Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 99 (2020)

Artikel: Opération Fourmis, les résultats du premier recensement participatif des espèces de fourmis vaudoises

Autor: Freitag, Anne / Schwander, Tanja / Broennimann, Olivier / Dèpraz, Aline

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-917230

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Opération Fourmis, les résultats du premier recensement participatif des espèces de fourmis vaudoises

Anne FREITAG[1*], Tanja SCHWANDER[2], Olivier BROENNIMANN[2,3] & Aline DÉPRAZ[2,4]

Freitag A., Schwander T., Broennimann O. & Dépraz A., 2020. Opération Fourmis, les résultats du premier recensement participatif des espèces de fourmis vaudoises. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles* 99: 13-27.

Résumé

Après une année de collectes menées par 606 « myrmécologues d'un jour », Opération Fourmis compte 6 885 échantillons de fourmis provenant de tout le canton. Le territoire vaudois dans son ensemble a été largement couvert du point de vue de sa surface, de ses altitudes ou de ses milieux. Les régions fortement habitées ont toutefois été intensivement visitées: la région lausannoise compte une densité de points plus élevée, de même que les faibles altitudes et les milieux construits. Opération Fourmis a permis de recenser 76 espèces, un chiffre susceptible d'évoluer avec certains échantillons en cours d'analyse génétique. Neuf espèces constituent à elles seules plus de la moitié des observations (*Lasius niger*, *Lasius emarginatus*, *Formica cunicularia*, *Lasius flavus*, *Myrmica ruginodis*, *Formica rufa*, *Formica lugubris*, *Formica paralugubris* et *Tetramorium caespitum*). Certaines de ces espèces très fréquentes, en particulier les *Lasius* et *Myrmica*, étaient paradoxalement très peu documentées jusque-là. Parmi toutes les espèces recensées, 18 sont nouvelles pour le canton de Vaud et une (*Tapinoma pygmaeum*) est même nouvelle pour la Suisse. En revanche, 10 espèces étaient déjà connues dans le canton mais n'ont pas été recensées durant le projet, pour la plupart des espèces discrètes qu'une campagne de collecte complémentaire tentera de débusquer.

La large mobilisation des Vaudoises et Vaudois a permis de considérablement affiner la liste des espèces du canton et de fournir aux scientifiques, aux professionnels de l'environnement et aux autorités vaudoises et suisses un outil de travail sous la forme d'une carte de distribution pour 76 espèces de fourmis et de spécimens accessibles au travers des collections du Musée cantonal de zoologie de Lausanne.

Mots-clés : fourmis, sciences participatives, liste d'espèces, canton de Vaud

Introduction

En avril 2019, le projet Opération Fourmis démarrait officiellement lors d'une journée de lancement tenue dans les jardins des Musée et jardins botaniques cantonaux de Lausanne. Mis sur pied dans le cadre du bicentenaire de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

[1] Musée cantonal de zoologie de Lausanne, Palais de Rumine, 1005 Lausanne
[2] Département d'écologie et évolution, Université de Lausanne, 1015 Lausanne
[3] Institut des dynamiques de la surface terrestre, Université de Lausanne, 1015 Lausanne
[4] Société Vaudoise des Sciences Naturelles, Palais de Rumine, 1005 Lausanne
*Correspondance : anne.freitag@vd.ch

© Société Vaudoise des Sciences Naturelles, 2020. Tous droits de reproduction réservés. CODEN : BSVAA6 ISSN : 0037-9603

(SVSN), ce projet de sciences participatives avait pour objectif d'effectuer un premier recensement des espèces de fourmis du canton de Vaud avec l'aide du public. En effet, si la liste des espèces de fourmis présentes en Suisse était assez bien connue (Neumeyer & Seifert 2005, Neumeyer 2008), les connaissances sur leur distribution et leur abondance à l'échelle nationale, cantonale et locale étaient très lacunaires, et notamment dans le canton de Vaud. Les chiffres parlent d'eux-mêmes: lors de la genèse du projet, en mars 2018, seules 1 065 données concernant des fourmis vaudoises avaient été communiquées à info fauna – CSCF (Centre suisse de cartographie de la faune). Ces quelque mille points, valeur qui peut paraître considérable, étaient d'autant plus modestes que plus de 90 % d'entre eux concernaient uniquement le genre *Formica*, qui regroupe les fourmis des bois et espèces proches. Et pourtant, le canton de Vaud a une longue tradition dans l'étude des fourmis: des célèbres myrmécologues tels qu'Auguste Forel (1848-1931), Carlo Emery (1848-1925) et Félix Santschi (1872-1940) aux recherches menées actuellement au Département d'écologie et évolution (DEE) de l'Université de Lausanne (UNIL) et au Musée cantonal de zoologie de Lausanne (MZL), la myrmécologie est une science vivante en terres vaudoises. Beaucoup restaient donc à faire pour avoir une image fiable de la situation des fourmis dans le canton de Vaud.

C'est sur ce constat que la SVSN, le DEE et le MZL ont décidé de lancer Opération Fourmis. Une précédente publication développant le contexte et la méthodologie du projet est sortie en 2019 dans le Bulletin de la SVSN (Avril *et al.* 2019). Le présent article détaille les résultats du recensement: la qualité de sa couverture du territoire vaudois, notamment de ses milieux et de sa gamme altitudinale, et bien sûr la liste des espèces qui ont été trouvées, en comparaison avec l'état de la connaissance avant le début du projet. Nous dédions cet article à chacune et chacun des 606 collectrices et collecteurs d'Opération Fourmis.

Matériel et méthodes

Collecte

Le protocole détaillé de l'échantillonnage a été publié par Avril *et al.* (2019). En bref, toute personne désireuse de participer pouvait commander un kit de collecte gratuit. Celui-ci comportait huit tubes de type eppendorf (volume 2 ml) contenant de l'éthanol à 70 % et une étiquette avec un numéro servant d'identifiant unique. L'envoi était accompagné d'instructions indiquant la façon de collecter les fourmis, et d'une fiche de collecte permettant d'indiquer le lieu et la date de la récolte, ainsi que les coordonnées (adresse) du collecteur. Les tubes avec fourmis, accompagnés de la fiche de collecte remplie, étaient finalement envoyés à la SVSN.

Détermination

L'identification morphologique des fourmis a été assurée par la Dr Anne Freitag (MZL) et la Prof. Tanja Schwander (DEE) à l'aide de la clé de Seifert (Seifert 2018). Certains genres ont été confiés à des myrmécologues spécialisés: Dr Sebastian Salata (*Lasius* part., *Tertramorium*, *Temnothorax*, *Leptothorax*), Christophe Galkowski (*Myrmica*) et Philippe Wegnez (*Formica* part., *Lasius* part.). M. Claude Lebas a en outre contribué par son expérience à repérer et identifier quelques espèces rares lors d'un séjour en Suisse.

Certains genres ou groupes d'espèces connus pour être difficiles, ainsi que les mâles (pour lesquels il n'existe aucune clé actuelle de détermination), n'ont pas été identifiés à l'espèce sur

la base de critères morphologiques, ceci afin d'éviter les déterminations erronées. Ces individus seront identifiés à l'aide d'outils moléculaires.

Les fourmis collectées sont conservées dans les collections du Musée cantonal de zoologie de Lausanne et les données transmises à info fauna – CSCF, institution qui rassemble, gère et diffuse les informations concernant la faune suisse.

Distribution : districts, altitudes, milieux

Pour analyser les caractéristiques géographiques et écologiques des sites où les échantillons ont été prélevés, plusieurs variables ont été extraites et/ou élaborées à l'aide de systèmes d'informations géographiques (pour les 6 804 échantillons disposant de coordonnées géographiques). Il s'agit du district (données de l'office fédéral de la statistique - OFS), de l'altitude (données de l'office fédéral de la topographie - OFT) et du type de milieu. Pour cette dernière variable, les catégories suivantes ont été considérées : zones construites, voies de transport, carrières/gravières/pierriers, cultures permanentes, milieux ouverts, prairies sèches, forêts, zones de transition (lisières), zones alluviales et humides (voir tableau 1 pour les précisions sur les sources et la sélection des données).

L'extraction et élaboration de ces catégories de milieux en tant que couches SIG individuelles et leur intégration dans une couche finale ont été faites sur ArcGIS 10.7 (ESRI). Lors de l'intégration des différentes catégories, et lorsque les différentes couches issues de différentes sources se superposaient, l'ordre de précédence suivante a été appliqué : lisière > zones construites > voies de transport > prairies sèches, zones alluviales et humides > forêts de conifères, forêts de feuillus > cultures permanentes, carrières, gravières, pierriers > milieux ouverts.

Collecteurs

Dans le cadre de certaines analyses, les participants à l'échantillonnage ont été regroupés en « naturalistes » et « autres collecteurs ». Ont été qualifiées de « naturalistes » les personnes connues des auteurs qui ont une formation dans le domaine, actives dans des sociétés de sciences naturelles ou travaillent sur le terrain dans des domaines en lien avec la faune ou la flore. Cette distinction est subjective et les résultats obtenus doivent être pris à titre indicatif.

Liste vaudoise de référence

Les données collectées durant Opération Fourmis ont été comparées avec les observations disponibles pour le canton de Vaud avant 2019, sur la base de deux sources : 57 espèces proviennent d'info fauna (sur 4 459 observations recensées de fourmis à fin 2018) et 11 espèces additionnelles sont mentionnées dans les collections du Musée cantonal de zoologie de Lausanne et les publications de Cherix & Higashi (1979) et Freitag (2019).

Résultats

Collecteurs

Entre le printemps 2019 et début 2020, 606 collecteurs (dont 25 classes) ont retourné un total de 6 258 tubes, entre un et 335 tubes par collecteur. Plus de la moitié des personnes (52 %) ont rempli sept tubes ou moins, 20 % ont utilisé les huit tubes du kit et un tiers (29 %) a demandé des tubes supplémentaires.

Tableau 1. Pour chaque catégorie de milieux sont donnés la source de la donnée, les critères de sélection et le tampon (en mètres) considérés lors de l'extraction.

Catégorie	Source	Sélection	Tampon
« Zones construites »	Surfaces primaires, Vector25, OFT	OBJEKTVAL = Z_Siedl	
	Bâtiments, TLM3D, OFT	-	20 m
« Voies de transport »	Routes, TLM3D, OFT	OBJEKTART = 2 m Strasse	2 m
		OBJEKTART = 3 m Strasse	3 m
		OBJEKTART = 4 m Strasse	4 m
		OBJEKTART = 6 m Strasse	6 m
		OBJEKTART = 10 m Strasse	10 m
		OBJEKTART = Autobahn	20 m
	Chemins de fer, TLM3D, OFT	-	3 m
« Carrières, gravières et pierriers »	Surfaces primaires, Vector25, OFT	OBJEKTVAL = Z_GerGeb	-
		OBJEKTVAL = Z_GerGle	-
		OBJEKTVAL = Z_Geroel	-
		OBJEKTVAL = Z_GerWa	-
		OBJEKTVAL = Z_GerWaO	-
		OBJEKTVAL = Z_KiGrub	-
		OBJEKTVAL = Z_LeGrub	-
« Cultures permanentes »	Surfaces primaires, Vector25, OFT	OBJEKTVAL = Z_ObstAn	-
		OBJEKTVAL = Z_Reben	-
« Milieux ouverts »	Surfaces primaires, Vector25, OFT	OBJEKTVAL = Z_Uebrig	-
« Prairies sèches »	Inventaire fédéral des biotopes d'importance nationale, OFEV	Prairies et pâturages secs	-
« Forêts »	Mixité des forêts de la Suisse, IFN, OFS (vectorisé)	-	-
« Zones de transition »	« Forêts »	-	6 m
	« Zones alluviales et humides »	-	6 m
	Arbres et buissons isolés, TLM, OFT	-	6 m
	Cours d'eau, TLM, OFT	OBJEKTART = 4	6 m
	Surfaces primaires, Vector25, OFT	OBJEKTVAL = Z_See	6 m
	Surfaces primaires, Vector25, OFT	OBJEKTVAL = Z_SumWaO	-
« Zones alluviales et humides »	Surfaces primaires, Vector25, OFT	OBJEKTVAL = Z_SumGeb	-
		OBJEKTVAL = Z_Sumpf	-
		OBJEKTVAL = Z_SumWa	-
		OBJEKTVAL = Z_SumWaO	-
	Inventaire fédéral des biotopes d'importance nationale, OFEV	Hauts-marais	-
		Bas-marais	-
		Sites marécageux	-

Les tubes reçus comptaient entre une (dans plus de 900 tubes) et plus de 100 fourmis, avec une moyenne de 7,2 individus. Dans 361 tubes figuraient des fourmis sexuées (mâles ou femelles), seules ou avec des ouvrières. Selon les informations fournies par les collecteurs, 62 % des échantillons provenaient d'une fourmilière. Cette valeur est cependant à prendre avec précaution car la notion de « nid de fourmis » peut être difficile à interpréter.

Parmi les 6 258 tubes reçus, seuls 12 contenaient des espèces qui n'étaient pas des fourmis (pour la plupart des insectes ressemblant à des fourmis comme certaines punaises ou des

Hyménoptères parasitoïdes). En revanche, quelque 500 tubes contenaient plus d'une espèce de fourmis et ont été subdivisés. Le nombre final d'échantillons, 6 885, est donc plus élevé que le nombre de tubes reçus. À de rares exceptions près (12 tubes), les fourmis étaient dans un bon état de conservation permettant leur identification. Une petite cinquantaine de collectes provenaient de cantons limitrophes et n'ont pas été incluses dans les analyses pour cet article.

La grande majorité (89 %) des échantillons était géoréférencée, avec des coordonnées de collecte ainsi qu'un nom de commune ou de lieu-dit. Pour 678 échantillons sans coordonnées, une localité suffisamment précise (ville, rue et numéro) ou un plan était disponible, permettant d'estimer des coordonnées a posteriori. Au total, 99 % des échantillons (6 804 sur les 6 885) possèdent une localisation dont la précision peut être estimée à +/- 50 m.

Distribution : districts, milieux, altitude

La distribution des échantillons couvre l'entier du territoire vaudois sans lacune majeure. Les districts ont bénéficié d'efforts d'échantillonnage relativement homogènes, avec cependant une plus grande densité de collecte à Lausanne et dans l'Ouest lausannois (tableau 2).

Près de la moitié (47 %) des échantillons a été collectée dans les espaces habités et construits, les routes et voies de chemins de fer ainsi que leurs environs directs (zones construites et voies de transport) (figure 1). Les « forêts » et « lisières » réunissent 27 % des échantillons, 20 % provenant de milieux ouverts (« prairies sèches », champs, pâturages, gazons, prairies…). Quant au reste (6 %), leur faible représentation s'explique essentiellement par la rareté des milieux concernés (marais, pierriers, gravières, zones alluviales…) (figure 1).

La répartition des échantillons suit assez bien la courbe de distribution des altitudes dans le canton (figure 2), à l'exception des altitudes inférieures à 500 m qui sont sur-représentées dans les échantillons reçus. Quant au nombre d'espèces, il décroît légèrement avec l'altitude, mais pas dans les mêmes proportions que la réduction du nombre d'échantillons collectés.

Tableau 2. Nombre d'échantillons collectés en fonction de la surface, pour chaque district vaudois.

District	Nombre échantillons	Surface [km^2]	Nb éch. / km^2
Aigle	1 020	435	2,3
Broye-Vully	384	258	1,5
Gros-de-Vaud	484	232	2,1
Jura-Nord vaudois	1 158	701	1,7
Lausanne	659	65	10,1
Lavaux-Oron	415	140	3,0
Morges	979	373	2,6
Nyon	740	307	2,4
Ouest lausannois	295	26	11,2
Riviera-Pays-d'Enhaut	736	283	2,6
Canton de Vaud	**6 870**	**2 820**	**4,1**

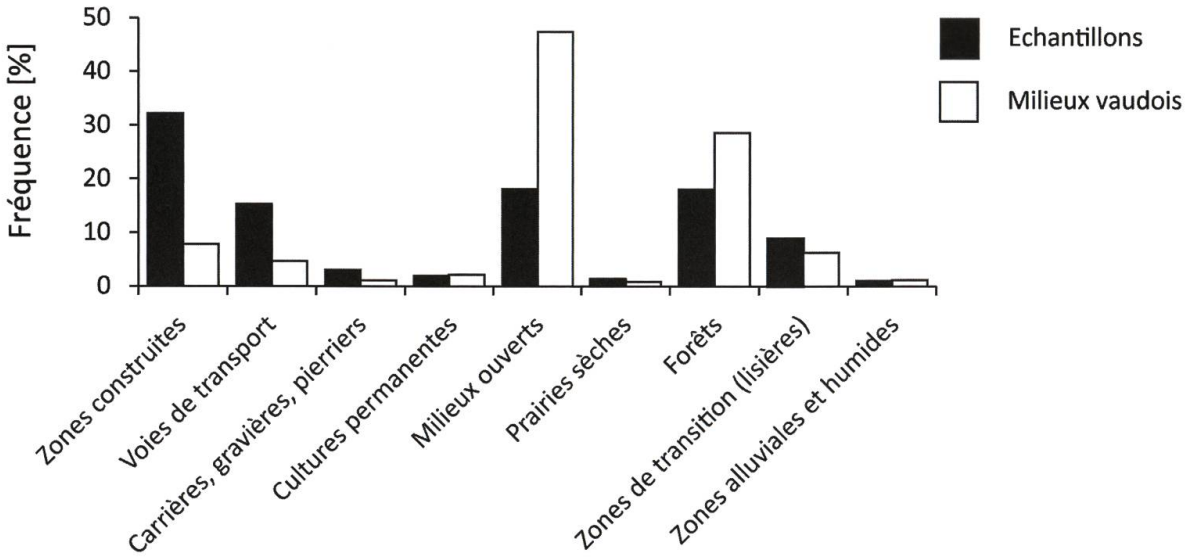

Figure 1. Fréquence du nombre d'échantillons par milieu et fréquence (en surface) de chaque milieu sur le territoire vaudois.

Espèces

Opération Fourmis a permis de recenser 76 espèces appartenant à 21 genres (tableau 3). Il est probable que des espèces supplémentaires ressortent des analyses génétiques à venir sur les quelque 926 échantillons qui sont encore en attente d'une identification. En comparant ces données avec celles disponibles à fin 2018, le présent inventaire compte 18 espèces nouvelles dont la présence n'était pas encore attestée dans le canton de Vaud. On peut même relever une nouvelle espèce pour la Suisse, à savoir *Tapinoma pygmaeum*. En revanche, dix espèces mentionnées pour le canton avant 2019 n'ont pas été retrouvées (tableau 3).

Le nombre d'échantillons de chaque espèce dans le recensement est très variable. Si 10 espèces ne sont représentées que par un seul échantillon et sept par deux, neuf espèces ont été collectées plus de 200 fois (*Lasius niger*, *Lasius emarginatus*, *Formica lugubris/paralugubris*, *Formica cunicularia*, *Lasius flavus*, *Formica rufa*, *Myrmica ruginodis*, *Tetramorium caespitum*) et couvrent 55 % du recensement. Parmi celles-ci, *Lasius niger* constitue à elle seule près de 20 % des récoltes avec 1 372 échantillons. En ce qui concerne le duo d'espèces *Formica lugubris* et *Formica paralugubris,* une discrimination génétique est nécessaire. Mais si l'on se fie à de précédentes études réalisées dans le canton (voir par exemple Freitag & Cherix 2009), une fois séparées, l'abondance respective des deux espèces devrait être comparable, *Formica lugubris* étant un petit peu plus fréquente que *Formica paralugubris*.

Selon nos estimations, environ un collecteur sur sept (13 %) peut être considéré comme « naturaliste », du fait de sa formation, son activité professionnelle ou associative. Ces derniers ont renvoyé de grandes séries (en moyenne 31 tubes, contre neuf pour les autres) et ont trouvé 71 espèces (une espèce tous les 32 tubes) contre 61 pour les autres collecteurs (une espèce tous les 70 tubes). Les « naturaliste » ont d'ailleurs trouvé plusieurs raretés : ils ont renvoyé neuf des 10 espèces collectées une seule fois (figure 3). Si 14 espèces ont été trouvées par eux uniquement, ce sont quand même 5 espèces que les seuls autres collecteurs ont trouvées (figure 3).

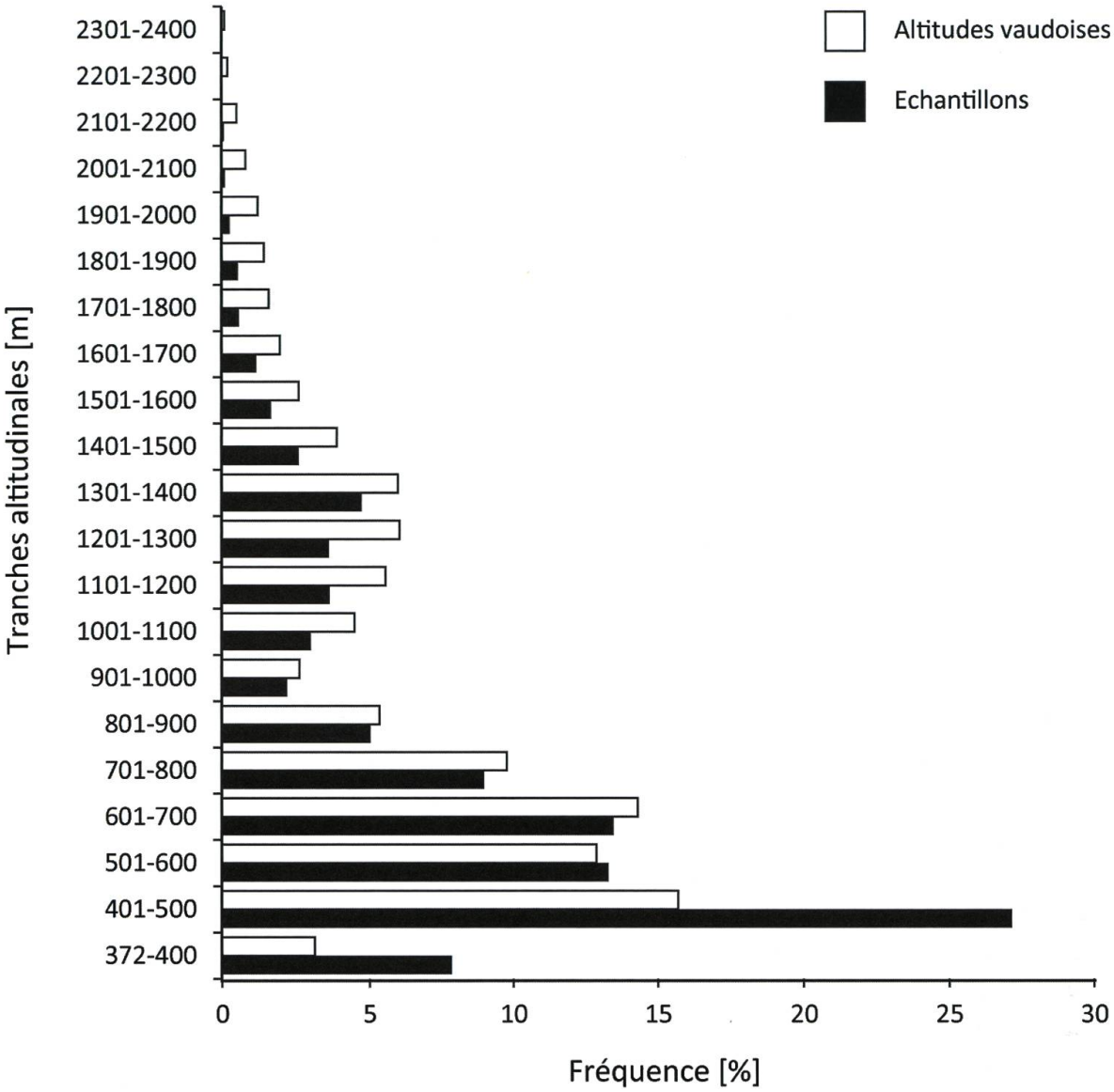

Figure 2. Répartition de la fréquence d'échantillons par tranche altitudinale de 100 m (en noir), comparée à la distribution des altitudes dans le canton de Vaud (en blanc).

Discussion

Faire appel à de la science participative pour mieux comprendre la biodiversité qui nous entoure est une tendance en plein essor. Y compris pour l'étude des fourmis, où l'aide du public permet d'apporter des informations dans des domaines variés, qu'il s'agisse de déterminer les facteurs influençant l'envol des sexués (Hart *et al.* 2018), de détecter la présence de nouvelles espèces « exotiques » (Sheard *et al.* 2020) ou de contribuer à l'éducation à la biodiversité (Braschler *et al.* 2010). Opération Fourmis s'inscrit dans cette dynamique et a bénéficié de l'aide de centaines de bénévoles qui ont sillonné le canton de Vaud pour mieux connaître la myrmécofaune. Dans le canton de Vaud, c'est dans l'optique d'un inventaire d'espèces qu'un appel a été lancé à la population. Le principal objectif d'un tel recensement est de constituer un état des lieux qui puisse servir de référence, de permettre une meilleure connaissance de la

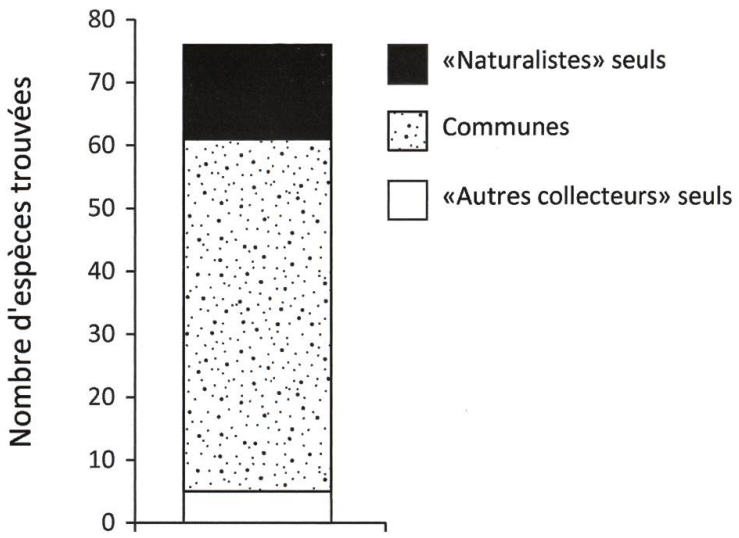

Figure 3. Nombre d'espèces trouvées uniquement par les collecteurs « naturalistes » (noir), uniquement par les collecteurs « autres » (blanc) et espèces trouvées par les deux catégories de collecteurs (pointillé).

biodiversité et d'orienter les professionnels de l'environnement dans leurs études. Grâce à la mobilisation de 606 collectrices et collecteurs sur tout le territoire vaudois, Opération Fourmis représente une avancée majeure dans la connaissance de sa faune myrmécologique.

Les 6 885 échantillons collectés en une année dans le cadre d'Opération Fourmis viennent s'ajouter aux 4 459 données vaudoises qui étaient disponibles à fin 2018 chez info fauna. Ces nouvelles observations offrent une bonne couverture du canton et de ses districts. On peut noter un effort de collecte plus marqué dans la région lausannoise (districts de Lausanne et Ouest lausannois) qui s'explique par la haute densité de sa population. Mais il faut relever que les districts d'Aigle, du Jura-Nord vaudois, de Morges et du Gros-de-Vaud ont bénéficié d'une bonne mobilisation de leur population et/ou d'un intérêt pour des balades de la part de visiteuses et visiteurs d'autres régions, compensant ainsi leur plus faible densité de résidents et résultant ainsi en une bonne couverture de ces districts.

En ce qui concerne la répartition altitudinale, là aussi l'ensemble du canton de Vaud est bien couvert, avec toutefois une forte proportion d'échantillons collectés à moins de 600 m d'altitude. Là aussi cette zone, le pourtour lémanique, est le lieu de résidence de nombreux collecteurs. Le constat que les participants à Opération Fourmis se sont mobilisés autour de chez eux n'est pas une surprise: les conseils de collecte les y encourageaient et ne donnaient pas d'instructions sur les zones à prospecter. Cela répondait à une double intention: premièrement ne pas décourager les personnes motivées en multipliant les recommandations, et deuxièmement récolter des échantillons en milieux urbains car ces données manquent régulièrement dans les recensements de biodiversité. Cette situation se reflète aussi dans les milieux qui ont été visités puisque les zones construites et les voies de transports (pour l'essentiel le bord des routes) constituent pratiquement la moitié des points de collectes. Forêts et lisières sont également bien représentées, probablement parce qu'elles représentent des lieux privilégiés pour les sorties en nature. Les milieux plus rares dans le canton, tels que les zones humides ou les carrières/gravières, comptent logiquement moins de points. C'est d'autant plus le cas que certains de ces milieux sont au bénéfice d'un statut de protection et qu'il était déconseillé d'y prélever des fourmis.

Enfin, il est intéressant de relever que le lancement d'Opération Fourmis et la participation de nombreuses Vaudoises et nombreux Vaudois a entraîné une mobilisation au sein des « naturalistes », à savoir des personnes qui ont une formation en biologie ou une pratique liée à la nature. Cette population répond en général présent pour les projets qui s'adressent au large public: elle s'est d'ailleurs investie en collectant de grandes séries d'échantillons ou en visitant des milieux un peu plus rares, tels que les marais, les zones humides ou les carrières. Emportés par leur élan et probablement leur envie de trouver des raretés, les « naturalistes » sont à l'origine de la découverte de nombreuses espèces pour lesquelles seuls un ou deux échantillons ont été trouvés. La mobilisation massive des « autres » collecteurs reste cependant un atout majeur d'Opération Fourmis, tant pour la couverture du territoire que pour la diversité du recensement puisque, de leur côté, ils ont trouvé cinq espèces qui ont échappé aux « naturalistes ». La diversité des observateurs fut la clé du succès d'Opération Fourmis.

Malgré la bonne couverture du canton et la diversité des milieux visités, il est difficile d'utiliser les données d'Opération Fourmis pour quantifier la biodiversité ou la biomasse selon les régions ou types de milieux. Les échantillons reçus témoignent de ce qui a été trouvé, mais ne donnent aucune information sur les sites visités sans succès, ni sur l'effort d'échantillonnage. Par exemple, l'abondance d'échantillons collectés à basse altitude n'indique pas nécessairement que les fourmis sont plus fréquentes ou plus diversifiées en plaine. Cela peut simplement être dû au fait que peu de personnes se sont rendues en montagne pour y chercher des fourmis. Une compréhension des facteurs expliquant la distribution des espèces nécessite un échantillonnage planifié, où chaque zone altitudinale, chaque type de milieu est visité avec un effort proportionnel à sa fréquence. C'est l'objectif de la campagne de collecte menée en 2019 par l'UNIL, en parallèle d'Opération Fourmis (voir Avril *et al.* 2019 pour une description succincte du projet). Cet échantillonnage a généré beaucoup moins d'observations que celui d'Opération Fourmis (environ 1 500 échantillons de fourmis ont été récoltés), mais il permettra d'obtenir une estimation de la densité des colonies de différentes espèces dans les milieux. Ces données permettront aux chercheurs de tirer parti des très nombreuses observations d'Opération Fourmis en leur donnant le moyen de les pondérer pour l'effort d'échantillonnage non homogène selon les régions et les milieux.

Espèces

Sur les 6 885 échantillons collectés, Opération Fourmis a permis de recenser 76 espèces. Parmi celles-ci, 18 n'avaient pas encore été signalées sur le territoire vaudois (tableau 3) et une constitue même une nouvelle observation pour la Suisse *(Tapinoma pygmaeum)*. Parmi les dix espèces déjà observées mais non retrouvées durant l'inventaire, la majorité est très rare (*Myrmica bibikoffi, Myrmica myrmecoxenus*), peut-être même disparues du canton (*Formica bruni, Formica foreli*), très discrètes *(Hypoponera punctatissima)* ou parasites d'autres espèces (*Anergates atratulus, Strongylognathus testaceus*). Manque également à ce recensement *Monomorium pharaonis*, une minuscule espèce exotique qui affectionne les habitations. Trois espèces supplémentaires ont en outre été collectées durant l'échantillonnage planifié mené par l'UNIL: *Myrmica rugulosa* (Nylander, 1849), *Myrmica sulcinodis* (Nylander, 1846) et *Myrmica vandeli* (Bondroit, 1920) (Dr Timothy Szewczyk, comm. pers.). Au final, ce sont ainsi 88 espèces de fourmis observées au moins une fois dans le canton, ce qui représente un peu moins de deux tiers de la myrmécofaune suisse (environ 140 espèces). Parmi les espèces absentes, la majorité a une distribution suisse limitée au Sud des Alpes ou est liée à des habitats peu représentés dans le canton de Vaud (par exemple milieux très

Tableau 3. Liste des espèces vaudoises échantillonnées dans le cadre d'Opération Fourmis (**OF**) et liste vaudoise de référence basée sur les observations disponibles chez info fauna à fin 2018 (**IF**), les espèces présentes dans les collections du musée de zoologie à Lausanne (**MZL**) et celles citées dans des publications mais non mentionnées sur info fauna (**Lit**). Sur fond gris : espèces connues mais non retrouvées. **En gras** : espèces nouvelles pour le canton de Vaud.

Sous-familles	#	Espèces	OF	IF	MZL/Lit
Ponerinae		*Hypoponera punctatissima* (Roger, 1859)		1	
		Ponera sp.	2		
	1	*Ponera coarctata* (Latreille, 1802)	12		x
Myrmicinae		*Anergates atratulus* (Schenck, 1852)			x
	2	*Aphaenogaster subterranea* (Latreille, 1798)	39	3	
	3	***Crematogaster scutellaris* (Olivier, 1792)**	1		
	4	*Formicoxenus nitidulus* (Nylander, 1846)	6	1	
	5	***Harpagoxenus sublaevis* (Nylander, 1849)**	1		
		Leptothorax sp.	5		
	6	*Leptothorax acervorum* (Fabricius, 1793)	30	4	
	7	*Leptothorax gredleri* Mayr, 1855	3		x
	8	*Leptothorax muscorum* (Nylander, 1846)	1		x
	9	*Manica rubida* (Latreille, 1802)	54	3	
		Monomorium pharaonis (Linné, 1758)		1	
	10	*Myrmecina graminicola* (Latreille, 1802)	25	3	
		Myrmica sp.	11		
		Myrmica bibikoffi Kutter, 1963		1	
	11	***Myrmica curvithorax* Bondroit, 1920**	1		
	12	***Myrmica gallienii* Bondroit, 1920**	1		
	13	*Myrmica lobicornis* Nylander, 1846	1	4	
	14	*Myrmica lobulicornis* Nylander, 1857	6	1	
	15	***Myrmica lonae* Finzi, 1926**	1		
		Myrmica myrmicoxena Forel, 1874		1	
	16	*Myrmica rubra* (Linné, 1758)	91	3	
	17	*Myrmica ruginodis* Nylander, 1846	267	75	
	18	*Myrmica sabuleti* Meinert, 1860	119	3	
	19	*Myrmica scabrinodis* Nylander, 1846	34	29	
	20	*Myrmica schencki* Emery, 1895	11		x
	21	*Myrmica specioides* Bondroit, 1918	49		x
		Myrmica sulcinodis Nylander, 1846		2	
	22	*Solenopsis fugax* (Latreille, 1798)	106	1	
	23	*Stenamma debile* (Förster, 1850)	2	4	
		Strongylognathus testaceus (Schenck, 1852)			x
		Temnothorax sp.	60		
	24	*Temnothorax affinis* (Mayr, 1855)	20	1	
	25	***Temnothorax corticalis* (Schenck, 1852)**	2		
	26	***Temnothorax interruptus* (Schenck, 1852)**	4		
	27	***Temnothorax luteus* (Forel, 1874)**	1		

Sous-familles	#	Espèces	OF	IF	MZL/Lit
	28	***Temnothorax nigriceps* (Mayr, 1855)**	17		
	29	*Temnothorax nylanderi* (Förster, 1850)	43	10	
	30	*Temnothorax parvulus* (Schenck, 1852)	4	3	
	31	***Temnothorax tuberum* (Fabricius, 1775)**	2		
	32	*Temnothorax unifasciatus* (Latreille, 1798**)**	43	2	
		Tetramorium sp.	149		
	33	***Tetramorium alpestre* Steiner et al., 2010**	7		
	34	*Tetramorium caespitum* (Linnaeus, 1758)	215		x
	35	***Tetramorium immigrans* Santschi, 1927**	14		
	36	*Tetramorium impurum* (Förster, 1850)	21	1	
Dolichoderinae	37	*Dolichoderus quadripunctatus* (Linnaeus, 1771)	16	4	
		Tapinoma sp.	43		
	38	*Tapinoma erraticum* (Latreille, 1798)	162	7	
	39	*Tapinoma* gr. *nigerrimum*	31		x
	40	*Tapinoma subboreale* Seifert, 2012	52	1	
	41	***Tapinoma pygmaeum* (Dufour, 1857)**	2		
Formicinae		*Camponotus sp.*	13		
	42	*Camponotus aethiops* (Latreille, 1798)	1	3	
	43	*Camponotus fallax* (Nylander, 1856)	16		x
	44	*Camponotus herculeanus* (Linnaeus, 1758)	30	10	
	45	*Camponotus ligniperda* (Latreille, 1802)	115	18	
	46	*Camponotus piceus* (Leach, 1825)	13	3	
	47	*Colobopsis truncata* (Spinola, 1808)	23	6	
		Formica sp.	43		
		Formica bruni Kutter, 1967		1	
	48	***Formica cinerea* Mayr, 1853**	3		
	49	*Formica cunicularia* Latreille, 1798	406	20	
	50	*Formica exsecta* Nylander, 1846	11	63	
		Formica foreli Bondroit, 1918		1	
	51	*Formica fusca* Linnaeus, 1758	131	20	
	52	***Formica fuscocinerea* Forel, 1874**	2		
	53	*Formica lemani* Bondroit, 1917	145	26	
	54	*Formica lugubris* Zetterstedt, 1838	x[1]	625	
		Formica lugubris/paralugubris	491[1]	852	
	55	*Formica paralugubris* Seifert, 1996	x[1]	312	
		Formica picea Nylander, 1846		1	
	56	*Formica polyctena* Förster, 1850	187	582	
	57	*Formica pratensis* Retzius, 1783	94	545	
	58	*Formica pressilabris* Nylander, 1846	83	205	
	59	*Formica rufa* Linnaeus, 1761	260	797	
	60	*Formica rufibarbis* Fabricius, 1793	177	16	
	61	*Formica sanguinea* Latreille, 1798	84	107	

Sous-familles	#	Espèces	OF	IF	MZL/Lit
	62	***Formica selysi* Bondroit, 1918**	2		
	63	*Formica truncorum* Fabricius, 1804	6	8	
		Lasius sp.	39		
	64	***Lasius alienus* (Förster, 1850)**	1		
	65	*Lasius brunneus* (Latreille, 1798)	78	5	
	66	*Lasius emarginatus* (Olivier, 1792)	487	6	
	67	*Lasius flavus* (Fabricius, 1782)	320	8	
	68	*Lasius fuliginosus* (Latreille, 1798)	180	6	
	69	*Lasius mixtus* (Nylander, 1846)	2	1	
	70	*Lasius myops* Forel, 1894	4	1	
	71	*Lasius niger* (Linnaeus, 1758)	1372	23	
	72	*Lasius paralienus* Seifert, 1992	33		x
	73	*Lasius platythorax* Seifert, 1991	193	18	
	74	***Lasius umbratus* (Nylander, 1846)**	7		
	75	***Plagiolepis pallescens* Forel, 1889**	42		
	76	*Polyergus rufescens* Latreille, 1798	4	1	
		Total données	**6885**	**4459**	
		Nombre espèces	**76**	**57**	

xérothermophiles), mais il est probable que quelques espèces supplémentaires s'ajouteront à la liste lorsque tous les échantillons encore en cours d'analyse seront identifiés.

Les 18 espèces considérées comme nouvelles pour le canton sont des espèces qui n'avaient jusqu'à présent jamais été signalées à info fauna. Elles ont peut-être déjà été observées dans le canton lors d'autres travaux de recherche et sont peut-être même présentes dans des collections privées ou de musée, en attente de détermination. Tant que ces observations ne sont pas publiées ou transmises à info fauna, elles demeurent toutefois « invisibles ». Parmi ces espèces nouvelles, la majorité n'a été observée qu'un très petit nombre de fois lors d'Opération Fourmis, en raison de leur rareté et discrétion (*Harpagoxenus sublaevis*, qui parasite des fourmis du genre *Leptothorax*) ou de la très faible représentativité des milieux qu'elles affectionnent, telles que les zones humides inondables pour *Myrmica gallienii* ou les berges sablonneuses de grands cours d'eau avec peu de végétation pour *Formica selysi*. Pour les espèces nouvelles des genres *Temnothorax* (5 espèces) et *Tetramorium* (2 espèces), l'absence d'observations précédentes s'explique probablement par le manque de spécialistes capables d'identifier les espèces de ces genres difficiles. De nombreux échantillons de ces deux genres restent d'ailleurs en attente d'identification dans les collections muséales ou privées. Enfin, la présence de *Crematogaster scutellaris* est à relever. En Suisse, cette espèce repérable et facile à reconnaître est presque uniquement observée au Sud des Alpes. Sa présence dans le canton de Vaud pourrait être liée à un lâcher (volontaire ou non) d'individus d'élevage, l'espèce ayant été trouvée en ville, au pied d'un immeuble. Le commerce de colonies de fourmis est une pratique en pleine expansion, l'élevage de ces insectes étant devenu une activité de loisir assez commune, avec des risques non négligeables d'individus s'échappant de leur terrarium ou de colonies relâchées dans la nature quand l'intérêt pour l'élevage disparaît.

Si le recensement d'Opération Fourmis a permis de recenser des espèces rares et/ou nouvelles pour le canton, il a également fourni des données importantes sur les espèces communes. Cela n'était paradoxalement pas le cas avant, puisque les espèces les plus présentes (du genre *Formica*) dans les données d'info fauna étaient celles qui avaient fait l'objet d'études scientifiques ciblées et qui avaient donc bénéficié d'un « excédent » d'attention. L'exemple le plus parlant est celui de *Lasius niger* qui constitue aujourd'hui près de 20 % des points du recensement alors qu'avant, seules 22 observations attestaient de sa présence. Les 1 372 observations de cette espèce réalisées en 2019 s'expliquent à la fois par la large distribution de *L. niger*, notamment dans les jardins, les agglomérations, les zones agricoles (Seifert 2018), mais aussi par ses nids particulièrement visibles (dômes de terre dans la végétation) et l'activité épigée des ouvrières qui se déplacent volontiers sur le sol et dans la végétation où elles sont faciles à collecter. *Lasius emarginatus* est un autre exemple d'espèce commune (7 % des échantillons) qui a été très souvent collectée. Elle est fréquente à proximité des maisons (voire à l'intérieur des habitations) et fait des pistes bien visibles en particulier sur les arbres et les murs. Les fourmis des bois (*Formica lugubris, paralugubris, polyctena, rufa, pratensis*) n'ont pas été négligées pour autant puisqu'elles représentent 15 % de toutes les observations. Ce succès de collecte est le témoin du grand capital sympathie dont elles jouissent auprès du public, facilité par la visibilité de leurs grandes colonies souvent proches des chemins.

Dans de nombreux inventaires et monitoring de la biodiversité, les espèces les plus communes souffrent parfois d'un désintérêt de la part des observateurs qui ne voient pas l'intérêt de les collecter et de les annoncer régulièrement! Ce déficit en informations pour les espèces abondantes est d'ailleurs un phénomène courant et connu. Il est pourtant important de bien connaître la situation des espèces communes pour pouvoir interpréter à temps une éventuelle baisse d'effectif et agir pour éviter des baisses futures (Kéry & Schmidt 2008, Boakes *et al.* 2010, Kamp *et al.* 2016). De plus, les espèces communes sont souvent considérées particulièrement importantes pour le fonctionnement et la stabilité des écosystèmes, sachant que ce sont elles qui constituent le gros de la biomasse des chaînes alimentaires (Jordán 2009, Zhao *et al.* 2016).

Outre une meilleure connaissance fondamentale des espèces présentes dans le canton de Vaud, Opération Fourmis a permis de recueillir des données très importantes sur la distribution de certaines espèces plutôt indésirables. C'est le cas des fourmis du groupe *Tapinoma nigerrimum*, d'origine méditerranéenne, considérées comme envahissantes en Europe centrale et du nord. Observées en Suisse depuis 2012, et en particulier dans le canton de Vaud (Freitag & Cherix 2019), les échantillons récoltés lors d'Opération Fourmis ont permis de localiser quatre nouveaux sites colonisés par ces fourmis. La détection des foyers d'infection le plus tôt possible est décisive pour les autorités pour limiter leur propagation, à défaut de pouvoir les exterminer (Gippet *et al.* 2019), et les recensements participatifs sont des outils de détection puissants dans ce domaine (Andow *et al.* 2016, Maistrello *et al.* 2016, Johnson *et al.* 2020).

Certaines espèces du canton ont « échappé » à ce recensement et un inventaire se poursuivra ces prochaines années, coordonné par la Société vaudoise d'Entomologie. Les milieux peu visités par le public d'Opération Fourmis (zones humides, carrières, prairies sèches…), les régions de montagne et les microhabitats où se cachent les espèces les plus discrètes (sous les pierres, dans le bois, dans les arbres…) seront visités de façon plus ciblée.

Conclusion et perspectives

La mobilisation de nombreuses collectrices et nombreux collecteurs a permis de mettre à jour la liste vaudoise des espèces de fourmis. En créant une émulation au sein du grand public, qui s'est propagée aux naturalistes, le recensement vaudois offre aujourd'hui une image fiable de la faune myrmécologique du canton de Vaud. Ce résultat est en contraste avec la situation à peine deux ans auparavant. Mais la pauvreté en données sur les fourmis n'était hélas pas une particularité vaudoise : les fourmis font l'objet d'un manque de collecte et de recensement dans la majorité des cantons suisses, à l'exception de régions qui ont la chance de compter quelques passionnés très actifs (comme Zurich ou le Tessin) ou qui voient émerger des projets ponctuels de recensement, souvent focalisés sur les fourmis des bois (comme les Grisons, Bâle-ville/Bâle-campagne, Berne et Lucerne). Les initiatives participatives nécessitent des moyens importants et une planification soigneuse, mais en retour elles peuvent générer une mobilisation importante et produire des résultats intéressants - et ce d'autant plus sur les petits territoires que sont les cantons et même la Suisse.

Les scientifiques, les professionnels de l'environnement et les autorités vaudoises et suisses disposent désormais d'un outil de travail qui s'articule en deux volets : premièrement une carte de distribution pour 76 espèces de fourmis, deuxièmement un accès aux spécimens au travers des collections du Musée cantonal de zoologie de Lausanne. À ce jour, plusieurs projets de recherche ont vu le jour au DEE. Ils touchent aux impacts de l'utilisation du territoire sur la biodiversité et la biomasse des fourmis, la variabilité morphologique au sein des espèces ou leur hybridation. Nul doute que les fourmis s'apprêtent à révéler encore quelques-uns de leurs secrets.

Remerciements

Opération Fourmis a bénéficié de nombreux soutiens, financiers et opérationnels. C'est le cas des financements reçus de la fondation Herbette de l'Université de Lausanne, du legs de M. Rullens fait à l'Université de Lausanne dont une partie a été octroyée au Département d'écologie et d'évolution qui a décidé d'en faire bénéficier Opération Fourmis, de l'Académie Suisse des Sciences Naturelles et de Retraites Populaires. Nous remercions également la Direction générale de l'environnement – Biodiversité pour l'octroi d'une autorisation spéciale de capture pour le projet, les fourmis étant protégées sur tout le territoire vaudois. Enfin, merci aux 606 collectrices et collecteurs qui ont tenté l'aventure de la myrmécologie et ont fait le succès d'Opération Fourmis !

Bibliographie

Andow D.A., Borgida E., Hurley T.M. & Williams A.L., 2016. Recruitment and Retention of Volunteers in a Citizen Science Network to Detect Invasive Species on Private Lands. *Environmental Management* 58(4): 606-18.

Avril A., Dépraz A., Schwander T. & Freitag A., 2019. Opération Fourmis, le premier recensement participatif des fourmis vaudoises - contexte, méthodologie et bilan préliminaire. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 98: 109-120.

Boakes E.H., McGowan P.J.K., Fuller R.A., Chang-qing D. & Clark N.E., 2010. Distorted Views of Biodiversity: Spatial and Temporal Bias in Species Occurrence Data. *PLOS Biology* 8(6): e1000385.

Braschler B., Mahood K., Karenyi N., Gaston K.J. & Chown S.L., 2010. Realizing a synergy between research and education: how participation in ant monitoring helps raise biodiversity awareness in a resource-poor country. *Journal of Insect Conservation* 14: 19-30.

Cherix D. & Higashi S., 1979. Distribution verticale des fourmis dans le Jura vaudois et recensement préliminaire des bourdons (Hymenoptera, Formicidae et Apidae). *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 356: 316-324.

Freitag A. & Cherix D., 2009. Distribution des fourmis des bois et espèces apparentées (Hymenoptera, Formicidae, genre *Formica*) dans le canton de Vaud. *Entomo Helvetica* 2: 83-95.

Freitag A., 2019. Les fourmis (Hyménoptères Formicidés) du Bois de Chênes. *Mémoire de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 28: 135-146.

Freitag A. & Cherix D., 2019. *Tapinoma magnum* Mayr, 1861, une nouvelle espèce de fourmi introduite en Suisse (Hymenoptera, Formicidae). *Entomo Helvetica* 12: 99-110.

Gippet J.M.Q., Liebhold A.M., Fenn-Moltu G. & Bertelsmeier C., 2019. Human-mediated dispersal in insects. *Current Opinion in Insect Science* 35: 96-102.

Hart A.G., Hesselberg T., Nesbit R. & Goodenough A.E., 2018. The spatial distribution and environmental triggers of ant mating flights: using citizen-science data to reveal national patterns. *Ecography* 41: 877-888.

Johnson A.J., Mader A.D., Dasgupta R. & Kumar P., 2020. Citizen science and invasive alien species: An analysis of citizen science initiatives using information and communications technology (ICT) to collect invasive alien species observations. *Global Ecology and Conservation* (21): e00812.

Jordán F., 2009. Keystone species and food webs. *Philosophical Transactions: Biological Sciences B* 364(1524): 1733-1741

Kamp J., Oppel S., Heldbjerg H., Nyegaard T. & Donald P.F., 2016. Unstructured citizen science data fail to detect long-term population declines of common birds in Denmark. *Diversity Distribution* 22: 1024-1035.

Kéry M. & Schmidt B., 2008. Imperfect detection and its consequences for monitoring in conservation. *Community Ecology* 9: 207-216.

Maistrello L., Dioli P., Bariselli M., Mazzoli G.L. & Giacalone-Forini I., 2016. Citizen science and early detection of invasive species: phenology of first occurrences of *Halyomorpha halys* in Southern Europe. *Biological Invasions* 18: 3109–3116.

Neumeyer R. & Seifert B., 2005. Kommentierte Liste der frei lebenden Ameisen (Hymenoptera: Formicidae) in der Schweiz. *Mitteilungen der schweizerischen entomologischen Gesellschaft* 78 (1-2): 1-17.

Neumeyer R., 2008. Ergänzungen zur Artenliste der frei lebenden Ameisen (Hymenoptera: Formicidae) in der Schweiz. *Entomo Helvetica* 1: 43-48.

Seifert B., 2018. *The ants of central and north Europe*. Lutra Verlags- und Vertriebsgesellschaft, 407 pp.

Sheard J.K., Sanders N.J., Gundlach C., Schär S. & Larsen R.S., 2020. Monitoring the influx of new species through citizen science: the first introduced ant in Denmark. *PeerJ*: e8850.

Zhao L., Zhang H., O'Gorman E.J., Tian W., Ma A., Moore J.C., Borrett S.R. & Woodward G., 2016. Weighting and indirect effects identify keystone species in food webs. *Ecology Letters* 19: 1032-1040.