

Les Formicinae (Insecta, Formicidae)
de cinq pelouses sèches du Bon-Pays
luxembourgeois

Florence Ries
2012

Je soussignée, Florence Ries, déclare sur l'honneur avoir réalisé le présent travail sans l'aide illicite d'un tiers.

Luxembourg, le 20 avril 2012

Florence Ries, professeur-candidat au Lycée Technique de Lallange

Les Formicinae (Insecta, Formicidae)
de cinq pelouses sèches du Bon-Pays
luxembourgeois

Esch-sur-Alzette
2012

Résumé

Après la présentation de quelques généralités (historique de l'étude des Formicidae, fossiles, position systématique, organisation eusociale, nids, écologie, morphologie) un clin d'œil est fait à dix-huit naturalistes s'étant intéressés à un moment donné à la myrmécologie du Luxembourg.

La méthodologie exposée en détail est suivie de la description des sites. Les fourmilières des Formicinae, sous-famille des Formicidae (Insecta) ont été recherchées dans les pelouses sèches de cinq sites du Bon-Pays luxembourgeois. Les pelouses des trois sites "Haard" (Commune de Dudelange), "Lallengerbiérg" (Commune d'Esch-sur-Alzette) et "Prënzebiérg/Giele Botter" (Commune de Pétange et de Differdange) sont situées sur les formations géologiques du Dogger des anciennes minières à ciel ouvert. Celles des deux sites "Aarnescht" (Commune de Niederanven) et "Sonnebiérg" (Commune de Walferdange) sont situées sur les formations géologiques du Keuper. Chaque site est présenté du point de vue géologique et écologique.

Pour établir une clé permettant d'identifier les Formicinae des pelouses sèches faisant l'objet du présent travail de candidature, j'ai utilisé une clé simplifiée intégrant des éléments des clés de Bernard (1968), de Kutter (1977) et de Seifert (2007). En outre, j'ai eu recours à des analyses d'ADN pour résoudre deux problèmes d'identification.

J'ai trouvé onze espèces de Formicinae, à savoir : *Formica polyctena*, *F. pratensis*, *F. rufa*, *F. sanguinea*, *F. cunicularia*, *F. fusca*, *F. rufibarbis*, *Lasius alienus*, *L. flavus*, *L. niger* et *Camponotus ligniperda*. De chaque nid, dix ouvrières ont été prélevées à des fins de détermination et de conservation. Chaque espèce est présentée (morphologie, nid, habitudes alimentaires, répartition en Europe et au Luxembourg) et l'emplacement de chaque nid trouvé est indiqué à l'aide des coordonnées GPS dans les tableaux et sur les cartes Google-Earth des sites.

La présence (absence) des nids des onze espèces dans les pelouses sèches des cinq sites étudiés est exposée. Les résultats obtenus sur les deux types de sols qui diffèrent des points de vue pédologique, géologique et écologique sont comparés ainsi que ceux obtenus à des dates différentes, notamment sur trois pelouses sèches des minières à ciel ouvert à une vingtaine d'années d'intervalle. Tous ces résultats sont analysés et discutés.

1. Introduction

Depuis leur existence, les fourmis sont des arthropodes presque omniprésents. Dans de nombreux écosystèmes terrestres leur biomasse représente 70% de la totalité de celle des insectes et jusqu'à 30% de la biomasse totale des animaux présents (Hölldobler & Wilson 2010 : IX). Lorsqu'elles sont présentes en grand nombre, les fourmis sont capables de retourner plusieurs tonnes de terre par hectare en une année (Seifert 2007). De par leur action de décomposition du bois mort par exemple, elles contribuent au recyclage de la matière organique (Seifert 2007). L'accumulation de divers matériaux dans les nids de fourmis fournit aux plantes pionnières la possibilité de s'établir sur les sols dénudés des déblais et des remblais des minières à ciel ouvert abandonnées. De plus, elles sont responsables de la dissémination des graines de diverses espèces végétales. Les "fourmis des bois" ont un impact positif sur l'écosystème forestier. Elles permettent en effet de déterminer la valeur écologique et l'état de santé des différents types de biotopes (Bernasconi et al. 2010).

Les pelouses sèches des cinq sites du Bon-Pays luxembourgeois, sélectionnées dans le cadre du présent travail pour y rechercher les nids de Formicinae, sont des biotopes riches en espèces animales et végétales xéro-thermophiles rares. Les quatre sites, "Haard", "Prënzebiërg/Giele Botter", "Aarnescht" et "Sonnebiërg" se situent dans des zones naturelles protégées par la loi. Le "Lallengerbierg" fait partie du réseau "Natura 2000" et appartient aux zones prioritaires pour l'acquisition du statut de zone protégée (MDDI a, PNPN 2007-2011). D'un côté les minières à ciel ouvert abandonnées "Haard", "Prënzebiërg/Giele Botter" et "Lallengerbierg" hébergent des pelouses sèches particulièrement intéressantes, situées sur des formations géologiques du Dogger. Ces sites ont connu une période de jachère d'une durée plus ou moins identique, car on a cessé d'y exploiter le minerai de fer depuis les années 1980. D'autre part, les pelouses sèches de l'"Aarnescht" et du "Sonnebiërg" situées sur les formations géologiques du Keuper, sont issues d'un pâturage extensif. Elles sont en friche depuis plusieurs décennies.

Un des objectifs du présent travail est de rechercher différentes espèces de Formicinae (sous-famille des Formicidae) ainsi que le nombre de leurs nids dans les pelouses sèches des cinq sites précités. La collecte des échantillons sur le terrain est réalisée au printemps et en été 2011. Il s'agit de comparer le nombre d'espèces ainsi que le nombre de nids des deux formations géologiques différentes, à savoir le Dogger et le Keuper. De plus, l'étude permet de compléter l'inventaire de la faune des sites étudiés. Les trois sites des anciennes minières ont déjà fait l'objet d'une étude en 1992 (Ries 1993), dans laquelle les Formicinae ont été étudiées dans divers biotopes qui ont évolués depuis. Trouve-t-on les mêmes espèces de Formicinae avec la même abondance dans les pelouses sèches 19 ans plus tard? Les résultats du présent travail sont comparés aux résultats présentés en 1992 et à d'autres études, quelques informations de la banque de donnée LUXNAT sont utilisées.

Comme la détermination des espèces par les seuls critères morphologiques pose parfois de sérieux problèmes, j'ai eu recours à des analyses d'ADN.

Le nombre de nids et d'espèces différentes sert entre autre à discuter de l'importance des sites inspectés, surtout de leur valeur écologique. La gestion en vue de la protection de ces sites est discutée.

2. Généralités sur les Formicidae

2.1. Historique: Quelques étapes de l'étude systématique

Le présent chapitre résume les difficultés rencontrées lors de la détermination des espèces, ceci depuis Linné jusqu'à nos jours.

En 1758, Linné a classé toutes les fourmis, qui appartiennent aujourd'hui à la famille des Formicidae, dans le genre *Formica*. Par la suite ce genre *Formica* a été divisé en de nombreux genres (Ward 2007c *In* : Ward 2010). Linné a regroupé sous la dénomination *Formica rufa* toutes les espèces de couleur rouge et noire, telles les espèces des genres actuels *Formica* et *Camponotus* (Betrem 1960). Dans son ouvrage "Formicina austriaca" (Mayr G. L. 1855 *In* : Mayr E. 1975) cet auteur décrit plusieurs espèces de Formicinae. Quelques-unes ont posé des problèmes pour la classification, car elles ont présenté des caractères morphologiques "intermédiaires" aux espèces déjà décrites. Aujourd'hui, on sait qu'il s'agissait des espèces alpines *Formica lugubris* et *Formica aquilonia*.

Forel, médecin psychiatre très connu de son temps, a publié en 1874 une systématique nouvelle des fourmis. Comme critère de différenciation entre espèces il a choisi la coloration du corps des individus. Les fourmis présentant des couleurs intermédiaires étaient pour Forel des hybrides, dénommés par des noms combinés, comme par exemple *Formica rufo-pratensis*. Le chercheur n'a pas vérifié son hypothèse de l'hybridisme par des croisements. Notons que, dans son temps, les règles de la génétique n'étaient pas encore établies. Aujourd'hui, on sait que les formes dites intermédiaires sont soit des espèces inconnues du temps de Forel soit des individus d'un nid polymorphe (Betrem 1960).

Spécialiste en biologie des Formicidae, Wasmann (1906) a trouvé pour le Luxembourg quatre sous-familles de la famille des Formicidae, à savoir:

- sous-famille : Formicinae ou Camponotinae
- sous-famille : Dolichoderinae
- sous-famille : Ponerinae
- sous-famille : Myrmicinae

Remarquons que ces quatre sous-familles sont toujours présentes au Luxembourg. Pour la sous-famille des Formicinae qui nous intéresse ici, Wasmann signale les genres suivants pour le Luxembourg: *Camponotus*, *Polyergus*, *Formica* et *Lasius*.

Bondroit (1918) a publié: "Les fourmis de France et de Belgique". Il a établi une classification des coléoptères et a utilisé la même logique pour établir la systématique de la myrmécologie. La clé de détermination qu'il a utilisée sert de base à la systématique moderne.

Van Boven (1947) fait une révision de la systématique de Bondroit.

Emery et al.1939 (*In* : Betrem 1960) ont accepté et utilisé la nomenclature de Forel (1920) qui, pour classer les fourmis de la Suisse s'est servi d'une systématique compliquée regroupant en sous-espèces, races et variétés des espèces distinctes. Ainsi la systématique des Formicidae n'a pas pu avancer pendant plus d'un demi-siècle.

Dans sa nouvelle systématique, Gösswald (1941) a tenu compte des critères de coloration, mais aussi de la biologie et de l'écologie des fourmis. Ainsi *Formica minor*, la petite fourmi rouge des bois, a présenté pour lui plusieurs races écologiques, suivant qu'elle vivait en forêt

d'écéphas ou de pins sylvestres. Dans le but de trouver des fourmis propices au bon développement de la forêt, Gösswald a croisé *Formica minor* (= *F. pratensis*) avec des individus d'autres races qui résistent bien à des conditions extrêmes de température et d'humidité.

Yarrow (1954) a fait une révision du genre *Formica* Linnaeus, 1758. La description que Linné a donnée de *Formica rufa* en 1758 correspond à la définition actuelle de *Camponotus herculeans*, mais la description que Linné a faite du nid de l'espèce diffère de celle qui est habituelle pour *Camponotus*.

Wilson (1955) a fait une révision du genre *Lasius*. Il a regroupé en 27 espèces les 110 espèces du genre *Lasius*. Selon lui "Species represent the only taxonomic unit approaching reality in nature". "We (Brown and myself) agree with Mayr E. (1949a) that the species is only completely objective in terms of local faunas where discrete populations coexist at the same place at the same time" (Wilson 1955). Les populations séparées géographiquement ne peuvent être analysées directement en ce qui concerne leur isolement reproductif. Les analyses reposent alors sur le degré de divergence morphologique.

Pour Lange (1959) ni la coloration, ni la taille des individus ne définissent de façon précise une espèce. D'après lui, mieux vaut considérer la pilosité et la microstructure du corps. Pour Lange, *F. polyctena* ne possède guère plus que cinq soies sur l'occiput, alors que *F. rufa* en présente entre 7 et 12. Le thorax tout entier n'en présente jamais plus que 30 pour *F. polyctena*, alors que *F. rufa* en présente plus que 50 à ce niveau.

Remarque: Ces deux espèces étant caractérisées par un occiput glabre ou avec quelques rares soies, je suppose que Lange (1959) a confondu *F. polyctena* et *F. rufa* avec d'autres espèces d'autant plus qu'il ne tient nullement compte des caractères permettant aujourd'hui de séparer *F. rufa* de *F. polyctena* (coloration du corps, scapus, ...).

Cotti (1963) utilisait la clé de détermination de Betrem (1960), qui caractérise le genre *Formica* d'après les critères de coloration, de micro-structure et de pilosité. La clé de Betrem est assez explicite et permet de faire la différence entre 7 espèces du groupe de *Formica rufa*. Pour Cotti, *F. nigricans* = *F. cordieri*, car aucun critère morphologique ne permettait de différencier les ouvrières.

Pavan (1961) a travaillé en Italie sur la transplantation des fourmis du groupe *Formica rufa* dans les forêts domaniales de Casentino et lui aussi s'est référé à Betrem.

Dans la clé de détermination de Kutter (1977), *F. cordieri* disparaît et il est impossible de distinguer *F. nigricans* de *F. pratensis* par les seuls critères morphologiques.

Niemeyer (1976) a utilisé comme principal critère de classification le nombre de soies du pronotum. Pour cet auteur, *F. polyctena* présente moins de quatre soies, *F. rufa* en présente plus que cinq en moyenne sur le pronotum. Le nombre de soies et la longueur du corps sont mis en relation dans le groupe *Formica*. La longueur du corps permet de déterminer si une espèce est mono- ou polygyne. D'après les chercheurs, les ouvrières des populations qui ont une seule reine sont de plus grande taille que celles des populations polygyne, car les larves des ouvrières reçoivent plus de sécrétions labiales, nourriture destinée principalement aux reines.

Les travaux de Kutter (1977) ont permis de scinder le groupe *Formica rufa* en 6 espèces à savoir: *F. rufa*, *F. polyctena*, *F. acquilonia*, *F. lugubris*, *F. pratensis* (= *F. nigricans* Emery, 1909 In : Kutter 1977 : 272) et *F. truncorum*. Il restait des ambiguïtés sur *Formica pratensis* et *F. nigricans*. Agosti & Collingwood (1987a) les considéraient comme deux espèces différentes. D'après eux l'occiput de *F. nigricans* est plus poilu que celui de *F. pratensis*. Kutter (1977) regroupe les deux espèces sous le nom de *Formica pratensis*. Des travaux microscopiques (MEB: Microscope électronique à balayage) sur les structures de la tête et du thorax, effectués par Douwes (1981), n'ont pas permis de séparer les deux espèces. D'autres travaux comme par exemple l'analyse des appareils génitaux mâles (Dlussky 1979), l'analyse des hémoglobines (Loos & Frank 1978 et Schmit & Hess, 1973 In : Douwes 1981), l'analyse du caryotype (n=52) (Hauschteck 1962 et Jungen & Jungen 1976 In : Douwes 1981) n'ont pas non plus relevé de différences entre *F. pratensis* et *F. nigricans*. Grâce à l'analyse de la longueur et du nombre de soies, Collingwood (1979) a réussi à distinguer les autres espèces du genre *Formica* (Douwes 1981).

Gösswald (1987) a essayé de caractériser *F. pratensis* par son comportement à l'égard de larves de *Diprion pini*, le lophyre du pin (Hyménoptère) qui se développe sur les pins. Bien que les nids de *Formica pratensis* soient installés au pied de l'arbre, le lophyre se développe sur l'arbre. Gösswald a constaté que lorsque *Formica rufa* est présent, les larves de *Diprion pini* font défaut. *F. rufa* protège les pins contre le ravageur, alors que *F. pratensis* est indifférent à son égard.

Seifert (1991) a examiné 432 nids hébergeant des fourmis de phénotype *F. rufa* et *F. polyctena* en Allemagne. Il a testé les caractères de pilosité et de taille des populations et de fréquence de la monogynie. Des intermédiaires issus des phénotypes *F. rufa* et *F. polyctena* ont été trouvés. Il semble que ces intermédiaires soient des hybrides. Un certain échange d'allèles est favorisé. D'après cette étude l'isolement reproductif entre *F. rufa* et *F. polyctena* est imparfait. Néanmoins les facteurs de séparation sont relativement stables, sinon les hybrides seraient apparus en plus grand nombre. Les phénotypes *F. rufa* et *F. polyctena* sont traités par Seifert comme sous-espèces sympatriques ou races écologiques relativement stables.

2.2. Fossiles

Sphecomyrma freyi ou *Sphecomyrma canadensis* (Wilson 1985f *In* : Hölldobler & Wilson 1990 : 23) est une espèce du genre *Sphecomyrma* de la sous-famille des Sphecomyrminae. Ce fossile du Crétacé supérieur (80-100 millions d'années) est le plus ancien fossile de fourmi connu. Il a été trouvé en Alberta au Canada bien conservé dans l'ambre et présente à la fois des caractères des Formicidae vivants actuels, qui sont des insectes sociaux ainsi que des caractères des guêpes solitaires (Hölldobler & Wilson 1990). La position des Armaniinae du Crétacé supérieur parmi les Formicidae est incertaine, car une glande métapleurale présente chez les Formicidae n'est pas décelable chez ces fossiles. Pour Bolton (2012), il s'agit d'une sous-famille des Formicidae. Un pétiole très petit et un scape très court les différencie des autres espèces de Formicidae. On n'a trouvé que des mâles et des femelles mais pas d'ouvrières. Dlussky et Agosti & Carpenter traitent les Armaniinae comme famille à part (Dlussky 1983 et Agosti & Carpenter 1997 *In* : Bolton 2012).

Kyromyrma neffi est aussi une espèce du Crétacé supérieur (Turonian, 90 millions d'années). Il s'agit d'une fourmi de la sous-famille des Formicinae trouvée dans l'ambre uniquement à un endroit à savoir à New Jersey au White Oaks Pit (Grimaldi & Agosti 2000).

D'autres aculéates (des guêpes) ont été décrits avant la période du Crétacé (Grimaldi & Engel 2005 *In* : Ward 2010) mais aucune espèce de fourmi n'a été décrite avant cette période (Perrichot et al 2008a *In* : Ward 2010).

Les fossiles de fourmis sont rares au Crétacé mais deviennent plus abondants dans les dépôts du Tertiaire (Grimaldi & Agosti 2000). Le succès de la diversification des fourmis va de pair avec celle des angiospermes (Moreau et al. 2006 et Wilson & Hölldobler 2005 *In* : Ward 2010).

3. Aperçu historique sur quelque cent ans de recherche myrmécologique au Luxembourg (1910 à 2012)

3.1. Travaux antérieurs à 1980

3.1.1. Victor Ferrant (1856-1942)

De 1882 jusqu'à sa mort, Ferrant a été conservateur, puis conservateur honoraire du Musée national d'histoire naturelle du Luxembourg. Des scientifiques étrangers lui ont dédié un certain nombre d'espèces. Une série de travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle sont groupés sous le nom de « Ferrantia » en son hommage. Dans le manuscrit "Zur Kenntnis der Ameisen und Ameisengäste Luxemburgs" Wasmann évoque Ferrant qui lui a fait découvrir de nombreux sites myrmécologiques au Johannisberg à Kayl, au Baumbusch à Luxembourg et à la Goebelsmühle près de Derenbach, où il a découvert une 50aine de nids de l'espèce *Formica rufa*. Ferrant a également trouvé des nids des espèces *Lasius fuliginosus* et *L. brunneus* dans de vieux troncs d'arbres à Draufeld et à Ahn.

3.1.2. Erich Wasmann (1859-1931)

Le père jésuite Erich Wasmann, né à Merlan en Italie, a étudié la zoologie à Prague de 1880 à 1883. De 1899 à 1911 il a séjourné au Luxembourg, dans le couvent des Jésuites. Il a fait partie d'un groupe de Jésuites rédigeant la revue "Stimmen der Zeit" et publiait 434 articles entomologiques. Il s'est intéressé à la psychologie et à l'évolution des insectes, plus spécifiquement aux fourmis. Les myrmécophiles et la façon dont ils s'intègrent et s'adaptent à leurs hôtes ont été pour Wasmann un thème de recherche passionnant. Au Luxembourg, Wasmann a étudié les fourmilières abritant des colonies mixtes. Pour vérifier si certaines espèces étaient de façon passagère dans un même nid ou s'il s'agissait de vraies colonies mixtes, il amenait des exemplaires de 2 espèces dans une fourmilière artificielle et analysait le comportement des individus. Pour les déterminations, Wasmann se servait de la clé que Forel utilisait en 1874. Victor Ferrant, conservateur du Musée d'histoire naturelles du Luxembourg, montrait à Wasmann de nombreux sites intéressants du point de vue myrmécologique, tel au Baumbusch une région qu'il dénomine "ein wahres Eldorado für die Nester von *Formica rufa* und ihre haufenbauenden Verwandte". Il y trouvait de nombreux nids occupés par *Formica sanguinea*. Il trouvait également au Baumbusch une fourmilière avec 5 reines de l'espèce *F. pratensis* et une de l'espèce *F. rufa* (*F. pratensis* n'était pour Forel qu'une race de *F. rufa*). Le Baumbusch, Schoetter-Marial et certains sites de l'Oesling étaient les lieux de recherche préférés de Wasmann. Il mentionnait avoir trouvé *Formica exsecta*, *F. fusca*, *Serviformica rufibarbis*, *Polyergus rufescens* et également *Camponotus lateralis* et *Plagiolepis pygmaea*. Dans les années 1906 à 1909, Wasmann publiait l'œuvre "Zur Kenntnis der Ameisen und Ameisengäste von Luxemburg", qui comprend une théorie sur l'origine de l'esclavage des fourmis (Stümper 1939). Dans cet ouvrage l'auteur présente une liste des espèces trouvées par lui-même ou par Victor Ferrant. Le Père Jésuite quittait le Luxembourg en 1911 pour s'installer à Valkenburg.

3.1.3. Auguste Reichensperger (1878-1962)

Auguste Reichensperger a fait ses études de sciences naturelles à Bonn et Münster. Il doit son intérêt pour la recherche entomologique au Père Wasmann. Reichensperger est devenu professeur de zoologie et directeur de l'Institut de zoologie et d'anatomie comparée à l'université de Bonn. De 1916 à 1918 il était attaché comme officier supérieur à la force armée allemande qui occupait le Luxembourg. Il entreprit de nombreuses excursions myrmécologiques dans les endroits connus par les travaux de Wasmann. Ses travaux ont été publiés en 1923 dans le Bulletin de la Société des Naturalistes sous le nom de "Myrmekologische Beobachtungen aus Luxemburg". C'est au musée que Reichensperger passait son temps libre à déterminer et à classer les fourmis. Dans ses recherches on trouve également des travaux anatomiques, physiologiques et éthologiques sur les fourmis, les termites et leurs hôtes (Massard 1990). En 1918, il découvrit au Luxembourg, à la piscine municipale, l'espèce rare *Ponera punctatissima*, jusqu'alors inconnue au pays (Reichensperger 1922).

3.1.4. Robert Stümper (1895-1977)

En 1921 Robert Stümper finit ses études comme Ingénieur chimiste et devint chef de laboratoire d'ARBED à Burbach en 1925, puis à Belval en 1928. En 1949 il a été nommé directeur de la cimenterie d'Esch-sur-Alzette. Depuis 1924, il était membre de la section des sciences de l'Institut Grand-ducal et en devint président de 1963 à 1976. Il était membre d'honneur de l'Union Internationale pour l'Etude des Insectes sociaux et lauréat du Prix des Sciences du Gouvernement Luxembourgeois. Le 8 janvier 1951 Stümper a été nommé membre honoraire de la SNL en vertu de son activité scientifique exceptionnelle. Il publiait de nombreux articles scientifiques et présentait surtout un grand intérêt pour la myrmécologie. De 1917 à 1969 il rédigeait 85 publications myrmécologiques (Massard 1990). En 1938 Stümper découvrit 2 espèces nouvelles pour la faune du Luxembourg, à savoir *Camponotus lateralis* (découvert au Pellembierg à Ahn) et *Plagiolepis pygmea* (à Ehnen). Jusqu'en 1936 *Plagiolepis pygmea* n'a été connu qu'en Europe du sud-ouest (révision du docteur A. Stärke). En 1939 ses propres recherches ainsi que les travaux de Wasmann et Reichensperger lui servirent à dresser un inventaire des fourmis trouvées au Luxembourg "Kurze Zusammenstellung der einheimischen Ameisen" (Stümper 1939). Il y notait 15 genres et 45 espèces (Stümper 1939). En son honneur est nommée une espèce de fourmis découverte en 1950 en Suisse, à savoir *Epimyрма stumperi*. Stümper et Kutter ont écrit un article sur l'éthologie du nouveau myrmécobionte *Epimyрма stumperi*. Outre son intérêt pour la classification et la recherche de nouvelles espèces, Stümper s'intéressait à l'anatomie et à la physiologie des fourmis. Il étudiait également les associations complexes (parasitisme, commensalisme et symbiose) entre fourmis et autres espèces vivant dans un même nid (Stümper & Kutter 1951). En 1953 Stümper publia le manuscrit intitulé: "Etudes myrmécologiques XI". Il y indiqua les 16 genres et 48 espèces de la faune myrmécologique luxembourgeoises découverts. En tant que chimiste il étudiait le rôle social des sécrétions odorantes caractéristiques d'une même colonie chez les fourmis, la chimie qui unit les individus d'un même nid. Il analysait l'établissement de nouvelles colonies. La fondation de nids par les reines de façon indépendante, mutualiste ou parasite, la structure de la société, la myrmécobiose (vie en commun de fourmis de différentes espèces) et la façon dont s'effectue la genèse des associations hétérogènes entre l'envahisseur et l'hôte des fourmilières mixtes. Il établit même des comparaisons philosophiques entre le comportement social des fourmis et celui de l'homme. A ce sujet il publia l'article "Ameisenstaat, Menschenstaat" (Stümper 1936). Stümper réalisait aussi des publications

botaniques, notamment sur les orchidées et des publications sur l'acide formique, le venin des fourmis, la composition chimique des nids de la fourmi *Apicotermes occultus* (Massard 1990 : 154-155).

3.1.5. Heinrich Kutter (1896-1990)

Kutter était un remarquable myrmécologue suisse. Il a effectué de nombreuses publications et la mise au point d'une clé de détermination pour les fourmis de Suisse. Il découvre durant son séjour au Luxembourg en 1952 près d'Esch-sur-Alzette sur un terrain avoisinant les anciennes minières du site "Hoehl" trois nouvelles espèces de fourmis pour le Luxembourg, à savoir : *Lasius flavus myops*, espèce rare, puis *Myrmica schencki* (Emery) et *Leptothorax tuberum* (Schenck). Stümper et Kutter écrivaient un article sur l'éthologie du nouveau myrmécobionte *Epimyrmica stumperi* (Stümper & Kutter 1951).

3.2. Travaux récents, postérieurs à 1980

3.2.1. Maxine Biber

Durant les vacances d'été de 1981, Maxine Biber, étudiante en biologie, recensait pour l'Administration des Eaux et Forêts des fourmis du genre *Formica* qui construisent des dômes à brindilles. Elle a étudié la taille, l'exposition, la végétation des environs des fourmilières et a déterminé les individus. L'emplacement des nids trouvés est marqué sur des cartes (échelle 1:625 000). Le but de la recherche a été une étude sur la répartition et la densité des espèces du genre *Formica*. Le rapport de Biber n'a pas été publié. Le professeur Meisch est en possession de l'unique exemplaire du travail encore existant.

3.2.2. Nicole Schmitz

Dans le cadre du stage pédagogique, Madame Schmitz a fait des recherches myrmécologiques au Luxembourg et a rédigé en 1988 un mémoire scientifique intitulé "Les Formicinae du Bon-Pays du Luxembourg". Ce travail n'a pas été publié. Les espèces trouvées ont été déterminées à l'aide de la clé de Kutter (1977). 35 espèces de Formicinae y ont été décrites. Pour chacune d'elles Madame Schmitz a noté si elle a trouvé et déterminé l'espèce ou si celle-ci a été décrite par un des auteurs ayant publié les résultats de ses recherches sur les Formicinae au Luxembourg.

3.2.3. John C. Felton (1932-1994)

J. C. Felton, spécialiste anglais des hyménoptères aculéates (guêpes, abeilles et fourmis), était marié à une Luxembourgeoise. Il récoltait des aculéates lors de ses visites au Luxembourg. Ses premières captures d'hyménoptères luxembourgeois datent de 1965. Au début des années 1990 il entreprit quelques excursions entomologiques en compagnie de Nico Schneider, un projet commun des deux entomologistes étant toutefois abruptement arrêté par la mort de J. C. Felton en 1994 (Felton & Schneider 1994). Les espèces de fourmis trouvées jusqu'en 1992 m'ont été communiquées par Felton. Monsieur Nico Schneider a eu la gentillesse de me communiquer une liste complète de toutes les fourmis capturées au Luxembourg par J. C. Felton.

3.2.4. Claude Meisch

Le 08 août 1987, le professeur Claude Meisch a signalé *Formica polyctena* au Walferbiert (B. D. LUXNAT). En 1988, Meisch découvre *Formica sanguinea* à Bigonville.

3.2.5. Claudine Junck

En 1994, C. Junck et al. signalent *Formica polyctena* et *Myrmica ruginodis* de la carrière Schoofsbesch près de Bettendorf d'après des captures réalisées par J. C. Felton lors d'une excursion entomologique en compagnie de N. Schneider.

3.2.6. Gérard Schmidt

Gérard Schmidt a noté *Formica rufa* au Kléibiert et au Pafebuert en mai 1993. En juin cette même espèce a été notée au Ställchesboesch (B. D. LUXNAT).

3.2.7. Florence Ries

En 1993, dans le cadre du stage pédagogique à l'Ecole Privée Sainte Sophie, un mémoire scientifique intitulé "Les Formicinae des anciennes minières à ciel ouvert du Bassin minier luxembourgeois" a été élaboré. Onze espèces ont été trouvées sur les formations doggeriennes. Pour chaque site les nids ont été comptés et leurs emplacements ont été marqués sur une carte topographique. Le nombre de nids et la présence des espèces dans les différents sites ont été discutés. Une classification des espèces selon leurs préférences de nidification en ce qui concerne la végétation a été établie et discutée (Ries 1993).

3.2.8. Ralf Baden

En mai 1997, Ralph Baden a effectué un inventaire faunistique pour la fondation Oekofonds et a découvert dans la réserve naturelle prévue "Hoelt", près de Rosport, à la frontière du Luxembourg avec l'Allemagne, une nouvelle espèce de Formicidae pour le Luxembourg, à savoir *Tapinoma ambiguum* (sous-famille des Dolichoderinae). Deux nids ont été construits dans une pelouse demi-sèche, dont un nid souterrain au pied d'un arbre mort et le second sous l'écorce d'une branche couchée dans la pelouse.

3.2.9. Evelyne Carrières

Dans le cadre d'un projet sur les Diptera Syrphidae, E. Carrières (Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg) a piégé en 1999 plusieurs fourmis au Malaise : *Lasius fuliginosus* (spécimens déterminés par A. Pauly) sur l' "Aarnescht" à Oberanven ; *Lasius fuliginosus* au Wéngertsbiert de Canach (B. D. LUXNAT).

3.2.10. Klaus Groh

Huit espèces de la sous-famille des Formicinae capturées à l'aide de différents pièges (tentes Malaise, gobelets Barber, ...) ou par captures à vue (Handfang) ont été signalées du Schnellert, en 1998/1999 (Groh 2007). 14 espèces de la sous-famille des Formicinae ont été piégées au Malaise sur le site "Haard" à Dudelange. Une révision de ces espèces a été publiée en 2007 par Klaus Groh dans *Bembecia* 1 (Cungs et al. 2007 : 248).

3.2.11. Nico Schneider

Dans sa rubrique *Auf Spurensuche* publiée dans la revue *Regulus*, N. Schneider présente ses observations faites sur les traces odorantes de *Lasius fuliginosus* à Bonnevoie en 2003 (Schneider 2004) et celles faites sur des nids de *Formica polyctena* à Schleifmühle en 2004 (Schneider 2005) et à Itzig en 2007 (Schneider 2010).

3.2.12. Josy Cungs

J. Cungs signale la présence de nombreuses fourmilières de *Myrmica sabuleti* (Formicidae Myrmicinae) à la Haard près de Dudelange et rapporte les relations entre cette fourmi et l'azuré de la sanguisorbe *Maculinea arion* (Lepidoptera, Lycaenidae) (Cungs 1997 : 126-128).

3.2.13. Frank Köhler & al.

Dans le cadre des travaux de recherche zoologiques et botaniques 2007-2011 pour le compte de l'Administration de la Nature et des Forêts, Köhler, F. & al. signalent huit espèces de Formicidae dans la forêt "Enneschte Besch" près de Bertrange, avec entre autre *Leptothorax nylanderi* (Myrmicinae), une espèce, qui n'a pas encore été trouvée au Luxembourg jusqu'à présent (Köhler & al. 2011).

Remarque:

Si les naturalistes précités ont trouvé une des onze espèces étudiées dans le présent travail, leur découverte est inscrite dans les tableaux des espèces du chapitre 4.5.

4. Les Formicinae de cinq pelouses sèches

4.1. Matériel et méthodes

4.1.1. Sites, cartes et période de recherche

La recherche des nids de Formicinae dans les pelouses sèches de cinq sites a été effectuée au printemps et en été 2011. Les pelouses sèches sont situées dans les quatre réserves naturelles suivantes: le "Sonnebiert" (commune de Walferdange), l'"Aarnescht" (commune d'Oberanven), le "Prënzebiert/Giele Botter" (commune de Pétange et de Differdange), la "Haard" (commune de Dudelange). Ont également été inspectées les pelouses sèches du "Lallengerbiert" (commune d'Esch-sur-Alzette). Ce site n'est pas encore géré comme réserve naturelle, mais figure sur la liste des "sites prioritaires à être déclarés zones protégées d'intérêt national" (MDDI a, PNPN 2007-2011). D'ailleurs, le "Lallengerbiert", ainsi que les sites "Giele Botter", "Haard" et "Aarnescht" font partie des zones "Natura 2000". D'une part, les pelouses sèches "Prënzebiert/Giele Botter", "Haard" et "Lallengerbiert" sont situées dans les minières à ciel ouvert abandonnées et se développent sur des couches géologiques du Dogger. D'autre part, les pelouses sèches de l'"Aarnescht" et du "Sonnebiert" se sont développées sur des couches géologiques du Keuper. Divers travaux scientifiques et des PNPN ont servi à situer les endroits protégés par rapport à leur richesse faunistique et floristique.

Les cartes utilisées pour présenter la géologie du site sont des extraits de cartes du département géologique du Mnhn (www.geologie.lu). A l'aide d'un GPS le tracé du chemin parcouru ainsi que les coordonnées de la position des nids sont enregistrés dans les tableaux et visualisés sur des cartes Google-Earth des sites.

4.1.2. Capture, détermination et conservation

Les nids étudiés sur le terrain ont été pour la plupart du temps des galeries souterraines surmontées par un dôme de terre ou de fragments végétaux mélangés à la terre. Néanmoins certains nids ont été dénichés sous des pierres ou dans du bois mort. Pour chaque nid, dix ouvrières ont été prélevées à l'aide de rameaux secs enrobés de miel pour attirer et immobiliser les individus. Les spécimens sont ensuite plongés à des fins de détermination, dans des flacons en verre mesurant 4 cm de haut et 2 cm de diamètre et contenant de l'alcool éthylique à 75%. Les flacons ont été fermés hermétiquement avec un couvercle fileté (Schraubdeckel) ou un couvercle happeur (Schnappdeckel).

Une loupe binoculaire équipée avec différents objectifs a permis de réaliser des grossissements de 6,3 fois à 60 fois. Les mesures fines ont été réalisées à l'aide d'un micromètre oculaire. Une caméra LEICA EC3 adaptable à la loupe binoculaire a permis de visualiser les observations et de réaliser des clichés de référence montrant les caractéristiques morphologiques des individus capturés. Cette méthode a été très utile pour faciliter les déterminations, vu le polymorphisme des individus dans les nids de certaines espèces. Les clés de détermination utilisées ont été celles de Bernard

(1968), Kutter (1977), Agosti & Collingwood (1987a) modifiées par les ajouts de Seifert (2007).

Une analyse d'ADN a finalement servi à déterminer les individus de deux nids de l'espèce *Lasius niger*, difficilement identifiables à l'aide des seuls critères morphologiques.

Les fourmis ont été plongées à des fins de conservation dans de petits flacons en verre remplis d'alcool éthylique à 75%. Groupés séparément par site dans 5 boîtes, les flacons ont été déposés au Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg, section zoologie. Chaque échantillon est étiqueté de la façon suivante :

- le numéro du nid se référant à la liste de tous les nids du site
- le lieu/site de la capture
- le nom de l'espèce
- la structure du nid
- la date de la capture
- les coordonnées GPS de la situation du nid sur le site

Pour les expositions au muséum, un spécimen sec peut également être monté sur épingle entomologique de diamètre approprié, imprégnée d'un vernis résistant à la rouille. L'épingle traverse le coté droit du thorax entre la première et la deuxième paire de pattes. Une étiquette d'identification regroupant les renseignements sur l'insecte est alors posée sous le spécimen. Les petits individus peuvent aussi être montés sur paillette. Ils sont ensuite collés par leur partie ventrale droite sur un petit rectangle de carton piqué sur une épingle.

Pour éviter toute modification par oxydation, moisissure, changement de couleur, destruction organique ou dessiccation, j'ai préféré utiliser les flacons en verre à couvercle étanche, remplis d'alcool. Chaque échantillon contient 10 ouvrières d'un seul nid. Ce nombre est nécessaire pour la détermination, puisque les individus d'une colonie présentent souvent des phénotypes assez variables en ce qui concerne la taille, la couleur et le nombre de soies.

Par endroits, les nids d'une même espèce n'étaient espacés que de quelques centimètres. J'ai noté (tabl. 27 et tabl. 30) que ces fourmilières étaient abondamment présentes. Des ouvrières de plusieurs nids ont alors été prélevées pour les identifier. Pour chaque espèce, les renseignements sur le nid (forme, particularités), la commune et le site, ainsi que la date de la capture ont été notés dans les tableaux (chapitre 4.5.). La répartition des espèces sur les cinq sites étudiés est alors analysée. Les coordonnées GPS de la position des nids des différentes espèces sont indiquées dans les tableaux et sur les cartes Google-Earth des sites.

Comme ce travail consiste essentiellement à effectuer un inventaire des nids des espèces des différentes pelouses sèches, il m'a semblé très utile de les signaler de façon précise par des coordonnées GPS pour situer leur position exacte dans le biotope étudié afin de retrouver l'emplacement des nids sur le terrain. L'installation de pièges du type Malaise ou Barber s'avère peu propice pour le présent travail, car les spécimens ainsi piégés ne rendent compte ni du nombre de nids ni de l'emplacement de ceux-ci dans le biotope étudié. Cette méthode fausserait les résultats, car on aurait piégé outre les individus qui nidifient dans les pelouses sèches, ceux des forêts

avoisinentes qui ne traversent la pelouse que pour fourrager. S'y ajoute que le piégeage par tentes Malaise est une méthode pour piéger des insectes capables de voler. Or, les ouvrières de fourmis sont aptères et les reines et mâles ne volent qu'en période d'essaimage. Finalement, j'aurais piégé, à côté des fourmis auxquelles se rapporte mon travail de candidature, des milliers et des milliers d'autres insectes sans intérêt pour mon projet et là, j'aurais mauvaise conscience.

4.1.3. Signes, abréviations et explications

Dans la description de la géologie sont utilisés les signes suivants: "dom4" - "dom2", "dou", "lo7"- "lo2", "dou", "li1", "li2", "ko2", "km3", "y". Ces signes correspondent aux couches géologiques présentes sur le site. Une légende est placée sous les cartes utilisées.

Sauf indication contraire, les clichés des fourmis, des nids et des sites du présent travail sont réalisés par l'auteur.

La "B. D. LUXNAT" est la Banque de données encodées du Mnhn sur le patrimoine naturel luxembourgeois. Sous forme de tableaux sont regroupés pour chaque espèce : le lieu de sa découverte, la méthode de la capture, à vue ou par piégeage (piège Malaise, Barber), le nom du déterminateur...

L'abréviation "PNPN" signifie: Plan National de Protection de la Nature.

Une colonie est "polydômiale" lorsqu'il y a des communications, des coopérations et des échanges réguliers d'individus (ouvrières et progéniture) entre divers nids. Jusqu'à présent on employait le terme de "polycalique" pour décrire cette situation. Le terme "polydômie" était utilisé pour un groupe de nids sœurs issus d'une colonie mère, dont les femelles construisaient les nouveaux nids sans qu'on ne se demandait s'il y avait des échanges entre les nids (Debout et al. 2007). Selon Seifert (2007), une "colonie polydômiale" est formée de plusieurs nids en relation les uns avec les autres.

Dans les tableaux et les figures, " >> 12" indique que le nombre exact de nids de l'espèce n'a pas été noté. La densité des nids dans les pelouses respectives a été si importante et les nids si rapprochés les uns des autres qu'il était impossible de distinguer si les nids appartenaient à différentes colonies ou s'ils faisaient partie d'une colonie polydômiale.

Tableaux et abréviations :

Dans les tableaux du chapitre 4.5. les échantillons sont numérotés. Le chiffre indique le numéro du tube, la lettre précédant le chiffre est la première lettre du nom de la commune dans laquelle est inscrit le site. Exemple:

D03 : échantillon numéro 3, renfermant les ouvrières d'un nid du site de la commune de Dudelange.

L'abréviation "No" indiquée dans les tableaux du chapitre 4.5.13 correspond aux numéros des tubes dont chacun renferme dix ouvrières d'un même nid. Les mêmes numéros sont indiqués sur les tubes contenant les ouvrières.

Les indications des coordonnées GPS pour chaque "WP" (de l'anglais "Way-Point") correspondent aux positions des nids sur les cartes Google-Earth. Remarquons que certains nids très rapprochés présentent la même indication de coordonnées, car la précision de l'instrument ne permet pas de déceler une différence de position entre des nids très rapprochés.

4.1.4. But et utilité des collections

Autrefois, le seul but des échantillons conservés était de servir de collection de référence. Chaque espèce devait être représentée par un seul individu typique pour tous les critères morphologiques. On considérait alors qu'à chaque phénotype correspondait un génotype et par conséquent une espèce, d'où un nombre exagérément élevé d'espèces et d'hybrides. Depuis qu'on s'est rendu compte de la grande variabilité phénotypique à l'intérieur des espèces et donc dans les populations naturelles, le but des collections est de prélever un nombre assez élevé d'individus d'une seule population (d'un nid).

4.2. Sites étudiés

4.2.1. Les pelouses sèches

4.2.1.1. Les pelouses sèches en général

4.2.1.1.1. Description

Les pelouses sèches sont des formations végétales herbacées souvent clairsemées, laissant parfois le sol à nu. La végétation ne dépasse guère 30 cm de hauteur, contrairement à celle des prairies. Si, par endroits, des buissons ou des arbustes comme par exemple le genévrier ou le prunellier sont présents, alors seulement de manière éparse.

Les pelouses sèches, qui sont rares dans nos régions, se développent sous l'influence de divers facteurs du milieu. Les longues périodes de sécheresse, auxquelles elles sont soumises, résultent soit d'un manque de pluie, soit d'un sol souvent peu profond à faible capacité de rétention d'eau. S'y ajoute un fort ensoleillement accentué souvent par une pente du terrain à une orientation sud. Les pelouses sèches sont des pelouses maigres, car pauvres en éléments nutritifs se développant sur des sols basiques. Parmi les espèces bien adaptées à ces conditions de vie, on rencontre souvent des orchidées et de nombreuses autres plantes à fleurs.

De plus, les pelouses sèches accueillent une faune très diversifiée. Ce sont les insectes comme les lépidoptères, les orthoptères, les hyménoptères qui y trouvent les plantes nourricières et les oiseaux, les mammifères et les reptiles qui trouvent dans ce type de milieu sec des conditions adaptées à leurs besoins.

4.2.1.1.2. Classification

Les pelouses sèches qui se développent sur les sites choisis dans le cadre du présent travail font partie de la classe des Festuco-Brometea (Trocken-, Halbtrockenrasen). Cette classe regroupe de nombreuses espèces végétales xéro- et thermophiles qui poussent sur des sols basiques pauvres en nutriments. Ces pelouses sèches sont des pelouses maigres calcaires selon Ellenberg 1996 (Schneider 2011).

La classe des Festuco-Brometea regroupe 2 ordres dont celui des Brometalia erecti W. Koch, 1926 (Submediterrane Trespen-Trocken und Halbtrockenrasen) présent au Luxembourg. Dans cet ordre se développent 2 alliances, à savoir l'alliance Xerobromion (Trespen-Trockenrasen) plus rare, rencontrée aux endroits extrêmement secs, sur des pentes très raides comme par exemple sur les nez rocheux de grès calcaires dans la vallée de l'Alzette, (Faber 1997 *In* : Ministère de l'environnement, 2000 cahier "Habitat"). D'autre part, l'alliance Bromion erecti Koch, 1926 (= Mesobromion) (Trespen-Halbtrockenrasen) présentant des pelouses demi-sèches mésophiles, plus répandues, à nombreuses espèces herbacées (Schneider 2011 : 179). Dans les pelouses sèches se développent différentes plantes suivant le mode d'exploitation de ces pelouses.

Le pâturage extensif provoque l'établissement du complexe Gentiano-Koelerietum (Ministère de l'environnement, 2000 cahier "Habitat") qui regroupe des plantes dotées d'épines comme *Cirsium acaule*, *Carlina vulgaris* (Golddistel) ou des plantes toxiques pour les animaux comme *Gentianella germanica* (Fransenenzian). Par contre, la pratique du fauchage extensif favorise plutôt le développement du Mesobrometum erecti Koch, 1926 avec comme espèces *Bromus erectus* et de nombreuses espèces d'orchidées. Pour les pelouses qui ne sont plus régulièrement pâturées, la différenciation des deux associations est souvent impossible. Dans ce cas on se contente de parler de l'association Bromion erecti, Koch 1926 (Schneider 2011).

Dans ce travail, ce sont les pelouses de l'alliance Bromion erecti Koch, 1926 (= Mesobromion) qui nous intéressent pour l'étude des Formicinae.

4.2.1.1.3. Evolution des pelouses du Bromion erecti Koch, 1926 (= Mesobromion)

Parmi les pelouses sèches, qui sont des milieux exceptionnellement précieux abritant de nombreuses espèces végétales et animales rares, c'est surtout l'alliance du Bromion erecti, Koch 1926, qui regroupe le plus grand nombre d'espèces végétales à protéger (Schneider 2011 : 186).

D'une part, dans les anciens sites d'exploitation du minerai de fer, les pelouses sèches se sont développées par succession naturelle sur les déblais ou sur la roche mère mise à nue. D'autre part, sur le Keuper les pelouses ont remplacé d'anciens terrains agricoles ou viticoles.

Lorsque le pâturage ou le fauchage ne sont plus pratiqués, les pelouses commencent à devenir broussailleuses. *Prunus spinosa* et *Crataegus monogyna* changent le microclimat (concurrence et ombre) et les espèces herbacées thermo- et xérophile disparaissent (Schneider 2011 : 184) (fig. 4.). L'évolution naturelle de la pelouse sèche, qui n'est qu'un stade de la succession naturelle, aboutira à l'installation d'une hêtraie calcicole comme étape finale ou climax de cette succession végétale.



Fig. 4. Embuissonnement du site "Sonneberg".

Pour préserver la richesse de la faune et de la flore assez particulière qui s'est installée, il s'avère nécessaire d'empêcher l'embroussaillage et de lutter contre la succession et l'évolution naturelle. Par des mesures de débroussaillage mécanique et de fauchage on fait régresser les espèces sans les détruire complètement. Leur présence par endroits n'est pas incompatible avec le pâturage.

4.2.2.2. Les pelouses sèches étudiées

4.2.2.2.1. Pelouses sèches sur le Dogger

Les pelouses sèches des formations doggeriennes des sites "Giele Botter", "Haard", "Lallengerbiërg", se trouvent sur les terrains des minières abandonnées. Suite à l'extraction du minerai de fer, les sites ont été fortement remaniés. Sur la plus grande partie s'entassent des remblais, reliques des travaux d'exploitation. Par endroits affleurent les couches géologiques de l'Aalénien (dou). Laissés en friche, ces sites ont évolué vers des biotopes extrêmement intéressants du point de vue de la biodiversité floristique et faunistique. Comme ces terrains hébergent des espèces végétales et animales menacées et rares, un certain nombre d'entre eux ont été classés zones naturelles.

La roche-mère est peu à peu colonisée par la végétation pionnière et la succession végétale à certains endroits passe par la pelouse calcaire sur laquelle se développent des espèces de la classe des Festuco-Brometea. Ce n'est que sur les sols arides, peu profonds, pauvres en nutriments et bien exposés au soleil que la richesse en espèces herbacées permet l'installation des pelouses caractéristiques qui nous intéressent pour l'étude des Formicinae. Aux endroits où le sol gagne d'épaisseur, de jeunes arbres et arbustes comme le bouleau, le saule marsault et le peuplier tremblant vont s'établir. Une forêt qui formera le climax, l'état stable et mature de la succession sera inévitablement une hêtraie calcicole, si la succession naturelle se poursuit.

4.2.2.2.2. Pelouses sèches sur les pentes du Keuper

Les pelouses sèches du Keuper des sites "Aarnescht" et "Sonnebiërg" poussent sur des terrains déboisés, qui jadis ont servi au pâturage et qui par la suite sont tombés en friche lorsqu'ils ont été abandonnés. Le Keuper à marnolites compactes (km3) est présent sur toute la surface étudiée. Ce sont des marnes briolacées avec des minces bancs de dolomie gris-clair. Les sols qui se développent sur le Keuper à marnolites renferment beaucoup de calcaire et d'argile. Ainsi ils deviennent lourds et compacts et ne laissent guère pénétrer l'eau de pluie, surtout si les terrains se situent en pente. Si de plus la pente est à orientation sud, ces terrains se dessèchent encore plus rapidement en été (Schneider 2011 : 187). D'autre part, les terrains des plaines se gorgent d'eau de pluie et se dessèchent lors des périodes de fort ensoleillement présentant alors des fissures caractéristiques largement ouvertes, témoins d'érosions. Les espèces des pelouses sèches qui se développent sur un sol de ce type font partie de l'alliance Bromion erecti Koch, 1926 (= Mesobromion). Une bonne gestion est nécessaire pour empêcher l'embroussaillage du site.

4.2.2.2.3. Localisation des pelouses sèches étudiées

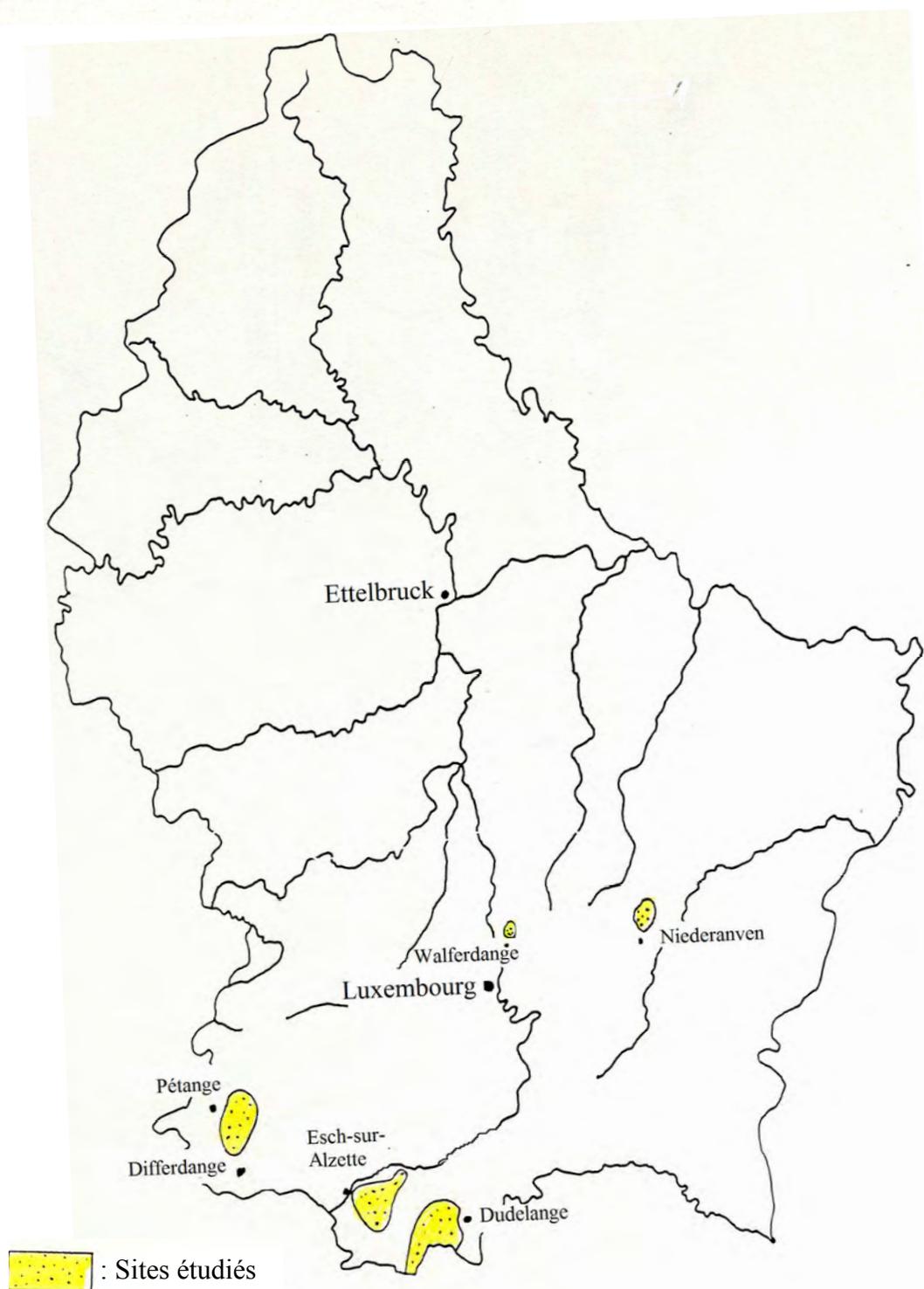


Fig 5: Localisation des cinq sites étudiés.

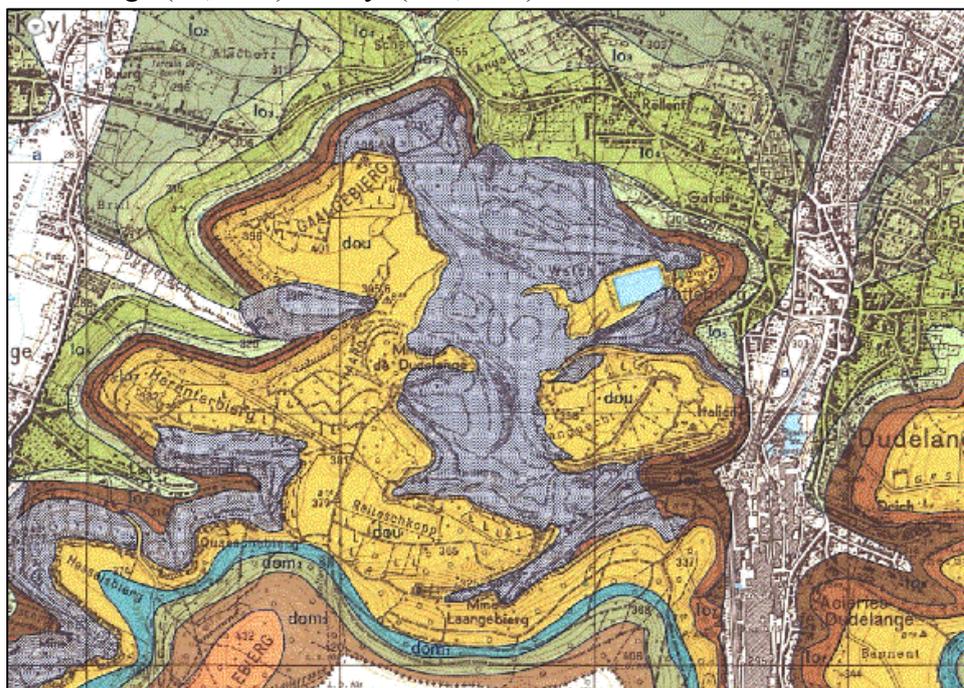
- 1: Dudelange, "Haard"
- 2: Pétange, "Prenzebiërg, Giele Botter"
- 3: Esch/Alzette, "Lallengerbiërg"

- 4: Oberanven, "Aarnescht"
- 5: Walferdange, "Sonnebiërg"

4.2.2. Dudelange, Haard

4.2.2.1. Description du site

Le site "Haard" à Dudelange fait partie de la réserve naturelle "Haard-Hesselsbiérg-Staebérg", qui se situe sur le territoire des communes de Dudelange (323, 3 ha), Rumelange (36, 3 ha) et Kayl (234, 5 ha).



www.geologie.lu/index.php/geolux/cartegeo

Fig. 6. Extrait de la carte géologique du Luxembourg.

Echelle :  1 km

Légende :

-  Remblai, surface d'exploitation de la minette
-  dom4 : Marnes sableuses et Calcaire d'Audun-le-Tiche
-  dom3 : Calcaire de Haut-Pont
-  dom2 : Calcaire d'Ottange et Couches à Sonninia
-  dom1 : Marnes micacées
-  dou : Minette (faisceau calcaire)
-  lo7 : Minette (faisceau siliceux)
-  lo6 : Minette (faisceau siliceux)
-  lo5 : Couches à *Pseudogrammoceras fallaciosum* (marnes argileuses)
-  lo4 : Couches à *Grammoceras striatulum* (marnes sableuses grises)
-  lo3 : Marnes à *Astarte voltzi* (marnes sableuses grises)
-  lo2 : Couches à *Hildoceras bifrons* (argiles marneuses)

L'ensemble de la région "Haard-Hesselsbiërg-Staebierg" qui s'étend sur 594,1 ha a été déclarée officiellement réserve naturelle nationale par le règlement grand-ducal du 30 juillet 1994. La région fait partie du réseau européen "Natura 2000".

Les fronts de taille et les fonds de carrières témoignent de l'exploitation de la minette qui s'est effectuée jadis sur une grande partie de cette région. L'exploitation à ciel ouvert a débuté à grande échelle en 1952 et a cessé fin décembre 1972 (Conrardy & Krantz 1991b *In* : Ersa, Ecotop & AEF 2007). La réserve naturelle repose sur une cuesta composée de la cuesta du Dogger nommée Cuesta de l'Aalénien formée en grande partie de couches de minerai de fer (dou) et recouverte au sud par les couches calcaires (dom) qui constituent la Cuesta du Bajocien. Le versant de la Diddelengerbaach constitue la limite est, celui de la Kälbaach le versant ouest du site. Les couches du Toarcien (lo2 à lo5) y affleurent.

Sur la Cuesta du Bajocien pousse toujours la hêtraie calcicole d'origine, qui présente aux endroits humides une hêtraie à orge des bois et aux endroits plutôt secs une hêtraie à orchidées (Murat 2009). Le minerai de fer de la Cuesta de l'Aalénien a été exploité dans des galeries ou à ciel ouvert jusqu'en 1972. Les dépôts de scories à l'origine des crassiers ont également marqué le paysage. Les blocs de laitier déposés aux abords de la Haard fournissent un lieu de refuge aux espèces animales thermophiles (MDDI b 2010).

Sur le site on peut observer une succession végétale naturelle. La roche nue affleure par endroits sur les rochers et les pentes. Elle est colonisée successivement par des lichens, puis des mousses et des crassulacées. Les plantes qui s'y développent sont soumises à des périodes de sécheresse prolongées. Sur les replats poussent des pelouses sèches avec des espèces spécialisées, peu concurrentielles et peu exigeantes sur le plan nutritif. L'apparition des ligneux fait évoluer les pelouses en bois pionnier. On y rencontre le bouleau verruqueux *Betula pendula*, le saule marsault *Salix caprea* et le peuplier tremble *Populus tremula*. La végétation du climax sur une grande partie du site est constituée par la hêtraie neutrophile à aspérule et mélique uniflore (Melico-Fagetum) (Ersa, Ecotop & AEF 2007). Sur les fronts de taille se sont installées des espèces héliophiles et thermophiles supportant de grandes variations de températures.

Sur le site ont été trouvées 450 espèces de plantes vasculaires, dont 30 protégées (Ersa, Ecotop & AEF 2007). La flore très riche permet l'installation d'une faune diversifiée. Ont été recensées 109 espèces d'oiseaux, dont 30 sont des espèces protégées (Ersa, Ecotop & AEF 2007, Cungs 1991). 656 espèces de papillons ont été trouvées sur le site "Haard". 400 espèces d'hyménoptères aculéates (Cungs et al. 2007) et de nombreux autres insectes ont été répertoriés.

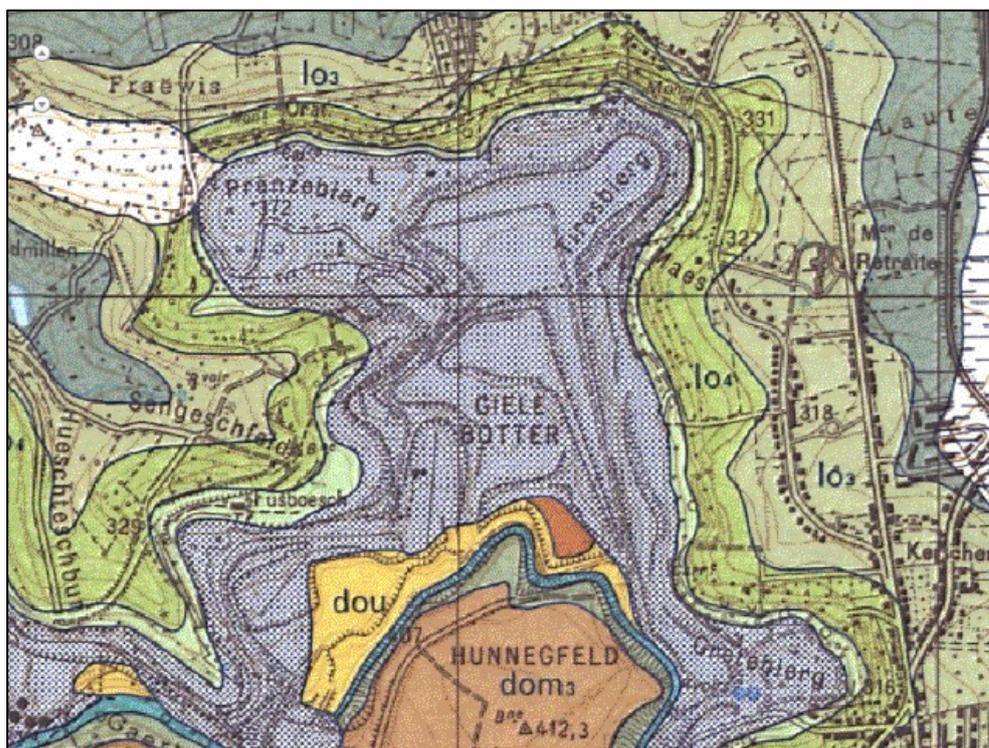
4.2.2.2. Protection du site

Pour éviter l'installation d'une forêt calcicole par succession naturelle et pour conserver l'état maigre des habitats, des mesures de gestion destinées à limiter l'embuissonnement des pelouses sont mises en œuvre depuis les années 1990. Par des méthodes de fauchage et de débroussaillage, on essaie de lutter contre les plantes invasives pour garder les pelouses sèches dans leur état. Depuis 1999, le pâturage par un troupeau de moutons et de chèvres est pratiqué sur 59 ha environ. Il faut néanmoins limiter le passage des troupeaux pour éviter la fertilisation excessive locale de certaines zones par les déjections des animaux (Ersa, Ecotop & AEF 2007, Cungs et al. 2007). Depuis 2003, ces mesures sont définies dans un plan de gestion annuel.

4.2.3. Pétange, Prënzebiërg / Giele Botter

4.2.3.1. Description du site

La réserve naturelle "Prënzebiërg / Giele Botter" (communes de Pétange et de Differdange) se situe au sud de Pétange, à l'est de Lamadelaine et au nord-ouest de Niederkorn.



www.geologie.lu/index.php/geolux/cartegeo

Fig. 7 : Extrait de la carte géologique du Luxembourg.

Echelle :  1 km

Légende :

-  Remblai, surface d'exploitation de la minette
-  dom4 : Marnes sableuses et Calcaire d'Audun-le-Tiche
-  dom3 : Calcaire de Haut-Pont
-  dom2 : Calcaire d'Ottange et Couches à Sonninia
-  dom1 : Marnes micacées
-  dou : Minette (faisceau calcaire)
-  lo7 : Minette (faisceau siliceux)
-  lo6 : Minette (faisceau siliceux)
-  lo5 : Couches à *Pseudogrammoceras fallaciosum* (marnes argileuses)
-  lo4 : Couches à *Grammoceras striatulum* (marnes sableuses grises)
-  lo3 : Marnes à *Astarte voltzi* (marnes sableuses grises)
-  lo2 : Couches à *Hildoceras bifrons* (argiles marneuses)

Le site "Prënzebiërg/Giele Botter", d'une surface totale de 255,30 ha, est protégé par le règlement grand-ducal du 20 novembre 1991. Il comprend une zone noyau de 165,14 ha et une zone tampon de 90,16 ha et fait également partie du réseau européen "Natura 2000".

La réserve naturelle est un ancien site d'exploitation du minerai de fer. Sur le site dit "Giele Botter" (commune de Differdange), le minerai de fer a été extrait jusqu'en 1978, alors que sur le site "Prënzebiërg" (commune de Pétange) les travaux ont cessé déjà vers 1930. Ainsi la topographie du site est marquée par l'exploitation de la minière en galeries et surtout par celle à ciel ouvert.

Sur le site, les formations ferrifères de la minette du Toarcien (lo6-lo7, Lias supérieur) et de l'Aalénien (dou, Dogger inférieur) et les marnes micacées du Bajocien (dom1, Dogger moyen), forment le substratum. Les sols argileux des marnes micacées présentent un grand pouvoir de rétention d'eau et deviennent par conséquent lourds et humides. D'autre part, la formation ferrifère présente des assises intercalaires. S'y développent des sols légers perméables, bien drainés et fertiles.

Au cœur du "Giele Botter" le substratum imperméable entraîne la formation d'un plan d'eau central entouré de pentes plus ou moins raides. La végétation paludéenne typique qui s'y est installée est qualifiée de "roselière" et de "cariçaie". Sur les plateaux avoisinants bordés de déblais se sont installés des lichens, des mousses et des plantes de la famille des crassulacées comme *Sedum acre* et *S. album* souvent associées à des plantes nitrophiles (*Melilotus albus*, *Cirsium eriophorum*). Aux endroits où le sol s'est développé, surtout entre des amas de grosses pierres, poussent des jeunes bouleaux. Les énormes gradins du "Giele Botter" sont recouverts de pelouses peu denses, entrecoupées par endroits par des prés fauchés (Schaul 1994).

Le site permet d'observer une morphologie et une succession végétale différente selon l'endroit considéré. Aux endroits où le calcaire affleure, le "Prënzebiërg" portait probablement une hêtraie calcicole typique, dont ne subsistent au bas du versant nord que quelques vestiges. De grandes zones ont été déboisées afin d'obtenir des surfaces cultivables, qui ont par la suite servi à l'exploitation de la minette. Les déblais de minerai déposés au "Prënzebiërg" ont formé une chaîne de collines. Parmi les plantes pionnières se sont installées des bouleaux *Betula pendula* et des saules marsault *Salix caprea*. Ce sont des plantes héliophiles, à croissance rapide qui sont peu exigeantes du point de vue nutritif. Le cœur du "Prënzebiërg" présente un caractère subalpin, dû aux conditions géologiques (dépôt de déblais et substratum poreux). Depuis l'installation d'une forêt pionnière s'est développée une forêt mixte à mélèzes *Larix decidua*, pins *Pinus nigra*, bouleaux *Betula pendula*, sorbiers *Sorbus aucuparia*, noisetiers *Corylus avellana* et saules *Salix caprea*. Sur le sommet aplati du "Prënzebiërg" ont été plantés des pins sylvestres *Pinus sylvestris* et des mélèzes *Larix decidua*. De 1973 à 1979 ont été plantés 168.000 arbres (Fondation Oekofonds 2008). Sur le calcaire du Dogger se développe une hêtraie basophile à orchidées typique suivant la succession naturelle. Au moins 19 parmi les 36 espèces d'orchidées du Luxembourg sont présentes sur le site (Mangen et al. 1993) !

Les divers nouveaux biotopes qui se sont développés après l'arrêt des travaux d'exploitation de la minette ont permis l'installation d'une flore, mais également d'une faune d'une richesse exceptionnelle. Sur le site se sont développées des mares riches en

espèces rares, comme la couleuvre à collier *Natrix natrix* et le triton crêté *Triturus cristatus* qui est une espèce menacée de la directive "Habitats" (Fondation Oekofonds 2008). Les mines abandonnées constituent des sites d'hibernation et de chasse idéaux pour les chauves-souris *Myotis emarginatus* et *M. myotis*. L'alouette lulu (*Lullula arborea*) trouve dans la partie dépourvue d'arbres un biotope tout à fait adapté à sa nidification (ERSA 2000). Le site abrite entre autre plus de 100 espèces d'oiseaux dont 60 oiseaux nicheurs (Melchior 1993).

4.2.3.2. Protection du site

Si le site n'est pas entretenu il évoluera vers une forêt sous l'influence de divers facteurs abiotiques caractéristiques du milieu, à savoir la température, les précipitations, le sol, l'exposition et le relief. Ainsi, sur le calcaire du Bajocien la végétation évoluera vers une hêtraie calcicole.

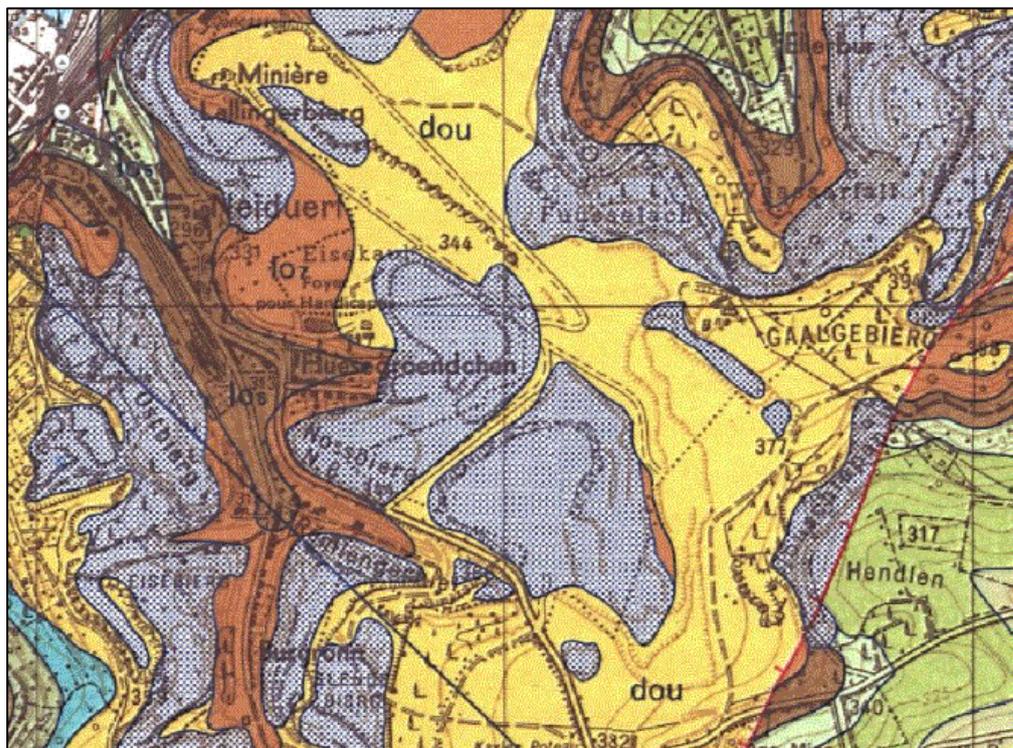
Le site est particulièrement intéressant de part la diversité des habitats à savoir les pelouses calcaires karstiques, pelouses calcaires sèches semi-naturelles (Festuco-Brometalia), prairies maigres de fauche, éboulis calcaires, hêtraies de l'Asperulo-Fagetum, hêtraies calcicoles (Cephalanthero-Fagion), forêts de ravin du Tilio-Acerion, forêts alluviales résiduelles (Alnion glutinosa-incanae) (ERSA 2000).

Pour préserver cette diversité des biotopes et pour éviter l'évolution naturelle de la succession végétale, on a effectué le déboisement à la scie et au timberjack (déracinement) sur certaines parcelles. Ces mesures n'ont pas fourni que des résultats satisfaisants. Comme de plus, en été 2000, le mélilot blanc *Melilotus albus* a profité du déboisement et s'est développé sur toute la surface de la réserve naturelle la " LNVL-Naturfrënn Kordall" a décidé de proposer des mesures d'entretien. Un plan de gestion a été mis en œuvre par la station biologique de l'Ouest à la demande de l'Administration des eaux et forêts. Le site est actuellement débroussaillé et pâturé par un troupeau de moutons de race rustique (Moorschnuken) (+/- 500 moutons) qui lors de leur présence pâturent une surface d'un ha par jour afin de préserver le site avec ses espèces rares (Rollinger 2000).

4.2.4. Esch-sur-Alzette, Lallengerbiërg

4.2.4.1. Description du site

La minière abandonnée "Lallengerbiërg" (commune d'Esch-sur-Alzette) se situe au sud-est d'Esch-sur-Alzette et au sud de Schiffflange.



www.geologie.lu/index.php/geolux/cartegeo

Fig. 8. Extrait de la carte géologique du Luxembourg.

Echelle :  1 km

Légende :

-  Remblai, surface d'exploitation de la minette
-  dom4 : Marnes sableuses et Calcaire d'Audun-le-Tiche
-  dom3 : Calcaire de Haut-Pont
-  dom2 : Calcaire d'Ottange et Couches à Sonninia
-  dom1 : Marnes micacées
-  dou : Minette (faisceau calcaire)
-  lo7 : Minette (faisceau siliceux)
-  lo6 : Minette (faisceau siliceux)
-  lo5 : Couches à *Pseudogrammoceras fallaciosum* (marnes argileuses)
-  lo4 : Couches à *Grammoceras striatulum* (marnes sableuses grises)
-  lo3 : Marnes à *Astarte voltzi* (marnes sableuses grises)
-  lo2 : Couches à *Hildoceras bifrons* (argiles marneuses)

Le "Lallengerbiere", d'une superficie de 130 ha environ est un site exceptionnel qui fait partie du réseau européen "Natura 2000". Ce site est protégé selon la directive européenne "Habitats". Dans le rapport final du Plan National concernant la Protection de la Nature du mois de mai 2007, le "Lallengerbiere, avec ses minières à ciel ouvert et les prairies calcaires" est inscrit dans la liste des sites prioritaires à être déclarés zones protégées d'intérêt national (MDDI a, PNP 2007 – 2011).

Sur ce site, la minette a été exploitée jusqu'en 1971. Le côté est du site est marqué par des fronts de taille abrupts où affleure la roche nue et des replats, qui ont été les surfaces de travail permettant l'exploitation avec les gros engins. Les déblais stériles ont été entassés du côté ouest formant ainsi des monticules à surfaces aplaties. Au milieu, sur un replat situé entre le front de taille et les déblais, des pelouses sèches se sont développées sur les formations doggeriennes. Le faisceau calcaire de la minette (dou) de l'Aalénien couvre le replat sur lequel se trouve la pelouse sèche. Du côté nord-ouest affleurent par endroits sur les bords des couches de l'Aalénien, les marnes gréseuses ferrifères plus vieilles du Toarcien (lo6-lo7). Cette partie du "Lallengerbiere" est boisée. Au sud du site, sur le replat non aménagé près du "Kayler poteau", la roche nue affleure par endroits. A l'exception de quelques mousses et lichens, la végétation fait défaut à cet endroit très sec et exposé au soleil. Le replat présente des crevasses d'une longueur d'un demi-mètre pouvant atteindre 10 cm de largeur. Sur les remblais et sur la pelouse se développent des hêtres *Fagus sylvatica* et des bouleaux *Betula verrucosa*. Du côté nord-est, en direction de Schiffflange, les sentiers pédagogiques "Schöfflinger Biere" et "Sentier des Planètes" longent le site.

4.2.4.2. Protection du site

Comme les arbres et les arbustes envahissent lentement le site du "Lallengerbiere", il s'avère nécessaire de lutter contre l'invasion des ligneux. En date du 29 juillet 2011 un troupeau de moutons, broutant l'herbe sur les pelouses a pu être observé (fig. 9).

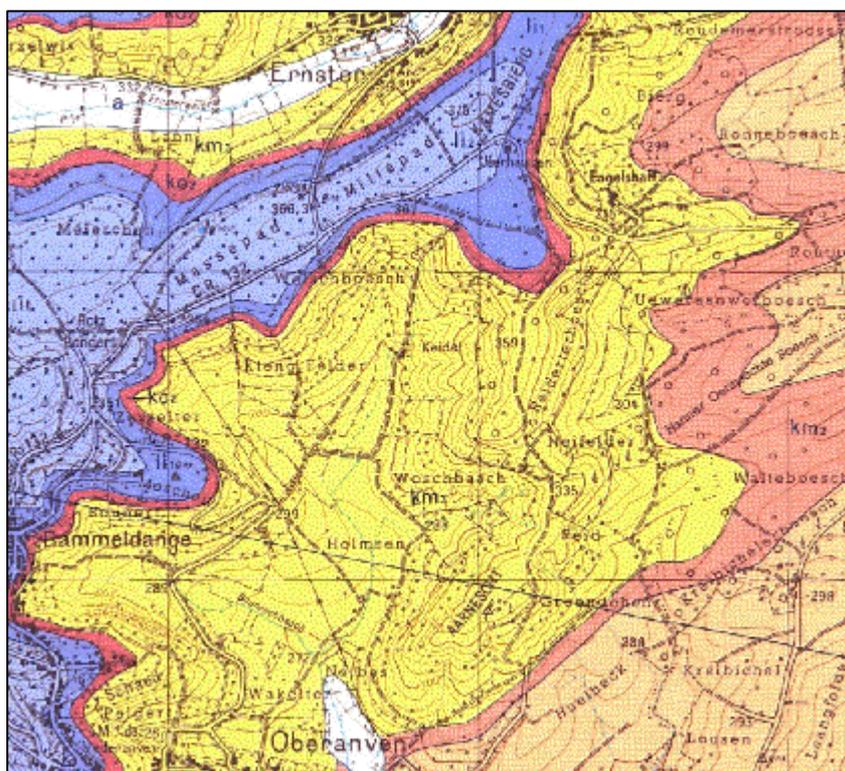


Fig. 9. Troupeau de moutons sur les pelouses du " Lallengerbiere ".

4.2.5. Oberanven, Aarnescht

4.2.5.1. Situation et présentation du site

La réserve naturelle "Aarnescht" (commune de Niederanven) se situe au nord-est d'Oberanven et au sud de la ferme Engelshof.



www.geologie.lu/index.php/geolux/cartegeo

Fig. 10. Extrait de la carte géologique du Luxembourg.

Echelle :  1 km

Légende :

-  li2 : Grès de Luxembourg
-  li1 : Marnes à *Psiloceras planorbe*
-  ko2 : Rhétien (argiles)
-  km3 : Keuper à marnolites compactes
-  km2 : Marnes rouges gypsifères
-  km1 : Marnes à pseudomorphoses de sel gemme

Le 1er février 1988, l' "Aarnesch" a été déclarée zone protégée par règlement grand-ducal. Le site présente une superficie totale de 75, 21 ha, dont la réserve naturelle proprement dite occupe une surface de 48, 22 ha. Une zone tampon de 26, 99 ha délimite le site.

Au début du 20ème siècle le site a été transformé en terrains agricoles après le défrichage des forêts. Puis il a servi au pâturage. Sur les pentes bien exposées au soleil, des vignobles furent installés. Le bois de pins noirs de l' "Aarnesch" a servi dans les mines (Ministère de l'Environnement, Amicale de l'Aarnesch 2003). La pelouse demi-sèche de l' "Aarnesch" ne s'est développée sur le sol qu'après la cessation de toutes les activités humaines. Au début des années 1950, on ne trouvait guère de plantes rares sur l' "Aarnesch". Ce n'est que dans les années 1970 que le professeur Léopold Reichling a reconnu la richesse de la flore et de la faune de ce site.

L' "Aarnesch" fait partie d'un paysage ondulé dont le substrat se compose de marnes à marnolites compactes (km3). Au Nord de l' "Aarnesch" ces marnes à marnolites sont encore recouvertes et protégées par les marnes rouges du Rhétien (ko2), les couches grises du Psiloceras planorbe (li1) et le Grès de Luxembourg jaune (li2). Aux endroits où les marnes à marnolites compactes ne sont plus recouvertes, elles s'altèrent rapidement. Les sols issus de cette altération sont généralement peu épais, riches en argile et l'exposition au fort ensoleillement a pour effet le développement d'un sol aride, pauvre en humus et en nutriments. Sur ce sol s'est développée une pelouse riche en espèces végétales et animales rares.

Dans la pelouse demi-sèche qui s'est installée sur les marnes à marnolites de fortes pluies ont formé des fossés d'érosion, les "Griechten". Les plantes qui sont adaptées à ce type de sol sont surtout des plantes herbacées, calcicoles, thermophiles et xérophiles supportant une forte sécheresse. Par endroits des plantes ligneuses tels que le pin sylvestre *Pinus sylvestris* et des chênes *Quercus* recolonisent la pelouse sèche (Ministère de l'Environnement, Amicale de l'Aarnesch 2003).

L' "Aarnesch" héberge actuellement 23 espèces d'orchidées (64% des espèces d'orchidées du Luxembourg), deux espèces de gentiane et beaucoup d'autres plantes rares présentes surtout dans la pelouse demi-sèche. Dans la réserve naturelle se développent également des arbres fruitiers, une vieille chênaie-hêtraie, des pins noirs *Pinus nigra*, des mélèzes *Larix decidua* et des épicéas *Picea abies* (Ministère de l'Environnement, Amicale de l'Aarnesch 2003).

L' "Aarnesch" héberge des espèces rares d'une faune bien adaptée à la pelouse sèche et demi-sèche. Parmi ces espèces des arthropodes comme la punaise *Aradus cinnamomeus*, l'araignée-frelon méridionale *Argiope bruennichi*, la cigale *Cicadetta montana* et bien d'autres espèces qui ont été observées par L. Reichling (Kirpach 1988). Voir liste complète dans Kirpach (1988). D'autres insectes dignes d'intérêt tels des lépidoptères comme l'azuré bleu céleste *Lysandra bellargus*, des Orthoptères comme *Phaneroptera falcata* (Ministère de l'Environnement, Amicale de l'Aarnesch 2003) y ont également été observés.

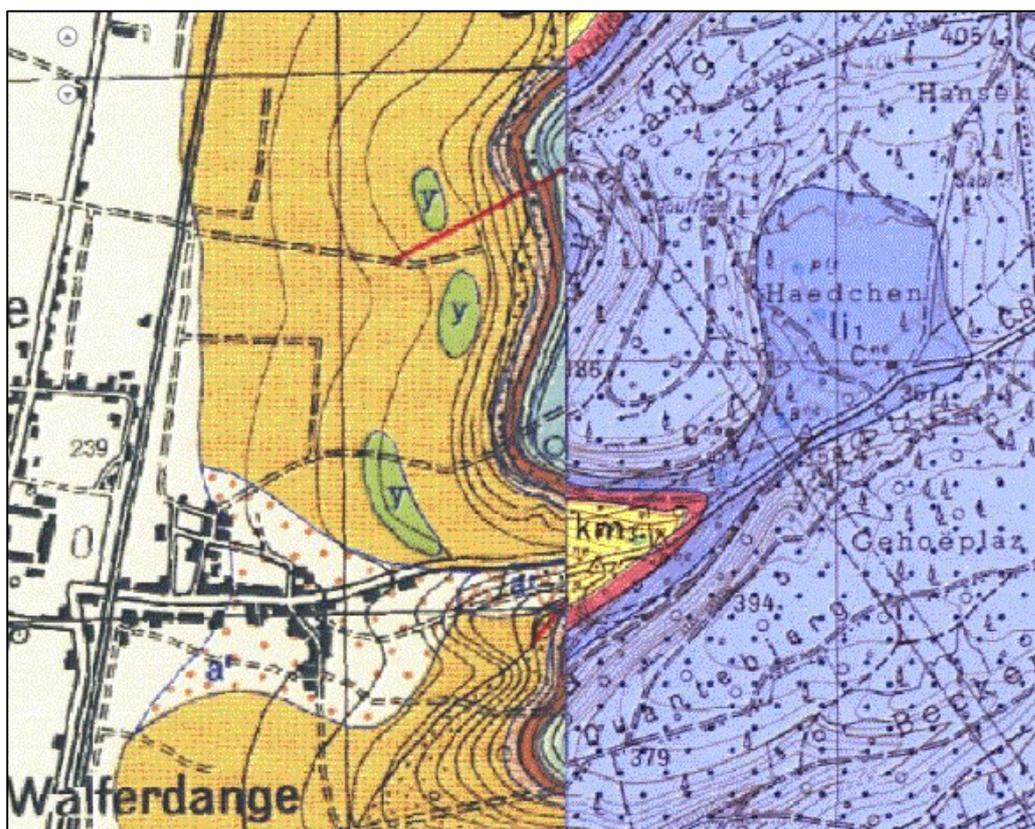
4.2.5.2. Protection du site

Pour éviter leur expansion et le développement d'une chênaie thermophile naturellement adaptée au site, les coupes régulières des plantes ligneuses s'avèrent nécessaires. Une des mesures de gestion du site en vue d'assurer la protection et la conservation des pelouses sèches est le débroussaillage régulier par des coupes régulières des plantes ligneuses et le pâturage par les moutons empêchant ainsi la formation de maquis.

4.2.6. Walferdange, Sonneberg

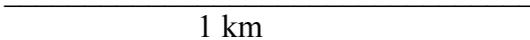
4.2.6.1. Description

La réserve naturelle "Sonneberg" (commune de Walferdange) se situe au nord de Helmsange et à la limite occidentale du massif forestier du Grünewald.



www.geologie.lu/index.php/geolux/cartegeo

Fig. 11. Juxtaposition de deux cartes géologiques d'âges différents.

Echelle :  1 km

Légende :

-  li2 : Grès de Luxembourg
-  li1 : Marnes à *Psiloceras planorbe*
-  ko2 : Rhétien (argiles)
-  km3 : Keuper à marnolites compactes
-  y : Lentilles de gypse

La réserve naturelle "Sonneberg" d'une étendue de 15, 03 ha ne présente pas de zone tampon et touche directement au périmètre de l'agglomération de Walferdange. Elle a été déclarée zone protégée par le règlement grand-ducal du 31 juillet 1989.

Le site s'étend sur un versant d'orientation sud-ouest allant de la vallée de l'Alzette jusqu'à la partie supérieure où affleure le Grès de Luxembourg (li2). Il couvre les formations géologiques du Trias supérieur et très peu celles du Jurassique inférieur (Lias inférieur). La pelouse sèche se développe sur le Keuper à marnolites compactes (km3). Ce sont des marnes bariolées avec des intercalations de minces bancs de dolomie gris-clair. Les marnes argileuses rouges (ko2) affleurent sur une bande étroite à la limite orientale de la zone.

La topographie du Sonneberg est marquée par une série de petits cratères témoignant des effondrements de terre sous l'effet du système de galeries souterraines creusées pour l'exploitation industrielle du gypse au début du 20^{ième} siècle.

La pelouse se développe sur un substrat riche en calcaire, à faible pouvoir de rétention d'eau. De plus, le site est à l'abri des vents forts et le versant orienté au sud-ouest est bien ensoleillé. Ainsi sont rassemblées toutes les conditions favorables au bon développement d'une végétation xérothermophile de type "Mesobrometum" avec la présence typique d'orchidées et de gentianes comme *Gentianella germanica* et *G. ciliata* (Reichling 1972). Au pied du versant on observe de vieux vergers. A la limite supérieure du Sonneberg se sont établies une pinède claire et une hêtraie. Par endroits l'églantier *Rosa canina*, les aubépines *Crataegus* div. spp et le prunellier *Prunus spinosa* envahissent progressivement la pelouse (Reichling 1972 et fig. 56). Ces plantes ligneuses sont des plantes pionnières forestières qui vont progressivement envahir la pelouse et qui préparent ainsi la réinstallation d'une forêt qui sera à cet endroit-ci une chênaie-charmaie thermophile.

Le site abrite également une faune très intéressante. Quarante-huit espèces de papillons diurnes et seize espèces d'orthoptères ont été inventoriées. La petite cigale des montagnes *Cicadetta montana* a été observée et un inventaire des chiroptères présents sur le site a été établi (Forgot & Thonon 2007). L'accès aux galeries étant difficile, ces mammifères ne peuvent en profiter pour y hiberner ce qui explique que ces animaux ne sont présents qu'en petit nombre sur le site.

4.2.6.2. Protection du site

L'installation d'arbustes comme le prunellier et l'aubépine enrichissent le substrat en nutriments. Or, les orchidées et d'autres plantes rares de la pelouse sèche ne poussent que sur un sol pauvre en nutriments. Ainsi, par exemple, le nombre d'espèces d'orchidées du site est passé de 14 en 1961 à 6 en 1996. Un plan de gestion du site proposé depuis 1998 prévoit le passage d'un troupeau de moutons pour le pâturage deux fois par an ou bien un débroussaillage mécanique et depuis que ces mesures sont entreprises, Monsieur Gilles Lichtenberger, forestier, a effectivement observé deux nouvelles espèces d'orchidées sur le site (Lichtenberger 2011).

4.3. Clés

4.3.1. Clés et problèmes de détermination

Pour la détermination des Formicidae d'Europe centrale, Ward (2010) conseille d'utiliser la clé de Seifert (2007) ou celle de Kutter (1977) qui se rapporte aux fourmis de Suisse. Seifert (2007) a établi une nouvelle clé de détermination des espèces de Formicidae d'Europe en révisant la clé qu'il a réalisée en 1996. Seize espèces nouvelles trouvées ou redéfinies y sont intégrées. De plus, la nouvelle version est élargie du point de vue géographique. A l'Europe centrale s'ajoutent l'Europe du nord, les îles britanniques et le Benelux.

Pour la détermination des Formicinae du présent travail, j'ai utilisé une clé simplifiée intégrant des éléments des clés de Bernard (1968) et de Kutter (1977). Des ajouts de la nouvelle clé de Seifert (2007) tiennent compte des détails morphologiques complémentaires.

En 1991, Seifert a examiné en Allemagne 432 nids hébergeant les espèces *Formica rufa* ou *F. polycтена*. En considérant la pilosité des individus de différents nids, Seifert s'aperçoit, qu'à côté du phénotype *rufa* (pht R) et du phénotype *polycтена* (pht P) existait un phénotype intermédiaire (pht I). Le phénotype intermédiaire (pht I) est considéré par Seifert comme hybride fertile entre les sous-espèces *Formica rufa polycтена* (pht P) et *Formica rufa rufa* (pht R). Les phénotypes (pht R) et (pht P) sont capables de produire occasionnellement des hybrides (pht I), dans les régions dans lesquelles la présence des deux sous-espèces parentales est assurée et sont traités par l'auteur comme étant des sous-espèces sympatriques relativement stables.

Dans la publication de 1996, Seifert considère des critères morphologiques et biologiques pour séparer les deux espèces *F. rufa* et *F. polycтена*. Néanmoins, il observe dans des petites forêts jusqu'à 26% de nids présentant des individus à morphologie, à structure coloniale et au nombre de reines intermédiaires entre les deux espèces. Ce sont des nids hébergeant des individus hybrides fertiles. Ainsi, dans la clé de détermination récente, Seifert (2007) décrit la forme hybride sous le nom de "*rufa x polycтена*" qui présente des caractères morphologiques intermédiaires entre *F. rufa* et *F. polycтена*.

Clé de détermination utilisée dans le travail sur les anciennes minières à ciel ouvert, Ries (1993) :

Formica rufa et *Formica polycтена*

Formica polycтена : gula sans soies, thorax et pétiole rarement avec quelques soies

Formica rufa : gula avec soies, thorax et pétiole avec soies.

Clé de détermination de Seifert (2007) avec indication de mesures bien précises.

Remarque : Les nombres décimaux pour la longueur des soies s'expliquent du fait que pour les mesures une moyenne des individus du nid a été considérée.

Formica polyctena : mesures unilatérales. L'espèce présente peu de soies, les soies considérées ont généralement une longueur > 10µm ;
gula : 0 - 3 soies, longueur des soies 7 - 97 µm ;
pronotum : 0 - 5 soies, longueur 6 - 55 µm ;
occiput jusqu'à la limite antérieure de l'œil : 0 - 0, 9 soies > 10µm.

Formica rufa : mesures unilatérales. L'espèce présente de nombreuses soies, les soies considérées ont généralement une longueur > 10 µm ;
gula : 5, 1 - 11 soies, longueur 155 - 224 µm ;
pronotum : 12, 5 - 45 soies, longueur 61 - 102 µm ;
occiput jusqu'à la limite antérieure de l'œil : 0 - 3, 6 soies > 10 µm.

Formica rufa x *polyctena* : mesures unilatérales. L'espèce présente plus de soies que *polyctena*, moins de soies que *rufa*, les soies considérées ont généralement une longueur > 10 µm ;
gula : 1, 9 - 6, 6 soies, longueur 96 - 197 µm ;
pronotum : 5, 8 - 16 soies, longueur 47 - 83 µm ;
occiput jusqu'à la limite antérieure de l'œil : 0 - 1, 2 soies > 10 µm.

La classification utilisant des critères morphologiques étant assez compliquée, il s'avère parfois nécessaire de recourir à l'analyse de l'ADN dans les cas critiques (chapitre 4.4.).

4.3.2. Clé utilisée dans le présent travail

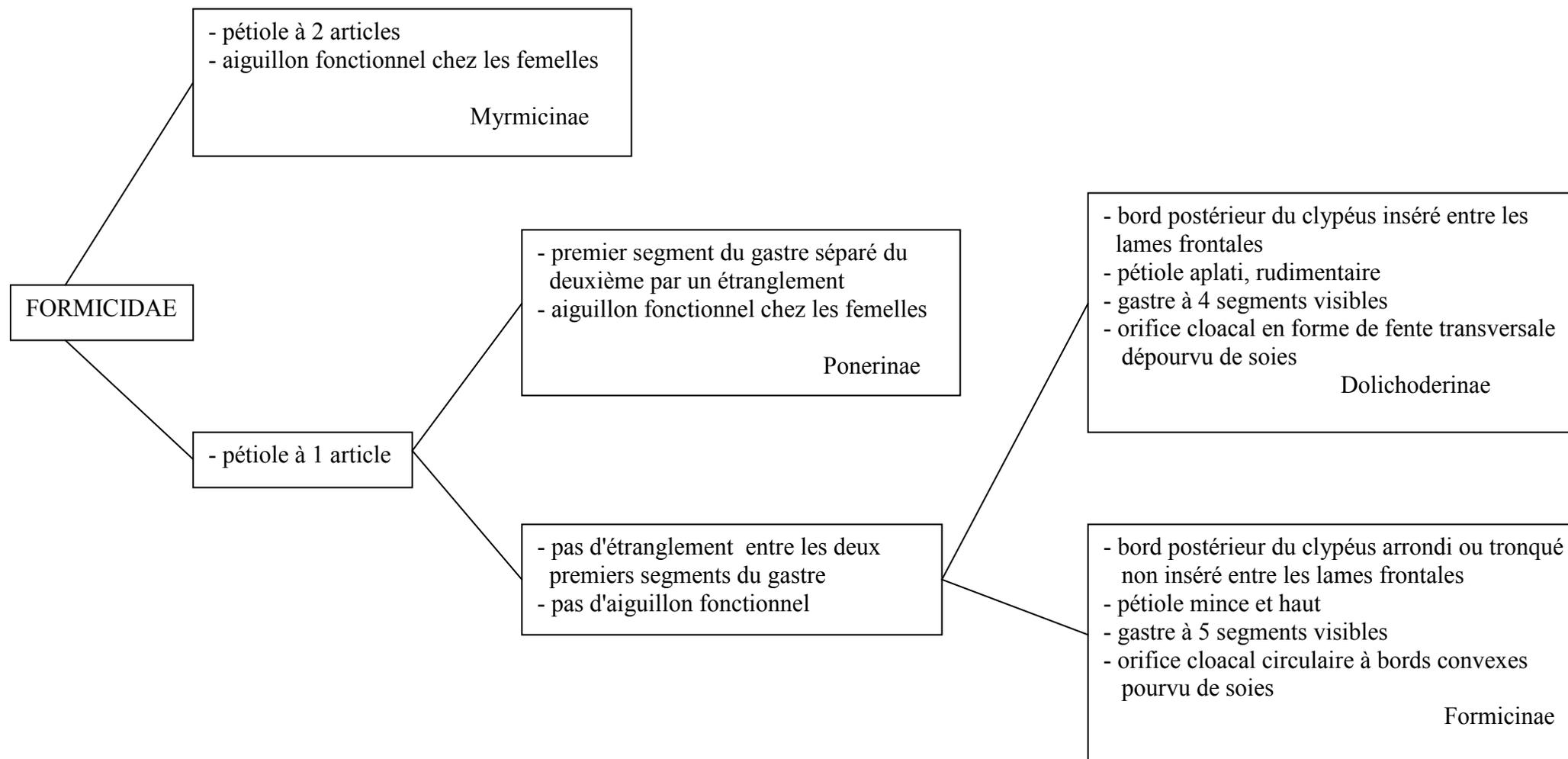
Ci-après, je propose une clé simplifiée, ne se rapportant qu'aux espèces trouvées dans les pelouses sèches des cinq sites inspectés. Pour établir cette clé, j'ai comparé mes propres observations aux clés de Bernard (1968), Kutter (1977) et Seifert (2007).

Le sous-genre *Raptiformica* du genre *Formica* n'est représenté en Europe que par la seule espèce *F. sanguinea*. La clé d'identification simplifiée ne décrit que les caractéristiques du sous-genre. Une description de l'espèce est faite dans le chapitre 4.5.5.

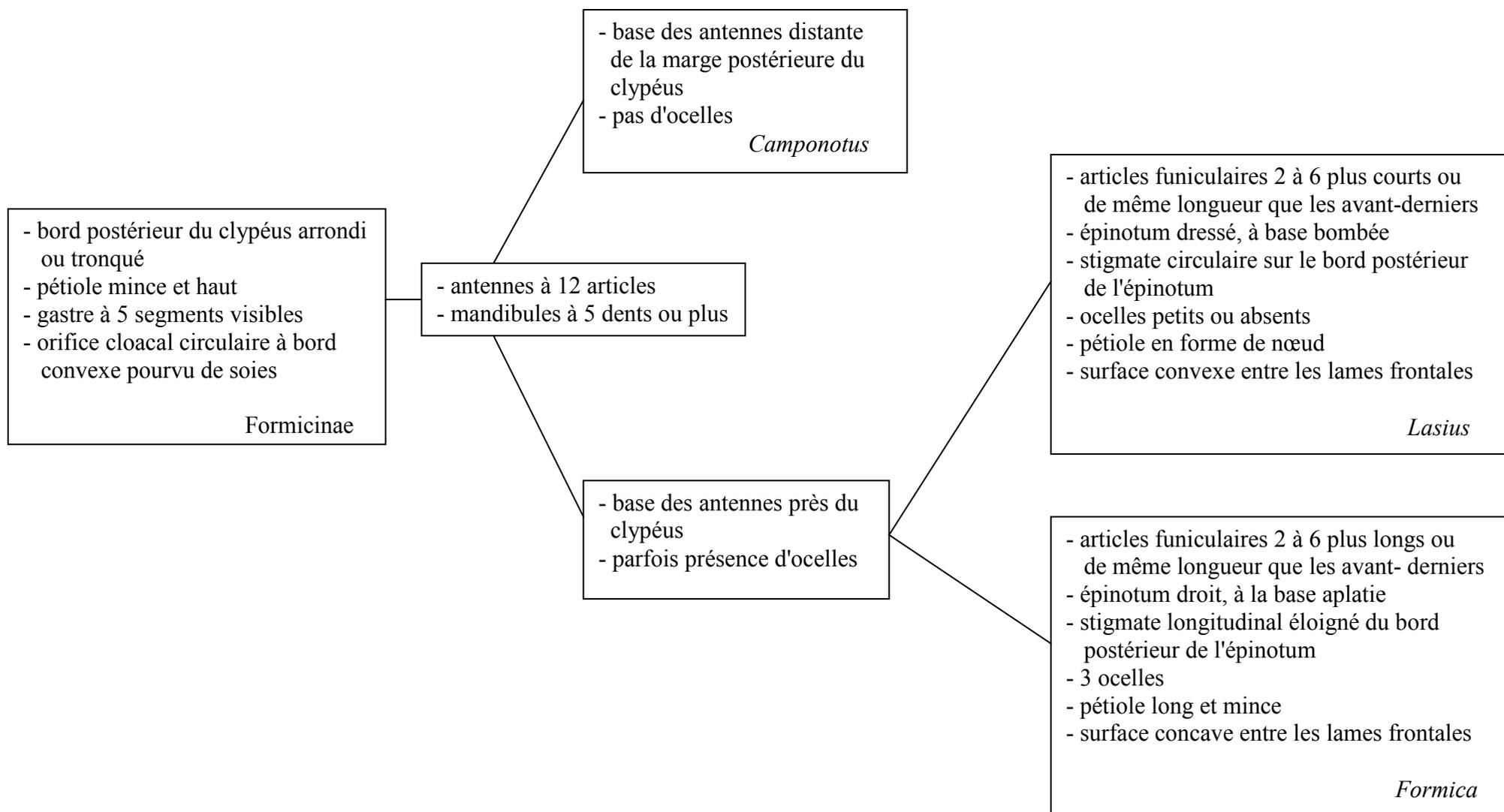
Camponotus ligniperda est la seule espèce de son genre qui a été trouvée dans les pelouses sèches des cinq sites inspectés. La clé simplifiée n'indique que les caractéristiques du genre *Camponotus*. L'espèce *C. ligniperda* est décrite dans le chapitre 4.5.12.

Les noms des sous-genres sont indiqués dans la clé de détermination. Ils ne seront plus mentionnés par la suite.

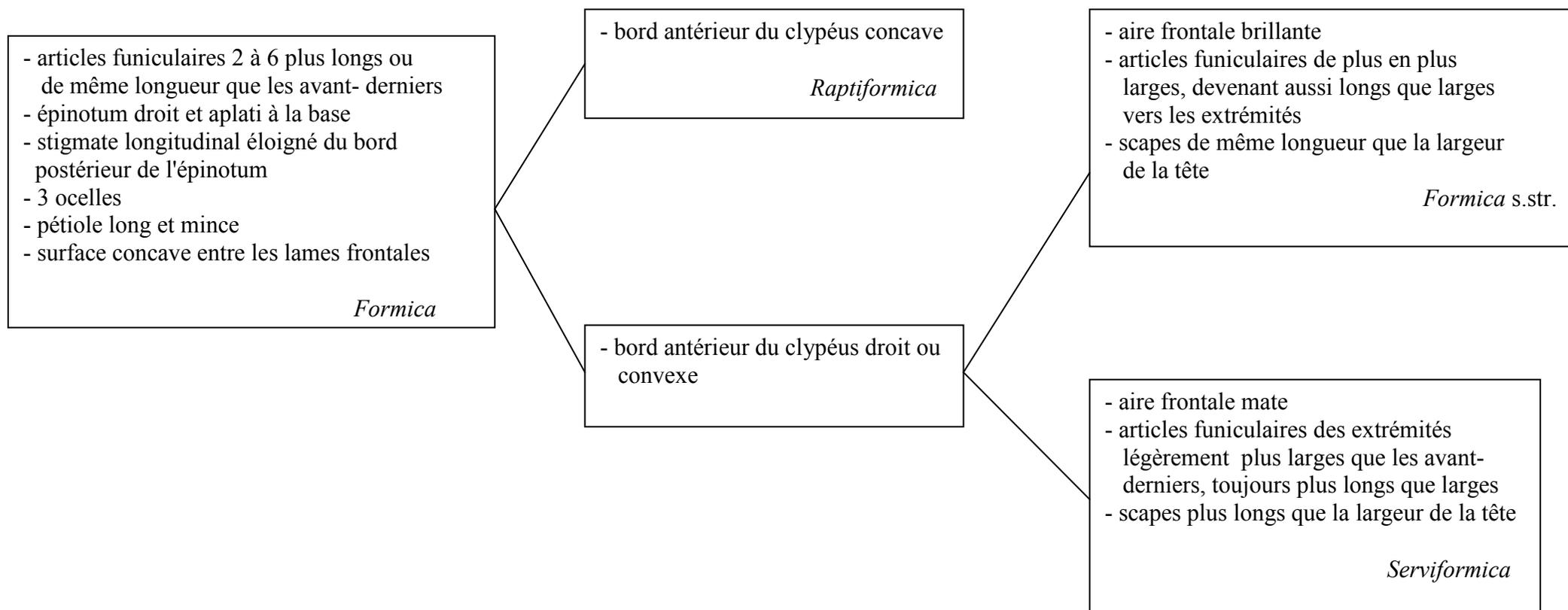
4.3.2.1. Clé de détermination pour les ouvrières des principales sous-familles des Formicidae d'Europe, modifiée d'après Bernard (1968), Kutter (1977) et Seifert (2007)



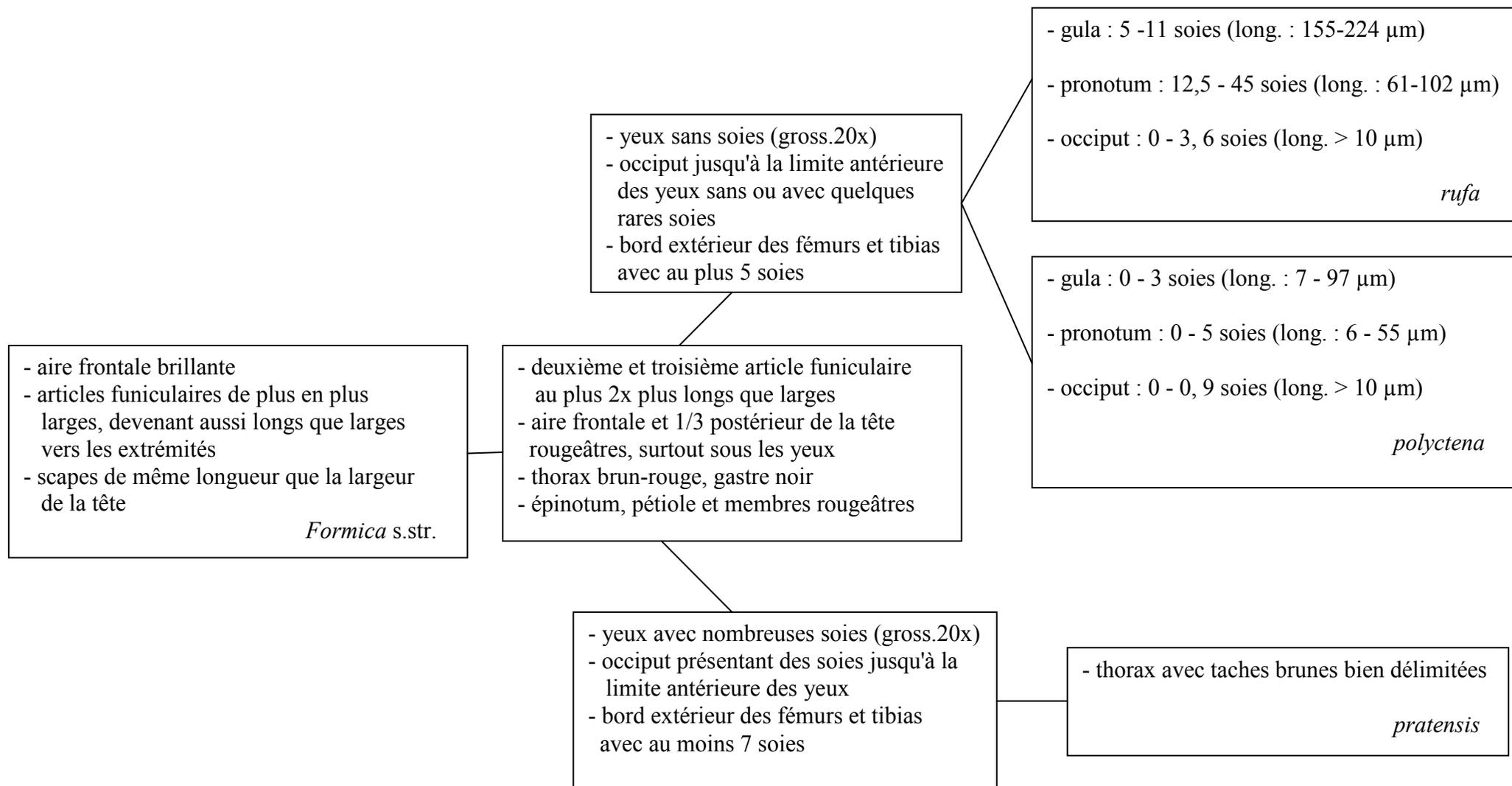
4.3.2.2. Clé de détermination pour les ouvrières des genres de Formicinae de cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois, modifiée d'après Bernard (1968), Kutter (1977) et Seifert (2007)



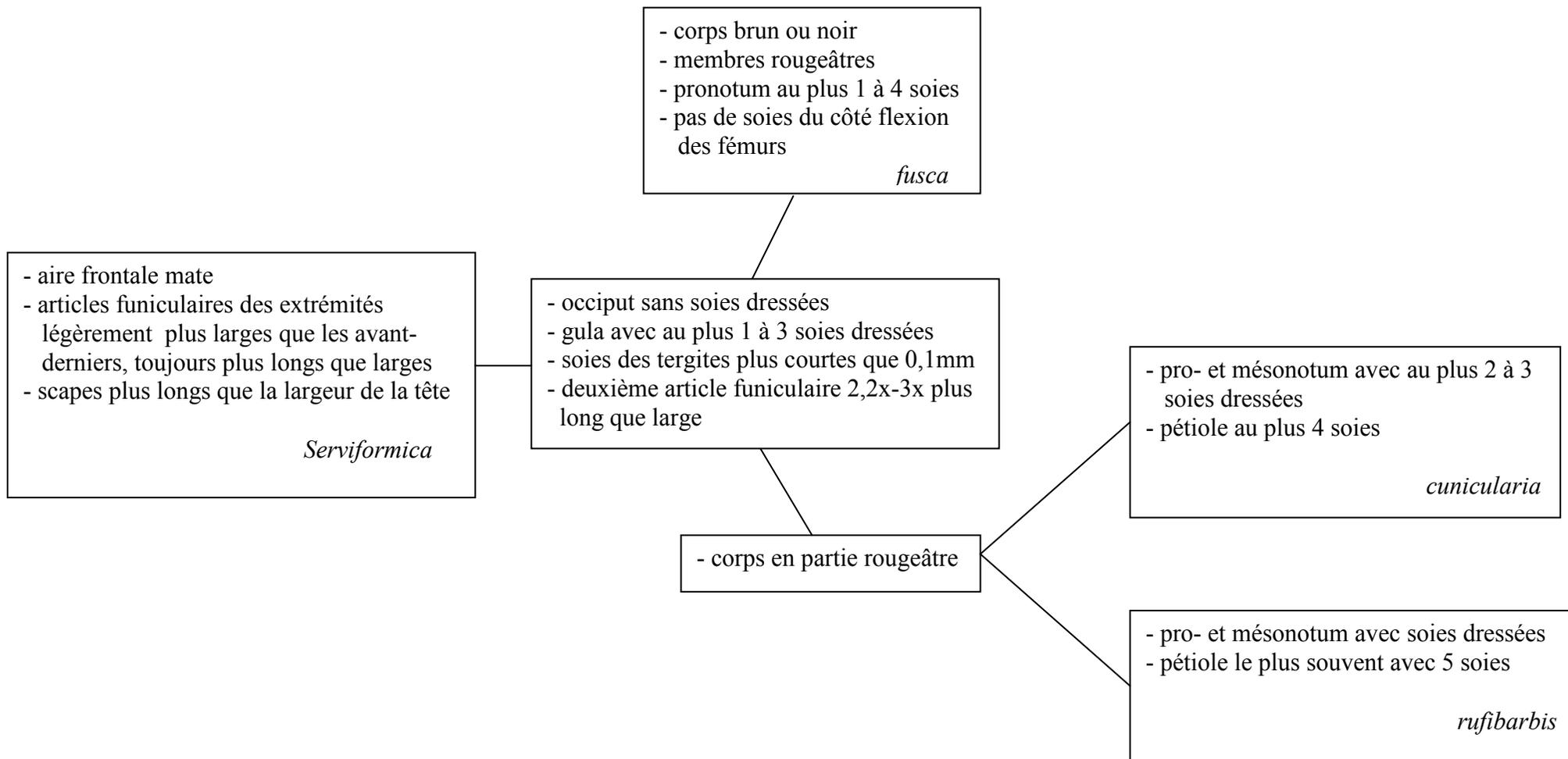
4.3.2.3. Clé de détermination pour les ouvrières des sous-genres de *Formica* de cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois, modifiée d'après Bernard (1968), Kutter (1977) et Seifert (2007)



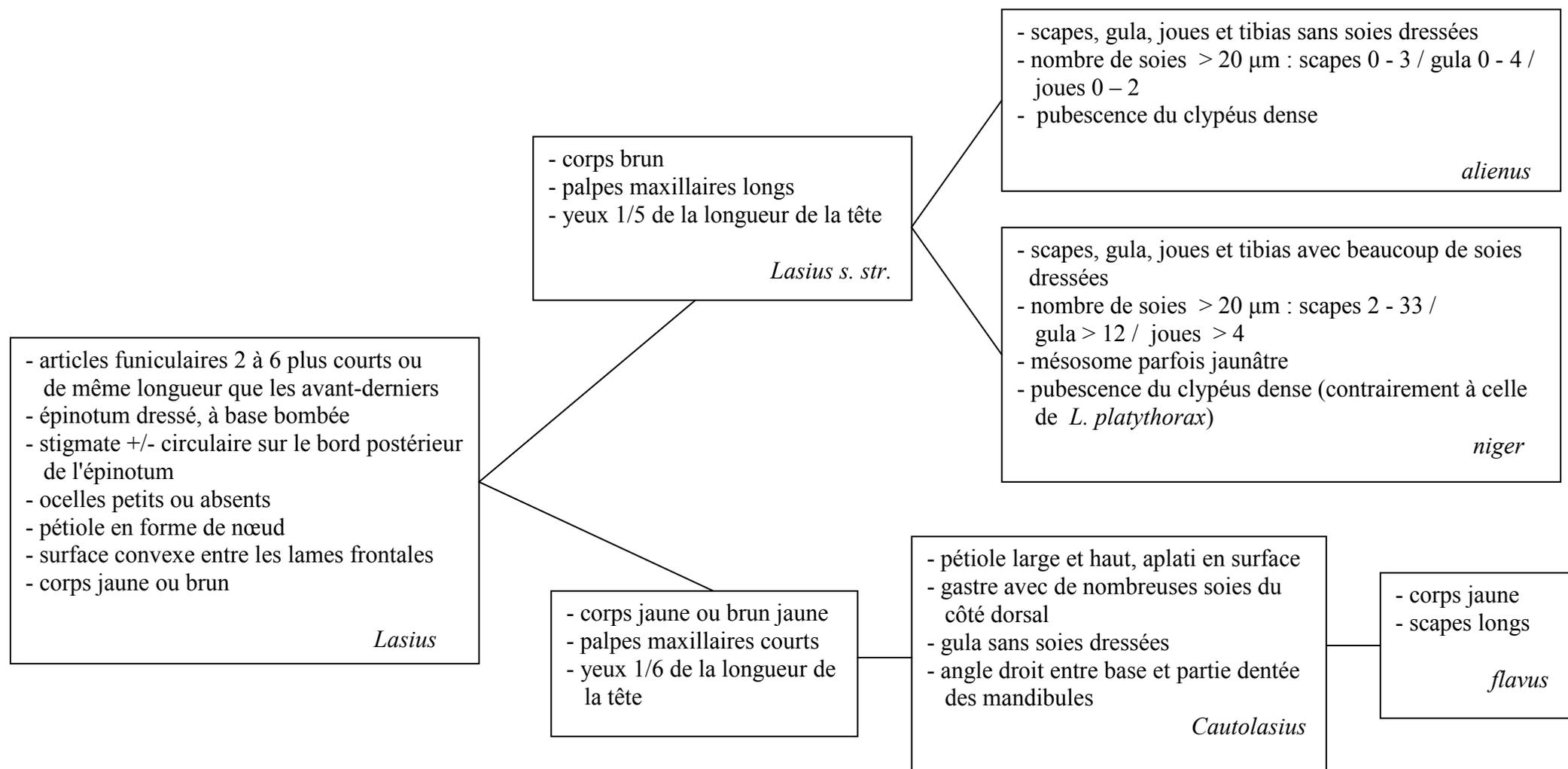
4.3.2.4. Clé de détermination pour les ouvrières des espèces de *Formica* s.str. de cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois, modifiée d'après Bernard (1968), Kutter (1977) et Seifert (2007)



4.3.2.5. Clé de détermination pour les ouvrières des espèces de *Serviformica* de cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois, modifiée d'après Bernard (1968), Kutter (1977) et Seifert (2007)



4.3.2.6. Clé de détermination des ouvrières des sous-genres et des espèces de *Lasius* de cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois, modifiée d'après Bernard (1968), Kutter (1977) et Seifert (2007)



4.4. Identification par la technique de séquençage de l'ADN

Pour identifier avec exactitude les individus d'un nid on utilise actuellement la technique de séquençage de l'ADN plutôt que les critères morphologiques. L'approche de l'étude des génomes (Shaffer and Thomson 2007 *In* : Ward 2010) promet de mieux pouvoir différencier entre espèces.

Toutefois, selon Seifert (2007) la problématique des hybrides *Formica rufa* x *polycтена* n'a pas été résolue par les tests d'ADN.

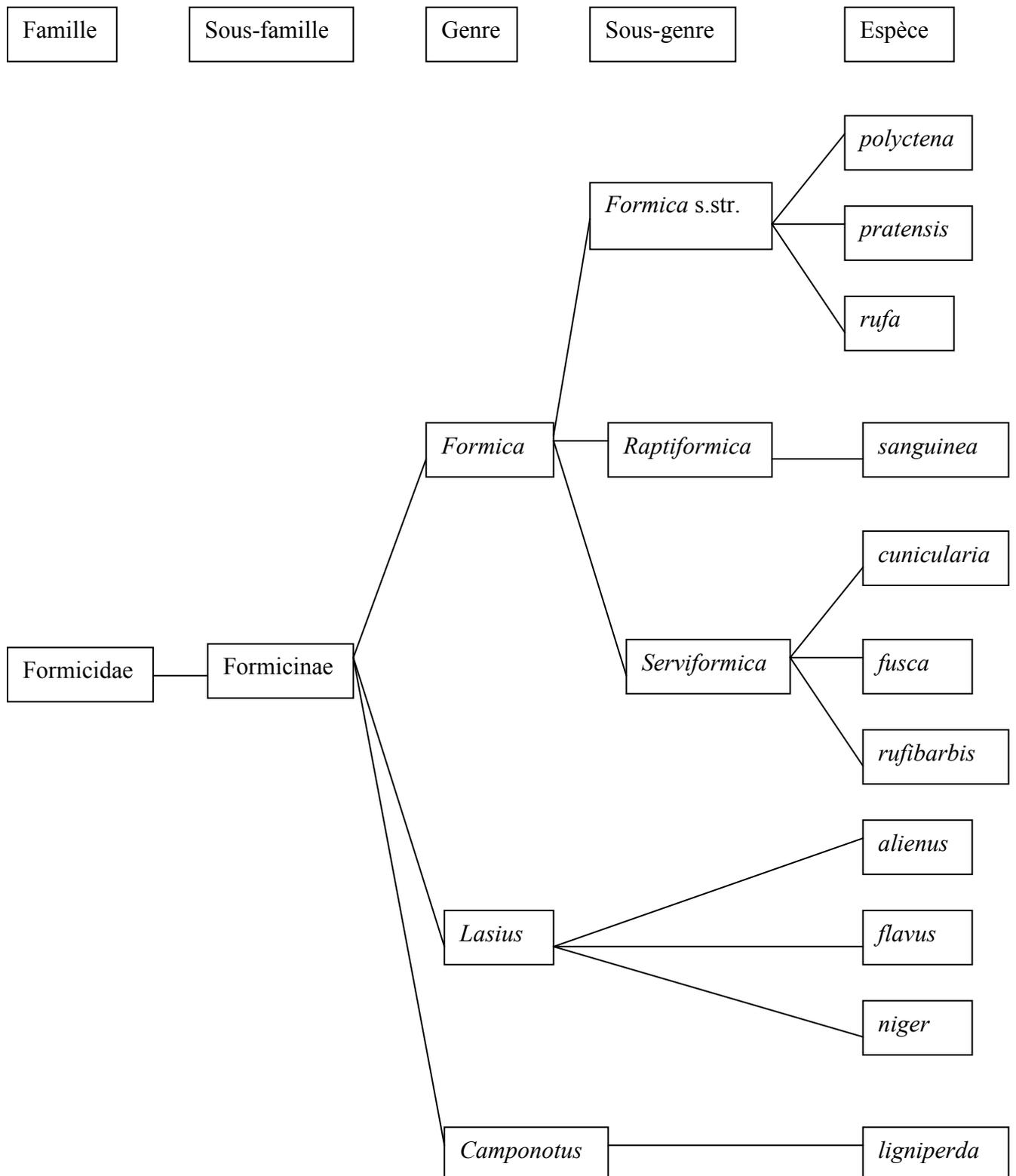
Pour l'identification des espèces par l'ADN barcoding on utilise un fragment de 658 paires de bases du gène mitochondrial du cytochrome c oxydase I (COI) (Hebert et al. 2003 *In* : Ward 2010). Ce gène peut être utilisé seul ou en combinaison avec COII pour informer sur les limites entre espèces. Cette méthode a porté ses fruits dans les études de certaines espèces de fourmis de Madagascar (Smith et al. 2005 *In* : Ward 2010) et de *Tetramorium* (Schlick-Steiner et al. 2006 b *In* : Ward 2010). Pour les cas dans lesquels l'utilisation du COI est moins effective pour l'identification des espèces on utilise plutôt des marqueurs de gènes nucléaires qui sont alors plus fiables, car les séquences de l'ADN des mitochondries a tendance à chevaucher les barrières des espèces (Hudson et Coyne 2002 *In* : Ward 2010).

L'utilisation des marqueurs d'ADN mitochondrial pose parfois un problème ; les pseudogènes nucléaires d'origine mitochondriale, les *numts* (nuclear mitochondrial DNA), entrent en concurrence avec les gènes cibles de la mitochondrie durant le processus d'amplification. L'utilisation de plusieurs marqueurs indépendants peut aider à clarifier les limites entre espèces.

Voici une citation de Ward (2007) concernant les analyses d'ADN: " While these new tools will undoubtedly assist in the task of delimiting species and inferring relationships among them, it is worth remembering that the process of population differentiation and speciation is a complex one—perhaps especially so in ants—and we must expect there to be some evolutionarily intermediate situations that will frustrate the pigeon-holing aspirations of a taxonomist."

4.5. Espèces trouvées

4.5.1. Liste des onze espèces trouvées



Par la suite, je ne tiendrai plus compte des sous-genres.

4.5.2. *Formica polyctena* Förster, 1850

Synonymes :

Formica nuda Karavaiev, 1930

Formica rufa var. *rufa-pratensis minor* Gösswald, 1941

Formica minor Gösswald, 1951

4.5.2.1. Description des ouvrières



Fig. 12. Tête de *Formica polyctena*.



Fig. 13. Profil de *Formica polyctena*.

- taille : 5-9 mm
- coloration du corps : noir, rougeâtre
- thorax rouge, tache noire sur le pro- et le mésonotum, gastre noir
- tête noire et rouge
- yeux et tempes sans soies
- occiput jusqu'à la limite antérieure de l'œil : 0 - 0, 9 soies, longueur des soies: > 10µm
- gula : 0 - 3 soies, longueur des soies: 7 - 97 µm
- pronotum : 0 - 5 soies, longueur des soies: 6 - 55 µm
- bord extérieur des fémurs et des tibias avec au plus 5 soies

Confusions possibles :

L'espèce ressemble le plus à *Formica rufa*, mais elle s'en distingue par le fait qu'elle a moins de soies que *F. rufa* (voir gula et thorax).

4.5.2.2. Nids

Les nids sont toujours construits avec des débris végétaux (brindilles ou aiguilles de conifères) et situés en plein milieu ou en lisière de forêts de conifères ou de feuillus. L'espèce construit parfois en milieu ouvert, lorsqu'elle y trouve les matériaux de construction pour le nid. A l'ombre, en plein milieu d'une forêt *F. polyctena* habite des nids de taille supérieure à ceux des autres fourmis du même sous-genre, les nids peuvent atteindre jusqu'à 2 mètres de hauteur (Seifert 2007). Lorsque le nid est exposé au soleil, il présente une surface plus ou moins aplatie, recouverte de divers débris végétaux (Seifert 2007). Les colonies de *F. polyctena* sont le plus souvent polygynes (Seifert 2007 ; Otto 1960) et polydômiales (Seifert 2007). Les dômes sont reliés entre eux par des pistes odorantes parcourues par les ouvrières (Lorber 1981). En été, les nymphes sont transportées à la surface du nid. Elles sont recouvertes d'une fine couche de débris

végétaux. Les larves âgées se trouvent à quelques centimètres sous le toit de la fourmilière. Dans les nombreuses chambres souterraines se cachent la ou les reines avec 100 à 200 ouvrières, une centaine d'œufs et 100 à 200 larves jeunes. Les œufs et les larves ne se rencontrent dans la partie supérieure qu'au printemps. Les nouvelles colonies sont fondées par adoption de reines de la même espèce ou par construction de nids-sœurs. Moins de 5% de nouvelles colonies s'effectuent avec l'aide des ouvrières du sous-genre *Serviformica* (Seifert 2007).

Seifert (2007) décrit le phénomène intéressant de l'homéothermie des nids qu'on peut observer surtout dans les régions froides. L'intérieur d'un nid de l'espèce *F. polyctena* peut se réchauffer de 0 à 28°C en quelques jours, même si une couche de neige de 40 cm recouvre le nid. L'essaimage a été observé dès la disparition de la neige. Ainsi, le développement des individus est assuré, même en période froide. En été, la température interne du nid de *F. polyctena* reste constante.

4.5.2.3. Habitudes alimentaires

F. polyctena recherche le miellat des pucerons et se nourrit d'insectes. Au printemps, *F. polyctena* lèche la sève des bouleaux au niveau des bourgeons. Elle couvre ses besoins en protéines par la consommation d'ouvrières d'autres espèces de fourmis qu'elle tue lors des luttes territoriales (Seifert 2007).

4.5.2.4. Répartition de *Formica polyctena* en Europe

On rencontre *F. polyctena* dans toute l'Europe. Elle est présente du 61° N au 42° S en plaine et en région montagnarde. *F. polyctena* n'a pas été trouvée dans la région du Caucase (Seifert 2007). L'espèce est absente dans le littoral méditerranéen. Klimetzek (1972) a trouvé des nids dans la Forêt Noire en Allemagne. Seifert (2010) évoque la présence de l'espèce sur diverses îles de la mer baltique, comme Darss, Hiddensee et Rügen où on peut trouver occasionnellement des nids hébergeant des colonies hybrides *F. polyctena* x *F. rufa*. D'après Gaspar (1972), l'espèce n'est présente ni en Angleterre ni en Irlande ni en Ecosse. En France, *F. polyctena* a été trouvée dans divers départements du nord, de l'est et du sud. En Belgique, Raignier (1948 *In* : Gaspar 1972) décrit des colonies de *F. polyctena* de 50 à 100 nids en Godinne. Van Boven (1947) y découvre des colonies dans des forêts mixtes. En Suisse elle réussit à coloniser des lieux situés à 1600 m. Dans les Alpes, la limite supérieure se situe à 1800 m d'altitude. Elle nidifie également en plaine et dans le Jura (Kutter 1977; Gösswald 1989). Diverses colonies de *F. polyctena* du sud de la Finlande ont servi à Radchenko & Czechowski (2006) de réaliser leurs études sur les colonies hybrides de *F. polyctena* et *F. rufa*. Agosti & Collingwood, (1987b) signalent *F. polyctena* en Ex-Yougoslavie.

Evelyne Carrière a trouvé *F. polyctena* à Marbache Domgermain (F) en juin 2000 (B. D. LUXNAT).

Pour la répartition mondiale de l'espèce, voir Bolton et al. (2005).

4.5.2.5. Répartition de *Formica polyctena* au Luxembourg

Tabl. 1. Données rassemblées en 100 ans de recherche myrmécologique (Ries 1993 et données complémentaires à l'exception de mes propres données de 1992 et de 2011).

Lieu	Année	Auteur	Nids ou individus
64 sites du Luxembourg (sans précisions)	1981	Biwer	(Sans précisions)
Walferbiert	1987	Meisch	
Beyren, Dudelange, Eschette/Wahl, Greiweldange, an der Supp, Schoenfels, Schuttrange, Wasserbillig, Weimershof, Weimerskirch, Wintrange	1988	Schmitz	
Luxembourg-ville	1990	Reichling	
Mecher	1990, 1992	Felton	
Schoofsboesch	1992	Junck	
Clervaux	1993	Felton	Une reine
Berdorf (Schnellert)	2007	Groh	18 individus et 6 nids
Dudelange (Haard)	2007	Groh	Capture dans un piège de Malaise
Bertrange (Enneschte Besch)	2011	Köhler et al.	Ouvrières

Remarque :

Le tableau ci-dessus ne comprend aucune donnée de Wasmann (1906 et 1909), Reichensperger (1922) et Stümper (1939 et 1953), car Wasmann, Reichensperger et Stümper n'ont pas fait de distinction entre *F. rufa* et *F. polyctena*.

Tabl. 2. Données rassemblées en 1992 dans le cadre de mon projet sur les Formicinae du Bassin minier luxembourgeois (Ries 1993).

Commune	Site	Date	Nids (dômes de brindilles ou d'aiguilles de conifères sauf 1 nid marqué*)
Dudelange	Haard, dans une haie, en bordure d'une pelouse peu dense	10.09.1992	1 nid*, sous une pierre
	Haard, forêt de conifères	25.08.1992	1 nid, h : 200 cm, z.d.t.r** : 50 cm 1 nid, h : 150 cm, z.d.t.r. : 70 cm
	Haard, forêt de feuillus	16.09.1992	1 nid, h : 150 cm, z.d.t.r. : 20 cm 1 nid, h : 100 cm, pas de z.d.t.r
	Haard, en bordure d'une forêt de conifères	16.09.1992	1 nid, h : 80 cm, pas de z.d.t.r 1 nid, h : 50 cm, pas de z.d.t.r 1 nid, h : 30 cm, pas de z.d.t.r

	Haard-Laanguescht, forêt de feuillus	23.08.1992 24.09.1992 29.08.1992 19.09.1992	10 nids numérotés, no1 nid, h : 145 cm, petite z.d.t.r no3 nid, h : 145 cm, petite z.d.t.r no4 nid, h : 145 cm, petite z.d.t.r no5 nid, h : 160 cm, petite z.d.t.r sur laquelle poussent des champignons no6 nid, h : 100 cm, petite z.d.t.r no7 nid, h : 145 cm, petite z.d.t.r en bordure de la forêt no9 nid, h : 100 cm, petite z.d.t.r en bordure de la forêt no10 nid, h : 40 cm pas de z.d.t.r. no11 nid, h : 100 cm, petite z.d.t.r en bordure de la forêt no13 nid, h : 70 cm, pas de z.d.t.r 1 nid non numéroté et abandonné, h : 50 cm 1 nid en bordure de la forêt, h : 20 cm, pas de z.d.t.r. 2 nids en bordure de la forêt près d'un ancien terrain de football, h : 150 cm et h : 80 cm, petite z.d.t.r.
	Haard, forêt de feuillus	18.09.1992	1 nid, h : 200 cm, petite z.d.t.r 1 nid, h : 200 cm, z.d.t.r de 70 cm 1 nid, h : 80 cm, pas de z.d.t.r 1 nid, h : 50 cm, pas de z.d.t.r
	Haard-Reiteschkopp, forêt de conifères	26.08.1992	1 nid, h : 155 cm, petite z.d.t.r 1 nid, h : 140 cm, petite z.d.t.r 1 nid, h : 250 cm, z.d.t.r: 100 cm 1 nid, h : 210 cm, z.d.t.r: 70 cm 1 nid, h : 170 cm, z.d.t.r: 40 cm 1 nid, h : 50 cm, pas de z.d.t.r

**z.d.t.r: zone de terre remuée

Commentaire :

Dans les anciennes minières à ciel ouvert des sites étudiés en 1992 (Ries 1993), *F. polyctena* n'a été découvert qu'à Dudelange, à l'intérieur ou en bordure de forêts de conifères ou de feuillus longeant les anciennes minières à ciel ouvert. Comme l'espèce vit dans des forêts, il était peu probable d'en trouver ailleurs.

Remarquons que les fourmilières du site "Laanguescht", qui ont été marquées de numéros, ont vraisemblablement été introduites par l'homme en vue d'une éventuelle protection de la forêt contre les insectes nuisibles. Les fourmilières ont toutes été renforcées par des troncs d'arbres posés soigneusement autour de chacune d'elles, afin de la stabiliser et de simplifier le travail de construction pour les ouvrières. Certains nids ont atteint une hauteur de plus de 2 m. Une zone de terre remuée (z. d. t. r.) au ras du sol a rendu compte de l'importance de la colonie.

Tabl. 3. Recherche de nids de *F. polyctena* sur cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois en 2011.

Commune	Site	Date	Nid (dômes de brindilles ou d'aiguilles de conifères, sauf *)	Numéro de l'échantillon
Dudelange	Haard, pelouse sèche au bord d'une forêt	05.06.2011	Nid* souterrain, recouvert d'une pierre	D01
		05.06.2011	Dôme, h : 15 cm	D02
		05.08.2011	Dôme, h : 20 cm	D18

Commentaire :

En tout, seulement trois nids de *Formica polyctena* ont été trouvés. L'espèce n'a été observée que dans les pelouses au bord de la forêt, où elle trouve des matériaux pour construire ses nids. Comme *F. polyctena* vit principalement à l'intérieur des forêts et comme en 2011 seules les pelouses sèches ont été étudiées, il n'est pas étonnant que je n'ai pas trouvé d'autres nids, ni dans les pelouses de la "Haard", ni dans celles des autres sites. La hauteur des dômes construits par les "fourmis des bois" est très réduite lorsque les fourmis construisent dans les pelouses et non en forêt (Seifert 2007). Ceci peut être constaté en comparant la taille des nids de l'étude de 1992 à celle des nids trouvés en forêt dans l'étude de 2011.

4.5.3. *Formica pratensis* Retzius, 1783

Synonymes :

Formica nigricans Bondroit, 1912

Formica cordieri Bondroit, 1917

Formica grouvellei Bondroit, 1918

Formica ciliata Ruyskz, 1926

Formica thyssei Stärcke, 1942

Formica minor pratensoides Gösswald, 1951

4.5.3.1. Description des ouvrières



Fig. 14. Tête de *Formica pratensis*.



Fig. 15. Profil de *Formica pratensis*.

- taille : 4-9 mm
- coloration du corps : noir, rougeâtre
- tête noire et rouge
- thorax rouge, tache foncée bien délimitée au niveau du pro- et du mésonotum, gastre noir
- yeux, occiput, thorax et pétiole pubescents
- bord extérieur des fémurs et tibias avec au moins 7 soies

Confusions possibles :

Les petites ouvrières ressemblent à celles de *F. lugubris*, mais la tache foncée au niveau du thorax de ces derniers n'est pas bien délimitée, leur front est brillant et les scapes sont plus courts.

4.5.3.2. Nids

F. pratensis, la fourmi des prés, choisit comme biotope plutôt des lieux découverts et des prairies ensoleillées, ce qui la distingue des autres fourmis "rouges". On la trouve parfois au bord des routes, des prairies ou des bois. Le nid peut passer inaperçu si c'est un très petit dôme ou un tas de brindilles cachant un nid souterrain. Ce nid typique de l'espèce est aussi évoqué par Dlussky (1979), Kutter (1977), Gösswald (1989) et Seifert (1996).

Les colonies sont souvent monogynes et monodômiales (Otto 1962 ; Bolton & Collingwood 1975 ; Bernard 1968 ; Seifert 2007). Lorsqu'une colonie devient polygyne, elle reste souvent monodômiale. On peut observer localement des colonies polydômiales à nombreuses ouvrières (Bernard 1968, Seifert 2007). La fondation de nouvelles colonies s'effectue souvent avec *F.*

cunicularia. Les dômes des nids en bordure des forêts, dans les clairières ou dans les prairies sont construits avec du matériau végétal divers comprenant même parfois des petites pierres ou du sable (fig. 39).

4.5.3.3. Habitudes alimentaires

F. pratensis est surtout prédateur et consommateur de miellat de pucerons.

4.5.3.4. Répartition de *F. pratensis* en Europe

Répartition paléarctique des Pyrénées jusqu'à 93° E. En Europe de 41° N (Balkan) à 63, 5° N en Scandinavie à des endroits secs. Dans les Alpes jusqu'à 1500 m d'altitude. *F. pratensis* colonise surtout les milieux chauds et secs comme les pelouses sèches, les landes et les talus bien exposés près des forêts (Seifert 1996 et 2007). En France, *F. pratensis* est commun en région tempérée et froide et même en région méditerranéenne. En montagne sa limite de nidification se situe vers 1800 m (Bernard 1968). *F. pratensis* construit ses nids de 400 à 1100 m dans un transect du Jura étudié par Chérix & Higashi (1979). En Belgique, Gaspar (1972) a trouvé l'espèce dans des endroits secs et chauds de la région de la Famenne. L'auteur la qualifie de xérothermophile à distribution medio-européenne avec extension subméditerranéenne. En Allemagne, Klimetzsk (1972) a noté l'espèce en Forêt Noire et Gösswald (1989) a trouvé divers nids dans la région du Main. En Angeterre, l'espèce a été trouvée sur les plages sablonneuses des landes, le long des bois (Collingwood 1956 *In* : Gaspar 1972). Bolton & Collingwood (1975) la signalent sur les îles de Jersey et de Guernsey. En Bulgarie, l'espèce est répandue jusqu'à une altitude de 1000 m (Ronchetti 1978 *In* : Gaspar 1972). Des nids ont été repérés du nord de l'Espagne jusqu'en Asie (Lac Baikal). En Scandinavie dans des endroits secs et chauds, en lisières des bois (Collingwood 1959 *In* : Gaspar 1972). En Italie, Pavan (1961) a récolté des spécimens dans les Appennins, où *F. pratensis* est la seule espèce du genre *Formica*. En Suisse elle est abondamment présente dans les Alpes et le Tessin (Kutter 1977). Chérix et al. (2007), observent que dans le Vaud, *F. pratensis* colonise de plus en plus souvent les talus herbeux en bordure des routes faute de présence de leurs habitats préférés qui sont les prairies sèches peu exploitées et bien exposées. *F. pratensis* recherche surtout des stations en pente, bien exposées au soleil et avec une végétation assez ouverte. Agosti & Collingwood (1987b) signalent sa présence en Bulgarie.

Pour la répartition mondiale, voir Bolton et al. (2005).

4.5.3.5. Répartition de *Formica pratensis* au Luxembourg

Tabl. 4. Données rassemblées en 100 ans de recherche myrmécologique (Ries 1993 et données complémentaires à l'exception de mes propres données de 1992 et de 2011).

Lieu	Année	Auteur	Nids/Individus
Trois-Glands	1900	Wasmann	(sans précisions)
Schoetter-Marial	1904	Wasmann	(sans précisions)
Au Luxembourg (sans précisions)	1909	Wasmann	(sans précisions)
Au Luxembourg (sans précisions)	1910	Stümper	Dans un même nid avec <i>Formica fusca</i>
Schötter-Marial	1917	Stümper	(sans précisions)
Au Luxembourg (sans précisions)	1938, 1952	Stümper	(sans précisions)
Echternach, Pulvermühle (Luxembourg)	(sans précisions)	Reichensperger	(sans précisions)
4 sites du Bon-Pays, 1 site de l'Oesling (sans précision)	1981	Biwer	(sans précisions)
Härebierg (Diekirch)	1988	Schmitz	(sans précisions)
Weimerskirch	1988	Schmitz	En bordure d'un bois, sous un épicéa
Moersdorf	1988	Schmitz	(sans précisions)
Dommeldange	1965	Felton	1 reine
Esch-sur-Alzette	1966	Felton	2 ouvrières
Dudelange (Haard)	2007	Groh	Capture dans un piège de Malaise

Tabl. 5. Données rassemblées en 1992 dans le cadre de mon projet sur les Formicinae du Bassin minier luxembourgeois (Ries 1993).

Commune	Site	Date	Nids (dômes de brindilles ou d'aiguilles de conifères)
Dudelange	Haard-Gaalgebierg, en forêt peu dense	09.09.1992	1 nid, h : 25 cm, en forêt de conifères; 3 nids, h : 20 cm et 1 nid, h : 30 cm en forêt de feuillus
	Haard, pelouse peu dense	09.09.1992	1 nid, h : 60 cm
	Haard, pelouse dense	16.07.1992	3 nids, h : 10 cm
	Haard, haie en bordure d'une pelouse dense	16.09.1992	1 nid, h : 20 cm
	Haard-Laangescht, pelouse dense	19.09.1992	1 nid, h : 80 cm; 1 nid, h : 20 cm
	Haard-Reiteschkopp, en bordure d'une forêt d'épicéas	16.09.1992	1 nid, h : 100 cm; 1 nid, h : 5 cm

Commentaire :

Les 4 nids du site "Haard-Gaalgebierg" ainsi que les deux nids du site "Haard-Laanguescht" respectivement "Reiteschkopp" ont été construits très près les uns des autres. Il s'agissait probablement de nids d'une même colonie, ce qui confirmerait les descriptions de Bernard (1968) et de Seifert (2007). Les autres nids, isolés les uns des autres, étaient probablement des colonies monodômiales. Les dômes aplatis ont toujours été construits avec des aiguilles de conifères, des brindilles ou des fragments d'herbes secs. Leur hauteur n'a jamais dépassée 1 m et le diamètre pouvait atteindre 150 cm. *F. pratensis* n'a été trouvé que dans des sites découverts ou dans les forêts peu denses de Dudelange. Neuf des 14 nids étaient orientés dans la direction S.-E. D'après Bernard (1968) les nids sont souvent construits dans des pelouses sur des sols calcaires secs. Ceci a été observé sur le site "Haard".

Tabl. 6. Recherche de nids de *Formica pratensis* dans cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois en 2011.

Commune	Site	Date	Nid (dômes de brindilles ou d'aiguilles de conifères)	Numéro de l'échantillon
Dudelange	Haard	05.06.2011	Dôme, h : 15 cm	D08
		05.06.2011	Dôme, h : 10 cm	D09
		07.08.2011	Dôme, formé de graminées sèches, en bordure d'une forêt	D22
		07.08.2011	Dôme, h : 5 cm au bord d'un champ cultivé	D23
		07.08.2011	Dôme, h : 15 cm, recouvert de graminées sèches, au bord d'un champ cultivé	D25
		07.08.2011	Dôme, recouvert de brindilles	D29
		07.08.2011	Dôme, h : 20 cm recouvert d'aiguilles de pins	D30
Esch-sur-Alzette	Lallengerbiérg	23.07.2011	Dôme aplati, formé de brindilles	E17
		23.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E18
		26.07.2011	Nid recouvert d'une pierre	E31
Walferdange	Sonnebiérg	01.07.2011	<i>F. pratensis</i> se promenant sur un nid de <i>L. flavus</i>	W14

Commentaire :

Les nids numérotés D8 et D9 sont distants de quelques cm. Ce sont probablement des nids d'une même colonie, de même que les nids numérotés D22 et D23. Tous les autres nids sont des nids isolés, distants de quelques centaines de m les uns des autres.

F. pratensis semble bien établi sur le site "Haard". Déjà en 1992, de nombreux nids de *F. pratensis* existaient sur ce site (Ries 1993). D'ailleurs en 1992, le site "Haard" a été le seul des sites étudiés du bassin minier luxembourgeois dans lesquels j'ai trouvé des nids de l'espèce *F. pratensis*.

4.5.4. *Formica rufa* Linnaeus, 1761

Synonymes :

F. ferruginea Christ, 1791

F. dorsata Panzer, 1798

F. major Nylander, 1849

F. piniphila Schenck, 1852

F. apicalis Smith, F., 1858

F. rufopratensis Forel, 1874

F. meridionalis Nasonov, 1889

F. gaullei Bondroit, 1917

F. emeryi Krausse, 1926

4.5.4.1. Description des ouvrières

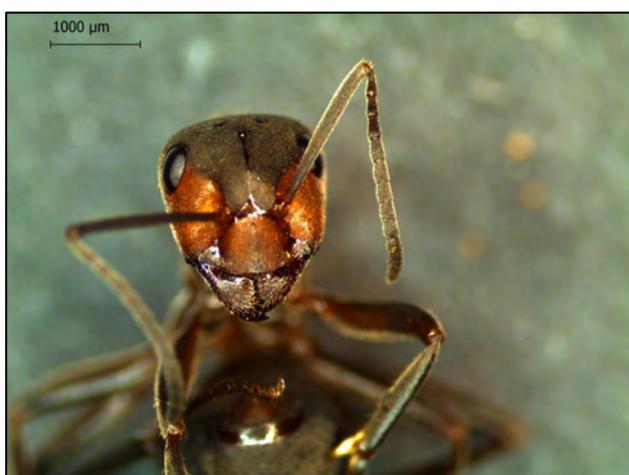


Fig. 16. Tête de *Formica rufa*.



Fig. 17. Profil de *Formica rufa*.

- taille : 4 - 9 mm
- coloration du corps : noir-rougeâtre
- thorax rouge, tache noire sur le pro- et le mésonotum, gastre noir
- tête noire et rouge
- yeux et tempes sans soies
- occiput jusqu'à la limite antérieure de l'œil : 0 - 3,6 soies, longueur des soies >10 μm .
- gula : 5 - 11 soies, longueur des soies: 155 - 224 μm ;
- pronotum : 12, 5 - 45 soies, longueur des soies: 61 - 102 μm ;
- bord extérieur des fémurs et des tibias avec au plus 5 soies

Confusion possible :

L'espèce ressemble à *Formica polyctena*, mais cette dernière est moins pubescente.

Existence d'hybrides *Formica rufa* x *polyctena*.

4.5.4.2. Nid

Une colonie de *Formica rufa* est surtout monogyne et monodômiale, plus rarement polygyne. Les nids sont des constructions souterraines surmontées de dômes de brindilles, de morceaux d'écorces, de bourgeons ou d'aiguilles de conifères dans les forêts ou au bord de celles-ci. La fondation d'une nouvelle colonie s'effectue par le

biais des espèces du sous-genre *Serviformica* (parasitisme temporaire) donc *F. cunicularia*, *F. fusca* ou *F. rufibarbis*, seules espèces de ce sous-genre au Luxembourg.

En Allemagne 75% des nids sont monogynes. Les ouvrières sont alors de plus grande taille que celles dans les nids polygynes (Seifert 2007). Les colonies sont souvent polydômiales (Otto 1960 et Bernard 1968). Les colonies polygynes et polydômiales n'atteignent jamais le nombre d'individus des nids de l'espèce *F. polyctena*. Si les colonies sont néanmoins plus grandes, il s'agit probablement de nids hybrides *F. rufa* x *polyctena* (Seifert 2007). Les nids monogynes ont une forme typiquement semi-sphérique, d'un diamètre de 130 cm au plus, à bords raides formés de matériau végétal plus grossier que les nids polygynes. De plus ils hébergent des ouvrières plus grandes. Dans les nids monogynes vivent au maximum 120 000 ouvrières. Les colonies polydômiales ont des constructions plus variables. Le nombre d'individus d'un nid de *F. rufa* n'excède pas les 25% de celui d'un nid de *F. polyctena* (Seifert, 2007). Le nid n'est jamais directement exposé au soleil, mais situé sous des arbres ou arbustes, en bordure des forêts et moins au centre des pinèdes. Grâce à la fondation de colonies par parasitisme temporaire, l'espèce réussit à coloniser des champs et des forêts isolées (Seifert 2007).

4.5.4.3. Habitudes alimentaires

L'espèce est omnivore, consomme du miellat des pucerons (Aphidoidea), des insectes, de la sève végétale, des champignons, l'élaïosome (partie charnue attachée à la graine) de graines de violettes sauvages ou de la chélideine.

4.5.4.4. Répartition de *Formica rufa* en Europe

Généralement l'espèce est présente en Europe entre 40°N et 63, 5°N. D'après Bernard (1968), l'espèce est présente en montagne jusqu'à une altitude de 2600 m dans les Pyrénées centrales et jusqu'à 2200 m dans les Alpes, alors que *F. polyctena* habite surtout les basses régions de France et d'Europe centrale. D'après Seifert (2007), la répartition en Europe n'est pas connue avec précision, car on confond aisément l'espèce avec les hybrides *Formica rufa* x *polyctena* occasionnellement produits (Seifert 2007). L'espèce colonise assez facilement de nouveaux milieux, ce qui lui a permis d'avoir une aire de distribution plus grande que celle de *F. polyctena*. Lorber (1981) analyse des nids de *F. rufa* en France en bordure des Vosges en Alsace dans le complexe forestier de Hagenau. Bondroit (1918) a travaillé aussi sur l'espèce en France et en Belgique. D'après les travaux de Lempérière & Bourbon (2002), l'espèce s'installe dans les forêts de mélèzes des Hautes-Alpes. D'après Chérix & Higashi (1979), des nids sont construits dans le transect du Jura à des altitudes entre 400 et 1200 m. En Suisse, l'espèce a été trouvée et étudiée dans le canton du Valais à des altitudes entre 800 et 1200 m (Chérix et al. (2001); Bernasconi et al. 2011). D'après Bernard (1968) l'espèce n'a jamais été trouvée en Sicile et en Corse, ni en Irlande et en Ecosse. En Allemagne, Gösswald a étudié durant 25 ans l'évolution du nombre de nids surtout dans la région du Main. Certains myrmécologues (Niemeyer 1976 ; Hampel 1964 et Trauan 1984 In : Ries 1993), ont trouvé l'espèce dans divers autres biotopes en Allemagne.

Evelyne Carrière a trouvé *F. rufa* à Marbache Domgermain (F) en avril 2000 (B. D. LUXNAT).

Pour la répartition mondiale, voir Bolton et al. (2005).

4.5.4.5. Répartition de *Formica rufa* au Luxembourg

Tabl. 7. Données rassemblées en 100 ans de recherche myrmécologique (Ries 1993 et données complémentaires à l'exception de mes propres données de 1992 et de 2011).

Lieu	Année	Auteur	Nids ou ouvrières
Derenbach	1900	Wasmann, Ferrant	50 nids
Schötter-Marial, Luxembourg (sans indications)	1904	Wasmann	h : 150 cm
Baumbusch	1909	Wasmann	(sans précisions)
Schötter-Marial	1904	Tanner	(sans précisions)
Luxembourg-ville et Echternach	1922	Reichensperger	(sans précisions)
Schötter-Marial	1938, 1952	Stümper	(sans précisions)
27 sites	1981	Biwer	Surtout dans des bois de conifères
Draufelt	1965, 1966	Felton	Quelques ouvrières
Clervaux	1966, 1988	Felton	Quelques ouvrières
Reuler	1991, 1992	Felton	Trois ouvrières
Entre Herborn et Osweiler, Canach, Ell, Weimerskirch, Dudelange (Gaalgebierg)	1988	Schmitz	A Canach, en bordure d'une forêt
Medingen	1989	Meisch	(sans précisions)
Kléibierg, Pafebuer, Ställchesboesch	1993	Schmidt	(sans précisions)
Dudelange (Haard)	2007	Groh	Individus capturés au piège de Malaise

Tabl. 8. Données rassemblées en 1992 dans le cadre de mon projet sur les Formicinae du Bassin minier luxembourgeois (Ries 1993).

Commune	Site	Date	Nids (dômes de brindilles)
Dudelange	Haard-Gaalgebierg, dans une clairière	14.07.1992	h : 50 cm
	Haard, en bordure d'une forêt	21.07.1992	1 nid, h : 60 cm 1 nid, h : 150 cm
	Haard-Laanguescht, forêt de feuillus	24.08.1992	1 nid, h : 70 cm 1 nid, h : 40 cm 1 nid, h : 50 cm

Esch-sur-Alzette	Ellergromm, pelouse près de la forêt	13.05.1992	1 nid, h : 40 cm, diamètre 60 cm 1 nid, h : 30 cm 1 nid, h : 30 cm
	Huesegrendchen, en bordure d'une haie	03.09.1992	1 nid, h : 40 cm
Kayl-Tétange	Herenterbiérg, près d'une forêt	17.09.1992	1 nid construit contre un tronc d'arbre, h : 50 cm
	Hesselbiérg	16.07.1992	Colonie de <i>F. rufa</i> sur une longueur de 7 mètres entre 2 haies (un nid n'a pas été trouvé)
	Didelstergrond, dans une haie	17.07.1992	1 nid
	Doemtgesgrond, dans une haie	24.07.1992	1 nid, h : 50 cm 1 nid, h : 50 cm

Tabl. 9. Recherche de nids de *Formica rufa* dans cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois en 2011.

Commune	Site	Date	Nid (dômes de brindilles ou d'aiguilles de conifères)	Numéro de l'échantillon
Niederanven	Aarnescht, pelouse sèche	16.07.2011	Dôme, <i>F. rufa</i> et <i>F. cunicularia</i> , (même nid) h : 15 cm	N02
		30.07.2011	Dôme, <i>F. rufa</i> et <i>F. cunicularia</i> (même nid), h : 10 cm	N15
Dudelange	Haard, pelouse sèche en bordure d'une haie de <i>Crataegus monogyna</i>	07.08.2011	Dôme, h : 20 cm, recouvert de brindilles	D26
Esch-sur-Alzette	Lallengerbiérg, pelouse sèche	23.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E14
		23.07.2011	Dôme, h : 10 cm	E15

Commentaire :

A deux reprises, l'espèce a été trouvée dans un même nid avec *F. cunicularia*, dont elle se sert souvent pour établir une colonie.

Dans les pelouses, la taille des nids de *F. rufa* est généralement plus petite, comparée à celle des nids construits dans les haies ou en bordure de forêts. Comme l'espèce a besoin de brindilles ou d'aiguilles de conifères, elle construit des nids non loin des forêts. Elle nidifie de préférence en bordure des forêts, ce qui confirme les dires de Seifert (2007). *F. rufa* n'a pas été trouvé au "Prënzebiérg/Giele Botter", ni en 1992, ni en 2011.

4.5.5. *Formica sanguinea* Latreille, 1798

Synonymes :

F. dominula Nylander, 1846

F. fusisiceps Emery, 1895

F. mollesonae Ruzsky, 1903

F. clarior Ruzsky, 1905

F. flavorubra Forel, 1909

F. borea Santschi, 1925

F. griseopubescens Kuznetsov-Ugamsky, 1926

F. clara Karavaiev, 1927

F. leninei Santschi, 1928

4.5.5.1. Description des ouvrières



Fig. 18. Tête de *Formica sanguinea*.



Fig. 19. Profil de *Formica sanguinea*.

- taille des ouvrières : 4 - 9 mm
- coloration du corps : tête, thorax et membres rougeâtres, gastre noir
- échancrure sur la partie antérieure du clypéus
- corps avec quelques rares soies

Pas de confusion possible. Echancrure typique au niveau du clypéus.

4.5.5.2. Nids

Les nids se trouvent toujours dans des endroits secs, comme les pelouses sèches ou en bordure de forêts. Il s'agit de nids souterrains, surmontés d'un dôme ou recouverts de pierres ou bien de nids construits dans le bois mort. La colonie est du type monogyne et monodômiale, mais peut aussi être polygyne et polydômiale. Une fourmilière normale héberge entre 2000 et 7500 ouvrières (Seifert 2007). La fondation du nid de *F. sanguinea* est souvent réalisée à l'aide d'une espèce esclave recherchée parmi les fourmis du sous-genre *Serviformica* (Kutter 1977, Seifert 2007). Les fourmis esclavagistes pillent le nid des *Serviformica*. Elles s'emparent des œufs, des larves et des cocons et les protègent comme leur propre couvain. Une fois nées, les ouvrières esclaves se mettent tout naturellement au travail. Les esclaves s'occupent surtout de l'élevage du couvain, alors que les ouvrières de *F. sanguinea* transportent le couvain et la nourriture et s'occupent de la construction du nid.

Seifert (2007) a également observé le retour des femelles dans leur nid d'origine après le vol nuptial, phénomène qui est à l'origine de la polygynie. Parfois, la réalisation de nouvelles colonies peut aussi se faire par pléomérose (association de plusieurs reines de la même espèce pour fonder une nouvelle colonie).



Fig. 20. Nid souterrain de *F. sanguinea* surmonté d'un petit dôme et recouvert de débris végétaux plus fins que ceux utilisés par *F. rufa* (Réserve naturelle du "Sonnebierg").

4.5.5.3. Habitudes alimentaires

F. sanguinea est surtout zoophage et trophobiotique. L'espèce attaque les colonies d'autres espèces de Formicinae et ceci surtout pour se procurer de la nourriture et éliminer les concurrents des sources alimentaires.

4.5.5.4. Répartition de *Formica sanguinea* en Europe

F. sanguinea est l'espèce du genre *Formica* la plus largement répandue en Europe. L'aire de répartition va de l'Espagne jusqu'au Japon, englobe toute l'Europe, de la Sicile jusqu'en Scandinavie. Elle nidifie dans les Alpes du sud jusqu'à 1850 m d'altitude, surtout sur un sol calcaire à pente faible (Seifert 2007). L'espèce est rare dans les Pyrénées centrales (Bernard 1968). Selon Kutter (1977) *F. sanguinea* est largement répandu en Suisse jusqu'à 2000 m d'altitude. Au nord-est de la France l'espèce a été trouvée en forêt, au sud on la rencontre dans les landes et les clairières chaudes (Collingwood 1956 *In* : Gaspar 72). En Belgique, on la trouve dans les bois, les bruyères, les terrains sablonneux (Kramer et al. 1950 et Bondroit 1909 *In* : Gaspar 1972 ; Van Boven 1947). Gaspar (1972) a noté l'espèce surtout en Famenne au niveau des versants exposés au sud et dans des pelouses calcaires en pente orientée vers le sud. En Allemagne, Gösswald (1989) note sa présence dans des pelouses très pierreuses, pauvres en végétation dans divers biotopes. Collingwood & Bolton (1975 *In* : Ries 1993) ont découvert l'espèce au sud de l'Angleterre et en Ecosse. Agosti & Collingwood (1987a) trouvent des nids de *F. sanguinea* en Bulgarie, en Grèce, en Turquie et en Ex-Yougoslavie.

Evelyne Carrières a trouvé l'espèce en Lorraine en avril, mai et juin 2000 (Marbache Domgermain) (B. D. LUXNAT).

Pour la distribution mondiale voir Bolton et al. (2005).

4.5.5.5. Répartition de *Formica sanguinea* au Luxembourg

Tabl. 10. Données rassemblées en 100 ans de recherche myrmécologique (Ries 1993 et données complémentaires à l'exception de mes propres données de 1992 et de 2011).

Lieu	Année	Auteur	Nids
Fort Olisy, Gehaansbiertg (Budersbiertg), Goebelsmühle, Hoscheid Kuebebiertg (Weimerskirch), Oberanven, Sandweiler	1909	Wasmann	(sans précisions)
Oesling (Luxembourg)	1910	Wasmann	Dans un même nid avec <i>F. fusca</i>
Schötter-Marial	1910	Wasmann	(sans précisions)
Bridel	1920	Stümper	(sans précisions)
Au Luxembourg (sans précisions)	1938	Stümper	(sans précisions)
Lultzhausen	Avril 1953	Stümper	(sans précisions)
Esch-sur-Alzette	1965	Felton	Ouvrières
Clervaux	1966, 1990, 1991, 1992	Felton	Ouvrières
1 site de l'Oesling	1981	Biwer	(sans précisions)
Bech, Canach, Dudelange, Grevenmacher, Kayl, Oberanven, Pétange, Rédange, Reckenthal, Reichlange, Walferdange	1988	Schmitz	(sans précisions)
Bigonville	1988	Meisch	(sans précisions)

Tabl. 11. Données rassemblées en 1992 dans le cadre de mon projet sur les Formicinae du Bassin minier luxembourgeois (Ries 1993).

Commune	Site	Date	Nids (dômes de brindilles ou d'aiguilles de conifères)
Esch-sur-Alzette	Fuusselach, pelouse peu dense	05.05.1992	1 nid sous une pierre
Kayl-Tétange	Brucherbiertg, pelouse dense	23.07.1992	1 nid, h : 5 cm
	Didelstergrond, pelouse peu dense	16.07.1992	1 nid, sous une pierre

Commentaire : L'espèce s'établit dans les pelouses bien exposées au soleil (Gaspar 1972).

Tabl. 12. Recherche de nids de *Formica sanguinea* dans cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois en 2011.

Commune	Site	Date	Nid (dômes de brindilles ou d'aiguilles de conifères)	Numéro de l'échantillon
Dudelange	Haard	05.06.2011	Dôme, h : 10 cm	D4
		05.06.2011	Nid souterrain, recouvert d'une pierre	D11
		05.06.2011	Nid souterrain, recouvert d'une pierre <i>F. sanguinea</i> et <i>F. cunicularia</i> (même nid)	D16
		05.06.2011	Dôme, h : 5 cm	D17
Niederanven	Aarnescht	16.07.2011	Sur un nid de Myrmicinae	N05
		30.07.2011	Dôme, h : 15 cm	N16
		02.08.2011	Dôme, h : 10 cm	N21
		02.08.2011	Dôme, h : 10 cm	N22
		02.08.2011	Dôme, h : 30 cm	N23
		02.08.2011	Dôme, h : 20 cm	N25
		02.08.2011	Dôme, h : 15 cm	N26
		02.08.2011	Dôme, h : 10 cm	N27
		02.08.2011	Dôme, h : 10 cm	N28
		02.08.2011	Dôme, h : 10 cm recouvert d'herbes sèches	N30
Esch-sur-Alzette	Lallengerbiérg	21.07.2011	Nid souterrain, à l'ombre, sous un arbre	E05
		21.07.2011	Nid souterrain, recouvert d'une pierre <i>F. sanguinea</i> et <i>F. fusca</i> (même nid)	E10
Walferdange	Sonnebiérg	26.07.2011	Dôme, h : 10 cm, <i>S. fusca</i> et <i>F. sanguinea</i> (même nid)	W12
		01.08.2011	Dôme, h : 15 cm recouvert de fragments d'herbes	W15

Commentaire :

L'espèce *F. sanguinea* n'a pas été trouvée sur les formations doggeriennes du site "Pränzebiérg/Giele Botter", ni en 1992, ni en 2011. Au "Sonnebiérg" et au Lallengerbiérg, *F. sanguinea* et *F. fusca* ont été trouvés dans un même nid. La fondation du nid de *F. sanguinea* s'effectue souvent avec une espèce esclave (Kutter 1977, Seifert 2007) par association des deux espèces dans un même nid ou par pillage du nid de l'esclave (Bernard 1968). Sur le site "Haard", de nombreux nids de *F. sanguinea* ont été érigés, dans lesquels l'espèce semble vivre seule. Lorsque j'ai ouvert la partie apicale du dôme de certains de ces nids, les ouvrières de *F. sanguinea* sont venues défendre leur nid. D'ailleurs, il n'est pas exclu que les ouvrières de l'espèce esclave ont vécu dans la partie souterraine du nid. Sur l'"Aarnescht", les nids construits très près les uns des autres font probablement partie de colonies polydômiales.

4.5.6. *Formica cunicularia* Latreille, 1798

Synonymes :

Formica glebaria Nylander, 1846

Formica glauca Ruzky, 1896

Formica caucasica Wheeler, W.M., 1913

Formica katuniensis Ruzsky, 1915

Formica montivaga Santschi, 1928

Formica montana Kuznetsov-Ugamsky, 1929

Formica cunicularia fuscoides Dlussky, 1967

4.5.6.1. Description des ouvrières



Fig. 21. Tête de *Formica cunicularia*.



Fig. 22. Profil de *Formica cunicularia*.

- taille des ouvrières : 4 - 6,5 mm
- coloration du corps : rouge-brun, partie rougeâtre de chaque côté du clypéus
- occiput sans soies dressées
- gula avec au plus 1-3 soies dressées
- thorax (pro- et mésonotum) avec au plus 2 à 3 soies dressées
- pétiole avec au plus 4 soies dressées

Confusions possibles :

L'espèce ressemble à *Formica rufibarbis*, mais cette dernière a plus de soies au niveau du thorax.

4.5.6.2. Nids

F. cunicularia construit des nids recouverts de pierres ou des nids surmontés de dômes de terre. Ces nids renferment 1000 à 1800 ouvrières et sont rarement polygynes. Des colonies polydômiales ne sont pas connues. En général, les ouvrières sont peu farouches et se cachent rapidement lors de l'arrivée d'un intrus. Les ouvrières de l'espèce se trouvent souvent comme esclaves dans les nids de *Formica sanguinea*. *F. cunicularia* habite des milieux thermophiles ouverts de tout substrat géologique. Néanmoins, l'espèce est plus rare dans les pelouses sèches et plutôt abondante dans les pelouses à végétation dense et sur des sols argileux (Seifert 2007).

4.5.6.3. Habitudes alimentaires

F. cunicularia est surtout trophobiotique, nectarivore et zoophage (Seifert 2007).

4.5.6.4. Répartition de *Formica cunicularia* en Europe

L'espèce est commune dans le centre et le sud de l'Europe. On peut trouver des nids de l'espèce du nord de la Sicile jusqu'au sud-ouest de la Sibérie. En Suède, *F. cunicularia* est présente jusqu'au 58°N. Dans les Alpes l'espèce est présente jusqu'à 1800 m d'altitude (Seifert 2007). En Suisse, elle a été trouvée en plaine et en région montagnarde, au Zermatt jusqu'à 1800 m (Kutter 1977). Dans le transect du Jura étudié par Chérix & Higashi (1979) *F. cunicularia* nidifie à des altitudes de 400 à 1200 m dans les prairies. L'espèce est présente en Corse, en Sardaigne et sur les îles méditerranéennes, mais n'a été signalé ni sur les îles Baléares, ni sur l'île de Crète (Bernard 1968). En Allemagne et en France *S. cunicularia* est présent en plaine et en montagne, jusqu'à 1300 m dans les Pyrénées (Bernard 1968) et également dans divers biotopes du sud de la Grande-Bretagne (Donishorpe 1927, Collingwood 1958 et Felton 1967 *In* : Gaspar 1972). Collingwood & Bolton (1975 *In* : Ries 1993) indiquent la présence d'ouvrières à l'est de Kent et au sud d'Essex ainsi que sur les îles de la Manche. En Belgique, Gaspar (1972) a découvert l'espèce dans plusieurs biotopes de la Famenne, confirmant les travaux de Van Boven (1947) et de Bondroit (1918). Agosti & Collingwood (1987a) mentionnent la présence de cette espèce de fourmi en Bulgarie, Grèce, Turquie et Ex-Yougoslavie.

Pour la répartition mondiale de l'espèce, voir Bolton et al. (2005).

4.5.6.5. Répartition de *Formica cunicularia* au Luxembourg

Tabl. 13. Données rassemblées en 100 ans de recherche myrmécologique (Ries 1993 et données complémentaires à l'exception de mes propres données de 1992 et de 2011).

Lieu	Année	Auteur	Nids
13 sites du Bon-Pays : Ahn, Bettendorf, Canach, Dudelange, Gonderange, Junglinster, Rédange Schengen, Schifflange, Tétange, Vichten, Wellenstein, Wintrange	1988	Schmitz	(sans précisions)
Dudelange (Haard)	2007	Groh	Individus capturés au piège de Malaise

Remarque :

Ni Stümper, ni Wasmann, ni Reichensperger, ni Reichling n'ont signalé *Formica cunicularia* au Luxembourg.

Tabl. 14. Données rassemblées en 1992 dans le cadre de mon projet sur les Formicinae du Bassin minier luxembourgeois (Ries 1993).

Commune	Site	Date	Nids
Dudelange	Haard, pelouse dense	19.07.1992	1 nid, h : 10 cm
Esch-sur-Alzette	Eisekaul, pelouse peu dense	04.05.1992	2 nids surmontés d'une touffe d'herbes, h : 20 cm
Rumelange	Steinberg, pelouse dense	25.07.1992	1 nid souterrain
	Léiffrächen, pelouse peu dense	20.07.1992	1 nid souterrain
	Ancienne minière Hainault, pelouse peu dense	01.09.1992	1 nid souterrain
	Hutberg, pelouse peu dense	24.07.1992	1 nid, souterrain
Schifflange	Brucherbierg, pelouse dense	23.07.1992	2 nids recouverts d'une touffe d'herbes
Kayl-Tétange	Hesselbierg, pelouse peu dense	16.07.1992	1 nid souterrain recouvert d'une pierre et hébergeant également des Myrmicinae

Commentaire :

Formica cunicularia vit dans des nids souterrains, recouverts de pierres ou dans des nids souterrains surmontés de dômes. Les nids sont toujours exposés au soleil. Aucun nid n'a été trouvé en forêt. Ceci confirme qu'il s'agit d'une espèce thermophile (Gaspar 1972 et Seifert 2007).

Tabl. 15. Recherche de nids de *Formica cunicularia* dans cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois en 2011.

Commune	Site	Date	Nid (dômes de brindilles ou d'aiguilles de conifères, sauf*)	Numéro de l'échantillon
Dudelange	Haard	05.06.2011	Nid* souterrain recouvert d'une pierre; <i>F. sanguinea</i> et <i>F. cunicularia</i> (même nid)	D16
Esch-sur-Alzette	Lallengerbiérg	26.07.2011	Nid* souterrain, recouvert d'une pierre	E33
		29.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E42
		29.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E48
		29.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E50
		29.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E60
Niederanven	Aarnescht	16.07.2011	Dôme, h : 15 cm hébergeant également <i>F. rufa</i>	N2
		30.07.2011	Dôme, h : 10 cm hébergeant également <i>F. rufa</i>	N15
		19.07.2011	Dôme, h : 15 cm	N17
Pétange	Giele Botter	04.08.2011	Dôme, h : 10 cm	P31
		04.08.2011	Dôme, h : 10 cm	P35
Walferdange	Sonnebiérg	30.07.2011	Dôme, h : 20 cm	W6
		30.07.2011	Dôme, h : 20 cm	W7
		30.07.2011	Dôme, h : 10 cm	W8
		01.07.2011	Nid* souterrain	W17

Commentaire :

F. cunicularia a été trouvé sur les cinq sites inspectés. L'espèce thermophile (Gaspar 1972 et Seifert 2007) n'est pas rare dans les pelouses sèches. Dans les deux nids trouvés sur l'"Aarnescht", *F. cunicularia* et *F. rufa* ont été trouvés ensemble dans le même nid.

4.5.7. *Formica fusca* Linnaeus, 1758

Synonymes :

Formica libera Scopoli, 1763

Formica flavipes Geoffroy, 1785

Formica barbata Razoumowsky, 1789

Formica tristis Christ, 1791

Formica fusca marcida Wheeler, W.M., 1913

Formica pallipes Kuznetsov-Ugamsky, 1926

Formica rufipes Stitz, 1930

4.5.7.1. Description des ouvrières



Fig. 23. Tête de *Formica fusca*.



Fig. 24. Profil de *Formica fusca*.

- taille : 3, 5 - 6, 5 mm
- coloration : corps brun ou noir et membres rougeâtres
- occiput sans soies dressées
- gula avec au plus 1-3 soies dressées
- thorax (pronotum) 0 à 4 soies

Confusions possibles :

L'espèce ressemble à *Formica gagates*, mais la pubescence du gaster est moins dense chez *F. fusca*. Elle ressemble également à *Formica lemani*, mais cette dernière présente un pronotum à soies dressées et des scapes plus courts. Les deux espèces *F. gagates* et *F. lemani* ne font pas partie de la faune du Luxembourg.

4.5.7.2. Nids

Lorsque le nid est construit en forêt, il est creusé surtout dans la terre, plus rarement sous des pierres ou dans le bois mort. Parfois on trouve une fourmilière recouverte de bryophytes. Le nid héberge seulement 300 à 2000 ouvrières et 1 à 15 reines. Plusieurs reines peuvent s'associer pour fonder une colonie indépendante (pléométrie) (Seifert 2007). L'espèce est polygyne (Bernard 1968). Dans les prairies, comme par exemple dans le transect étudié par Chérix & Higashi (1979) dans le Jura, "*Serviformica fusca* est nettement calcicole", elle préfère établir ses nids sur des sols calcaires (Bernard 1968).

4.5.7.3. Habitudes alimentaires

L'espèce est insectivore et recherche le miellat des homoptères (Seifert 2007).

4.5.7.4. Répartition de *Formica fusca* en Europe

Formica fusca est une espèce holarctique. Elle est signalée à travers toute l'Europe. En France, elle est partout présente, sauf dans les plaines méditerranéennes en-dessous de 400 m et dans les montagnes au-dessus de 2300 m d'altitude (Bernard 1968). En Allemagne, Gösswald (1951 *In* : Ries 1993) a découvert l'espèce dans de nombreux biotopes. En Belgique, lors de l'étude des fourmis de la Famenne, Van Boven (1947) a découvert *F. fusca* dans les bruyères, des terrains sablonneux, des champs et des forêts. Gaspar (1972) l'évoque sur les talus schisteux et calcaires présentant une exposition sud. Elle est abondante à basse et moyenne altitude dans le transect étudié du Jura (Chérix & Higashi 1979). En Angleterre *F. fusca* nidifie en forêt, au bord ombragé des routes mais toujours dans des endroits secs. L'espèce est présente à l'ouest de l'Ecosse, au sud de l'Irlande et dans les îles de la Manche (Bolton & Collingwood 1975 *In* : Ries 1993). En Suède, c'est la plus commune de son genre (Brinck et al. 1951 *In* : Gaspar 1972). En Albanie, sur les îles Balcaniques, en Grèce et en Ex-Yougoslavie (Agosti & Collingwood 1987b).

Evelyne Carrière a trouvé *F. fusca* en avril 2000 à Marbache Domgermain (F) (B. D. LUXNAT).

Pour la répartition mondiale de l'espèce, voir Bolton et al. (2005).

4.5.7.5. Répartition de *Formica fusca* au Luxembourg

Tabl. 16. Données rassemblées en 100 ans de recherche myrmécologique (Ries 1993 et données complémentaires à l'exception de mes propres données de 1992 et de 2011).

Lieu	Année	Auteur	Nids
Schötter-Marial	1904	Wasmann	(sans précisions)
Schötter-Marial	1909	Wasmann	50 nids (colonies polydômiales) recouverts de pierres, sur des sols d'humidité variable
Au Luxembourg (sans précision)	1917, 1952, 1938	Stümper	(sans précisions)
Lultzhausen	1953	Stümper	(sans précisions)
Schötter-Marial,	1922	Reichensperger	(sans précisions)
Rumelange (carrières)	1985	Reichling	(sans précisions)
Ahn, Beaufort, Buschrodt, Dudelange, Ell, Esch-sur-Alzette, Godbrange, Imbringen,	1988	Schmitz	(sans précisions)

Kayl, Kockelscheuer, Marienthal, Nagem, Nospelt, Reckenthal, Redange, Reisdorf, Schifflange, Steinfort, Weimerskirch			
Bigonville	1988	Meisch	(sans précisions)
Berdorf	1965 1993	Felton	1 ouvrière 1 reine
Clervaux	1966	Felton	1 reine
Reuler	1992	Felton	1 ouvrière
Berdorf (Schnellert)	2007	Groh	10 ouvrières et 1 nid
Dudelange (Haard)	2007	Groh	Capture par piégeage au Malaise

Tabl. 17. Données rassemblées en 1992 dans le cadre de mon projet sur les Formicinae du Bassin minier luxembourgeois (Ries 1993).

Commune	Site	Date	Nids
Dudelange	Haard-Gaalgebierg, - en forêt de feuillus peu dense - au bord d'une haie - dans une clairière	14.07.1992	-1 nid (dôme) -2 nids recouverts d'une pierre -1 nid (dôme) -1 nid (dôme)
	Haard- Gaalgebierg -pelouse dense - forêt de feuillus dense	09.09.1992	-1 nid (dôme) hébergeant également <i>L. flavus</i> - 1 nid recouvert d'une pierre
	Haard, - pelouse dense	19.07.1992	- 1 nid recouvert d'une pierre
Esch-sur- Alzette	Fuusselach, - pelouse peu dense	05.05.1992	1 nid (dôme)
	Fuusselach, - haie près d'un mélèze	04.11.1992	2 nids (dômes)
Pétange	Prënzebierg, - pelouse peu dense	03.08.1992	1 nid (dôme)
Kayl-Tétange	Didelstergrond, - pelouse dense	16.07.1992	1 nid (dôme)

Tabl. 18. Recherche de nids de *Formica fusca* sur cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois en 2011.

Commune	Site	Date	Nid	Numéro de l'échantillon
Esch-sur-Alzette	Lallengerbiërg	21.07.2011	Nid souterrain recouvert d'une pierre, hébergeant également <i>F. sanguinea</i>	E10
		23.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E21
		29.07.2011	Nid dans du bois mort	E53
Pétange	Giele Botter	17.06.2011	Dôme, h : 30 cm	P4
Walferdange	Sonnebierg	30.07.2011	Dôme, h : 20cm	W9
		01.07.2011	Dôme, h : 10 cm hébergeant également <i>F. sanguinea</i>	W12
		01.07.2011	Dôme surmonté d'une touffe d'herbes	W16

Commentaire :

L'espèce *F. fusca* a été trouvée dans trois des cinq sites. Dans deux nids logeaient également des individus de l'espèce *F. sanguinea*. Cette dernière s'introduit souvent dans le nid des *Serviformica* pour capturer les ouvrières et les utiliser ensuite en tant qu'esclaves ou tout simplement pour se servir d'eux comme source de nourriture. A Dudelange, sur le site "Haard", l'espèce n'a pas été trouvée dans les pelouses sèches ni en 2011, ni en 1992. Par contre en 1992, elle a été signalée en forêt de feuillus, dans une haie et dans une pelouse dense sur le site "Haard".

4.5.8. *Formica rufibarbis* Fabricius, 1793

Synonymes :

Formica nicaeensis Leach, 1825

Formica stenoptera Foerster, 1850

Formica cinereorufibarbis Forel, 1874

Formica defensor Smith, F., 1878

Formica piligera Lomnicki, 1925

4.5.8.1. Description des ouvrières



Fig. 25. Tête de *Formica rufibarbis*.



Fig. 26. Profil de *Formica rufibarbis*.

- taille des ouvrières : 4,5 - 7,5 mm
- coloration du corps : tête et gastre bruns ; thorax, pétiole et membres rougeâtres
- occiput sans soies dressées
- gula avec au plus 1 à 3 soies dressées
- thorax (pro- et mésonotum) avec soies dressées
- pétiole le plus souvent avec 5 soies

Confusion possible : Forte ressemblance à *F. cunicularia*, mais pilosité plus développée et corps en général de couleur plus rouge que celui de *F. cunicularia*.

4.5.8.2. Nids

Les nids sont construits plus souvent que ceux de *F. cunicularia* en zone urbaine. Les ouvrières sont plus farouches que celles de *F. cunicularia*. La majeure partie du nid est souterraine, recouverte d'une pierre ou d'un dôme de terre, pas de colonie polydômiale (Bernard 1968) ! L'espèce est mono- ou oligogyne (Bolton & Collingwood 1975 In : Ries 1993), mais le plus souvent polygyne (Seifert 2007). *F. rufibarbis* édifie son nid sous des pierres, sur des terrains dépourvus de végétation mais aussi dans des pelouses. Un nid peut regrouper 1000 à 1800 ouvrières. Cette fourmi recherche les lieux ensoleillés. On la trouve souvent comme esclave dans le nid des *F. sanguinea*.

4.5.8.3. Habitudes alimentaires

L'espèce est nectarivore, trophobiotique mais surtout zoophage. Les grandes proies sont transportées par plusieurs ouvrières (Seifert 2007).

4.5.8.4. Répartition de *Formica rufibarbis* en Europe

F. rufibarbis est une espèce paléarctique qu'on rencontre à travers toute l'Europe jusqu'en Sibérie (76°E). L'espèce est très répandue en Allemagne dans les endroits secs et chauds, les lieux pierreux et bien exposés (Gösswald 1989). La répartition est semblable à celle de *F. cunicularia*, mais *F. rufibarbis* préfère des endroits sablonneux, toujours bien exposés au soleil, donc chauds et découverts ou pauvres en espèces végétales (Gösswald 1989 ; Bernard 1968 ; Gaspar 1972 ; Seifert 2007). En Belgique, Gaspar (1972) étudie l'espèce en Famenne. En France l'espèce a été trouvée jusqu'à 2000 m d'altitude dans les Alpes (Collingwood 1956 *In* : Gaspar 1972). Chérix & Higashi (1979) ont étudié un transect du Jura dans lequel ils ont constaté la présence de l'espèce à 1100 m dans les prairies. En Angleterre l'espèce est plutôt rare, mais elle a été trouvée dans des endroits sablonneux des landes (Collingwood 1956 *In* : Gaspar 1972).

Pour la répartition mondiale de l'espèce, voir Bolton et al. (2005).

4.5.8.5. Répartition de *Formica rufibarbis* au Luxembourg

Tabl. 19. Données rassemblées en 100 ans de recherche myrmécologique (Ries 1993 et données complémentaires à l'exception de mes propres données de 1992 et de 2011).

Lieu	Année	Auteur	Nids
Schötter-Marial	1904, 1909	Wasmann	(sans précisions)
Glacis	1905	Wasmann	(sans précisions)
Pulvermühle (Luxembourg)	1916	Reichensperger	(sans précisions)
Luxembourg	1938, 1952	Stümper	(sans précisions)
Esch-sur-Alzette	1965, 1966	Felton	Ouvrières
Rumelange, carrières	1985	Reichling	(sans précisions)
Ahn, Dudelange (Haard et Galgebierg), Eppeldorf, Esch-sur-Alzette, Grevenmacher, Gonderange, Hollenfels, Imbringen, Junglinster, Nospelt, Oberanven, Schengen, Schifflange (Brill et Lallengerbierg), Schrondeweiler, Steinfort, Walferdange, Weimerskirch	1988	Schmitz	(sans précisions)
Mondorf	1991	Felton	Ouvrières
Dudelange (Haard)	2007	Groh	Piègeage au Malaise

Tabl. 20. Données rassemblées en 1992 dans le cadre de mon projet sur les Formicinae du Bassin minier luxembourgeois (Ries 1993).

Commune	Site	Date	Nids
Dudelange	Haard-Gaalgebierg, dans une clairière d'une forêt de feuillus	14.07.1992	2 nids
	Haard, pelouse peu dense	10.09.1992	1 nid, entouré de plusieurs nids de <i>L. niger</i>
	Haard, pelouse dense	10.09.1992	2 nids
	Haard, pelouse dense	19.07.1992	1 nid adossé à une pierre,
	Haard-Italien, pelouse dense	15.07.1992	1 nid
Esch-sur-Alzette	Fuusselach pelouse peu dense	03.09.1992	1 nid souterrain, recouvert d'une pierre
	pelouse peu dense	03.09.1992	1 nid souterrain, recouvert de petites pierres 2 nids, petits dômes de sable
	pelouse peu dense	03.09.1992	1 nid, recouvert d'une pierre
Pétange	Giele Botter, pelouse dense	22.07.1992	1 nid, recouvert d'une pierre
	Pränzebierg, pelouse peu dense	03.08.1992	1 petit nid, 1 nid dans une pente recouvert de petites pierres
Rumelange	Steinberg, pelouse dense	25.07.1992	1 nid, recouvert d'une touffe d'herbes
	Anciennes minières Hainault, pelouse peu dense	01.09.1992	1 nid près d'un nid de <i>L. niger</i>
	Anciennes minières Hutberg, pelouse peu dense	03.09.1992	1 nid, recouvert d'une pierre 2 nids surmontés d'herbes
Schifflange	Brucherbierg, pelouse dense	23.07.1992	1 nid
Tétange	Hesselbierg, pelouse peu dense	16.07.1992	3 nids
	Didelstergrond, pelouse dense	17.07.1992	1 nid, recouvert d'une touffe d'herbes
	Doemtgesgrond, pelouse dense	24.07.1992	1 nid, hébergeant également des individus <i>P. rufescens</i>

Commentaire :

F. cunicularia et *F. rufibarbis* sont toutes les deux des espèces thermophiles.

Tabl. 21. Recherche de nids de *Formica rufibarbis* dans cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois en 2011.

Commune	Site	Date	Nid	Numéro de l'échantillon
Dudelange	Haard	05.06.2011	Dôme, h: 5 cm	D15
Esch-sur-Alzette	Lallengerbiérg	26.07.2011	Nid aplati, à l'ombre sous un arbre	E29
		26.07.2011	Nid entre deux pierres	E30
		26.07.2011	Nid souterrain recouvert d'une pierre	E36
		26.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E39
		29.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E44
		29.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E52
		29.07.2011	Dôme hébergeant également <i>L.niger</i> , h : 10 cm recouvert de <i>thymus</i>	E54
		29.07.2011	Nid adossé contre une pierre	E55
		29.07.2011	Dôme, h : 5 cm surmonté d'herbes	E56
Niederanven	Aarnescht	16.07.2011	Dôme, h : 10 cm	N10
		30.07.2011	Dôme, h : 10 cm	N19
Pétange	Giele Botter	17.06.2011	Dôme, h : 20 cm	P9
		17.06.2011	Dôme, h : 20 cm	P12
		17.06.2011	Dôme, h : 20 cm	P17
		04.08.2011	Nid souterrain, recouvert d'une pierre	P32
		04.08.2011	Nid souterrain, recouvert d'une pierre	P36

Commentaire :

F. rufibarbis creuse surtout des nids souterrains. Parfois un petit dôme recouvre ce nid souterrain. Souvent le nid est simplement recouvert d'une pierre.

4.5.9. *Lasius alienus* (Foerster, 1850)

Synonymes :

Lasius americanus Emery, 1893

Lasius niger var. *lasioides* Ruzsky, 1905

Lasius niger var. *grandis* Forel, 1909

4.5.9.1. Description des ouvrières



Fig. 27. Tête de *Lasius alienus*.



Fig. 28. Profil de *Lasius alienus*.

- taille : 2 - 3 mm
- couleur du corps : corps brun
- pas d'ocelles
- corps peu pileux, nombre de soies > 20 μm : scape (0 - 3 soies), gula (0 - 4 soies), joue (0 - 2 soies)
- pubescence du clypéus dense
- tibia postérieur : côté extenseur peu ou pas de soies dressées

Confusion possible :

L. alienus ressemble à *L. niger*. Néanmoins, il s'en différencie facilement par l'absence de soies dressées sur les scapes et les tibias (Seifert 2007). En dépit de la ressemblance morphologique, les deux espèces se différencient quant à leur nombre chromosomique. Alors que *L. alienus* possède 28 chromosomes, *L. niger* en présente 30 (Hauschteck 1962).

4.5.9.2. Nids

L. alienus construit son nid entre autre en zone urbaine. Le nid souterrain est souvent recouvert de pierres ou sous la litière en terrain découvert et en prairie. L'espèce construit rarement un petit dôme au-dessus du nid (Chérix & Higashi 1979). *L. alienus* est strictement monogyne à fondation indépendante (Seifert 2007). *L. alienus*, contrairement à *L. niger*, établit ses nids deux fois plus fréquemment sur un terrain contenant du silice que sur un terrain calcaire (Bernard 1968).

4.5.9.3. Habitudes alimentaires

L'espèce est nectarivore et zoophage. De plus, elle vit en trophobiose avec des pucerons et s'occupe dans son nid des chenilles de la famille des Lycaenidae.

4.5.9.4. Répartition de *Lasius alienus* en Europe

L. alienus est xérothermophile et édifie ses nids de la plaine jusqu'en montagne. De l'Espagne à l'ouest jusqu'au Kazakhstan (85°E) à l'est et au nord jusqu'en Scandinavie (55°N). De nombreuses populations sont présentes en Allemagne dans divers biotopes, mais surtout dans les régions viticoles chaudes. Des populations denses ont été trouvées dans des pelouses calcaires sèches (Seifert 2007). En France, *L. alienus* est très abondant et colonise des biotopes très divers. En montagne, on le trouve surtout dans les pelouses à exposition sud, comme par exemple sur le Col de Tourniol à 1.145 m et le Col de Soubeyrand à 994 m d'altitude, ainsi que dans les prairies du Col du Défend à 1.320 m et celles du Peyresq à 1.450 m. En plaine, dans l'ouest et le nord, l'espèce recherche plutôt des endroits secs et chauds pour établir ses colonies (Gaspar 1972). Dans le Jura, la distribution de *L. alienus* s'étend de 400 m à 1100 m d'altitude (Chérix & Higashi 1979). En région méditerranéenne, l'espèce est très abondante dans tous les biotopes (Bernard 1968). En Angleterre, elle est présente dans les landes, dans des collines de craie et dans des endroits sablonneux et les prairies sèches (Felton 1967, Collingwood 1958 et Brian 1965 In : Gaspar 1972). En Belgique, l'espèce établit les nids dans les bruyères et les terrains sablonneux et calcaires (Van Boven 1947).

Pour la répartition mondiale de l'espèce, voir Bolton et al. (2005).

4.5.9.5. Répartition de *Lasius alienus* au Luxembourg

Tabl. 22. Données rassemblées en 100 ans de recherche myrmécologique (Ries 1993 et données complémentaires à l'exception de mes propres données de 1992 et de 2011).

Lieu	Année	Auteur	Nids/ individus
Au Luxembourg (sans précisions)	1910	Wasmann*	De nombreux nids
Au Luxembourg (sans précisions)	1922	Reichensperger	(sans précisions)
Au Luxembourg (sans précisions)	1923, 1938, 1952	Stümper	(sans précisions)
Canach, Grevenmacher, Kayl, Marienthal	1988	Schmitz	(sans précisions)
Berdorf (Schnellert)	2007	Groh	2 ouvrières

*Wasmann considère *L. alienus* et *L. niger* comme deux races d'une même espèce.

Tabl. 23. Données rassemblées en 1992 dans le cadre de mon projet sur les Formicinae du Bassin minier luxembourgeois (Ries 1993).

Commune	Site	Date	Nids
Kayl - Tétange	Léiffrächen pelouse	1992	- 1 nid, recouvert d'une pierre

Tabl. 24. Recherche de nids de *Lasius alienus* dans cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois en 2011.

Commune	Site	Date	Nid	Numéro de l'échantillon
Dudelange	Haard	07.08.2011	Nid recouvert d'une pierre	D27

Commentaire :

En 2011, un seul nid de l'espèce *L. alienus* a été trouvé à Dudelange sur le site "Haard". Le nid a été établi sous une pierre, de même que celui trouvé en 1992 sur le site "Léiffrächen" à Kayl-Tétange. L'espèce est assez rare au Luxembourg. En 2007, Groh a signalé deux individus de *L. alienus* observés par l'équipe du Mnhn en 1998/1999 dans la forêt Schnellert près de Berdorf. Entre 1910 et 1988 peu de nids ont été signalés. Ces informations sont à considérer avec prudence, car comme Wasmann, certains auteurs ont probablement considéré *L. alienus* et *L. niger* comme deux races d'une espèce.

4.5.10. *Lasius flavus* (Fabricius, 1782)

Synonymes :

Lasius brevicornis Emery, 1893

Lasius fuscoides Ruzsky, 1902

Lasius odoratus Ruzsky, 1905

Lasius (Cautolasius) flavus claripennis Wheeler, W.M., 1917

Lasius morbosa Bondroit, 1918

Lasius ibericus Santschi, 1925

Lasius helvus Cook, 1953

4.5.10.1. Description des ouvrières



Fig. 29. Tête de *Lasius flavus* .



Fig. 30. Profil de *Lasius flavus*.

Caractéristique du sous-genre *Cautolasius* : la dernière dent de la base forme un angle droit avec le bord supérieur de la mandibule.

- coloration du corps : corps jaune
- ouvrières plutôt monomorphes, parfois présence d'individus plus gros et plus foncés que la moyenne
- taille : 2 - 4 mm
- corps pileux
- yeux pileux

Confusion possible :

L. flavus ressemble à *L. myops*, que je n'ai pas trouvé dans le cadre de ce travail. *L. flavus* présente de plus grands yeux (60 - 80 ommatides par œil composé) et des scapes plus longs.

4.5.10.2. Nids

L. flavus nidifie parfois sous des pierres, dans le bois mort ou sous des touffes de mousse, mais généralement dans la terre. La partie supérieure du nid est formée d'un dôme de terre ne présentant aucun orifice externe. Sur les dômes poussent généralement diverses espèces végétales, mais dans les sites étudiés, c'est principalement le serpolet (*Thymus serpyllum*). *L. flavus* a été trouvé dans des pelouses sèches, mais aussi sur des terrains

humides (Seifert 2007) et même dans des marécages (Bernard 1968). A cause de la fertilisation de beaucoup de prairies par l'azote, les colonies de cette fourmi y sont moins nombreuses. D'autre part, les nids sous forme de dôme sont assez solides et semblent mieux résister au pâturage que les nids de certaines autres espèces du genre *Lasius* (Seifert 2007). En Famenne, Gaspar (1972) évoque l'abondance de *L. flavus* sur les sols calcaires, dans les pelouses sèches et les prairies. Le matin, les ouvrières transportent le couvain à l'extrémité est du dôme puis, suivant les conditions météo et la position du soleil, elles le remontent vers la surface ou le descendent dans des chambres plus profondes de la fourmilière. Un nid renferme au plus 100 000 ouvrières. *L. flavus* est une espèce monogyne (Kutter 1977) ou polygyne (Bolton & Collingwood 1975 In : Ries 1993). D'après les données de Seifert (2007) 55% des dômes étudiés hébergent en moyenne une ou deux reines par dôme. Dans des colonies oligogynes, les colonies ont tendance à se séparer et la colonie devient polydômiale (Seifert 2007). Dans les endroits où plusieurs colonies sont présentes, les agressions intraspécifiques entre colonies étrangères sont rares, bien qu'il y ait reconnaissance entre les individus d'une même colonie.



Fig.31. Nid de *Lasius flavus* couvert de serpolet *Thymus serpyllum*.

4.5.10.3. Habitudes alimentaires

L'alimentation s'effectue surtout par trophobie. Les pucerons de racines qui, eux, trouvent abri et protection dans la fourmilière sont cultivés par les fourmis pour leur miellat. Les fourmis récoltent le miellat des pucerons, mais consomment aussi des insectes morts. Un nid de 23 000 fourmis héberge 17 000 pucerons, ce qui leur fournit 6 ml de miellat par jour et suffit à couvrir le besoin énergétique de la fourmilière (Seifert 2007).



Fig.32. Nombreux nids de *Lasius flavus* sur l'"Aarnescht" à Oberanven pendant et après le pâturage par les moutons.

4.5.10.4. Répartition de *Lasius flavus* en Europe

Lasius flavus est une espèce holarctique. Elle est présente du Portugal jusqu'au Japon. En Scandinavie jusqu'au 69, 5°N. En Europe, *L. flavus* est le "Lasius jaune", le plus commun de son genre. Les dômes de terre de l'espèce se rencontrent dans les prairies à des altitudes entre 400 m et 1357 m dans le transect étudié du Jura (Chérix & Higashi 1979) et même jusqu'à 2200 m selon les travaux de Bernard (1968). En Allemagne, Gösswald (1951 *In* : Ries 1993) a trouvé l'espèce dans des endroits très secs de beaucoup de biotopes, mais aussi dans des prairies humides et par exemple au pied des haies dans la région du Main. En France, Bernard (1968) cite l'abondance des nids aux environs de Paris, dans les marécages de *Caltha palustris* (Renonculacée) où aucune autre espèce de Formicidae ne lui fait concurrence. L'espèce est très commune en Belgique et au nord de la France (Van Boven 1947) dans les prairies sèches et les pelouses calcaires et même dans les lieux humides (Bondroit 1909 et 1918, Cavro 1951 *In* : Gaspar 1972). En Angleterre, elle est présente dans les prairies humides et les clairières des bois (Donishorpe 1927, Collingwood 1958 et Felton 1967 *In* : Gaspar 1972). Collingwood & Agosti (1987a) signalent la présence de l'espèce en Albanie, en Grèce, en Turquie et en Ex- Yougoslavie. Selon Kutter (1977) elle colonise en Suisse des prairies humides, des marécages et de vieux troncs d'arbres. *L. flavus* existe aussi sur les îles Britanniques et sur celles de la Manche. On la rencontre même de façon sporadique dans les "Scottish Highlands" (Bolton & Collingwood 1975 *In* : Ries 1993).

Pour la répartition mondiale de l'espèce, voir Bolton et al. (2005).

4.5.10.5. Répartition de *Lasius flavus* au Luxembourg

Tabl. 25. Données rassemblées en 100 ans de recherche myrmécologique (Ries 1993 et données complémentaires à l'exception de mes propres données de 1992 et de 2011).

Lieu	Année	Auteur	Nids
Au Glacis (Luxembourg) et sur divers autres sites au Luxembourg (sans précisions)	1910	Wasmann	Nids situés souvent à côté de nids de <i>L. niger</i> ou de <i>F. pratensis</i>
Pulvermühle (Luxembourg)	1917	Stümper	
Route entre Michelau et Moulin de Bourscheid, Vallée de la Sûre	1952	Stümper	
Esch-sur-Alzette; Dommeldange	1965	Felton	1 ouvrière 2 ouvrières
Ahn, Bech, Bertrange, Canach, Echternach, Eppeldorf, Ernster, Esch-sur-Alzette, Flaxweiler, Gonderange, Grevenmacher, Hollenfels, Imbringen, Junglinster, Moersdorf, Oberanven, Reckendall, Reichlange, Schrondweiler, Steinfort, Tétange, Walferdange, Weiler-la-Tour, Weimerskirch, Wellenstein, Wintrange	1988	Schmitz	(sans précisions)
Junglinster (Scheidelberg)	2000	Gerend	(sans précisions)
Oberanven (Aarnescht)	2003	Schneider	(sans précisions)
Dudelange (Haard)	2007	Groh	Capture par piégeage au Malaise
Berdorf (Schnellert)	2007	Groh	1 nid

Tabl. 26. Données rassemblées en 1992 dans le cadre de mon projet sur les Formicinae du Bassin minier luxembourgeois (Ries 1993).

Commune	Site	Date	Nids (dômes de terre, sauf 2 marqués*)
Dudelange	Haard-Gaalgebierg, pelouse peu dense	10.09.1992	-*1 nid, recouvert d'une pierre - 1 nid, recouvert de <i>Thymus serpyllum</i>
	Haard, pelouse dense	09.09.1992	- 2 nids - 1 nid, hébergeant également <i>F. fusca</i>
	Haard, pelouse dense	19.07.1992	- 1 nid
	Haard - Italien, pelouse dense	15.07.1992	- 25 nids

Esch-sur-Alzette	Ellergromm, pelouse dense	07.05.1992	- 29 nids
	Ostbiërg, pelouse dense	26.08.1992	- 3 nids
	Eisekaul, pelouse peu dense au bord d'un chemin	04.11.1992	- 1 nid
	Fuusselach, pelouse peu dense	05.05.1992	- 1 nid
	Fuusselach, pelouse peu dense	03.09.1992	- 1 nid
	Huesegröndchen, pelouse dense	03.09.1992	- 2 nids
Ottange	pelouse dense	25.07.1992	-*1 nid recouvert d'une pierre
Pétange	Pränzebiërg, - pelouse peu dense - au bord d'une forêt - au bord d'un chemin	22.07.1992	- 2 nids - 1 nid - 1 nid
Rumelange	Steinberg, pelouse dense	25.07.1992	- 1 nid
	Anciennes minières Hutberg, - pelouse peu dense au bord d'un chemin	20.07.1992	-1 nid
	Anciennes minières Hutberg, - pelouse peu dense au bord d'un chemin	01.09.1992	- 4 nids
Kayl-Tétange	Léiffrächen, pelouse peu dense	20.07.1992	-1 nid adossé contre un rocher
	Brucherbiërg, pelouse dense	23.07.1992	-15 nids
	Herenterberg, pelouse peu dense	16.07.1992	-1 nid
	Didelstergrond, pelouse dense	17.07.1992	-1 nid
	Doemtgesgrond, pelouse dense	17.07.1992	-1 nid

Tabl. 27. Recherche de nids de *Lasius flavus* dans cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois en 2011.

Commune	Site	Date	Nid	Numéro de l'échantillon
Dudelange	Haard	05.06.2011	Dôme, h : 5 cm	D05
		05.06.2011	Dôme, h : 10 cm	D10
		07.08.2011	Dôme, h : 5 cm	D21
Esch-sur-Alzette	Lallengerbiérg	21.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E1
		21.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E4
		21.07.2011	Nid recouvert de mousses	E6
		21.07.2011	Nid recouvert d'une pierre	E7
		21.07.2011	Nid recouvert d'une pierre	E8
		21.07.2011	Nid recouvert de mousses	E9
		23.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E11
		23.07.2011	Dôme, h : 40 cm	E13
		23.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E16
		26.07.2011	Dôme, h : 15 cm	E26
		29.07.2011	Dôme, h : 10 cm	E40
		29.07.2011	Nid recouvert d'une pierre	E57
		29.07.2011	Dôme, h : 5cm	E59
		29.07.2011	Dôme, h : 5cm	E62
		Niederanven	Aarnescht	16.07.2011
16.07.2011	Dôme, h : 50 cm			N3
16.07.2011	Dôme, h : 12 cm			N4
16.07.2011	Dôme, h : 12 cm, sous un <i>Pinus</i>			N6
16.07.2011	Dôme, h : 10 cm, sous un <i>Pinus</i>			N7
16.07.2011	Dôme, h : 12 cm, sous un <i>Pinus</i>			N8
16.07.2011	Dôme, h : 12 cm			N11
16.07.2011	Dôme, h : 15 cm, sous un <i>Pinus</i>			N12
16.07.2011	Dôme, h : 10 cm			N13
02.08.2011	Dôme, h : 10 cm			N22
02.08.2011	Dôme, h : 10 cm sous un pinus			N24
Pétange	Giele Botter			17.06.2011
		17.06.2011	Dôme, h : 50 cm	P3
		17.06.2011	Dôme, h : 30 cm	P6
		17.06.2011	Dôme, h : 30 cm	P15
		04.08.2011	Nid recouvert d'une	P21

			pierre	
		04.08.2011	Dôme, h : 5 cm	P22
		04.08.2011	Dôme, h : 5 cm	P25
		04.08.2011	Dôme, h : 5 cm	P26
		04.08.2011	Dôme, h : 5 cm	P27
		04.08.2011	Dôme, h : 5 cm	P33
		04.08.2011	Dôme, h : 10 cm	P34
Walferdange	Sonnebierg	30.07.2011	Dôme, h : 10 cm	W1
		30.07.2011	Nid, recouvert d'une pierre	W4
		01.08.2011	Dôme, h : 10 cm	W10

Commentaire :

Un grand nombre (>> 12) de nids *L. flavus* a été trouvé dans les pelouses sèches des cinq sites inspectés dans le cadre de ce travail. Certains nids de l'espèce sont creusés dans la terre et simplement recouverts d'une pierre. La plupart des fourmilières présente un dôme dont la structure est assez caractéristique, il est facile de repérer les nids de l'espèce. Sur les dômes poussent diverses plantes, comme par exemple le serpolet (fig. 31) ou des touffes d'herbes ou de mousses.

4.5.11. *Lasius niger* (Linnaeus, 1758)

Synonymes :

Lasius nigerrima Christ, 1791

Lasius pallescens Schenk, 1852

4.5.11.1. Description des ouvrières



Fig. 33. Tête de *Lasius niger*.



Fig. 34. Profil de *Lasius niger*.

- taille : 2 - 4 mm
- couleur du corps : brun sombre, thorax parfois jaunâtre
- pas d'ocelles
- corps avec de nombreux soies
- nombreuses soies dressées > 20 µm : scape (2 - 33 soies) , gula (> 12 soies),
joue (> 4 soies)
- pubescence du clypéus dense
- tibia postérieur : côté extenseur beaucoup de soies dressées

Confusions possibles :

L'espèce ressemble à *Lasius platythorax* (Seifert, 1991), mais s'en distingue par la position des soies au niveau du clypéus ainsi que par la longueur des soies du pronotum et de la gula. Alors que *L. platythorax* préfère les milieux humides et se rencontre dans les marécages et en forêt (Seifert 1991a). Au Luxembourg, l'espèce a été signalée du Schnellert (Groh, 2007) et de la forêt "Enneschte Besch" de Bertrange, (Köhler & al. 2011). *L. niger* est plutôt thermophile et présent dans les milieux ouverts. *L. niger* peut aussi être confondu avec *L. alienus* ou avec *L. emarginatus*. Mais, ces derniers ont des scapes sans soies dressées. De plus, *L. alienus* possède 28 chromosomes, *L. niger* et *L. emarginatus* en possèdent 30 (Hauschteck 1962). Sur le terrain, on peut facilement confondre *L. niger* avec une espèce du genre *Tapinoma*, bien que cette dernière fasse partie de la sous-famille des Dolichoderinae.

4.5.11.2. Nids

Les nids sont creusés dans la terre et recouverts de dômes de terre meuble ou de pierres, mais sont également construits dans le bois mort. Dans les lieux

excessivement humides *L. niger* est remplacé par *L. platythorax*. *L. niger* est strictement monogyne à fondation indépendante. Un nid renferme entre 14 000 et 50 000 ouvrières (Seifert 2007). *L. niger* est une espèce très adaptable, qui aime aussi bien les habitats mésophiles (moyennement secs et chauds) que xérothermiques (très secs et chauds) et n'est pas trop influencée par la fertilisation et le fauchage extensif (Seifert 2007). Ainsi l'espèce est largement répandue dans les jardins familiaux, les prairies, les pelouses, les parcs et les terres arables. Elle est rarement présente en forêt, où elle est supplantée par *L. platythorax* (Seifert 2007 In : Wysocka & Krzysztofiak 2011).

4.5.11.3. Habitudes alimentaires

L'espèce est granivore, insectivore et s'alimente du miellat de pucerons, élevés et protégés dans la fourmière. Souvent on observe des fourmis *L. niger* profiter des restes de pique-nique des promeneurs (Seifert 2007).

4.5.11.4. Répartition de *Lasius niger* en Europe

L. niger est une espèce holarctique. D'après Bernard (1968) et Kutter (1977) elle est présente de 10° W de l'Europe jusqu'à 105°E de la région du Lac Baikal et au nord au moins jusqu'à 66°N en Finlande. En montagne, elle est présente jusqu'à 2400 m d'altitude. On trouve l'espèce également en région méditerranéenne. En Allemagne, l'espèce nidifie de la plaine jusqu'en montagne (Gösswald 1932 In : Ries 1993 ; Seifert 1992 et 2007). En Belgique et au nord de la France elle est commune et non liée à un type de sol (Kramer et al. 1950 et Bondroit 1909 In : Gaspar 1972 ; Van Boven 1947). Elle est caractéristique des prairies sèches de la Famenne et des jardins familiaux (Gaspar 1972). Dans le Jura *L. niger* construit des petits dômes de terre aux altitudes de 400 à 1300 m (Chérix & Higashi 1979). Bolton & Collingwood (1975 In : Ries 1993) indiquent qu'elle est la plus commune de son genre en Angleterre. Elle a été trouvée dans les pâtures, le long des côtes, dans les landes et les broussailles (Felton 1967, Collingwood 1958 et Brian 1965 In : Gaspar 1972). Bolton & Collingwood (1975 In : Ries 1993) signalent sa présence sur les îles de Jersey et Guernesey. Kutter (1977) a trouvé l'espèce au Zermatt en Suisse jusqu'à une altitude de 1600 m.

Evelyne Carrière trouve *Lasius niger* en avril 2000 en forêt domaniale Chénot-Hazotte et en mai et juin 2000 à Marbache Domgermain (B. D. LUXNAT).

Pour la répartition mondiale de l'espèce, voir Bolton et al. (2005).

4.5.11.5. Répartition de *Lasius niger* au Luxembourg

Tabl. 28. Données rassemblées en 100 ans de recherche myrmécologique (Ries 1993 et données complémentaires à l'exception de mes propres données de 1992 et de 2011).

Lieu	Année	Auteur	Nids
Au Luxembourg (sans précision)	1939	Stümper	(sans précisions)
Au Luxembourg (sans précision)	1910	Wasmann	(sans précisions)
Au Luxembourg (sans précision)	1938, 1952	Stümper	(sans précisions)
Clervaux, Dommeldange, Esch-sur-Alzette	1965	Felton	Ouvrières
Esch-sur-Alzette	1966	Felton	Ouvrière
Ahn, Beaufort, Bech, Bertrange, Bettendorf, Burglinster, Buschrodt, Canach, Clemency, Diekirch (Härebierg), Dudelange (Haard et Gaalgebierg), Echternach (lac et jardins) Ell, Eppeldorf, Ernster, Esch-sur-Alzette, Fischbach, Flaxweiler, Godbrange, Grevenmacher, Hollenfels, Imbringen, Junglinster, Kockelscheuer, Marienthal, Meysembourg, Nospelt, Oberanven, Pétange, Reckenthal, Redange, Reisdorf, Schengen, Schifflange (Brill et Lallengerbierg), Schrondweiler, Steinfort, Tétange, Vichten, Walferdange, Wasserbillig, Weiler-la. Tour, Weimershof, Weimerskirch (Kuebebiertg et Schötter-Marial), Wellenstein, Wintrange	1988	Schmitz	(sans précisions)
Dudelange (Haard)	2007	Groh	Capture par piègeage au Malaise
Berdorf (Schnellert)	2007	Groh	2 nids

Tabl. 29. Données rassemblées en 1992 dans le cadre de mon projet sur les Formicinae du Bassin minier luxembourgeois (Ries 1993).

Commune	Site	Date	Nids (petits dômes de terre, sauf 12 marqués *)
Dudelange	Haard - Gaalgebierg, - pelouse dense	14.07.1992	- 1 nid
	Haard - Gaalgebierg - pelouse peu dense	10.09.1992	- 14 nids, dont 4 surmontés de touffes de <i>Thymus serpyllum</i> -*11 nids souterrains recouverts de pierres

	Haard - Gaalgebierg - pelouse peu dense	25.08.1992	- 12 nids
	Haard, pelouse dense	09.09.1992	- 2 nids, adossés contre une pierre - 17 nids (dômes)
	Haard, pelouse dense	19.07.1992	- 7 nids
Esch-sur-Alzette	Ostbierg pelouse dense	26.08.1992	- 5 nids
	Eisekaul - pelouse peu dense	04.05.1992	- 2 nids
	Fuusselach	05.05.1992	- 1 nid, dans une fissure d'un rocher
	Huesegrönnchen - pelouse dense	05.05.1992	- 1 nid souterrain recouvert d'une pierre - 35 nids
	- pelouse dense	03.09.1992	- 11 nids - 1 nid dans un champ cultivé
	- pelouse peu dense, au bord d'un chemin forestier	04.11.1992	- 7 nids
Ottange	pelouse dense	25.07.1992	- 5 nids
Pétange	Giele Botter - pelouse peu dense	22.07.1992	- 30 nids
	Pränzebierg - pelouse peu dense - au bord de la forêt - à l'entrée de la forêt	22.07.1992	- 94 nids - 1nid - 1nid
Kayl-Tétange	Steinberg - pelouse dense	25.07.1992	- 4 nids
	Léiffrächen - pelouse peu dense	08.09.1992	- 81 nids
	Anciennes minières Hainaut - pelouse peu dense	02.09.1992	- 28 nids -*1 nid souterrain recouvert d'une pierre - 1 nid adossé contre une pierre
Rumelange	Anciennes minières Hutbierg - pelouse peu dense	01.09.1992	- 107 nids
	Hutbierg - pelouse peu dense	01.09.1992	- 4 nids
Kayl-Tétange	Brucherbierg - pelouse dense	23.07.1992	- 6 nids - 1 nid construit contre un tronc d'arbre
	Hesselbierg - pelouse peu dense	16.07.1992	- 1nid
	Didelstergrond	17.07.1992	- 1 nid hébergeant également

	- pelouse peu dense		une espèce de Myrmicinae
	Doemtgesgrond - pelouse dense	17.07.1992	- 1 nid adossé contre une pierre

Tabl. 30. Répartition de nids de *Lasius niger* dans cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois en 2011.

Commune	Site	Date	Nid	Numéro de l'échantillon
Dudelange	Haard	05.06.2011	Dôme, h : 5 cm	D03
		05.06.2011	Dôme, h : 15 cm	D06
		07.08.2011	Dôme, h : 5 cm	D07
		07.08.2011	Nid souterrain recouvert d'une pierre	D12
		07.08.2011	Dôme, h : 5 cm	D13
		07.08.2011	Dôme, h : 5 cm	D14
		07.08.2011	Dôme, h : 5 cm	D19
		07.08.2011	Dôme, h : 10 cm	D20
		07.08.2011	Dôme, h : 20 cm	D24
		07.08.2011	Dôme h : 20 cm, recouvert d'herbes	D28
Esch-sur-Alzette	Lallengerbiérg	21.07.2011	Nid souterrain, recouvert d'une pierre	E2
		21.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E3
		23.07.2011	Dôme, h : 40 cm	E12
		23.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E19
		23.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E20
		23.07.2011	Nid, dans un tronc d'arbre mort	E22
		23.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E23
		23.07.2011	Nid souterrain	E24
		23.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E25
		26.07.2011	Nid adossé contre une pierre	E27
		26.07.2011	Nid souterrain recouvert d'une pierre	E28
		26.07.2011	Dôme, h : 10 cm	E32
		26.07.2011	Nid recouvert d'une pierre	E34
		26.07.2011	Dôme, h : 10 cm	E35
26.07.2011	Nid recouvert d'une pierre	E37		
26.07.2011	Nid souterrain recouvert d'une pierre	E38		

		29.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E41
		29.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E43
		29.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E45
		29.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E46
		29.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E47
		29.07.2011	Nid, recouvert d'une pierre	E49
		29.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E51
		29.07.2011	Dôme, h : 10 cm, recouvert de <i>Thymus serpyllum</i> et hébergeant également <i>F. rufibarbis</i>	E54
		29.07.2011	Nid, galeries de terre	E58
		29.07.2011	Dôme, h : 5 cm	E61
Niederanven	Aarnescht	16.07.2011	Dôme, h : 12 cm	N9
		16.07.2011	Nid souterrain, en partie dans un tronc de <i>Pinus</i> abattu	N14
		30.07.2011	Dôme, h : 10 cm	N18
		02.08.2011	Dôme, h : 10 cm	N31
		02.08.2011	Dôme, h : 10 cm	N32
Pétange	Giele Botter	17.06.2011	Dôme, h : 30 cm recouvert de sédum	P2
		17.06.2011	Dôme, h : 20 cm	P5
		17.06.2011	Dôme, h : 30 cm	P7
		17.06.2011	Dôme, h : 20 cm	P8
		17.06.2011	Dôme, h : 20 cm	P10
		17.06.2011	Dôme, h : 20 cm à 5 cm de P10	P11
		17.06.2011	Dôme, h : 30 cm	P13
		17.06.2011	Dôme, h : 30 cm	P14
		17.06.2011	Nid, recouvert d'une pierre	P16
		04.08.2011	Nid souterrain recouvert d'une pierre	P19
		04.08.2011	Nid souterrain recouvert d'une pierre	P20
		04.08.2011	Dôme, h : 5 cm	P23
		04.08.2011	Dôme, h : 5 cm	P24
		04.08.2011	Dôme, h : 5 cm	P28
		04.08.2011	Nid souterrain recouvert d'une pierre	P29
		04.08.2011	Nid souterrain	P30

			recouvert d'une pierre	
Walferdange	Sonnebierg	30.07.2011	Dôme, h : 10 cm	W2
		30.07.2011	Nid, recouvert d'une pierre	W3
		30.07.2011	Dôme, h : 10 cm	W5
		01.08.2011	Dôme, h : 10 cm, recouvert de fragments d'herbes	W11
		01.08.2011	Nid dans du bois mort	W13

Commentaire :

Seulement dix nids de *L. niger* ont été trouvés dans les pelouses sèches des deux sites "Sonnebierg" et "Aarnescht", qui se développent sur les formations du Keuper, alors que de nombreux nids de l'espèce ont été détectés dans les pelouses situées sur le Dogger. Remarquons que les nids de *L. niger* trouvés en 1992 sur les formations doggeriennes des anciennes minières inspectées ont également été très nombreux.

Seifert a constaté que certains individus, qui jadis avaient été identifiés comme étant *L. niger* formaient une espèce à part qu'il a nommée *L. platythorax* Seifert, 1991. Pour différencier *L. platythorax* de *L. niger* il faut examiner la pilosité du clypéus. Une révision du matériel luxembourgeois récolté avant 1991 devrait donc s'imposer. Puisque seule une analyse microscopique révèle les différences morphologiques entre les deux espèces, j'ai étudié la pilosité du clypéus de tous les spécimens capturés dans le cadre de la présente étude. Ces examens au microscope ont révélé que sur les sites inspectés, aucun individu n'appartient à l'espèce *L. platythorax*. Ceci n'est pourtant pas étonnant, car d'après les constatations de Seifert (1991) *L. platythorax* ne nidifie pas dans les pelouses sèches, mais surtout dans les lieux plus humides et surtout en forêt. Cette fourmi n'érige pas de dômes, mais établit son nid dans des structures organiques préexistantes. *L. platythorax* a été trouvé en forêt à Berdorf "Schnellert" en 2007 (Groh 2007) et à Bertrange "Enneschte Besch" en 2011 (Köhler et al. 2011).

Pour les individus que j'ai récoltés dans deux nids en 2011 l'identification microscopique a été ambiguë. Par conséquent une analyse de l'ADN a été effectuée dans le laboratoire du Muséum d'histoire naturelle par Monsieur Guy Colling. D'après les résultats de cette analyse, les individus des échantillons appartiennent, eux-aussi, à l'espèce *L. niger*. Le gène qui a servi à l'analyse est le gène qui code pour l'enzyme mitochondrial COI (cytochrome oxidase subunit) utilisé de façon standard pour le "Barcoding" effectué dans le cas des animaux.

4.5.12. *Camponotus ligniperda* (Latreille, 1802)

Synonymes :

Camponotus obsoleta Christ, 1791

Camponotus herculeanoligniperdus Forel, 1874

4.5.12.1. Description des ouvrières



Fig. 35. Tête de *Camponotus ligniperda*.



Fig. 36. Profil de *Camponotus ligniperda*.

- taille : ouvrières polymorphes, présence de minors (taille : 6 - 9 mm) et de majors (taille : parfois supérieure à 14 mm)
- pas d'échancrure au niveau du clypéus
- base des antennes distantes du clypéus
- clypéus sans carène médiane
- épines sur le bord des tibias
- pubescence éparse
- partie antérieure du gastre plus claire que le reste de celui-ci chez les majors
- tête et gastre brun clair

Confusions possibles :

L'espèce ressemble à *C. herculeanus*, mais ce dernier présente des pattes plus courtes et un corps plus trapu. *C. ligniperda* présente une partie antérieure du gastre plus claire que le reste du gastre. De plus, les soies au niveau du premier tergite du gastre sont plus courtes et plus espacées que celles des ouvrières de *C. herculeanus* (Seifert 2007).

4.5.12.2. Nids

Le nid est creusé dans la terre et ceci dans les régions xérotiques. Quelques ouvrières défendent l'ouverture du nid, qui n'est souvent qu'un simple trou dans le sol. L'espèce préfère de loin un sol sablonneux souvent sous des pierres, mais peut nicher en partie dans un tronc d'arbre (Seifert 2007). Les colonies sont monogynes et moyennement populeuses. Comme la reine seule élève les premières ouvrières, *C. ligniperda* est dite à fondation indépendante. Le couvain demande une nourriture riche et variée. Une

colonie est oligogyne, si une adoption s'est produite ou par pléiomérose (fondation d'une colonie par plusieurs femelles) (Seifert, 2007).

4.5.12.3. Habitudes alimentaires

L'espèce est trophobiotique et zoophage. Seifert (2007) rapporte que les ouvrières de *C. ligniperda* ont été observées en train de voler des œufs et des larves portés par les ouvrières de *F. sanguinea*.

4.5.12.4. Répartition de *Camponotus ligniperda* en Europe

C. ligniperda est présent en Europe centrale et jusqu'à 67°N en Norvège. L'espèce est absente en région méditerranéenne. En Allemagne Gösswald (1989) la découvre dans des forêts chaudes et sèches, dans des bois de pins et sur des sols sableux et calcaires. Elle est présente en plaine et en montagne. L'espèce xérotrophe nidifie dans les endroits ensoleillés des forêts ainsi que dans les pelouses sèches non loin des arbres. *C. ligniperda* se rencontre de 400 à 1100 m d'altitude avec une nette abondance entre 700 et 800 m. L'espèce se trouve souvent dans des arbres morts en prairie ou en bordure de forêts (Chérix & Higashi 1979). Dans le catalogue des fourmis du globe, Bolton et al. (2005) évoquent sa présence en France et en Suisse. Au nord de la France et en Belgique *C. ligniperda* a été trouvée aux endroits ensoleillés des clairières des bois et dans d'autres endroits découverts, en Famenne à l'intérieur des forêts de feuillus très claires et rabougries sur schiste superficiel ou sur des sols calcaires (Bondroit 1909 *In* : Gaspar 1972 ; Van Boven 1947).

Pour la répartition mondiale de l'espèce, voir Bolton et al. (2005).

4.5.12.5. Répartition de *Camponotus ligniperda* au Luxembourg

Tabl. 31. Données rassemblées en 100 ans de recherche myrmécologique (Ries 1993 et données complémentaires à l'exception de mes propres données de 1992 et de 2011).

Lieu	Année	Auteur	Nids
Au Luxembourg (sans précision)	1900	Wasmann	(sans précisions)
Hoscheid, Müllerthal	1909	Wasmann	
Au Luxembourg (sans précision)	1938, 1952	Stümper	
Bon-Pays	1988	Schmitz	
Clervaux	1990, 1992, 1993	Felton	ouvrières
Gilsdorf	1993	Felton	1 reine
Dudelange (Haard)	2007	Groh	Capture par piègeage au Malaise

En 1992, dans le cadre de mon projet sur les Formicinae du Bassin minier luxembourgeois (Ries 1993), l'espèce *Camponotus ligniperda* n'a pas été trouvée sur les sites inspectés.

Tabl. 32. Recherche de nids de *Camponotus ligniperda* dans cinq pelouses sèches du Bon-Pays luxembourgeois en 2011.

Commune	Site	Date	Nid	Numéro de l'échantillon
Pétange	Pränzebiert/ Giele Botter	04.08.2011	Nid souterrain recouvert de pierres et construit en partie dans le tronc d'un arbre	P18

Commentaire :

Un seul nid a été trouvé à Pétange sur le site "Pränzebiert/ Giele Botter". L'espèce est rare au Luxembourg.

Selon Seifert (2007) l'espèce peut vivre dans les pelouses sèches, mais seulement en présence d'arbres. Le nid est en partie creusé dans la terre et se trouve souvent partiellement dans le tronc d'un arbre.

4.5.13. Répartition des espèces sur les sites étudiés

4.5.13.1. Dudelange, Haard

Coordonnées GPS : N 49° 28', E 6° 03' - 6° 04'

Surface : 594,1 ha

Altitude : 305 m – 432 m

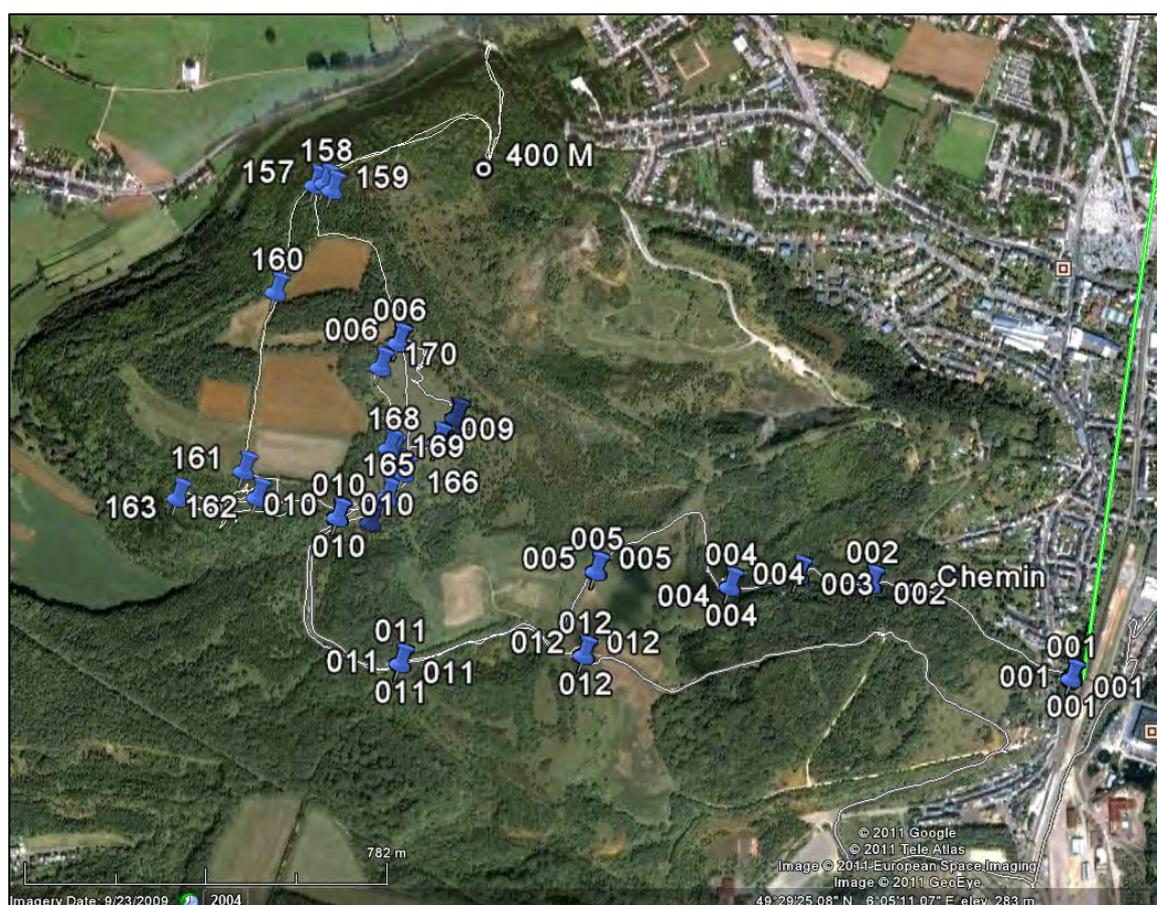


Fig. 37. Tracés et emplacements des nids des espèces de Formicinae sur le site "Haard" à Dudelange.

Tabl. 33. Relevé du 05 juin 2011. Numéros des échantillons, coordonnées GPS, données sur les nids et noms des espèces trouvées sur le site "Haard".

No	GPS	Nids	Espèces
D1	WP2, N49 28.637 E 6 04.474	Nid recouvert d'une pierre	<i>Formica polyctena</i>
D2	WP3, N49 28.648 E 6 04.347	Dôme, h : 15 cm	<i>Formica polyctena</i>
D3	WP4, N49 28.635 E 6 04.229	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
D4	WP4, N49 28.635 E 6 04.229	Dôme, h : 10 cm	<i>Formica sanguinea</i>
D5	WP4, N49 28.635 E 6 04.229	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius flavus</i>
D6	WP4, N49 28.635 E 6 04.229	Dôme, h : 15 cm	<i>Lasius niger</i>
D7	WP5, N 49 28.654 E 6 03.997	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
D8	WP6, N 49 28.913 E 6 03.663	Dôme h : 15 cm	<i>Formica pratensis</i>
D9	WP6, N 49 28.913 E 6 03.663	Dôme, h : 10 cm	<i>Formica pratensis</i>
D10	WP6, N 49 28.913 E 6 03.663	Dôme, h : 10 cm	<i>Lasius flavus</i>
D11	WP7, N 49 28.828 E 6 03.759	Nid recouvert d'une pierre	<i>Formica sanguinea</i>
D12	WP7, N 49 28.828 E 6 03.759	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius niger</i>
D13	WP7, N 49 28.828 E 6 03.759	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
D14	WP7, N 49 28.828 E 6 03.759	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
D15	WP8, N 49 28.808 E 6 03.755	Dôme, h : 5 cm	<i>Formica rufibarbis</i>
D16	WP9, N49°28.801 E 6 03.728	Nid recouvert d'une pierre	<i>Formica sanguinea</i> et <i>F. cunicularia</i> (dans le même nid)
D17	WP10, N 49 28.716 E 6 03.556	Dôme, h : 5 cm	<i>Formica sanguinea</i>
D18	WP10, N 49 28.716 E 6 03.556	Dôme, h : 20 cm	<i>Formica polyctena</i>
D19	WP10, N 49 28.716 E 6 03.556	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
D20	WP10, N 49 28.716 E 6 03.556	Dôme, h : 10 cm	<i>Lasius niger</i>

Tabl. 34. Relevé du 07 août 2011. Numéros des échantillons, coordonnées GPS, données sur les nids et noms des espèces trouvées sur le site "Haard".

No	GPS	Nids	Espèces
D21	WP157, N49 29.090 E6 03.519	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius flavus</i>
D22	WP158, N49 29.092 E6 03.537	Dôme, formé de graminées sèches, en bordure d'une forêt	<i>Formica pratensis</i>
D23	WP159, N49 29.084 E6 03.550	Dôme, h : 5 cm, en bordure d'un champ cultivé	<i>Formica pratensis</i>
D24	WP160, N49 28.970 E6 03.455	Dôme, h : 20 cm	<i>Lasius niger</i>
D25	WP161, N49 28.769 E6 03.397	Dôme, h : 15 cm, recouvert de graminées sèches, en bordure d'un champ cultivé	<i>Formica pratensis</i>
D26	WP163, N 49 28.738 E6 03.280	Dôme, h : 20 cm, recouvert de brindilles, en bordure d'une haie (<i>Crataegus monogyna</i>)	<i>Formica rufa</i>
D27	WP167, N49 28.772 E6 03.660	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius alienus</i>
D28	WP168, N49 28.790 E6 03.651	Dôme, h : 20 cm	<i>Lasius niger</i>
D29	WP169, N49 28.794 E6 03.645	Dôme, recouvert de brindilles	<i>Formica pratensis</i>
D30	WP 170, N49 28.885 E6 03.633	Dôme, h : 20 cm recouvert d'aiguilles de pins	<i>Formica pratensis</i>

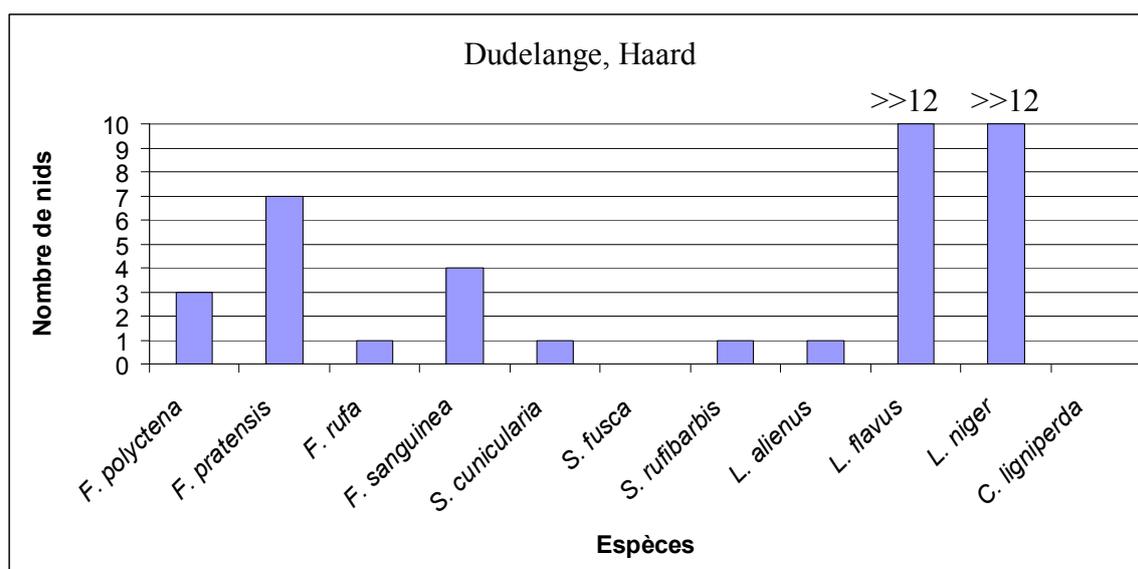


Fig. 38. Nombre de nids en fonction des espèces.

Commentaire :

Sur le site "Haard" ont été trouvées 9 espèces.

Formica polyctena et *F. rufa* se sont installés au bord de la forêt, où les deux espèces trouvent les matériaux nécessaires à la construction de leurs nids.

On trouve *F. pratensis*, la fourmi des prés, dans les pelouses sèches, ensoleillées et peu denses. L'espèce ne construit que rarement des nids polydômiaux (Otto 1962 ; Bolton & Collingwood 1975 ; Seifert 2007). Sur le site "Haard", le nid D8 se situe près du nid D9, les deux nids semblent appartenir à la même colonie. Les cinq autres nids trouvés sont plus éloignés les uns des autres et forment probablement des colonies monodômiales.

Quatre nids de l'espèce *F. sanguinea* ont été repérés. Dans les notes de Kutter (1977) on peut lire que cette espèce esclavagiste a besoin d'espèces du sous-genre *Serviformica* pour fonder sa colonie. Le parasitisme temporaire évoqué par Seifert (2007) semble confirmé dans le cas du nid (D16) dans lequel des ouvrières de *F. sanguinea* et des ouvrières de *F. cunicularia* sont associées.

Un seul nid de *F. rufibarbis* a été découvert sur le site. L'espèce construit ses nids sur des terrains ensoleillés et les cache en général sous des pierres (Bernard 1968). L'édification de dômes, comme celui trouvé sur le site "Haard", est plus rare.

L'unique nid de l'espèce *L. alienus* a été découvert sur le site de Dudelage, un parallélisme avec l'étude effectuée en 1992 (Ries 1993) où un seul nid avait été repéré sur le site "Léiffrächen" près de Kayl.

Le nombre de nids des espèces *L. flavus* et *L. niger* a été impressionnant. Une colonie oligogyne a tendance à devenir polydômiale (Seifert 2007). Ceci peut expliquer la présence des nombreux petits dômes très rapprochés sur le site.



Fig. 39. Nid de *Formica pratensis* sur le site "Haard" à Dudelange, le 07.08.2011.



Fig. 40. Nid de *Lasius flavus*, recouvert de *Thymus*.



Fig. 41. Nombreux nids de *Lasius flavus*.

4.5.13.2. Pétange, Pränzebiërg / Giele Botter

Coordonnées GPS : N49°32', E5°52'

Surface : Réserve naturelle : 165, 14 ha
Zone tampon : 90, 16 ha
Total : 255, 30 ha

Altitude : 295 m à 416 m



Fig. 42. Tracés et emplacements des nids des espèces de Formicinae sur le site "Pränzebiërg, Giele Botter" à Pétange.

Tabl. 35. Relevé du 17 juin 2011. Numéros des échantillons, coordonnées GPS, données sur les nids et noms des espèces trouvées sur le site "Pränzebiereg/ Giele Botter".

No	GPS	Nids	Espèces
P1	WP 19, N49 33.131 E5 52.605	Dôme, h : 30 cm	<i>Lasius flavus</i>
P2	WP 20, N49 32.800 E5 52.575	Dôme, h : 30 cm, recouvert de <i>Sedum</i>	<i>Lasius niger</i>
P3	WP 21, N49 32.792 E5 52.624	Dôme, h : 50 cm	<i>Lasius flavus</i>
P4	WP 22, N49 32.793 E5 52.625	Dôme, h : 30 cm	<i>Formica fusca</i>
P5	WP 23, N49 32.793 E5 52.625	Dôme, h : 20 cm	<i>Lasius niger</i>
P6	WP 23, N49 32.793 E5 52.619	Dôme, h : 30 cm	<i>Lasius flavus</i>
P7	WP 23, N49 32.793 E5 52.619	Dôme, h : 30 cm	<i>Lasius niger</i>
P8	WP 24, N49 32.787 E5 52.617	Dôme, h : 20 cm	<i>Lasius niger</i>
P9	WP 24, N49 32.787 E5 52.617	Dôme, h : 30 cm	<i>Formica rufibarbis</i>
P10	WP 24, N49 32.787 E5 52.617	Dôme, h : 20 cm	<i>Lasius niger</i>
P11	WP 24, N49 32.787 E5 52.617	Dôme, h : 20 cm	<i>Lasius niger</i>
P12	WP 24, N49 32.787 E5 52.617	Dôme, h : 30 cm	<i>Formica rufibarbis</i>
P13	WP 25, N49 32.780 E5 52.640	Dôme, h : 30 cm	<i>Lasius niger</i>
P14	WP 25, N49 32.780 E5 52.640	Dôme, h : 30 cm	<i>Lasius niger</i>
P15	WP 26, N49 32.655 E5 52.532	Dôme, h:30 cm	<i>Lasius flavus</i>
P16	WP 27, N49 32.635 E5 52.605	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius niger</i>
P17	WP 28, N49 32.640 E5 52.592	Dôme, h : 30 cm	<i>Formica rufibarbis</i>

Tabl. 36. Relevé du 04 août 2011. Numéros des échantillons, coordonnées GPS, données sur les nids et noms des espèces trouvées sur le site "Pränzeberg/ Giele Botter".

No	GPS	Nids	Espèces
P18	WP140, N49 32.410 E5 52.358	Nid recouvert d'une pierre	<i>Camponotus ligniperda</i>
P19	WP141, N49 32.395 E5 52.409	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius niger</i>
P20	WP142, N49 32.397 E5 52.414	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius niger</i>
P21	WP143, N49 32.404 E5 52.428	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius flavus</i>
P22	WP144, N49 32.395 E5 52.417	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius flavus</i>
P23	WP145, N49 32.397 E5 52.458	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
P24	WP145, N49 32.397 E5 52.458	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
P25	WP146, N49 32.414 E5 52.458	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius flavus</i>
P26	WP147, N49 32.489 E5 52.595	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius flavus</i>
P27	WP148, N49 32.497 E5 52.622	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius flavus</i>
P28	WP148, N49 32.497 E5 52.622	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
P29	WP149, N49 32.503 E5 52.624	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius niger</i>
P30	WP150, N49 32.510 E5 52.656	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius niger</i>
P31	WP151, N49 32.522 E5 52.648	Dôme, h : 10 cm	<i>Formica cunicularia</i>
P32	WP152, N49 32.544 E5 52.652	Nid recouvert d'une pierre	<i>Formica rufibarbis</i>
P33	WP152, N49 32.544 E5 52.652	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius flavus</i>
P34	WP153, N49 32.560 E5 52.645	Dôme, h : 10 cm (Fig.46)	<i>Lasius flavus</i>
P35	WP154, N49 32.579 E5 52.654	Dôme, h : 10 cm	<i>Formica cunicularia</i>
P36	WP156, N49 32.456 E5 52.679	Nid recouvert d'une pierre	<i>Formica rufibarbis</i>

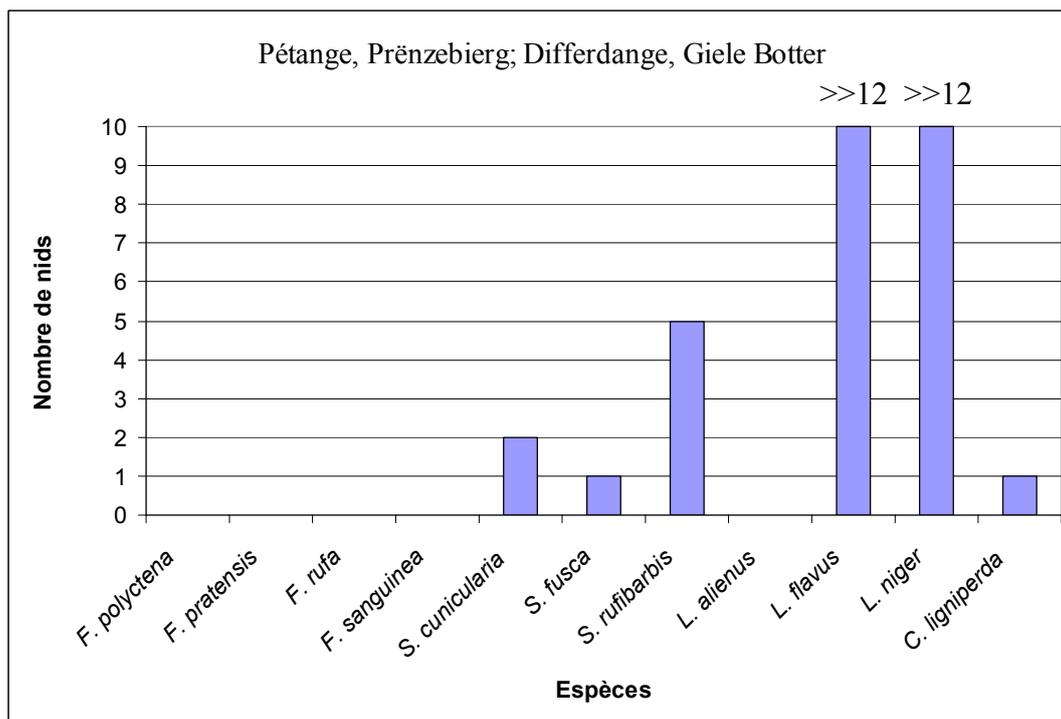


Fig. 43. Nombre de nids en fonction des espèces.

Commentaire :

Les colonies de *Formica cunicularia* sont probablement des colonies indépendantes, éloignées les unes des autres.

L'espèce *F. rufibarbis* est bien représentée sur le site.

De nombreux petits dômes construits par les individus des espèces *Lasius niger* (fig. 45) et *L. flavus* (fig. 46) ont été repérés. *L. flavus* présente des colonies polydômiales, ce qui explique la présence des nombreux dômes dans les pelouses.

L'unique nid de *Camponotus ligniperda* (fig. 44) a été trouvé sur le site "Pränzebiërg/ Giele Botter". Il s'agit d'une construction souterraine typique, qui est réalisée en partie dans un tronc d'arbre. D'après Seifert (2007), les nids de l'espèce se trouvent souvent sur des terrains sablonneux.



Fig. 44. Nid de *Camponotus ligniperda*, sous une pierre : on voit les ouvertures des galeries souterraines.



Fig. 45. Nid de *Lasius niger*.



Fig. 46. Nid de *Lasius flavus*.

4.5.13.3. Esch-sur-Alzette, Lallengerbiert

Coordonnées GPS : N 49° 29', E 6° 00'

Surface : +/-130 ha

Altitude : 322 m à 364 m

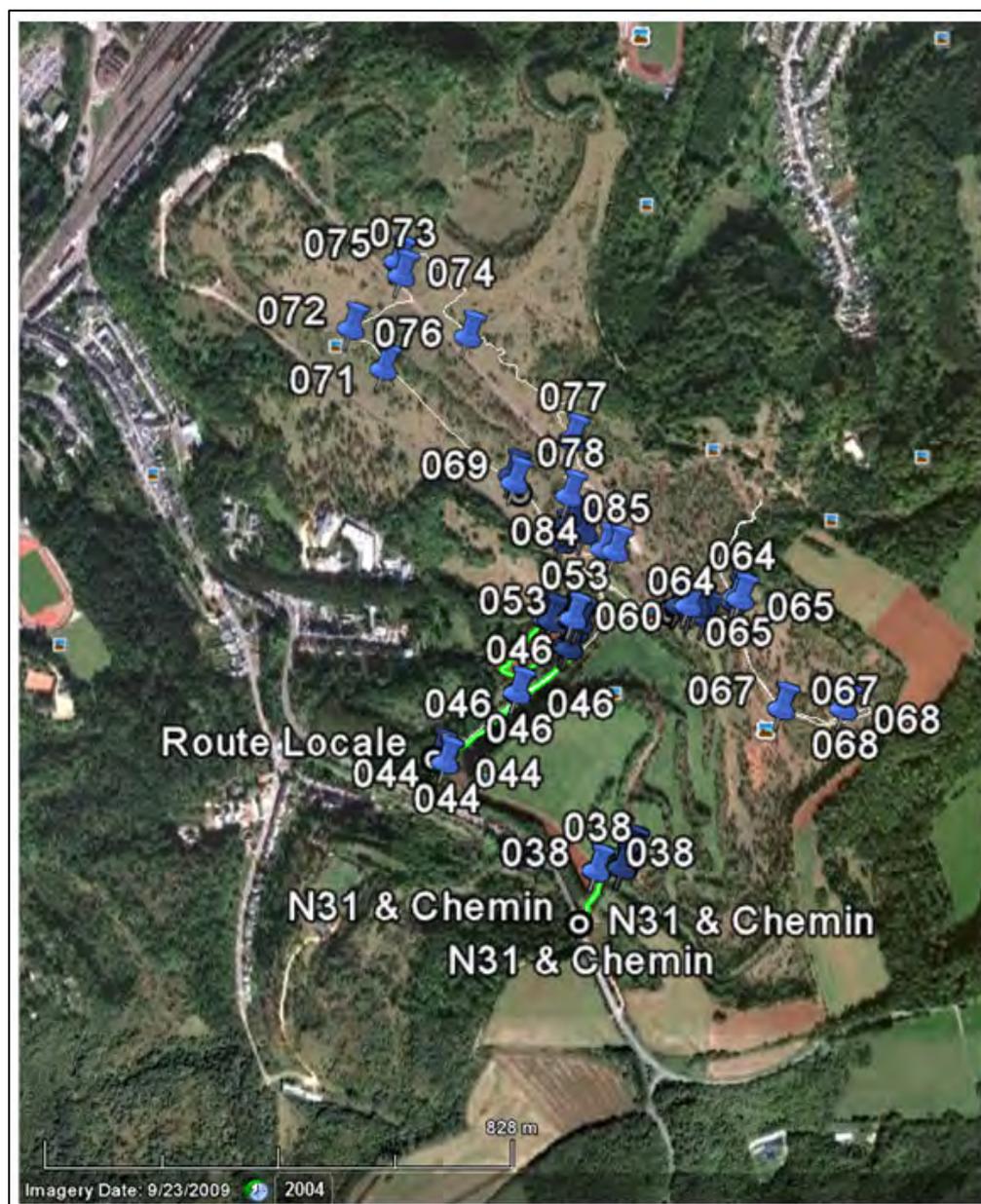


Fig. 47. Tracés et emplacements des nids des espèces de Formicinae notés sur le site "Lallengerbiert" à Esch-sur-Alzette.

Tabl. 37. Relevé du 21 juillet 2011. Numéros des échantillons, coordonnées GPS, données sur les nids et noms des espèces trouvées sur le "Lallengerberg".

No	GPS	Nids	Espèces
E1	WP38, N49 29.251 E6 00.223	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius flavus</i>
E2	WP38, N49 29.251 E6 00.223	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius niger</i>
E3	WP38, N49 29.251 E6 00.223	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
E4	WP39, N49 29.253 E6 00.260	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius flavus</i>
E5	WP40, N49 29.254 E6 00.261	Nid souterrain, sous un arbre	<i>Formica sanguinea</i>
E6	WP41, N49 29.259 E6 00.265	Nid recouvert de mousse	<i>Lasius flavus</i>
E7	WP41, N49 29.259 E6 00.265	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius flavus</i>
E8	WP42, N49 29.262 E6 00.267	Nid souterrain, recouvert d'une pierre	<i>Lasius flavus</i>
E9	WP42, N49 29.262 E6 00.267	Nid recouvert de mousse	<i>Lasius flavus</i>
E10	WP43, N49 29.268 E6 00.272	Nid recouvert d'une pierre	<i>F. sanguinea</i> et <i>F. fusca</i> (même nid)

Tabl. 38. Relevé du 23 juillet 2011. Numéros des échantillons, coordonnée GPS, données sur les nids et noms des espèces trouvées sur le site "Lallengerbiereg".

No	GPS	Nids	Espèces
E11	WP44, N49 29.352 E5 59.998	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius flavus</i>
E12	WP45, N49 29.359 E5 59.988	Dôme, h : 40 cm	<i>Lasius niger</i>
E13	WP46, N49 29.419 E6 00.105	Dôme, h : 40 cm	<i>Lasius flavus</i>
E14	WP46, N49 29.419 E6 00.105	Dôme, h : 5 cm	<i>Formica rufa</i>
E15	WP46, N49 29.419 E6 00.105	Dôme, h : 10 cm	<i>Formica rufa</i>
E16	WP47, N49 29.461 E6 00.179	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius flavus</i>
E17	WP48, N49 29.465 E6 00.178	Nid aplati, formé de brindilles	<i>Formica pratensis</i>
E18	WP49, N49 29.464 E6 00.175	Dôme, h : 5 cm	<i>Formica pratensis</i>
E19	WP50, N49 29.478 E6 00.188	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
E20	WP51, N49 29.486 E6 00.194	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
E21	WP52, N49 29.488 E6 00.183	Dôme, h : 5 cm	<i>Formica fusca</i>
E22	WP53, N49 29.489 E6 00.186	Nid dans un tronc d'arbre mort	<i>Lasius niger</i>
E23	WP54, N49 29.487 E6 00.154	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
E24	WP55, N49 29.489 E6 00.146	Nid souterrain	<i>Lasius niger</i>
E25	WP55, N49 29.489 E6 00.146	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>

Tabl. 39. Relevé du 26 juillet 2011. Numéros des échantillons, coordonnées GPS, données sur les nids et noms des espèces trouvées sur le site "Lallengerbiereg".

No	GPS	Nids	Espèces
E26	WP57, N49 29.500 E6 00.340	Dôme, h : 15 cm	<i>Lasius flavus</i>
E27	WP58, N49 29.502 E6 00.340	Nid adossé contre une pierre	<i>Lasius niger</i>
E28	WP58, N49 29.502 E6 00.340	Nid recouvert d'une pierre	<i>Formica rufibarbis</i>
E29	WP59, N49 29.502 E6 00.341	Nid souterrain, sous un arbre	<i>Formica rufibarbis</i>
E30	WP60, N49 29.502 E6 00.354	Nid entre deux pierres	<i>Formica rufibarbis</i>
E31	WP61, N49 29.501. E6 00.367	Nid recouvert d'une pierre	<i>Formica pratensis</i>
E32	WP62, N49 29.491 E6 00.380	Dôme, h : 10 cm	<i>Lasius niger</i>
E33	WP63, N49 29.496 E6 00.359	Nid recouvert d'une pierre	<i>Formica cunicularia</i>
E34	WP64, N49 29.508 E6 00.432	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius niger</i>
E35	WP65, N49 29.511 E6 00.427	Dôme, h : 10cm	<i>Lasius niger</i>
E36	WP66, N49 29.505 E6 00.423	Nid recouvert d'une pierre	<i>Formica rufibarbis</i>
E37	WP66, N49 29.505 E6 00.423	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius niger</i>
E38	WP67, N49 29.404 E6 00.491	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius niger</i>
E39	WP68, N49 29.404 E6 00.582	Dôme, h : 5 cm	<i>Formica rufibarbis</i>

Tabl. 40. Relevé du 29 juillet 2011. Numéros des échantillons, coordonnées GPS, données sur les nids et noms des espèces trouvées sur le site " Lallengerbiereg".

No	GPS	Nids	Espèces
E40	WP77, N49 29.660 E6 00.184	Dôme, h : 10 cm	<i>Lasius flavus</i>
E41	WP78, N49 29.606 E6 00.181	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
E42	WP79, N49 29.582 E6 00.185	Dôme, h : 5 cm	<i>Formica cunicularia</i>
E43	WP79, N49 29.582 E6 00.185	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
E44	WP80, N49 29.580 E6 00.178	Dôme, h : 5 cm	<i>Formica rufibarbis</i>
E45	WP81, N49 29.579 E6 00.178	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
E46	WP81, N49 29.579 E6 00.178	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
E47	WP82, N49 29.573 E6 00.189	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
E48	WP83, N49 29.571 E6 00.203	Dôme, h : 5 cm	<i>Formica cunicularia</i>
E49	WP84, N49 29.555 E6 00.231	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius niger</i>
E50	WP84, N49 29.555 E6 00.231	Dôme, h : 5 cm (3 dômes espacés de quelques cm)	<i>Formica cunicularia</i>
E51	WP85, N49 29.553 E6 00.247	Dôme, h : 5 cm	<i>Lasius niger</i>
E52	WP86, N49 29.562 E6 00.171	Dôme, h : 5 cm	<i>Formica rufibarbis</i>
E53	WP87, N49 29.568 E6 00.166	Nid dans du bois mort	<i>Formica fusca</i>
E54	WP69, N49 29.619 E6 00.099	Dôme, h : 10 cm, recouvert de <i>Thymus serpyllum</i>	<i>Lasius niger</i> et <i>F. rufibarbis</i> (dans le même nid)
E55	WP70, N49 29.626 E6 00.095	Dôme, adossé contre une pierre	<i>Formica rufibarbis</i>
E56	WP71, N49 29.728 E5 59.903	Dôme, h : 5 cm	<i>Formica rufibarbis</i>
E57	WP72, N49 29.767 E5 59.855	Sous une pierre	<i>Lasius flavus</i>
E58	WP73, N49 29.817 E5 59.931	Galleries de terre	<i>Lasius niger</i>
E59	WP74, N49 29.830 E5 59.925	Dôme, h : 5cm	<i>Lasius flavus</i>
E60	WP75, N49 29.831 E5 59.926	Dôme, h : 5cm	<i>Formica cunicularia</i>
E61	WP75, N49 29.831 E5 59.926	Dôme, h : 5cm	<i>Lasius niger</i>
E62	WP76, N49 29.758 E6 00.030	Dôme, h : 5cm	<i>Lasius flavus</i>

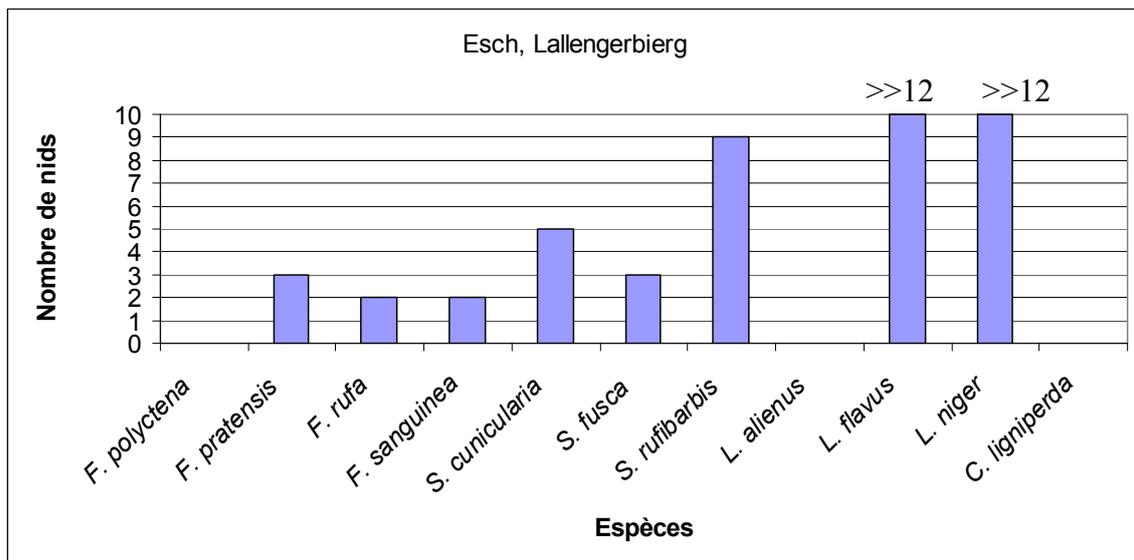


Fig. 48. Nombre de nids en fonction des espèces.

Commentaire :

Les pelouses sèches du site "Lallengerbiereg" présentent une richesse spécifique élevée de fourmis de la sous-famille des Formicinae. Huit espèces ont été trouvées !

Les deux nids de *F. rufa* dénichés se situaient côte à côte au pied d'un bouleau sur le bord d'un chemin. Probablement s'agissait-il de nids d'une colonie polydômiale.

De même, les deux nids de *F. pratensis* (E17) et (E18) étaient très rapprochés. Ils appartenaient probablement eux aussi à la même colonie.

F. rufibarbis domine par rapport à *F. cunicularia* dans la pelouse sèche de ce site. Certains nids sont des constructions souterraines, sans dôme, d'autres présentent une construction surélevée

Les espèces *L. niger* et *L. flavus* ont été dominantes par rapport à toutes les autres. Alors que *L. flavus* était beaucoup moins présent sur le site il y a 18 ans (Ries 1993), les colonies de cette espèce se sont bien développées depuis. Nourriture et matériaux de construction semblent être présents en quantité nécessaire.

4.5.13.4. Oberanven, Aarnesch

Coordonnées : N49° 40'; E 6° 15'

Surface : Réserve naturelle proprement dite: 48, 21 ha

Zone tampon: 26, 98 ha

Total: 75, 20 ha

Altitude : 300 à 360 m

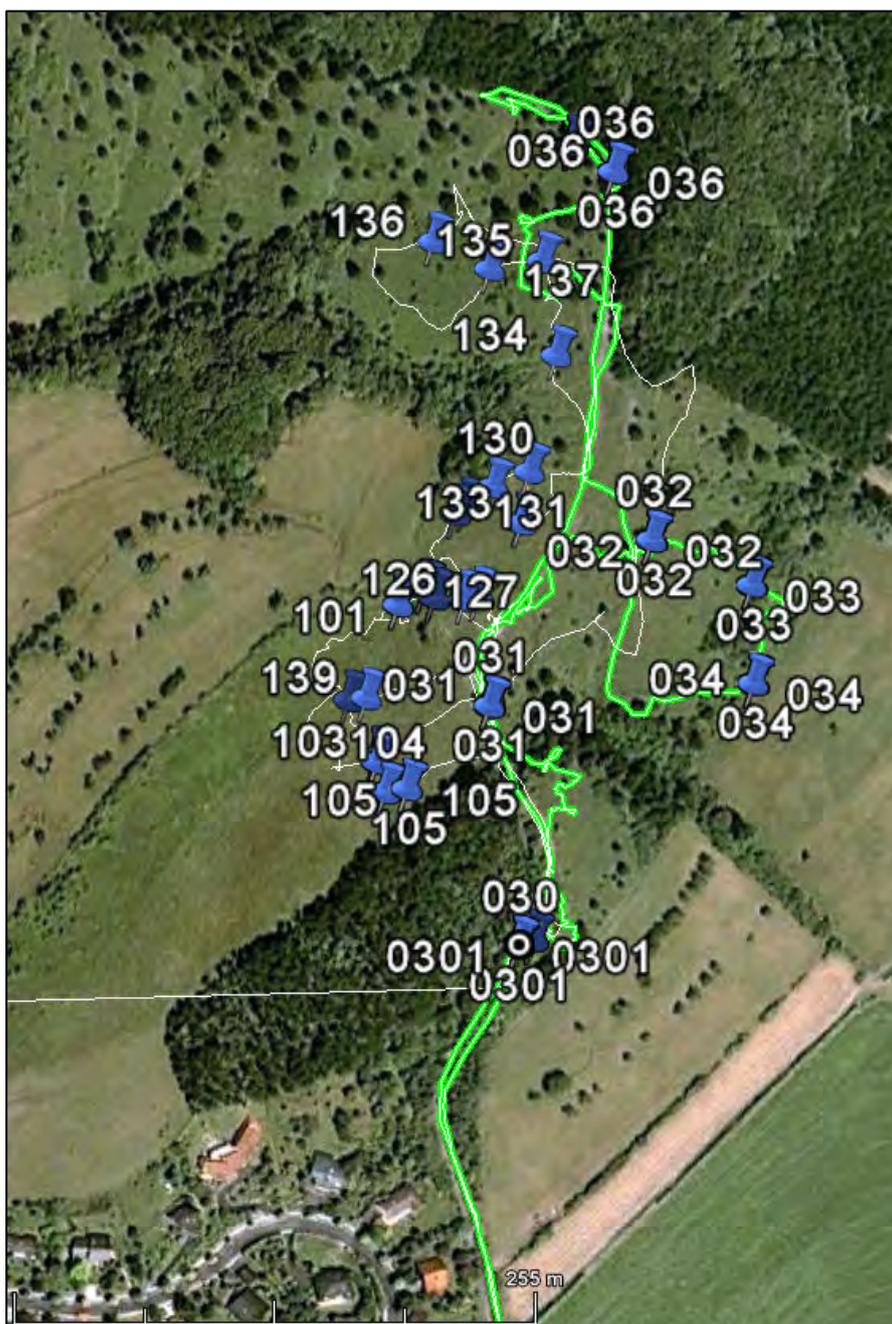


Fig. 49. Tracés et emplacements des nids des espèces de Formicinae sur le site "Aarnesch" d'Oberanven.

Tabl. 41. Relevé du 16 juillet 2011. Numéros des échantillons, coordonnées GPS, données sur les nids et noms des espèces trouvées sur le site "Aarnescht".

No	GPS	Nids	Espèces
N1	WP 30, N49 39.771 E6 15.225	Dôme, h : 30 cm	<i>Lasius flavus</i>
N2	WP 30, N49 39.771 E6 15.225	Dôme, h : 15 cm	<i>Formica rufa</i> et <i>Formica cunicularia</i>
N3	WP 30, N49 39.771 E6 15.225	Dôme, h : 50 cm	<i>Lasius flavus</i>
N4	WP 30, N49 39.771 E6 15.225	Dôme, h : 12 cm	<i>Lasius flavus</i>
N5	WP 30, N49 39.771 E6 15.225	Dôme, h : 12 cm	<i>Formica sanguinea</i> sur un nid de <i>Myrmicinae</i>
N6	WP 30, N49 39.771 E6 15.225	Dôme, h : 12 cm sous un <i>Pinus</i>	<i>Lasius flavus</i>
N7	WP 31, N49 39.835 E6 15.215	Dôme, h : 10 cm sous un <i>Pinus</i>	<i>Lasius flavus</i>
N8	WP 31, N49 39.835 E6 15.215	Dôme, h : 12 cm sous un <i>Pinus</i>	<i>Lasius flavus</i>
N9	WP 32, N49 39.879 E6 15.280	Dôme, h : 12 cm	<i>Lasius niger</i>
N10	WP 32, N49 39.879 E6 15.280	Dôme, h : 10 cm	<i>Formica rufibarbis</i>
N11	WP 33, N49 39.879 E6 15.280	Dôme, h : 12 cm	<i>Lasius flavus</i>
N12	WP 33, N49 39.867 E6 15.320	Dôme, h : 15 cm sous un <i>Pinus</i>	<i>Lasius flavus</i>
N13	WP 34, N49 39.841 E6 15.320	Dôme, h : 10 cm	<i>Lasius flavus</i>
N14	WP 35, N49 39.983 E6 15.250	Nid souterrain, en partie dans un tronc de <i>Pinus</i> abattu	<i>Lasius niger</i>

Tabl. 42. Relevé du 19 juillet 2011. Numéros des échantillons, coordonnées GPS, données sur les nids et noms des espèces trouvées sur le site "Aarnescht".

No	GPS	Nids	Espèces
N15	WP98, N49 39.773 E6 15.231	Dôme, h : 10 cm	<i>Formica rufa</i> et <i>Formica cunicularia</i> (même nid)
N16	WP100, N49 39.866 E6 15.188	Dôme, h : 15 cm	<i>Formica sanguinea</i> et Myrmicinae (même nid)
N17	WP102, N49 39.822 E6 15.168	Dôme, h : 15 cm	<i>Formica cunicularia</i>
N18	WP103, N49 39.820 E6 15.169	Dôme, h : 10 cm	<i>Lasius niger</i>
N19	WP105, N49 39.820 E6 15.169	Dôme, h : 10 cm	<i>Formica rufibarbis</i>

Tabl. 43. Relevé du 02 août 2011. Numéros des échantillons, coordonnées GPS, données sur les nids et noms des espèces trouvées sur le site "Aarnescht".

No	GPS	Nids	Espèces
N21	WP126, N49 39.863 E6 15.204	Dôme, h : 10 cm	<i>Formica sanguinea</i>
N22	WP128, N49 39.886 E6 15.200	Dôme, h : 10 cm	<i>Formica sanguinea</i> sur un nid de <i>Lasius flavus</i>
N23	WP129, N49 39.888 E6 15.204	Dôme, h : 30 cm	<i>Formica sanguinea</i>
N24	WP130, N49 39.893 E6 15.216	Dôme, h : 10 cm sous un pinus	<i>Lasius flavus</i>
N25	WP131, N49 39.897 E6 15.231	Dôme, h : 20 cm	<i>Formica sanguinea</i>
N26	WP132, N49 39.884 E6 15.227	Dôme, h : 15 cm	<i>Formica sanguinea</i>
N27	WP133, N49 39.884 E6 15.227	Dôme, h : 10 cm	<i>Formica sanguinea</i>
N28	WP135, N49 39.953 E6 15.237	Dôme, h : 10 cm	<i>Formica sanguinea</i>
N29	WP136, N49 39.959 E6 15.190	Dôme, h : 10 cm	<i>Formica sanguinea</i>
N30	WP137, N49 39.951 E6 15.214	Dôme recouvert d'herbes sèches h : 10 cm	<i>Formica sanguinea</i>
N31	WP138, N49 39.837 E6 15.157	Dôme, h : 10 cm	<i>Lasius niger</i>
N32	WP139, N49 39.837 E6 15.164	Dôme, h : 10 cm	<i>Lasius niger</i>

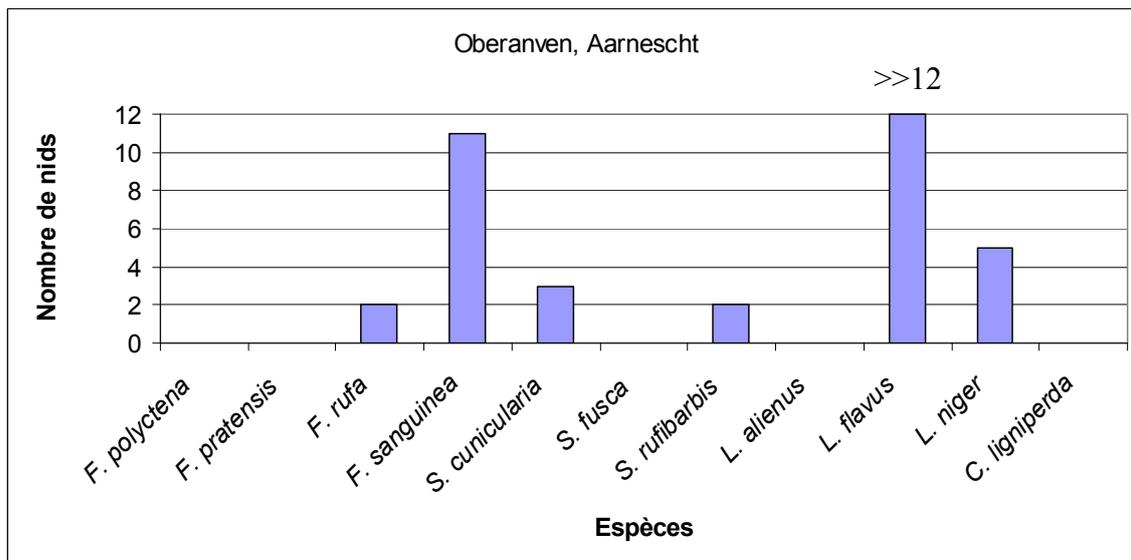


Fig. 50. Nombre de nids par espèces.

Commentaire :

Six espèces ont été trouvées sur la pelouse sèche de l'Aarnescht. *Formica sanguinea* est bien représenté sur le site. Cette fourmi a même été trouvée dans un nid de *Lasius flavus* et à deux reprises dans des nids de fourmis de la sous-famille des Myrmicinae. Ces fourmis préparaient probablement un rapt et les individus observés étaient à la recherche de nourriture.

A deux endroits, *Formica cunicularia* a été trouvé dans un nid de *F. rufa*. Cette dernière se sert souvent des *Serviformica* pour fonder une colonie.

Sur l'"Aarnescht", *Lasius niger* est plus rare que sur les trois sites des anciennes minières à ciel ouvert.

L'espèce dominante sur l'"Aarnescht" est *L. flavus*, qui construit des nids parfois distants de quelques centimètres seulement les uns des autres (fig. 51). Ce sont probablement des colonies polydômiales.

Le relevé du 02 août 2011 a été fait après le passage des moutons ayant brouté l'herbe de la surface. Les dômes d'une hauteur de 15 cm de *F. sanguinea*, *L. niger* et *L. flavus* trouvés à ce moment n'ont nullement été détruits. D'ailleurs ce phénomène a également été constaté par Seifert (2007). Les moutons se sont contentés des herbes poussant entre les dômes et n'ont pas arraché les herbes qui poussent sur les fourmilières (fig. 51).



Fig. 51. Les dômes des fourmilières n'ont pas été abîmés après le passage des moutons !



Fig. 52. Fourmilière de *Lasius flavus*.

4.5.13.5. Walferdange, Sonneberg

Coordonnées GPS : N 49° 39'; E 6° 08'

Réserve naturelle : 15, 20 ha

Altitude : 270 m -340 m



Fig. 53. Tracés et emplacements des nids des espèces de Formicinae sur le site "Sonneberg" à Walferdange.

Tabl. 44. Relevé du 30 juillet 2011. Numéros des échantillons, coordonnées GPS, données sur les nids et noms des espèces trouvées sur le site "Sonnebiere".

No	GPS	Nids	Espèces
W1	WP88, N49 39.650 E6 08.690	Dôme, h : 10 cm	<i>Lasius flavus</i>
W2	WP88, N49 39.650 E6 08.690	Dôme, h : 10 cm	<i>Lasius niger</i>
W3	WP89, N49 39.671 E6 08.677	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius niger</i>
W4	WP90, N49 39.672 E6 08.677	Nid recouvert d'une pierre	<i>Lasius flavus</i>
W5	WP91, N49 39.678 E6 08.661	Dôme, h : 10 cm	<i>Lasius niger</i>
W6	WP91, N49 39.678 E6 08.661	Dôme, h : 20 cm	<i>Formica cunicularia</i>
W7	WP92, N49 39.663 E6 08.678	Dôme, h : 20 cm	<i>Formica cunicularia</i>
W8	WP96, N49 39.655 E6 08.696	Dôme, h : 10 cm	<i>Formica cunicularia</i>
W9	WP96, N49 39.655 E6 08.696	Dôme, h : 20 cm	<i>Formica fusca</i>

Tabl. 45. Relevé du 01.08.2011. Numéros des échantillons, coordonnées GPS, données sur les nids et noms des espèces trouvées sur le site "Sonnebiere".

No	GPS	Nids	Espèces
W10	WP106, N49 39.640 E6 08.694	Dôme, h : 10 cm	<i>Lasius flavus</i>
W11	WP109, N49 39.651 E6 08.676	Dôme recouvert de fragments d'herbes	<i>Lasius niger</i>
W12	WP114, N49 39.699 E6 08.643	Dôme, h : 10 cm	<i>F. fusca</i> et <i>Formica sanguinea</i> (même nid)
W13	WP115, N49 39.706 E6 08.688	Nid dans du bois mort	<i>Lasius niger</i>
W14	WP121, N49 39.701 E6 08.569	<i>Formica</i> se promenant sur un nid de <i>L. flavus</i>	<i>Formica pratensis</i>
W15	WP122, N49 39.690 E6 08.582	Dôme recouvert de fragments d'herbes	<i>Formica sanguinea</i>
W16	WP123, N49 39.678 E6 08.597	Nid caché dans une touffe d'herbe	<i>Formica fusca</i>
W17	WP125, N49 39.670 E6 08.621	Nid souterrain	<i>Formica cunicularia</i>

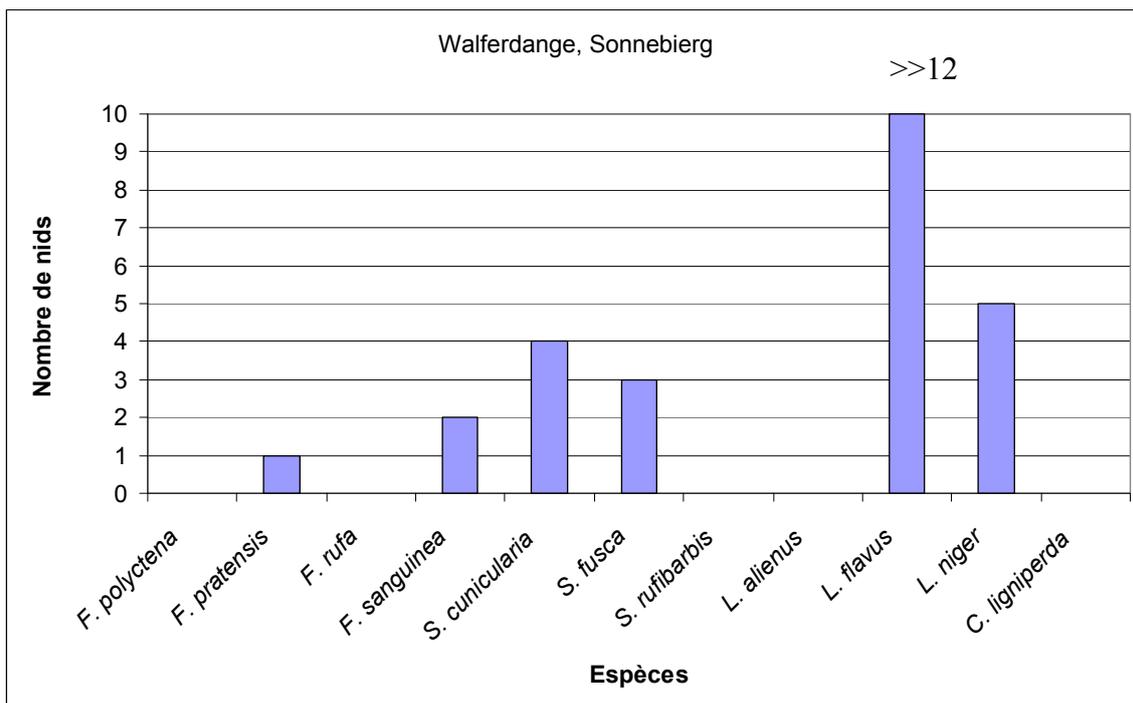


Fig. 54. Nombre de nids en fonction des espèces.

Commentaire :

Six espèces de Formicinae ont été trouvées sur le site. L'espèce la plus abondante sur ce site est sans aucun doute *L. flavus*. Sur le versant sud-ouest du site (W1, W4), les nids sont si rapprochés que deux nids voisins ne sont distants l'un de l'autre que de 50 cm à 1 m. J'ai compté 68 nids sur un ha à cet endroit.

L. niger n'a été trouvé qu'en cinq endroits. D'ailleurs les nids de *L. niger* et de *L. flavus* sont parfois très rapprochés (W1 et W2). Les deux espèces ne semblent pas se livrer de concurrence interspécifique. On observe moins de nids de *L. niger* sur le "Sonneberg" que dans les minières à ciel ouvert abandonnées.

Deux nids de *F. sanguinea* ont été découverts, dont un qui héberge également *F. fusca*, espèce qui sert souvent à *F. sanguinea* pour fonder une colonie. Un deuxième nid surmonté d'un dôme hébergeant seulement des individus de l'espèce *F. fusca* a été localisé au sud-ouest de la pelouse.

Trois nids de *F. cunicularia* ont été trouvés sur la pente raide et au pied de celle-ci (W6, W7, W8). Le quatrième nid est un nid souterrain, se trouvant dans la végétation dense (W17).



Fig. 55. Nid de *Lasius flavus*.



Fig. 56. Embroussaillement du site.

4.6. Analyse et discussion

Dans les pelouses sèches des cinq sites prospectés en 2011, onze espèces de Formicinae ont été trouvées. Pour donner une vue d'ensemble sur la répartition de ces espèces et leur abondance dans les sites, un aperçu du nombre de nids par espèce a été élaboré pour les cinq sites (tabl. 46, fig. 57). La discussion porte sur la présence ou l'absence des espèces sur les différents sites. Ensuite les espèces sont regroupées suivant leur préférence de nidification dans les pelouses sèches qui se développent sur les formations géologiques du Keuper ou du Dogger.

Les résultats obtenus dans le cadre du présent travail sont comparés à deux autres projets (Schmitz 1988 et Ries 1993) (tabl. 47) se rapportant aux Formicinae du Bon-Pays luxembourgeois.

Ensuite, la répartition des espèces de Formicinae en fonction du type de végétation dans les minières à ciel ouvert abandonnées (tabl. 48) est analysée. Un résumé de l'étude réalisée en 1992 sur 9 sites (Ries 1993) sert de document pour l'analyse.

En outre, les observations faites en 1992 (Ries 1993) et en 2011 sur les mêmes pelouses sèches de trois minières à ciel ouvert abandonnées (tabl. 49) sert à analyser et à discuter l'évolution de la myrmécofaune de ces pelouses en une vingtaine d'années.

Finalement, l'importance écologique des Formicinae et les mesures de gestion des sites sont discutées.

4.6.1. Comparaison des caractéristiques des fourmilières de la faune des Formicinae des cinq sites explorés en 2011

Tabl. 46. Nombre de nids par espèce et par site.

	Dudelange, Haard	Pétange, Prénzebiérg Giele Botter	Esch, Lallengerbiérg	Oberanven, Aarnesch	Walferdange, Sonnebiérg	Total
<i>Formica polyctena</i>	3	0	0	0	0	3
<i>Formica pratensis</i>	7	0	3	0	1	11
<i>Formica rufa</i>	1	0	2	2	0	5
<i>Formica sanguinea</i>	4	0	2	11	2	19
<i>Formica cunicularia</i>	1	2	5	3	4	15
<i>Formica fusca</i>	0	1	3	0	3	7
<i>Formica rufibarbis</i>	1	5	9	2	0	17
<i>Lasius alienus</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Lasius flavus</i>	>>12	>>12	>>12	>>12	>>12	>>60
<i>Lasius niger</i>	>>12	>>12	>>12	5	5	>>46
<i>Camponotus ligniperda</i>	0	1	0	0	0	1
Total	>>42	>>33	>>49	>>35	>>27	>>185

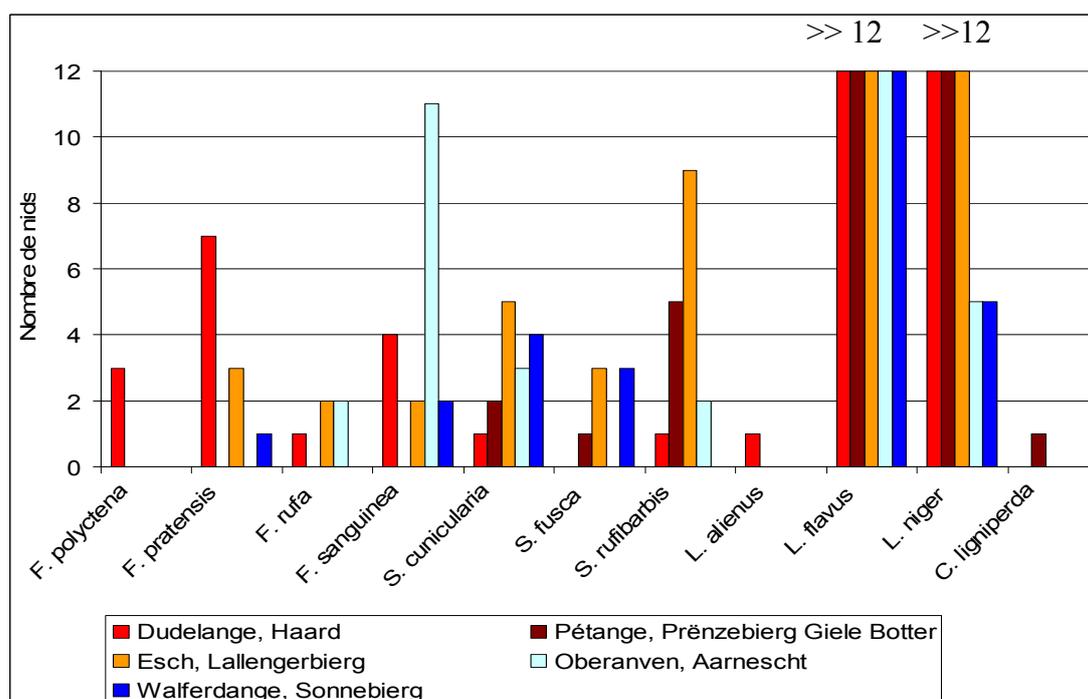


Fig. 57. Nombre de nids par espèce dans les cinq sites.

Sont regroupés dans le tabl. 46 et la fig. 57 les cinq sites inspectés ainsi que le nombre de nids des espèces trouvées dans les différents sites. La dernière ligne du tableau indique le nombre total de nids par site, toutes espèces confondues. La dernière colonne renseigne sur le nombre total de nids par espèce sur l'ensemble des sites.

Tous les nids de *F. polycтена* ont été repérés sur le site "Haard" à Dudelange en bordure d'une pelouse longeant une forêt. En général, l'espèce ne vit pas en plein milieu des pelouses, car c'est en forêt qu'elle trouve les matériaux pour construire ses nids.

Dix nids de *F. pratensis* ont été trouvés dans les anciennes minières, alors qu'un seul nid de cette espèce a été noté au "Sonnebiert" à Walferdange et aucun nid n'a été trouvé sur l' "Aarnescht" à Oberanven. L'espèce construit ses nids dans des lieux découverts, comme des pelouses ou des prairies ensoleillées ou en bordure des routes ou des bois comme à Dudelange sur le site "Haard". *F. pratensis* semble préférer les sols sablonneux des anciennes minières plutôt que les terres argileuses sur Keuper. D'après Bernard (1968), l'espèce s'installe sur des sols calcaires secs. D'après les observations de Chérix et al. (2007), *F. pratensis* occupe surtout des prairies sèches peu exploitées et bien exposées au soleil. Le sol argileux du "Sonnebiert" présente une végétation assez haute, ce qui convient moins bien à *F. pratensis*. Une seule colonie a été trouvée sur ce site. Le même type de sol affleure sur l' "Aarnescht" où aucun nid de l'espèce n'a été trouvé. L'absence de l'espèce sur le site "Pränzebiert" pourrait être liée au fait qu'une couche de terre trop mince recouvre la roche mère et les déblais et ne permet pas à l'espèce de creuser des nids assez profonds dans la terre.

Seulement cinq nids de *F. rufa* (la fourmi des bois) ont été trouvés dans les pelouses sèches. L'espèce n'est que rarement visible dans les pelouses ou les prairies. Ce n'est pas une espèce xérophile. De plus, elle trouve le matériau de construction pour édifier ses nids en forêt.

L'espèce *F. sanguinea* est une espèce très répandue. Elle est présente partout, où elle peut rencontrer des fourmis du sous-genre *Serviformica*, car la fondation du nid de *F. sanguinea* est souvent réalisée avec une espèce esclave (Kutter 1977, Seifert 2007). Absente de la pelouse sèche du "Giele Botter" de Pétange, l'espèce est présente dans l'ensemble des quatre autres sites inspectés, mais les nids de *F. sanguinea* sont néanmoins plus nombreux sur les formations géologiques du Keuper.

Les nids de *F. cunicularia* ont été trouvés sur tous les sites inspectés. Mais on constate, que l'espèce a été plus rare que *F. rufibarbis* dans les pelouses sèches du "Lallengerbiert" d'Esch-sur-Alzette et du "Giele Botter" de Pétange. D'après Seifert (2007), *F. cunicularia* préfère les sites à végétation développée sur des sols argileux. Sept nids de *F. cunicularia* ont été notés sur les terrains argileux, par contre, seulement deux nids de *F. rufibarbis* ont été découverts sur ces mêmes terrains argileux. Une végétation développée permet à *F. cunicularia*, qui est entre autre nectarivore, de trouver assez de nourriture dans les plantes à fleurs. D'après Seifert (2007) *F. rufibarbis* est surtout zoophage.

Au total, sept colonies de *F. fusca* ont été dénichées sur trois sites. Au "Sonnebiert", *F. fusca* a été surpris dans un même nid avec *F. sanguinea*. *F. fusca* a été repéré aussi bien sur les formations doggeriennes que sur le Keuper. Comme cette fourmi est à la

fois insectivore et consommatrice du miellat d'homoptères et qu'elle établit son nid aussi bien dans le sol que dans le bois mort, l'espèce est adaptée à de nombreux biotopes différents. Elle est présente dans divers biotopes à travers toute l'Europe.

Sur les formations doggeriennes, quinze nids de *F. rufibarbis* ont été trouvés, alors que seulement deux nids de *F. rufibarbis* ont été découverts sur les formations argileuses de l' "Aarnescht". L'espèce semble préférer les terrains à végétation peu développée, dans des biotopes, où la terre est assez légère et sablonneuse pour y creuser plus facilement des nids. Le site bien exposé au soleil donc chaud et sec, découvert et pauvre en espèces végétales semble confirmer les indications de Gösswald 1932, Bernard 1968, Gaspar 1972 et Seifert 2007.

Lasius alienus n'a été trouvé qu'à Dudelange. Le nid de l'espèce a été creusé dans la terre, sous une pierre. En Europe, *L. alienus* construit ses nids dans la litière, en terrain découvert et dans les prairies. Les nids sont alors recouverts de pierres. L'espèce ne fabrique que rarement un petit dôme (Chérix & Higashi 1979). Les nids de *L. alienus* et de *L. niger* ne se rencontrent presque jamais dans le même biotope (Bernard 1968). En considérant la liste de distribution de l'espèce en Europe, on remarque qu'elle est assez répandue sous nos latitudes. Son régime nectarivore, zoophage et trophobiotique est assez varié et devrait être satisfait sur les sites étudiés. Selon Bernard (1968), *L. alienus* fréquente plus facilement les lieux habités et les jardins, où elle est à la recherche de substances sucrées, ce qui pourrait expliquer que sa présence est plutôt rare dans les sites naturels inspectés.

Remarquons que pour tous les sites, les nids de *Lasius flavus* ont été très abondants. Vu que les édifices des nids de *L. flavus* et *L. niger* sont reconnaissables pour la plupart du temps de l'extérieur, seule une petite ouverture a été pratiquée en surface de chacun des nombreux nids pour vérifier si les individus hébergés appartenaient à l'une ou à l'autre de ces deux espèces. Certains nids ont été ouverts pour prélever les ouvrières à des fins de détermination. Comme les nids sont souvent très rapprochés (fig. 51), certains se sont présentés sous forme de deux ou trois dômes soudés, il a été pratiquement impossible de déterminer leur nombre exact. Il m'a semblé plus important pour cette étude, d'évoquer que leur nombre a été largement supérieur à celui des nids des autres espèces. D'après Seifert (2007) l'espèce *L. flavus* a souvent été trouvée dans des pelouses sèches mais aussi dans des terrains humides et d'après Bernard (1968) même dans des marécages. Ceci confirme son omniprésence dans les pelouses prospectées, même aux endroits où l'herbe est plus développée. D'après les observations de Seifert (2007), les dômes de *L. flavus* sont assez solides et résistent mieux au pâturage que les nids d'autres espèces du genre *Lasius*. Les observations de l' "Aarnescht", où la pelouse est pâturée 2 fois par an, confirment les dires de Seifert (fig. 51). *L. flavus* s'alimente surtout par trophobie, les pucerons des racines de graminées (comme *Anoecia nemoralis*) étant élevés et trouvant leur abri dans la fourmière.

Seulement cinq nids de *Lasius niger* ont été découverts sur le site "Aarnescht" et le site "Sonnieberg". *L. niger* nidifie surtout dans des endroits très secs. La végétation herbacée de l'"Aarnescht" avant le fauchage et celle du "Sonnieberg" a été assez haute et plus humide que dans les autres sites. Ceci pourrait expliquer la rareté des nids de *L. niger* sur ces deux sites. *L. niger* est une espèce présente dans tous les biotopes, mais caractéristique des prairies sèches et des jardins familiaux (Gaspar 1972). Elle est

commune et non liée à un type de sol. Rappelons que *L. platythorax* (Seifert 1991a) n'a été trouvé sur aucun des cinq sites. Probablement, parce que, comme le décrit Seifert (2007) l'espèce recherche plutôt les endroits humides et s'établit plus souvent dans les forêts. Au Luxembourg, *L. platythorax* a été découvert dans la forêt du Schnellert (Groh, 2007) et dans celle du "Enneschte Besch" de Bertrange (Köhler & al. 2011).

L'espèce *Camponotus ligniperda* n'a été trouvée qu'à Pétange sur le site "Pränzebiert /Giele Botter", dans une pelouse sèche. Son nid a été construit en partie dans un arbre et en partie dans le sol. D'après Chérix & Higashi (1979), l'espèce nidifie souvent dans le bois des arbres morts en prairie ou en bordure de forêts sous des arbres. L'espèce préfère des sols sablonneux (Seifert 2007) comme ceux du "Pränzebiert".

En résumé, parmi les 11 espèces trouvées, six espèces, à savoir *F. polychtena*, *F. pratensis*, *F. rufibarbis*, *L. alienus*, *L. niger* et *C ligniperda* semblent présenter des affinités pour les sols légers, chauds et pauvres en végétaux, comme ceux des anciennes minières à ciel ouvert, qui se situent sur les formations géologiques du Dogger. A part *F. sanguinea* dont les nids sont plus nombreux sur les formations argileuses du Keuper, aucune autre espèce ne semble vraiment préférer ce terrain. Les quatre autres espèces, à savoir *F. rufa*, *F. cunicularia*, *L. flavus* et *F. fusca* sont présentes indifféremment sur le Dogger et le Keuper.

4.6.3. Répartition des espèces de Formicinae dans les minières à ciel ouvert abandonnées. Résumé de l'étude réalisée en 1992 (Ries 1993)

Tabl. 48. Répartition des espèces de Formicinae en fonction du type de végétation.

	Pelouses peu denses	Pelouses denses	Haies	Clairières	Forêt de feuillus	Forêt de conifères	Total
<i>Formica polyctena</i>	0	0	1	0	20	11	32
<i>Formica pratensis</i>	1	5	3	0	4	1	14
<i>Formica rufa</i>	0	0	11	3	1	0	15
<i>Formica sanguinea</i>	2	1	0	0	0	0	3
<i>Lasius alienus</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Lasius flavus</i>	16	84	0	0	0	0	100
<i>Lasius niger</i>	400	88	0	0	0	0	488
<i>Polyergus rufescens</i>	0	1	0	0	0	0	1
<i>Formica cunicularia</i>	6	4	0	0	0	0	10
<i>Formica fusca</i>	2	3	3	1	4	0	13
<i>Formica rufibarbis</i>	16	9	0	2	0	0	27
Total	444	195	18	6	29	12	704

En 1992, onze espèces de Formicinae ont été trouvées dans les minières à ciel ouvert abandonnées du Bassin minier luxembourgeois. D'ailleurs les nids des onze espèces dénichées lors de cette étude n'ont pas été trouvés dans tous les types de végétation avec la même abondance (tabl. 48). Il est par conséquent probable que la végétation ait une influence sur la présence et l'abondance des fourmilières et que les fourmis aient une préférence pour des biotopes bien précis. Ainsi, les "fourmis des bois", *F. polyctena* et *F. rufa* n'ont pas été trouvées dans les pelouses. Une des causes étant l'absence de petites branches ou d'aiguilles de conifères dont elles se servent pour la construction de leurs nids. Ce n'est qu'en forêt où dans les haies qu'elles trouvent ce matériau de construction. D'autre part, *F. rufa* craint l'exposition directe au soleil (Lorber 1981). D'ailleurs, l'espèce *F. polyctena* dont les nids sont également construits à l'aide d'aiguilles de conifères est surtout présente en forêt d'épicéas sur sol sablonneux (Lorber 1981).

Remarquons que dans l'étude menée en 1992, la plus forte abondance de nids de *F. polyctena* a été notée dans une forêt de feuillus à Dudelange. Dans ce cas particulier,

les nids ont été renforcés par des gros troncs d'arbres et ceci par des amis des fourmis. Chaque nid a été marqué par un numéro.

Notons que les pelouses ont présenté la plus grande richesse spécifique et ont hébergé le plus grand nombre de nids. Surtout les nids des deux espèces *L. flavus* et *L. niger* y ont été très abondants. Les deux espèces ont construit des nids très rapprochés par endroits. D'ailleurs, j'ai remarqué que *L. niger* a préféré s'installer dans les pelouses peu denses, alors que les nids de l'espèce *L. flavus* ont été plus abondants dans les pelouses denses. Ce phénomène est bien décrit par Gösswald (1968) et Seifert (2007).

Un nid de *F. pratensis* a été trouvé en bordure d'une forêt de conifères (Ries 1993). L'espèce s'est établie surtout dans les pelouses, mais aussi dans les haies et quelques nids ont même été trouvés dans le bois de feuillus, aux endroits où l'ensoleillement a été suffisant au développement de la colonie.

L'espèce thermophile et xérophile *L. alienus* a été trouvée dans un lieu très sec et dénudé, ce qui confirme les données bibliographiques telles celle-ci : "*Lasius alienus* meidet üppige Vegetation" (Trauan 1984). Wilson (1955) décrit lui aussi la présence de *L. alienus* dans des lieux pauvres en végétaux.

F. fusca semble être l'espèce la plus adaptable. A l'exception de la forêt de conifères, j'ai trouvé l'espèce dans tous les biotopes analysés, ce qui correspond aux exposés d'autres auteurs tels celui de Gösswald (1940) qui écrit : "Bezüglich der Vegetation ist *F. fusca* nicht wählerisch".

Les autres espèces du sous-genre *Serviformica* ont préféré installer leurs nids dans les pelouses. Ce sont des espèces thermophiles qui aiment les pelouses de toute formation géologique. Néanmoins les nids des *F. cunicularia* ont été plus rares dans les pelouses sèches que ceux de *F. rufibarbis*. *F. cunicularia* préfère les sites à végétation développée sur des sols argileux (Seifert 2007). *F. rufibarbis* préfère des endroits sablonneux, toujours bien exposés au soleil donc chauds et découverts ou pauvres en espèces végétales (Gösswald 1932 ; Bernard 1968 ; Gaspar 1972 et Seifert 2007).

Polyergus rufescens, espèce dulotique, a vécu avec une espèce esclave, *F. rufibarbis* dans un même nid au "Doemtgesgrond" à Kayl-Tétange. Un seul nid a été trouvé. Selon Kutter (1977), l'espèce est rare et n'est généralement trouvée que de façon sporadique dans les zones chaudes en Europe.

Comme dans chacun des 6 biotopes étudiés nidifient des espèces caractéristiques, il s'avère nécessaire de préserver tous les types de biotopes si on veut garder la richesse spécifique qui s'y est établie.

Comme le plus grand nombre d'espèces et de nids a été trouvé dans les pelouses et comme ce sont surtout les pelouses sèches qui hébergent encore d'autres espèces animales rares, il m'a semblé important d'inspecter ce type de biotope dans le cadre du présent travail pour compléter ainsi l'inventaire des nombreuses espèces animales y présentes.

4.6.4. Évolution de la myrmécofaune des pelouses sèches des anciennes minières à ciel ouvert en 20 ans

Tabl. 49. Nombre de nids de Formicinae sur trois pelouses sèches des anciennes minières à ciel ouvert, en 1992 et en 2011.

	Dudelange, Haard		Pétange, Pränzeberg Giele Botter		Esch, Lallengerberg		Total (1992)	Total (2011)
	1992	2011	1992	2011	1992	2011		
<i>Formica polyctena</i>	0	3	0	0	0	0	0	3
<i>Formica pratensis</i>	1	7	0	0	0	3	1	10
<i>Formica rufa</i>	0	1	0	0	0	2	0	3
<i>Formica sanguinea</i>	0	4	0	0	1	2	1	6
<i>Serviformica cunicularia</i>	1	1	0	2	2	4	3	7
<i>Serviformica fusca</i>	1	0	1	1	0	3	2	4
<i>Serviformica rufibarbis</i>	5	1	5	5	3	11	13	17
<i>Lasius alienus</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Lasius flavus</i>	7	>>12	4	>>12	5	>>12	16	>>36
<i>Lasius niger</i>	63	>>12	122	>>12	52	>>12	237	>>36
<i>Camponotus ligniperda</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
Total nids	78	>>42	132	>>33	63	>>49	273	>>124
Total espèces	6	9	4	6	5	8	7	11

Les pelouses sèches des trois sites "Haard", "Giele Botter" et "Lallengerberg" ont déjà été inspectées en 1992, pour y inventorier les espèces de Formicinae. Deux des trois sites étant des zones protégées par la loi, la "Haard" depuis 1994 et le "Pränzeberg/Giele Botter" depuis 1991. Le troisième site, le "Lallengerberg" est protégé selon la directive européenne "Habitats" et se trouve sur la liste des sites prioritaires à être déclarés zones protégées d'intérêt national (MDDI a, PNPN 2007 – 2011). Il m'a semblé intéressant et important de revisiter ces sites pour en réétudier la myrmécofaune des Formicinae 19 ans plus tard. En comparant l'évolution des sites, on remarque qu'en 2011, la végétation a quelque peu évoluée. Bien que la plus grande partie des pelouses soit entretenue afin d'éviter l'embroussaillage, des buissons ont commencé à se développer par endroits.

En considérant la richesse spécifique de la myrmécofaune, on constate qu'aucune des 7 espèces trouvées en 2007 n'a disparu depuis et que 4 espèces supplémentaires y vivent aujourd'hui même si, pour deux d'entre celles-là (*Lasius alienus* et *Camponotus ligniperda*) je n'ai décelé qu'un seul nid en 2011. Cette évolution étant très

encourageante (elle correspond à une augmentation de 57% !), il serait sans doute intéressant de refaire l'inventaire tous les 20 ans.

Déjà en 1992, la présence de nombreux nids de *L. niger* nous indique que cette espèce occupe plus facilement que les autres espèces des terrains devenus nouvellement accessibles. L'espèce recherche les sols arides et peu développés (Bernard 1968, Seifert 2007), comme ceux des minières abandonnées.

L'espèce *L. flavus*, qui préfère un sol et une végétation plus développés (Bernard 1968, Seifert 2007) a trouvé en 2011 des conditions encore plus favorables qu'en 1992 pour la construction de ses nids.

Le nombre de nids de toutes les espèces trouvées dans les pelouses sèches, à l'exception de celui des nids de *F. rufibarbis* sur le site "Haard", est plus élevé en 2011 qu'en 1992. Toutes les espèces citées élèvent pour la plupart du temps un dôme d'une dizaine de cm au moins au-dessus de leur fourmilière souterraine. La construction de ces nids surmontés de dômes, est plus aisée, lorsque le sol est plus développé et fournit plus de matière première.

Parmi les trois sites, c'est le site "Lallengerbiereg" qui, du point de vue de la myrmécophage des Formicinae a changé le plus favorablement puisqu'on y constate une augmentation de 60% (5 espèces en 1992, 8 espèces en 2011) contre une augmentation de 50 % (6 espèces en 1992, 9 espèces en 2011) sur le site "Haard" et également de 50 % (4 espèces en 1992, 6 espèces en 2011) sur le site "Prenzeberg/Giele Botter".

Remarquons qu'en 2007 Groh (Cungs et al. 2007) signale 14 espèces de Formicinae du site "Haard". Comme les insectes ont été capturés au piège de Malaise et dans différents biotopes, elles ne rendent pas compte du nombre d'espèces réellement présentes dans les pelouses sèches, alors que le présent travail se focalise exclusivement sur les nids des Formicinae recherchés dans les pelouses sèches des sites inspectés.

4.6.5. Importance écologique des Formicinae et gestion des sites

Le présent travail a montré que les pelouses sèches présentent une grande richesse spécifique ainsi qu'un grand nombre de nids de Formicinae. Les fourmis sont une composante indéniable de notre biodiversité. Elles jouent un rôle important dans les écosystèmes, dans lesquels elles sont présentes.

Bon nombre de fourmis sont zoophages et se nourrissent par exemple de chenilles et de larves de coléoptères ou d'hyménoptères nuisibles aux végétaux (chapitre 2.5.).

Le recyclage de la matière organique et un sol bien remué et aéré sont souvent le mérite des fourmis, qui sont même présentes sur des sols où les lombrics font défaut.

Les fourmis sont souvent utilisées comme bioindicateurs pour déterminer la valeur écologique de différents types de biotopes. Comme les nids restent parfois au même endroit durant plusieurs décennies, ils rendent compte de la santé des biotopes dans lesquels ils sont érigés. Protéger les fourmis et leur habitat revient à protéger de nombreux autres organismes (Freitag et al. 2008).

Les pelouses sèches présentent une grande richesse spécifique végétale et animale, y compris une grande diversité de Formicinae. De plus, la longue période de mise en jachère depuis l'exploitation de la minette a été favorable au développement des colonies de fourmis (chap. 4.6.4.). Pour garantir la survie à long terme de toutes les espèces de fourmis, dont chacune participe au bon fonctionnement d'un écosystème, il faut préserver leur milieu de vie. En laissant la succession végétale se poursuivre, le biotope de la pelouse sèche évoluera vers une végétation ligneuse. On observe d'ailleurs, que des arbustes épineux qui s'installent rapidement sur les pelouses sont surtout *Rosa canina*, *Crataegus spec.* et *Prunus spinosa*. Une réduction de la surface des pelouses sèches élimine les habitats de la faune thermophile. Or, si on veut garder la richesse spécifique des pelouses, particulièrement intéressante par la rareté des espèces faunistiques et floristiques peu compétitives, spécialisées et peu exigeantes sur le plan nutritif, il faut conserver les pelouses ouvertes dans leur état et empêcher l'embroussaillage par différentes mesures. Ainsi, des contrats de gestion dans le cadre du règlement de la biodiversité ont été établis pour sauvegarder les pelouses d'une grande valeur écologique. Le fauchage, les coupes régulières ou le pâturage périodique sont les mesures actuelles déjà employées sur certains sites.

Ainsi, un plan de gestion débroussaillage/ pâturage a été établi depuis l'année 2000 sur 100 ha à Pétange pour le site "Prenzebierg/ Giele Botter". L'action en cours est sous le contrôle de la Station biologique de l'Ouest/SICONA (ERSA 2000).

Depuis 2003, des mesures de fauchage sont définies dans un plan de gestion sur le site "Haard" sous le contrôle des forestiers concernés.

Pour assurer le cycle de développement des plantes, la fauche doit être réalisée tardivement en été et une seule fois par l'année. Ainsi, la floraison qui est nécessaire pour attirer insectes et oiseaux et la production de graines peut se réaliser. Il convient également de garder une zone refuge non fauchée au centre de la pelouse fauchée et limiter la vitesse des tracteurs pour ne pas écraser les espèces animales qui quittent la parcelle. La récolte de l'herbe coupée, après quelques jours de fenaison, s'avère

primordiale. Ainsi, les graines à maturité retombent au sol et assurent le réensemencement de la plupart des plantes et le retrait du produit de fauche permet de ne pas enrichir le sol suite à la décomposition du foin.

Le pâturage extensif avec des bovins, moutons ou chèvres peut avoir un effet positif sur la diversification biologique. La végétation hétérogène, constituée de zones broutées et de zones délaissées par le bétail (zones de refus), crée une mosaïque d'habitats, qui peut être à l'origine d'une augmentation du nombre de niches écologiques et par conséquent d'une biocénose plus riche. L'inconvénient du pâturage, qui sont les déjections et le piétinement des mammifères risque de faire disparaître la flore remarquable au détriment d'espèces plus banales. Certaines plantes se développant sur une terre pauvre en éléments nutritifs seront alors éliminées. Ceci a une répercussion sur la faune. Certains animaux ne trouveront plus leur source nutritive. Par conséquent, un pâturage léger (peu d'animaux par ha pendant une période courte) permettrait peut être d'atténuer l'impact négatif des mammifères sur la végétation (piétinement, surpâturage, fèces) tout en assurant un entretien efficace de la pelouse.

Bien que chaque méthode de débroussaillage offre ses avantages, elle présente aussi des inconvénients. Il est évident que, pour préserver la richesse faunistique et floristique des sites, une gestion est absolument nécessaire.

5. Conclusion

L'inspection des pelouses sèches des cinq sites du Bon-Pays a permis de dresser un inventaire des nids des espèces de Formicinae présentes et de réaliser une collection de référence des onze espèces trouvées.

La faune des Formicinae étudiée en 2011 s'est révélée plus riche sur les sols sablonneux des minières à ciel ouvert abandonnées que sur les sols argileux. Parmi les 11 espèces trouvées, six (*F. polyctena*, *F. pratensis*, *F. rufibarbis*, *L. alienus*, *L. niger* et *C ligniperdus*) semblent présenter des affinités pour les sols légers, chauds et pauvres en végétaux, des anciennes minières, qui se situent sur les formations géologiques du Dogger. A part *F. sanguinea* dont les nids sont plus nombreux sur les formations argileuses du Keuper, aucune autre espèce ne semble vraiment préférer ce terrain. Les quatre autres espèces (*F. rufa*, *F. cunicularia*, *L. flavus* et *F. fusca*) sont présentes indifféremment sur le Dogger et le Keuper. Le nombre de fourmilières est également plus élevé dans les pelouses sèches qui se développent sur les formations géologiques du Dogger que sur celles du Keuper.

Si on ne considère que les pelouses sèches, les résultats de la présente étude, réalisée en 2011, comparés à ceux de l'étude réalisée en 1992 (Ries 1993), permettent d'ajouter 4 espèces à la liste des Formicinae trouvées dans les pelouses sèches des formations doggeriennes. Ceci correspond à un gain de 57% en 19 ans. A côté de ce gain qualitatif, j'ai constaté en plus un gain quantitatif (nombre de fourmilières) et ceci même pour les espèces dominantes telles *Lasius niger* et *L. flavus*. Une période de jachère plus longue et l'entretien régulier des pelouses ont porté leurs fruits. Les pelouses, qui sans entretien évoluent par succession naturelle en forêts climaciques, changeraient les conditions du milieu et entraîneraient la disparition d'un grand nombre d'espèces végétales et par conséquent animales adaptées aux pelouses sèches. La protection de ces sites et la gestion des pelouses sèches a donc été bénéfique aux Formicinae.

Il faudra continuer à préserver ces sites merveilleux que sont les pelouses sèches assez rares dans leur état actuel par une gestion adéquate pour offrir à nos générations futures le plaisir de bénéficier de cette richesse du patrimoine naturel ! La méthode de capture des ouvrières dont je me suis servie permet de localiser les nids avec précision (méthode GPS). Ceci facilitera le suivi de l'évolution des nids au fil des années.

6. Remerciements

Mes remerciements s'adressent à tous ceux qui ont contribué à la finalisation du présent travail. Je remercie de tout cœur :

Le docteur Claude Meisch, professeur de sciences e.r. de l'Athénée de Luxembourg, d'avoir accepté de patronner le présent travail. Merci pour ton aide dans le choix des sites, tes conseils précieux et ta disponibilité tout au long de la rédaction du manuscrit.

Monsieur Marc Meyer, Conservateur de la section zoologie des invertébrés au Musée national d'histoire naturelle, pour le prêt d'une loupe binoculaire.

Messieurs Steve Engel et Carlo Lecuit pour le prêt d'une caméra adaptable à la loupe binoculaire. Cette caméra m'a permis d'effectuer des mesures de précision et de réaliser des clichés de référence.

Madame Sandra Cellina, biologiste au Ministère du Développement durable et des Infrastructures, Département de l'Environnement, pour les informations qu'elle m'a communiquées sur les plans de gestion de la réserve naturelle "Haard".

Madame Tania Walisch, Conservatrice du service Banque de données du Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg pour la communication des données encodées dans la banque de données LUXNAT du Mnhn.

Monsieur Alain Faber, Conservateur de la section Paléontologie du Mnhn, pour le temps qu'il m'a consacré pour la relecture de la partie traitant de la géologie.

Le docteur Guy Colling, Chef de service du service Biologie des populations pour les analyses d'ADN.

Monsieur Nico Schneider, professeur de sciences e.r. du Lycée de Garçons d'Esch-sur-Alzette, pour m'avoir fait découvrir le site "Sonnieberg" et pour m'avoir accompagnée sur le merveilleux site "Aarnesch", le 1er août 2011. Un grand merci également pour m'avoir communiqué la liste des Formicinae du myrmécologue J. C. Felton et pour ton temps précieux que tu as consacré à la relecture critique du présent travail.

Mes amis Claudine et Marc Thiel, qui m'ont accompagnée le premier jour de mes collectes sur le site "Haard", ainsi que tous mes amis et tout spécialement Christiane Biewer, qui m'a encouragée tout au long du travail.

Ma chère famille, pour leur soutien moral. Mes beaux parents pour la cuisine fabuleuse du jeudi. Maman, qui dans sa 92ème année a toujours su me transmettre sa joie de vivre et son énergie et qui a trouvé les bons mots aux bons moments... Nory, ma sœur bien aimée, pour ses nombreux e-mails de soutien et d'encouragement. Bernard, mon mari, qui m'a encouragée durant toute cette période et finalement mes deux filles adorables, Elisabeth et Claudine, qui ont été si courageuses. J'espère leur avoir transmis le virus de ma passion pour la nature! J'aurai dorénavant plus de temps pour vous tous, promis!

7. Références bibliographiques

- ADLUNG, G. A., 1966. - *A critical evaluation of the European research on use of red wood ants (F. rufa group) for the protection of forests against harmful insects.* - Zeitschrift für angewandte Entomologie 57, 2 : 167-189.
- AGOSTI, D. & COLLINGWOOD, C. A., 1987 a. - *A provisional list of the Balkan ants (Hym. Formicidae) and a key to the worker caste. I. Synonymic list.* - Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 60 : 51-62.
- AGOSTI, D. & COLLINGWOOD, C. A., 1987b. - *A provisional list of the Balkan ants (Hym. Formicidae) with a key to the worker caste. II. Key to the worker caste including the European species without the Iberian.* - Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 60 : 261-293.
- BADEN, R., 1998. - *Erstnachweis von Tapinoma ambiguum (Emery,1925) in Luxemburg (Insecta Formicidae, Dolichoderinae).*- Bull. Soc. Nat. luxemb. 99 : 187-188.
- BERNARD, F., 1968. - *Les fourmis d'Europe occidentale et septentrionale.* - Masson, Paris, 419 p.
- BERNASCONI, C. & CHERIX, D., 2009. - *Integrative taxonomy of the Formica rufa group.* - Université de Lausanne. Faculté de biologie et médecine.
- BERNASCONI, C., CHERIX, D., SEIFERT, B. & PAMILO, P., 2011. - *Molecular taxonomy of the Formica rufa group (red wood ants) (Hymenoptera, Formicidae) : a new cryptic species in the Swiss Alps?* - Myrmecological News 14 : 37-47.
- BETREM, J.G., 1960. - *Über die Systematik der Formica rufa Gruppe.* - Tijdschrift voor Entomologie, 103 : 51-81.
- BOLTON, B., ALPERT, G., WARD, P. & NASKRECKI, P., 2005. - *Bolton's catalogue of Ants of the World 1758-2005.* - Harvard University Press.
- BOLTON, B., 2012. - *Taxonomic history.* - www.antweb.org .
- BOLTON, B. & COLLINGWOOD, C. A., 1975. - *Hymenoptera Formicidae.* - Handbk. ident. Br. Insects VI (3c) : 1-34.
- BONDROIT, J. 1918. - *Les fourmis de France et de Belgique.* - Annales de la société entomologique de France, 87 : 1-174.
- CHERIX, D. HIGASHI, S., 1979. - *Distribution verticale des fourmis dans le jura vaudois et recensement préliminaire des bourdons.* - Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles No. 356, vol 74.

- CHERIX, D., FREITAG, A. & GUISAN, A., 2001 .- *Application d'un échantillon aléatoire stratifié pour l'étude de la distribution des fourmis des bois.*- Actes Coll. Insectes Sociaux, 14: 27-31.
- COTTI, G., 1963. - *Bibliographia ragonata 1930 - 1961 del gruppo F. rufa.* - Collana Verde, 8 : 36-58.
- CUNGS, J., 1991. - *Beitrag zur Faunistik und Ökologie der Schmetterlinge im ehemaligen Erzabbaugebiet Haardt bei Düdelingen.* - Travaux scientifiques du MnhnL., XVII : 1-364.
- CUNGS, J., 1997. - *Einblick in die Vielfalt der Tier- und Pflanzenarten des Erzbeckens.* - Editions Zönosis, 215 p.
- CUNGS, J., JAKUBZIK, A. & COELLN, K., 2007. - *Bienen und Wespen im Naturschutzgebiet "Haard" bei Düdelingen. Bestandserfassung und Pflegekonzept. Biotop und Artenschutz im Erzbecken Luxemburgs.* - Bembecia I : 248 p.
- DEBOUT, D., SCHATZ, B., ELIAS, M., & MCKEY, D., 2007. - *Polydomy in ants: what we know, what we think we know, and what remains to be done.* - Biological Journal of the Linnean Society 2007, 90 : 319-348.
- DLUSSKY, G.-M., 1979. - *Formica rufa gruppens systematik.* - Ent. Tidsskr. : 187-191.
- DOUWES, P., 1981. - *Intraspecific and interspecific variation in workers of the Formica rufa group (Hymenoptera: Formicidae) in Sweden.* - Ent. scand. Suppl. 15 : 213-223. Lund, Sweden.
- ERSA, ECOTOP & AEF 2007. - *Plan de gestion pour la zone "Habitats" LU0001031 et "Oiseaux" LU0001110 "Dudelange - Haard".* - Rapport non publié, Luxembourg, 162 p. + annexes.
- ERSA, 2000. - *"dossier LU0001028 Differdange Est- Prënzebiërg / Anciennes mines et carrières; ZPS LU0001108".* - Ministère de l'Environnement, Administration des Eaux et Forêts, Luxembourg (non publié) .
- FELTON, J. C. & SCHNEIDER, N., 1994. - *Matériaux pour un catalogue des Hyménoptères Aculéates du Luxembourg.* - Bull. Soc. Nat. luxemb. 95 : 287-294.
- FONDATION OEKOFONDS, 2008.- *Thematische Rundwege im Naturschutzgebiet "Prënzebiërg".* - Ville de Differdange, Commune de Pétange & Ministère de l'Environnement, 71 p.
- FOREL, A., 1920. - *Les fourmis de la Suisse.* - Société helvétique des sciences naturelles et académie française des sciences. - Edition le Flambeau, 366 p.

- FORGOT, F. & THONON, P. 2007. - *Rapport de 3 soirées de recensement des chauves-souris sur le site du Sonneberg à Walferdange, Grand-Duché du Luxembourg*. - La feuille de contact plecotus, périodique, Namur, 12p.
- FREITAG, A., DISCHINGER, C. & CHERIX, D., 2008. - *Formica pratensis (Hyménoptères: Formicidae) dans le canton de Vaud: Etat des peuplements et importance des talus de routes comme milieu de substitution*. - Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles 91(1), 47-68.
- GASPAR, C., 1972. - *Les Fourmis de la Famenne III. Une étude écologique*. - Rev. écol. biol. sol., 9(2) : 99 - 125.
- GEREND, R., 2000. - *Die Käferfauna eines Kalkmagerrasens über Steinmergelkeuper im Luxemburger Gutland : „Schléidelberg“ bei Junglinster (Insecta : Coleoptera)*. - Bull. Soc. Nat. luxemb. 100 : 103 - 134.
- GÖSSWALD, K., 1932. - *Oekologische Studien über die Ameisenfauna des mittleren Maingebietes*. - Zeitschrift für wiss. Zool., 142 : 1 - 156.
- GOESSWALD, K., 1941. - *Rassenstudium der roten Waldameise Formica rufa*. - Zeitschrift für angewandte Entomologie, 28 : 62 - 124.
- GOESSWALD, K., 1987. - *Über System und Nomenklatur der Formica rufa-Gruppe (Hym-Formicidae)*. - Manuscript der Ameisenschutzwaite Würzburg, Waldhygiene, 17 : 97-112.
- GOESSWALD, K., 1989. - *Die Waldameise. Biologie, Oekologie und forstliche Nutzung*. - Wiesbaden, Aula Verlag, 1 : 650.
- GRIMALDI, D. & AGOSTO, D., 2000. - *A formicine in New Jersey Cretaceous amber (Hymenoptera : Formicidae) and early evolution of the ants*. - Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 97, 13 : 13678-136.
- GROH, K., 2007. - *Ameisen, fourmis, Hymenoptera, Formicidae*. In : Meyer, M. & Carrières, E. (Coord.). *Inventaire de la biodiversité dans la forêt Schnellert (Commune de Berdorf)*. - Ferrantia 50 : 335-336.
- GROH, K., 2007. - *Formicinae, Myrmicinae und Ponerinae*. In : J. Cungs, A. Jakubzik & Klaus Cölln : *Bienen und Wespen im Naturschutzgebiet "Haardt" bei Düdelingen. Bestandserfassung und Pflegekonzept, Bembicia I*. - Administration des Eaux et Forêts, Conservation de la Nature, Arrondissement Sud, L-2712 Waldhaff (Luxembourg), 248p.
- HAUSCHTECK, E., 1962. - *Die Chromosomen einiger in der Schweiz vorkommenden Ameisenarten*. - Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Schlussheft : 213-220.
- HILZENSAUER, H., 1980. - *Zur Biologie und Ökologie von Coptoformica exsecta (Nylander, 1846)*. - Institut für Zoologie der Universität Innsbruck, Band 67 : 173-184.

- HÖLLBOBLER, B. & E.O. WILSON, 1990. - *The ants*. - Library of Congress Cataloging in Publication Data, 732p.
- HÖLLBOBLER, B. & E.O. WILSON, 2010. - *Der Superorganismus*. - Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 603p.
- JUNCK, C., SCHOOS, F. & SCHOOS, R., 1994. - *Flora und Fauna der Steingrube "Schoofsboesch" bei Bettendorf*. - Bull. Soc. Nat. luxemb. 95 : 49 - 102.
- KIRPACH, J.C., 1988. - *La réserve naturelle de l'Aarnecht (Commune de Niederanven)*. - Bull. Soc. Nat. luxemb. 88 : 125 - 131.
- KLIMETZEK, D., 1972. - *Veränderungen in einem natürlichen Vorkommen hügelbauender Waldameisen der *F. rufa* Gruppe im Laufe von 3 Jahren*. - Insectes sociaux 19 : 1 - 5.
- KLOPP, F., 1988. - *Etude floristique de pelouses sèches sur Keuper au Luxembourg*. - Mémoire non publié, présenté à l'Ecole Supérieure d'Agronomie et des industries Alimentaires de Nancy, en vue de l'obtention du grade d'ingénieur agronome, 173p.
- KÖHLER, F. & al. , 2011. - *Gliedertiere, Schnecken und Würmer in Totholzgesieben im Naturwaldreservat „Ënneschte Bësch“ (Arthropoda, Gastropoda, Annelida) (2007-2009)*. - In : Murat, D. (Schriftl.), 2011. Naturwaldreservate in Luxemburg 8. Zoologische und botanische Untersuchungen „Ënneschte Bësch“. Luxemburg 2007-2010: 137-187.
- KUTTER, H., 1977.- *Hymenoptera, Formicidae. Insecta Hevetica, Fauna*. - Schweizerische Entomologische Gesellschaft, 6: 1- 298.
- KUTTER, H., 1978.- *Hymenoptera, Formicidae. Insecta Hevetica, Fauna*. - Schweizerische Entomologische Gesellschaft, 6a Ergänzungsband, 100p.
- LANGE, R., 1959. -*Die morphologischen Merkmale von *F. rufa* und *F. polycтена**. Anzeiger für Schädlingskunde, 32 : 57-58.
- LEMPERIERE, G., & BOURBON, G., 2002 . - *Etude de populations de Fourmis Rousses dans cinq sites du Bassin de Gap-Chaudun (Hautes-Alpes)*. - Projet GIP ECOFOR Biodiversité et gestion forestière. Rev. For. Fr. LIV-5-2002.
- LICHTENBERGER, G., 2011. - www.youtube.com/watch?v=y8ykbwXEf54.- 27 Sept. 2011, Commune de Walferdange.
- LORBER, B., 1981. - *Le groupe *Formica rufa* en Alsace*. - L'entomologiste, 37 (6) : 241-250.
- MANGEN, J.-M., 1993. - *Die Orchideen der Erzgruben im Korntal*. - In : *De Kordall a seng aal Minièren*. - Brochure réalisée à l'occasion du 25e anniversaire des "Naturfrenn Kordall", Pétange : 19-21.

- MASSARD, J.A., 1990. - *La Société des Naturalistes Luxembourgeois du point de vue historique. Robert Stumper.* - Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 91: 154-156.
- MAYR, E., 1975. - *Grundlagen der zoologischen Systematik.* - P. Parey, 370 p.
- MICHAELIS, I., 2000. - *Etude phytosociologique des minières abandonnées du sud du sud du Grand-Duché de Luxembourg.*- mémoire non publié, 173p.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, 2000. - *Cahier Habitat* . - Directive 92/43/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et de la flore sauvage.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, COMMUNE DE NIEDERANVEN & AMICALE DE L'AARNESCHT, 2003. - *Der Lehrpfad auf der Aarnesch/Lesentier de l'Aarnesch.* - Brochure 44 p.
- MDDI a : MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES INFRASTRUCTURES, DÉPARTEMENT DE L'ENVIRONNEMENT, 2007. - *Plan National de Protection de la Nature (2007-2011) Plan d'action et rapport final.* - Luxembourg, mai 2007, 113 p.
- MDDI b : MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES INFRASTRUCTURES, ADMINISTRATION DE LA NATURE ET DES FORÊTS, 2010. - *Naturschutzgebiet "Haard-Hesselbiërg-Staebierg".* - Brochure 25p.
- MURAT, D., 2009.-*Waldstrukturaufnahme 2009, Naturreservate in Luxemburg, Haard.* - Administration de la Nature et des Forêts, 72p.
- NIEMEYER, H., 1976. - *Differentiation of species F. polycytena and F. rufa for practical proposes in ant protection.* - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 83 : 120-130.
- OTTO, D., 1962. - *Schlüssel zur Bestimmung der hügelbauenden Ameisen des Waldes.* - Entomologische Nachrichten, 6 : 33-48.
- PASSERA, L.,-1984. - *L'organisation sociale des fourmis.* - Toulouse, 360p.
- PAVAN, H., 1961. - *Sur les transplantations des fourmis du groupe F. rufa dans les forêts Domaniales du Casentino.* - Collana Verde, 7 : 170-174.
- RADCHENKO, A. & CZECHOWSKI, 2006. - *Do permanently mixed colonies of wood ants (Hymenoptera:Formicidae) really exist?* - *Annales Zoologici* , 56 (4) : 667-673.
- REICHENSPERGER, A., 1922. - *Myrmekologische Beobachtungen aus Luxemburg.*- Bull. Soc. Natur. Luxembourgeois : 105-115.

- REICHLING, L., 1972. - *La végétation d'une pente sèche du Keuper à marnolites (Sonneberg, Walferdange)*. - Bull. Soc.Nat. luxemb. 77, 1975 : 66-67.
- RIES, F., 1993. - *Les Formicinae (Insecta) des anciennes minières à ciel ouvert du Bassin minier luxembourgeois*. - mémoire scientifique non publié, 150p.
- ROLLINGER, F., 2000. - *Giele Botter - Tiresberg - Prënzeberg : Rückblick und Ausblick* . - Regulus 3/00 : 8-9.
- SCHAUL, R., 1994.- *Réserve naturelle Prënzeberg: Etude d'une partie de la zone protégée en vue de réaliser un sentier botanique*. - Mémoire non publié réalisé en vue de l'obtention de la maîtrise en sciences et techniques de l'environnement. Administration de l'Environnement, Service de la Conservation de la Nature, 42p + annexes.
- SCHMITZ, N., 1988. . - *Les Formicinae du Bon-Pays du Luxembourg*. - Mémoire scientifique non publié, 184 pp.
- SCHNEIDER, N., 2004. - *Auf Spurensuche. 23. Auf dem Spazierweg*. - Regulus 5/04 : 14.
- SCHNEIDER, N., 2005. - *Auf Spurensuche. 27. Neues Leben*. - Regulus 4/05 : 24.
- SCHNEIDER, N., 2010. - *Auf Spurensuche. 46. Farbwechsel*. - Regulus 4/10 : 26.
- SCHNEIDER, S., 2011.- *Die Graslandgesellschaften Luxemburgs*. - Ferrantia 66, Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle, 303p.
- SEIFERT, B., 1991a. - *Lasius platythorax n.sp., a widespread sibling species of Lasius niger (Hymenoptera: Formicidae)*. - Entomologica Generalis 16 (1) : 69-81.
- SEIFERT, B., 1996. - *Ameisen: beobachten und bestimmen*. - Naturbuchverlag, Augsburg, 368p.
- SEIFERT, B., 2007. - *Die Ameisen Nord und Mitteleuropas*. - Lutra Verlags- und Vertriebsgesellschaft, Görlitz/Tauer, 368p.
- SEIFERT, B., KULMUNI, J. & PAMILO, P., 2010.- *Independent hybrid populations of Formica polyctena x rufa wood ants (Hymenoptera: Formicidae) abound under conditions of forest fragmentation*. - Evolutionary Ecology, 24 (5) : 1219-1237.
- STUEMPER, R., 1936. - *Ameisenstaat, Menschenstaat*. - Cahiers luxembourgeois, 2: 267-285.
- STUEMPER, R., 1939.- *Kurze Zusammenstellung der einheimischen Ameisen*. - Bull. Soc. Nat. luxemb. 49 : 82-87.

- STUEMPER, R., 1953 a .- *Études myrmécologiques. XI. Fourmis luxembourgeoises.* - Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 46: 122-130.
- STUEMPER, R. & KUTTER, H., 1951. - *Sur l'éthologie du nouveau myrmécobiote *Epimyrma stumperi*.* - Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris, 233 : 983-985.
- TRAUAN, G., 1984. - *Bestandsaufnahme der Waldameisennester in den Stadtförsten Unterfrankens, unter Berücksichtigung ökologischer Gesichtspunkte.* - Waldhygiene 15 : 65-94.
- VAN BOVEN, J., 1947. - *Liste de détermination des principales espèces de fourmis belges.* - Bulletin des Annales de la Société entomologique belge, 83 : 163-190.
- WARD, P.S., 2010. - *Taxonomy, Phylogenetics, and Evolution.* - Ant Ecology, 80pp
- WASMANN, E., 1891.- *Verzeichnis der Ameisen und Ameisengäste vom holländischen Limburg.* - *Tijdschrift voor Entomology*, 34: 39-65
- WASMANN, E., 1906. - *Zur Kenntnis der Ameisen und Ameisengäste von Luxemburg.* - Verzeichnis der Ameisen von Luxemburg mit biologischen Notizen. Archives de l'Institut G.-D. de Luxembourg, 4 : 104-124.
- WILSON, E., 1955. - *A monographic revision of the genus Lasius.* - Bulletin of the Museum of comparative Zoology, Harvard, 113, 1 : 1-201.
- WYSOCKA, A., KRZYSZTOFIAK, L., 2011. - *Low genetic diversity in Polish populations of sibling ant species: Lasius niger and Lasius platythorax.* - Insectes Sociaux, 58 : 19 -195.
- YARROW, I. H., 1954. - *Application of the re-examination and re-phrasing of the decision taken by the international commission regarding the name of the type species of "Formica" Linnaeus, 1758 (Class Insecta, Order Hymenoptera).* - Bulletin of Zoological Nomenclature 9 : 313-318.
- ZHANG, Z. Q. & SHEAR, W. A., 2007. - *Progress in Invertebrate Taxonomy.* - Zootaxa, 1668 : 549-563 .

Sommaire

1.	Introduction	5
2.	Généralités sur les Formicidae	6
2.1.	Historique: Quelques étapes de l'étude systématique	6
2.2.	Fossiles	9
2.3.	Position systématique des Formicinae	10
2.4.	Comportement et organisation sociale des fourmis	12
2.4.1.	Organisation eusociale	12
2.4.2.	Nids	12
2.4.3.	Castes	13
2.5.	Importance écologique des fourmis	15
2.6.	Principaux caractères utilisés dans les déterminations	16
2.6.1.	Morphologie des ouvrières	16
2.6.2.	Anatomie des ouvrières	18
3.	Aperçu historique sur quelque cent ans de recherche myrmécologique au Luxembourg (1910 à 2012)	19
3.1.	Travaux antérieurs à 1980	19
3.1.1.	Victor Ferrant (1856-1942)	19
3.1.2.	Erich Wasmann (1859-1931)	19
3.1.3.	Auguste Reichensperger (1878-1962)	20
3.1.4.	Robert Stümper (1895-1977)	20
3.1.5.	Heinrich Kutter (1896-1990)	21
3.2.	Travaux récents postérieurs à 1980	21
3.2.1.	Maxine Biber	21
3.2.2.	Nicole Schmitz	21
3.2.3.	John C. Felton (1932-1994)	21
3.2.4.	Claude Meisch	22
3.2.5.	Claudine Junck	22
3.2.6.	Gérard Schmidt	22
3.2.7.	Florence Ries	22
3.2.8.	Ralf Baden	22
3.2.9.	Evelyne Carrières	22
3.2.10.	Klaus Groh	22
3.2.11.	Nico Schneider	23
3.2.12.	Josy Cungs	23
3.2.13.	Frank Köhler & al.	23

4.	Les Formicinae de cinq pelouses sèches	24
4.1.	Matériel et méthodes	24
4.1.1.	Sites, cartes et période de recherche	24
4.1.2.	Capture, détermination et conservation	24
4.1.3.	Signes, abréviations et explications	26
4.1.4.	But et utilité des collections	27
4.2.	Sites étudiés	28
4.2.1.	Les pelouses sèches	28
4.2.2.	Dudelange, Haard	32
4.2.3.	Pétange, Prënzebiërg / Giele Botter	34
4.2.4.	Esch-sur-Alzette, Lallengerbiërg	37
4.2.5.	Oberanven, Aarnescht	39
4.2.6.	Walferdange, Sonnebiërg	41
4.3.	Clés	43
4.3.1.	Clés et problèmes de détermination	43
4.3.2.	Clé utilisée dans le présent travail	44
4.4.	Identification par la technique de séquençage de l'ADN	51
4.5.	Espèces trouvées	52
4.5.1.	Liste des onze espèces trouvées	52
4.5.2.	<i>Formica polyctena</i>	53
4.5.3.	<i>Formica pratensis</i>	58
4.5.4.	<i>Formica rufa</i>	62
4.5.5.	<i>Formica sanguinea</i>	66
4.5.6.	<i>Formica cunicularia</i>	70
4.5.7.	<i>Formica fusca</i>	74
4.5.8.	<i>Formica rufibarbis</i>	78
4.5.9.	<i>Lasius alienus</i>	82
4.5.10.	<i>Lasius flavus</i>	85
4.5.11.	<i>Lasius niger</i>	92
4.5.12.	<i>Camponotus ligniperda</i>	99
4.5.13.	Répartition des espèces sur les sites étudiés	102
4.6.	Analyse et discussion	127
4.6.1.	Comparaison des caractéristiques des fourmilières de la faune des Formicinae des cinq sites explorés en 2011	128
4.6.2.	Comparaison des espèces de Formicinae trouvées au Bon-Pays luxembourgeois dans le cadre de trois projets différents	132
4.6.3.	Répartition des espèces de Formicinae dans les minières à ciel ouvert abandonnées. Résumé de l'étude réalisée en 1992 (Ries1993)	134
4.6.4.	Évolution de la myrmécofaune des pelouses sèches des anciennes minières à ciel ouvert en 20 ans	136
4.6.5.	Importance écologique des Formicinae et gestion des sites	138
5.	Conclusion	140
6.	Remerciements	141
7.	Références bibliographiques	142