

Lubiana Mistler



Master 2 professionnel :

« Bioévaluation des Ecosystèmes et Expertise de la Biodiversité » année 2010-2011

Évaluation des risques d'invasions combinées plantes-fourmis en vallée du Rhône et Bas Dauphiné.



Thectim Colin
Lasus neglectus sur nectaire extra-floral de
Renouée invasive

Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés.

CNRS, UMR 5023 - LEHNA,

Université Lyon 1



Maître de stage : Bernard Kaufmann.

Tuteur pédagogique : Florence Piolat.

Remerciements :

Au Conseil Général de l'Isère pour avoir soutenu ce projet.

A Avenir pour avoir été nos partenaires dans cette étude et ainsi avoir pu contribuer à sa réalisation et pour nous avoir ouvert les portes de leurs sites.

Au Grand Lyon et notamment à Stéphane Weiss et Damien Féry pour nous avoir ouvert les portes de leurs sites.

A Bernard : pour m'avoir permis de faire ce stage qui a été une très belle et riche expérience. J'ai été très heureuse de travailler au sein de cette équipe. Je te remercie également pour ta gentillesse et ton aide que tu as su m'apporter tout en me laissant autonome. Merci encore pour l'ambiance de travail que tu sais entretenir et bien sûr pour tout ce que tu m'as appris.

A Jérôme Gippet : merci de m'avoir appris l'art d'identifier des fourmis, d'avoir été là (sporadiquement) pendant tout mon stage pour me donner des coups de mains, me payer des sodas et m'aider à réfléchir et décompresser.

A Etienne Kieffer : pour m'avoir fait passé deux très bons mois de stage en sa compagnie, par sa motivation, son travail, ses blagues et ses dessins.

A Cécile Padey et Maéva Jardin: pour avoir fait votre stage de conduite de projet avec moi, pour avoir fait un sacré boulot de terrain toujours dans la bonne humeur.

A Theotime Colin : pour la photo de couv' et pour avoir passé 2 mois à identifier et vérifier des identifications de fourmis toute la journée, je ne sais pas comment on aurait fait sans toi.

A tous mes stagiaires Marion, Manon, Léa, Camille, Hélène, Mélissa, Thibaut (qui a démissionné un peu trop tôt à mon goût), Charles (qui a fait 3 jours de stage supplémentaires qui m'ont bien aidé et qui est rapidement devenu un super vérificateur de fourmi, du moins je l'espère...), Guillaume, Sébastien et Stève : merci d'avoir fait ce stage, toujours dans une bonne ambiance (même à 7h le matin) et en plus vous m'avez gentiment supporté, sans vous je n'aurais bien évidemment pas pu faire grand-chose.

A Jérôme Prunier (ou mon sauveur) : pour m'avoir appris à entrer en communication avec ArcGis.

A Marc Philippe pour avoir patiemment identifié toute nos plantes inconnues.

A Lara et Marie Rose de m'avoir patiemment appris à extraire et amplifier de l'ADN de fourmi.

A Aurélie pour avoir fait toute mes extractions et amplifications d'ADN.

A Antonin pour avoir fait quelques terrains avec nous.

Résumé:

Les fourmis sont des organismes qui jouent de nombreux rôles dans les écosystèmes, dans les chaînes alimentaires (comme prédatrices ou comme proie) ou en participant à l'enfouissement de la matière organique dans les sols. Elles sont les clés de voûtes de nombreux écosystèmes. Lorsque ces organismes deviennent envahissants, les impacts sont importants tant au niveau des écosystèmes qu'au niveau humain. C'est pourquoi l'objectif de ce projet, soutenu par le Conseil Général de l'Isère est de définir la répartition de *Lasius neglectus*, la fourmi invasive des jardins, originaire de l'Asie Mineure, et aujourd'hui présente en Europe occidentale. Une co-invasion avec les Renouées du Japon est également suspectée. Nous avons donc effectué une campagne d'échantillonnage importante en 2011 dans les limites du Rhône à l'ouest et au nord, l'Isle Crémieu à l'est, et la limite Isère-Drôme au sud. Sur 799 points échantillonnés *Lasius neglectus* a été trouvée 47 fois et sa répartition est concentrée le long du Rhône, mais ni les différents critères pris en compte pour décrire l'habitat (caractères des sites, occupation des sols au niveau du paysage), ni l'association avec les Renouées du Japon ne semblent avoir d'influence sur cette espèce qui est présente dans tous les types d'habitats rencontrés. Sa répartition est donc due à des facteurs plus complexes que de futures études auront pour but de mettre à jour.

Abstract :

Ants are important players in ecosystems functioning, in food chain (as prey or predators) or in recycling in organic matter. They are keystone species in many ecosystems. When ants became invasive species, impacts on ecosystems and human are very important. The main objective of this project, funded by the Conseil general de l'Isère, is to map the distribution of the invasive garden ant *Lasius neglectus*, native in Asie Mineure, and introduced in Western Europe. A co-invasion with *Fallopia sp* is probable. An important sampling effort was carried out by our team in 2011, spatially limited by the Rhône in the west and north, the Isle Crémieu in the east, and the Isère-Drôme border in the south. *Lasius neglectus* was found at 47 sampling points on 799, mainly along the Rhône River. However, neither simple habitat characteristics, CORINE landscape cover and association with *Fallopia sp* have shown any influence on *Lasius neglectus*. Climate or dispersal modeling using the data gathered in our study, more precise data on habitats especially soil characteristics, as well as further terrain campaigns to increase the number of known populations, should be carried out to better understand the invasion process.

SOMMAIRE

Synthèse bibliographique : Les invasions biologiques : exemple de la fourmi invasive des jardins *Lasius neglectus*..... 1

I.	Le processus d'invasion.....	5
II.	Les impacts.....	9
III.	La gestion.....	11
	Conclusion.....	13

Rapport technique : Évaluation des risques d'invasions combinées plantes-fourmis en vallée du Rhône et Bas Dauphiné.

I.	<u>Introduction et présentation du projet</u>	15
II.	<u>Matériel et méthodes</u>	19
	A. <u>Zone d'étude</u>	19
	B. <u>Matériel biologique</u>	19
	C. <u>Campagne d'échantillonnages</u>	21
	D. <u>Méthodes d'échantillonnages</u>	21
	1. Recherches de nids et de pistes : les Trajets.....	21
	2. Méthode des appâts : les transects.....	23
	3. Botanique.....	25
	E. <u>Identification</u>	25
	F. <u>Conservation des échantillons</u>	27
	G. <u>Traitement des données</u>	27
	1. Système d'information géographique.....	27
	2. Analyses statistiques.....	29

III.	<u>Résultats</u>	31
	A. <u>Effort d'échantillonnage</u>	31
	B. <u>Caractérisation des milieux rencontrés lors des échantillonnages</u>	31
	C. <u>Botanique</u>	33
	D. <u>Fourmis</u>	33
	E. <u>Interactions entre <i>Lasius neglectus</i> et les végétaux</u>	35
	F. <u>Analyses statistiques</u>	35
IV.	<u>Discussion</u>	47
V.	<u>Bibliographie</u>	55
VI.	<u>Annexes</u>	59

Synthèse bibliographique

Les invasions biologiques : exemple de la fourmi invasive des jardins

Lasius neglectus.

Les invasions biologiques sont à ce jour le deuxième facteur d'érosion de la biodiversité après la destruction et la fragmentation des habitats. Il s'agit d'un phénomène mondial et reconnu s'étant largement étendu avec la mondialisation qui voit les transports de marchandises et de voyageurs s'amplifier.

Les invasions biologiques sont définies comme étant l'expansion rapide d'une espèce introduite (c'est-à-dire « non native » du lieu géographique où l'expansion a lieu), dans un endroit donné, occasionnant des impacts négatifs sur les écosystèmes, l'économie ou la santé humaine (Davis 2009).

Comme le décrit en détail un récent ouvrage (Lach et coll., 2010), les fourmis représentent, en raison de leur biomasse importante et de la variété de leurs fonctions écologiques, un élément souvent primordial des écosystèmes. Par exemple, en forêt amazonienne, l'essentiel de la bioturbation, c'est-à-dire l'enfouissement de matière organique et la remontée de éléments minéraux du sol, est due aux fourmis et termites. Autre exemple, la dispersion des graines de très nombreuses plantes herbacées dans le monde est assurée par des fourmis (on parle de myrmécochorie). Les fourmis sont aussi des prédatrices inlassables qui contribuent à éviter les pullulations de phytophages ou de xylophages. Enfin elles sont nécro et coprophages et participent ainsi aux processus de dégradation de la matière organique (Kaufmann, 2010). Les fourmis des villes jouent également un rôle d'« éboueur » contribuant à l'hygiène de la ville (Klotz *et al*, 2008).

Les fourmis sont des organismes qui peuvent rapidement devenir des espèces invasives. Sur les 12500 espèces décrites à ce jour 200 se sont implantées dans des zones géographiques différentes de la leur et 5 sont inscrites dans les 100 espèces invasives les plus préoccupantes : *Linepithema humile*, *Pheidole megacephala*, *Anoplolepis gracilipes*, *Wasmannia auropunctata*, *Solenopsis invicta* (Union Internationale pour la Conservation de la Nature).

Lorsque ces espèces deviennent envahissantes, les impacts peuvent être importants, par exemple la fourmi d'Argentine *Linepithema humile*, présente en France sur le littoral méditerranéen, entraîne une baisse significative de la biodiversité de nombreux groupes

taxonomiques, envahit les maisons ou les cultures, la petite fourmi de feu *Solenopsis invicta* présente en Guyane et en Nouvelle Calédonie, dont la piqûre lui vaut le surnom de « fourmi électrique » et gêne le travail agricole et forestier.

Présentation de la fourmi invasive : L'espèce *Lasius neglectus* VAN LOON, BOOSMA & ANDRÁSFALVY, 1990, fait partie de la sous-famille des Formicinés. Elle est relativement petite, d'une taille de 3 mm pour les ouvrières et jusqu'à 6-7 mm pour les reines. Les nids sont temporaires et forment un ensemble de galeries juste sous la surface du sol, parfois même simplement sous les feuilles de la litière; les ouvrières vont fourrager à la surface et sur les arbres environnants. Les colonies sont polygynes, c'est-à-dire que plusieurs reines cohabitent sans animosité dans la même colonie. Leur système de reproduction diffère de la plupart des fourmis qui après avoir produit des sexués les laissent s'envoler pour que l'accouplement ait lieu en vol et qu'ainsi la femelle fécondée fonde une nouvelle colonie distincte de la colonie mère. *Lasius neglectus* produit bien des sexués, mais ceux-ci s'accouplent et demeurent dans leur colonie d'origine (donc sans vol nuptial). Ainsi cette dernière s'agrandit de l'intérieur en couvrant simplement une surface de plus en plus grande qu'on appellera alors super colonie. Cette caractéristique de reproduction est la même que chez la fourmi d'Argentine *Linepithema humile* (Holway, 2002). Leur autre particularité est de posséder des hydrocarbures cuticulaires extrêmement proches ; ces substances permettent aux fourmis de se reconnaître comme appartenant à la même colonie ou non (Cremer *et al*, 2008, Ugelvig *et al*, 2008). Ainsi deux ouvrières de *Lasius neglectus* de deux colonies différentes ne se considéreront pas comme ennemies. Cela contribue à la formation de super colonies ; deux colonies pouvant ainsi se réunir sans la moindre querelle.

L'espèce n'a été décrite qu'en 1990 car elle est morphologiquement très proche des autres *Lasius* notamment de *Lasius alienus* et *Lasius turcicus* (qui n'est pas présente en France, Cremer *et al*. 2008) avec qui elle a longtemps été confondue. C'est de cette négligence qu'elle tire son nom. La conséquence de cette description tardive est que son origine et sa date d'introduction sont très difficiles à définir (elle provient vraisemblablement d'Asie mineure, Cremer *et al*, 2008). C'est pourquoi il est également difficile de savoir à quel stade en est son invasion (si elle est fortement implantée ou pas et dans quelles zones géographiques) par rapport à *Linepithema humile* (La fourmi d'Argentine décrite en 1891 et donc signalée dès son arrivée en France) et *Solenopsis invicta* (La fourmi de feu décrite en 1930 et signalée la même

année) (Cremer *et al.*, 2008). *Lasius neglectus* est à ce jour répandue dans toute l'Europe (figure 1). La plus grande super colonie ayant été découverte pour l'instant se trouve en Espagne près de Barcelone et recouvre 14 hectares (Rey et Espadaler, 2004). En France une super colonie de 5 hectares a été découverte près de Lyon à Balan (B. Kaufmann, communication personnelle). Considérant que la plupart des autres fourmis invasives connues sont d'origine subtropicales, *Lasius neglectus* peut survivre à des hivers avec des périodes de gel prolongé. Sa dispersion dans les zones climatiques tempérées semble donc inévitable. De plus cette espèce pourra très probablement bénéficier du réchauffement climatique (Schultz et Busch, 2009).

Les ressources alimentaires principales de la plupart des fourmis invasives sont des sources de sucres, la plupart du temps des homoptères suceurs de sève, mais aussi des plantes possédant des nectaires extra-floraux, organes produisant un liquide sucré ressemblant beaucoup au nectaire floral. *Lasius neglectus* ne fait pas exception à cette règle, et c'est pour cela, qu'une avec les Renouées du Japon, qui possèdent des nectaires extra-floraux nombreux et très productifs, est soupçonnée. Les Renouées du Japon : *Fallopia japonica*, *Fallopia sachalinensis* et leur hybride *Fallopia x bohemica* (qui sont différenciables uniquement par séquençage) vivent essentiellement près des cours d'eau et dans les zones perturbées. De la famille des Polygonacées cette plante est apparue en France pour la première fois en 1939 en tant que plante ornementale, mellifère et fourragère. Elle conserve la plus grande partie de ses réserves dans ses rhizomes (il s'agit de tiges souterraines qui accumulent des réserves nutritives, émettent des pousses aériennes et permettent la multiplication végétative). Ceux-ci peuvent s'étendre jusqu'à 7m de leur point de départ et de 2m en profondeur (Smith *et al.* 2006). De plus sa faculté à s'hybrider contribue à son invasion (Tiebre *et al.* 2007). Tout cela lui a valu le statut de plante invasive inscrite dans les 100 espèces les plus préoccupantes par l'UICN (au même titre que les 5 espèces de fourmi invasives).

On considère en général que le processus d'invasion suit trois grandes étapes : la dispersion, l'établissement et l'expansion (Davis, 2009). Même si ces phases sont difficiles à séparer, nous verrons quels en sont les mécanismes, les facteurs favorisant et défavorisant le processus d'invasion chez la fourmi invasive des jardins. Nous verrons également les impacts lorsque l'invasion est avérée et enfin les possibilités de gestion de ces invasions.

I. Le processus d'invasion.

○ Dispersion :

Le premier « filtre » à l'invasion est la dispersion. Dans cette phase, la pression des organismes envahisseurs joue un rôle dominant. Cette pression implique deux aspects de la dispersion : le nombre d'individus qui arrivent et le nombre d'événements de dispersion. Cette notion est très importante car a priori même si les conditions du nouvel habitat ne sont pas favorables, si la pression est assez importante, la nouvelle espèce peut malgré tout s'implanter (Davis, 2009). Par exemple les plantes de cours d'eau sont plus sujettes à devenir invasives car les crues sont des phénomènes réguliers qui cassent les végétaux et peuvent les entraîner sur de plus ou moins longues distances (ce qui facilite la reproduction végétative). C'est le cas des Renouées du Japon qu'on trouve préférentiellement dans cet habitat (Rouifed et al., 2011).

La dispersion de la plupart des fourmis invasives par l'homme est grandement facilitée par leur mode de vie. En effet, les nids se trouvent généralement dans des zones éphémères, c'est-à-dire sous les pierres, dans les racines des arbres, juste sous la surface du sol (Lach 2010). Ce sont des lieux qui ont une forte probabilité d'être modifiés par l'homme (travaux, arrachage ou plantation d'arbres, dépôt de terre...). Dans le cas de *Lasius neglectus* seul le transport de quelques ouvrières avec quelques larves suffit à démarrer une nouvelle colonie. De plus la polygynie permet d'avoir des reines dispersées dans toute la colonie (Rey et Espadaler, 2004), ainsi, un petit prélèvement de colonie peut très probablement abriter des reines ; dans ce cas la colonie repart encore plus rapidement.

Par contre, *Lasius neglectus* est plutôt handicapée par rapport aux espèces qui se reproduisent par vols nuptiaux, lorsqu'il s'agit de se disperser par elle-même. Elle va donc combiner une dispersion par sauts assez longs et rapides (1-1000km en quelques minutes à quelques heures) avec une dispersion locale lente (quelques dizaines de mètres par an).

○ Etablissement :

Le second « filtre » à l'invasion est l'établissement. L'espèce introduite est dite établie lorsque celle-ci peut se reproduire en utilisant les ressources de son nouvel habitat (pas seulement celles qui sont arrivées conjointement avec elle) et sans aide humaine (Davis, 2009).

Pour cela les conditions biotiques et abiotiques du milieu d'accueil (ou l'invasibilité c'est-à-dire la susceptibilité d'un environnement à être colonisé) doivent lui convenir. Au niveau biotique, les plus grands ennemis des fourmis sont généralement les autres fourmis ; des fourmis proches des invasives sont potentiellement les plus aptes à bloquer leur établissement. Au niveau des caractéristiques abiotique *Lasius neglectus* est très ubiquiste, de plus cette fourmi est omnivore (Holway, 2002) ; son alimentation repose principalement sur les homoptères qui sont des producteurs de miellat et sur les nectars floraux ou extra-floraux (Rey et Espadaler, 2004) ce qui fait qu'elle trouve facilement sa nourriture. La présence d'espèces comme les renouées invasives peuvent donc se révéler être un facteur favorisant l'invasion.

Il est très difficile de prévoir si une espèce pourra potentiellement s'établir dans un milieu donné. Il n'existe a priori aucune communauté saturée en espèces, tous les environnements sont donc colonisables à un certain degré (Davis, 2009).

- L'expansion.

Pour qu'il y ait invasion la nouvelle espèce doit persister et s'étendre rapidement jusqu'à devenir la cause d'impacts néfastes. L'expansion peut se dérouler de deux façons différentes : la plus commune est la dispersion lors de la reproduction par l'envoi de propagules en dehors de la population mère (pollen, pappus, zoochorie...). La seconde est de recouvrir de plus en plus de surface sur l'aire d'origine ce qui est typiquement le cas de *Lasius neglectus*.

II. Les impacts.

Chez les fourmis, l'impact majeur est la diminution de la biodiversité comme c'est le cas chez *Linepithema humile* qui diminue majoritairement la diversité des autres fourmis (Stringer *et al*, 2009, Roura-Pascual *et al*, 2010). Les super colonies de *Lasius neglectus* modifient fortement les communautés d'arthropodes. Elles diminuent la diversité des Coléoptères, Isopodes et autres Formicidés. Par contre elle augmente celle des hémiptères (Nagy *et al*, 2009).

La propagation d'une espèce de fourmi invasive peut avoir des répercussions sur l'agriculture. En effet, celles-ci élèvent des pucerons et cochenilles qui sont néfastes pour les cultures. De plus, elles les protègent des parasitoïdes utilisés lors de programme de contrôle en devenant la cible de ces organisme (Klotz *et al*, 2008).

Elles peuvent également provoquer des courts circuits en grignotant les câbles électriques ; détériorer les alarmes, les lumières ou encore les filtres de piscine (Rey et Espadaler, 2004).

Aux Etats Unis 1.7 milliards de dollars par an sont dépensés pour la lutte contre les fourmis par les professionnels de la lutte anti-nuisibles et pour les ménages l'estimation s'élève à 342 millions pour la seule Californie. En Europe elles font partie des dix animaux les plus onéreux (Klotz *et al*, 2008).

En Europe, les nuisances de *Lasius neglectus* les plus fréquentes sont l'envahissement des habitations, le dérangement des jardins et des surfaces dallées, ainsi que l'entretien par les fourmis de colonies de pucerons racinaires ou caulinaires qui peuvent provoquer des dégâts sur des productions ornementales ou maraîchères (Rey et Espadaler, 2004).

III. La gestion.

Il est très délicat de gérer les populations d'espèces invasives. Attendre que les pathogènes locaux fassent diminuer les populations est souvent la solution la plus simple et la plus efficace (Cremer *et al*, 2008). L'effet Allee peut également être à l'origine d'une auto régulation de l'expansion appelé « invasion pinning » en anglais. En effet lorsque les populations sont trop importantes la compétition intra-spécifique peut conduire à une diminution des effectifs ainsi qu'une réduction de la dispersion (Davis, 2009). Bien entendu cet effet est limité chez *Lasius neglectus* puisque la compétition intra spécifique est quasi inexistante ; il prend effet seulement si les ressources en nourriture s'amenuisent ce qui est rare.

Dans le cas où les fourmis pénètrent dans les habitations, l'usage d'appâts empoisonnés et la technique la plus répandue. Elle permet de tuer toute la colonie par partage du poison entre tous les individus jusqu'à la reine. L'inconvénient majeur est que cette technique n'est pas sélective et que toutes les autres espèces de fourmis ; y compris celles qui auraient tendance à limiter la prolifération des plus gênantes ; peuvent également être éliminées. Pour les espèces

présentes en France ; il est souvent inutile de faire appel à ces produits : boucher le trou d'entrée, ou proposer de la nourriture à l'extérieur (restes, sucre, morceau d'éponge imbibé d'eau par temps sec) suffisent à résoudre le problème. Au niveau des jardins, il suffit parfois de glu anti-fourmis disposée en anneau sur les tiges pour régler le problème de l'interaction avec les pucerons (Kaufmann, 2010).

Dans le cas de super colonie de *Lasius neglectus* le recours à de forts traitements chimiques est la seule voie efficace connue. La population de 14 hectares en Espagne est traitée par ce genre de méthode : tout d'abord les arbres sont aspergés d'une mixture de cyperméthrine et imidaclopride qui ont pour but d'éliminer les Homoptères. Ensuite, les troncs des arbres sont recouverts de cyperméthrine pour empêcher les fourmis de monter dessus. Enfin, un insecticide (phoxime) est injecté dans le sol autour des habitations (Rey et Espadaler, 2004). Des méthodes complémentaires peuvent également être effectuées comme le brulis, le drainage du sol ou encore le débroussaillage des buissons (Lach, chapitre 16, 2010). Toutes ces méthodes ne sont évidemment pas sans conséquences au niveau de la biodiversité locale.

L'idéal serait de pouvoir prévoir quelles espèces risqueraient d'être envahissantes dans un lieu donné ; malheureusement le processus d'invasion est très complexe et ses facteurs multiples. L'étude des traits d'histoires de vie liés notamment à la reproduction et la dispersion peut être une voie à suivre. Il serait également judicieux d'étudier les espèces possédant des traits d'histoire de vie similaires aux invasives avérées (comme la fourmi d'Argentine et *Lasius neglectus*).

Conclusion

La connaissance écologique et taxonomique est essentielle pour évaluer et conserver la biodiversité. Celle des fourmis mais également de toutes les espèces avec qui elles sont en relation (en tant que partenaire mutualiste, hôte parasité, proie ou prédateur). Le besoin de connaissances se fait très net au niveau des gestionnaires d'espaces naturels obligés d'intégrer la conservation d'espèces patrimoniales dépendantes des fourmis, comme les papillons azurés du genre *Maculinea*, parasite obligatoire du genre *Myrmica*, ou des plantes dont les graines sont dispersées par des fourmis comme de nombreuses violettes. Les fourmis sont ainsi des espèces patrimoniales dérivées, elle-même communes, mais conditionnant l'existence d'espèces plus rares (Kaufmann, 2010).

Les invasions biologiques peuvent occasionner de sérieux dégâts dont les implications sont difficiles à évaluer ; il est donc important de surveiller les espèces potentiellement envahissantes afin de limiter, si possible, leur propagation.

Répartition de *Lasius neglectus* en Europe.

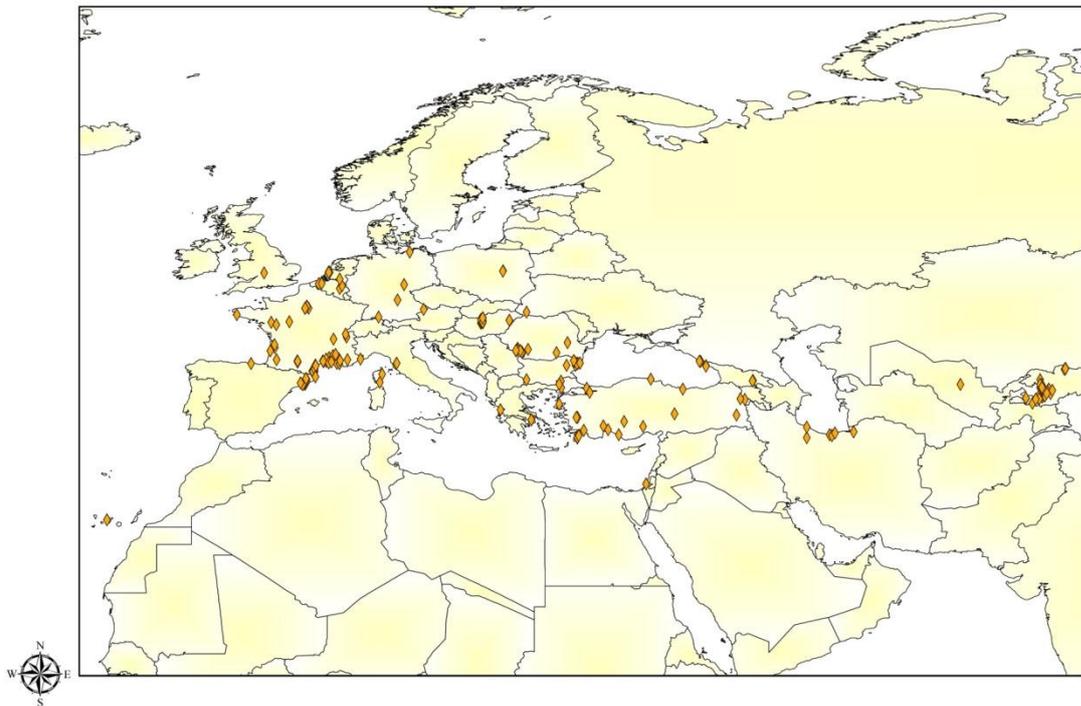


Figure 1 : état de la connaissance de la répartition de *Lasius neglectus* en 2011 (d'après Espadaler, 2011) ;

I. Introduction et présentation du projet

Ce projet s'inscrit dans une volonté du conseil General de l'Isère d'acquérir des connaissances sur la biodiversité, en y incluant les invasions biologiques afin de prévenir et limiter les effets néfastes qui y sont associés. Le conservatoire des espaces naturels de l'Isère (AVENIR) est le partenaire de cette étude. Il est gestionnaires de nombreux sites naturels potentiellement intéressants à étudier comme témoins de naturalité ; dont certains ont un fort enjeu de conservation.

La problématique de l'étude conjointe plante-fourmis au sein du Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés en est à sa troisième année et a fait l'objet de nombreux stages. Celui-ci s'inscrit donc dans la continuité de ce qui a déjà été accompli.

L'objectif de ce projet est de constituer un état des lieux de la répartition de *Lasius neglectus* dans la vallée du Rhône et le bas Dauphiné, ainsi que d'étudier les éventuelles interactions entre cette espèce et les Renouées invasives. Il faut encore une fois souligner ici le potentiel de nuisance de la fourmi invasive des jardins : en milieu naturel elle est une menace pour la biodiversité, en premier lieu des fourmis, mais indirectement pour les autres arthropodes et les plantes (Nagy et al, 2009); en milieu anthropisé, elle peut envahir les maisons, provoquant gêne et dégâts dans les systèmes électriques, en fortes concentrations elle peut aussi provoquer des pullulations d'homoptères dans les cultures maraîchères ou récréatives (Rey et Espadaler, 2004). Il est donc nécessaire d'obtenir davantage de connaissances sur cette espèce, pour laquelle seulement 150 populations sont connues au niveau mondial, mais dont l'expansion en Europe continentale et océanique est considérée comme inévitable (Schultz et Busch, 2009).

Pour cela un travail de terrain important doit permettre de récolter les échantillons qui nous permettront d'évaluer la répartition de ces deux espèces. Il a consisté en 2 types de relevés :

- des recherches de colonies à vue, sur une surface réduite, qui permettent d'affirmer la présence de l'espèce invasives, de ses compétitrices locales et des espèces de plantes en interactions avec elles ; ces échantillonnages étant réalisés en
- des échantillonnages plus précis permettant d'évaluer la diversité des fourmis présentes, consistant en la pose d'appâts en transects sur au moins 300 mètres de long et en l'inspection de la végétation (arbres et arbustes),

Seuls les relevés du premier type seront traités dans ce rapport. Ils permettront l'établissement d'un SIG couvrant l'ensemble de la zone d'étude, donnant l'opportunité de croiser les informations de distribution avec les données d'occupation des sols (CORINE landcover), d'altitude et de distribution des autres taxons de fourmis et de plantes.

II. Matériel et méthodes

A. Zone d'étude :

Les échantillonnages ont été effectués dans les départements du Rhône et de l'Isère, sur la rive gauche du Rhône uniquement (sauf quelques points et transects antérieurs à 2011). La zone est délimitée par le fleuve Rhône à l'ouest et au nord, elle s'arrête à la Tour du Pin à l'est, et est bornée par le département de la Drôme au sud. Les reliefs (par exemple, Isle Crémieu, collines des Blaches, de Bonnevaux et de Chambaran) ne sont pas pris en compte.

B. Matériel biologique :

L'espèce focale de ce travail est *Lasius neglectus*, la fourmi invasive des jardins. L'échantillonnage est donc optimisé pour détecter cette espèce. Ses habitats préférentiels sont liés aux activités humaines, c'est-à-dire les espaces verts de toutes tailles, les zones de dépôts (terre et matière végétales) et les zones perturbées. Elle apprécie également les espaces arborés ou avec des plantes invasives comme *Fallopia sp* qui leur offre une abondante nourriture. Les ouvrières sont actives entre 20 et 28°C au sol, avec un pic à 24°C. Par fortes chaleurs, l'activité est réduite en milieu ouvert mais se poursuit à l'ombre et sur les arbres.

Dans ce type d'habitat on s'attend à trouver d'autres genres et espèces :

- *Aphaenogaster subterranea*, *Crematogaster scutellaris*, *Messor structor* et *Pheidole pallidula* qui sont des espèces aisées à reconnaître sur le terrain.
- *Formica* : les espèces les plus courantes sont *F. rufibarbis*, *cunicularia* et *fusca*. La probabilité de rencontrer des *Formica* du groupe *cinerea* n'est pas à exclure. Les ouvrières de ces espèces sont de grande taille, rapides et aisées à repérer ; les nids sont souvent peu discrets.
- *Lasius* : toutes les *Lasius* brunes (sous-genre *Lasius* sens strict) seront identifiées à l'espèce, sur notre zone d'étude sont présentes : *brunneus*, *emarginatus*, *niger*, et *platythorax*, *alienus*, *neglectus*, *paralienus*. Les trois dernières se ressemblent beaucoup morphologiquement et nécessitent une confirmation moléculaire de leur identité. Toutes les *Lasius* brunes sont les compétiteurs principaux de *L. neglectus*.

- *Plagiolepis* : l'espèce majoritaire est *vindobonensis*, mais *pygmaea* n'est pas exclue dans la région.
- *Tapinoma* : trois espèces sont présentes *ambiguum*, *nigerrimum* et *erraticum*.
- *Tetramorium* : les espèces sont identifiables seulement par séquençage (Schlick-Steiner, 2006) et dont un certain nombre n'ont que des noms temporaires. L'espèce *E* est plus fortement attendue car elle est la plus fréquente en zones urbaines et péri-urbaines d'après des études précédentes ; il s'agit d'une espèce invasive aux Etats Unis. D'autres espèces comme *T. spU2*, *T. moravicum* et *forte* peuvent également être présentes. Elles ne seront pas déterminées pour ce rapport.

C. Campagne d'échantillonnages :

Deux campagnes ont déjà été réalisées en 2009 et 2010.

Cette année le travail de terrain s'est déroulé en deux sessions : du 25/03 au 15/06 par une équipe de 5 personnes et du 15/06 au 31/07 par une équipe de 15 personnes.

D. Méthodes d'échantillonnages :

Les échantillonnages sont effectués quand il ne pleut pas et que la température se situe entre 20 et 28°C.

4. Recherches de nids et de pistes : les Trajets :

Deux types de trajets sont réalisés, les trajets en ville (qui se font à pied) et les trajets en voiture. Il s'agit d'effectuer un parcours en s'arrêtant à intervalles plus ou moins réguliers (environ 200 mètres en ville et 500 mètres en voiture) dans des endroits propices aux fourmis. Les prélèvements sont ensuite effectués par recherche des nids au sol et des pistes dans les arbres ou au sol.

Les trajets sont définis par avance à l'aide de Google Earth. Pour les trajets en ville il s'agit essentiellement d'éviter les points déjà échantillonnés et repérer quelques points potentiellement intéressants à l'aide des photos aériennes et confirmées par Google Street View. Pour les trajets en voiture les points sont plus précisément définis à l'avance (par les images satellites) car le lieu doit, en plus d'être propice aux fourmis, offrir la possibilité de se garer. Les points réellement échantillonnés sont choisis par les équipes une fois sur place. Sur

les lieux une personne note les caractéristiques du milieu, les espèces végétales présentes et prend des photos. Les deux autres recherchent les nids ou les pistes de *Lasius* et *Tetramorium* en commençant par les arbres que les *Lasius* affectionnent particulièrement jusqu'au bord des trottoirs où l'on trouve les *Tetramorium*. Tous les genres de fourmis rencontrés sont notés. Au minimum une dizaine d'ouvrières sont prélevées par nid ou piste par aspirateur à bouche (illustration en annexe 1), elles sont ensuite mises dans des tubes d'alcool à 70° bien séparées si elles ont été prise sur des nids ou des pistes différentes. Les prélèvements s'effectuent généralement sur 10m² en 10 minutes sur chaque point, que nous prolongeons à 15 si aucune *Lasius* ou *Tetramorium* n'a été trouvé. Les trajets sont composés de 12 à 16 points selon les lieux et le temps dont dispose l'équipe. Seuls les *Lasius* et *Tetramorium* sont systématiquement échantillonnés et rapportés au laboratoire pour identification.

Ce protocole est inspiré de Roura-Pascual *et al* (2009) qui utilisent des trajets en voiture pour étudier la répartition de la fourmi d'Argentine.

5. Méthode des appâts : les transects

Cette méthode d'échantillonnage a été utilisée lors des campagnes de 2009 et 2010. Il s'agit de déposer des appâts le long de transects pour attirer les fourmis (de toutes espèces) afin de distinguer les communautés présentes dans leur ensemble et de détecter la présence de *Lasius neglectus*.

Les sites sont choisis de la même manière que pour les trajets à l'aide Google Earth et Google Street View, en tenant compte des préférences environnementales de *Lasius neglectus*. L'échantillonnage des sites est réalisé par 4 personnes minimum (généralement 5). Cette méthode consiste à déposer des appâts tous les 4 mètres sur généralement 400 mètres. Les appâts sont composés de rillettes de saumon et de miel déposés sur un papier bristol de 3*3 cm ce qui permet d'attirer le plus large spectre de fourmis possible. Une demi-heure après la dépose du premier appât un premier passage est réalisé ; toutes fourmis présentes sur les appâts sont aspirées à l'aide d'un aspirateur à bouche. Elles sont ensuite placées dans des tubes contenant de l'alcool à 70° déposé à côté des appâts. Un deuxième passage est effectué une heure après le début du premier ce qui permet d'attraper les fourmis qui mettent plus de temps à arriver sur les appâts (elles sont placées dans les même tubes d'alcool que lors du premier passage).

Les strates arbustives et arborées sont échantillonnées tous les 4 mètres. Dans le cas où les arbres sont peu nombreux, l'ensemble des arbres est alors examiné. L'échantillonnage s'effectue pendant environ 10 minutes par arbuste et par arbre où toutes les fourmis sont aspirées et placées dans des tubes d'alcool (tous les tubes sont étiquetés du numéro de l'appât ou de l'arbre concernés).

Parallèlement, la composition botanique (description du paysage) du site ainsi que la mesure de la température et la prise de photos sont effectuées.

6. Botanique :

Pour chaque site (transects) et chaque point (trajets) la liste de toutes les espèces présentes est notée ; les espèces inconnues sont ramenées au laboratoire dans des sacs de congélation et conservées au frigo. Elles sont ensuite soit identifiées à l'aide de flores soit confiées à un spécialiste.

E. Identification :

Les fourmis sont identifiées à l'espèce (sauf les *Tetramorium*, *Tapinoma*, *Temnothorax* et *Solenopsis*), à l'aide de clef d'identification basée sur la clef de B. Seifert (2007) et d'une loupe binoculaire (grossissement jusqu'à x240 si nécessaire). L'observation se fait sur des individus secs. Les identifications ont été réalisées par l'ensemble des stagiaires et vérifiées par Bernard Kaufmann, Jérôme Gippet, Theotime Colin, Thibault Morel-Journal, Charles Lauvergne et moi-même. Les *Lasius neglectus* sont systématiquement vérifiées par séquençage ainsi que les *Lasius paralienus* et *Lasius alienus* qui sont morphologiquement les espèces les plus proches de *Lasius neglectus*. Les extractions de l'ADN et l'amplification la région de l'ADN mitochondrial de la cytochrome oxydase subunité 1 (COI) qui établit une séquence d'environ 900 paires de bases sont réalisés au laboratoire. L'ADN amplifié est envoyé à l'entreprise Biofidal pour être séquencé. Les résultats reviennent sous format informatique. Les séquences sont comparées par « Blast » aux séquences existantes déposées dans Genbank et enregistrées dans le logiciel « Seaview ». Les protocoles sont joints en annexe 2.

F. Conservation des échantillons :

Les fourmis sont placées dans des tubes d'alcool à 70° sur le terrain. Au laboratoire elles sont triées puis replacées dans de l'alcool propre à 70°. Après l'identification, l'alcool est remplacé par de l'alcool à 96° pour une conservation de longue durée.

G. Traitement des données :

1. Système d'information géographique :

Un SIG a été réalisé (avec le logiciel ArcGis version 10), incluant les renseignements pour tous les points des trajets :

- l'occurrence des espèces et genres de fourmis (*Aphaenogaster subterranea*, *Camponotus sp*, *Crematogaster scutellaris*, *Dolichoderus quadripunctatus*, *Formica sp*, *Hypoponera eduardii*, *Lasius alienus*, *Lasius brunneus*, *Lasius emarginatus*, *Lasius flavus*, *Lasius myops*, *Lasius neglectus*, *Lasius niger*, *Lasius paralienus*, *Lasius platythorax*, *Messor structor*, *Myrmica sp*, *Pheidole pallidula*, *Plagiolepis sp*, *Polyergus rufescens*, *Ponera sp*, *Solenopsis sp*, *Tapinoma sp*, *Temnothorax sp*, *Tetramorium sp*).
- l'occurrence des fourmis est utilisée pour établir un indice de diversité des genres. Seuls les genres facilement reconnaissables à l'œil sur le terrain et généralement détectables à chaque point sont sélectionnés. Il s'agit de : *Aphaenogaster*, *Crematogaster*, *Formica*, *Lasius*, *Messor*, *Pheidole*, *Plagiolepis*, *Tapinoma*, *Tetramorium*. Un indice sur 9 est ainsi obtenu ; un point qui obtient la valeur de 3, par exemple, est un point pour lequel 3 de ces genres sont présents (cette information est présente sous ArcGis).
- l'occurrence de certaines espèces végétales (*Ailanthus altissima*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Betula sp*, *Fallopia sp*, *Fraxinus excelsior*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia sp*).

Une couche Corine Land Cover 2006 (téléchargée sur <http://sd1878-2.sivit.org/>) est utilisée pour attribuer un code à chaque point. Ce code correspond au type d'utilisation du sol dans le polygone (zone) où se situe le point (annexe 3).

Chaque point est placé dans une catégorie qui définit le type d'habitat dans lequel les prélèvements de fourmis ont été effectués. Cette codification se fait à l'aide des photos prises sur le terrain et de Google Earth. Les catégories et les définitions sont présentées dans le

tableau 1. Il n'existe pas à l'heure actuelle de classification standardisée des habitats biocompatibles en milieux urbains et péri-urbains. Nous avons donc choisi des catégories reflétant la réalité du terrain et tenant compte à la fois des caractéristiques botaniques (arboré vs non arboré, espaces verts vs linéaire), spatiales (linéaires vs espaces verts, espaces verts de surfaces différentes, ronds-points isolés par de la route vs espaces verts) et de fréquentation par les véhicules (parkings vs espaces verts). Pour les fourmis, ces différents habitats devraient se traduire en communautés différentes, par exemple, un espace vert doit être arboré pour accueillir des espèces comme *Crematogaster scutellaris* ou *Lasius emarginatus*, et un espace vert de très petite taille ne sera pas colonisé par des *Formica*.

2. Analyses statistiques

L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) est réalisé avec le logiciel R 2.13.1.

Les autres analyses sont effectuées avec le logiciel Microsoft Excel 2010. Les courbes d'accumulation ont été produite avec le logiciel Estimates 8.2 (Colwell, 2009).

Code	Nom	Définition	Nombre	Proportions (%)
ZD	zones de dépôts	zone d'apports/exports de sol, gravats ou détritiques récents	25	3.13
PA	parkings	zone caractérisée par de nombreux micro espaces verts espacés par des zones de circulation et de parking	67	8.38
RP	rond-points	rond-points de circulation routière	19	2.38
BE	berges	berges aménagées des fleuve (Rhône) et rivière (Bourbre)	36	4.5
LR	linéaire routier	bande étroite (<10m de large) accolée au linéaire routier	86	10.76
LA	linéaire routier arboré	bande étroite (<10m de large) accolée au linéaire routier, incluant des arbres	101	12.64
EV0	micro espaces verts sans arbres	espaces verts de surface inférieure à celle d'un cercle de 10m de rayon ou avec une largeur inférieure à 5m	18	2.25
EV1	micro espaces verts arborés	espaces verts de surface inférieure à celle d'un cercle de 10m de rayon, ou avec une largeur inférieure à 5m, avec des arbres	138	17.27
EV2	petits espaces verts	espaces verts de surface comprise entre celle de cercles de 10m et de 20m de diamètre, avec une largeur minimale de 5m	150	18.77
EV3	espaces verts moyens	espaces verts de surface comprise entre celle de cercles de 20m et de 50m de diamètre, avec une largeur minimale de 10m	111	13.89
EV4	grands espaces verts	espaces verts de surface supérieure à celle d'un cercle de 50m de diamètre, avec une largeur minimale de 25m	39	4.88
BO	bois	espaces boisés de surface supérieure à celle de cercle de 50m de diamètre, avec une largeur minimale de 25m	9	1.13
			799	100

Tableau 1 : règles utilisées pour la codification des habitats. La colonne « nombre » donne le nombre de points présents dans chaque catégorie et la proportion le pourcentage que ce nombre représente.

III. Résultats

A. Effort d'échantillonnage :

L'étude de l'invasion combinée plante-fourmis a débuté en 2008 par des trajets en voiture qui se faisaient uniquement sur les sites de Renouées, elle a continué en 2009 par 20 transects, puis en 2010 par 32 transects et enfin cette année 19 transects ont été réalisés ainsi que 276 points de trajets en ville et 523 points de trajets en voiture - au total 799 points, les deux types de trajets confondus (dans la suite du rapport nous ne ferons pas la différence entre les deux types de trajets car le protocole est comparable).

L'ensemble des prélèvements représente environ 100 000 fourmis.

En 2011, 21 demi-journées de travail de terrain ont été accomplies pour une équipe de 3 personnes pour les trajets en ville, 19 pour les transects (5 personnes), 51 pour les trajets en voitures (4 personnes). Ceci représente 2 mois et 10 jours entiers de travail pour une personne seule (Figure 2), sachant que le travail de terrain est difficilement réalisable à moins de 3 personnes, en particulier les transects.

L'identification et la vérification (manuelle et par la biologie moléculaire pour les *Lasius* du groupe *alienus*) de toutes les fourmis prélevées sur les trajets ont été réalisées. En revanche, le temps a manqué pour déterminer les échantillons des transects, sauf pour les résultats devant être communiqués à nos partenaires. C'est pourquoi les transects ne seront pas traités dans ce rapport excepté pour quelques points de *Fallopia sp* et *Lasius neglectus* qui ont déjà été vérifiés.

B. Caractérisation des milieux rencontrés lors des échantillonnages :

Tous les échantillonnages se sont fait entre 135 et 370 mètres d'altitude. La couche de Corine Land Cover utilisée sous Arc Gis nous a permis de placer nos points dans 17 types d'utilisation des sols différents, dont 407 dans le tissu urbain discontinu (code 112), 169 dans les Zones industrielles et commerciales (code 121), 78 dans les Terres arables hors périmètres d'irrigation (code 211) et 36 dans le Tissu urbain continu (code 111). 4 autres types contiennent entre 12 et 27 points, ensuite on passe à moins de 10 avec plusieurs points isolés dans une catégorie à part (Figure 3 pour la représentation sur carte, pour la représentation graphique et l'annexe 1 montre la classification de l'ensemble des points).

Présentation de l'effort d'échantillonnage total

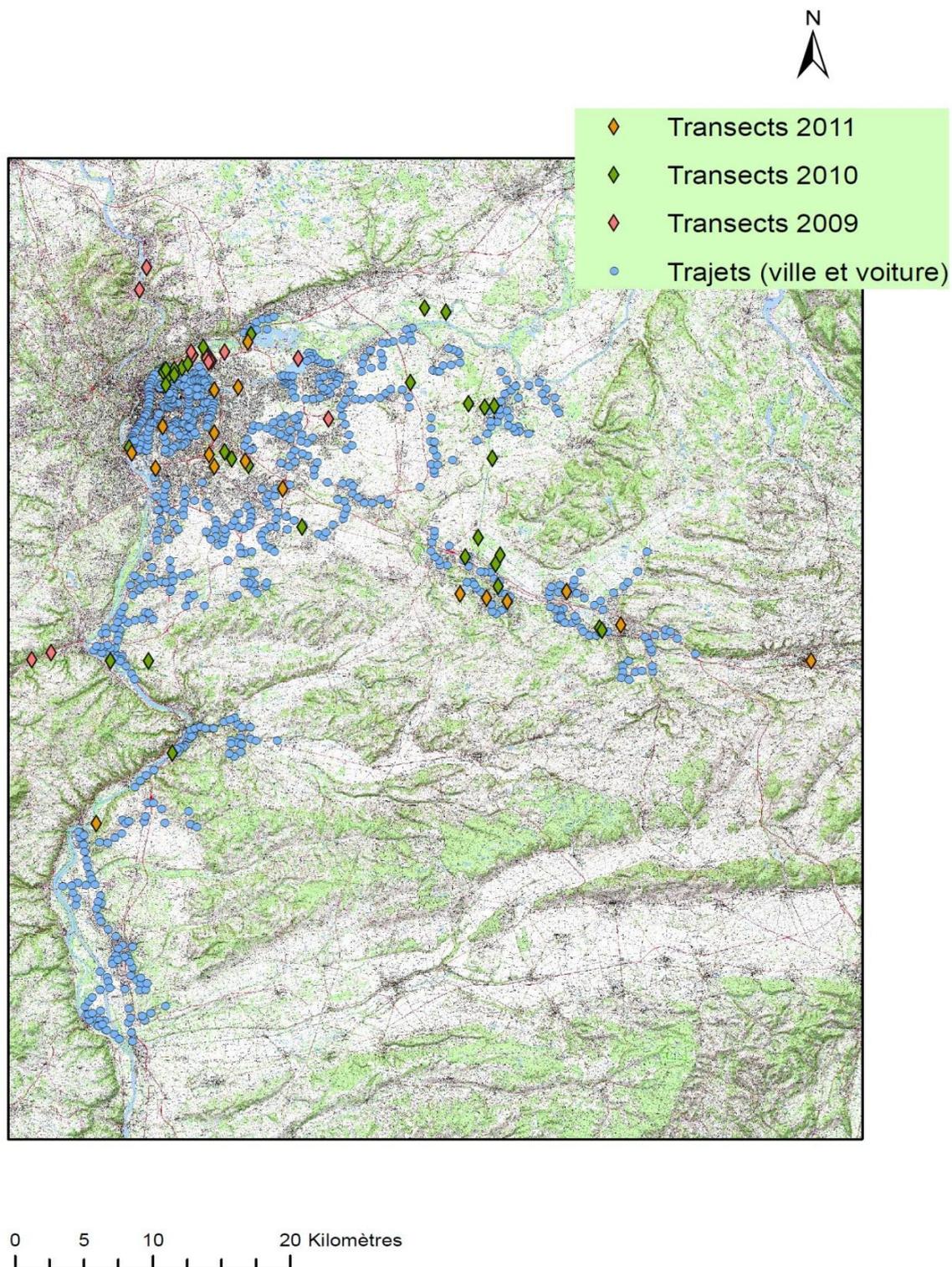


Figure 2 : représentation de l'effort d'échantillonnage total.

Nous avons finalement regroupé les habitats en 7 classes (les codes 122, 123, 131, 133 sont regroupés, ils représentent les infrastructures, ainsi que les codes 211, 222, 231, 242, 243 qui représentent les surfaces agricoles et enfin les codes 311, 313, 322, 324 qui représentent les forêts).

La codification des habitats nous donne les résultats suivants : 150 points ont été effectués dans les petits espaces verts, 138 dans les micro-espaces verts arborés, 111 dans les espaces verts moyens et 101 dans le linéaire routier arboré. Dans les autres catégories nous passons sous la centaine (Tableau 1).

Un tableau croisé entre la codification de l'habitat et le type d'utilisation des sols est réalisé (tableau 2, simplification des codes CORINE LC dans le Tableau 3). La grande majorité des points se situent dans du tissu urbain discontinu, dont 12.14% se trouvent dans des micro-espaces verts arborés, 10.26% dans de petits espaces verts, 8.14% dans des espaces verts moyens et 5.63% dans des parkings.

C. Botanique :

Les seules espèces prises en compte dans les analyses sont les espèces invasives : *Fallopia sp*, *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima* et *Ambrosia artemisiifolia*, ainsi que *Tilia sp* et *Fraxinus excelsior* qui possèdent des nectaires extra floraux *Betula sp* qui abritent fréquemment des pucerons. Nous retrouvons *Robinia pseudoacacia* sur 109 points et *Tilia sp* sur 95. *Fallopia sp* ainsi que *Fraxinus excelsior* sont retrouvés sur 83 points (Tableau 4). Les renouées et les ailanthes sont donc relativement peu répandues (<10%) dans notre échantillonnage.

D. Fourmis :

Les occurrences des fourmis échantillonnées sont présentées dans le tableau 5. *Lasius niger* ainsi que *Tetramorium sp* sont les fourmis les plus répandues (présentes sur 584 et 583 points respectivement), sur l'ensemble de la zone d'étude. Les *Formica sp* sont également bien représentées en apparaissant sur 407 points. Enfin *Lasius neglectus* a été trouvé sur 49 points (tableau 5). Elles semblent moins présentes en ville.

Une carte de la répartition des *Lasius* les plus proches de *neglectus* (*alienus* et *paralienus*) a été réalisée (figure 6). Nous pouvons constater que *Lasius neglectus* est bien présent le long du Rhône ; *Lasius alienus* quant à lui est distribué sur toute la surface de la zone

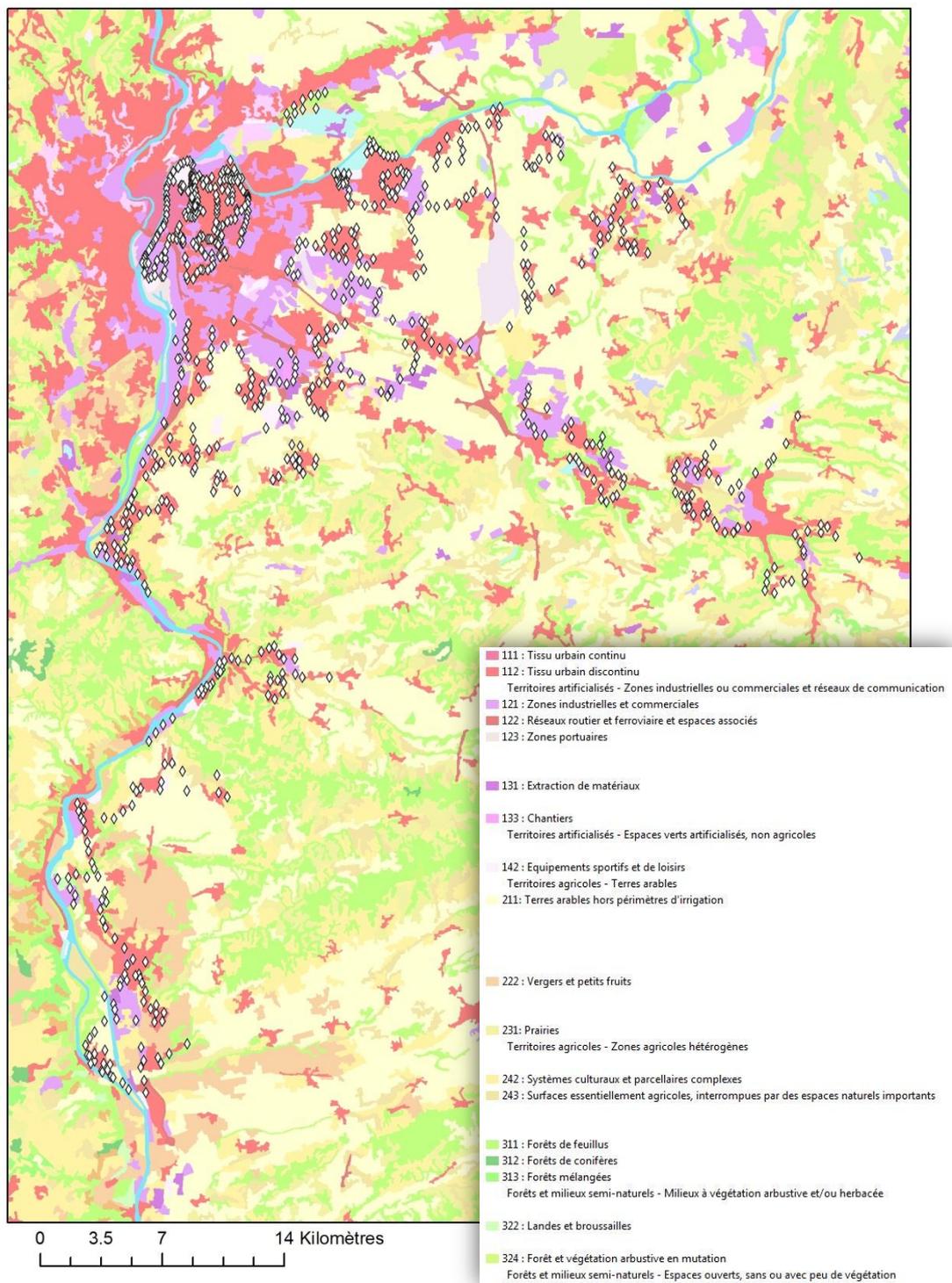


Figure 3 : représentation des points échantillonnés sur fond de Corine Land Cover.

échantillonnée mais semble être moins présent en ville et dans la vallée de la Bourbre ; contrairement à *Lasius paralienus* qui se trouve majoritairement à cet endroit. La répartition de *Lasius neglectus* seule est présentée figure 7, les points antérieurs à 2011 ont été ajoutés. L'impression d'un couloir le long du Rhône est encore renforcée. La répartition de *Lasius neglectus*, *Lasius niger* et *Lasius emarginatus* se trouve figure 8.

Les autres espèces et genres sont distribués partout dans la zone d'étude. Nous pouvons noter que *Crematogaster scutellaris* ainsi que *Pheidole pallidula* se trouvent beaucoup plus dans le sud et la vallée du Rhône. *Messor structor* quant à lui semble être plus présent en ville (figure 9). La répartition individuelle de chaque espèces et genre et se trouve en annexe 4.

L'indice de diversité des genres (détaillé dans le matériel et méthodes) est présenté figure 10. Il apparait clairement que la diversité est bien moins importante en ville, à l'intérieur du cercle délimité par le Rhône et le périphérique, et semble plus importante dans la vallée du Rhône. Les courbes d'accumulations réalisées par type d'occupation du sol (figure 1) nous montrent que la diversité atteint un plateau pour les types d'occupations du sol suivants: tissu urbain discontinu, zones industrielles et commerciales et terres agricoles. La diversité est très faible pour ce qui est des infrastructures et elle est clairement sous-échantillonnée dans les différents types de forêt.

E. Interactions entre *Lasius neglectus* et les végétaux :

Les interactions entre *Lasius neglectus* et *Fallopia sp* sont présentées figure 12 (les données antérieures aux trajets ont été utilisées) ; nous constatons que les points où les deux espèces sont présentes sont relativement peu nombreux (14 points). *Lasius neglectus* semble longer le Rhône alors que *Fallopia sp* semble préférer la Bourbre. Les interactions avec les autres espèces se trouvent dans le tableau 6 (ici les données antérieures ne sont pas utilisées). *Lasius neglectus* ne parait pas particulièrement plus associé à une espèce ou à une autre.

F. Analyses statistiques :

Une ACM (Analyse des Correspondances Multiples) a été réalisé à l'aide de R 2.13.1 et de la « Library ade4 ». Les valeurs utilisées sont la présence / absence de l'ensemble des genres et espèces (fourmis et végétaux) décrits plus haut ainsi que les codes Corine Land Cover et la codification des habitats (annexe 5). *Messor structor*, *Pheidole pallidula*, *Crematogaster scutellaris*, *Lasius emarginatus* se trouvent préférentiellement dans les habitats naturels

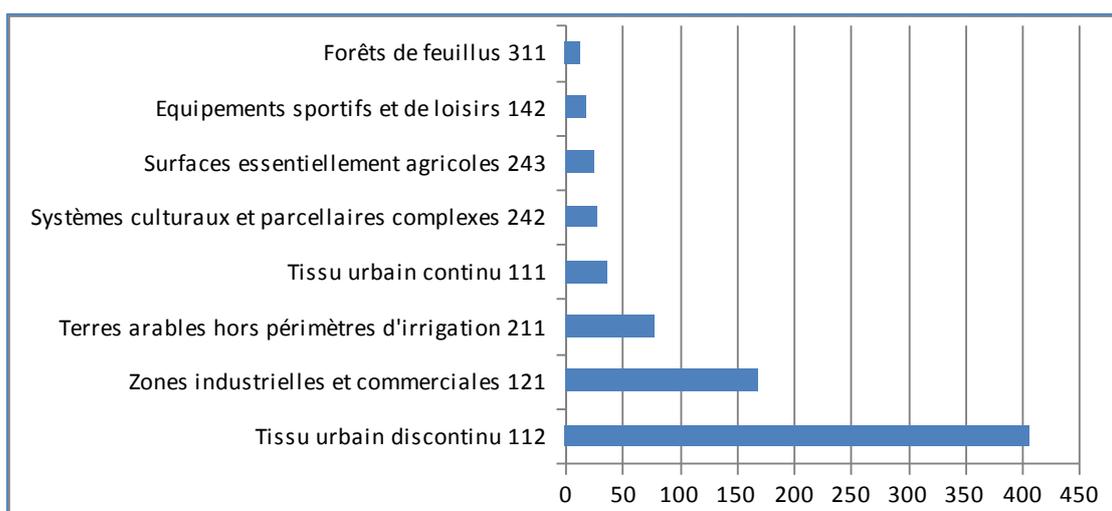


Figure 4 : répartition des points d'échantillonnages dans les types d'utilisations des sols.

Tableau 2 : tableau croisé entre la codification des habitats et des codes Corine Land Cover. Les résultats sont en pourcentages (le total des points étant 799).

	BE	BO	EVO	EV1	EV2	EV3	EV4	LA	LR	PA	RP	ZD	
A	1.38	0.00	0.00	2.00	0.63	0.13	0.25	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	4.51
B	1.38	0.13	1.38	10.26	12.14	8.14	2.63	3.50	3.75	5.63	0.88	1.13	50.94
C	1.25	0.13	0.38	4.26	3.00	3.13	0.88	3.25	2.38	1.13	0.63	0.75	21.15
DEFG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.13	0.50	1.00	0.13	0.00	0.00	2.00
H	0.25	0.00	0.00	0.38	0.25	0.38	0.63	0.13	0.00	0.13	0.13	0.00	2.25
IJKLM	0.25	0.38	0.38	0.38	2.25	2.13	0.38	4.26	3.38	1.00	0.75	1.25	16.77
NPQR	0.00	0.50	0.13	0.00	0.13	0.25	0.00	1.00	0.25	0.13	0.00	0.00	2.38
	4.51	1.13	2.25	17.27	18.65	14.14	4.88	12.64	10.76	8.26	2.38	3.13	100.00

Tableau 3 : correspondance entre les codes Corine Land Cover et notre notation.

111	112	121	122	123	131	133	142	211	222	231	242	243	311	313	322	324
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	R	P	Q

Tableau 4 : occurrence des différentes espèces végétales utilisées dans l'analyse.

<i>Ailanthus altissima</i>	39
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	50
<i>Betula sp</i>	57
<i>Fallopia sp</i>	83
<i>Fraxinus excelsior</i>	83
<i>Robinia pseudoacacia</i>	109
<i>Tilia sp</i>	95

(forêts mélangées, landes et broussailles) à l'instar d'*Ailanthus altissima*. Les *Fallopia sp* et les *Tapinoma sp* se retrouvent dans les zones perturbées (chantier, dépôts de matériaux, bords de route). *Aphaenogaster subterranea* quant à elle est dans les milieux intermédiaires (plus agricole). L'analyse réduite est plus claire, nous l'avons limitée aux espèces de *Lasius*, à *Fallopia sp*, *Robinia pseudoacacia* et aux typologies des habitats (figure 13). *Lasius niger* et *paralienus* se retrouvent partout. *Lasius alienus* et *Robinia pseudoacacia* semblent attirés par des habitats plutôt naturels (forêts). *Lasius neglectus* se trouve un peu partout avec une tendance à rejoindre *Fallopia sp* dans des habitats perturbés type bords de route, zone de dépôts et chantiers.

Des tests du chi 2 ont été réalisés sur les tableaux de contingence de la répartition des occurrences dans les catégories d'occupation du sol (CORINE le simplifiée, voir plus haut), en prenant comme distribution théorique les proportions d'occupation des sols de nos points. Les tests ne sont significatifs ($p < 0.01$) que pour *Lasius emarginatus*, *Formica spp.*, *Tapinoma spp.*, et *Plagiolepis spp.* Pour les trois premières le tissu urbain continu semble défavorable, et les zones agricoles plus favorables ; pour les *Plagiolepis*, le tissu urbain discontinu est favorable, et les zones agricoles défavorables. Pour *L. neglectus* rien de significatif, mais une tendance à être plus rare en zone agricole, et plus fréquente en zones d'infrastructures.

Tableau 5 : occurrence des différents genres et espèces de fourmis.

<i>Aphaenogaster subterranea</i>	27
<i>Creumatogaster scutellaris</i>	55
<i>Formica sp</i>	402
<i>Messor structor</i>	62
<i>Pheidole pallidula</i>	44
<i>Plagiolepis sp</i>	121
<i>Tapinoma sp</i>	170
<i>Tetramorium sp</i>	583
<i>Lasius alienus</i>	132
<i>Lasius brunneus</i>	23
<i>Lasius emarginatus</i>	105
<i>Lasius neglectus</i>	47
<i>Lasius niger</i>	584
<i>Lasius paralienus</i>	47
<i>Lasius platythorax</i>	7

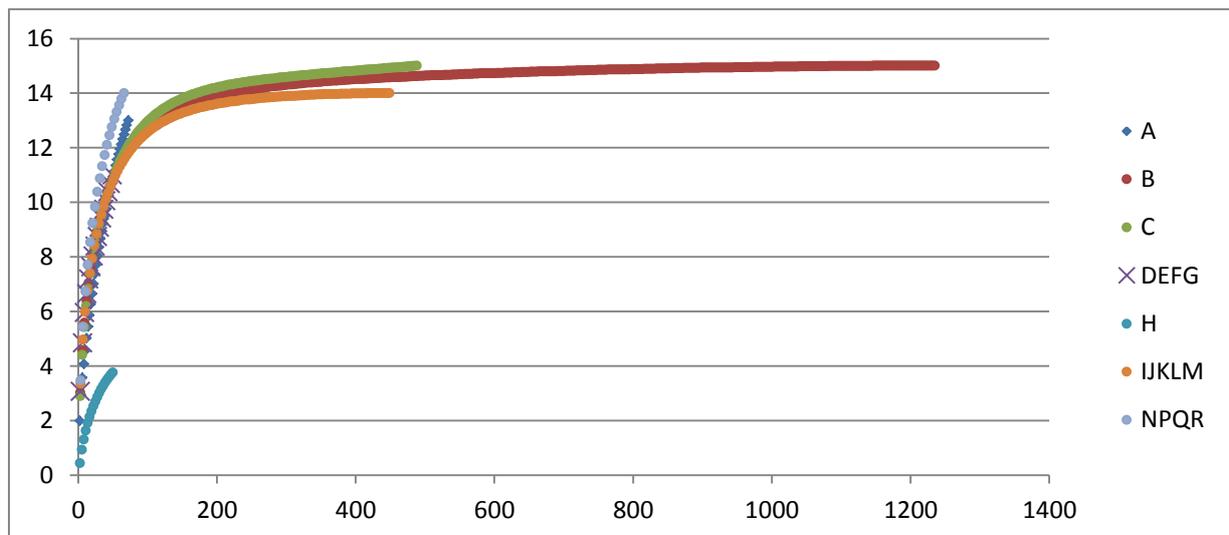


Figure 11 : courbes d'accumulations par type d'occupation des sols.

Tableau 6 : cooccurrences entre *Lasius neglectus* et certaines espèces végétales.

	<i>Fallopia sp</i>	<i>Tilia sp</i>	<i>Robinia sp</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>
Cooccurrences avec <i>Lasius neglectus</i>	6	4	8	9
Somme des occurrences de la plante et de <i>Lasius neglectus</i>	118	134	140	112
Rapport	0.07228916	0.04210526	0.0733945	0.108433735

Répartition des différentes espèces de *Lasius*.

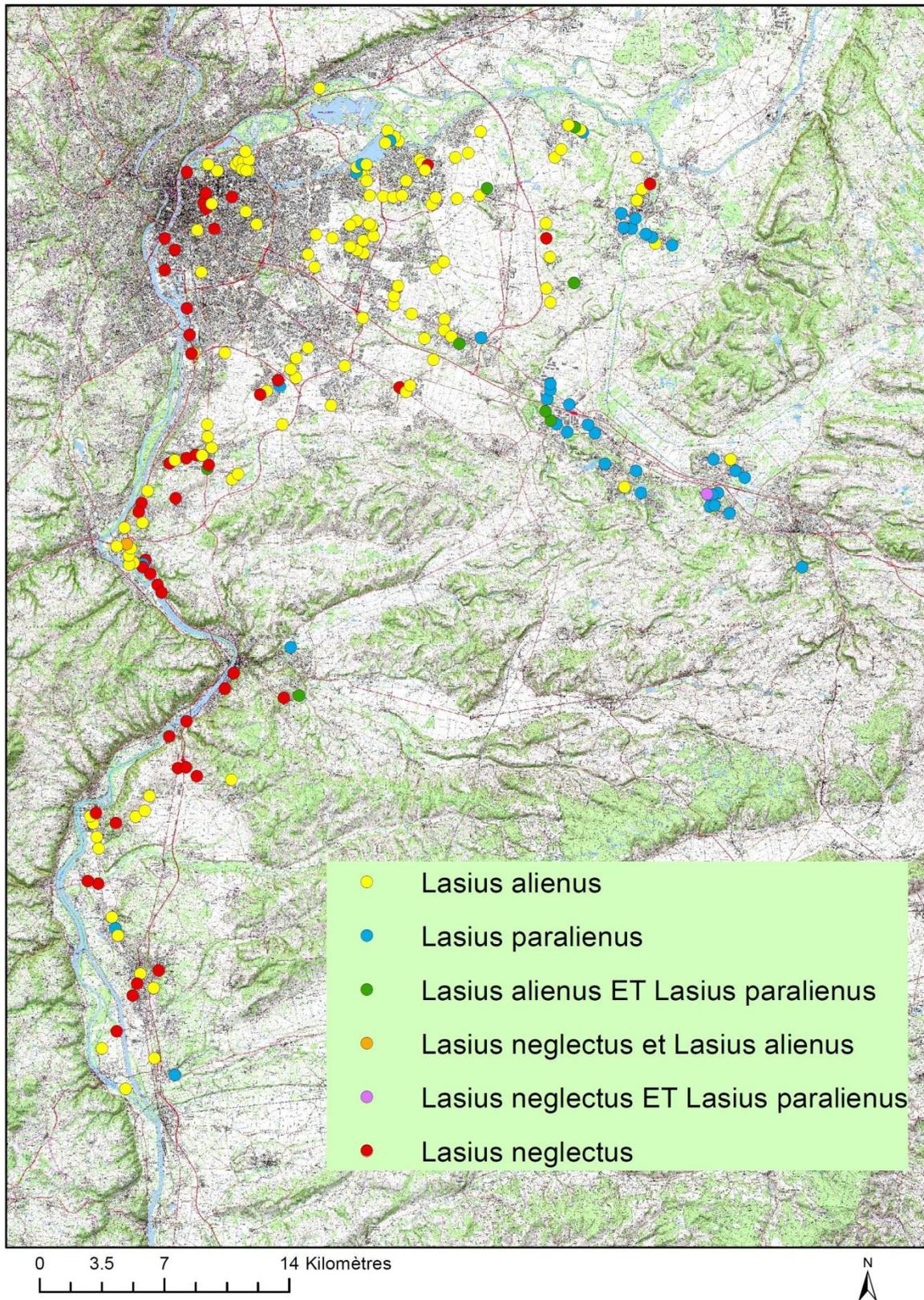


Figure 6 : représentation de la répartition des différentes espèces de *Lasius*, mise en évidence des cooccurrences.

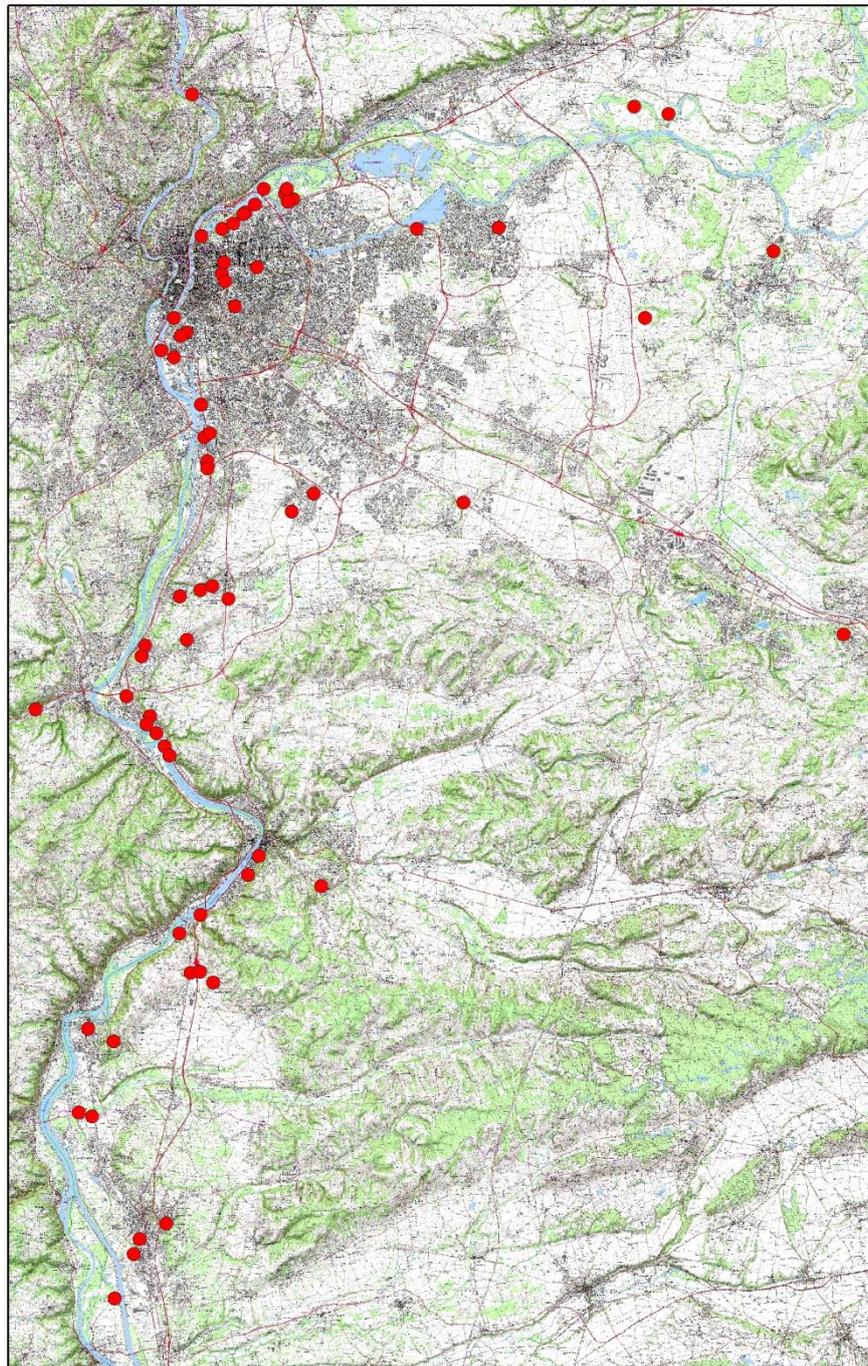


Figure 7 : répartition des 68 points occupés par *Lasius neglectus*, échantillonnés ces trois dernières années

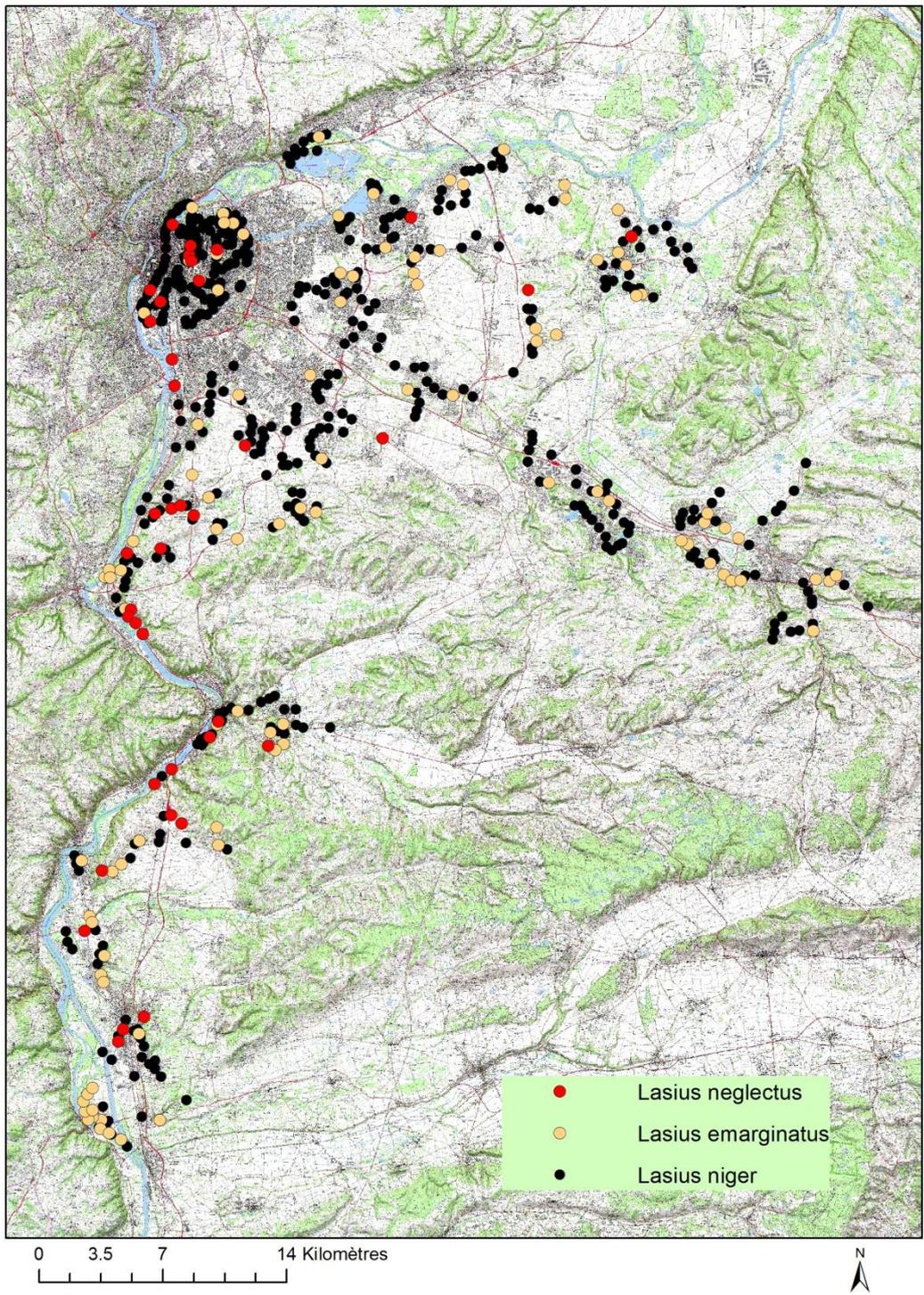


Figure 8 : représentation de la répartition de *Lasius neglectus*, *Lasius emarginatus* et *Lasius niger*.

Répartition des principaux genres rencontrés.

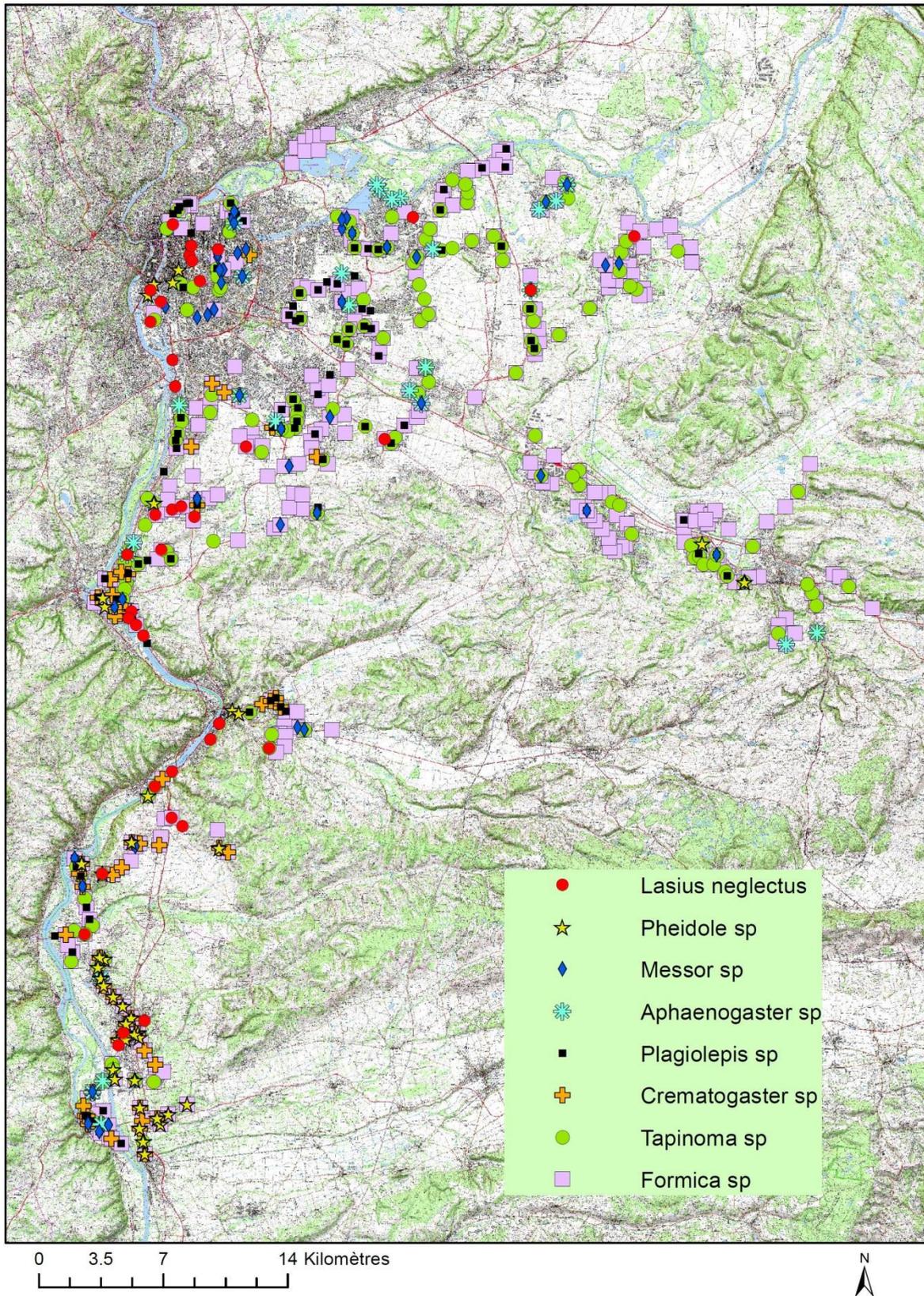


Figure 9 : répartition des genres rencontrés avec *Lasius neglectus*.

Diversité des genres rencontrés sur les trajets.

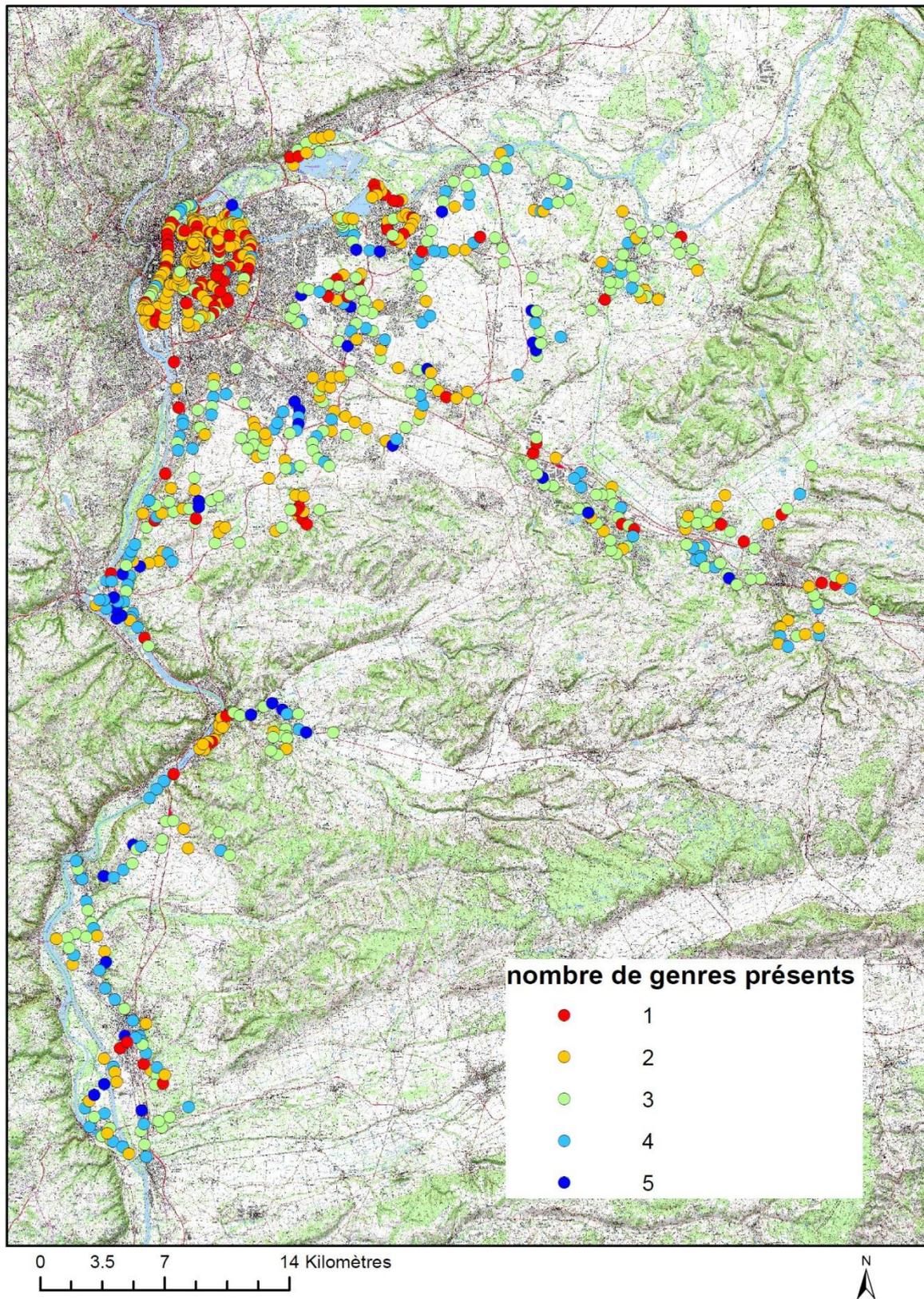


Figure 10 : représentation de l'indice de la diversité des genres.

Interactions entre *Lasius neglectus* et *Fallopia* sp.

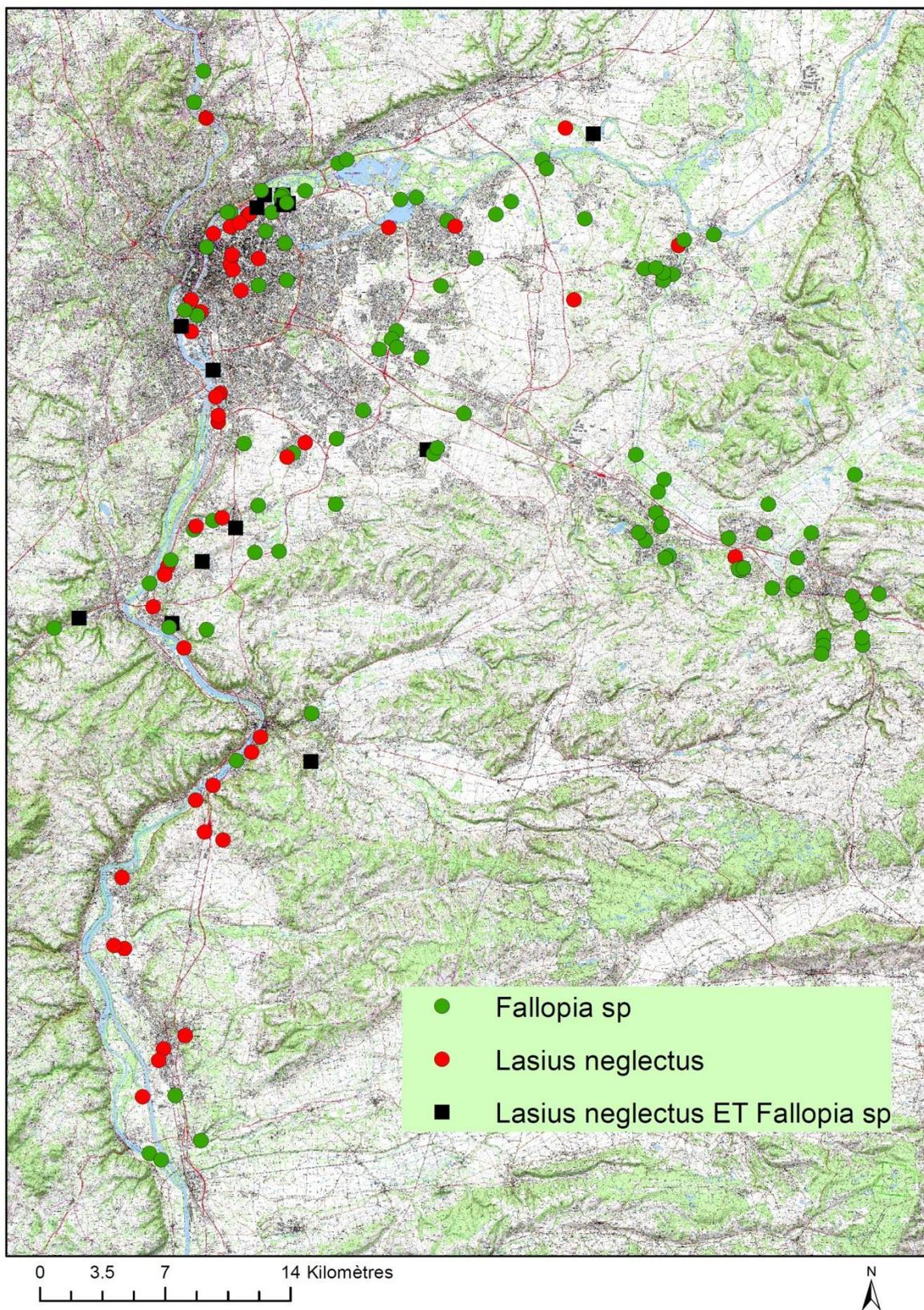


Figure 12 : Cooccurrence de *Lasius neglectus* et *Fallopia* sp.

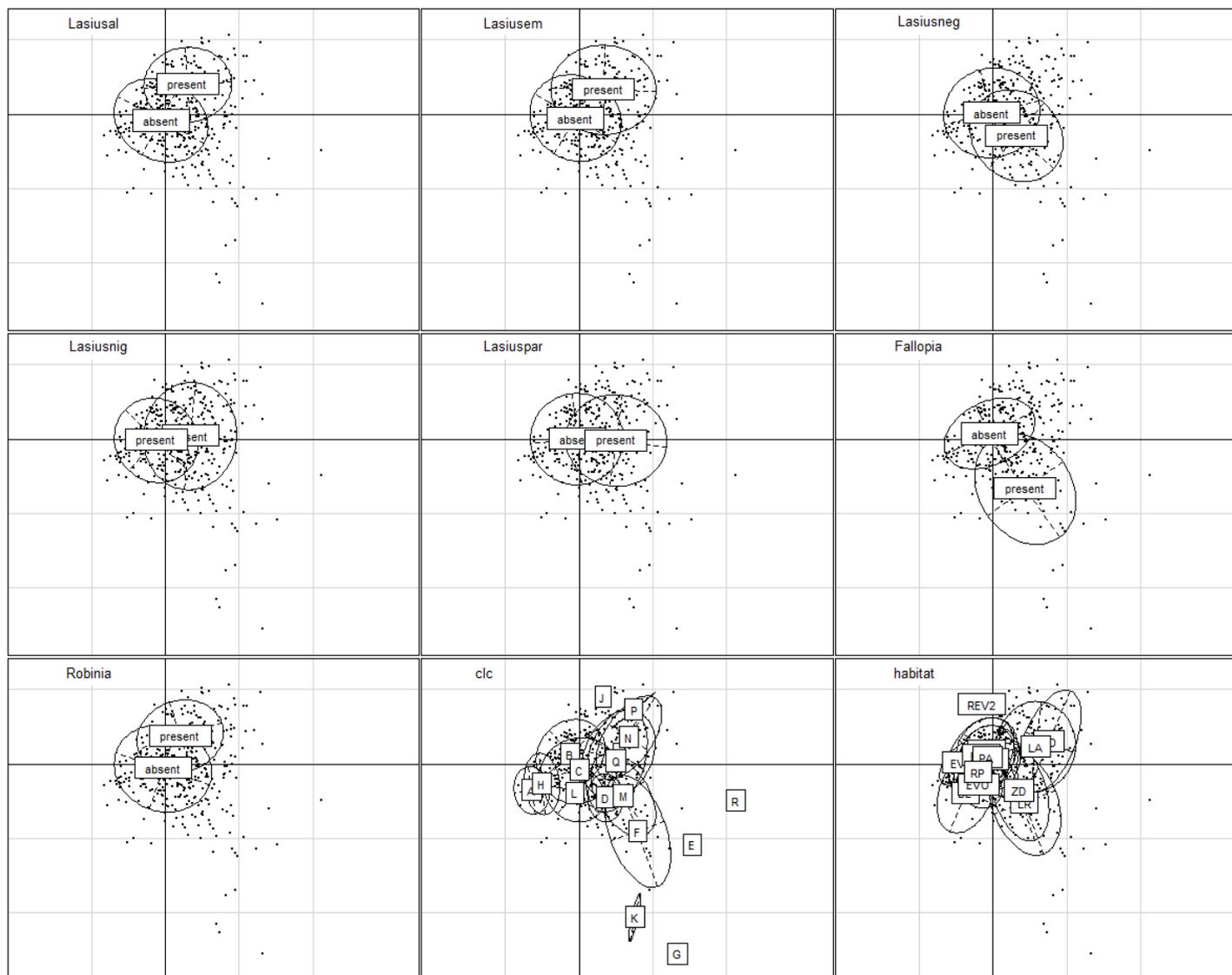


Figure 13 : représentation de l'ACM réduite. Seuls les noms de genre (que ce soit pour les fourmis ou les végétaux) apparaissent en légende. Pour les espèces de *Lasius* : Lasiusal correspond à *Lasius alienus*, Lasiusem à *Lasius emarginatus*, Lasiusneg à *Lasius neglectus*, Lasiusnig à *Lasius niger* et Lasiuspar à *Lasius paralienus*. Clc représente les codes de Corine Land Cover et habitat la codification des habitats. Eigenvalues montre la valeur des valeurs propres utilisées pour définir les axes de l'analyse.

IV. Discussion

Lasius neglectus a déjà été découverte à travers l'Europe de manière très dispersée, à ce jour 154 populations sont répertoriées (Espadaler, 2011). Notre étude, a été menée à une échelle locale ce qui nous a permis de découvrir 68 nouvelles populations. Cela représente à l'échelle européenne 28.7% des présences de *Lasius neglectus* connues. Pourtant, elle n'occupe que 5.8% de l'échantillonnage qui a été réalisé cette année, ce qui est particulièrement faible comparé à *Lasius niger*, par exemple, qui est retrouvée sur 73% des points.

Lasius neglectus est répartie principalement le long du Rhône et très peu dans la vallée de la Bourbre (figure 8). Pour essayer d'expliquer cette répartition nous avons décrit le paysage de deux façon différentes, par Corine Land Cover et la codification de l'habitat. La première donne les différents types d'utilisations des sols et la seconde décrit comment est perçu le micro habitat dans lequel sont prélevées les fourmis, en essayant de prendre en compte la surface utilisable pour ces dernières. L'ACM montre que ces deux façons d'appréhender l'habitat n'expliquent pas la répartition de *Lasius neglectus* qui semble s'adapter à tous types de milieux, même si une légère tendance à être plus présente dans des zones très perturbées (infrastructures du code CORINE, zones de dépôts de nos habitats).

Avec les données dont nous disposons nous ne pouvons pas conclure sur la véritable influence du fleuve sur *Lasius neglectus*. En effet, la présence de celui-ci peut avoir une influence directe comme un micro climat ou un taux d'humidité particulier. Mais il peut également avoir un effet indirect par les infrastructures qui sont construites le long de son cours. Il faut rappeler que la dispersion de *L. neglectus* se fait uniquement par transport de matériel par l'Homme. L'autoroute et la nationale qui longent cette vallée, sont les seules voies d'accès au sud de la France et à la méditerranée, qui sont les destinations largement privilégiées de tous les touristes venus du nord (Paris, Allemagne, Pays bas...). Le trafic des camions est également très dense, ceux-ci traversent le pays (notamment jusqu'en Espagne où se trouvent des populations de *Lasius neglectus*), ils transportent toutes sortes de marchandises et font des arrêts dans toute la vallée du Rhône. Enfin, le trafic sur le fleuve avec la circulation de péniches peut également avoir un impact. La vallée de la Bourbe est beaucoup moins fréquentée ce qui pourrait expliquer pourquoi *Lasius neglectus* n'y est pas présente.

L'interaction avec les végétaux est également très faible, la fourmi invasive ne semble avoir d'association privilégiée pour aucun d'entre eux y compris pour *Fallopia sp* (tableau 6). Cette dernière se développe beaucoup plus dans la vallée de la Bourbe que dans la vallée du Rhône,

contrairement à *Lasius neglectus*. Cela s'explique par l'ACM qui montre clairement que cette espèce vit préférentiellement dans des zones perturbées et de dépôts qui sont plus présentes dans la vallée de la Bourbe. *Lasius neglectus* montre également légèrement cette tendance mais elle n'est pas confirmée par nos résultats.

Tout cela nous conduit à la conclusion qu'il n'y a pas d'explications simples à la répartition de *Lasius neglectus*. Si nous comparons nos observations avec les résultats de Roura-Pascual *et al* (2010), qui nous ont inspiré notre protocole, nous remarquons que nous avons beaucoup moins de points avec *Lasius neglectus* qu'eux avec la fourmi d'Argentine. Cela s'explique par la différence au niveau du matériel biologique, c'est-à-dire la morphologie des fourmis. En effet, la fourmi d'Argentine ne ressemble à aucune autre, elle est identifiable directement sur le terrain, les prélèvements ne sont donc pas obligatoires. Le travail de terrain et d'identification est donc considérablement allégé par rapport à notre protocole, ce qui explique la taille de leur échantillonnage, diminuant d'autant la valeur des comparaisons entre les deux études.

En ce qui concerne les autres fourmis, *Lasius niger* et *Tetramorium sp* composent la plus grande partie de notre échantillonnage. Nous observons sur le terrain que *Tetramorium sp* vit généralement dans les fissures des trottoirs, les endroits très secs qui ne conviennent pas à *Lasius neglectus*. Nous pouvons noter 31 cooccurrences entre ces deux espèces qui semblent bien se tolérer. Nous pouvons ajouter que *Tetramorium sp* est certainement sous échantillonné car il cesse d'être actif si les conditions météorologiques ne lui conviennent pas (si le temps est orageux par exemple), et son spectre de tolérance est beaucoup plus faible que celui des *Lasius* (observations personnelles). Par contre, comme le montre les figures 6 et 7, les autres *Lasius* sont répartis de façon à peu près semblable à *Lasius neglectus* et sont retrouvées très souvent (tableau 5). Pourtant, les cooccurrences entre la fourmi invasive et *Lasius niger* sont peu nombreuses (16), c'est le même cas pour *Lasius emarginatus* (seulement 6), une seule cooccurrence avec *Lasius alienus* et *Lasius paralienus* sont observées. Comme *Lasius neglectus* n'a été la seule espèce trouvée que sur 3 points (sur les 47), ces observations laissent penser que les autres *Lasius* sont certainement les plus grands compétiteurs de la fourmi invasive. Comme nous l'avons vu dans la partie bibliographie le plus grand ennemi des fourmis est généralement les autres fourmis ; les autres espèces de *Lasius* peuvent donc possiblement limiter son invasion en particulier *Lasius niger* et *Lasius emarginatus* qui semblent partager les mêmes niches écologiques que *Lasius neglectus* (figure 6), alors que *Lasius alienus* et *Lasius paralienus* sont beaucoup plus retrouvées dans des zones moins

urbanisées. Les *Tapinoma sp* peuvent également être des compétiteurs pour *Lasius neglectus*, (seulement 12 cooccurrences). De plus, l'espèce *Tapinoma nigerrimum* est également une espèce envahissante, bien que d'origine plus proche (sud de Valence), agressive et polygyne et a été trouvée à une station de métro à Lyon sous la forme d'une super colonie recouvrant environ 3 hectares. Enfin *Crematogaster scutellaris* occupe également le même genre d'habitats et est retrouvée le long du Rhône (figure 9). Elle est généralement très dominante lorsqu'elle est présente, elle peut donc se révéler une compétitrice non négligeable (on note 2 cooccurrences).

Comme nous l'avons vu dans matériel et méthodes, l'échantillonnage ne s'est pas fait aléatoirement, nous avons choisis les lieux en fonction des préférences écologiques théoriques de *Lasius neglectus*. Nous n'avons ni prospecté ni les forêts, ni les collines, qui pourraient être des zones intéressantes comme le montrent les courbes d'accumulations (Figure 10). La fourmi invasive a été retrouvée plus souvent dans des grands parcs urbains (Schultz et Busch, 2009) ceux-ci ont été traités par les transects, dont l'analyse n'est pas terminée. Nous pouvons noter que *Lasius neglectus* est bien présente dans les grands parcs lyonnais : le parc de la Tête d'or, le parc de la Feysine, le parc de Gerland et dans les îles de Crépieux-Charmy. Les résultats des transects peuvent donc être forts intéressants, d'autant plus qu'ils fournissent une information différente qui permettra d'étudier *Lasius neglectus* au sein des communautés de fourmis et dans le paysage. Les ripisylves peuvent également être un habitat intéressant à étudier puisque *Lasius neglectus* a été retrouvée dans ce milieu dans les îles de Crépieux-Charmy, au parc de la Feysinne et en face de l'île du beurre (69 420 Tupin et Semons). Les zones naturelles ont également été sous échantillonnées mais nous ne nous attendons pas à trouver *Lasius neglectus* dans ce type d'habitat à par dans les zones d'accès aux sites en question. Pour cet aspect les marais de Charvas (communes de Pusignan et Villette d'Anthon) et de la Léchère (Commune de Tignieu-Jamezieu) ont été échantillonnés, leurs voies d'accès présentant en plus de fortes concentrations de renouées invasives ; aucun *L. neglectus* n'a été découvert.

Nous pouvons nous demander si notre protocole permet en seulement 10 minutes de détecter systématiquement *Lasius neglectus* et les autres espèces et genres dont nous avons tenu compte au cours des l'analyses. Pour cela des tests de détections pourraient être mis en place avant de continuer la méthode d'échantillonnage des trajets en envoyant les équipes sur les points déjà échantillonné et ainsi valider la méthode.

Pour terminer ce projet il faudrait tout d'abord identifier les échantillons provenant des transects. Ensuite, continuer le travail de cartographie qui a déjà été bien avancé avec notamment les fichiers de bases de toutes les données de terrains effectués à ce jour. Un travail de modélisation reste à faire pour pouvoir réaliser des cartes de prédiction de l'invasion. La modélisation par des facteurs environnementaux comme les températures et l'humidité (« climate-matching », Roura-Pascual, 2009) peuvent être à privilégier car ce sont les variables qui ont le plus d'impact chez la fourmi d'Argentine. La concurrence avec les autres espèces peut également être intéressante à étudier comme nous l'avons vu plus haut, pour cela les résultats des transects seront indispensables. Pour arriver à ce résultat il faudra évidemment d'autres campagnes. Une meilleure estimation de la niche micro-climatique des *L. neglectus* reste aussi à réaliser : les températures et humidité du sol semblent très importants pour l'établissement des nids de nombreuses espèces de fourmis (Seifert, 2007) ; avec nos 62 populations localisées, un tel travail devient possible.

Certains habitats n'ont pas été explorés et pourraient se révéler riches en fourmis invasives : en particulier, les aires d'autoroutes, les pépinières ou encore les jardins des particuliers sont des pistes non négligeables. Cette dernière voie pourrait être d'autant plus intéressante que *Lasius neglectus* cause principalement des dommages dans les jardins (homoptères) et dans les maisons au niveau des câbles électriques ; la prospection dans les jardins privés reste difficile, et demande une participation active des communes. Pour continuer à étudier la répartition de *Lasius neglectus* il serait également judicieux de poursuivre les prospections le long du Rhône (habitat qu'elle semble préférer) et voir où se trouve la limite sud où elle entrera certainement en compétition avec la fourmi d'Argentine. Il serait également pertinent de déterminer l'état de nos colonies, c'est-à-dire si les 47 populations découvertes sont sous forme de super colonies ou non (notre protocole ne nous permet pas d'obtenir cette information), ce qui nous donnerait une idée de l'avancement de l'invasion et d'ainsi pouvoir plus précisément prévoir son évolution.

Pour une vision à plus grande échelle, comme au niveau régional, les zones les plus vulnérables à l'invasion se trouvent au niveau des vallées et des grands axes routiers ou de forts trafics.

Le potentiel élevé de nuisance de *L. neglectus* devrait inciter les acteurs locaux (Région, Conseils Généraux, Communes) à faire évaluer de façon plus précise les risques et les coûts entraînés par cette invasion. Il s'agit probablement plus de coûts supportés par les ménages

(envahissements de maison) et par la biodiversité que de coûts directs pour les collectivités, au seul bémol qu'une utilisation forte de pesticides (voir les conseils prodigués par Rey et Espadaler, 2004, pour éradiquer l'espèce, et qui demandent tout bonnement l'usage de produits en spray sur les arbres et les jardins, de manière répétée) aura des répercussions sur la qualité des eaux.

V. Bibliographie

Colwell, R. K. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.

Cremer S, Ugelvig LV, Drijfhout FP, Schlick-Steiner BC, Steiner FM, Seifert B, Hughes DP et al (2008) The evolution of invasiveness in garden ants. PLoS ONE 3:e3838. doi:10.1371/journal.pone.0003838.

Davis MA. 2009. Invasion Biology. Oxford Univ Press, Oxford, 244 p.

Holway DA, Lach L, Suarez AV, Tsutsui ND, Case TJ. 2002. The causes and consequences of ant invasions. Annual Review of Ecology and Systematics. 33, 181–233.

IUCN Red List of Threatened Species, 2008, <http://www.iucnredlist.org>.

Kaufmann B. 2010. Les fourmis en France à l'heure de la biodiversité. Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon, hors-série n°2 : 167-173.

Klotz J, Hansen L, Pospischil R. et Rust M. 2008 - Urban Ants of North America and Europe: Identification, Biology, and Management. Cornell University Press, Ithaca, 193 p.

Lach L, Parr CL, Abbot K. (Eds.). 2010. Ant Ecology. Oxford Univ Press, Oxford, 402 p.

Nagy C, Tartally A, Vilisics F, Merkl O, Szita E, Szel G, Podlussany A, Redei D, Csoz S, Pozsgai G, Orosz A, Szovenyi G, Marko V. 2009. Effects of the invasive garden ant, *Lasius neglectus* VAN LOON, BOOMSMA & ANDRASZALVY, 1990 (Hymenoptera: Formicidae), on arthropod assemblages: pattern analyses in the type supercolony. Myrmecological News. 12, 171-181.

- Rey S, Espadaler X. 2004. Area-wide management of the invasive garden ant *Lasius neglectus* (Hymenoptera : Formicidae) in northeast Spain. *Journal of agricultural and urban entomology*. 21, 2, 99-112.
- Rouifed, S., Puijalón, S., Viricel, M. R., Piola, F., 2011 - Achene buoyancy and germinability of the terrestrial invasive *Fallopia × bohemica* in aquatic environment : A new vector of dispersion ? *Ecoscience*, 18(1) : 79-84
- Roura-Pascual N, Bas JM, Hui C. 2010. The spread of the Argentine ant: environmental determinants and impacts on native ant communities. *Biological Invasions*, 12, 2399–2412.
- Schlick-Steiner, B. C., F. M. Steiner, K. Moder, B. Seifert, M. Sanetra, E. Dyreson, C. Stauffer, et E. Christian, 2006. A multidisciplinary approach reveals cryptic diversity in Western Palearctic *Tetramorium* ants (Hymenoptera: Formicidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 40:259-273.
- Schultz R et Busch T. 2009. The northernmost record of the invasive garden ant *Lasius neglectus* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*. 12, 183–186.
- Seifert B., 2007. Die Ameisen Mittel- und Nordeuropas. Lutra Verlag. Görlitz/Tauer, 368 p.
- Smith J M D, Warda J P, Childs L E, Owens M R. 2007. A simulation model of rhizome networks for *Fallopia japonica* (Japanese knotweed) in the United Kingdom. *Ecological modelling* 200: 421-432.
- Stringer LD, Stephens AEA, Suckling DM, Charles GJ. 2009. Ant dominance in urban areas. *Urban Ecosyst*. 12:503–514.
- Tiebre M S, Vanderhoeven S, Saad L , Mahy G. 2007. Hybridization and sexual reproduction in the invasive alien *Fallopia* (Polygonaceae) complex in Belgium. *Annals of botany* 99: 193-203.
- Ugelvig L, Drijfhout F, Kronauer D, Boomsma J, Pedersen J, Cremer S. 2008. The introduction history of invasive garden ants in Europe: integrating genetic, chemical and behavioural approaches. *BMC Biol*. 6: 11.

VI. ANNEXES

Annexes 1 : aspirateur à bouche (source :

<http://www.myrmecofourmis.com/forum/viewtopic.php?p=9678>)



Annexe 2 : protocole de biologie moleculaire.

Le Mix PCR : (Pour 17 μ L, H₂O : 14.23 μ L, Tp : 1.75 μ L, dNTP : 0.15 μ L, BSA : 0.18 μ L, Primer R : 0.28 μ L , Primer F : 0.28 μ L, Taq polymérase : 0.15 μ L).

L'amplification PCR a été réalisée dans un volume total de 17 μ l avec une première étape de dénaturation initiale (94°C pendant 2mn) puis 40 cycles (94°C pendant 30', 48°C) puis (72°C pendant 30') et enfin une étape finale (72°C pendant 10mn).

Annexe 3 : présentation des codes de Corine Land Cover avec leur définition ainsi que le nombre de points placés dans chaque catégorie (occurrences).

Codes	Définitions	Occurrences
112	Tissu urbain discontinu	407
121	Zones industrielles et commerciales	169
211	Terres arables hors périmètres d'irrigation	78
111	Tissu urbain continu	36
242	Systemes culturaux et parcellaires complexes	27
243	Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	25
142	Equipements sportifs et de loisirs	18
311	Forêts de feuillus	12
122	Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	7
131	Extraction de matériaux	7
324	Forêt et végétation arbustive en mutation	4
231	Prairie	3
322	Landes et broussailles	2
123	Zones portuaires	1
133	Chantiers	1
222	Vergers et petits fruits	1
313	Forêts mélangées	1

Annexe 5 : représentation de l'ACM complète. Seuls les noms de genre (que ce soit pour les fourmis ou les végétaux) apparaissent en légende. Pour les espèces de *Lasius* : *Lasiusal* correspond à *Lasius alienus*, *Lasiussem* à *Lasius emarginatus*, *Lasiusneg* à *Lasius neglectus*, *Lasiusnig* à *Lasius niger* et *Lasiuspar* à *Lasius paralienus*. Clc représente les codes de Corine Land Cover et habitat la codification des habitats. Eigenvalues montre la valeur des valeurs propres utilisées pour définir les axes de l'analyse.

