



POLYTECH[®]
TOURS

Département
Aménagement et Environnement



Ecole d'ingénieurs
polytechnique
de l'université de Tours

CITERES
UMR 7324
Cités, Territoires,
Environnement et Sociétés

Equipe IPA-PE
Ingénierie du Projet
d'Aménagement, Paysage,
Environnement

Projet de Fin d'Etudes

Niche réalisée vs résistance physiologique au climat chez les fourmis du genre Formica



DUTERTRE Ophélie

2017-2018

Directeur de recherche
BOULAY Raphaël

Niche réalisée vs résistance physiologique au climat chez les fourmis du genre Formica

**BOULAY Raphaël
2017-2018**

DUTERTRE Ophélie

AVERTISSEMENT

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur (les auteurs) de cette recherche a (ont) signé une attestation sur l'honneur de non plagiat.

Formation par la recherche, Projet de Fin d'Etudes en génie de l'aménagement et de l'environnement

La formation au génie de l'aménagement et de l'environnement, assurée par le département aménagement et environnement de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme, de l'aménagement des espaces fortement à faiblement anthropisés, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et de techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement et de l'environnement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Ingénierie du Projet d'Aménagement, Paysage et Environnement de l'UMR 6173 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer toute ou partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement
- Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

Afin de valoriser ce travail de recherche nous avons décidé de mettre en ligne sur la base du Système Universitaire de Documentation (SUDOC), les mémoires à partir de la mention bien.

REMERCIEMENTS

Je souhaite remercier mon tuteur de recherche, Mr Raphaël BOULAY, enseignant-chercheur à l'Institut de biologie des insectes et à l'Université François Rabelais de Tours , qui s'est rendu disponible afin de m'aider pour cette première partie du projet de fin d'étude en répondant à mes questions, et qui m'a fournie des suggestions et des recommandations me permettant d'avancer dans mes recherches.

Introduction	9
I) Objectif du projet	10
II) Procédure à suivre	10
III) 1 ^{ère} partie : Récolte des données de distribution.....	10
IV) 2 ^{ème} partie : Analyse des données et interprétation des résultats.....	13
Bibliographie.....	14

Introduction

L'écologie animale étudie les interactions des organismes animaux entre eux et avec leur environnement. L'environnement des organismes animaux comprend toutes les conditions qui affectent leur survie ainsi que leur reproduction. Plusieurs approches sont possibles afin d'examiner ces relations mais seule celle portant sur les patrons de distribution va être étudiée dans le cadre de ce projet. La dispersion et la distribution des espèces animales sont déterminées généralement en fonction des variables climatiques actuelles, de l'histoire et de la capacité de dispersion.

La *niche écologique* d'une espèce correspond à l'ensemble des variables environnementales biotiques ou abiotiques qui sont nécessaires à son maintien dans un site donné. Ces conditions vont donc limiter la distribution des espèces. On distingue la *niche fondamentale*, c'est-à-dire la niche théorique qui comprend toutes les conditions où peut potentiellement résider une espèce, et la *niche réalisée* qui correspond à la portion de la niche fondamentale qui est réellement utilisée. La différence entre les deux est due à la compétition interspécifique, c'est-à-dire la compétition entre deux espèces différentes pour l'accès à une même ressource.

Ce projet de fin d'étude s'intéresse à la niche réalisée chez les fourmis du genre *Formica*, aussi appelé fourmis des bois ou fourmis rousse. Ce sont des fourmis forestières vivant principalement dans des forêts de résineux et de feuillus de l'hémisphère nord¹. L'étude se concentre sur 7 espèces en particulier qui sont : *Formica Cunicularia*, *F. Fusca*, *F. Gagates*, *F. Lugubris*, *F. Polytена*, *F. Selysi* et *F. Subrufa*.

Ainsi, les résultats qui seront obtenus d'après les relations observées entre le concept de la niche et la distribution spatiale des variables environnementales, permettront d'apporter des éléments afin d'expliquer la distribution géographique de ces espèces.

Les fourmis du genre *Formica* sont sensibles aux variations de températures². C'est pourquoi l'hypothèse qui sera testée est qu'il existe une relation entre les capacités physiologiques du climat chez ces espèces de fourmis et les conditions climatiques où elles vivent.

Plusieurs interrogations peuvent se poser à la lecture du sujet. Le projet permettra de répondre aux questions suivantes :

- ➔ Quel est l'impact du climat sur la répartition spatiale des espèces ?
- ➔ Ces espèces, appartenant au même genre, ont-elles des niches écologiques similaires ?
- ➔ Quelles sont les limites des modèles utilisés ?



<http://www.acideformik.com/forums/lofiversion/index.php?t17664.html>

¹ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Formica>

² www.myrmecofourmis.com

I) Objectif du projet

La finalité de ce projet est d'estimer la niche et la température moyenne sur l'aire de distribution des différentes espèces de fourmis à étudier, puis de déterminer s'il existe une corrélation entre les capacités physiologiques du climat chez ces fourmis du genre *Formica* et les conditions climatiques où vivent ces espèces.

II) Procédure à suivre

Pour répondre à cet objectif, il faut, dans un premier temps, récolter des données de distribution des espèces à l'aide de sites et d'articles scientifiques, puis insérer chaque coordonnée géographique trouvée dans un tableau Excel.

Une fois la partie sur la récolte des données finie, il faudra mettre le tableau final de coordonnées géographiques en forme pour qu'il soit adapté aux analyses spatiales qui seront exécutées par la suite à l'aide des programmes Qgis (logiciel de SIG) et Maxent (logiciel de modélisation de la distribution des espèces). Puis, il faudra récupérer les données physiologiques de résistance aux températures qui sont déjà à disposition pour ces fourmis.

Une fois ces deux jeux de données en possession, la modélisation sera réalisée avec les logiciels Qgis et Maxent dans le but d'estimer s'il y a une corrélation entre la capacité physiologique du climat de ces espèces et les conditions climatiques où elles résident, et ainsi évaluer quels sont les lieux les plus favorables à répartition de ces espèces.

Le logiciel Qgis permettra tout d'abord d'élaborer une première analyse spatiale des données en réalisant la cartographie de distribution des espèces. Puis, il faudra extraire les données climatiques sur chaque point de présence. Le logiciel Maxent sera utilisé pour évaluer la distribution spatiale des espèces à partir des données d'observation et des données climatiques connues, ce qui permettra ainsi de répondre à l'objectif du projet qui est d'estimer la niche et la température moyenne sur l'aire de distribution d'une espèce et de déterminer s'il y a corrélation entre la résistance physiologique des espèces au climat et leur distribution.

Les données climatiques qui seront importées dans Maxent devront être des données raster de type ASCII qui pourront être créées à partir de Qgis. Les coordonnées géographiques, quant à elles, devront être importées, à partir d'un fichier Excel, sous forme CSV comprenant trois champs correspondant à l'espèce, la longitude et la latitude. Il est également préférable que les coordonnées soient présentées en degrés décimaux afin de pouvoir être exploitées correctement par les deux logiciels.

Il pourrait également être intéressant de réaliser avec Maxent des modèles de prédiction sur la distribution des espèces pour les années à venir ce qui permettrait de mettre en place des plans de gestion et de conservation pour la préservation des espèces.

Le logiciel Maxent permet aussi d'évaluer la qualité du modèle ce qui permettra de prendre du recul par rapport à la méthode utilisée et de garder un esprit critique.

III) 1^{ère} partie : Récolte des données de distribution

Ce premier semestre a été consacré à la récolte des données de distribution des espèces qui ont été placées dans un tableau recensant les coordonnées géographiques (latitude, longitude, élévation), en degrés décimaux, pour chaque espèce, ainsi que le pays, et parfois la localité, dans lequel elle se trouve.

Les recherches ont d'abord été effectuées sur les sites suivants :

- *AntWeb* qui est la base de données la plus importante au monde sur l'histoire des fourmis. Pour les espèces de fourmis étudiées ici, les données récoltées sur ce site proviennent essentiellement de Belgique (et des Etats-Unis pour *F. Fusca*). La base de données est alimentée par des amateurs,
- *National Biodiversity Network Atlas* qui regroupe des données sur la biodiversité au Royaume-Uni. NBN Atlas permet l'échange de renseignements sur la biodiversité qui proviennent aussi bien d'organismes britanniques de conservation de la faune que de bénévoles. Un groupe de travail est chargé de contrôler la qualité des données et de les vérifier,
- *AntArea*³ qui inventorie la répartition des espèces de fourmis en France métropolitaine. Tout comme AntWeb, une procédure de science participative permet de fournir la base de données du site. Toutes les données doivent être approuvées par au moins un « référent taxonomique ».

Les données récupérées sur les trois sites ont ensuite été complétées par des lectures, trouvées sur Google Scholar, pour certaines espèces quand leur nombre de points était faible par rapport à celui des autres espèces. Le programme Google Earth a également été utilisé lorsque les données étaient incomplètes, soit par l'absence d'élévation (Z), soit pour trouver les coordonnées géographiques à partir du nom de la localité où une espèce est présente.

Certaines de ces données sont issues d'observations historiques qui ne peuvent donc pas traduire la présence actuelle des espèces du fait des changements qui se sont exercés au cours du temps pouvant être dû à des bouleversements écologiques ou bien à des interventions humaines. Cependant, ces données peuvent tout de même être utilisables pour percevoir la distribution spatiale des espèces.

Le tableau de données réalisé compte au total 3349 points, avec le nombre de points pour chaque espèce détaillé dans le tableau suivant :

Espèce	Nombre de points
F. Cunicularia	989
F. Fusca	1436
F. Gagates	221
F. Lugubris	174
F. Polytена	412
F. Selysi	68
F. Subrufa	49

Afin de mieux visualiser le nombre de données par espèce et ainsi de mieux rendre compte des déséquilibres, le graphique suivant a été réalisé :

³ <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/legalcode.fr>

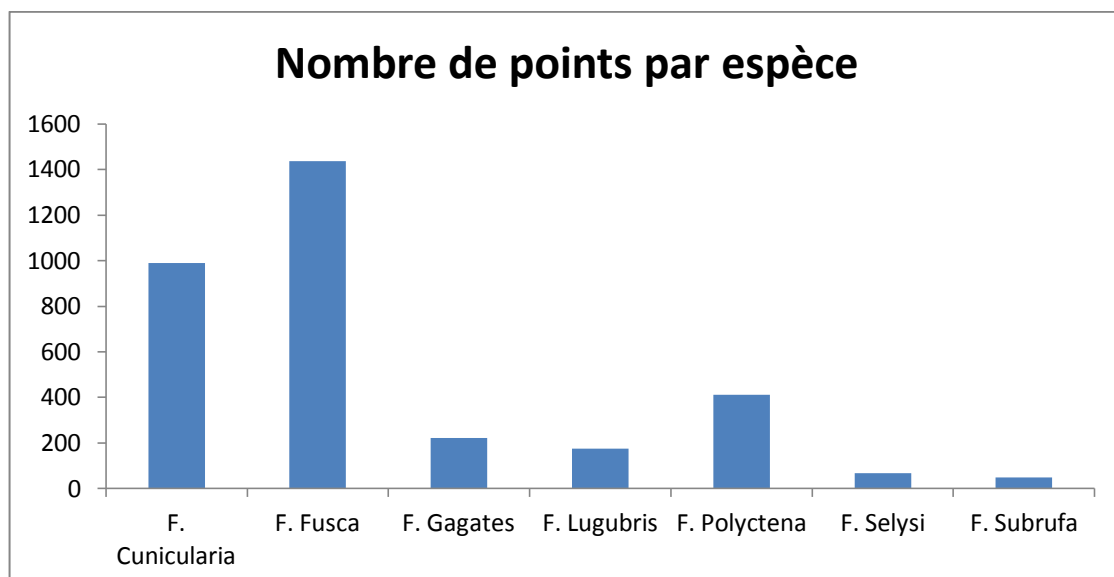


Figure 1: Nombre de points par espèce

Le graphique ci-dessus permet donc de mieux constater les inégalités entre certaines espèces. En effet, *F. Cunicularia* et *F. Fusca* présentent un nombre bien plus important de données que les autres espèces étudiées.

Un second graphique a ensuite été réalisé afin de visualiser le nombre de pays dans lesquels les espèces étaient recensées dans le tableau comportant toutes les coordonnées récupérées, dans le but d'observer si ces données sont diversifiées spatialement.

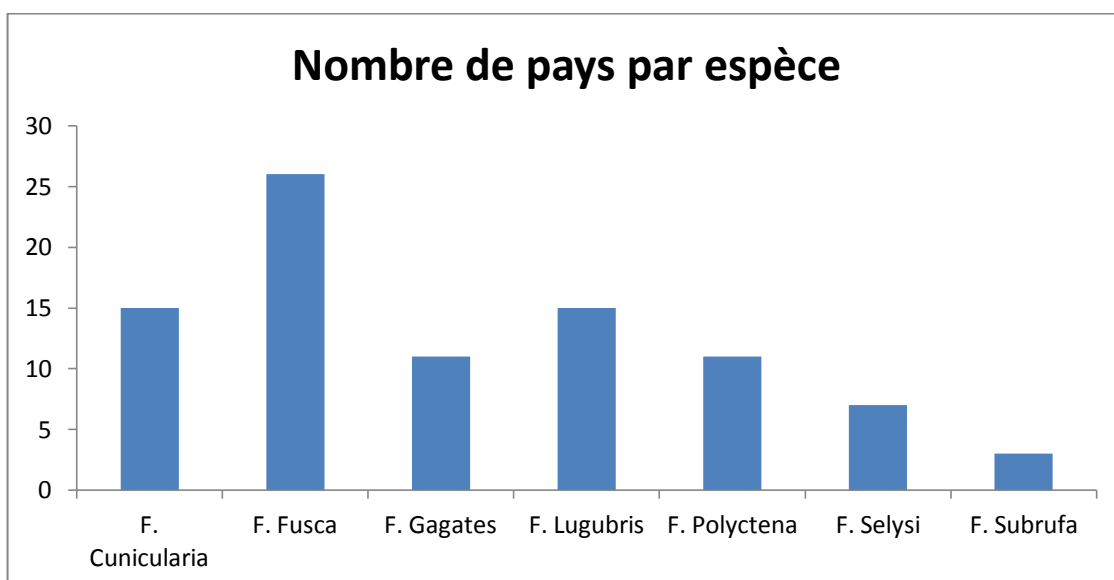


Figure 2: Nombre de pays par espèce

Pour *F. Cunicularia*, *F. Fusca* et *F. Lugubris*, les données récoltées viennent seulement des 3 sites mentionnés plus haut. Toutefois, même si le nombre de sources est faible pour ces espèces, ces dernières sont représentées dans un nombre de pays plus importants que les 4 autres espèces qui, elles, possèdent des données bibliographiques supplémentaires.

Par conséquent, il pourrait être intéressant de réaliser des recherches complémentaires à la fois pour *F. Cunicularia*, *F. Fusca* et *F. Lugubris* afin de recueillir des sources plus diversifiées, et à la fois pour *F. Gagates*, *F. Polyclena*, *F. Selysi* et *F. Subrufa* afin d'avoir un nombre de points plus importants et ainsi essayer d'obtenir une répartition dans l'espace plus hétérogène.

Toutefois, pour les espèces qui possèdent peu de données et qui sont peu réparties spatialement, cela peut être dû au fait que l'aire de distribution de ces espèces est petite, ou bien qu'il n'y a pas eu de recherches effectuées pour ces espèces à certains endroits.

IV) 2^{ème} partie : Analyse des données et interprétation des résultats

Comme il a été évoqué dans la partie précédente, avant de commencer à traiter les données, il faudrait, dans un premier temps, essayer d'en trouver quelques-unes en plus, ce qui permettrait de diversifier les sources et d'augmenter le nombre de données des espèces qui en possèdent le moins.

Puis, une fois ce travail de recherche effectué, il faudra suivre les étapes expliquées dans la procédure, c'est-à-dire, mettre en forme le tableau afin que les données puissent être utilisables dans les logiciels Qgis et Maxent, récupérer les données physiologiques du climat et les étudier avec les données de localisation sur les deux programmes. Enfin, il faudra estimer la niche écologique pour chaque espèce à l'aide des résultats obtenus grâce aux logiciels et déterminer s'il y a corrélation entre capacités physiologiques du climat des espèces et les conditions climatiques où vivent les espèces.

De plus, s'il reste assez de temps, il pourrait être intéressant de réaliser des modèles de prédiction sur la répartition des espèces en fonction des changements climatiques à venir.

Le graphique de Gantt ci-dessous indique les principales étapes à suivre pour la suite du projet ainsi que leur durée prévue :

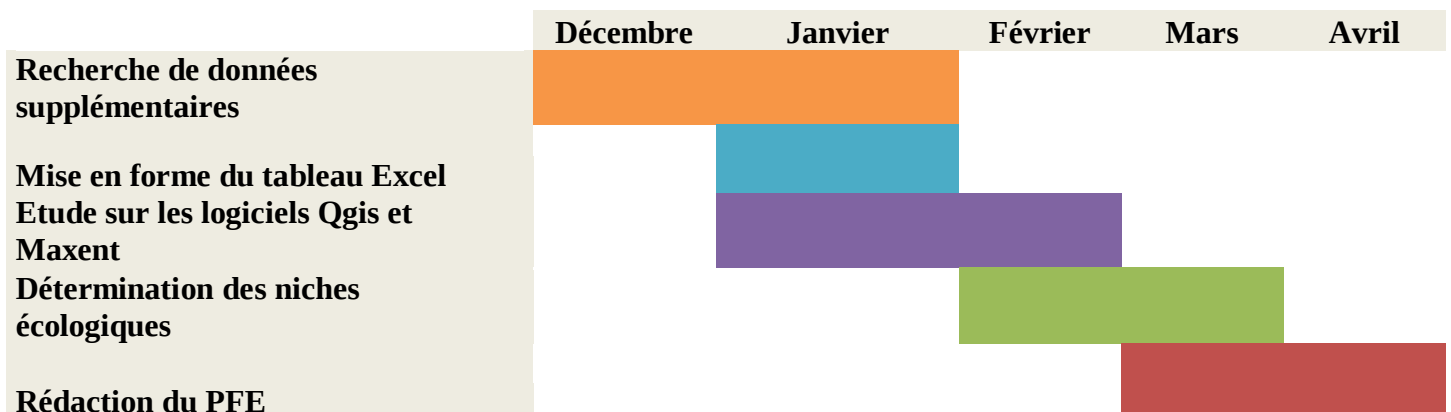


Figure 3: Graphique de Gantt

Bibliographie

AntArea [Consulté le 21/10/2017]. Disponible sur www.antarea.fr
AntWeb [Consulté le 07/10/2017]. Disponible sur www.antweb.org
NBN Atlas [Consulté le 04/11/2017]. Disponible sur www.nbnatlas.org
Google Earth. Disponible sur <http://earth.google.com>

Minkiewicz Romuald. *Fragmenta faunistica musei zoologici Polonici*, Tom II, Nr 21 [en ligne]. 1935 [Consulté le 01/12/2017]. Disponible sur http://rcin.org.pl/Content/19986/WA058_26766_P256-T2_Frag-Faun-Nr-21.pdf

Pisarski Bohdan. *Fragmenta faunistica*, Tom XV, Nr 13 [en ligne]. 1969 [Consulté le 01/12/2017]. Disponible sur http://rcin.org.pl/Content/43759/WA058_50609_P256-T15_Frag-Faun-Nr-13.pdf

Bernard F. « Remarques sur le peuplement des Baléares en Fourmis ». *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, Tome 47 [en ligne]. La Typo-Litho et Jules Carbonel, 1956 [Consulté le 01/12/2017]. P.254-266 Disponible sur <http://antbase.org/ants/publications/6396/6396.pdf>

Galkowski Christophe. *Une liste des fourmis (Hymenoptera ; Formicidae) récoltées dans la région de Grasse, avec la mention d'une nouvelle espèce de la faune de France* [en ligne]. Bull. Soc. Linn. Provence, 2011 [Consulté le 01/12/2017]. Disponible sur http://www.antwiki.org/wiki/images/b/b5/Galkowski_2011.pdf

Jaquet M. et Frey-Gessner M. « Faune de la Roumanie : insectes récoltés par M. Jaquet en 1898 et déterminés par Monsieur le Professeur J. Kieffer à Bitsch ». *Bulletin de la Société des Sciences de Bucarest-Roumanie* [en ligne], Vol. 9, No. 1, 1900 [Consulté le 01/12/2017]. Disponible sur http://www.jstor.org/stable/43770876?seq=1#page_scan_tab_contents

Seifert Bernhard. *The « Black Bog Ant » Formica picea Nylander, 1846 – a species different from Formica candida Smith, 1878 (Hymenoptera : Formicidae)* [en ligne]. Myrmecologische Nachrichten, 2004 [Consulté le 01/12/2017]. Disponible sur https://www.researchgate.net/profile/Bernhard_Seifert/publication/237529750_The_Black_Bog_Ant_Formica_picea_NYLANDER_1846_-_a_species_different_from_Formica_candida_SMITH_1878_Hymenoptera_Formicidae/links/57603cc008ae227f4a3f225a/The-Black-Bog-Ant-Formica-picea-NYLANDER-1846-a-species-different-from-Formica-candida-SMITH-1878-Hymenoptera-Formicidae.pdf

Gouraud Clément. *Bilan de l'année 2014 : Atlas des Fourmis de Loire-Atlantique (Hymenoptera, Formicidae)* [Compte rendu de la première année d'étude, en ligne]. 2015. Disponible sur http://old.gretia.org/dossiers_liens/lassoc/atlas_fourmis/Bilan%20Formicidae%2044_2014.pdf

Castracani Cristina, Grasso Donato A., Fanfani Alberto et Mori Alessandra. « The ant fauna of Castelporziano Presidential Reserve (Rome, Italy) as a model for the analysis of ant community structure in relation to environmental variation in Mediterranean ecosystem ». *Journal of Insect Conservation* [en ligne], Vol. 14, 2010 [Consulté le 09/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007/s10841-010-9285-3>

Mori A., Grasso D. A., D'ettorre P. et Le Moli F. « Specificity in host choice by the slave-making ant *Polyergus rufescens* Latr. (Hymenoptera Formicidae) ». *Ethology Ecology & Evolution* [en ligne], Vol. 6, 1994 [Consulté le 01/12/2017]. Disponible sur <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03949370.1994.10721979>

Mabelis A.A. « Wood Ant Wars the Relationship Between Aggression and Predation in the Red Wood Ant (*Formica Polycтена Forst.*) ». Netherlands Journal of Zoology [Research Article, en ligne], Vol. 29, Issue 4, 1978 [Consulté le 03/12/2017]. Disponible sur <http://booksandjournals.brillonline.com/content/journals/10.1163/002829679x00016>

Frouz J. « The effect of nest moisture on daily temperature regime in the nests of *Formica polycтена* wood ants ». Insectes Sociaux [en ligne], Vol. 47, Issue 3, 2000 [Consulté le 03/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007%2FPL00001708?LI=true>

Frouz J. et Finer L. « Diurnal and seasonal fluctuations in wood ant (*Formica polycтена*) nest temperature in two geographically distant populations along a south – north gradient ». Insectes Sociaux [en ligne], Vol. 54, Issue 3, 2007 [Consulté le 03/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007/s00040-007-0939-4>

Gorb Stanislav N. et Gorb Elena V. « Removal Rates of Seeds of Five Myrmecochorous Plants by the Ant *Formica plyctena* (Hymenoptera : Formicidae) ». Oikos [en ligne], Vol. 73, No. 3, 1995 [Consulté le 03/12/2017]. Disponible sur http://www.jstor.org/stable/3545960?seq=2#page_scan_tab_contents

Migula P. et Glowacka Elzbieta. « Heavy metals as stressing factors in the red wood ants (*Formica polycтена*) from industrially polluted forests ». Fresenius' Journal of Analytical Chemistry [en ligne], Vol. 354, Issues 5-6, 1996 [Consulté le 03/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs0021663540653?LI=true>

Kristiansen S. M. et Amelung W. « Abandoned anthills of *Formica polycтена* and soil heterogeneity in a temperature deciduous forest : morphology and organic matter composition ». European Journal of Soil Science [en ligne], Vol. 52, Issue 3, 2001 [Consulté le 03/12/2017]. Disponible sur <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2389.2001.00390.x/full>

Jaisson Pierre. « L'Imprégnation Dans L'Ontogenèse Des Comportements De Soins Aux Cocons Chez La Jeune Fourmi Rousse (*Formica Polycтена Forst.*) ». Behaviour [Research Article, en ligne], Vol. 52, Issue 1, 1974 [Consulté le 03/12/2017]. Disponible sur <http://booksandjournals.brillonline.com/content/journals/10.1163/156853975x00092>

Savolainen Riitta et Vepsäläinen Kari. « Niche Differentiation of Ant Species within Territories of the Wood Ant *Formica polycтена* ». Oikos [en ligne], Vol. 56, No. 1, 1989 [Consulté le 03/12/2017]. Disponible sur http://www.jstor.org/stable/3566082?casa_token=R3Do9vHQ70MAAAA:e_qlfo8b9RmdsWO8LEXiwqY_Cftdru_DaG11s6kH3d99cVOFhtzmPFY-7Hh4DJufw2Ky7-95f4Kjr2ezbaf45nGEm_FI3d_qUXTQEtPsYT6jGqnrM4&seq=2#page_scan_tab_contents

Coenen-Stass Dieter, Schaarschmidt Bernd et Lamprecht Ingolf. « Temperature Distribution and Calorimetric Determination of Heat Production in the Nest of the Wood Ant, *Formica Polycтена* (Hymenoptera, Formicidae) ». Ecology [en ligne], Vol. 61, Issue 2, 1980 [Consulté le 03/12/2017]. Disponible sur <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/1935180/full>

Beye M., Neumann P. et Moritz R.F.A. « Nestmate recognition and the genetic gestalt in the mound-building ant *Formica polycтена* ». Insectes Sociaux [en ligne], Vol. 44, Issue 1, 1997 [Consulté le 03/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs000400050022?LI=true>

Reznikova Zhanna et Dorosheva Helen. « Impacts of red wood ants *Formica polycтена* on the spatial distribution and behavioural patterns of ground beetles (Carabidae) ». Pedobiologia [en ligne], Vol. 48, Issue 1, 2004 [Consulté le 03/12/2017]. Disponible sur <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003140560300012X>

Jeantet Anne Yvonne. « Recherches histophysiologiques sur le développement post-embryonnaire et le cycle annuel de *Formica* (Hyménoptère) ». Zeitschrift für Zellforschung und Mikroskopische Anatomie [en ligne], Vol. 116, Issue 3, 1971 [Consulté le 03/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00330636?LI=true>

Salvolainen Ritta. « Colony success of the submissive ant *Formica fusca* within territories of the dominant *Formica polyctena* ». Ecological Entomology [en ligne], Vol. 15, Issue 1, 1990 [Consulté le 03/12/2017]. Disponible sur <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2311.1990.tb00786.x/full>

Haccou P. et Hemerik L. « The Influence of Larval Dispersal in the Cinnabar Moth (*Tyria jacobaeae*) on Predation by the Red Wood Ant (*Formica polyctena*) : An Analysis Based on the Proportional Hazards Model ». Journal of Animal Ecology [en ligne], Vol. 54, No. 3, 1985 [Consulté le 03/12/2017]. Disponible sur http://www.jstor.org/stable/4376?casa_token=IESxJGqaL-YAAAAA:kpyNdXu38iNtXfcMXW26hvyPPJaDKjvig5eXI8OMRNFnQbcnaA5DwQ4mgIrPeiQXc4b5CaWRMvKXS8z591sZF37hbRL0Bf0E-eqKOYZHtOLO3UAas&seq=3#page_scan_tab_contents

Gorb Stanislav N. et Gorb Elena V. « Dropping rates of elaiosome-bearing seeds during transport by ants (*Formica polyctena* Foerst.) : Implications for distance dispersal ». Acta Oecologica [en ligne], Vol. 20, Issue 5, 1999 [Consulté le 04/12/2017]. Disponible sur <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1146609X00866187>

Kristiansen S. M. et Amelung W. « Abandoned anthills of *Formica polyctena* and soil heterogeneity in a temperate deciduous forest : morphology and organic matter composition ». European Journal of Soil Science [en ligne], Vol. 52, Issue 3, 2001 [Consulté le 04/12/2017]. Disponible sur <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2389.2001.00390.x/full>

Seifert Benhard. « A taxonomic revision of the *Formica cinerea* group (Hymenoptera : Formicidae) ». Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz, 2002 [Consulté le 04/12/2017]. Disponible sur <http://antbase.org/ants/publications/20301/20301.pdf>

Meunier Joël, Delémont Olivier et Lucas Christophe. *Recognition in Ants : Social Origin Matters* [Research Article, en ligne], 2011. Disponible sur <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0019347>

Lude Armin, Reich Michael et Plachter Harald. « Life Strategies of Ants in Unpredictable Floodplain Habitats of Alpine Rivers (Hymenoptera : Formicidae) ». Entomologia Generalis [en ligne], Vol. 24, No. 2, 1999 [Consulté le 04/12/2017]. Disponible sur <http://www.schweizerbart.de/papers/entomologia/detail/24/81795/%23>

Fresneau Dominique et Errard Christine. « L'identité coloniale et sa « représentation » chez les fourmis ». Intellectica [en ligne], 1994 [Consulté le 04/12/2017]. Disponible sur http://intellectica.org/SiteArchives/archives/n19/19_07_Errard.pdf

Chapuisat Michel, Bocherens Samuel et Rosset Hervé. « Variable queen number in ant colonies : no impact on queen turnover, inbreeding, and population genetic differentiation in the ant *Formica selysi* ». Evolution [en ligne], Vol. 63, Issue 12, 2009 [Consulté le 04/12/2017]. Disponible sur <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1554/03-351>

Reber A. et Chapuisat M. « Diversity, prevalence and virulence of fungal entomopathogens in colonies of the ant *Formica selysi* ». Insectes Sociaux [en ligne], Vol. 59, Issue 2, 2012 [Consulté le 04/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007/s00040-011-0209-3>

Bagnères A. G. et Morgan E. D. « The postpharyngeal glands and the cuticle of Formicidae contain the same characteristic hydrocarbons ». Experientia [en ligne], Vol. 47, Issue 1, 1991 [Consulté le 07/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02041269?LI=true>

Vienne C., Soroker V. et Hefetz A. « Congruency of hydrocarbon patterns in heterospecific groups of ants : transfer and / or biosynthesis ? ». *Insectes Sociaux* [en ligne], Vol. 42, Issue 3, 1995 [Consulté le 07/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF01240421?LI=true>

Schwander Tanja, Rosset Hervé et Chapuisat Michel. « Division of labour and worker size polymorphism in ant colonies : the impact of social and genetic factors ». *Behavioral Ecology and Sociobiology* [en ligne], Vol. 59, Issue 2, 2005 [Consulté le 07/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007/s00265-005-0027-6>

Hefetz A., Errard C. et Cojocar M. « Heterospecific substances in the postpharyngeal gland secretion of ants reared in mixed groups ». *Naturwissenschaften* [en ligne], Vol. 79, Issue 9, 1992 [Consulté le 07/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF01138575?LI=true>

Errard Christine. « Development of interspecific recognition behavior in the ants *Manica rubica* and *Formica selysi* (Hymenoptera : Formicidae) reared in mixed-species groups ». *Journal of Insect Behavior* [en ligne], Vol. 7, Issue 1, 1994 [Consulté le 07/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF01989829?LI=true>

Bagneres Anne-Genevieve, Errard Christine, Mulheim Catherine, Joulie Catherine et Lange Catherine. « Induced mimicry of colony odors in ants ». *Journal of Chemical Ecology* [en ligne], Vol. 17, Issue 8, 1991 [Consulté le 07/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00984695?LI=true>

Castella G., Christe P. et Chapuisat M. « Covariation between colony social structure and immune defences of workers in the ant *Formica selysi* ». *Insectes Sociaux* [en ligne], Vol. 57, Issue 2, 2010 [Consulté le 07/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007/s00040-010-0076-3>

Errard C. et Hefetz A. « Label familiarity and discriminatory ability of ants reared in mixed groups ». *Insectes Sociaux* [en ligne], Vol. 44, Issue 3, 1997 [Consulté le 07/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs000400050040?LI=true>

Bagnères Anne Geneviève et Morgan E. David. « A simple method for analysis of insect cuticular hydrocarbons ». *Journal of Chemical Ecology* [en ligne], Vol. 16, Issue 12, 1990 [Consulté le 07/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00982097?LI=true>

Rosset Hervé et Chapuisat Michel. « Sex Allocation Conflict in Ants : When the Queen Rules ». *Current Biology* [en ligne], Vol. 16, Issue 3, 2006 [Consulté le 07/12/2017]. Disponible sur <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982206010025>

Purcell Jessica, Brelsford Alan, Wurm Yannick, Perrin Nicolas et Chapuisat Michel. « Convergent Genetic Architecture Underlies Social Organization in Ants ». *Current Biology* [en ligne], Vol. 24, Issue 22, 2014 [Consulté le 08/12/2017]. Disponible sur <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982214012676>

Nowbahari Behrouz et Thibout Eric. « Defensive role of *Allium* sulfur compounds for leek moth *Acrolepiopsis assectella* Z. (Lepidoptera) against generalist predators ». *Journal of Chemical Ecology* [en ligne], Vol. 18, Issue 11, 1992 [Consulté le 08/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00981922?LI=true>

Santos Sonia A.P., Cabanas José Eduardo et Pereira José Alberto. « Abundance and diversity of soil arthropods in olive grove ecosystem (Portugal) : Effect of pitfall trap type ». *European Journal of Soil Biology* [en ligne], Vol. 43, Issue 2, 2007 [Consulté le 08/12/2017]. Disponible sur <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1164556306001014>

Morris T. I., Campos M., Jervis M. A., McEwen P. K. et Kidd N. A. C. « Potential effects of various ant species on green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuropt., Chrysopidae) egg numbers ». *Journal of Applied Entomology* [en ligne], Vol. 122, Issue 1-5, 1998 [Consulté le 08/12/2017]. Disponible sur <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0418.1998.tb01519.x/full>

Lorite Pedro, Carrillo José Antonio, Tinaut Alberto et Palomeque Teresa. « Evolutionary dynamics of satellite DNA in species of the Genus *Formica* (Hymenoptera, Formicidae) ». *Gene* [en ligne], Vol. 332, 2004 [Consulté le 08/12/2017]. Disponible sur <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037811904001386>

Restrepo Carlos, Espadaler Xavier et De Haro Andrés. « Contribución al conocimiento faunístico de 10s formícidos del Macizo de Garraf (Barcelona) ». *Orsis*, 1985.

Zorilla J. M., Serrano J. M., Casado M. A., Acosta F. J. et Pineda F. D. « Structural Characteristics of an Ant Community during Succession ». *Oikos* [en ligne], Vol. 47, No. 3, 1986 [Consulté le 08/12/2017]. Disponible sur http://www.jstor.org/stable/3565447?seq=2#page_scan_tab_contents

Brewitt K., Piñol J., Werner C., Beyschlag W., Espadaler X., Pérez Hidalgo N. et Platner C. « Evaluating the importance of trophobiosis in a Mediterranean ant community : a stable isotope analysis ». *Insectes Sociaux* [en ligne], Vol. 62, Issue 1, 2015 [Consulté le 08/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007/s00040-014-0375-1>

Rosa Paiva M., Way Michael J. et Cammel Michael. « Estudo preliminar sobre a distribuição das formigas nos sistemas florestais em Portugal ». *Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia* [en ligne], Vol IV-17, No. 119, 1990 [Consulté le 08/12/2017]. Disponible sur <https://run.unl.pt/bitstream/10362/4032/1/1990%20Bolm%20Soc%20Port%20-Ants.pdf>

Engelbrecht Meike et Garcia-Fayos Patricio. « Mucilage secretion by seeds doubles the chance to escape removal by ants ». *Plant Ecology* [en ligne], Vol. 213, Issue 7, 2012 [Consulté le 08/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007/s11258-012-0074-9>

Tinaut Alberto et Selfa Jesus. « Las hormigas (Hymenoptera, Formicidae) asociadas a pulgones (Hemiptera, Aphididae) en la provincia de Valencia ». *Grasellsia*, 2011.

Alvarez M., Munguira M. L. et Martinez-Ibañez M. D. « Nuevos datos y recopilación de las relaciones entre Lycaenidae y Formicidae en la Península Ibérica (Lepidoptera: Lycaenidae; Hymenoptera: Formicidae) ». *SHILAP Revta. Lepid.* [en ligne], 2012 [Consulté le 08/12/2017]. Disponible sur <http://www.redalyc.org/html/455/45523388003/>

Pekar S., Smerda J., Hruskova M., Sedo O., Muster C., Cardoso P., Zdrahal Z., Korenko S., Bures P., Liznarova E. et Sentenska L. « Prey-race drives differentiation of biotypes in ant-eating spiders ». *Journal of Animal Ecology* [en ligne], Vol. 81, Issue 4, 2012 [Consulté le 08/12/2017]. Disponible sur <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2656.2012.01957.x/full>

Espadaler Xavier et Suñer David. « Per què hi ha formigues del Montgri (Girona) que no es troben a l'illa Meda Gran ». *Orsis* [en ligne], 1995 [Consulté le 08/12/2017]. Disponible sur <http://www.raco.cat/index.php/Orsis/article/viewFile/24364/89530>

Cammell M. E., Way M. J. et Paiva M. R. « Diversity and structure of ant communities associated with oak, pine, eucalyptus and arable habitats in Portugal ». *Insectes Sociaux* [en ligne], Vol. 43, Issue 1, 1996 [Consulté le 09/12/2017]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF01253954?LI=true>

Lorite P., Carrillo J. A. et Palomeque T. « Conservation of (TTAGG)_n Telomeric Sequences Among Ants (Hymenoptera, Formicidae) ». *Journal of Heredity* [en ligne], Vol.93, Issue 4, 2002 [Consulté le 09/12/2017]. Disponible sur <https://academic.oup.com/jhered/article/93/4/282/2187315>

Miravalles Cavia. « Régimen alimenticio de la hormiga *Formica Subrufa* (Hymenoptera : Formicidae) ». *Sessio Conjunta d'Entomologia* [en ligne], 1990 [Consulté le 09/12/2017]. Disponible sur <http://www.raco.cat/index.php/sessioento/article/view/246651>

Way M.J., Cammell M.E. et Paiva M.R. « Studies on egg predation by ants (Hymenoptera : Formicidae) especially on the eucalyptus borer *Phorocantha semipunctata* (Coleoptera : Cerambycidae) in Portugal ». Bulletin of Entomological Research [en ligne], Vol. 82, Issue 3, 1992 [Consulté le 09/12/2017]. Disponible sur <https://www.cambridge.org/core/journals/bulletin-of-entomological-research/article/studies-on-egg-predation-by-ants-hymenoptera-formicidae-especially-on-the-eucalyptus-borer-phorocantha-semipunctata-coleoptera-cerambycidae-in-portugal/1CB6E7C8314311A6C6D3A3F99A28EB7A>

Ruano Francisca, Tinaut Alberto et Soler Juan José. « High surface temperatures select for individual foraging in ants ». Behavioral Ecology [en ligne], Vol. 11, Issue 4, 2000 [Consulté le 09/12/2017]. Disponible sur <https://academic.oup.com/beheco/article/11/4/396/177014>

Tinaut A. « Description of the male of *Formica subrufa* Roher, 1859 and the creation of a new subgenus (Hymenoptera : Formicidae) ». Eos [en ligne], Vol. 65, No. 2, 1990 [Consulté le 09/12/2017]. Disponible sur <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19921161155>

Fouts Robert M. « Parasitic wasps of the genus *trimorus* in North America ». Proceedings of the United States National Museum [en ligne], Vol. 98, No. 3225, 1948 [Consulté le 09/12/2017]. Disponible sur https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/16477/1/USNMP-98_3225_1948.pdf

Tizado E. J., Tinaut A. et Nieto Nafria J. M. « Relationships between ants and aphids in the province of Leon (Spain) (Hymenoptera : Formicidae ; Homoptera : Aphididae) ». Vie Milieu [en ligne], 1993 [Consulté le 09/12/2017]. Disponible sur https://www.researchgate.net/profile/Alberto_Tinaut/publication/275932709_Las_hormigas_Hymenoptera_Formicidae_asociadas_a_pulgones_Hemiptera_Aphididae_en_la_provincia_de_Valencia/links/559162b308ae47a349109db9/Las-hormigas-Hymenoptera-Formicidae-asociadas-a-pulgones-Hemiptera-Aphididae-en-la-provincia-de-Valencia.pdf

Tinaut A. et Ruano F. « Braquipterismo y apterismo en Formicidos. Morfología y biometría en las hembras de especies ibéricas de vida libre (Hymenoptera : Formicidae) ». Graellsia [en ligne], 1992 [Consulté le 09/12/2017]. Disponible sur <http://antbase.org/ants/publications/13200/13200.pdf>

CITERES

UMR 7324
*Cités, Territoires,
Environnement et
Sociétés*

Equipe IPA-PE
Ingénierie du Projet
d'Aménagement,
Paysage,
Environnement



35 allée Ferdinand de Lesseps
BP 30553
37205 TOURS cedex 3

Directeur de recherche :

BOULAY Raphaël

DUTERTRE Ophélie

Projet de Fin d'Etudes
DA5
2017-2018

Niche réalisée vs résistance physiologique au climat chez les fourmis du genre Formica

Résumé :

Toute espèce possède une niche écologique déterminée par un ensemble de variables environnementales biotiques ou abiotiques lui permettant de survivre à un endroit donné. Ainsi, ce projet de fin d'étude a pour but de déterminer la niche de 7 espèces de fourmis du genre Formica afin d'estimer s'il y a corrélation entre leur résistance physiologique au climat et leur distribution. La comparaison entre les données de distribution spatiale et les données de température permettra d'établir la niche de chaque espèce. Il est important de la comprendre afin de mettre en place des plans de gestion et de conservation des espèces qui pourront être établis afin d'assurer leur pérennité.

Mots Clés : Niche, fourmis, Formica, résistance physiologique, distribution, climat