Ecologie des Leishmanioses dans le Sud de la France

13. Les sites de "flanc de coteau", biotopes de transmission privilégiés de la Leishmaniose viscérale en Cévennes.

par J.-A. RIOUX (1), R. KILICK-KENDRICK (2)*, J. PERIERES (1),
D.-P. TURNER (2) et G. LANOTTE (1)

(1) Laboratoire d'Ecologie médicale et Pathologie parasitaire (P^r J.-A. Rioux),
Faculté de Médecine, F 34000 Montpellier.

(2) Department of Zoology and Applied Entomology, Imperial College, London (England)

RESUME. Utilisant la technique des « transects de piégeage » dans un massif des Basses-Cévennes (Roquedur, Gard), les auteurs montrent que *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921 est localisé préférentiellement aux « zones de mi-pente ». C'est dans ces mêmes secteurs que s'observent la plupart des cas de Leishmaniose viscérale, tant humaine que canine.

Ecology of leishmaniasis in the south of France. 13. Middle slopes of hillsides as sites of maximum risk of transmission of visceral leishmaniasis in the Cévennes.

SUMMARY. In the Cévennes, the distribution of canine leishmaniasis and, therefore, of human visceral leishmaniasis is usually on the middle slopes of hillsides. From previous work, it was assumed that the reason is that the same places are the preferred habitats of the sandfly vector, *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921. An investigation was made throughout one season (13.05.1977 to 7.10.1977) of the comparative densities of sandflies at different altitudes on two opposite sides of a selected hill (le massif d'Oiselette) in the department of Gard. Oiled papers, changed every 15 days, were distributed at 22 points at altitudes from 165 to 600 m above sea level. A total of 5,050 sandflies were collected and analysed according to altitude and time of year. Of the sandflies collected, 86,2 % were *P. ariasi*, 0,3 % were *P. perniciosus* Newstead, 1911, 0,1 % were *P. mascittii* Grassi, 1908 and 13,4 % were *Sergentomyia*

* External staff, Medical Research Council, London.

Accepté le 25 mars 1980.

minuta (Rondani, 1843). *P. ariasi* was present at all altitudes with maximum densities between 300 and 500 m. This species was present from mid May until late September, with a maximum density at the end of July.

The results support the notion that, in the Cévennes, inhabitants of farms and villages on the slopes of hillsides at altitudes of 300-500 m are at the greatest risk of acquiring leishmaniasis because these places are the preferred habitat of the sandfly vector, *P. ariasi*.

Lors des enquêtes épidémiologiques conduites en pays cévenol, il est habituel de noter la position « à mi-pente » des « maisons leishmaniennes », c'est-à-dire des habitations ou des groupes d'habitations où l'enzootie canine resurgit volontiers. C'est d'ailleurs dans ces mêmes localités que se manifestent sporadiquement les cas humains. Tout se passe comme si la transmission se ralentissait au voisinage des culmens et dans les fonds de vallées. Quant aux raisons de cette localisation, elles n'apparaissent pas clairement. Tout au plus, relève-t-on certaines particularités microclimatiques, telles que l'intensité et la durée de l'ensoleillement, la rareté des brouillards, ou le calme atmosphérique relatif.

En fait, les études écologiques poursuivies, plusieurs années durant, dans le foyer zoonotique (J.-A. Rioux et coll., 1968 et 1977), nous ont amenés à pousser le raisonnement au-delà de la simple prise en compte des facteurs météorologiques : l'existence de sites de transmission privilégiés pouvait s'expliquer par une plus grande concentration du vecteur habituel, *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921 (concept de « précellence vectorielle »).

La présente note a précisément pour but d'apporter un argument supplémentaire en faveur de cette hypothèse.

Protocole d'échantillonnage

L'utilisation des pièges adhésifs selon la méthode, désormais classique, de « l'itinéraire-transect » (J.-A. Rioux et coll., 1967) a permis de préciser la répartition altitudinale de *Phlebotomus ariasi*. Les densités stationnelles ont été exprimées en « unité-piège », correspondant au nombre de Phlébotomes par m² de papier. L'opération proprement dite s'est déroulée dans le massif schisto-calcaire de l'Oiselette (Paléozoïque de l'Ordovicien et du Géorgien) entre les vallées de l'Hérault (Ganges, Hérault) et de l'Arre (Le Vigan, Gard). Trois types de végétations ont été intéressés par le piégeage. Du bas vers le haut : la ripisylve à Aulnes glutineux [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.], la forêt sclérophylle à Chênes verts (*Quercus ilex* L.) et la forêt mixte à Chênes blancs (*Quercus pubescens* Willd.) et Chênes verts, souvent remplacée en terrain schisteux par la Châtaigneraie. Les deux versants, SE et NW, du massif ont été prospectés de manière sensiblement équivalente. Au total, 22 stations ont été exploitées (fig. 1 et 2,

Fig. 1. « Itinéraire-transect » : répartition des 22 stations de piégeage, dans le massif de l'Oiselette.

tableau I) depuis les bas-fonds, à 160 mètres (St-Julien-de-la-Nef, au Sud) et 230 mètres (Coularou, au Nord) jusqu'au sommet, à 600 mètres (Col du Pérès près de Roquedur-le-Haut) :

Station n° 1 : Mur sous habitation isolée. 17 barbacanes. Exp. SE. St-Julien-de-la-Nef. D 349. Coord. l 1,500 L 48,850 (1). Alt. 165 m. Versant sud. Calcaires géorgiens. *Alnus glutinosa*, *Buxus sempervirens*. Rive droite de l'Hérault. Ombragé-humide.

Station n° 2 : Mur sous habitation. 9 barbacanes. Exp. NW. Piécourt. D 349. Coord. l 1,497 L 48,852. Alt. 230 m. Versant sud. Calcaires géorgiens. *Quercus ilex* dominants ; rares *Quercus pubescens*, verger de Pommiers.

Station n° 3 : Mur sur route. 12 barbacanes. Exp. E. Le Figaret. D 349. Coord. l 1,495 L 48,854. Alt. 250 m. Versant sud. Calcaires géorgiens. *Quercus ilex* dominants ; rares *Quercus pubescens*, *Pteridium aquilinum*.

Station n° 4 : Murs sur route et maisons. 19 barbacanes. Exp. NE. La Salle. D 349. Coord. l 1,488 L 48,861. Alt. 320 m. Versant sud. Contact schistes ordoviciens-calcaires géorgiens. *Castanea sativa*, *Quercus ilex* ; rares *Quercus pubescens*, Cerisiers.

(1) Système de repérage. Coordonnées géographiques : longitude (l) et latitude (L), exprimées en Grades. Carte IGN, Le Vigan n° 5-6, 1/25 000. Maille : 1 milligrade. Pointage : angle inférieur gauche de la maille (convention : Secrét. Faune-Flore, Mus. Hist. Nat., Paris ; M. Cartan, 1978).

Station n° 5 : Mur sous route. 60 barbacanes. Exp. SE. La Place. D 291. Coord. I 1,490 L 48,862. Alt. 310 m. Versant sud. Schistes ordoviciens. *Castanea sativa*, *Quercus ilex*, *Sarothamnus scoparius*, *Erica arborea*, *Calluna vulgaris*, *Cistus salvifolius*, *Pteridium aquilinum*.

Station n° 6 : Mur sous route. 20 barbacanes. Exp. E. D 291. Coord. I 1,49 L 48,863. Alt. 320 m. Versant sud. Schistes ordoviciens. *Castanea sativa*, *Sarothamnus scoparius*, *Calluna vulgaris*, *Erica arborea*, *Pteridium aquilinum*.

Station n° 7 : Murs sous et sur route. 64 barbacanes. Exp. SE. D 291. Coord. I 1,487 L 48,862. Alt. 350 m. Versant sud. Schistes ordoviciens. *Castanea sativa*, *Erica arborea*, *Calluna vulgaris*, *Cistus salvifolius*.

Station n° 8 : Murs sous et sur route. 25 barbacanes. Exp. W. D 291. Coord. I 1,467 L 48,859. Alt. 600 m. Versant sud. Calcaires géorgiens. *Quercus pubescens* dominants ; rares *Quercus ilex*. Cerisiers.

Station n° 9 : Murs sous route. 14 barbacanes. Exp. W. D 291. Coord. I 1,466 L 48,857. Alt. 580 m. Versant nord. Calcaires géorgiens. *Quercus ilex* dominants ; rares *Quercus pubescens*. Suintements, sources.

Station n° 10 : Murs sous route. 38 barbacanes. Exp. W. D 291. Coord. I 1,466 L 48,856. Alt. 560 m. Versant nord. Schisto-calcaires. *Castanea sativa* sur terrasse.

Station n° 11 : Mur sur route. 14 barbacanes. Exp. SW. D 291. Coord. I 1,464 L 48,857. Alt. 560 m. Versant nord. Schisto-calcaires. *Quercus pubescens*, *Buxus sempervirens*, *Castanea sativa* sur terrasse.

Station n° 12 : Mur sur route. 23 barbacanes. Exp. SW. D 291. Coord. I 1,460 L 48,858. Alt. 540 m. Versant nord. Calcaires géorgiens. *Quercus pubescens* dominants ; rares *Quercus ilex*, *Juniperus communis*, *Pteridium aquilinum*.

Station n° 13 : Mur sous route. 8 barbacanes. Exp. S. D 291. Coord. I 1,447 L 48,858. Alt. 440 m. Versant nord. Calcaires géorgiens. *Quercus pubescens* dominants ; rares *Quercus ilex*, *Buxus sempervirens*, *Pteridium aquilinum*. Station ombragée.

Station n° 14 : Mur sur route. 16 barbacanes. Exp. W. D 291. Coord. I 1,445 L 48,858. Alt. 430 m. Versant nord. Calcaires géorgiens. *Quercus pubescens*, et *Buxus sempervirens* dominants ; *Quercus ilex*, *Juniperus communis*, *Thymus vulgaris*, *Lavandula latifolia*.

Station n° 15 : Murs sous route. 15 barbacanes. Exp. SW. D 291. Coord. I 1,445 L 48,859. Alt. 410 m. Versant nord. Calcaires géorgiens. *Quercus pubescens* et *Buxus sempervirens* dominants ; *Quercus ilex*, *Aphyllanthes monspeliensis*, *Lavandula latifolia*.

Station n° 16 : Murs sous route. Barbacanes. Exp. E. D 291. Coord. I 1,442 L 48,854. Alt. 370 m. Versant nord. Calcaires géorgiens. *Quercus ilex* dominants ; *Quercus pubescens*. Proximité de col.

Station n° 17 : Murs sous route. 28 barbacanes. Exp. S. et N. D 291. Coord. I 1,438 L 48,865. Alt. 360 m. Versant nord. Calcaires géorgiens. *Quercus pubescens*, *Quercus ilex*.

Station n° 18 : Mur sous route. 13 barbacanes. Exp. S. D 291. Coord. I 1,434 L 48,866. Alt. 330 m. Versant nord. Calcaires géorgiens. *Quercus pubescens*, *Buxus sempervirens* ; rares *Quercus ilex*.

Station n° 19 : Mur sous route. 36 barbacanes. Exp. S. D 291. Coord. I 1,430 L 48,871. Alt. 280 m. Versant nord. Calcaires géorgiens. *Quercus ilex* dominants ; *Quercus pubescens*, Châtaigniers. Proximité d'habitation. Proximité fond de vallée.

Station n° 20 : Mur sur route. 17 barbacanes. Exp. N. Le Coularou. D 291. Coord. I 1,423 L 48,870. Alt. 260 m. Versant nord. Verger de Pommiers. Fond de vallée humide.

Station n° 21 : Mur sur route. 13 barbacanes. Exp. N. Le Coularou. D 291. Coord. I 1,418 L 48,873. Alt. 240 m. Calcaires géorgiens. *Quercus pubescens*. Fond de vallée humide.

Station n° 22 : Mur sur route. 19 barbacanes. Exp. N. Le Vigan. D 291. Coord. I 1,417 L 48,870. Alt. 230 m. Calcaires géorgiens. Verger de Pommiers. Proximité d'habitations.

Tableau I. *Ventilation des captures par station (Phlebotomus ariasi Tonnoir et Phlebotomus perniciosus Newst.). Les surfaces de pièges et les densités de chaque espèce correspondent au cumul de neuf cycles de piégeage, du 13 mai au 8 septembre 1977.*

Stations	Altitudes (en m)	Surfaces de pièges (en m ²)	Phlebotomus ariasi		Phlebotomus perniciosus	
			Nombres	Densités (en m ²)	Nombres	Densités (en m ²)
1	165	13,44	13	0,96	1	0,07
2	230	6,96	3	0,43	.	.
3	250	9,68	36	3,72	1	0,10
4	320	14,88	30	2,02	3	0,20
5	310	52,32	878	16,78	6	0,11
6	320	15,92	346	21,73	.	.
7	350	51,44	568	11,04	2	0,03
8	600	20,48	64	3,12	.	.
9	580	11,60	169	14,57	.	.
10	560	30,64	208	6,79	.	.
11	560	11,28	75	6,65	.	.
12	540	16,08	284	17,66	.	.
13	440	6,40	104	16,25	.	.
14	430	11,36	334	29,40	.	.
15	410	11,28	164	14,54	.	.
16	370	11,68	400	34,24	.	.
17	360	22,64	381	16,83	.	.
18	330	10,00	121	12,10	.	.
19	280	29,36	92	3,13	.	.
20	260	13,92	55	3,95	.	.
21	240	10,00	17	1,70	.	.
22	230	12,80	13	1,01	.	.

Fig. 2. Fluctuation annuelle de *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921 dans le massif de l'Oiselette (Gard). Les densités relatives, exprimées en nombre de Phlébotomes par mètre carré de piège, passent par un maximum situé entre le 15 juillet et le 15 août.

En 1977, ces stations ont pu être échantillonnées à 10 reprises à raison d'un passage tous les quinze jours, du 13 mai au 7 octobre. Le long de « l'itinéraire-transect » ainsi défini (13 km de parcours sur les routes n°s D 349 et D 291), 4 927 pièges adhésifs ont été tendus, correspondant à une surface totale de 394,2 m².

Onze stations ont reçu une moyenne de 120 pièges, cinq stations une moyenne de 200 pièges, deux stations une moyenne de 280 pièges, deux stations une moyenne de 360 pièges. Une station a reçu 643 pièges.

Au dépouillement, 5 050 Phlébotomes ont pu être identifiés, se distribuant comme suit (tableau II) :

Tableau II. Ventilation générale des captures par espèces. Noter la forte densité et la haute fréquence relative de *Phlebotomus ariasi* Tonnoir.

	N° ♀	N° ♂	Total	Densité (P/m ²)	%
<i>Phlebotomus ariasi</i> Tonnoir, 1921	542	3 813	4 355	11,05	86,21
<i>Phlebotomus perniciosus</i> Newstead, 1911	3	10	13	0,03	0,26
<i>Phlebotomus mascittii</i> Grassi, 1908	4	2	6	0,02	0,12
<i>Sergentomyia minuta</i> (Rondani, 1843)	279	397	676	1,71	13,39

Résultats et interprétations

Les résultats, exprimés dans les tableaux I et II, appellent les trois commentaires suivants :

1. *Phlebotomus perniciosus* Newst., 1911 est uniquement représenté sur le versant méridional du massif et encore ne l'est-il que dans son tiers inférieur (tableau I). Sa fréquence reste toujours très faible (0,26 % des captures). Cette observation est en accord avec les conclusions de nos précédents travaux (J.-A. Rioux et coll., 1969). Dans le foyer cévenol, cette espèce ne peut être qu'un vecteur accidentel en regard de l'ubiquiste et très abondant *Phlebotomus ariasi* (86,2 % des captures ; densité moyenne : 11,1 individus par m² de piège).

2. Au cours de la période d'activité imaginaire, correctement encadrée par nos piégeages, les densités de *Phlebotomus ariasi* sont passées par un maximum correspondant aux premières semaines d'août (fig. 2). Ces résultats sont également conformes aux constatations antérieures.

Fig. 3. Distribution altitudinale de *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921 dans le massif de l'Oiselette. Le regroupement des fréquences annuelles selon cinq classes (fonds de vallée, mi-pentes et sommet) fait apparaître deux modes correspondant aux zones de mi-pente SE et NW. La richesse plus grande du versant NW (en réalité W-NW) pourrait s'expliquer par le caractère « montagnard » de l'espèce.

3. Le regroupement des données en cinq classes de fréquences (bas-fonds est et ouest, mi-pentes sud-est et nord-ouest, sommet) fait apparaître une certaine symétrie entre les versants, sous la forme de deux maximums de densités correspondant aux zones intermédiaires (fig. 3). Cette symétrie autorise le regroupement des données selon un seul paramètre : l'altitude. La série ainsi obtenue évoque une distribution normale

dont le mode correspond aux stations de mi-pente, les extrêmes aux bas-fonds et au sommet. L'ajustement statistique à une courbe de Gauss (O, 1), des données regroupées en sept classes d'altitude, de 75 m d'intervalle (125 à 650 m), n'infirme pas cette hypothèse. Dès lors, la moyenne et l'écart-type de la distribution (fig. 4) peuvent être utilisés à titre d'indices, pour situer les niveaux de densités vectorielles maximales (438 m) et, partant, pour estimer l'étendue de la « zone à haut risque » (340 m à 550 m).

Toutefois, cet ajustement constitue une éventualité fortuite dont il est difficile d'apprécier la portée générale. En tout état de cause, la symétrie observée ici, entre « l'effet de crête » et « l'effet de vallée », n'est certainement pas respectée dans la plupart des hauts massifs cévenols où l'altitude des cols dépasse souvent la limite supérieure d'extension de *Phlebotomus ariasi*, c'est-à-dire l'étage du Chêne noir (*Quercus sessiliflora* Salisb.).

Fig. 4. Distribution altitudinale de *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921. Le polygone des fréquences relatives (P/m^2) fait apparaître une symétrie évoquant une distribution normale. La courbe des effectifs cumulés rend également compte de cette distribution. Les différents paramètres sont représentés en haut de figure (trait vertical: moyenne de l'échantillon; rectangle à hachures doubles: intervalle de confiance de la moyenne; rectangle à hachures simples: écart-type de l'échantillon; ligne horizontale: extrêmes observés).

Au demeurant, les problèmes méthodologiques soulevés par une telle hétérogénéité ne sauraient être négligés tant dans les études à grande échelle sur la dispersion ou la transmission (niveau stationnel de G. Long, 1974) que dans les enquêtes de caractère régional sur la macro-structure et l'étendue des foyers leishmaniens. Dans le premier cas, les zones de mi-pente seront spécialement recherchées pour

l'implantation de stations expérimentales. Dans le second, les cols, les culmens, les fonds de gorges et les thalweg encaissés seront évités lors de l'établissement des « itinéraires-transects » (recherche du *continuum* altitudinal).

*
**

Quoi qu'il en soit, les résultats obtenus sont en accord avec l'hypothèse proposée : en Cévennes méridionales, les fermes et les villages bâtis à flanc de côteau, entre 300 et 500 m d'altitude, constituent des sites à « haut risque » en raison de leur richesse en *Phlebotomus ariasi*, vecteur habituel des Leishmanioses viscérales, humaines et canines.

Bibliographie

- Cartan M. : Inventaires et cartographies de répartition d'espèces. Faune et Flore. C.N.R.S., édit. Paris, 1978, 127 p.
- Croset H., Rioux J.-A., Léger N., Houin R., Cadi Soussi M., Benmansour N., Maistre M. : Les méthodes d'échantillonnage des populations de Phlébotomes en région méditerranéenne. *Colloques internationaux du C.N.R.S., Ecologie des Leishmanioses*. Montpellier, 18-24 août 1974, 1977, n° 239, 139-151.
- Killick-Kendrick R., Molyneux D. H., Leane A. J., Rioux J.-A., Lanotte G. : Leishmania in phlebotomid sandflies. VI. The development of *L. infantum* in *Phlebotomus ariasi* a natural vector in the South of France, 1980 (in press).
- Long G. : Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire. 1. Principes généraux et méthodes. Coll. d'éc., 4. Masson, édit., Paris, 1974, 252 p.
- Rioux J.-A., Croset H., Houin R., Papierok B., Tour S. : Observations sur les hauteurs de vol de *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 1971, 46, 277-283.
- Rioux J.-A., Croset H., Lanotte G. : Ecologie d'un foyer méditerranéen de Leishmaniose viscérale. Essai de modélisation. *Colloques internationaux du C.N.R.S. Ecologie des Leishmanioses*. Montpellier, 18-24 août 1974, 1977, n° 239, 295-305.
- Rioux J.-A., Golvan Y.-J., Croset H., Houin R., Juminer B., Bain O., Tour S. : Ecologie des Leishmanioses dans le sud de la France. 1. Les Phlébotomes. Echantillonnage. Ethologie. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 1967, 42, 561-603.
- Rioux J.-A., Golvan Y.-J., Croset H., Tour S., Houin R., Abonnenc E., Petitdidier M., Vollhardt Y., Dedet J.-P., Albaret J.-L., Lanotte G., Quilici M. : Epidémiologie des Leishmanioses dans le sud de la France. *Monographie INSERM.*, 1969, n° 37, 223 p.
- Rioux J.-A., Killick-Kendrick R., Leane A. J., Turner D. P., Bailly M., Young C. J. : Ecologie des Leishmanioses dans le sud de la France. 12. Dispersion transversale de *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921. Expériences préliminaires. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 1979, 54, 673-682.