

Les fourmis du groupe *Formica rufa* des Hautes-Alpes¹

PAR

Claude TOROSSIAN, L. ROQUES et J.S. GION

Laboratoire d'Entomologie, Université Paul Sabatier,
118, route de Narbonne, F-31077 Toulouse Cedex

Summary

In this work we describe the first results obtained about two prospections conducted in the Ecrin National Park, on the fauna of red wood ants (*Formica rufa*). In the first part we remain and describe the new techniques specially used to realise these studies : we specified mainly the "pseudobiomasse" and "necromasse" notions, on an area of one hectare. By the same our methods allow us a map of the total number of the nests building in the area studied, and the morphotype plotting. So we can rationally investigate the quantitative studies of the *Formica rufa* group, and established the interest of these ants as biological indicator. In this way, we have studied 15 differents stations and divided three groups : the first one with a crowded fauna (groupe A), more than 7 m³/ha, the second one (groupe B) with a deficient fauna (less than 2 m³/ha), and a middle group which is characterized by an apparently high pseudobiomasse that suggest a possible evolution to degradation state.

The comparison of these stations with the forest surrounding, reinforce the indications of *Formica rufa* ant fauna.

Introduction

Nous réalisons depuis plusieurs années un programme de recherches sur les fourmis du groupe *Formica rufa* du territoire français, (TOROSSIAN, 1965, 1968, 1977). Le travail que nous présentons aujourd'hui, expose les premiers résultats de nos recherches conduites depuis 1978 sur le territoire du Parc national des ÉCRINS.

Méthodes et techniques

Rappelons sommairement les principales méthodes et techniques utilisées dans ces recherches (TOROSSIAN, 1978 a, b, c).

¹ Ces travaux ont été réalisés en partie avec l'aide financière du Ministère de l'Environnement et du Parc national des ÉCRINS.

ANALYSE QUALITATIVE

Nous récoltons au niveau de chaque parcelle-unité (la plus fréquemment choisie est une surface de un hectare), 5 à 30 échantillons d'un effectif de 50 à 100 ouvrières avec parfois des sexués essayants. Pour éviter tout déséquilibre au sein de la colonie, les femelles fondatrices ne sont jamais prélevées. La récolte des individus effectuée sur le sommet du dôme de la fourmière n'apporte qu'une perturbation très légère et superficielle. Préalablement à leur étude réalisée au Laboratoire, les ouvrières sont conservées en alcool ou à sec.

La systématique adoptée, et suivie par la plupart des myrmécologues spécialistes du groupe *Formica rufa*, est celle définie par BETREM (1960). Nous disposons en outre d'une collection de référence dont les types nous ont été fournis par G. RONCHETTI et K. GÖSSWALD.

La détermination des ouvrières du groupe *Formica rufa*, est particulièrement délicate en raison des variations pigmentaires, morphologiques, et chétotaxiques des individus. (En l'absence des sexués essayants, la détermination de certains échantillons demeure parfois incertaine.) Pour obtenir une meilleure appréciation des détails morphologiques, nous avons dans une étape préliminaire, procédé en microscopie électronique à balayage à l'examen systématique de toutes les espèces du groupe étudié (TOROSSIAN-ROQUES, 1975, 1977); nous avons ainsi établi des clés chétotaxiques personnelles qui facilitent la détermination.

ANALYSE QUANTITATIVE

L'étude quantitative des populations de fourmis rousses dans leur milieu forestier nous a conduit à mettre au point des méthodes et des techniques propres, pour substituer à la notion parfois trop imprécise du nombre de nids à l'hectare, celle plus rigoureuse de « pseudobiomasse », exprimée en m³ de matériaux (ouvrières + matériel du dôme) à l'hectare. Ce qui nous permet de concrétiser par des paramètres chiffrés, l'importance de ces populations dans le milieu considéré, et de réaliser ainsi une approche quantitative rationnelle du problème écologique posé.

Marquage et délimitation des zones prospectées

Cette étude suppose le choix préalable de la surface de la parcelle-unité, dont le peuplement estimé devra être représentatif de l'ensemble de la population de la forêt étudiée. Pour notre part, nous avons choisi la valeur de un hectare (carré de 100 m), pouvant être porté selon le type d'investigation réalisé à des surfaces de 2, 4, 10, 20, ou 40 hectares. En pratique, en raison des variations éventuelles de la distribution des nids en relation avec la variabilité des facteurs naturels, nous réalisons pour chaque biotope forestier une série de quatre hectares. Chaque parcelle unité de un hectare, est ensuite subdivisée en 25 carrés de 20 x 20 m, par un maillage de traverses en câbles nylon posées sur le terrain, qui permettent le découpage précis et par conséquent le repérage exact des emplacements de chaque dôme dans la surface délimitée. Nous marquons ensuite soigneusement sur un fond topographique IGN au 1/25 000^e, l'emplacement des carrés explorés qui sont également balisés sur le terrain par des plaquettes lucoflex apposées aux intersections. Chaque dôme repéré sur le terrain fait l'objet d'une part d'une description écologique codifiée (voir TOROSSIAN, 1979 a), et d'autre part, d'une cartographie très précise réalisée à l'échelle, sur laquelle figure pour chaque dôme sa classe de volume, son état d'activité et d'agression. (cf. exemple ci-contre du *Couleau*, Alpes 1979, Parc des Ecrins).

L'intérêt de cette méthode réside dans le suivi ultérieur des populations présentes dans les zones marquées. Après repérage exact sur la carte et sur le terrain, la détermination des pseudobiomasses en fonction du temps renseignera l'expérimentateur sur l'évolution dynamique des peuplements.

Tracé du morphotype du nid

C'est l'un des points essentiels de notre méthode, car pour déterminer le volume des dômes, il faut au préalable établir leur profil exact. Sans revenir sur le détail des techniques proposées qui sont décrites par ailleurs (TOROSSIAN, 1978 a, b,c), rappelons brièvement leur principe : dans un premier temps, on procède par pseudo-photogrammétrie (trois photographies par nids). Ces photographies convenablement orientées, et réalisées à une échelle connue, permettent la restitution par agrandissement du tracé des dômes, avec leur profil exact, compte tenu des divers accidents naturels (arbres, souches, pierres...), qui peuvent les modifier.

Malgré sa mise en œuvre très laborieuse, cette méthode permet une *analyse rigoureuse*.

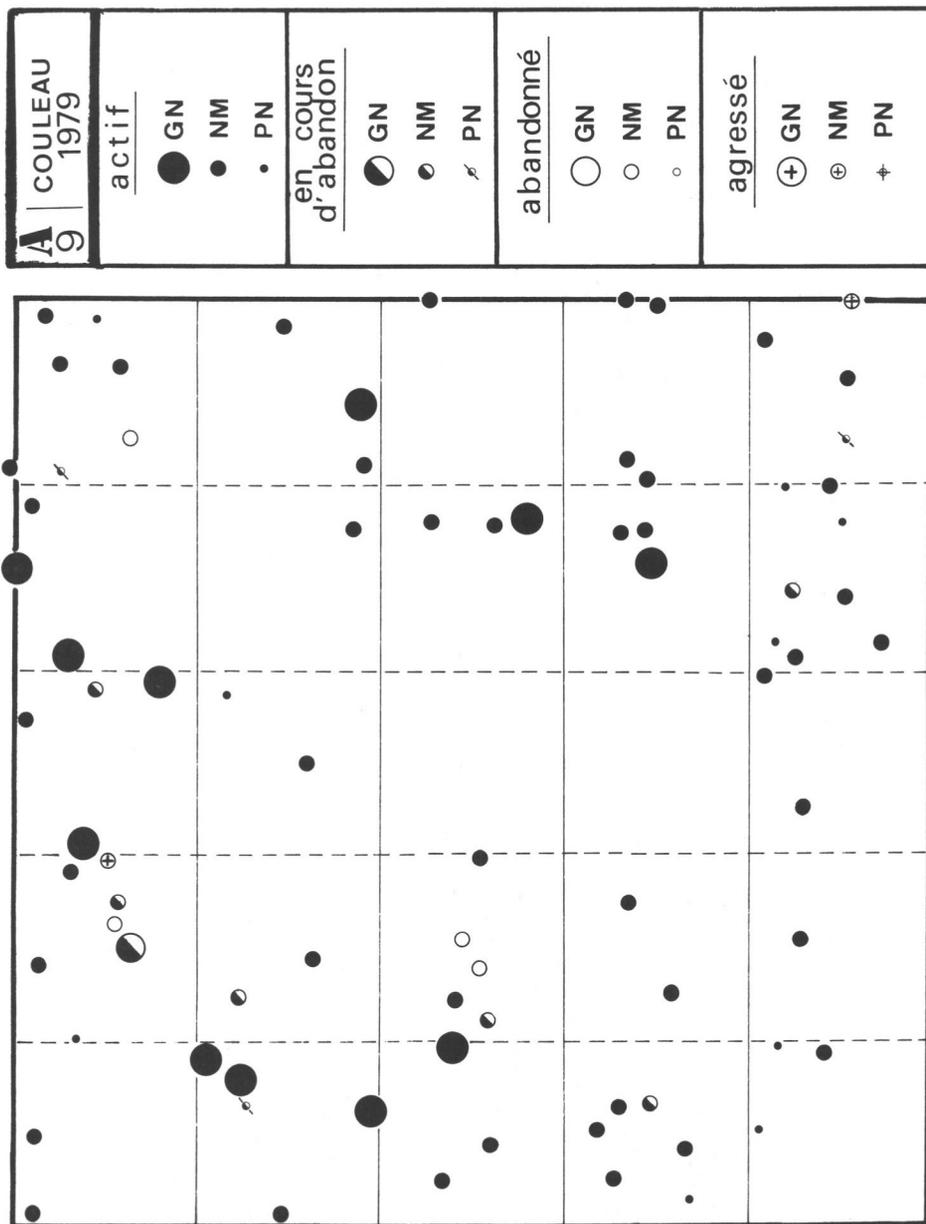


Fig. 1 — Exemple de représentation cartographique des nids standardisée et schématisée, faisant intervenir le volume et l'état des colonies sur une parcelle d'un hectare.

Mais rappelons toutefois, que nous pouvons dans les cas simples rencontrés, la substituer avec une précision suffisante à une méthode faisant appel à l'utilisation de profils stéréotypés des nids avec déduction mathématique de leur volume, ou à un relevé graphique par croquis coté, *méthode préconisée* en raison de la très grande variabilité des morphotypes des dômes (TOROSSIAN, 1978 a), et de la simplicité de l'opération.

Classification des dômes

Pour tirer parti efficacement des données morphométriques recueillies, nous avons classé les dômes, d'une part en fonction de leur volume et d'autre part en fonction de leur état d'activité. Nous différencions ainsi quatre familles de nids classés selon une progression géométrique de 14 classes échelonnées de 0 à 8,2 m³ représentée dans le tableau de la figure 2.

CLASSE	VOLUMES (en cm ³)	TYPES DE NIDS
1	1 à 1 000	
2	1 000 - 2 000	
3	2 001 - 4 000	PETITS NIDS (P.N.)
4	4 001 - 8 000	(classe de 1 à 6)
5	8 001 - 16 000	
6	16 001 - 32 000	
7	32 001 - 64 000	NIDS MOYENS (N.M.)
8	64 001 - 128 000	(classe de 7 à 9)
9	128 001 - 256 000	
10	256 001 - 520 000	GROS NIDS (G.N.)
11	520 001 - 1 024 000	(classe 10 à 12)
12	1 024 001 - 2 048 000	
13	2 048 001 - 4 096 000	TRÈS GROS NIDS (T.G.N.)
14	4 096 001 - 8 192 000	(classes 13 à 14)

Fig. 2 — Tableau des différents types de nids en fonction de leur volume.

Nous distinguons en outre trois catégories de nids, selon leur état :

Les nids du type (A), sont constitués par un dôme en bon état sur lequel — pendant la période estivale — (juillet, août, septembre), on peut observer une population importante et active.

Les nids de type (B), dont les dômes sont apparemment en assez bon état, mais qui présentent des signes de sénescence divers, et qui se caractérisent par une population très clairsemée ; ce sont les nids en cours d'abandon.

Les nids de type (C), constitués par des nids plus ou moins fortement dégradés par les intempéries, et dont le dôme est le plus souvent partiellement arasé ou affaissé ; les aiguilles de la partie superficielle sont entraînées par la pluie, et laissent apparaître les éléments terreux du dôme. Souvent en milieu humide, la végétation environnante à recouvert entièrement le dôme. L'envahissement partiel ou complet du dôme par la végétation, en relation avec l'humidité relative du milieu, n'est pas un critère déterminant de l'état d'abandon des nids, puisqu'on peut l'observer parfois sur les nids (A) ou (B). Elle est en relation avec la strate herbacée et l'âge des nids.

La distinction entre ces trois types de nids ne présente aucune difficulté, et permet de différencier en m³ à l'hectare, le matériel « vivant » du matériel mort ou abandonné (nécrasse).

Remarques sur la méthodologie adoptée

La plupart des méthodes dont nous venons d'exposer sommairement le principe, ont été créées et mises au point pour la mise en œuvre de cette étude quantitative par laquelle nous cherchons à établir à l'instant (t) un constat objectif et précis de l'état réel de la faune des four-

mis des bois. Des constats identiques réalisés aux différents instants (t1), (t2), (t3)... (tn), nous renseigneront dans le temps sur les transformations éventuelles de cette faune, donc sur la dynamique réelle des populations de fourmis.

Les facteurs susceptibles d'être à l'origine de telles modifications se rangent essentiellement dans les deux catégories suivantes :

- les facteurs naturels (écologiques et biologiques),
- les facteurs artificiels, engendrés par exemple, par la pression humaine de plus en plus forte sur le milieu... Ils se traduisent essentiellement par :
 - **l'urbanisation de la montagne**, sous ses multiples aspects :
 - l'automobile, et la construction des routes forestières, favorisent l'accès de la montagne aux promeneurs, qui s'y déversent parfois en masse, et qui sont responsables d'un piétinement plus ou moins intense du sous-bois ;
 - l'utilisation abusive de la montagne pour l'aménagement des sports d'hiver s'accompagne d'une part de l'édification des pistes qui morcellent les massifs forestiers, et d'autre part de l'édification de nouvelles stations qui font régresser dangereusement la forêt et qui favorisent l'extension de l'urbanisation avec multiplication des résidences secondaires, et installations de collectivités ; phénomène plus ou moins bien contrôlé dans certaines régions forestières ;
 - **l'élevage** : l'élevage du bétail de plus en plus pratiqué, s'observe le plus souvent sous sa forme semi-sauvage, la plus dangereuse pour la forêt. Les animaux en semi-liberté, sillonnent en tous sens les massifs forestiers (à l'intérieur desquels on leur aménage des aires de repos), et broutent indifféremment le tapis végétal du sous-bois, avec les jeunes plants issus de la régénération spontanée ;
 - **l'exploitation de la forêt** : l'exploitation des ressources boisées entraîne également d'inévitables perturbations dans l'équilibre biocénose de la forêt. Le traitement parfois abusif par coupes rases en montagne (coupe à blanc étoc), provoque la transformation brutale de l'écosystème forestier, et fait passer la végétation en quelques semaines du stade forestier subclimacique au stade prairie artificielle encombrée. Bien entendu, la faune, au premier rang de laquelle se situe la faune de fourmis, subit des modifications importantes et irréversibles, car liées au degré de réalisation arborescent de la forêt. La coupe à blanc est donc dans tous les cas observés extrêmement dangereuse en montagne. Les coupes progressives (d'éclaircie, d'ensemencement...), sont beaucoup moins traumatisantes, et si elles sont conduites avec quelques précautions n'engendrent pas de graves dommages. Ces derniers résulteront essentiellement des passages d'engins mécaniques qui assurent l'exploitation, et des débris d'élagage et d'écorçage, qui encombrant parfois densément le sous-bois. Une excellente pratique mise en œuvre par le corps forestier espagnol, consiste à rassembler ces branches qui sont ensuite éliminées, conservant ainsi un sous-bois clair et propre. Le débardage des billes est toujours un élément perturbateur dont les inévitables conséquences nuisibles peuvent être allégées en pratiquant cette opération avec beaucoup de soins.

Pour éviter dans la mesure du possible l'action modificatrice éventuelle des facteurs climatiques sur les populations des fourmis rousses, nous nous sommes cantonnés dans un créneau écologique étroit représentant les conditions suivantes :

- l'analyse et la comparaison des peuplements s'effectuent donc dans des provinces dont les conditions climatiques sont voisines ; nous avons ainsi sélectionné :
 - une province HAUTES-ALPES (Parc des Ecrins),
 - une province PYRÉNÉES CATALANES (Cerdagne, Capcir, Donezan),
 - une province PYRÉNÉES CENTRALES,
 - une province PYRÉNÉES OCCIDENTALES ;
- nos recherches se déroulent dans un créneau d'altitude correspondant à l'étage sub-alpin, entre 1500 et 2200 m, exceptionnellement entre 1200 et 1500 m dans le domaine de la hêtraie-sapinière de l'étage montagnard. En conséquence, nous nous exposons à rencontrer les deux espèces les plus « montagnardes » du groupe, c'est-à-dire, *Formica lugubris* ZETT., et *Formica aquilonia* YARROW, signalées par plusieurs auteurs, EICHORN (1964), RONCHETTI (1966)...

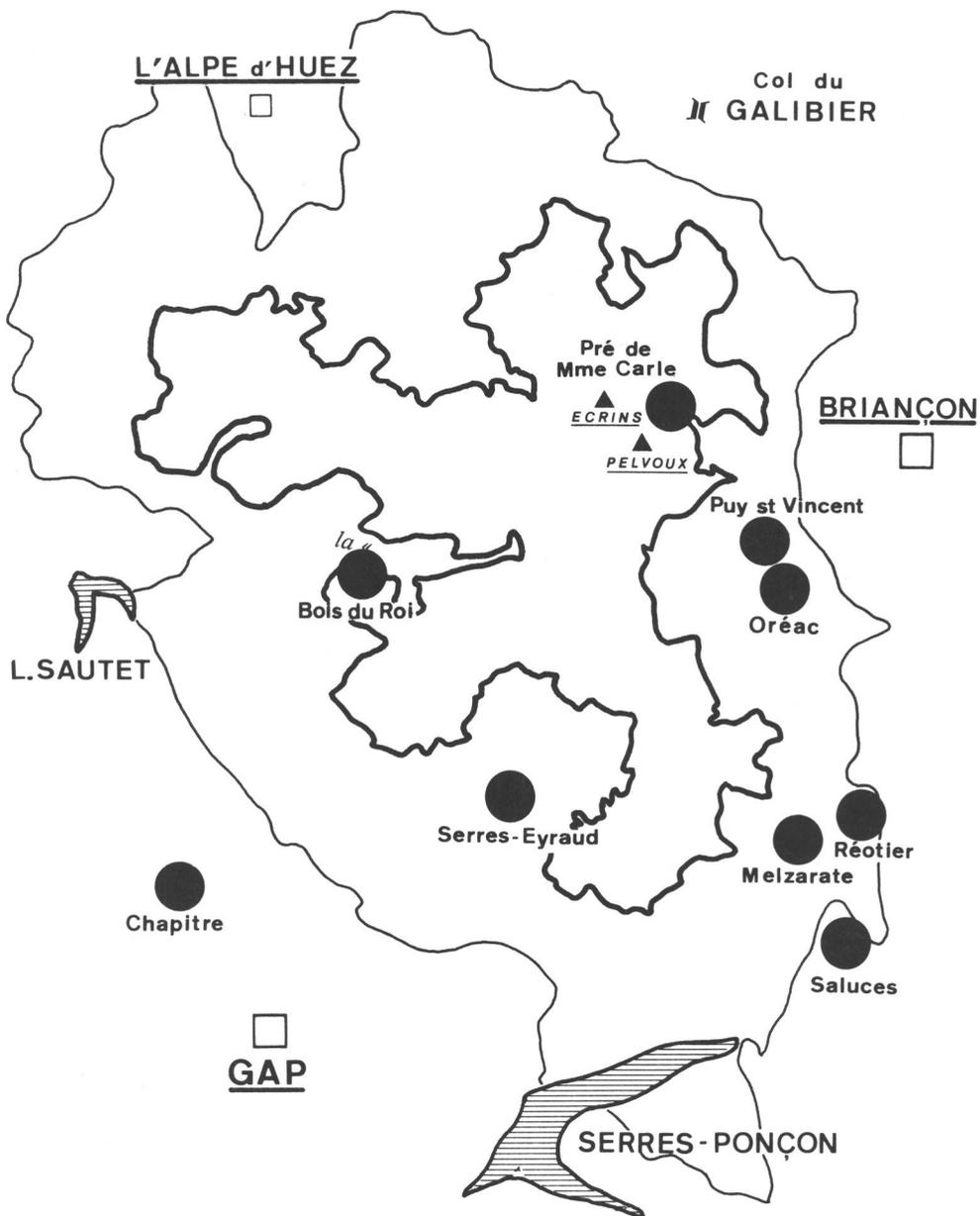


Fig. 3 — Carte schématique des zones étudiées.

- Au point de vue des essences forestières, toutes nos stations alpines sont situées sous *MELEZIN*, avec parfois en mélange, le *SAPIN*, l'*ÉPICEA*, le *HÊTRE*, et plus rarement l'*AROLLE*. Dans les Pyrénées, les peuplements analysés sont établis pour la majorité, dans des forêts de *PIN A CROCHET*, quelques-uns dans le *PIN SYLVESTRE*, et beaucoup plus rarement dans le *SAPIN* ou l'*ÉPICEA*. Ces deux essences dominantes de l'étage sub-alpin, *LARIX EUROPEAE* et *PINUS UNCINATA* respectivement pour les Alpes et les Pyrénées, présentent en commun un caractère écologique précieux, celui d'entretenir un ombrage léger, qu'affectionnent la majorité des espèces du groupe étudié, et plus particulièrement l'espèce *F. lugubris* ZETT.

L'orientation choisie est celle correspondant au soleil du matin, E, E-SE, E-NE et N, dont nous avons vérifié de très nombreuses fois qu'elle correspond à l'orientation préférentielle des fourmis dans les régions prospectées.

L'identité des paramètres naturels, qui conditionnent la distribution qualitative et quantitative des fourmis, étant obtenue, donne une unité écologique à nos recherches, et nous pensons être en mesure d'établir une comparaison correcte des peuplements, de dégager ultérieurement la part des facteurs artificiels dans les perturbations des populations, et de mettre ainsi en évidence leur rôle d'indicateur biologique de dégradation des milieux naturels étudiés.

CADRE GÉOGRAPHIQUE DES TRAVAUX RÉALISÉS

Les travaux que nous présentons dans ce travail, ont été réalisés en 1978-1979 dans le territoire du Parc national des ÉCRINS, sa zone périphérique, et les environs de GAP et de SERRE-PONÇON.

La cartographie schématique ci-contre situe géographiquement les principales zones prospectées à ce jour.

Résultats

Analyse qualitative

Les 15 stations qui ont fait l'objet de nos travaux ont fourni 265 échantillons d'une centaine d'ouvrières chacun, avec parfois des sexués essaimants; la répartition spécifique fait apparaître :

- 89 % *F. lugubris* ZETT.
- 2,9 % *F. nigricans* EM. ou
- *F. pratensis* RETZ.
- 3,7 % *F. rufa*
- 4,1 % déterminations incertaines.

D'autre part, l'analyse des échantillons de l'espèce *F. lugubris* ZETT. nous a permis de distinguer :

- 53 % des prélèvements, qui présentent les caractères types de l'espèce ;
- 29 % des prélèvements, dont les individus montrent une pilosité thoracique élevée, voisine de celle observée chez les espèces *nigricans* ou *pratensis*, associée à une pigmentation prononcée du mésothorax, sans toutefois être aussi distinctement délimitée que chez les deux espèces précitées. L'examen des sexués essaimants récoltés, nous permettra de préciser s'il s'agit des deux formes signalées par KUTTER (1977) ;
- 8 % des échantillons caractérisés par des individus à pilosité faible, qui évoque celle de l'espèce *aquilonia* ;
- 10 % des prélèvements qui présentent des caractères intermédiaires.

Ces résultats incomplets — les données de la campagne de prélèvement de l'année 1979 sont en cours d'examen — peuvent cependant être considérés comme offrant un échantillonnage représentatif de la faune à *Formica rufa* de cette région. *F. lugubris* ZETT., espèce apparemment en pleine expansion,

apparaît comme nettement dominante. Nous noterons toutefois que nous nous situons dans son créneau optimum d'altitude entre 1500 et 2100 m, ce qui explique peut-être sa fréquence signalée également par d'autres auteurs PAVAN (1959, 1976), RONCHETTI (1966), EICHORN (1964)... pour des altitudes et latitudes similaires.

Etude quantitative

Les premiers résultats obtenus pour les 15 stations analysées, et dont les données ont pu être traitées à ce jour, sont regroupés dans le tableau suivant, dans lequel figurent les quatre paramètres principaux du peuplement, le nombre de nids en activité à l'hectare, leur pseudobiomasse et leur nécromasse en m³/ha, le volume moyen des nids en cm³.

LOCALITÉ (Lieu-dit) (Forêt)	ANNÉE	N° FICHE	Nb de nids	P.B.M. (nids viv.) m ³ /ha	Nécromasse (N.M.) m ³ /ha	Volume moyen (cm ³)
BOIS DU CHAPITRE	78	1	14	9,9	0	741.000
MELZERATE (I)	78	2	38	9,54	4,07	251.000
(II)	78	3	49	7,60	2,06	155.200
(III)	78	4	49	8,41	3,0	171.700
(IV)	78	5	24	3,20	0,82	133.500
MELZERATE (V)	79	6	44	7,56	1,70	172.000
(VI)	79	7	49	5,63	2,58	144.900
(VII)	79	8	31	5,07	2,33	164.300
(MELZERATE) couleau	79	9	67	11,17	1,69	166.800
SERRES EYRAUD (I)	78	10	26	8,42	0,0	323.800
(II)	79	11	6	1,87	0,47	312.300
(III)	79	12	4	0,16	0,06	41.600
PUY-ST-VINCENT (Téléski Grand-Pré)	78	13	5	1,30	0,38	255.200
PREDE Mme CARLE (a)	78	15	17	0,70	0,28	39.500
(b)	78	16	4	0,40	0,07	99980

Fig. 4 — Tableau récapitulatif des principaux paramètres de la répartition des colonies.

Les variations quantitatives des populations des faunes de fourmis sont représentées dans les figures 5 et 6, dans lesquelles, nous avons considéré respectivement la pseudobiomasse prise comme critère absolu de peuplement, et les deux paramètres fondamentaux que sont la pseudobiomasse et le volume moyen des dômes.

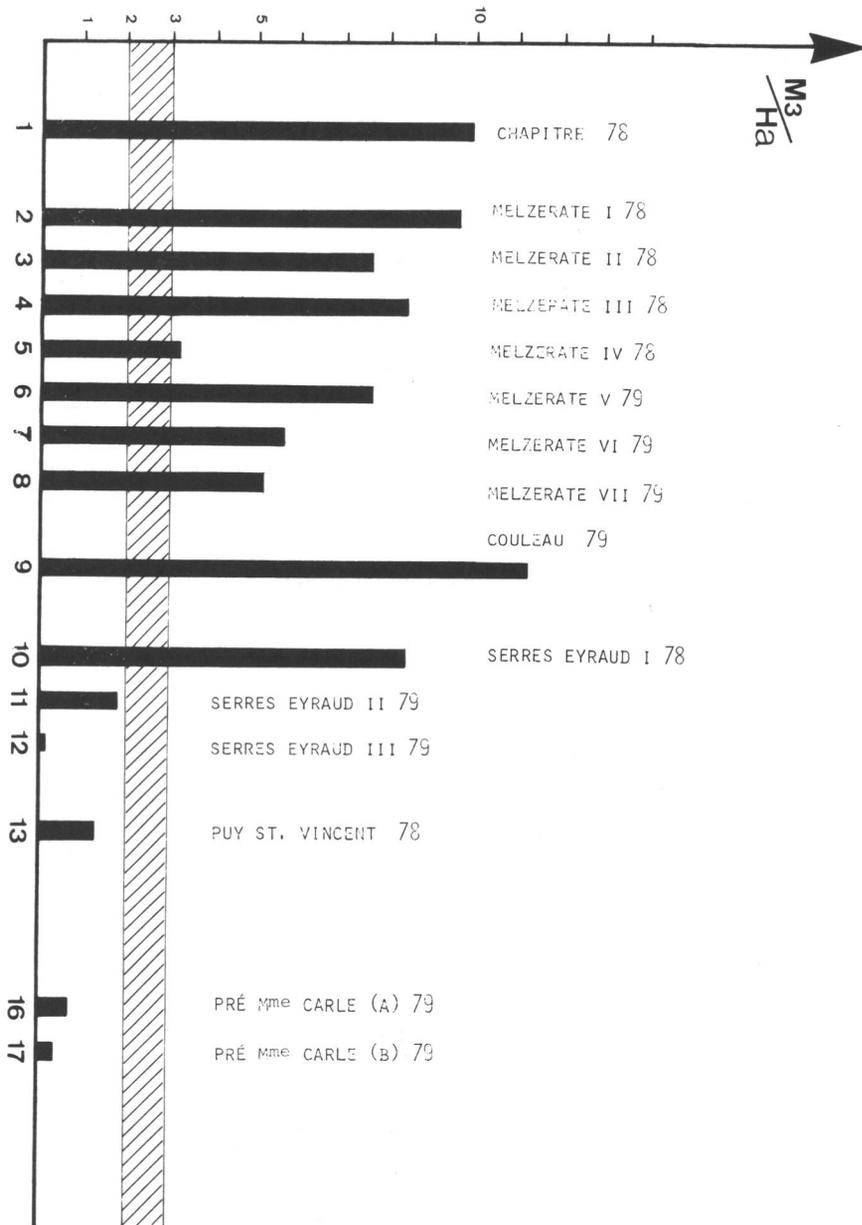


Fig. 5 — Diagramme résumant la pseudobiomasse des différentes stations (en hachuré le seuil de 2 m³/ha: voir explications plus détaillées dans le texte).

La figure 5 met en évidence sous forme synthétique les variations des peuplements observés sur le terrain. Le figuré hachuré du diagramme, correspond aux valeurs limites de 2-3 m³ à l'hectare, adoptées par différents auteurs dont PAVAN (1959, 1976), RONCHETTI (1966), GÖSSWALD (1951, 1976)... comme seuil de protection des forêts par les fourmis du groupe *Formica rufa* contre les insectes ravageurs des forêts. Ce graphe permet déjà de différencier trois catégories de stations :

- celles dont le peuplement est compris entre 5 et 12 m³/ha, que l'on peut caractériser par leurs valeurs élevées de pseudobiomasse,
- les stations caractérisées par un peuplement faible, compris entre 0,1 et 1,3 m³/ha,
- et les stations à peuplement intermédiaire.

Pour essayer de dégager d'éventuelles affinités, entre les stations nous avons tracé le schéma de la figure 6 dans lequel nous avons porté en abscisse le volume moyen (en coordonnées logarithmiques), et en ordonnée, la pseudobiomasse (en coordonnées arithmétiques).

Nous obtenons ainsi une séparation des points en trois zones, dont les caractères paraissent évidents : les peuplements du nuage de points (A) montrent un peuplement surabondant, ceux de (B) un peuplement nettement déficitaire, alors que ceux de (C) montrent un peuplement intermédiaire.

Discussion

Les deux ensembles (A) et (B) paraissent bien distincts par leur population, qui est respectivement supérieure à 7 m³, et inférieure au seuil des 3 m³. L'ensemble (C) à caractères intermédiaires, qui présente un peuplement supérieur au seuil, est estimé « convenable » par les auteurs précités. Mais si l'on considère les stations (7), (8), (5) de la forêt de Melzarate, les volumes moyens des dômes de leurs fourmilières sont seulement de l'ordre de 150 000 cm³. Pour déceler d'éventuelles affinités entre leurs stations, nous avons déterminé pour chacun des trois ensembles, à titre indicatif, la moyenne des trois paramètres principaux : pseudobiomasse, nécromasse et volume moyen des colonies; les valeurs ainsi obtenues sont :

Stations du groupe	P.bm	Nm	V.m
(A)	8,94	1,79	283.000
(B)	0,88	0,25	150.000
(C)	4,63	1,91	148.000

P.bm = pseudobiomasse en m³ à l'hectare

N.m = nécromasse en m³ à l'hectare

V.m = volume moyen des dômes en cm³

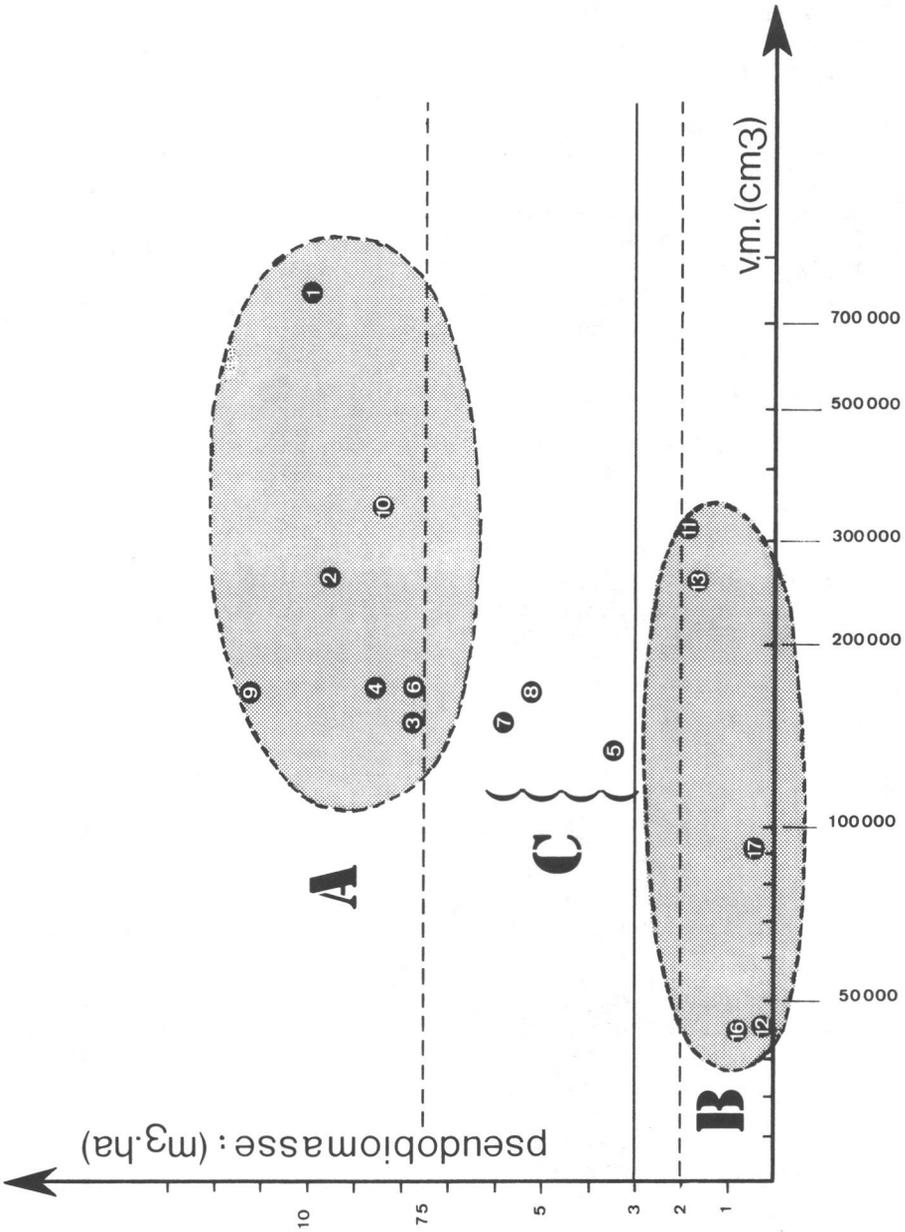


Fig. 6 — Graphique montrant la répartition des différentes stations en fonction du volume moyen des nids (en cm^3), et de leur Pbm (en m^3/ha); voir explications dans le texte.

Ainsi, les peuplements (A) et (B) apparaissent nettement différenciés par les trois paramètres considérés. Les peuplements intermédiaires (C), se différencient des deux ensembles précités par les valeurs respectives des pseudo-biomasses et des nécromasses, mais présentent par le volume moyen de leurs stations, une affinité avec l'ensemble déficitaire (B). Il est donc évident que malgré son apparente distinction, le groupement (C) dont les pseudobiomasses paraissent à l'évidence surabondantes, est en fait un groupement fragile, qui devrait être surveillé dans les années à venir, car il manifeste par une baisse remarquable de ses volumes moyens, une affinité indiscutable avec les valeurs du groupement (B) qui apparaissent par tous leurs paramètres comme caractéristiques d'un état de souffrance myrmécologique.

Rappelons que les stations correspondantes aux trois zones (A) (B) (C) sont respectivement :

- ZONE (A): — CHAPITRE 78 (n° 1)
— MELZARATE I 78 (n° 2)
— MELZARATE II 78 (n° 3)
— MELZARATE III 78 (n° 4)
— MELZARATE V 79 (n° 6)
— COULEAU 79 (n° 9)
— SERRES EYRAUD I 78 (n° 10)
- ZONE (B): — SERRES EYRAUD II 79 (n° 11)
— SERRES EYRAUD III 79 (n° 12)
— PUY ST VINCENT 78 (n° 13)
— PRÉ DE Mme CARLE (a) 79 (n° 15)
— PRÉ DE Mme CARLE (b) 79 (n° 16)
- ZONE (C): — MELZARATE IV 78 (n° 5)
— MELZARATE VI 79 (n° 7)
— MELZARATE VII 79 (n° 8)

En conclusion de cette série d'études préliminaire, il paraît nécessaire de poursuivre et d'intensifier les recherches visant à établir l'état initial des peuplements de fourmis du groupe *Formica rufa* dans les biotopes forestiers montagnards d'un double point de vue qualitatif et quantitatif.

Les études quantitatives précises paraissent être les seules qui permettront par comparaison des états initiaux à différents instants $t(n)$, de déduire l'évolution dynamique exacte des peuplements considérés. *F. lugubris* ZETT. apparaît à ce titre comme l'espèce dominante la plus intéressante du groupe. Son rôle en dehors de la protection biologique des forêts, bien établi par les myrmécologues italiens, allemands, suisses, autrichiens... (COTTI, 1963), apparaît également comme espèce indicatrice sensible aux variations du milieu naturel.

Pour cet ensemble de raisons, et par la régression récente et générale des faunes de fourmis, soulignée encore récemment pour la Suisse (CHERIX, 1979), il apparaît nécessaire de proposer des mesures de protection de ces espèces au triple niveau officiel, des collectivités locales et des particuliers.

Remerciements

Nous remercions le personnel du Parc national des ÉCRINS, et tout particulièrement son conseiller scientifique, M. Dalmas, pour son aide et sa connaissance du terrain (dont il nous a fait largement profiter).

Bibliographie

- BETREM, J.G., 1960. Über die Systematik der *Formica rufa* Gruppe. *Tydschr. v. Ent.* 104 : 51-81.
- CHERIX, D., 1979. Les fourmis rousses (groupe *Formica rufa*) en Suisse. *Bull. SROP*, II-3 : 29-36.
- COTTI, G., 1963. Bibliographia ragonata 1930-1961 del gruppo *Formica rufa*, *Collana Verde*, 8 : 1-414.
- EICHORN, O., 1964. Die höhen und walddtypenmässige Verbreitung der nützlichen Waldameisen in den Ostalpen. *Waldhygiene*, 5 : 129-135.
- GÖSSWALD, K., 1951. Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. Metta. Kinau. Verlag, Lüneburg, 160 p.
- GÖSSWALD, K., 1976. Waldameisenhege. *Waldhygiene* 11 : 193-256.
- KUTTER, H., 1977. Hymenoptera Formicidae. Fauna Bd 6 Insecta Helvetica, Zürich. 298 p.
- PAVAN, M., 1959. Attività italiana per la lotta biologica con formiche del gruppo *Formica rufa* contro gli insetti dannosi alle foreste. *Collana Verde*, 4, 1-78.
- PAVAN, M., 1976. Utilisation des fourmis du groupe *Formica rufa* pour la défense biologique des forêts. *Collana Verde*, 39 : 417-442.
- RONCHETTI, G., 1966. Le formiche del gruppo *Formica rufa* sulle Alpi orientali italiane. *Soc. Ent. Ital.* XCVI, 7-8, p. 123-137.
- TOROSSIAN, C., 1965. Etude préliminaire du rôle de *Formica polyctena* dans le maintien des équilibres biologiques forestiers. *Ann. Epiphyties*, 16 : 383-401.
- TOROSSIAN, C., PEPONNET, F., 1968. Rôle de *Formica polyctena* Först. dans le maintien des équilibres forestiers de feuillus du plateau de Lannemezan. *Ann. Epiphyties*, 19 : 97-111.
- TOROSSIAN, C., ROQUES, L., 1975. Etude par microscopie électronique à balayage de la morphologie céphalique des ouvrières de fourmis du groupe *Formica rufa*. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 113 : 314-327.
- TOROSSIAN, C., 1977 a. Etude par microscopie électronique à balayage de la morphologie du thorax des fourmis ouvrières du groupe *Formica rufa*. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 113 : 314-327.
- TOROSSIAN, C., 1977 b. Les fourmis rousses des bois (*Formica rufa*), Indicateur biologique de dégradation des forêts de montagnes des Pyrénées orientales. *Bull. Ecol.*, 8 : 333-348.
- TOROSSIAN, C. 1979 a. Méthode d'étude quantitative des fourmis du groupe *Formica rufa*. *Bull. SROP*, II-3 : 215-240.
- TOROSSIAN, C., 1979 b. Etude des espèces du groupe *Formica rufa* des Pyrénées catalanes françaises. *Bull. SROP*, II-3 : p. 241-262.
- TOROSSIAN, C., 1979 c. Rôle des espèces du groupe *Formica rufa* comme indicateur biologique de dégradation du milieu forestier montagnard sous l'action humaine. *Bull. SROP*, II-3 : p. 263-284.