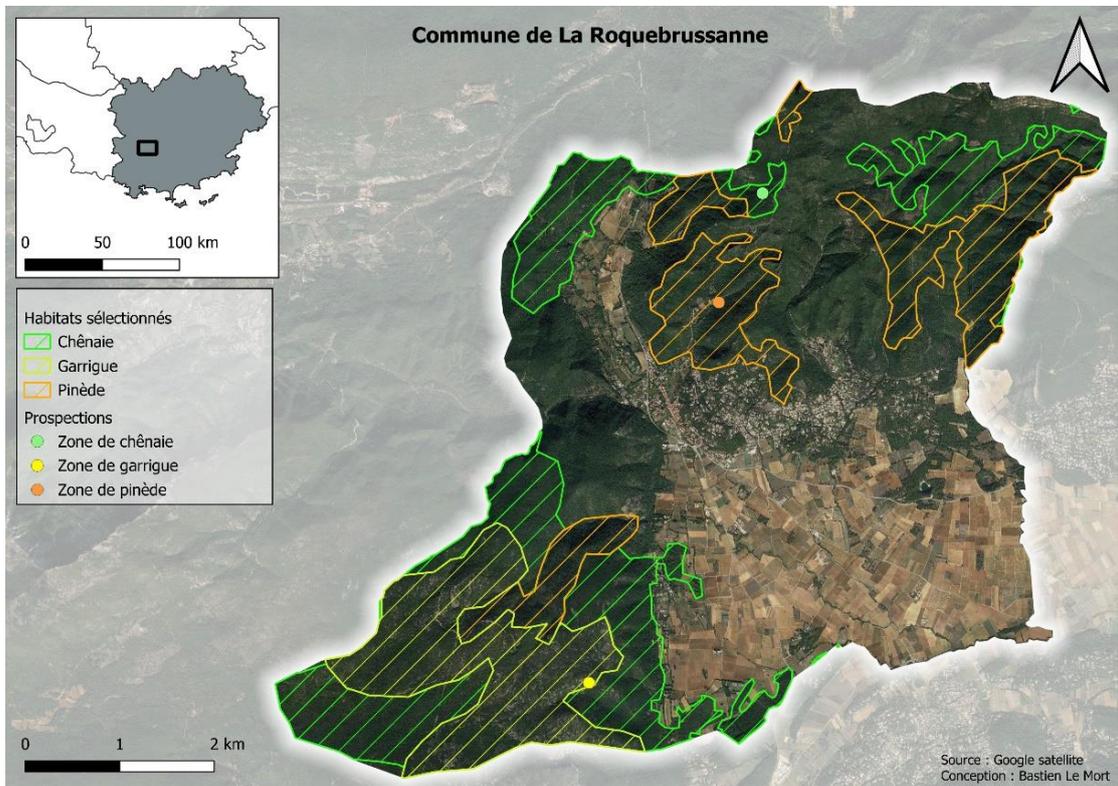


Figure 2. Répartition des habitats sélectionnés sur la commune de La Roquebrussanne (© Bastien Le Mort)



Figure 3. Zone de garrigue prospectée (© Bastien Le Mort)

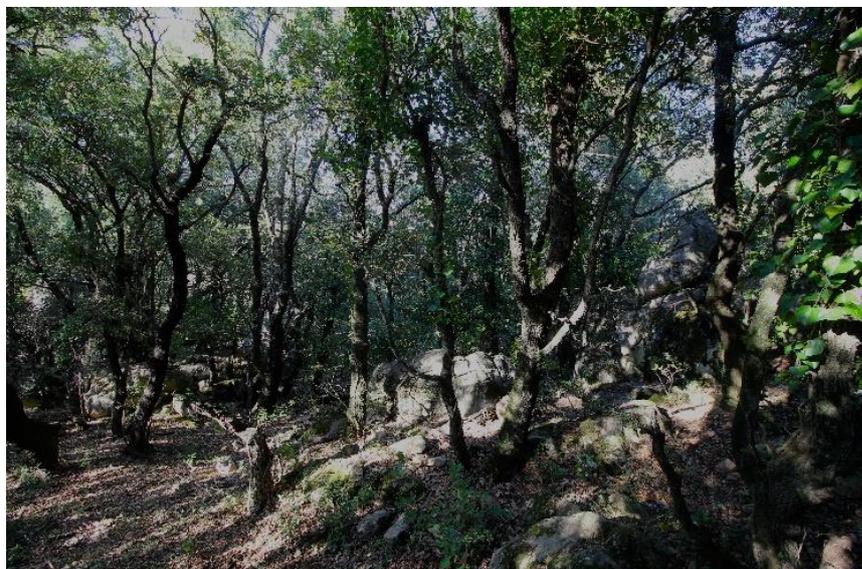


Figure 4. Figure 4. Zone de chênaie prospectée (© Bastien Le Mort)

de la commune avec une garrigue identifiée par le code CORINE. Pour la chênaie (Figure 4), la zone d'étude se trouve sur la montagne de la Loube. Il s'agit d'un massif calcaire et dolomitique, continuité de la Sainte-Baume. Il s'agit d'une zone ZNIEFF de type II : « Montagne de la Loube ». Enfin, l'aire d'étude pour la pinède (Figure 5) se trouve également dans cette même zone ZNIEFF, néanmoins elle se trouve en contrebas de la montagne de la Loube sur son côté sud-ouest, au niveau d'un petit vallon (Michaud *et al.* 2022).

1.2 Étude bibliographique :

Il n'y pour l'heure aucune étude ou liste présentant les espèces de fourmis présentes sur le territoire du département du Var. Ainsi, afin de pouvoir analyser les données et orienter certaines identifications, j'ai produit une liste provisoire. Elle n'a pas pour ambition d'être une référence, mais constitue sans doute une première étape vers une synthèse ultérieure. Pour ce faire, j'ai combiné les données présentes sur le site de l'association Antarea, de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN), du Global Biodiversity Information Facility (GBif) et de l'ouvrage « Fourmis de France » (Blatrix *et al.*, 2013), les données présentes dans différentes études (Berville, Passeti, et Ponel 2015 ; Blaya *et al.* 2022) ceci au regard de la liste des espèces à l'échelle de la France métropolitaine (Casevitz-Weulersse et Galkowski 2009). Pour les données de l'INPN, je n'ai considéré que les espèces dont la présence était indiquée comme « Présence certaine ». Les données prises en considération issues d'Antarea, de l'INPN et de GBif s'arrêtent à la dernière consultation : 17/07/2023.

1.3 Méthodes d'échantillonnage :

Trois formations végétales présentes sur la commune (garrigue, chênaie, pinède) ont été choisies afin d'avoir un aperçu de la myrmécofaune présente. Dans chacune, une zone de 100m de long pour 25m de large a été sélectionnée de façon aléatoire pour cet inventaire. La sélection aléatoire a été réalisée à l'aide du logiciel QGIS. Les différents habitats étaient découpés en grille (de carreaux 25m de côté). Au sein de cette grille, plusieurs sélections aléatoires étaient effectuées jusqu'à ce que deux carreaux joints soient sélectionnés, ce qui permettait de déterminer l'orientation de la zone.

Il a été choisi de s'inspirer du protocole présenté par Groc *et al.* (2007). Étant donné qu'une seule technique de capture ne permet pas d'inventorier toutes les espèces, il a fallu combiner plusieurs d'entre elles. Deux types de capture ont été retenus : **passif** par l'appareil de Moczarski (Figure 6), principe identique au Winkler ; **actif** par la capture manuelle (aspirateur entomologique), le parapluie japonais et le filet fauchoir.

La combinaison de ces méthodes permet d'échantillonner les différents micro-habitats et la myrmécofaune associée, à activité principalement épigée : sous les pierres, dans les fentes de rochers, dans les branches et la végétation (mise à part arborescente) ainsi qu'endogée par l'appareil de Moczarski en prélevant de la litière. Pour ce dernier, pour chaque extrémité de la zone, nous avons prélevé de la litière dans un sac de L29cm*h44cm de maille de 5mm, fermé hermétiquement. Chaque échantillon est inséré dans un appareil de Moczarski individuel, afin d'étudier leur composition séparément. Ils sont laissés 48h afin de récolter les individus contenus dans l'échantillon une première fois. Puis encore 48h plus tard, afin de s'assurer qu'il n'y ait pas d'autres individus contenus. Les individus tombent dans un récipient contenant de l'éthanol à 70% afin de conserver les individus.



Figure 5. Zone de pinède prospectée (© Bastien Le Mort)



Figure 6. Appareil de Moczarski (©entomosilex.com)

Pour la capture manuelle, les différentes strates sont prospectées, cherchant les individus dans différents micro-habitats rencontrés dans les zones, durant une journée (soit 6h) par deux observateurs se déplaçant en tandem. Ensuite le parapluie japonais et le filet fauchoir sont utilisés lorsque la végétation associée est présente.

L'inventaire s'est déroulé sur trois jours, un jour par formation végétale : le 5 mai 2023 pour la garrigue, le 21 juin 2023 pour la chênaie et le 13 juillet pour la pinède. Toutes les captures sont géoréférencées au sein des zones d'études.

1.4 Identification des individus

Les individus capturés ont été soit identifiés sur le terrain quand c'est possible, soit prélevés pour être déterminés à la loupe binoculaire lorsqu'il s'agissait de groupes plus complexes, nécessitant l'examen de critères indiscernables à l'œil nu ou avec une loupe de terrain. Les individus prélevés hors litière ont été déterminés par Erick Provost, ancien chercheur au CNRS en myrmécologie. J'ai identifié les individus récoltés par l'appareil de Moczarski. Les identifications se sont basées sur Blatrix *et al.* (2013) et la clef en ligne de Antariums.org. Enfin, un individu sexué issu du tri de litière a été envoyé, pour être identifié, à l'association Antarea où Christophe Galkoswki s'est chargé de l'identification. Les individus ont ensuite été mis en alcool pour être conservés.

2. Résultats

3.1 Estimation de la myrmécofaune varoise

Au total, le nombre d'espèces présentes dans le Var serait de 95 (Tableau 1), soit près de 44.6% de la myrmécofaune française, réparties en 31 genres (Tableau 2). C'est un chiffre inédit, ce qui montre l'intérêt de considérer plusieurs sources en même temps (Tableau 1). On remarque notamment que le site de l'association Antarea semble être la plus complète, comptabilisant le maximum d'espèces des 4 sources considérées. Ensuite vient le site du GBif, puis de l'INPN et enfin l'ouvrage « Fourmis de France ».

3.2 Les zones

3.2.1 Garrigue

La zone de garrigue s'est trouvée être pentue, exposée au sud et dotée d'une couverture de près de 60% de roche (affleurement, cailloux et rochers). Le reste est composé de végétaux méditerranéens (liste non exhaustive) : Pistachier térébinthe (*Pistacia terebinthus*), Chêne vert (*Quercus ilex*), Mouron (*Lysimachia sp.*), Thym (*Thymus sp.*), Romarin (*Rosmarinus officinalis*), Ail (*Alium sp.*), Génévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), Asphodèle (*Asphodelus sp.*), Iris nain (*Iris lutescens*) et Thapsie (*Thapsia villosa*). Globalement, la diversité en micro-habitats est faible, mais nombreux.

Étant donnée la faible présence de végétaux herbacés, il n'y avait que peu de possibilités d'effectuer de fauche par filet. Ainsi, l'échantillonnage s'est principalement orienté sur la chasse à vue et la prise de litière. Cette dernière étant aussi peu présente sauf au niveau de bosquets buissonnants.

Ainsi, ce sont 16 espèces qui ont été recensées sur la zone, majoritairement des Myrmicinae avec 9 espèces, puis 6 Formicinae et 1 Dolichoderinae (Tableau 4). Au sein de

Tableau 1. Répartition du nombre d'espèces indiquées dans le Var par source

Sources	Nomre d'espèces	Nombre total
"Fourmis de France" Blatrix et al., 2013	73	95
INPN.mnhn.fr	76	
Antarea.org	82	
Gbif.org	77	

Tableau 2. Liste des espèces de fourmis présentes dans le Var, M : Myrmicinae, F : Formicinae, D : Dolichoderinae, P : Ponerinae. Les espèces grisées sont les espèces exotiques envahissantes

Sous famille	Genre	Espèce	F	Lasius	Lasius psammophilus Seifert, 1992
M	<i>Anergates</i>	<i>Anergates atratulus</i> (Schenck, 1852)	D	<i>Linepithema</i>	<i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868)
M	<i>Aphaenogaster</i>	<i>Aphaenogaster dulcinea</i> Emery, 1924	M	<i>Messor</i>	<i>Messor barbarus</i> (Linnaeus, 1767)
M	<i>Aphaenogaster</i>	<i>Aphaenogaster gibbosa</i> (Latreille, 1798)	M	<i>Messor</i>	<i>Messor bouvieri</i> Bondroit, 1918
M	<i>Aphaenogaster</i>	<i>Aphaenogaster ichnusa</i> Santschi, 1925	M	<i>Messor</i>	<i>Messor capitatus</i> (Latreille, 1798)
M	<i>Aphaenogaster</i>	<i>Aphaenogaster senilis</i> Mayr, 1853	M	<i>Messor</i>	<i>Messor structor</i> (Latreille, 1798)
M	<i>Aphaenogaster</i>	<i>Aphaenogaster splendida</i> (Roger, 1859)	M	<i>Monomorium</i>	<i>Monomorium monomorium</i> Bolton, 1987
M	<i>Aphaenogaster</i>	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille, 1798)	M	<i>Myrmecina</i>	<i>Myrmecina graminicola</i> (Latreille, 1802)
D	<i>Bothriomyrmex</i>	<i>Bothriomyrmex corsicus</i> Santschi, 1923	M	<i>Myrmica</i>	<i>Myrmica aloba</i> Forel, 1909
D	<i>Bothriomyrmex</i>	<i>Bothriomyrmex meridionalis</i> (Roger, 1863)	M	<i>Myrmica</i>	<i>Myrmica rubra</i> (Linnaeus, 1758)
F	<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus aethiops</i> (Latreille, 1798)	M	<i>Myrmica</i>	<i>Myrmica ruginodis</i> Nylander, 1846
F	<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus cruentatus</i> (Latreille, 1802)	M	<i>Myrmica</i>	<i>Myrmica specioides</i> Bondroit, 1918
F	<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus fallax</i> (Nylander, 1856)	M	<i>Myrmica</i>	<i>Myrmica spinosior</i> Santschi, 1931
F	<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus foreli</i> Emery, 1881	M	<i>Myrmoxenus</i>	<i>Myrmoxenus ravouxi</i> (André, 1896)
F	<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus lateralis</i> (Olivier, 1792)	M	<i>Pheidole</i>	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1849)
F	<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus piceus</i> (Leach, 1825)	F	<i>Plagiolepis</i>	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille, 1798)
F	<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus pilicornis</i> (Roger, 1859)	F	<i>Plagiolepis</i>	<i>Plagiolepis taurica</i> Santschi, 1920
F	<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus sylvaticus</i> (Olivier, 1792)	F	<i>Plagiolepis</i>	<i>Plagiolepis xene</i> Stärcke, 1936
F	<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus vagus</i> (Scopoli, 1763)	F	<i>Polyergus</i>	<i>Polyergus rufescens</i> (Latreille, 1798)
M	<i>Cardiocondyla</i>	<i>Cardiocondyla elegans</i> Emery, 1869	P	<i>Ponera</i>	<i>Ponera coarctata</i> (Latreille, 1802)
F	<i>Cataglyphis</i>	<i>Cataglyphis cursor</i> (Fonscolombe, 1846)	P	<i>Ponera</i>	<i>Ponera testacea</i> Emery, 1895
F	<i>Colobopsis</i>	<i>Colobopsis truncata</i> (Spinola, 1808)	F	<i>Proformica</i>	<i>Proformica nasuta</i> (Nylander, 1856)
M	<i>Crematogaster</i>	<i>Crematogaster auberti</i> Emery, 1869	M	<i>Solenopsis</i>	<i>Solenopsis fugax</i> (Latreille, 1798)
M	<i>Crematogaster</i>	<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier, 1792)	M	<i>Solenopsis</i>	<i>Solenopsis orbula</i> Emery, 1875
M	<i>Crematogaster</i>	<i>Crematogaster sordidula</i> (Nylander, 1849)	M	<i>Stenammina</i>	<i>Stenammina striatulum</i> Emery, 1895
P	<i>Cryptopone</i>	<i>Cryptopone ochracea</i> (Mayr, 1855)	M	<i>Strumigenys</i>	<i>Strumigenys membranifera</i> Emery, 1869
D	<i>Dolichoderus</i>	<i>Dolichoderus quadripunctatus</i> (Linnaeus, 1771)	D	<i>Tapinoma</i>	<i>Tapinoma erraticum</i> (Latreille, 1798)
F	<i>Formica</i>	<i>Formica cunicularia</i> Latreille, 1798	D	<i>Tapinoma</i>	<i>Tapinoma madeirense</i> Forel, 1895
F	<i>Formica</i>	<i>Formica fusca</i> Leach, 1825	D	<i>Tapinoma</i>	<i>Tapinoma magnum</i> Mayr, 1861
F	<i>Formica</i>	<i>Formica gagates</i> Latreille, 1798	D	<i>Tapinoma</i>	<i>Tapinoma nigerrimum</i> (Nylander, 1856)
F	<i>Formica</i>	<i>Formica pratensis</i> Retzius, 1783	D	<i>Tapinoma</i>	<i>Tapinoma pygmaeum</i> (Dufour, 1857)
F	<i>Formica</i>	<i>Formica rufibarbis</i> Fabricius, 1793	M	<i>Temnothorax</i>	<i>Temnothorax affinis</i> (Mayr, 1855)
F	<i>Formica</i>	<i>Formica selysi</i> Bondroit, 1918	M	<i>Temnothorax</i>	<i>Temnothorax angustulus</i> (Nylander, 1856)
M	<i>Goniomma</i>	<i>Goniomma hispanicum</i> (André, 1883)	M	<i>Temnothorax</i>	<i>Temnothorax aveli</i> (Bondroit, 1918)
P	<i>Hypoponera</i>	<i>Hypoponera abeillei</i> (André, 1881)	M	<i>Temnothorax</i>	<i>Temnothorax continentalis</i> Galkowski & Cagniant, 2017
P	<i>Hypoponera</i>	<i>Hypoponera eduardi</i> (Forel, 1894)	M	<i>Temnothorax</i>	<i>Temnothorax exilis</i> (Emery, 1869)
P	<i>Hypoponera</i>	<i>Hypoponera punctatissima</i> (Roger, 1859)	M	<i>Temnothorax</i>	<i>Temnothorax formosus</i> (Santschi, 1909)
F	<i>Lasius</i>	<i>Lasius alienus</i> (Förster, 1850)	M	<i>Temnothorax</i>	<i>Temnothorax leviceps</i> (Emery, 1898)
F	<i>Lasius</i>	<i>Lasius brunneus</i> (Latreille, 1798)	M	<i>Temnothorax</i>	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit, 1918)
F	<i>Lasius</i>	<i>Lasius carnolicus</i> Mayr, 1861	M	<i>Temnothorax</i>	<i>Temnothorax luteus</i> (Forel, 1874)
F	<i>Lasius</i>	<i>Lasius cinereus</i> Seifert, 1992	M	<i>Temnothorax</i>	<i>Temnothorax niger</i> (Forel, 1894)
F	<i>Lasius</i>	<i>Lasius emarginatus</i> (Olivier, 1792)	M	<i>Temnothorax</i>	<i>Temnothorax nylanderi</i> (Förster, 1850)
F	<i>Lasius</i>	<i>Lasius flavus</i> (Fabricius, 1782)	M	<i>Temnothorax</i>	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck, 1852)
F	<i>Lasius</i>	<i>Lasius fuliginosus</i> (Latreille, 1798)	M	<i>Temnothorax</i>	<i>Temnothorax recedens</i> (Nylander, 1856)
F	<i>Lasius</i>	<i>Lasius grandis</i> Forel, 1909	M	<i>Temnothorax</i>	<i>Temnothorax unifasciatus</i> (Latreille, 1798)
F	<i>Lasius</i>	<i>Lasius lasioides</i> (Emery, 1869)	M	<i>Tetramorium</i>	<i>Tetramorium caespitum</i> (Linnaeus, 1758)
F	<i>Lasius</i>	<i>Lasius myops</i> Forel, 1894	M	<i>Tetramorium</i>	<i>Tetramorium forte</i> Forel, 1904
F	<i>Lasius</i>	<i>Lasius neglectus</i> Van Loon, Boomsma & Andrasfalvy, 1990	M	<i>Tetramorium</i>	<i>Tetramorium immigrans</i> Santschi, 1927
F	<i>Lasius</i>	<i>Lasius niger</i> (Linnaeus, 1758)	M	<i>Tetramorium</i>	<i>Tetramorium moravicum</i> Kratochvil in Novák & Sadil, 1941
			M	<i>Tetramorium</i>	<i>Tetramorium semilaeve</i> André, 1883
			M	<i>Wasmannia</i>	<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)

ces 16 espèces, 12 ont été détectées uniquement par la chasse à vue, 3 par l'appareil de Moczariski et 1 seule avec les deux techniques. Le genre le plus représenté en nombre d'espèces est le genre *Temnothorax* avec 4 espèces. Néanmoins, l'espèce la plus rencontrée est *Pheidole pallidula*, espèce xérophile, très présente dans le sud de la France, essentiellement détectée sous les pierres. La présence de quelques Chênes verts semble avoir favorisé l'installation de certaines espèces affectionnant la présence de bois mort et/ou d'arbre comme *Lasius lasioides* ou encore *Crematogaster scutellaris*. La présence des quelques plantes herbacées et de cistes a favorisé l'installation des *Messor* en leur fournissant des graines, ressource alimentaire des espèces de ce genre (Fig.4). Toutes les espèces trouvées sont inféodées aux milieux thermophiles ou spécifiquement de garrigues.

3.2.2 Chênaie

Cette zone est constituée d'une population majoritaire de *Quercus ilex* avec quelques chênes pubescents (*Quercus pubescens*) et pins sylvestres (*Pinus sylvestris*) pour la partie arborescente. La strate herbacée est quasi inexistante, ne permettant pas, encore une fois, d'effectuer d'échantillonnage par filet fauchoir. La strate arbustive est peu présente, le parapluie japonais a donc été principalement utilisé pour les branches basses des arbres. De plus, de nombreux arbres morts sont aussi présents sur la zone d'étude. Cette végétation s'est développée au sein d'un complexe de rochers dolomitiques ainsi que de nombreuses pierres et anciens murs, souvent recouverts de mousse. Ces différentes caractéristiques font que cette zone est très propice à la myrmécofaune. Il est à noter par ailleurs, que la litière semblait particulièrement perturbée par des passages potentiels de sangliers. Cette caractéristique pourrait être négative pour l'installation de colonies au niveau du sol ou aurait perturbé les colonies existantes. Enfin, l'extrémité nord de la zone présente un profil floristique très différent. On y détecte davantage de conifères, quasi pas de chêne vert, une végétation arborescente plus basse et d'avantage impénétrable.

Sur cette zone 15 espèces ont été recensées, mais seulement deux sous-familles, une majorité de Myrmicinae avec 8 espèces et 7 espèces de Formicinae (Tableau 3) et aucune Dolichoderinae. Un peu plus de la moitié des espèces n'a été détectée que par une seule technique de capture : 6 par la chasse à vue, 2 par l'appareil de Moczariski et 1 par le parapluie japonais.

La première observation est l'omniprésence de *Lasius emarginatus* sur toute l'emprise de la zone. Cette espèce très commune est ubiquiste dans le Sud de la France, colonise les pelouses, lisières forestières et comme dans le cas présent : les forêts. Elle édifie ses colonies dans les vieux murs de pierres, les cavités, le bois mort et tronc creux d'arbre vivant, des habitats présents en grand nombre sur la zone. Elle est omnivore avec une préférence pour le miellat d'hémiptères (Blatrix *et al.* 2013), non observés sur la zone.

Ensuite, le genre *Temnothorax* est, comme attendu, très présent, que ce soit au niveau de la litière et des rochers avec 6 espèces essentiellement rencontrées au niveau des enrochements. Néanmoins ces habitats subissaient aussi une forte pression d'échantillonnage. Le genre *Camponotus* n'a été que peu détecté avec 3 espèces. *Camponotus vagus* plutôt caractéristique des pinèdes, a sans doute été favorisée par la présence des quelques pins morts présents. *Camponotus lateralis* dont l'habitat typique est la forêt de Chênes verts a été rencontrée que peu de fois. Enfin, *Camponotus aethiops*, plutôt inféodée aux milieux ouverts est aussi présente. Les forêts sont aussi des habitats plus que favorables à *Crematogaster scutellaris* du fait de la présence de bois mort dans lequel elle fonde ses colonies. Elle est



Figure 7. Réserve de graines (grenier) d'une colonie de Messor

Tableau 4. Liste des espèces présentes dans la garrigue

Sous familles	Espèces
F	<i>Camponotus cruentatus</i>
F	<i>Camponotus pilicornis</i>
M	<i>Crematogaster scutellaris</i>
M	<i>Crematogaster sordidula</i>
F	<i>Lasius brunneus</i>
F	<i>Lasius lasioides</i>
M	<i>Messor barbarus</i>
M	<i>Messor structor</i>
M	<i>Pheidole pallidula</i>
F	<i>Plagiolepis taurica</i>
F	<i>Plagiolepis pygmaeae</i>
D	<i>Tapinoma pygmaeum</i>
F	<i>Temnothorax aveli</i>
F	<i>Temnothorax lichtensteini</i>
F	<i>Temnothorax unifasciatus</i>
F	<i>Tetramorium semilaeve</i>

Tableau 3. Liste des espèces présentes dans la chênaie

Sous familles	Espèces
M	<i>Aphaenogaster ichnusa</i>
M	<i>Aphaenogaster subterranea</i>
F	<i>Camponotus aethiops</i>
F	<i>Camponotus lateralis</i>
F	<i>Camponotus vagus</i>
F	<i>Colobopsis truncata</i>
M	<i>Crematogaster scutellaris</i>
F	<i>Formica fusca</i>
F	<i>Lasius emarginatus</i>
M	<i>Temnothorax lichtensteini</i>
M	<i>Temnothorax nylanderi</i>
M	<i>Temnothorax parvulus</i>
M	<i>Temnothorax unifasciatus</i>
M	<i>Tetramorium forte</i>
M	<i>Tetramorium semilaeve</i>

présente dans la zone, mais n'a pas été détectée à de nombreuses reprises. La présence de chênes pubescents est aussi favorable à *Colobopsis truncata*. Cette espèce installe ses colonies notamment dans les galles de chêne causées par *Andricus kollari* (Hyménoptère de la famille des Cynipidae). Néanmoins, du fait de la localisation de ses colonies, elle n'a été détectée qu'une seule fois.

3.2.3 Pinède

Cette zone est dominée par sa strate arborescente de pins d'Alep (*Pinus halepensis*), puis sont présents : Arbousier (*Arbustus unedo*), Chêne vert (*Quercus ilex*) et Cyprès (*Cyprus* sp.). La strate arbustive est composée de plus d'espèces : Laurier tin (*Viburnum tinus*), Spartier (*Spartium* sp.), Génévrier commun (*Juniperus communis*), Ciste cotoneux (*Cistus albidus*), Romarin (*Rosmarinus* sp.), Salsepareille (*Smylax* sp.). La strate herbacée était d'avantage présente que dans les deux autres habitats : Immortelle (*Elychrisum* sp.). Il y avait de nombreux arbres morts (essentiellement des pins), des pierres et de la mousse et un sous-bois plutôt ombragé. Ces différentes caractéristiques favorisent la présence des fourmis et leur détection. Néanmoins, la température à la date d'échantillonnage restait élevée, ce qui peut limiter la détection de certaines espèces comme les *Temnothorax* par exemple.

La zone de conifère a permis de détecter 19 espèces réparties en 3 sous-familles, 12 espèces de Myrmicinae, 5 espèces de Formicinae et 2 espèces de Dolichoderinae (Tableau 5). Au sein de ces 19 espèces, 10 n'ont été détectées qu'avec une seule technique de capture. Ainsi, La chasse à vue a permis de détecter six espèces et l'appareil de Moczarski en a détecté quatre.

L'espèce majoritaire de cette zone est *Crematogaster scutellaris* rencontrée en grand nombre, favorisée par la présence de nombreux arbres morts et vivants. Ensuite, le genre *Temnothorax* a aussi été contacté à de nombreuses reprises, principalement *Temnothorax lichtensteini* et *Temnothorax nylanderi*. Le genre *Solenopsis* a été détecté pour la première fois de l'inventaire sur cette zone. Les espèces de ce genre se rencontrent dans une grande gamme d'habitats thermophiles, mais sont détectées plus difficilement, les colonies ne s'installant que sous les pierres ou dans le sol, les ouvrières ne sortent pas à la surface et sont de petite taille : 1.5-2.2mm. Ainsi, l'appareil de Moczarski permet de pallier ces difficultés.

3.2.4 Global

En tout, ce sont 32 espèces qui ont été contactées sur l'ensemble des 3 habitats, soit environ 33% de la diversité myrmécologique varoise, réparties en 3 sous-familles et 14 genres : **Myrmicinae** (*Aphaenogaster*, *Crematogaster*, *Messor*, *Myrmica*, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Temnothorax*, *Tetramorium*), **Formicinae** (*Camponotus*, *Colobopsis*, *Formica*, *Lasius*), **Dolichoderinae** (*Tapinoma*).

La majorité des espèces de Formicinae et de Myrmicinae ont été capturées par la chasse à vue, néanmoins ce n'est pas le cas des quelques espèces de Dolichoderinae capturées, où la majorité a été capturée par l'appareil de Moczarski (Figure 8). Les Myrmicinae sont celles qui ont été détectées le plus grand nombre de fois en termes d'espèces (17) et sont les seules à avoir été détectées par les quatre méthodes. Ceci peut s'expliquer par une grande diversité de mœurs.

Tableau 5. Liste des espèces présentes dans la pinède

Sous familles	Espèces
M	<i>Aphaenogaster ichnusa</i>
M	<i>Aphaenogaster subterranea</i>
F	<i>Camponotus lateralis</i>
F	<i>Camponotus vagus</i>
M	<i>Crematogaster scutellaris</i>
M	<i>Crematogaster sordidula</i>
F	<i>Formica gagates</i>
M	<i>Myrmica ruginodis</i>
M	<i>Pheidole pallidula</i>
F	<i>Plagiolepis pygmaea</i>
F	<i>Plagiolepis taurica</i>
M	<i>Solenopsis grp fugax</i>
D	<i>Tapinoma grp nigerrimum</i>
D	<i>Tapinoma pygmaeum</i>
M	<i>Temnothorax lichtensteini</i>
M	<i>Temnothorax luteus/racovitzai</i>
M	<i>Temnothorax nylanderi</i>
M	<i>Temnothorax parvulus</i>
M	<i>Temnothorax unifasciatus</i>

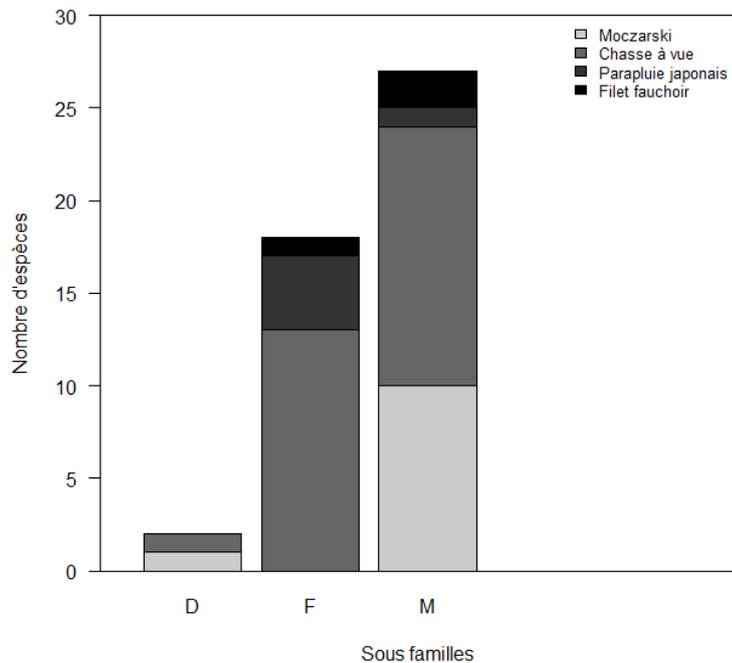


Figure 8. Nombre d'espèces capturées par les différentes méthodes par sous famille (D : Dolichoderinae, F : Formicinae, M : Myrmicinae), la même espèce pouvant être capturée par plusieurs méthode.

3.3 Analyses statistiques

3.3.1 Pression d'échantillonnage

Afin de connaître l'efficacité des prospections, on peut calculer le nombre d'espèces détectées en fonction de la pression d'échantillonnage. Ainsi, on positionne en abscisse l'unité de pression, ici le nombre de jours et en ordonnée le nombre d'espèces contactées (Figure 9). Ainsi, on observe une augmentation tout du long de l'inventaire avec notamment une forte croissance entre le premier et deuxième jour, et l'absence d'atteinte d'une asymptote.

3.3.2 Chao2

Afin d'avoir un aperçu de la représentativité des espèces recensées, j'ai calculé l'indice de Chao2 (Tableau 6). Il a été développé afin de faire une estimation des espèces restant à détecter pour des données basées sur la présence/absence d'espèces (Chao *et al.* 2017). L'indice a été calculé grâce au logiciel en ligne SuperDuplicates (<https://chao.shinyapps.io/SuperDuplicates/>). Ainsi, le nombre d'espèces qu'il resterait à détecter sur ces trois habitats serait de 9, ce qui signifierait qu'il y aurait 41 espèces de fourmis réparties au sein de ces 3 habitats.

3.3.3 Diversité β

La diversité β représente la diversité spécifique entre deux communautés, ici définies au sein d'habitats différents. J'ai calculé la diversité β grâce à l'indice de Jaccard entre les trois formations végétales (deux à deux). Il est basé sur la proportion d'espèces que deux communautés partagent. Au plus cette proportion est petite (donc une valeur de l'indice faible), au plus la diversité β est forte. Ainsi, on peut reprendre les formulations de Marcon (2015) et noter $s_{1,1}$ les espèces détectées dans les deux formations végétales, $s_{1,0}$ les espèces rencontrées dans la première mais pas la deuxième et inversement pour $s_{0,1}$. Ainsi l'indice de Jaccard, ici noté β_J , correspond au rapport du nombre d'espèces communes et le nombre d'espèces total :

$$\beta_J = \frac{s_{1,1}}{s_{1,1} + s_{1,0} + s_{0,1}}$$

Les communautés myrmécologiques des trois milieux sont fortement différentes entre elles comme en témoignent les valeurs obtenues (Tableau 7). Les deux milieux les plus différents en termes de communauté myrmécologique sont la garrigue et la chênaie ($\beta_J = 0.1852$). Effectivement, chaque milieu possède des caractéristiques propres, pouvant conditionner la diversité myrmécologique comme les variations de températures (annuelles et journalières), le couvert végétal et l'altitude (Blatrix *et al.* 2016) et/ou la quantité et hétérogénéité de la litière (Queiroz, Ribas, et França 2013). Ceci montre d'une part l'importance d'avoir inventorié les trois formations végétales et d'autre part de maintenir à l'échelle du territoire une diversité d'habitats afin de maximiser le nombre d'espèces présentes. La présence de différents milieux sur un territoire est donc favorable à l'accueil d'une myrmécofaune diversifiée.

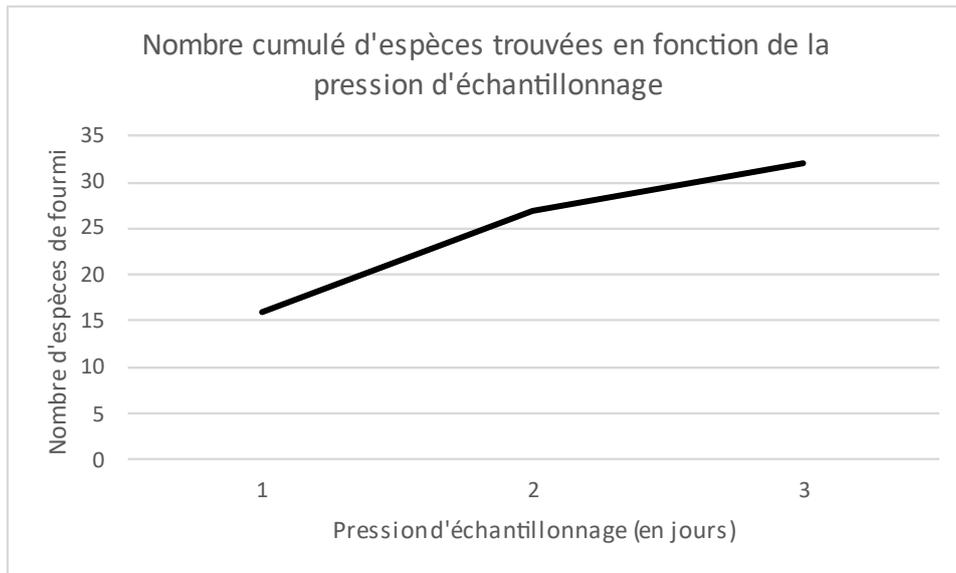


Figure 9. Courbe du nombre d'espèces de fourmis détectées en fonction de la pression d'échantillonnage

Tableau 6. Résultats du test de Chao2 ; Sobs : nombre d'espèces observées, Q1 : Nombre d'espèce détectée dans un seul habitat, Q2.est : estimation du nombre du nombre d'espèce détectée dans exactement 2 habitats, Chao2.est : estimation de la richesse spécifique dont les espèces présentes mais non détectées, se : écart-type de Chao2, 95% C.I. lower/upper : bornes de l'intervalle de confiance à 95% basse/haute, Undected # species : estimation du nombre d'espèces non détectées mais présentes, Undected percentage (%) : pourcentage des espèces présentes mais non détectées (Chao et al. 2017)

Sobs	Q1
32	16

Q2.est	Chao2.est	se	95% C.I. lower	95% C.I. upper	Undected # species	Undected percentage (%)
9.10	41.38	5.61	35.17	59.75	9.38	22.66

Tableau 7. Indices de Jaccard calculés pour les différents binômes d'habitats prospectés

Association d'habitats	Espèces communes	Espèces uniques	Indice de Jaccard
Garrigue x Chênaie	5	22	0,1852
Garrigue x Pinède	8	19	0,2963
Chênaie x Pinède	9	17	0,3462

3. Discussions

4.1 Liste des fourmis du département du Var

On peut émettre plusieurs hypothèses quant aux différences identifiées entre chacune des sources : (1) certaines sources possèdent des données de présence plus récentes que les autres : Antarea ; (2) d'autres ne tiennent pas compte d'actualisations taxonomiques du fait de leur ancienneté : *Fourmis de France* (Blatrix *et al.* 2013) ; (3) précision de la répartition faible pouvant altérer son interprétation : *Fourmis de France* (Blatrix *et al.* 2013).

Le site de l'association Antarea est régulièrement mis à jour par l'envoi de spécimen par des volontaires intéressés par une identification ou pour partager ses observations. Ainsi, il représente sans doute la source la plus fiable en termes d'actualisation régulière. Une autre difficulté venait du fait que des splits d'espèces récents n'étaient pas pris en compte par l'ouvrage *Fourmis de France* (Blatrix *et al.* 2013). Ainsi, aucune information n'y était présente par exemple au sujet de *Aphaenogaster ichnusa* datant de 2019 (Galkowski *et al.*, 2019). Ensuite, dans cette même source, une même carte de répartition est donnée pour plusieurs espèces, ainsi, un doute subsiste si la répartition concerne l'espèce principale de la double page ou si elle concerne aussi les autres espèces traitées. De plus, la carte de France n'étant pas découpée en département, il se peut que la lecture manque de précision.

4.2 Richesse spécifique

La pression d'échantillonnage bien que conséquente, se révèle insuffisante pour atteindre un maximum d'espèces détectées. La courbe de la Figure 7 non asymptotique l'indique clairement. Toutefois, l'unité de pression étant en jour et qu'il n'y a eu que 3 jours de prospection, la courbe ne permet pas une fine analyse de sa tendance. L'interprétation de la courbe est cohérente avec l'indice de Chao2 qui indique un manque de 9 espèces environ avant l'exhaustivité. Les espèces non détectées ont pu l'être pour plusieurs raisons : faible densité des populations, répartition des nids dans la zone (liée à l'itinéraire de prospection), micro-habitats peu ou pas prospectés (litière, brindilles, canopée, sous les écorces), la taille des individus (Groc *et al.* 2007) ainsi que la saisonnalité des prospections.

4.3 Diversité myrmécologique : vision quantitative et qualitative

Si on compare les résultats des trois habitats entre eux de façon quantitative, soit en nombre d'espèces détectées, la différence n'est que peu significative. La différence maximale est de 4 espèces entre la pinède et la garrigue. Toutefois, si on s'oriente sur une vision qualitative, c'est-à-dire sur la composition des communautés myrmécologiques de chaque habitat, et qu'on les compare entre elles, alors on observe une différence significative. En effet, d'après les résultats de l'indice de Jaccard (Tableau 7. Indices de Jaccard calculés pour les différents binômes d'habitats prospectés), les trois communautés sont très différentes entre elles. On remarque toutefois, que le niveau de dissimilarité entre les trois communautés n'est pas constant. Effectivement, il y a une plus grande différence entre la garrigue et la chênaie qu'il y en a entre la chênaie et la pinède. Plusieurs raisons peuvent expliquer ces différences : (1) les communautés dépendent de l'habitat en lui-même, (2) les communautés sont affectées par la structuration de l'habitat (diversité en microhabitat, stratification de la végétation etc), (3) les communautés ne s'expriment pas de la même façon en fonction des saisons.

Pour la première hypothèse, il paraît évident que l'habitat en lui-même joue un rôle sur la composition des communautés myrmécologiques. Seulement, on peut se demander s'il s'agit d'avantage d'une influence des composantes biotiques : cortège floristique et faunistique ou abiotiques : ensoleillement, température, type de sol etc. Puis, les différents habitats ne possèdent pas les mêmes structures végétales, effectivement, bien que la pinède et la chênaie sont tout deux des forêts, la chênaie ne présentait pas de strate arbustive contrairement à la pinède. Il en va de même pour la garrigue qui ne présentait pas de strate arborescente, mais présentait une strate arbustive, faible néanmoins. Ensuite, les trois habitats ne présentaient pas les mêmes microhabitats, ni la même quantité. La garrigue présentait davantage de roche à même le sol que la chênaie ou la pinède.

Ensuite, étant donné que les trois habitats n'ont pas été prospectés en simultanément, ou du moins sur pas de temps relativement court, on peut se demander si ce dernier n'a pas occasionné une disparité du point de vue phénologique. Soit par le fait que les émergences de sexués ne se sont pas fait sur tous les sites pour les mêmes espèces lors de nos passages. Ou alors du point de vue de l'impact de la météo sur la végétation pouvant conditionner un accès à la ressource alimentaire pour certaines espèces, ou encore conditionnant directement l'activité des colonies. Effectivement, les fourmis comme la majorité des hyménoptères, sont particulièrement influencé par les températures.

4.4 Limites

4.4.1 Saisonnalité

L'inventaire s'est déroulé pendant le printemps pour une zone : garrigue, et durant l'été pour les deux autres : chênaie et pinède. Les saisons dans lesquelles se déroulent les inventaires, comme indiqué précédemment, peuvent impacter la détectabilité des espèces. Effectivement, les essaimages des espèces de fourmis se produisent à une ou plusieurs périodes précises de l'année, donc à certaines saisons plutôt qu'à d'autres. Par exemple, les genres *Solenopsis* et *Stenamma* essaient dans la période septembre-octobre. Si les *Stenamma* sont de taille relativement importante simplifiant leur détection, ce n'est pas le cas des *Solenopsis* plus discrètes du fait de leur taille notamment. Outre une question de taille, l'activité des colonies est aussi plus importante lors des essaimages autour des entrées des fourmilières, ainsi une plus forte activité pourrait augmenter la détectabilité d'une espèce.

4.4.2 Nombre et répartition des journées de prospection

Enfin, l'inventaire s'est déroulé sur trois journées. Il est à noter que la répartition des journées de prospection est plutôt dispersée. Ceci du fait de la disponibilité au sein de l'association. Il aurait été intéressant de réaliser plus de journées de terrain afin d'augmenter l'effort d'échantillonnage sur les mêmes zones ou d'en prospecter d'autres d'habitats différents (prairie, ripisylve, milieu urbain etc) ou identiques. Ce qui aurait éventuellement permis une comparaison plus fine entre les habitats et les zones et la détection d'autres espèces. Malheureusement, cette étude rentre dans le cadre d'une licence professionnelle, demandant un rapport à une date déterminée. Du fait du temps que prend les identifications, le traitement et l'analyse des données, j'ai fait le choix de faire un nombre de jour réduit de terrain, ce qui limite le temps nécessaire à ces différentes étapes.

4.4.3 Itinéraires de prospection

Ensuite, la prospection des sites a été influencée par leur topographie et leur végétation. Certaines zones présentaient une trop forte strate buissonnante les rendant impénétrables. Malheureusement il n'y avait pas la possibilité de visiter les sites en amont

par manque de disponibilité. De plus, un biais d'observateur est sûrement présent pour cet inventaire. Effectivement, lors des prospections, les micro-habitats (fissures de rochers, sous les pierres, bois mort, buissons etc) paraissant les plus prometteurs ont été d'avantage ciblés. De ce fait, il se pourrait que les espèces n'aient pas été détectées pour ces raisons.

4.4.4 Identification

Certaines identifications n'ont pas pu aller plus loin qu'un complexe d'espèces. Pour l'heure plusieurs taxons sont difficilement différenciables sans examen d'un grand nombre d'individus par colonie par une méthode morphométrique, voire impossible sans examen chimique. Enfin, certains groupes sont aussi en révisions, il en est ainsi pour le genre *Solenopsis* (Galkowski, Casevitz-Weulersse, et Cagniant, 2010) contacté lors de l'inventaire.

4.5 Amélioration du protocole

Plusieurs aspects du protocole peuvent-être améliorés. Effectivement, dans un premier temps, une plus grande finesse dans la description des habitats peut être intéressante. Notamment par une phase de relevé botanique, mais cela amènerait à ajouter du temps de terrain augmentant ainsi le coût de l'inventaire. L'ajout d'une « trace » de l'itinéraire de prospection peut aussi être envisagé afin de comparer les efforts d'échantillonnage au sein des trois zones. Cela viendrait compléter l'analyse basée sur le nombre de jours afin d'y ajouter une distance/surface parcourue. Ce qui aurait aussi pu permettre d'analyser les portions de zones non prospectées en termes de micro-habitats potentiels, de surface totale ou de végétation.

4.6 Recommandations

Étant donné que seuls des écosystèmes naturels ont été prospectés, les recommandations qui s'y porteront seront les plus pertinentes, pour celles concernant des habitats non prospectés, il s'agira de recommandations générales. Pour conserver la diversité des espèces, il conviendrait de maintenir la diversité des habitats et des micro-habitats à l'échelle de la commune. Ainsi, par exemple, on peut conserver différents types de boisement (chênaie, pinède, mixte) et y maintenir la présence de bois mort sur place. Ou encore, de pérenniser les habitats ouverts, comme des garrigues, ayant tendance à se fermer par la colonisation de ligneux. Cet objectif peut être atteint par l'action de troupeaux, déjà présents sur le plateau du Mourre d'Agnis. Ce qui pourrait par ailleurs profiter à d'autres espèces inféodées à ces milieux ouverts souvent menacées. Enfin, dans les milieux agricoles limiter les intrants permettrait de diminuer les pressions sur les communautés d'insectes, et notamment de fourmis. De plus, au sein des « espaces verts », une réflexion autour de la conservation ou l'installation de microhabitat peut être envisagée. De même que la gestion de la fauche de ces espaces.

4.7 Perspectives

Enfin, il semblerait intéressant de conduire un prochain inventaire sur la commune afin de prospecter d'autres milieux. Cela pourrait permettre de détecter de nouvelles espèces pour la commune, et potentiellement de nouvelles espèces pour le département. Récemment (24/05/2023), j'ai trouvé *Stenammina striatulum*, espèce nouvelle pour le département, sur la commune hors des zones prospectées. De plus, la conduite d'inventaires peut aussi servir de vigie à de potentielles invasions d'espèces exotiques envahissantes.

Bibliographie

- Berville, L., Passetti, A., Ponel, P., 2015. Diversité des Formicidae de la réserve intégrale de l'île de Bagaud (Var, France), avant l'éradication de deux taxa invasifs majeurs : *Rattus rattus* et *Carpobrotus spp.* Scientific Reports of the Port-Cros National Park 23–41.
- Blatrix, R., Glakowski, C., Lebas, C., Wegnez, P., 2013. Fourmis de France, de Belgique et du Luxembourg. Delachaux et Niestlé, Paris.
- Blatrix, R., Lebas, C., Galkowski, C., Wegnez, P., Pimenta, R., Morichon, D., 2016. Vegetation cover and elevation drive diversity and composition of ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in a Mediterranean ecosystem 22, 119–127.
- Blaya R., Braschi J., Cheylan M., Corti C., Delaugerre M., Médail F., Tankovic E., 2022. Mission PIM sur les îlots de la côte de l'Estérel (Var) du 9 juillet 2022). Note naturaliste PIM, Marseille : 18 pp.
- Bulot, A., 2014. Restauration écologique d'une pelouse sèche méditerranéenne (La plaine de La Crau, Sud-Est de la France): Du génie civil au génie écologique (Thèse). Avignon.
- Casevitz-Weulersse, J., Galkowski, C., 2009. Liste actualisée des Fourmis de France (Hymenoptera, Formicidae). Bulletin de la Société entomologique de France 114, 475–510. <https://doi.org/10.3406/bsef.2009.2724>
- Chao, A., Colwell, R.K., Chiu, C.-H., Townsend, D., 2017. Seen once or more than once: applying Good–Turing theory to estimate species richness using only unique observations and a species list. Methods in Ecology and Evolution 8, 1221–1232. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12768>
- de Almeida, T., Impact d'une espèce ingénieure de l'écosystème et son utilisation en restauration écologique : Le cas de *Messor barbarus* (L.) dans les pelouses méditerranéennes. Sciences de la Terre. Université d'Avignon, 2020. Français. NNT : 2020AVIG0358. tel-03157641
- Delabie, J.H.C., Céréghino, R., Groc, S., Dejean, Andrea, Gibernau, M., Corbara, B., Dejean, Alain, 2009. Ants as biological indicators of Wayana Amerindian land use in French Guiana. Comptes Rendus Biologies 332, 673–684. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2009.01.006>
- Galkowski, C., Aubert, C., Blatrix, R., 2019. Aphaenogaster ichnusa Santschi, 1925, bona species, and Redescription of Aphaenogaster subterranea (Latreille, 1798) (Hymenoptera, Formicidae). Sociobiology 66, 420–425. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v66i3.3660>
- Galkowski, C., Casevitz-Weulersse, J., Cagniant, H., 2010. Redescription de *Solenopsis fugax* (Latreille, 1798) et notes sur les *Solenopsis* de France (Hymenoptera, Formicidae). Revue Française d'Entomologie (Nouvelle Série) 32 (3–4), 151–163.
- Groc, S., Delabie, J.H.C., Céréghino, R., Orivel, J., Jaladeau, F., Grangier, J., Mariano, C.S.F., Dejean, A., 2007. Ant species diversity in the 'Grands Causses' (Aveyron, France): In search of sampling methods adapted to temperate climates. Comptes Rendus Biologies 330, 913–922. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2007.08.012>
- Hölldobler, B., Wilson, E.O., 1990. The Ants. Harvard University Press.

- Marcon, E., Mesures de la Biodiversité. Master. Kourou, France. 2015. cel-01205813v5
- Medail, F., Quezel, P., 1999. Biodiversity Hotspots in the Mediterranean Basin: Setting Global Conservation Priorities. *Conservation Biology* 13, 1510–1513.
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98467.x>
- Michaud, H., Beltra, S., Pires, M., Catard, A., Bence, S., Richaud, S., Kapfer, G., .- 930012481, MOURRE D'AGNIS ET FORÊT DOMANIALE DE MAZAUGUE. - INPN, SPN-MNHN Paris, 15 P. <https://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/930012481.pdf>
- Nageleisen, L.-M., 1999. Etude de la densité et du rôle bioindicateur des fourmis rousses dans les forêts du nord-est. *Revue forestière française* 51, 487–495.
<https://doi.org/10.4267/2042/5457>
- Office Français de la Biodiversité (OFB), Service des Données et Études Statistiques SDES, Ministère de la Transition Écologique (MTE), 2020. Bilan annuel de l'observatoire national de la biodiversité 2020.
- Ottonetti, L., Tucci, L., Santini, G., 2006. Recolonization Patterns of Ants in a Rehabilitated Lignite Mine in Central Italy: Potential for the Use of Mediterranean Ants as Indicators of Restoration Processes. *Restoration Ecology* 14, 60–66. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2006.00105.x>
- Queiroz, A.C.M. de, Ribas, C.R., França, F.M., 2013. Microhabitat Characteristics That Regulate Ant Richness Patterns: The Importance of Leaf Litter for Epigaeic Ants. *Sociobiology* 60, 367–373. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v60i4.367-373>
- Russell, J.C., Blackburn, T.M., 2017. Invasive Alien Species: Denialism, Disagreement, Definitions, and Dialogue. *Trends in Ecology & Evolution* 32, 312–314.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.02.005>

Webographie

- « AntArea ». s. d. Consulté le 18 juillet 2023.
<http://antarea.fr/fourmi/?repartition/departements.html?departement=83>.
- Bolton, B. 2023. An online catalog of the ants of the world. Available from <https://antcat.org>. (accessed [19/07/2023])
- « Clé d'identification des fourmis de France métropolitaine ». 2023. *Antariums* (blog). 31 mai 2023. <https://antariums.org/documentation/cle-didentification-des-fourmis-de-france-metropolitaine/>.
- « INPN - Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) ». s. d. Consulté le 18 juillet 2023.
<https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>.