

DENSITES ET BIOMASSES
DE *CAMPONOTUS ACVAPIMENSIS* (HYM. FORMICIDÆ)
DANS UNE SAVANE DE COTE-D'IVOIRE

par J. LEVIEUX

*Laboratoire de Zoologie, Faculté des Sciences, Abidjan **

L'étude quantitative d'un peuplement en fourmis terrioles est poursuivie depuis plusieurs années dans la savane pré-forestière de Lamto, située au Centre de la Côte-d'Ivoire, à proximité du massif de la forêt dense guinéo-ivoirien (6° 13' N-5° 41'W).

Le but de la présente note est d'exposer les résultats quantitatifs obtenus sur les populations de l'espèce de fourmi la plus abondante dans cette savane, *Camponotus acvapimensis* Mayr.

I. — METHODOLOGIE

Dans un premier temps, j'ai tenté de mettre au point une méthode d'échantillonnage applicable aux Insectes sociaux (Lévieux, 1969). Après étude préalable des caractéristiques des nids des espèces les plus communes et des grands traits du milieu, le secteur de 2 500 hectares a été divisé en trois zones correspondant aux trois grands faciès pédologiques reconnus en savane (sols ferrallitiques sableux, terres noires argileuses et sols hydromorphes de bas de pente) qui occupent respectivement 50 %, 10 % et 40 % de la surface étudiée. Dans chacun de ces trois milieux, un échantillonnage préliminaire a montré que la réalisation de 16 quadrats d'une surface unitaire de 25 m² par milieu était suffisante. Une étude semblable a été exécutée et répétée deux fois de façon identique : en 1965, durant la saison de pluies, et en 1968, pendant la saison sèche.

Pour fixer la position des quadrats dans l'espace, on effectue un tirage au sort à partir d'un plan de la zone à étudier. Les quadrats sont creusés par six manœuvres sur une profondeur moyenne

* Adresse: Boîte Postale 4322, Abidjan, Côte-d'Ivoire.

de 25 cm, parfois davantage lorsque la structure de nids y oblige. Lorsqu'une cavité contenant des fourmis est repérée, on récolte la terre et ses occupants dans des sacs en plastique numérotés en vue d'un dénombrement ultérieur. La position topographique et les caractéristiques spatiales de chaque chambre sont notées sur un plan.

II. -- DENSITE DU PEUPELEMENT : EVALUATION DU NOMBRE DE NIDS

Les résultats bruts décrivant les caractéristiques numériques des populations de *Camponotus acvapimensis* ont été exposés dans un article précédent (Lévieux, 1973). Encore convient-il de les commenter. Pour ce faire, on se basera sur les données obtenues en 1968.

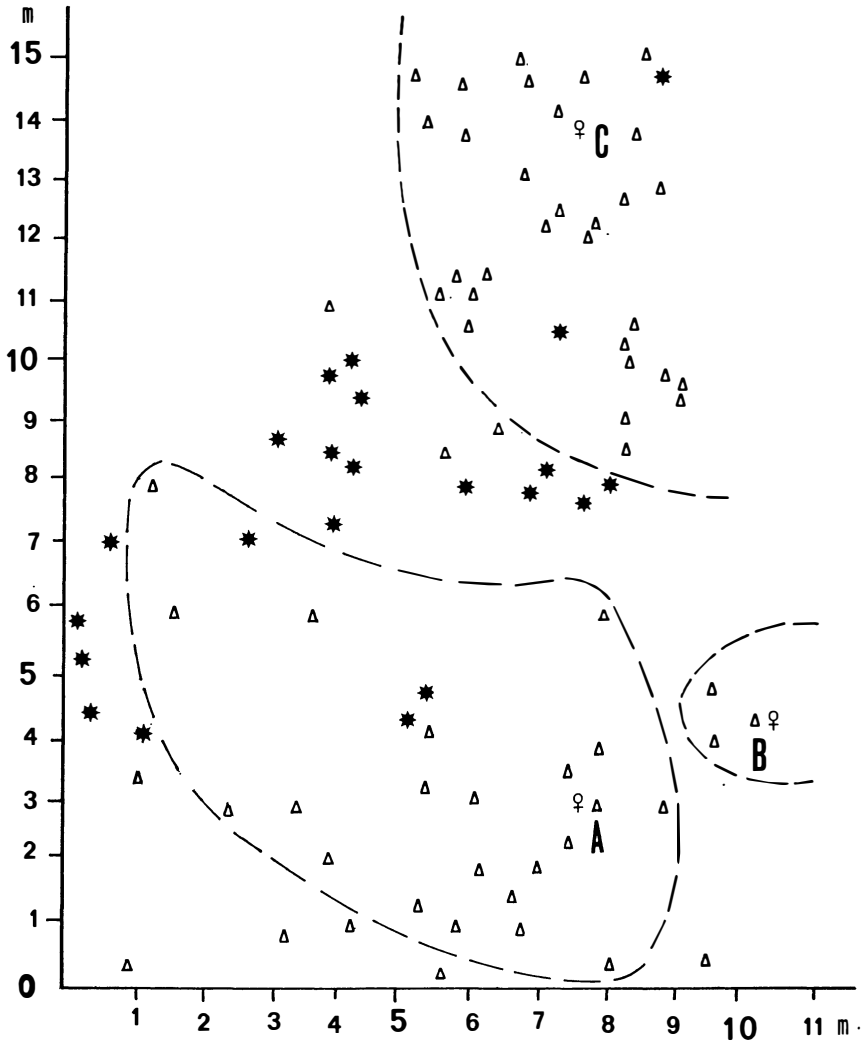
En 1968, la densité globale des nids de *C. acvapimensis* était comprise, selon les milieux, entre 800 à l'hectare en terres noires, 700 en sols ferrallitiques et 300 en sols hydromorphes. Il convient toutefois de souligner plus en détail les caractéristiques biologiques de ces sociétés qui, n'étant pas toutes du même âge, n'ont pas la même importance quantitative. Les nombreuses observations effectuées sur l'espèce vont y aider.

L'échantillonnage avait été réalisé entre fin février et fin mai. La période de reproduction de l'espèce se situe à cette saison, ce qui signifie qu'il existe alors deux types de sociétés. Les unes, issues des essaimages de l'année précédente, sont âgées au maximum d'une dizaine de mois et leur effectif s'élève à quelques centaines d'ouvrières. Les autres sociétés sont adultes et âgées d'au moins deux ans ; elles comptent plusieurs milliers d'ouvrières.

Les sociétés adultes représentent en moyenne la moitié du total dénombré à cette époque, soit 350 nids/ha en sols ferrallitiques, 400 en terres noires et 160 en sols hydromorphes.

L'étude de la structure du nid à l'aide de radio-isotopes montre que les sociétés adultes occupent une surface moyenne de 15 m² environ, sur une profondeur variant de 20 à 40 cm (Lévieux, 1971). Bien évidemment, et compte tenu de l'intense compétition intraspécifique qui sévit, les volumes occupés à un instant donné par ces sociétés ne coïncident jamais. Dans le milieu de prédilection de l'espèce, 400 nids occupant 15 m² chacun représentent un ordre de grandeur de 6 000 m², soit la moitié environ de la surface totale. De fait, il est pratiquement impossible de fouiller une zone quelconque sans constater la présence d'ouvrières de *Camponotus* chassant dans le sol ou aménageant celui-ci.

Une conséquence importante en découle quant à l'avenir des jeunes sociétés. Toute femelle essaimante, une fois fécondée, implante dans le sol sa loge fondamentale afin d'y pondre. Les femelles qui installent leur loge initiale dans l'étroite zone



* Emplacement de la loge initiale de femelles essaimantes de *Camponotus acvapimensis*.

Δ Emplacement des cavités constituant les nids de la même espèce.

A, B, C. : Sociétés adultes de *C. acvapimensis*.

Figure 1. — Distribution dans l'espace de 3 sociétés adultes de *C. acvapimensis* et position relative des loges initiales des femelles fondatrices de l'année.

inoccupée par l'espèce entre deux nids adultes ont quelques chances de survivre et par la suite de pondre et de fonder une nouvelle société (fig. 1). On constate en effet que, dans ces intervalles, la densité s'élève à une dizaine de fondatrices : la moyenne des dénombrements est de 11 sur 15 m². Si, au contraire, les femelles essaimantes tentent de s'introduire à l'intérieur d'une zone déjà occupée par une société adulte, elles seront impitoyablement éliminées par les ouvrières de cette dernière ; de fait leur nombre s'élève tout au plus à quelques unités (entre 0 et 3 avec une moyenne de 0,9) sur les 15 m² du nid. Il existe donc un rapport de 1 à 12 entre les densités de fondatrices dans et hors de la zone d'occupation de l'espèce.

Sur 400 m² prospectés avec fouille du sol lors du marquage aux radio-isotopes, la densité moyenne d'implantation des femelles ayant déjà creusé leur loge initiale s'élevait à un par 7 m². Ceci représente un potentiel reproductif d'environ 1 500 femelles à l'hectare. Ce potentiel n'est réparti en fait que sur le demi-hectare laissé libre par les sociétés en place. Cette forte densité permet d'expliquer l'intense occupation des sols que l'on constate. Elle montre aussi que l'espace est le facteur limitant de l'expansion de l'espèce : toute zone disponible est occupée. Au cours d'une phase climatique favorable à la fourmi et compte tenu de la forte compétition intraspécifique, les sociétés tendront alors à se remplacez nombre pour nombre.

D'autres observations conduisent aux mêmes conclusions. En effet, les tribulations des sociétés n'en sont pas terminées pour autant. Lorsque celles-ci s'agrandissent par suite de l'augmentation du nombre d'ouvrières, elles se heurtent aux sociétés déjà en place et qui contrôlent le territoire voisin. Une intense compétition en résulte et l'avantage reste le plus souvent aux sociétés les plus populeuses. Le manque d'espace disponible semble constituer ainsi une fois de plus l'un des facteurs importants de régulation du nombre de sociétés.

La variation pluriannuelle du nombre de sociétés telle qu'elle a été constatée entre 1965 et 1968 porte surtout sur la quantité de jeunes sociétés que l'on dénombre. Une conséquence pratique en découle : lorsqu'on constate, comme en 1965 en saison des pluies, une augmentation non négligeable du nombre des nids, cette augmentation résulte de l'installation de sociétés fondées deux ou trois mois auparavant et, par suite, de petite taille. Une telle augmentation ne peut subsister très longtemps à cause du manque d'espace vital nécessaire aux sociétés adultes. On constate quelques années après (1968) un retour à des valeurs plus modestes, mais alors les sociétés rencontrées sont de grande taille. Au total, quelle que soit la situation considérée, l'occupation du terrain est optimale. Cette intense occupation des sols est donc le facteur dominant l'expansion de l'espèce.

DISCUSSION .

On peut rapprocher les faits précédemment exposés des observations de divers auteurs (Pontin, 1961, 1963 ; Brian, Elmes et Kelly, 1967 ; Petal, 1967 ; Peakin, 1972). Ceux-ci soulignent à des titres divers, l'étroite corrélation existant entre l'espace disponible pour une société donnée et la productivité de celle-ci. Ainsi, chez *Tetramorium caespitum*, la production de sexués est fonction de l'étendue de l'aire de chasse de la société (Brian et al., 1967). Pour *Lasius flavus*, la production augmente avec la distance séparant les nids, la surface correspondante étant évidemment supposée exploitée par l'espèce (Pontin, 1963). Petal (1967) a montré que la productivité chez *Myrmica laevinodis* est en étroite corrélation avec la quantité de nourriture disponible pour l'espèce et, par suite, avec l'étendue de son aire de chasse. Au total, quelle que soit la fourmi étudiée, l'étendue de la zone neutre cernant les nids joue un rôle considérable dans le développement de l'espèce. On conçoit mieux l'importance du demi-hectare disponible autour des nids de *C. acvapimensis* et l'hétérogénéité constatée de certains résultats (nombre de sexués récoltés au nid par exemple) trouve pour partie son origine dans une trop grande densité locale de l'espèce.

III. — EVALUATION DU NOMBRE D'INDIVIDUS

A. — DÉNOMBREMENT DES OUVRIÈRES : Comme il est impossible de fixer l'âge exact d'une société j'ai distingué deux catégories : les sociétés jeunes fondées au cours des douze mois précédents, et les autres, dites âgées. Cette séparation en deux catégories reflète une réalité biologique. Il est bien connu que les sociétés débutantes consacrent leur énergie à accroître rapidement leur nombre d'ouvrières. Vient ensuite une phase qui débiterait chez *C. acvapimensis* pour un effectif de 1 000 à 1 500 individus, phase au cours de laquelle la production d'ouvrières n'excède plus que de peu la mortalité de celles-ci. La croissance de la société se ralentit donc nettement et l'on tend asymptotiquement vers un effectif limite qui, dans l'espèce étudiée, se stabiliserait vers 6 000 ouvrières (plus grande valeur mesurée). C'est dans ces sociétés âgées qu'ont lieu les productions de sexués. Dans la suite du texte, l'évaluation du nombre de fourmis par unité de surface s'effectuera par sommation de ces données complémentaires.

L'ordre de grandeur de l'effectif des populations au nid a été déterminé en comptant l'ensemble des ouvrières d'une même société récoltée le plus complètement possible. Pour ce faire, après avoir repéré le nid, on délimite, avec l'aide de huit manœuvres, un fossé circulaire à la périphérie de celui-ci.

TABLEAU Ia

Biomasses de Camponotus acvapimensis en terres noires (T.N.)

Catégories d'individus	Ouvrières	Mâles	Femelles	Larves et nymphes
Effectif /ha	$2,2 \times 10^6$	$1,1 \times 10^5$	9×10^4	$6,9 \times 10^5$
Nombre d'individus par g de poids frais	155	120	95	115
Poids frais en g/ha	14.200	917	947	6.000
Poids frais en g/ m ²	1,42	0,09	0,09	0,6
Teneur en eau (%)	75	75	75	79
Poids sec en g/ m ²	0,35	0,02	0,02	0,12
Equivalent énergétique kcal/g	$6,32 \pm 0,18$	6,3	6,3	$5,50 \pm 0,17$
Equivalent énergétique de la biomasse (kcal/m ²)	2,212	0,316		0,660

En creusant vers le centre, on fait apparaître peu à peu des cavités. On pulvérise du Lindane afin d'en tuer les occupants qui sont récoltés avec le sol et déposés dans des sacs en plastique numérotés. Ces sacs sont rapportés et triés au Laboratoire. Le dénombrement est effectué par castes. J'ai répété cinq fois cette opération.

Les sociétés âgées de *C. acvapimensis* comptent de 1 500 à 6 000 individus (Lévieux, 1973). Compte tenu des inévitables pertes lors de la récolte, pertes estimées à 20 % de la population environ, je retiendrai une valeur moyenne de 5 000 ouvrières comme ordre de grandeur de la population au nid. Il en découle une densité moyenne de 2×10^6 ouvrières/ha en terres noires, $1,8 \times 10^6$ en sols ferrallitiques et $0,8 \times 10^6$ en sols hydromorphes.

Il existe en nombre identique des sociétés de taille plus petite, dont les effectifs sont plus faibles. Ces sociétés nées dans l'année totalisent au plus quelques centaines d'ouvrières (500 en moyenne), ce qui correspond à des densités par hectare de $0,2 \times 10^6$ ouvrières

TABLEAU Ib

Biomasses de Camponotus acvapimensis en sols ferrallitiques (S.F.)

Catégorie d'individus	Ouvrières	Mâles	Femelles	Larves et nymphes
Effectif /ha	2×10^6	$1,1 \times 10^5$	8×10^4	$6,2 \times 10^5$
Nombre d'individus par g de poids frais	155	120	95	115
Poids frais en g/ha	12.900	830	840	5.400
Poids frais en g/m ²	1,30	0,08	0,08	0,54
Teneur en eau (%)	75	75	75	79
Poids sec en g/m ²	0,32	0,02	0,02	0,10
Equivalent énergétique kcal/g	$6,32 \pm 0,18$	6,3	6,3	$5,50 \pm 0,17$
Equivalent énergétique de la biomasse (kcal/m ²)	2,023		0,316	0,549

en terres noires, $0,19 \times 10^6$ en sols ferrallitiques et $0,08 \times 10^6$ en sols hydromorphes. Au total, la densité globale est donc d'environ $2,2 \times 10^6$ ouvrières par hectare en terres noires, $2,0 \times 10^6$ en sols ferrallitiques et $0,9 \times 10^6$ en sols hydromorphes.

B. — PROBLÈMES SOULEVÉS PAR LE DÉNOMBREMENT DES STADES LARVAIRES : L'une des difficultés de toute étude de productivité est l'estimation du nombre d'œufs pondus par les femelles. Pour ce faire, j'ai élevé et observé plus de 60 fondatrices dans des nids artificiels. Celles-ci pondent surtout de nuit et consomment d'un jour sur l'autre une part souvent non négligeable de leur stock d'œufs. Il est donc impossible d'effectuer un dénombrement présentant quelque validité. On peut tourner la difficulté en comptant les larves aux divers stades dont l'effectif est pour partie fonction du stock pondus. Si la récolte dans les nids des stades antérieurs au stade 2 est entachée de trop d'erreurs pour avoir une signification, les résultats sont en revanche plus sûrs pour les larves des stades supérieurs. Dans cinq sociétés adultes étudiées en détail, j'ai compté 400 larves environ pour 1 300 ouvrières, soit un rapport de l'ordre de 1 à 3. Or, il s'écoule une durée de 35 ± 3 jours, à une

température de $27 \pm 1^\circ\text{C}$, de la ponte de l'œuf à l'éclosion de l'ouvrière adulte. Par ailleurs le renouvellement des ouvrières est un phénomène permanent au long de l'année : on constate à chaque époque la présence dans les nids de couvain et d'ouvrières non pigmentées, donc fraîchement écloses. Il n'y a donc pas de vagues de ponte chez les femelles, mais plutôt une reproduction continue, et plusieurs cohortes se succèdent dans l'année. En retenant une valeur de deux mois comme durée de vie moyenne de l'adulte, on peut concevoir la succession d'environ six de ces cohortes au cours de l'année.

En effet, si toutes les tentatives de marquage se sont soldées par des échecs, j'ai réussi à maintenir des ouvrières en vie en élevage pendant trois mois au maximum. Ce faisceau de raisons — ponte permanente, vitesse de développement, durée de vie de l'adulte — tend à montrer qu'un rapport d'un tiers du nombre des larves à celui des imagos semble suffisant pour assurer un renouvellement constant de la société.

Au total, l'ordre de grandeur des densités à l'hectare des larves de grande taille s'élève à $6,9 \times 10^5$ en terres noires, $6,2 \times 10^5$ en sols ferrallitiques et $2,7 \times 10^5$ en sols hydromorphes.

C. — DÉNOMBREMENT DES SEXUÉS : Les valeurs obtenues pour les sexués sont des plus variables. On compte d'un nid à l'autre de 0 à 273 mâles pour 1 300 ouvrières. Il en est de même pour les sexués femelles (22 à 200). Il importe surtout de connaître la dynamique propre à chaque société afin de pouvoir en tirer des conclusions définitives. Un fait cependant se dégage : il n'y a qu'un faible nombre de sexués produits par rapport à la quantité d'ouvrières, et ceci d'autant plus que leur présence au nid ne dure que deux mois par an. Les mâles représenteraient 5 % environ du nombre moyen d'ouvrières (soit 70 mâles produits pour 1 300 ouvrières) et les femelles 4 % (soit 45 femelles pour 1 300 ouvrières). Ces valeurs fournissent un sex-ratio différent de 0,50. Compte tenu des variations individuelles constatées d'une société à l'autre, il est impossible de préciser le sex-ratio réel de l'espèce. Certains nids ne fournissent que des femelles ; dans d'autres ne se trouvaient que des mâles. D'autres enfin produisent les deux. Il est évident que les essaimages, en favorisant l'évasion d'une partie du stock produit, interfèrent avec ces résultats. Seule une étude suivie de la démographie de quelques sociétés prises à titre d'exemples permettra de préciser d'une part ce qui est, à un instant donné, particulier au développement d'une société (âge, état physiologique de la femelle) et de définir d'autre part les traits généraux qui caractérisent l'espèce.

Il en résulte qu'au total, sur un hectare de terres noires, on peut trouver $1,1 \times 10^5$ mâles et 9×10^4 femelles, en sols ferrallitiques 1×10^5 mâles et 8×10^4 femelles et en sols hydromorphes 4×10^4 mâles et 3×10^4 femelles.

TABLEAU Ic
Biomasses de Camponotus acvapimensis
en sols hydromorphes (S.H).

Catégorie d'individus	Ouvrières	Mâles	Femelles	Larves et nymphes
Effectif /ha	$8,8 \times 10^5$	4×10^4	3×10^4	$2,7 \times 10^5$
Nombre d'individus par g de poids frais	155	120	95	115
Poids frais (g/ha)	5.670	330	315	2.350
Poids frais (g/m ²)	0,56	0,03	0,03	0,24
Teneur en eau (%)	75	75	75	79
Poids sec g/m ²	0,14	0,007	0,007	0,05
Equivalent énergétique (kcal/g)	6,32 ± 0,18	0,3	6,3	5,50 + 0,17
Equivalent énergétique de la biomasse (kcal/m ²)	0,885	0,089		0,270

IV. — DETERMINATION DES BIOMASSES ET DE LEURS EQUIVALENTS CALORIFIQUES

Les biomasses ont été évaluées en dénombrant les effectifs correspondant à une série de 10 échantillons de un gramme de poids frais de chaque caste de l'espèce. Pour ce faire, les fourmis sont récoltées vivantes et tuées au lindane juste au moment de la pesée. On diminue ainsi au maximum les inévitables pertes en eau sans pouvoir toutefois les éliminer complètement. Pour déterminer l'ordre de grandeur de ces pertes j'ai, par pesées successives d'un même échantillon à intervalles de temps régulier, tracé la courbe représentant la loi de variation de la perte en eau des ouvrières et des larves en fonction du temps. Une telle courbe permet, par extrapolation, de lire la valeur à l'origine qui fournit une estimation du poids frais des individus vivants. Cette manière de procéder fournit une précision supérieure à celle qui consiste à évaluer par simple pesée le poids d'une série d'individus.

Il en ressort qu'un gramme de poids frais correspond à 155 ± 7 ouvrières, 120 ± 10 mâles et 95 ± 2 femelles.

Les poids secs ont été mesurés après dessiccation en étuve à 85°C pendant 24 heures d'échantillons d'ouvrières et de larves dont l'effectif et le poids frais étaient connus. Les pesées ont été effectuées avec une précision de l'ordre du dixième de milligramme sur une balance Mettler.

La teneur en eau des ouvrières s'élève à 75 % tandis que celle des larves et cocons est de l'ordre de 79 %. On arrive ainsi à la conclusion qu'il y a 0,5 g/m² de matière sèche de *Camponotus acvapimensis* en terres noires, 0,47 en sols ferrallitiques et 0,20 en sols hydromorphes.

La détermination des équivalents calorifiques (1) des biomasses a été effectuée à l'aide d'un microcalorimètre Parr modèle 1411. Les valeurs citées dans les tableaux I a, I b et I c, rendent compte de la quantité de chaleur dégagée pour chaque caste par gramme de matière vivante sèche : 6,321 ± 0,185 cal. pour les ouvrières, et 5,499 ± 0,166 cal. pour les larves. On en a déduit les équivalents énergétiques des biomasses de la population à un instant donné (tableau II). Il conviendra ultérieurement de calculer l'équivalent énergétique de la production à l'échelle de l'année.

TABLEAU II

Biomasses globales de Camponotus acvapimensis dans divers facies de la savane.

	Terres noires	Sols ferrallitiques	Sols hydromorphes
Poids frais (g/ha)	22.100	20.000	8.700
Poids frais (g/m ²)	2,20	2	0,87
Poids sec (g/m ²)	0,52	0,47	0,20
Equivalent énergétique (kcal /m ²)	3,200	2,890	1,250

Les tableaux I a, I b, I c et II résument l'ensemble des données quantitatives obtenues sur l'espèce.

(1) Je tiens à exprimer ici mes très sincères remerciements à M^{me} Collardeau pour son aide dans la détermination des équivalents calorifiques.

DISCUSSION :

Il est intéressant de comparer ces valeurs à celles relevées dans la littérature. C'est ainsi que Pickles (1937) évalue le poids moyen de *Lasius niger* à 0,08 g de matière sèche par m² dans le sud de l'Angleterre. Odum et Pontin (1961) trouvent localement des valeurs bien plus élevées chez *Lasius flavus* (1,4 g/m²) Nielsen et Jensen (1975) estiment à 1,25 g/m² le poids sec moyen des populations de *Lasius alienus* dans les landes de Mols (Danemark). Dans un milieu analogue, Brian (1973) relève des valeurs moins fortes (0,7 g/m²) chez un ensemble de quatre espèces appartenant aux genres *Leptothorax*, *Myrmica* et *Formica*, ce qui ramènerait le poids moyen de chacun à 0,17 g/m² si les quatre espèces avaient la même importance, ce qui n'est pas le cas. Golley et Gentry (1964) évaluent à 0,084 g/m² la biomasse d'un *Pogonomyrmex* dans le sud des Etats-Unis. Les valeurs obtenues dans la savane de Lamto pour une seule espèce sont donc, à deux exceptions près, de deux à quatre fois plus élevées que celles observées en d'autres points du globe. Cette observation, jointe au fait qu'il y a 140 espèces de fourmis reconnues dans ce sol de savane, alors qu'une trentaine d'espèces seulement peuplent la plupart des autres milieux, renforce l'opinion que les insectes sociaux en général et les fourmis plus particulièrement jouent un rôle fondamental dans ce type d'écosystème tropical.

RESUME

L'étude quantitative des populations de *Camponotus acvapimensis*, espèce de fourmi la plus abondante dans une savane de Côte-d'Ivoire, a permis d'évaluer les effectifs et les biomasses de chacune des castes de l'espèce dans les divers faciès pédologiques. A titre d'exemple, on a estimé à $2,2 \times 10^6$ ouvrières, $1,1 \times 10^5$ mâles, 9×10^4 femelles et $6,9 \times 10^5$ larves les densités à l'hectare dans les sols argileux, domaine de prédilection de l'espèce (Tableaux I a, I b et I c). Ceci fournit des biomasses respectives en poids frais de 1,42 g/m² pour les ouvrières, 0,2 g/m² pour les sexués et 0,6 g/m² pour les larves. Les poids secs équivalents sont de 0,35, 0,04 et 0,12 g/m². Les équivalents énergétiques des biomasses étant de $6,321 \pm 0,185$ kcal/g pour les ouvrières et de $5,499 \pm 0,166$ kcal/g pour les larves, la biomasse totale de *C. acvapimensis* représente une valeur énergétique de 3,200 kcal/m².

L'étude de l'implantation et de la densité par hectare des sociétés et des femelles essaimantes montre que l'espace est le facteur limitant l'expansion de cette fourmi ; aussi les sociétés tendent-elles à se remplacer nombre par nombre.

SUMMARY

Camponotus acvapimensis is the commonest species of terri-colous ant found in the Lamto savanna of the Ivory Coast. Estimates of the population densities and standing crop biomasses for each cast have been made for the three major soil categories (Tables I a - c).

The standing crop biomass (dry weight) of this species of ant averages 0.52 g/m² in black soils, 0.47 g/m² in ferralitic soils and 0.20 g/m² in hydromorphic soils (Table II).

The lack of suitable space appears to be the major limiting factor for the establishment of new colonies.

BIBLIOGRAPHIE

- BRIAN, M.V., ELMES, G. & KELLY, A.F. (1967). — Populations of the ant *Tetramorium caespitum* L. *J. Anim. Ecol.*, 36 : 337-342.
- BRIAN, M.V. (1973). — Feeding and growth in the ant *Myrmica*. *J. Anim. Ecol.*, 42 : 37-53.
- GOLLEY, F.B. & GENTRY, J.B. (1964). — Bioenergetics of the Southern Harvester ant, *Pogonomyrmex badius*. *Ecol.*, 45 : 217-225.
- LÉVIEUX, J. (1969). — L'échantillonnage des peuplements de fourmis terricoles, in *Problèmes d'Ecologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*, M. Lamotte et F. Bourlière, édit. Masson, Paris, pp. 289-300.
- LÉVIEUX, J. (1971). — Mise en évidence de la structure des nids et de l'implantation des zones de chasse de deux espèces de *Camponotus* (*Hym. Formicidae*) à l'aide de radio-isotopes. *Ins. Soc.*, 19 : 63-79.
- LÉVIEUX, J. (1972). — Le microclimat des nids et des zones de chasse de *Camponotus acvapimensis* Mayr. *Ins. Soc.*, 19 : 63-79.
- LÉVIEUX, J. (1973). — Etude du peuplement en fourmis terricoles d'une savane préforestière de Côte-d'Ivoire. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 10 : 379-428.
- NIELSEN, M.G. & JENSEN, T.B. (1975). — Okologiske Studier over *Lasius alienus* (Först.) (*Hym. Formicidae*). *Ent. Meddr.*, 43 : 5-16.
- ODUM, E.P. & PONTIN, A.J. (1971). — Population density of the underground ant *Lasius flavus* as determined by tagging with P 32. *Ecol.*, 42 : 186-188.
- PEAKIN, G.J. (1972). — Aspects of productivity in *Tetramorium caespitum*. *Ekol. Polsk.*, 20 : 56-63.
- PETAL, J. (1967). — Productivity and the consumption of food in the *Myrmica laevinodis* Nyl. population, in *Secondary Productivity of Terrestrial Ecosystems*, K. Petruszewitz edit., Polish Academy of Science, Warsaw, pp. 841-857.
- PICKLES, W. (1937). — Populations, territories and biomasses of ants at Thornhill, Yorkshire in 1936. *J. Anim. Ecol.*, 6 : 54-61.
- PONTIN, A.J. (1961). — Population stabilization and competition between the ants *Lasius flavus* (F.) and *L. niger* (L.). *J. Anim. Ecol.*, 30 : 47-54.
- PONTIN, A.J. (1963). — Further considerations on competition and ecology of the ants *Lasius flavus* (F.) and *L. niger* (L.). *J. Anim. Ecol.*, 32 : 565-574.