

FOUR Stéphane
MARCOUX Marion
ROY Virginie
TESSERON Emmanuelle

Rapport du stage d'Ecologie
Station biologique de Paimpont

ECO-ETHOLOGIE DE FOURMILIERES SUR UNE LANDE SECHE DE LA REGION DE PAIMPONT

Mai 2001

INTRODUCTION

Les fourmis sont des insectes de l'ordre des hyménoptères et forment la famille des Formicidae. On estime le nombre d'espèces à 50 000 mais seulement 12 000 sont connues actuellement. Ce sont des insectes sociaux et elles sont avec les abeilles et les guêpes les hyménoptères les plus évolués.

Au cours de ce stage nous avons choisi d'étudier différents aspects de l'organisation d'une fourmilière. Nous avons réalisé nos expériences sur des fourmis rousses des bois et uniquement sur la caste des ouvrières qui est la seule observable à l'extérieur de la fourmilière.

Nous avons étudié dans un premier temps l'activité journalière d'une fourmilière puis effectué des tests comportementaux d'interactions entre individus.

I PRESENTATION

a) Le site

Le site sur lequel se trouvent les fourmilières que nous allons étudier se situe à 1.2 km au nord-est de la station biologique de Paimpont. Il est sur un massif rocheux situé au dessus du ruisseau de la grève.

L'affleurement de la roche par endroit laisse supposer une épaisseur de sol variable (10 à 15 cm) caractéristique des sols en formation. Ce lithosol se compose essentiellement de débris de mousses et d'un mélange organo-minéral.

Tableau I : espèces végétales répertoriées sur le site

	Nom latin	Nom commun	Famille
Strate	<i>Polygala serpyllifolia</i>		Polygalacées
herbacée	<i>Asphodelus albus</i>	Asphodèle	Liliacées
	<i>Calluna vulgaris</i>	Callune	Ericacées
	<i>Erica circea</i>	Bruyère cendrée	Ericacées
	<i>Ulex minor</i>	Ajonc nain	Légumineuse
	<i>Agrostis setacea</i>	Agrostide à soies	Poacées
	<i>Festuca trachyphylla</i>	Fétuque	Poacées
	<i>Sedum anglicum</i>	Sedum	Crassulacées
	<i>Danthonia decumbens</i>	Danthonia	Poacées
	<i>Molinia caerulea</i>	Molinie	Poacées
Strate	<i>Ulex europaeus</i>	Ajonc d'Europe	Légumineuse
arbustive	<i>Sarothamus scoparius</i>	Genets à balais	Légumineuse
	<i>Juniperus communis</i>	Genévrier	Cupressacées
Strate	<i>Pinus maritimus</i>	Pin maritime	Pinacées
arborescente	<i>Quercus petraea</i>	Chêne sessile	Fagacées
	<i>Pinus sylvestris</i>	Pin sylvestre	Pinacées
	<i>Pirus communis</i>	Poirier sauvage	Rosacées

Nous avons choisi de concentrer nos observations sur une parcelle de 1300 m² environ, délimitée au nord-ouest par un ravin et une chênaie acidiphile et au sud-est par une haie de pins sylvestres. La végétation est typique d'une lande sèche et se présente sous l'aspect de massifs buissonnants de bruyères intercalés de pelouses d'*agrostis*. L'extension progressive de l'ajonc d'Europe nous indique une évolution vers une lande sèche arbustive. Concernant la strate arborescente, nous pouvons noter la présence de quelques individus de Chênes (jeunes pousses) et de Pins sur la parcelle (voir tableau I et figure 1).

b) Les fourmis présentes sur le site

Nous avons reconnu sur la parcelle trois genres de fourmis: *Formica*, *Tapinoma* et *Lasius*. Les espèces semblent être *Formica rufa*, *Formica polyctena*, *Tapinoma erraticum* et *Lasius niger* mais les clés de détermination sont incomplètes.

-*Formica rufa* et *Formica polyctena* appartiennent à la famille des Formicidae et à la sous-famille des Formicinae. Elles ont une tête rouge- orangé avec un champ frontal assez foncé, un thorax rouge clair et le reste du corps brun-noir et mesurent 4 à 9 mm. On peut différencier ces deux espèces à la loupe binoculaire en distinguant un nombre plus important de poils sur la face inférieure de la tête, le thorax et le mésosternum de *Formica rufa*. Aucune *Formica* ne possède d'aiguillon mais elles projettent en cas d'attaque de l'acide formique et des phéromones grâce à leur glande à poison et leur glande de Dufour, en recourbant leur abdomen sous le thorax.

Les fourmis rousses des bois vivent en sociétés très organisées et bâtissent des monticules de structure complexe sur des terrains exposés au soleil, à l'orée des bois de conifères ou aux abords des cours d'eau. Le nid est structuré de manière à élever la température des habitants, pour optimiser l'élevage du couvain et avancer la date de la récolte.

Les deux espèces se nourrissent essentiellement de miellat de pucerons et de proies animales telles que des insectes.

- *Tapinoma erraticum* appartient à la sous famille des Dolichoderinae. Elle est de couleur noir luisant et de plus petite taille que les *Formica* (2.5 à 4.2 mm). Cette espèce très agile est commune partout en plaine et jusqu'à 1700 m, et préfère les sols secs, calcaire et très ensoleillés.

- *Lasius niger* est de la famille des formicidae et de la sous-famille des Formicinae. L'espèce est commune et niche sous des pierres, des monticules terreux ou dans le bois. Cette fourmi, de taille moyenne (2 à 5 mm) et de couleur noire, a été trouvée sur un chêne sessile où elle récolte le miellat des pucerons de la même manière que les *Formica*, mais ne fait pas partie des fourmis présentes dans les fourmilières étudiées.

c) Les fourmilières

Nous avons trouvé neuf dômes sur la parcelle que nous avons numérotés de 1 à 9. Le dôme 7 semble être occupé par deux espèces différentes (*T. erraticum* à la base). Deux dômes A et B ont également été découverts à proximité de la station biologique. Les espèces occupant chaque dôme ont été déterminées (cf tableau II).

Tableau II : espèces de Fourmis occupant les dômes étudiés.

Dôme	Espèce
A	<i>Formica rufa</i>
B	<i>Formica rufa</i> + <i>Lasius</i>
1	<i>Formica rufa</i>
2	<i>Formica rufa</i>
3	<i>Formica rufa</i>
4	<i>Formica rufa</i>
5	<i>Formica rufa</i>
6	<i>Formica rufa</i>
7	<i>F. rufa</i> + <i>Tapinoma erraticum</i>
8	<i>Formica polyctena</i>
9	<i>Formica polyctena</i>

La localisation de chaque dôme de la parcelle a été reportée sur le plan de la végétation (figure 1).

La végétation autour de chaque fourmilière ainsi que leur orientation ont été reportées sur la figure 1.

Nous avons repéré des pistes de liaison entre les fourmilières 3 et 4, ainsi que des échanges de larves, ce qui nous laisse penser qu'il s'agit d'un cas de polycalie (colonie mère ayant engendré des colonies filles; la colonie 3 semble ici être la colonie mère).

Composition des dômes

Des prélèvements de matériaux ont été effectués sur les dômes 3 et 7, sur trois niveaux (bas, milieu et haut du dôme). Le contenu des prélèvements a été séparé en trois classes de matériaux : taille inférieure à 1 cm, taille supérieure à 3 cm et taille intermédiaire. Les échantillons ont ensuite été placés à l'étuve pendant la nuit, avant d'être pesés (cf figure 2. Les résultats pour chaque fourmilière se trouvent en annexe).

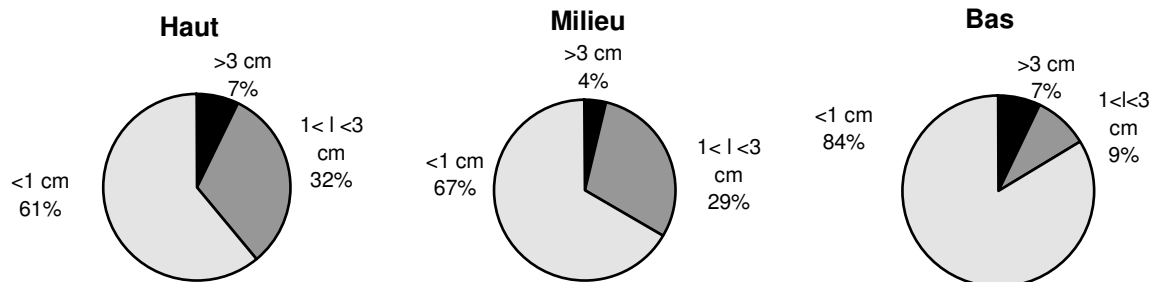


Figure 2: Proportions moyenne des différentes tailles de matériaux des fourmilières 3 et 7 selon le niveau.

La proportion de petits matériaux (< 1cm) augmente lorsqu'on descend vers le bas des dômes et on remarque que le niveau inférieur peut parfois présenter un aspect très fin. Les matériaux les plus gros semblent être localisés dans les niveaux supérieurs des dômes, bien que l'on puisse en observer également au niveau inférieur (légers éboulements ?).

Discussion

Les monticules construits par les fourmis rousses des bois sont une forme très sophistiquée de régulation climatique : la surface, recouverte de fragments de feuilles, de tiges et de morceaux de bois forme une couche externe croûteuse qui réduit les pertes de chaleur et d'humidité.

La grande surface des dômes permet de capter le plus de lumière possible. Nous avons observé que les monticules avaient dans la plupart des cas la pente la plus douce et la mieux dégagée exposée au Sud-Est, ce qui augmente encore la quantité de soleil reçue.

La présence de petits matériaux à la base de la fourmilière peut s'expliquer par un abandon progressif des zones périphériques, soumises aux intempéries, au fur et à mesure de la construction et donc d'un tassement et d'une altération du matériel non entretenu par les ouvrières. Nos dômes sont peu élevés, ce qui indique que les conditions climatiques ne sont pas trop dures pendant l'année.

II Etude de l'activité journalière d'une fourmilière de *F.rufa*

A) Mesure des flux entrant et sortant de la fourmilière

1) Matériels et méthodes

Durant une journée (de 7h30 à 23h00) nous avons effectué toutes les deux heures des mesures des flux entrant et sortant des fourmis.

Ces mesures ont été faites sur deux pistes de la fourmilière 3 (une piste de nourriture et une allant vers la fourmilière 4), une piste de la fourmilière 5 (récolte nourriture et matériaux de construction) et une piste de la fourmilière 1 (collecte de miellat).

Pour chaque piste, nous avons compté le nombre de fourmis entrant et sortant à un endroit donné durant 30 secondes. Ce comptage a été répété trois fois consécutives pour chaque relevé afin d'obtenir un flux moyen aux différents moments de la journée.

Nous avons également relevé à chaque mesure les paramètres environnementaux suivants : température de l'air, température à l'intérieur de la fourmilière, luminosité et force du vent.

2) Résultats

Les fourmis ont un rythme journalier d'activité qui dépend en grande partie des facteurs météorologiques.

La figure 3 présente un exemple de résultats de mesures que nous avons effectuées pendant une journée chaude et ensoleillée (les courbes des fourmilières 3 et 5 se trouvent en annexe).

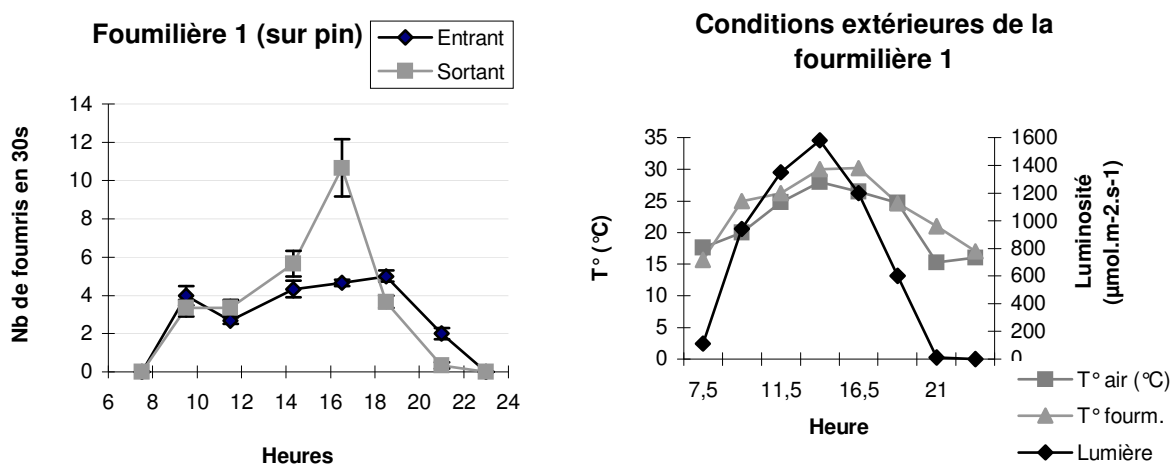


Figure 3: Courbes du flux d'activité et des conditions environnementales de la fourmilière 1.

3) Discussion

a) Pistes de nourriture

D'après les différentes courbes que nous avons obtenues, nous avons pu constater que l'activité de la fourmilière commençait vers 9h le matin et se terminait aux alentours de 22h. Deux principaux pics d'activité ont été observés au cours de la journée: le premier se situe entre 9h et 11h et le deuxième entre 16h et 19h. En revanche on constate une diminution de l'activité aux heures auxquelles la luminosité est la plus forte.

Il semblerait donc que la luminosité joue un rôle important dans le fonctionnement de la fourmilière. La température quant à elle pourrait avoir une moindre importance tout du moins lorsqu'elle n'est pas extrême. D'autre part, nous avons pu constater que la température à l'intérieur de la fourmilière restait toujours très proche de la température extérieure.

L'inégalité des effectifs entrants et sortants pourrait s'expliquer par des erreurs de manipulations: les prises de mesures sont très espacées et se déroulent sur une trop courte période, et les données peuvent ne pas être représentatives.

b) Piste de liaison

Pour la piste reliant les fourmilières 3 et 4 nous avons observé des pics d'activité aux mêmes heures que pour les pistes de nourriture mais avec un nombre d'individus deux fois plus grand. Il semblerait donc que les interactions entre les fourmilières d'une même colonie occupent une place importante dans l'activité journalière. Par ailleurs, une partie des fourmis empruntant cette piste semble s'en écarter pour partir à la recherche de nourriture.

Les effectifs du flux sortant de la piste de liaison sont supérieurs à ceux du flux entrant. La différence entre les flux entrants et sortants peut s'expliquer par plusieurs hypothèses :

- Les erreurs de manipulation
- Une réelle inégalité entre les flux, des fourmis du dôme 3 allant occuper le dôme 4.
- Les fourmis s'étant ensuite écartées de la piste à la recherche de matériaux ou de nourriture pourraient ne pas emprunter la piste pour revenir.

L'importance des flux de la piste de liaison conforte l'hypothèse de polycalie. Les échanges entre les deux fourmilières sont encore nombreux. Nos observations ne nous permettent pas de trancher sur la nature de la fourmilière 4: elle peut être une fourmilière saisonnière (de désengorgement) ou une fourmilière fille.

B) Estimation de la quantité de miellat récolté par une fourmilière sur un pin sylvestre

1) Matériels et méthodes

Une piste part de la fourmilière 1 pour récolter le miellat des pucerons sur un pin sylvestre. A trois reprises, nous avons prélevé à l'aide d'un aspirateur à insectes une dizaine de fourmis montant sur le pin et une dizaine d'individus descendant (ayant à priori récolté du miellat). Ce prélèvement a été effectué durant un après-midi, à intervalles réguliers.

Les fourmis recueillies ont été ramenées au laboratoire et pesées sur une balance de précision (Mettler AE240, pesant au dixième de milligramme).

Nous avons ainsi calculé la masse des fourmis montantes et descendantes, et en avons déduit le poids moyen d'une fourmi avant et après récolte de miellat. Par soustraction, on peut ainsi estimer le poids moyen de miellat récolté par une fourmi.

2) Résultats et discussion

Tableau III: Poids moyens (en mg) pour une fourmi

	Montée	Descente	Poids de miellat	% du poids
Essai 1	9,9	12,05455	2,154545455	21,76
Essai 2	9,88	12,78	2,9	29,35
Essai 3	8,9625	12,23077	3,268269231	36,47
Moy. totale	9,625	12,3353	2,710294118	28,16

D'après ces résultats, une fourmi descendant du pin transporte environ 28% de son propre poids en miellat.

Le nombre moyen de fourmis descendant de l'arbre chaque jour a été extrapolé à partir des mesures de flux réalisées sur cette piste (6160 individus), et nous a permis d'estimer les quantités journalières et annuelles de miellat récoltées par les ouvrières sur ce pin. Ces quantités sont respectivement 16,7 g/jour et 2,75 kg/an, la période d'activité annuelle étant d'environ 165 jours.

Ce miellat ne représente qu'une fraction de la quantité de nourriture rapportée à la fourmilière : les fourmis ramènent également des proies, des graines, de la sève, des champignons et des spores. Il peut par ailleurs exister d'autres pistes pour la récolte du miellat.

Le miellat récolté sur les pucerons est une source importante de glucides et d'eau, qui représente 62% de l'alimentation de cette espèce (d'après la littérature). Les fourmis le rapportent à la fourmilière dans leur jabot social pour ensuite le partager avec leurs congénères.

III. Les interactions

A) Entre fourmis de la même espèce (*Formica rufa*)

1) Provenant de fourmilières éloignées

Matériels et méthodes :

Nous avons prélevé dix fourmis de la fourmilière 1, que nous avons marquées à l'aide d'un correcteur blanc. Nous les avons ensuite déposées une par une sur la fourmilière B afin d'observer leur comportement et la réaction des fourmis réceptrices. Ces réactions sont classées en trois types de comportements:

- Pour les intruses : comportement calme, comportement agressif envers les fourmis réceptrices et fuite.
- Pour les fourmis réceptrices : acceptation de l'intruse, attaque ou attaque mortelle (mort de l'intruse, souvent entraînée à l'intérieur de la fourmilière).

L'expérience inverse (fourmis B déposées sur la fourmilière 1) a également été réalisée.

Le protocole utilisé sera le même pour toutes les expériences qui suivent.

Résultats :

Les tableaux de résultats se trouvent en annexe, et sont récapitulés dans les histogrammes de la figure 4.

Pour la première expérience (F1 sur B), nous avons observé dans 100% des cas une attaque mortelle des fourmis receveuses.

Pour la deuxième expérience (B sur F1), nous avons observé dans 70% des cas attaque et dans 30% des cas attaque mortelle des fourmis receveuses.

Pour les deux expériences, la fourmi introduite essaie dans 100% des cas de s'enfuir et les fourmis receveuses s'approchent d'elle afin de déterminer si elle fait partie de la colonie.

Discussion :

Lorsqu'il s'agit de fourmilières éloignées de fourmis de la même espèce, on n'a jamais acceptation et la fourmi introduite se fait toujours attaquer. Ceci est probablement dû aux phéromones qui diffèrent entre colonies différentes qui n'ont aucun contact.

On peut cependant remarquer que les fourmis de la fourmilière B semblent plus agressives car on a dans 100% des cas attaque mortelle.

2) Provenant de fourmilières proches et en contact

Pour cette expérience, nous avons travaillé sur les fourmilières 3 et 4 qui sont proches et entre lesquelles il existe une piste de liaison.

Résultats :

Pour la première expérience (fourmilière 3 sur fourmilière 4) on observe dans 90% des cas un comportement calme de la fourmi introduite et dans 10% des cas un comportement de fuite.

Pour les fourmis receveuses, on observe dans 90% des cas acceptation de la fourmi introduite et dans 10% des cas attaque mortelle. On peut noter que la fourmi qui a eu un comportement de fuite est celle qui s'est fait attaquer.

Pour la deuxième expérience (fourmilière 4 sur fourmilière 3) on a dans 90% des cas un comportement calme de la fourmi introduite et dans 10% des cas un comportement de fuite. Les fourmis receveuses acceptent dans 90% des cas la fourmi et l'attaquent dans 10% des cas. Comme précédemment, c'est la fourmi qui a fuit qui s'est fait attaquer.

Discussion :

D'après nos résultats, nous pouvons conclure que lorsque deux fourmilières sont en liaison il y a acceptation des fourmis de la première fourmilière sur la deuxième et inversement.

Nos résultats étaient prévisibles car il existe une piste de liaison entre les deux fourmilières donc les fourmis passent de l'une à l'autre.

Nous avons pu observer que la fourmi introduite pénètre immédiatement à l'intérieur la fourmilière comme s'il s'agissait de la sienne. Ceci confirme l'hypothèse de polycalie et nous amène à nous demander s'il existe une appartenance d'une fourmi à un dôme précis ou bien si elle vit indifféremment sur les deux dômes.

B) Entre fourmis d'espèces différentes

1) *Lasius niger* sur *F.rufa* (fourmilière 3)

Résultats :

La fourmi introduite adopte dans 100% des cas un comportement de fuite et subit dans 80% des cas une attaque mortelle, 10% des cas une attaque et est acceptée dans 10% des cas.

Nous n'avons pas pu effectuer l'expérience inverse car nous n'avons pas trouvé de fourmilière de *Lasius niger*.

2) *Lasius fuliginosus* sur *F.rufa* (fourmilière 3)

Résultats :

La fourmi introduite adopte dans 100% des cas un comportement de fuite et elle subit une attaque mortelle dans 100% des cas.

Comme dans l'expérience précédente nous n'avons pas trouvé la fourmilière des *Lasius fuliginosus*, nous n'avons donc pas effectué l'expérience réciproque.

3) Discussion

Lorsque l'on introduit une fourmi d'une espèce différente de celle de la fourmilière, elle ne se fait jamais accepter et subit dans la plupart des cas une attaque mortelle. En effet, deux colonies de fourmis ont des phéromones d'autant plus différentes qu'elles appartiennent à des espèces éloignées.

Nous avons cependant observé sur la base de la fourmilière 7 (*F.rufa*) des *Tapinoma erraticum*. Ces deux espèces semblent partager le même dôme mais paraissent occuper des zones différentes de la fourmilière. Nous avons pensé que *Tapinoma* avait peut être colonisé secondairement la base de la fourmilière abandonnée par les *F.rufa*.

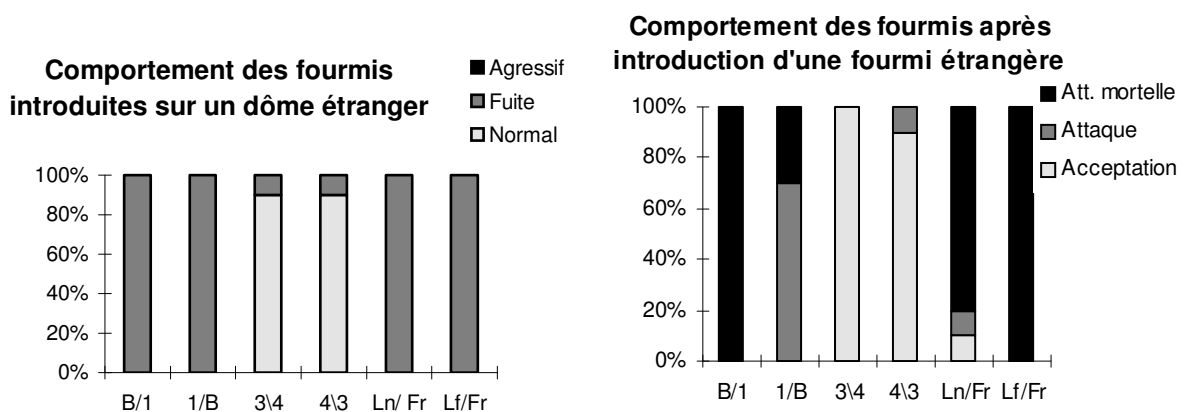


Figure 4 : Proportion des différents types de comportements après introduction d'une fourmi sur un dôme étranger.

CONCLUSION

Au cours de ce stage, nous avons pu mettre en évidence certains aspects de l'organisation sociale et de la complexité des relations entre individus . Le manque de temps a limité le nombre d'expériences et de répétitions pour chaque manipulation, ce qui a sûrement introduit un certain nombre de biais dans les résultats. Malgré cela, nous avons pu réaliser une estimation des périodes d'activité d'une fourmilière et de la quantité de miellat récoltée annuellement, nos résultats étant conformes à ceux trouvés dans la littérature.

La complexité des interactions nous a permis d'envisager la fourmilière comme un super organisme et non pas comme un ensemble d'individus isolés. La fourmilière se comporte comme un organisme à part entière, on peut faire l'analogie avec un organisme multicellulaire dans lequel chaque fourmi représenterait une cellule. A l'instar des cellules spécialisées chaque fourmi remplit une fonction particulière tout en gardant une cohérence à l'ensemble.

BIBLIOGRAPHIE

CHERIX, D.(1986) Les fourmis des bois. Atlas visuels Payot, Lausanne, 92p.

DAJOZ, R.(1980) Ecologie des insectes forestiers. Gauthier- Villars, Paris.424-426.

DELLA SANTA, E. (1979) Petit guide pratique pour la détermination des principales espèces de fourmis suisses. Documents de faunistique, Neuchâtel.62p.

DURIN, L., FRANCK, J. et GEHU, J-M. (1996) Flore illustrée de la région Nord-Pas-De-Calais et des territoires voisins pour la détermination aisée et scientifique des plantes sauvages. Centre Régional de Phytosociologie et Conservatoire Botanique National de Bailleul. 340p.

HÖLLDOBLER, B. et WILSON, E. O. (1996) Voyage chez les fourmis, une exploration scientifique. Science ouverte, Seuil.242p.

PASSERA, L. (1984) L'organisation sociale des Fourmis. Bios, Université Paul Sabatier.314p.

RAMEAU, J. C. (1994) Flore forestière française, guide écologique illustré. Tome 1, Plaines et collines. Institut pour le développement forestier.1785p.