



HAL
open science

Etude de la densité et du rôle bioindicateur des fourmis rousses dans les forêts du nord-est.

Louis-Michel Nageleisen

► **To cite this version:**

Louis-Michel Nageleisen. Etude de la densité et du rôle bioindicateur des fourmis rousses dans les forêts du nord-est.. *Revue forestière française*, 1999, 51 (4), pp.487-495. 10.4267/2042/5457. hal-03443568

HAL Id: hal-03443568

<https://hal.science/hal-03443568>

Submitted on 23 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

biologie et forêt

ÉTUDE DE LA DENSITÉ ET DU RÔLE BIOINDICATEUR DES FOURMIS ROUSSES DANS LES FORÊTS DU NORD-EST

L.-M. NAGELEISEN

Note préliminaire : le présent article est issu pour l'essentiel de la synthèse du travail de deux stagiaires encadrés par l'auteur : Mlle Innès Bleichner, stage de maîtrise de l'Université Nancy I au Parc naturel régional des Vosges du Nord (Bas-Rhin), et M. Pierre Mougeot, stage de BTS Mirecourt (Vosges) à l'Office national des Forêts de Saint-Dié (Vosges).

Suite à la tempête de février 1990, une pullulation de scolytes s'est développée dans les forêts résineuses du Nord-Est. La lutte contre ces redoutables ravageurs a été rapidement mise en œuvre pour limiter les dégâts. À côté des mesures classiques de purges des bois infestés, la question du rôle des prédateurs, en particulier de celui des fourmis rouges (*Formica rufa* s.l.), et des possibilités d'une lutte biologique a alors été posée au Département de la Santé des Forêts.

Plus récemment, dans le contexte de la mise en œuvre de la directive européenne "Habitats" et du réseau Natura 2000, le besoin d'évaluer la qualité biologique d'une forêt et son degré de perturbation a relancé l'intérêt des études sur les fourmis rouges menées il y a quelques années par C. Torossian (Université de Toulouse) dans les Alpes et les Pyrénées. Les informations sur les fourmis rouges étant très fragmentaires dans le Nord-Est de la France, il a paru intéressant, après une première phase de recherche bibliographique, de sonder l'état des populations de fourmis dans diverses forêts et de vérifier l'intérêt potentiel de ce groupe d'insectes. Deux zones forestières ont été retenues. La première est située dans la région collinéenne à dominante feuillue des Vosges du Nord, et a fait l'objet d'une étude comparative de la biodiversité de deux massifs forestiers gérés selon des techniques sylvicoles différentes. La seconde se trouve dans le domaine de la hêtraie-sapinière de la montagne vosgienne et correspond à un futur site du réseau Natura 2000 (forêt domaniale de Gérardmer) dont un aménagement pilote est en cours de réalisation.

UNE LUTTE BIOLOGIQUE EST-ELLE POSSIBLE AVEC LES FOURMIS ROUSSES ?

Cette question trouve sa réponse dans l'abondante littérature existant sur les fourmis. En effet, de nombreux auteurs ont étudié le régime alimentaire des fourmis rouges (Torossian et Péponnet 1968 ; Adlung, 1966 ; Gösswald, 1965 ; Wellenstein, 1965). Il ressort très clairement que ce sont des prédateurs très actifs. Les arthropodes représentent en effet près de 40 % de la biomasse totale nécessaire à l'alimentation d'une colonie, soit 100 g à 1 kg par jour correspondant à 2 000 à 10 000 insectes ! La moitié seulement des insectes ramenés au nid sont cependant potentiellement nuisibles aux arbres forestiers ; par contre 20 % sont plutôt utiles comme les prédateurs ou parasitoïdes de phytophages (Fischesser, 1982). En fait, les fourmis sont des prédateurs opportunistes qui chassent en fonction des rencontres lors des sorties dans la zone d'activité de la fourmilière (environ un quart d'hectare pour un grand dôme). En cas de pullulation d'insectes phytophages comme les chenilles de certains lépidoptères (tordeuse verte du Chêne *Tortrix viridana*, processionnaire du Pin *Thaumetopoea pityocampa*, etc.), la fréquence de rencontre de ces phytophages se trouve très fortement accrue et une régulation active peut s'effectuer dans la zone d'action de la colonie. Lors des gradations de défoliateurs, des exemples d'îlots non défeuillés dans les zones de présence de fourmilières sont cités dans la littérature forestière. Cependant, les pullulations de phytophages s'observent souvent sur des surfaces forestières de grande ampleur (plusieurs milliers d'hectares) et la répartition très hétérogène des colonies de fourmis rouges, qui comporte de grandes zones de non-présence (cf. plus loin), ne permet pas de juguler la pullulation. Ainsi faudrait-il, selon la plupart des auteurs, une densité de 4 grands dômes à l'hectare pour assurer une protection efficace des forêts, densité qui n'est jamais observée à l'échelle de massifs forestiers. Pour l'atteindre, des opérations de transplantations massives ont été effectuées dans les années 1960 en Italie et, dans une moindre mesure, en Allemagne. Cependant, le suivi de ces opérations révèle à long terme un taux de réussite faible et très aléatoire.

Enfin, les relevés de proies ramenées au nid révèlent que, si les espèces d'insectes sont très diverses, pratiquement aucun scolyte n'est ramené au nid. Ce fait n'est pas très surprenant lorsque l'on considère que l'essentiel de la vie d'un scolyte se déroule sous les écorces ou dans le bois, et que les galeries trop petites pour les fourmis rouges ne sont pas visitées. Tout au plus on peut penser que, lors de l'essaimage des scolytes, des imagos (insectes au stade adulte) sur l'écorce peuvent faire occasionnellement l'objet d'une prédation. Cependant, une telle prédation n'est pas citée par la littérature et n'a pas été observée lors de la dernière pullulation de typographe (*Ips typographus*) dans les pessières du Nord-Est, où pourtant les populations de fourmis rouges sont régulièrement abondantes.



Si, donc, les fourmis ont un rôle indéniable dans l'écosystème forestier par leur place de super-prédateurs au sommet de la chaîne trophique et contribuent localement à la régulation

**Fourmilière en forêt
(hauteur > 1,5 m).
Gerbépal (Vosges)**

Photo L.-M. NAGELEISEN

des populations d'insectes, une lutte biologique contre les ravageurs forestiers, phyllophages essentiellement, paraît utopique. Quant aux scolytes, les fourmis ont un rôle très faible contre ce groupe et leur utilisation en complément de lutte doit être inefficace.

DENSITÉ DE FOURMILIÈRES ET PERTURBATIONS DU MILIEU FORESTIER : LE TEST "FOURMIS ROUSSES" DE TOROSSIAN

Plusieurs études donnent une indication sur les densités de fourmis rouges que l'on peut rencontrer en forêt (tableau I).

Tableau I **Densité de fourmis en forêt (données bibliographiques)**

| Zone géographique | Altitude | Essence forestière principale | Surface de la zone d'étude (ha) | Densité de fourmières à l'ha | Source |
|------------------------|-----------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Jura suisse | 1 400 m | Épicéa | 70 | 17 | Chérix, 1980 |
| Alpes italiennes . . . | | | 600 000 | 1,67 | Pavan in Masson, 1991 |
| Lannemezan | 500 m | Chêne | | 4 | Torossian, 1968 |
| Pyrénées-Osseja . . | > 1 000 m | Pins | 27 | 4,5 | Torossian, 1977 |
| Pyrénées-Querigut. | 1 500 m | Sapin | 47 | 1,8 | Torossian, 1977 |
| Lorraine | 300 m | Épicéa | 8 | 3,5 | Froelicher, 1993 |

On constate que les zones d'études sont toujours de faible surface, hormis les Alpes italiennes pour lesquelles une information globale existe. Les densités sont supérieures à un dôme à l'hectare dans ces zones *a priori* peu perturbées.

La seule densité de dômes ne suffit cependant pas à décrire une population de fourmis rouges. En effet, Torossian (1984), dans les Alpes et les Pyrénées, montre que l'on peut définir différents types de forêts par rapport aux populations de fourmis grâce à de multiples paramètres dont les principaux sont : le nombre de nids à l'hectare, la pseudobiomasse (somme du volume de tous les nids à l'hectare), le volume moyen des nids à l'hectare, la fréquence des gros (volume > 0,520 m³), moyens (volume de 0,032 à 0,520 m³) et petits nids (volume < 0,032 m³). Les quatre principaux types de forêts retenus sont :

- A- les forêts à population très dense considérées comme climaciques,
- B- les forêts à population dense considérées comme subclimaciques,
- C- les forêts à population déficitaire correspondant à des forêts agressées,
- D- les forêts à population moyenne instable correspondant à des forêts en évolution plus ou moins rapide.

Les principales caractéristiques de ces types de forêts sont résumées dans le tableau II (p. 490).

Les agressions du milieu sont liées à l'activité humaine : écrêtage de dômes par les promeneurs, piétinement trop intense par surfréquentation touristique, dérangement par l'abattage d'arbres, étalement du dôme par le débardage, etc. Ces agressions du milieu entraînent dans un premier temps une augmentation du nombre de nids et une diminution du volume moyen du nid se traduisant par une diminution de la pseudobiomasse et une augmentation du nombre de nids abandonnés. Dans un deuxième temps, selon leur intensité et leur durée, les agressions peuvent causer localement la disparition de la population de fourmis.

Tableau II **Types de forêts et caractéristiques des populations de fourmis rouges (d'après Torossian, 1984)**

| Type de forêts | A | B | C | D |
|---|---------|--------|---------|----------|
| Pseudobiomasse (m ³ /ha) . . . | 15 et + | 7 | < 0,5 | 1 à 10 |
| Gros nids (% N total) | > 90 % | < 50 % | 0 % | variable |
| Moyen nids (% N total) . . . | | > 50 % | | |
| Densité (N nids/ha) | 11 | 45 | 10 à 15 | variable |
| Volume moyen (m ³) | > 1 | 0,2 | 0,04 | 0,2 |

Enfin, pour les espèces polygynes (espèces dont chaque nid possède plusieurs reines), l'existence de colonies constituées de nombreux nids en connexion est un élément supplémentaire d'appréciation de la non-perturbation de l'équilibre naturel et de l'ancienneté de l'installation de la colonie.

L'évaluation des populations de fourmis rouges permettrait ainsi de "tester" le degré de perturbation d'un écosystème forestier. Les deux études présentées ci-après ont pour objectif une telle évaluation, et la vérification des données de Torossian dans un domaine biogéographique différent de celui des massifs montagneux de type alpin.

POPULATIONS DE FOURMIS ROUSSES DANS L'ÉTAGE COLLINÉEN DU PARC NATUREL RÉGIONAL DES VOSGES DU NORD

Le domaine de cette étude comprend deux forêts, dont la gestion sylvicole est réalisée selon des techniques différentes : l'une (forêt domaniale de la Petite Pierre à Erckartswiller dans le Bas-Rhin) est une futaie régulière classique (sylviculture de peuplements), l'autre (forêt privée à Zittersheim dans le Bas-Rhin) est gérée selon la méthode "Pro Sylva" (sylviculture d'arbres). Ces deux massifs, d'une superficie d'environ 450 ha chacun, sont phytoécologiquement proches (hêtraie acidophile collinéenne sur grès à une altitude variant de 250 à 400 m). Les peuplements principaux sont des hêtraies, des pinèdes plus ou moins mélangées et des pessières issues de plantation.

Une première phase de prospection a rapidement révélé la faible densité de dômes de fourmis rouges et l'existence de grandes zones où elles sont absentes. Une prospection plus systématique par la méthode des transects a permis de recenser 17 dômes à Erckartswiller et 23 dômes à Zittersheim. Dans les zones de présence, la pseudobiomasse moyenne est de 0,35 m³/ha à Zittersheim contre 0,28 m³/ha à Erckartswiller. Il ressort donc que ces deux forêts ne sont pas significativement différentes en ce qui concerne les populations de fourmis rouges, malgré des modes de gestion différents. Les densités sont très faibles dans les deux forêts. Les espèces rencontrées sont *Formica rufa* L. (10 %), *Formica polyctena* Foerst (85 %) et *Formica lugubris* Zett (5 %).

Les caractéristiques de ces populations de fourmis rouges correspondent selon Torossian à des forêts de type C (forêts très perturbées). Cependant, il convient d'être prudent dans l'application à des forêts feuillues de plaine de cette typologie établie en forêts mixtes de montagne. L'analyse des données stationnelles et sylvicoles décrites au niveau de chaque dôme montre que 90 % des dômes sont observés à proximité de résineux, en particulier d'épicéas d'origine artificielle. Une constatation identique avait été réalisée lors d'une étude des densités de dômes le long des axes routiers dans la même région (Lorber, 1982). Ainsi, une application sans précaution du test "fourmis rouges", hors du contexte où il a été établi, qualifierait de peu perturbées et relativement équilibrées des plantations monospécifiques résineuses très artificialisées et très pauvres biologique-

ment, alors que des zones feuillues très diversifiées et naturellement plus équilibrées seraient qualifiées de très dégradées !

Un autre point ressortant de cette étude est la localisation particulière des dômes. 73 % sont directement exposés au sud, 85 % sont soumis à un ensoleillement moyen à fort, et seulement 15 % sont situés sous une couverture complète forestière. Cette localisation est liée essentiellement aux besoins bien connus qu'ont les fourmis en lumière et en chaleur au niveau du dôme. Ces besoins expliquent la répartition préférentielle des fourmilières dans les peuplements très ouverts, sur les lisières et les talus de chemins ou de routes forestières. Ils pourraient être un facteur limitant très important pour les populations de fourmis rousses dans les forêts très denses et très fermées du Nord-Est de la France.

POPULATIONS DE FOURMIS ROUSSES DANS L'ÉTAGE MONTAGNARD DES VOSGES

La forêt domaniale de Gérardmer (Vosges) est un massif de 4800 hectares, composé de hêtraies-sapinières sur granit à l'étage montagnard moyen (altitudes de 550 m à 900 m) et de hêtraies d'altitude à l'étage montagnard supérieur (altitudes > 900 m). Les peuplements sont des futaies de Hêtre, Sapin et Épicéa plus ou moins mélangées. L'étude des populations de fourmis s'est déroulée en trois phases :

- une enquête auprès des forestiers de terrain,
- une prospection linéaire le long de 19 km de chemins forestiers,
- une étude descriptive des populations de fourmis en relation avec les caractéristiques des peuplements et l'intensité des perturbations anthropiques sur 51 ha de zone de présence de dômes.

Sur l'ensemble de la forêt, 208 dômes ont été recensés, soit une densité globale de 0,05 dôme à l'hectare. Ce recensement, vraisemblablement non exhaustif, fait le constat de l'absence de fourmilières sur de grandes surfaces. Les espèces déterminées pour 22 dômes sont *Formica lugubris* Zett (81 %) et *Formica polyctena* Foerst (19 %). L'étude de la répartition des dômes montre comme précédemment la liaison entre fourmis et essences résineuses : 100 % des dômes sont à proximité de Sapin ou d'Épicéa et une absence totale de fourmilières est constatée en hêtraie pure. De même, le besoin en lumière et en chaleur des fourmilières se traduit par la présence de plus de 50 % des dômes en versant sud contre 3 % en versant nord, et de 92 % des dômes en pleine lumière contre à peine 8 % sous couvert forestier. Par contre, l'altitude intervient peu : des dômes sont présents de 550 m à 1 100 m.

Dans la zone d'étude retenue (51 ha répartis en 15 secteurs), 62 dômes ont été recensés, soit une densité globale de 1,2 dôme à l'hectare pour une pseudobiomasse de 0,24 m³. La répartition en gros, moyens et petits nids est respectivement de 15 %, 66 % et 19 %. Ces caractéristiques de population classent cette partie de la forêt dans le type "forêt à population moyenne instable" de Torossian, si l'on considère que cette typologie établie en forêts mixtes de montagne comme celle de Gérardmer peut s'appliquer ici.

La mise en relation des caractéristiques des populations de fourmis rousses avec celles du peuplement adjacent révèle qu'aucune différence n'est observée selon le traitement en futaie régulière ou en futaie irrégulière ainsi qu'avec l'âge moyen du peuplement. La perturbation sylvicole, appréciée par une combinaison de l'importance du volume exploité dans le peuplement lors d'une éclaircie et de l'ancienneté de cette opération, influe peu sur la densité de nids. Par contre, la pseudobiomasse diminue fortement en cas de perturbation sylvicole forte (coupe de moins de 2 ans, volume prélevé > 80 m³/ha), c'est-à-dire que, si le nombre de dômes varie peu, leur volume régresse de façon importante, sans doute par dérangement ou étalement des dômes lors de l'exploitation et du débardage comme cela est fréquemment constaté. Enfin, l'enquête linéaire le long des chemins

Figure 1 **ÉVOLUTION DES DENSITÉS LINÉAIRES DE DÔMES DE FOURMIS ROUSSES en forêt domaniale de Gérardmer en fonction de l'âge de la dernière intervention sylvicole**
(La courbe en trait plein est un ajustement polynomial)

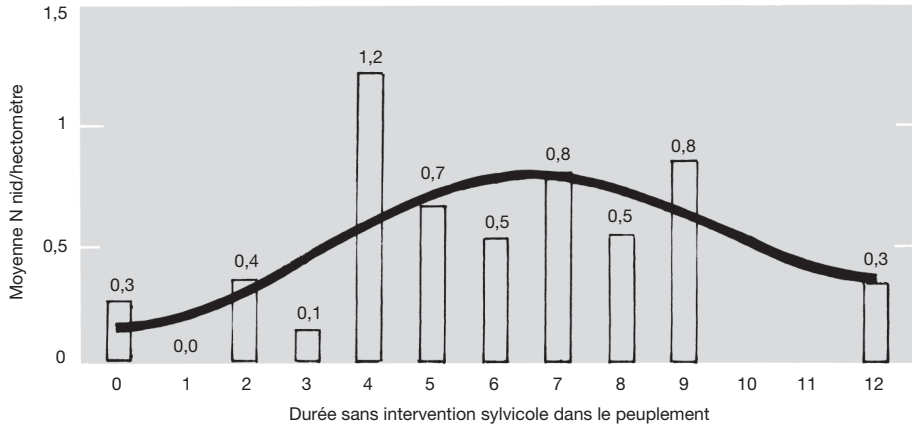


Figure 2 **ÉVOLUTION DES POPULATIONS DE FOURMIS ROUSSES EN FORÊT DOMANIALE DE GÉRARDMER EN FONCTION DE LA PRESSION TOURISTIQUE**

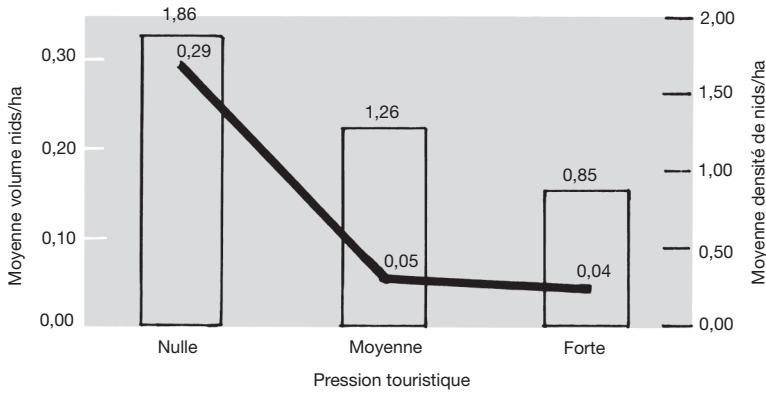
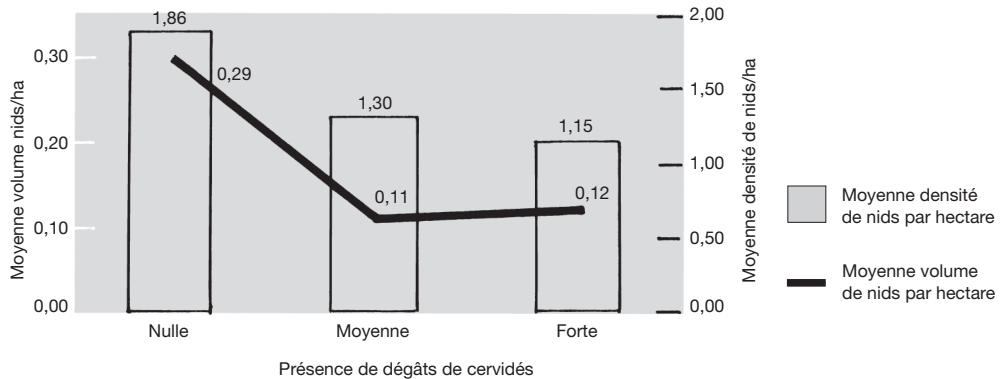


Figure 3 **ÉVOLUTION DES POPULATIONS DE FOURMIS ROUSSES EN FORÊT DOMANIALE DE GÉRARDMER EN FONCTION DE LA PRESSION DU GIBIER**



forestiers révèle que la densité de nids suit une évolution en cloche en fonction de l'âge de la dernière coupe (figure 1, p. 492). Au moment de la coupe et dans les trois années qui suivent, les densités sont faibles, en relation avec la perturbation sylvicole. Elles passent par un maximum entre 4 et 9 ans après la coupe, suite sans doute à une reconstitution des populations dans une période de tranquillité au niveau de la parcelle. Enfin, 10 ans après la coupe, les densités diminuent à nouveau, ce qui pourrait être lié à la fermeture progressive du peuplement après éclaircie, qui, au final, rendrait le milieu moins favorable aux fourmis rouges.

Gérardmer est une station de vacances réputée et un nombre important de promeneurs fréquente la forêt durant l'été. Dans les zones de présence de fourmis, la pression touristique a été appréciée qualitativement en trois niveaux d'intensité selon la présence d'installations (aire de pique-nique, parking), de chemins de promenade balisés, etc. La densité de dômes diminue avec l'augmentation de la pression touristique et la pseudobiomasse s'effondre dès qu'il y a perturbation du milieu naturel liée au tourisme (figure 2, p. 492). Le piétinement à proximité des dômes, ainsi que les agressions directes et répétées au niveau de la fourmilière par des objets divers (morceaux de bois, bouteilles,...) ou plus violemment par écrêtage, sont une cause évidente de régression des populations de fourmis dans ces zones.

Enfin, cette région forestière vosgienne possède une forte population de grands gibiers (cerf essentiellement). Ces grands mammifères herbivores consomment autant la végétation herbacée que ligneuse et peuvent provoquer d'importants dégâts aux régénérations d'essences forestières. Dans les zones de présence de fourmis rouges, la densité de grands cervidés, sans signification à l'échelle de la parcelle, a été appréciée qualitativement par l'intensité des dégâts aux essences ligneuses. Les densités de fourmis rouges diminuent avec l'intensité de la pression du gibier. De même, la pseudobiomasse s'effondre dès que des dégâts de cervidés sont visibles (figure 3, p. 492). Les causes possibles ne sont cependant pas immédiates. Une perturbation directe par les cervidés est improbable et non observée. Par contre, d'autres grands mammifères comme les sangliers ou les blaireaux, ou encore des oiseaux comme les pics, friands des larves ou nymphes de fourmis peuvent provoquer des dégâts importants aux dômes ; ils ne sont cependant pas inféodés aux zones d'abrutissement par les cervidés. La raison du constat précédent pourrait alors être indirecte par la diminution de la diversité botanique et la simplification du milieu. La question reste posée.

CONCLUSIONS : INTÉRÊTS ET LIMITES DE L'ÉTUDE DES FOURMIS ROUGES EN FORÊT

Ces deux études, complétées par quelques autres (Froelicher, 1993 ; Lorber, 1982) et par les observations à plus grande échelle de l'auteur, révèlent une densité des populations de fourmis rouges très faible dans le Nord-Est de la France et une répartition très hétérogène à l'échelle de grands massifs. La raison en est inconnue. S'agit-il d'une régression ou d'un statut naturel ? L'absence de données anciennes d'inventaire ne permet pas de conclure et montre qu'un état "0" est à faire rapidement.

La liaison forte entre l'existence de dômes et la présence de résineux limite l'intérêt de l'étude des densités de fourmis rouges en forêt feuillue de plaine. Par contre, en forêts mixtes ou résineuses, la sensibilité forte des fourmis aux perturbations anthropiques (sylvicoles ou touristiques) du milieu ou à un déséquilibre cynégétique en fait un bioindicateur intéressant de la qualité du milieu forestier par la simplicité de son emploi pour des personnels non spécialisés en entomologie. La localisation préférentielle des fourmilières le long des lisières de chemins ou de clairières pourrait donner un intérêt certain à une grille d'évaluation rapide en densité linéaire plutôt que surfacique. La typologie de Torossian serait par ailleurs à adapter aux conditions forestières du Nord-Est.

L'aspect "colonies de dômes" n'a pas été abordé. Les colonies recensées ne dépassent pas en effet 3 ou 4 dômes en relation sur une surface très faible. La recherche de colonies plus importantes pourrait être intéressante en révélant une très faible perturbation du milieu naturel.

Les deux études présentées, bien que ponctuelles à l'échelle de la surface forestière du Nord-Est, ont permis de tester l'intérêt de l'étude des densités de fourmis rousses, déjà démontré dans d'autres régions (Alpes et Pyrénées en particulier). Elles ont mis en évidence de nombreuses interrogations et ont ouvert le champ à une étude plus approfondie, sur une plus large échelle, pour valider les premiers résultats acquis et faire du "test fourmis rousses" un réel outil pour le gestionnaire.

Les fourmis rousses jouent un rôle complexe et indéniable au sein de l'écosystème dont l'aspect le plus connu est la régulation des populations d'insectes par prédation sur une surface d'environ un quart d'hectare autour du dôme, qui permet de les classer dans les insectes utiles. Mais, par de multiples autres actions, elles se révèlent particulièrement intéressantes : élevage de pucerons dont le miellat est utilisé par les abeilles domestiques, dissémination des semences de nombreuses plantes (Nierhaus-Wunderwald, 1995) ou impact sur le fonctionnement de l'humus et indirectement sur la croissance et la vitalité des arbres (Frouz *et al.*, 1997 ; Karhu, 1998). L'ensemble de ces facettes et leur intérêt comme bioindicateur, très sensible aux perturbations du milieu, devraient pousser les forestiers à jeter un regard neuf sur elles et à les prendre en compte dans une gestion plus naturaliste, moins perturbante et plus respectueuse de l'ensemble des composantes de l'écosystème. Sans aller jusqu'à un recensement exhaustif et une protection totale, quelques mesures simples lors des exploitations forestières, le maintien de peuplements plus ouverts, une information du public, etc. permettraient une meilleure cohabitation entre les fourmis et les hommes.

L.-M. NAGELEISEN
DÉPARTEMENT DE LA SANTÉ DES FORÊTS
Antenne spécialisée
INRA
F-54280 CHAMPENOUX

Remerciements

Nous tenons à remercier M. Luc Plateaux, professeur émérite à l'Université Poincaré, qui a assuré l'ensemble des déterminations spécifiques des fourmis récoltées lors de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- ADLUNG (K.G.). — A critical evaluation of the European research on use of red wood ants (*Formica rufa* group) for the protection of forest against harmful insects. — *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, vol. 57, 1966, pp. 167-189.
- BERNARD (F.). — Les Fourmis d'Europe occidentale et septentrionale. — Paris : Masson et C^o éditeurs, 1968. — 73 p.
- BILLIARD (S.). — Recherche d'une relation entre les fourmis rousses des bois et les peuplements forestiers. — FIF-ENGREF, 1996. — 23 p. (Rapport de l'option "Gestion des milieux naturels").
- BLEICHNER (I.). — Recensement des fourmilères de fourmis rousses (*Formica rufa* s.l.) des forêts de Zittersheim et d'Erckartswiller. — 1996. — 18 p. (Rapport de maîtrise de Biologie de population et des écosystèmes).
- CHAUVIN (R.). — Des fourmis et des hommes. — Paris : Éd. France-Empire, 1979. — 186 p.

- CHERIX (D.). — Les Fourmis des bois. Série "comment vivent-ils ?". — Lausanne : Éditions Masson, 1986. — 93 p. (Atlas visuel Payot ; vol. 15).
- FISCHESSE (B.). — Vie et mœurs des fourmis rousses des bois. In : La vie en montagne. — Paris : Éd. Chêne-Hachette, 1982. — pp. 157-165 (ouvrage réédité en 1998 aux Éditions La Martinière, Paris, 360 p.).
- FROELICHER (V.). — Étude de terrain d'une société polycalique de *Formica polyctena*. — Rapport de maîtrise de Biologie animale, 1993. — 21 p.
- FROUZ (J.), SANTRUCKOVA (H.), KALCIK (J.). — The effect of wood ants (*Formica polyctena* Foerst.) on the transformation of phosphorus in a spruce plantation. — *Pédobiologia*, 41, 1997, pp. 437-447.
- GÖSSWALD (K.). — Stellung der Waldameisen (Gattung *Formica*) in der Lebensgemeinschaft des Waldes. — *Collana verde*, 16, 1965, pp. 117-132.
- KAHRU (K.). — Green islands : top-down and bottom-up effects of wood ants in forests under folivore attack. — *Annales universitatis turkuensis*, tome 107, 1998, 45 p. (Academic dissertation).
- KINER (A.). — Les Fourmis du Jura à la conquête du monde. — *Sciences et Avenir*, septembre 1994, pp. 22-27.
- LORBER (B.E.). — Les Fourmis des bois du groupe *Formica rufa* L. dans les forêts du Parc naturel régional des Vosges du Nord. — *Ciconia*, 6 (2), 1982, pp. 117-132.
- NIERHAUS-WUNDERWALD (D.). — Die Bedeutung der Waldameisen für die Verbreitung von Samen und Früchten im Wald. — *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, vol. 146, n° 6, 1995, pp. 449-456.
- MASSON (M.). — Les Fourmis au secours des forêts. — *Sciences et Avenir*, n° 343, 1975, pp. 848-853.
- MOUGEOT (P.). — Les Fourmis rousses des bois en forêt de Gérardmer : bioindicateurs de l'équilibre forestier ? — Saint-Dié : Office national des Forêts, 1998. — 33 p. (Rapport d'étude BTS Gestion forestière).
- PAVAN (M.). — Les Transplantations de *Formica lugubris* sur les Apennins de la province de Pavie. — *Collana verde*, n° 7, 1961, pp. 161-169.
- TOROSSIAN (C.). — Les Fourmis rousses des bois (*Formica rufa*) indicateurs biologiques de dégradation des forêts de montagne des Pyrénées orientales. — *Bulletin d'Écologie*, tome 8, fascicule 3, 1977, pp. 333-348.
- TOROSSIAN (C.). — Les Réponses de *Formica lugubris* Zett à la dégradation anthropique des forêts de l'étage subalpin français. — *Bulletin d'Écologie*, tome 15, fascicule 1, 1984, pp. 77-90.
- TOROSSIAN (C.), HUMBERT (P.). — Les Fourmis rousses des bois et leur rôle dans l'écosystème forestier. — *Revue forestière française*, vol. XXXIV, n° 1, 1982, pp. 32-41.
- TOROSSIAN (C.), PEPONNET (F.). — Rôle de *Formica polyctena* dans le maintien des équilibres biologiques forestiers des forêts feuillues du plateau de Lannemezan. — *Annales des Epiphyties*, vol. 19, n° 4, 1968, pp. 97-110.
- TOROSSIAN (C.), ROQUES (L.). — Biogéographie comparée des fourmis du genre *Formica rufa* et du genre *Coptoformica* du parc national des Écrins (annexe 1). — Ministère de l'Environnement, mission des études et de la recherche Parc national des Écrins, février 1982. — 96 p.
- WELLENSTEIN (G.). — Die Entwicklung der Waldameisen (*Formica rufa* Gruppe) auf die biozöne Methoden und Ergebnisse. — *Collana verde*, 16, 1965, pp. 369-392.

ÉTUDE DE LA DENSITÉ ET DU RÔLE BIOINDICATEUR DES FOURMIS ROUSSES DANS LES FORÊTS DU NORD-EST (Résumé)

Une étude des densités de dômes de fourmis rousses a été effectuée dans deux zones forestières du Nord-Est. En zone de plaine feuillue, la liaison stricte avec la présence de résineux ne permet pas d'utiliser les populations de fourmis rousses comme bioindicateur d'équilibre ou de déséquilibre de l'écosystème. Par contre, en zone forestière mixte de montagne, malgré des densités globales faibles, un lien intéressant a été établi entre densité de fourmilères et perturbations sylvicole, touristique ou cynégétique.

STUDY OF WOOD ANT POPULATION DENSITY AND THEIR ROLE AS A BIOINDICATOR IN THE FORESTS OF NORTH-EASTERN FRANCE (Abstract)

A study of the density of wood ant mounds was performed in two forest areas located in north-eastern France. In the lowland deciduous forest, the wood ant population is closely associated with the presence of coniferous trees and as such cannot be used as a bioindicator of a balanced or unbalanced state of the ecosystem. However, in the upland composite forests, in spite of low densities, an interesting link was established between ant nest density and disturbance from silvicultural, recreational and hunting activities.
