

LA BABÉSIOSE CANINE A BABESIA CANIS DANS LES ALPES FRANÇAISES DU NORD
ET LE JURA MÉRIDIONAL: CARTOGRAPHIE ÉPIDÉMIOLOGIQUE.
RECHERCHE D'UN EVENTUEL IMPACT HUMAIN DE LA MALADIE.

par S. MARTINOD (1), B. GILOT (2), J. GIREL (3), B. LACHET (4), N. LAURENT (5)

Introduction	4
I.- Cartographie à petite échelle (1/2 200 000) de la Babésiose canine dans le Jura méridional, les Alpes françaises du Nord et leur avant-pays	5
II.- Cartographie épidémiologique à 1/50 000 de la Babésiose canine dans le Jura méridional	8
III.- Recherche d'un éventuel impact humain de la maladie	17
Conclusion	18
Bibliographie	19

RESUME.- La Babésiose canine à Babesia canis est en extension dans les collines et basses montagnes des Alpes françaises du Nord et du Jura méridional. Ce développement, dû essentiellement à la création de milieux favorables au vecteur de la maladie (Dermacentor reticulatus), est lié à des phénomènes socio-économiques (abandon de l'agriculture traditionnelle au profit de l'urbanisation). Par confrontation des données écologiques (végétation naturelle, agriculture et autres influences humaines) et des données nosologiques (taux d'infection canine), les auteurs présentent deux cartes épidémiologiques (à 1/2 200 000 et 1/50 000), permettant de visualiser les différentes zones de risque actuel et futur. En outre, des recherches visant à déceler d'éventuels stigmates sérologiques chez l'homme sont entreprises.

Mots-clés : Cartographie épidémiologique - Babésiose canine - Tiques - Alpes françaises - Jura méridional.

SUMMARY.- CANINE BABESIOSIS (BABESIA CANIS) IN THE NORTHERN FRENCH ALPS AND SOUTHERN JURA: EPIDEMIOLOGICAL MAPPING - RESEARCH INTO A POSSIBLE HUMAN IMPACT OF THE DISEASE.

Canine Babesiosis is extending into the hills and uplands of french northern Alps and southern Jura. The development of the disease, essentially due to establishment of Ticks biotopes, is associated with socio-economical changes (neglect of agricultural practices and rapid increase of urban expansion).

Ecological data (natural vegetation, agriculture and some others anthropic factors) and nosological data (canine contamination rates) are used to produce two epidemiologic maps. The 1/2 200 000-scale map shows the more or less favourable to the disease "topographic-Areas" while the 1/50 000-scale map is showing a classification of the different present and future "Risk-Areas" in a contaminated district. Besides, investigations about possible human serological Stigma are undertaken.

Key-words : Epidemiological-Mapping - Canine Babesiosis - Ticks - Northern Alps - Southern Jura - France.

(1),(2),(3),(4),(5) : voir adresses des auteurs à la fin de l'article.

INTRODUCTION

Le but de la cartographie épidémiologique est non seulement de localiser avec précision les foyers de maladie, mais de mettre en évidence les relations fonctionnelles existant entre la maladie, le vecteur, le germe et les différentes composantes du milieu (GILOT et al., 1983). Cette discipline est susceptible de rendre de très grands services, sur le plan théorique (compréhension des mécanismes qui président à la genèse de la maladie) et pratique (aide à la prophylaxie), principalement dans le champ de certaines affections parasitaires. Dans ces conditions, on ne peut que s'étonner du fait que, malgré l'intérêt que lui ont manifesté, récemment, plusieurs auteurs (MOLLARET, 1975; DEDET, 1977), elle ait donné lieu en France, à l'élaboration de documents aussi peu nombreux.

Cette étude s'insère dans le cadre d'une série de travaux entrepris depuis plusieurs années, ayant pour but de poser les bases méthodologiques d'une telle approche spatiale de la maladie, dans le cadre des affections liées à l'existence de vecteurs ou d'hôtes intermédiaires, en prenant comme exemples les parasitoses qui sévissent dans les Alpes françaises et leur avant-pays. Un premier essai, concernant le foyer de Leishmaniose provençale a été publié ici-même (GILOT et al., 1983). Le présent travail concerne la Babésiose canine à Babesia canis (Piroplasma) (Piana et Galli Valerio 1891), essentiellement, sinon exclusivement, transmise sur le territoire d'étude par une tique exophile à trois hôtes, Dermacentor reticulatus (Fabricius 1794): seuls les adultes de cet ectoparasite se fixent sur le chien; les stades pré-imaginaux (larves et nymphes) se nourrissent sur les micromammifères. D'autres tiques vectrices ne sont pas cependant à exclure (Rhipicephalus sanguineus, Latreille 1806), tant que des études précises n'ont pas été effectuées.

La Babésiose à Babesia canis n'a bénéficié, en France et dans les pays limitrophes, que de peu de travaux à caractère épidémiologique et ces travaux n'ont, en général, qu'une valeur écologique et cartographique limitée; il s'agit, au mieux, d'études à petite échelle (FOURNIER, 1974) et la base écologique sur laquelle elles reposent a été insuffisamment précisée. FOURNIER, dans le cadre d'une enquête générale (auprès de 365 vétérinaires) sur la Babésiose canine en France montre que la maladie est notamment présente dans cinq départements de la région Rhône-Alpes, avec une fréquence variable sur ce territoire (grande fréquence dans l'Ain, le Rhône et l'Isère, fréquence moyenne en Savoie et Haute-Savoie).

De tels documents ne permettent malheureusement pas de se faire une idée claire de la répartition de la Babésiose et du déterminisme de son apparition dans un secteur donné. En effet, les informations de base ne sont pas suffisamment homogènes, et d'autre part les faits pathologiques ne sont ni situés dans leur contexte écologique ni reliés à ce que nous connaissons de la distribution du vecteur.

Cependant, au cours de la dernière décade, d'importants progrès ont été réalisés dans la région Rhône-Alpes, tant en ce qui concerne la biologie (GILOT et al., 1973 et 1974) que la cartographie de la tique vectrice (GILOT et al., 1979). Des indicateurs ont été trouvés, permettant non seulement de localiser Dermacentor reticulatus, mais encore d'avoir une idée des effectifs probables de ses populations. On s'est rendu compte, également, que certains facteurs socio-économiques liés à l'urbanisation jouaient un rôle déterminant pour l'éclosion de la maladie (GILOT et al., 1976).

Les conditions paraissaient donc réunies pour exprimer nos observations par la cartographie. Pour ce faire, nous avons envisagé l'élaboration de documents à des échelles différentes, dont l'intérêt peut être complémentaire. Rappelons que de tels documents doivent permettre une meilleure compréhension des phénomènes qui président à l'éclosion de la maladie vectorielle et de désigner les secteurs où la probabilité de contracter la maladie est la plus élevée.

a) Un document à petite échelle (1/2 200 000) ayant pour but de localiser les territoires favorables à la parasitose dans l'ensemble des Alpes françaises du Nord, de leur avant-pays, et le Jura méridional.

Des enquêtes antérieures à ce travail* (GILOT, 1970-1972, GILOT et GRUFFAZ, 1976), non publiées, effectuées par sondages, avaient mis en évidence le fait que la Babésiose canine sévissait très inégalement sur les secteurs considérés, mais aucun document synthétique n'avait été alors élaboré.

C'est ce type de document, indispensable à l'échelle régionale pour faire le point de l'incidence épidémiologique de la Babésiose canine à une époque donnée, que nous avons réalisé en tenant compte, d'une part, de l'expérience journalière des praticiens (données nosologiques) et, d'autre part, des caractéristiques écologiques et acarologiques (distribution du vecteur) de territoires clairement individualisés.

(*) La première, auprès des vétérinaires locaux par contact téléphonique dans les années 1970-1972 et portant sur les départements suivants: Ain, Isère, Savoie, Haute-Savoie, Drôme. La deuxième, en 1976, avec l'aide de l'Entente Interdépartementale de la Démoustication (Ain, Isère, Rhône, Savoie) auprès des maires des communes de l'Ain et du Jura.

b) Un document à plus grande échelle (1/50 000) visant à définir sur un territoire de plus faible superficie des secteurs de risque différent, c'est-à-dire des secteurs où la probabilité de contracter la maladie est plus ou moins grande.

Pour cette deuxième approche, nous avons choisi un territoire où les phénomènes de néo-urbanisation étaient suffisamment prononcés sans être trop "anciens", de façon à ce que les secteurs infestés par la maladie et les secteurs indemnes puissent être nettement tranchés. La région située autour de l'agglomération de Belley (Jura méridional) nous a paru réunir les conditions favorables à cette étude et les indicateurs retenus (écologiques et socio-économiques), ceux qui avaient été proposés antérieurement.

I - CARTOGRAPHIE À PETITE ÉCHELLE (1/2 200 000) DE LA BABÉSIOSE CANINE DANS LE JURA MÉRIDIONAL, LES ALPES FRANÇAISES DU NORD ET LEUR AVANT-PAYS

La zone d'étude fait partie administrativement de la région Rhône-Alpes; six départements sont concernés (Ain, Isère, Rhône, Savoie, Haute-Savoie, Drôme).

Sur un plan géographique, nous pouvons distinguer schématiquement un couloir méridien de plaines et de collines flanqué, de part et d'autre, par deux ensembles montagneux, Alpes et Jura à l'Est, bordure orientale du Massif Central à l'Ouest, séparés par le couloir Rhône-Saône.

La zone d'étude (37 500 km²) présente une grande diversité: l'altitude varie de 100 m à 4 800 m; le climat, subissant des influences diverses (continentales, océaniques et méditerranéennes), est très diversifié comme le traduit, en particulier, la grande variété des paysages végétaux.

A - METHODES

Les différentes entités écologiques retenues pour notre travail sont celles qui ont été délimitées par LEBRETON et al. (1977) pour l'étude des oiseaux nicheurs. Ce découpage a fait ses preuves pour situer des phénomènes biologiques complexes: chaque "district" présente en effet une bonne homogénéité physique (géologique et climatique) et biologique (végétation) et correspond à une région naturelle. Le relief est le principal critère de discontinuité: les lignes de crêtes et les fonds de vallées constituent les frontières essentielles de ces secteurs.

Les données nosologiques ont été obtenues par une enquête effectuée à l'automne 1982: une lettre circulaire a été adressée à chaque cabinet vétérinaire de la zone d'étude. Cent trente groupes (deux cents vétérinaires) ont ainsi fait l'objet du sondage. Les questions posées étaient les suivantes :

- 1) Rencontrez-vous des cas de Babésiose canine dans le cadre de votre pratique vétérinaire ?
- 2) Si oui, indiquez le nombre de cas que vous diagnostiquez chaque année.
- 3) Localisez précisément (cantons, communes, hameaux) les secteurs favorables à cette maladie.

Les réponses aux deux premières questions se sont révélées globalement satisfaisantes. Par contre, les données concernant la localisation des cas de Babésiose ne présentent pas toujours un grand degré de précision: elles ont toutefois permis de situer correctement les zones infectées dans le cadre d'un découpage à une échelle appropriée (délimitation de secteurs écologiques suffisamment vastes), (échelle 1/2 200 000). Les données recueillies permettent également de se faire une idée sur l'évolution de la maladie, certains changements notables étant intervenus entre 1960 et 1982.

B - RESULTATS

1 - Localisation de la maladie

Le tableau I dresse la liste des secteurs distingués et indique leurs caractéristiques écologiques. La figure 1 montre que, sur les quarante secteurs distingués, six sont très fortement infestés par la maladie, treize peuvent être considérés comme fortement infestés et vingt comme peu atteints. Dix-neuf (soit près de la moitié) sont pratiquement indemnes.

TABLEAU I

Désignation des secteurs pris en compte pour l'étude et caractérisation écologiques de ces secteurs.

Zones	Altitude (en m)				Précipitations	Densité population	Impact l'agriculture intensive
	0 - 400	400 - 800	800 - 1500	1500 A			
1	31	67	2	0	1	2	2
2	100	0	0	0	1	2	2
3	74	26	0	0	2	1	2
4	1	74	25	0	3	2	2
5	3	42	48	7	3	1	1
6	20	74	6	0	2	3	2
7	0	12	15	73	2	2	1
8	100	0	0	0	1	2	2
9	100	0	0	0	1	1	3
10	9	32	59	0	3	1	2
11	1	49	49	1	3	1	2
12	26	70	4	0	2	2	2
13	0	92	8	0	2	2	2
14	0	14	44	42	3	1	1
15	0	6	21	73	3	1	1
16	0	5	26	69	3	2	1
17	30	64	6	0	1	2	2
18	100	0	0	0	1	3	3
19	93	7	0	0	1	2	1
20	41	42	17	0	3	1	1
21	98	2	0	0	2	2	3
22	3	34	54	9	3	1	1
23	1	7	25	67	3	1	1
24	100	0	0	0	1	3	3
25	52	48	0	0	1	2	3
26	87	13	0	0	1	2	3
27	38	46	16	0	2	1	2
28	1	29	58	12	3	1	1
29	100	0	0	0	2	3	3
30	3	23	37	37	3	1	1
31	2	9	20	69	1	1	1
32	2	5	11	82	1	1	1
33	60	40	0	0	2	1	2
34	100	0	0	0	1	2	9
35	0	1	19	80	1	1	1
36	99	1	0	0	1	2	3
37	1	20	64	15	2	1	1
38	3	22	69	6	2	1	2
39	0	1	18	81	1	1	1
40	0	0	12	88	1	1	1

PRECIPITATION en mm :

- 1 : 600 - 1 000
2 : 1 000 - 1 400
3 : 1 400 et plus

DENSITE DE POPULATION :

- 1 : < 50 h/km²
2 : 50-130 h/km²
3 : > 130 h/km²

IMPACT DE L'AGRICULTURE INTENSIVE :

- 1 : faible
2 : moyenne
3 : forte

ALTITUDE :

Le chiffre indiqué pour chaque tranche altitudinale exprime des pourcentages.

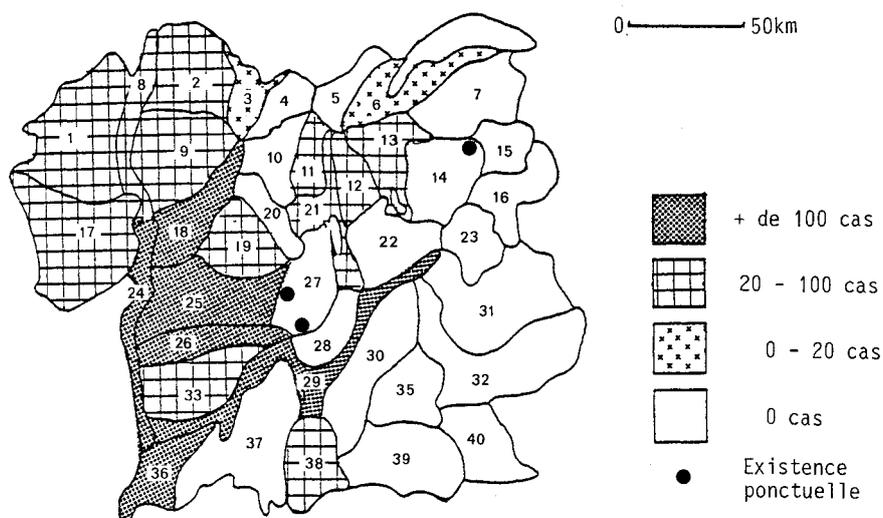


Fig.1.- Répartition de la Babésiose canine dans le Jura méridional, les Alpes françaises et leur avant-pays.

Les vallées des grands cours d'eau (Rhône, à partir de Lyon, Saône, Isère) et les zones de basse altitude (Bas-Dauphiné, Est lyonnais) sont plus particulièrement touchées. En revanche, d'autres territoires reconnus comme favorables (la Dombes, par exemple) par des praticiens non autochtones sont beaucoup moins atteints.

La Babésiose canine sévit essentiellement dans les zones déforestées et sa répartition coïncide avec celle du vecteur (fig. 2).

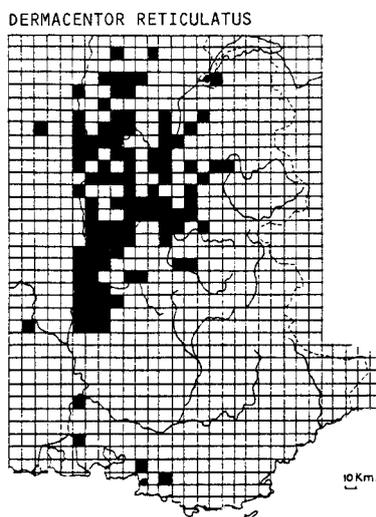


Fig.2.- Répartition connue de Dermacentor reticulatus dans les Alpes françaises et leur avant-pays. (Selon GILLOT, sous presse). Chaque carré visualise une surface de 10 km de côté.

Les grandes villes de la région Rhône-Alpes (Grenoble, Lyon) et, depuis moins longtemps, Chambéry et Annecy, paraissent constituer des foyers à partir desquels la maladie s'irradie. La densité de population humaine associée à la multiplication des biotopes favorables à la tique joue un rôle indiscutable. Cependant tous les secteurs où la maladie s'épanouit ne sont pas homologues: certains sont effectivement liés à l'expansion urbaine, mais d'autres sont encore très franchement ruraux (par exemple, le Bas-Dauphiné).

La Babésiose canine est absente des grands massifs montagneux (Alpes et Préalpes, Jura à partir de l'étage montagnard). On peut noter cependant une certaine inégalité de répartition en altitude, suivant les régions. Ainsi, dans le Bugey, elle paraît disparaître dès 600 m; dans la région grenobloise, les foyers les plus élevés que nous connaissions se situent autour de 800 m; en revanche, la Babésiose canine est connue depuis peu sur le plateau de la Mure (Isère) à une altitude voisine de 1 000 m.

2 - Evolution de la maladie

Depuis vingt ans, la maladie paraît progresser régulièrement. Dans les zones atteintes, le nombre de cas est le plus souvent en augmentation. De plus, la Babésiose colonise chaque année de nouveaux territoires. A partir des foyers connus depuis longtemps (région lyonnaise), une progression d'Est en Ouest, en direction des Alpes, se poursuit régulièrement, en suivant les vallées. Les agglomérations grandes et moyennes, créatrices de zones "urbaines" propices à des mouvements de chiens importants, jouent un rôle de catalyseur. Ainsi, la maladie est apparue vers 1945, à Bourgoin (Isère), entre 1960 et 1970 à Belley (Ain) et après 1975 à Cluses (Haute-Savoie). Après la région d'Annecy et le Genevois, les bords du lac Léman sont atteints à leur tour. La Suisse, à cause de la rareté des terrains propices au vecteur, semble encore épargnée. Une enquête ultérieure devra s'efforcer de collecter des renseignements suffisamment précis pour édifier une cartographie dynamique de la maladie en rapport avec les facteurs de milieu.

II - CARTOGRAPHIE ÉPIDÉMIOLOGIQUE À 1/50 000 DE LA BABÉSIOSE CANINE DANS LE JURA MÉRIDIONAL

A - CARACTERISTIQUES DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude (40 km²) est située à l'extrémité méridionale du Jura. Elle est limitée par le massif du Grand Colombier et le Valromey au Nord, le Rhône au Sud et à l'Ouest, le Rhône et la chaîne de l'Epine. Elle est essentiellement composée d'une cuvette fortement ondulée (bassin de Belley) bordée à l'Ouest par le massif du Mollard Dedon (1 217 m). Un essai de zonation climatologique à l'aide de la végétation a été réalisé antérieurement (GIREL, 1982). Le lecteur voudra bien s'y rapporter.

La végétation naturelle occupe une grande surface (50 %). Au niveau de l'étage montagnard, elle appartient à la série du Hêtre; au niveau de l'étage collinéen, à la série de la Chênaie à Charme et à celle du Chêne pubescent (DOBREMEZ et al., 1974). Les zones marécageuses sont fréquentes à la périphérie des lacs et le long des cours d'eau. Leur surface est généralement peu étendue, à l'exception du marais de Lavours, en bordure du Rhône, qui s'étend sur 2 000 hectares.

L'activité agricole varie en fonction de l'altitude: dans la zone montagnarde, elle est de type traditionnel, à vocation d'élevage. La zone collinéenne est caractérisée par des exploitations petites ou moyennes, à polycultures herbagères et vignes, tandis que dans le planitiaire (plaines et terrasses) les exploitations, plus grandes, évoluent vers la céréaliculture (maïs, blé, orge), (paysages de type "openfield"). Enfin, en périphérie des petites villes (Belley, Yenne, Artemare, Culoz...), l'existence de zones suburbaines et périurbaines bien développées traduit une forte pression humaine sur les milieux.

22 133 habitants résident sur une surface de 38 978 ha, soit une densité de 0,56. Près de 40 % de la population se trouve à Belley, qui offre la majorité des emplois locaux (industrie, artisanat, commerce, services). L'agriculture occupe encore 11,3 % de la population totale.

La proximité de Lyon (80 km) se traduit par l'existence de nombreuses résidences secondaires; ce phénomène est particulièrement développé sur les zones collinéennes et montagnardes.

Au total cette étude concerne quarante-trois communes (six cantons, de deux départements).

B - LE DEVELOPPEMENT DE LA BABESIOSE CANINE DEPUIS 1960 ET LES MUTATIONS ECONOMIQUES DANS LE BASSIN DE BELLEY

1 - Implantation et développement de la Babésiose canine

La maladie est apparue entre 1960 et 1970, période pendant laquelle de rares cas annuels ont été diagnostiqués. Depuis lors, la fréquence de la maladie n'a cessé d'augmenter. La figure 3 indique le nombre de cas traités chaque année par les vétérinaires de Belley de 1969 à 1982; en grande majorité, il s'agit de chiens autochtones, mais on n'a pu exclure de la statistique les animaux contaminés à l'extérieur de la zone. Actuellement les cas ectopiques et les récidives représentent 40 % du nombre total. Nous constatons une progression constante du nombre de chiens traités avec quelques paliers (1973-1975, 1976-1979). Il est donc important de comprendre pourquoi le vecteur et la maladie ont réussi leur implantation dans la région.

2 - Evolution des facteurs socio-économiques

L'écologie du vecteur dans les zones péri-urbaines est maintenant bien connue. L'augmentation du nombre de cas de Babésiose canine au voisinage des grands centres urbains (landes, friches, terrains vagues...) est liée à des facteurs socio-économiques précis (abandon de l'espace rural, mitage de l'espace péri-urbain par des constructions nouvelles). Les données socio-économiques, dont nous faisons état ici, proviennent du recensement INSEE (1962-1968 et 1975-1982) et des recensements généraux de l'agriculture (1980).

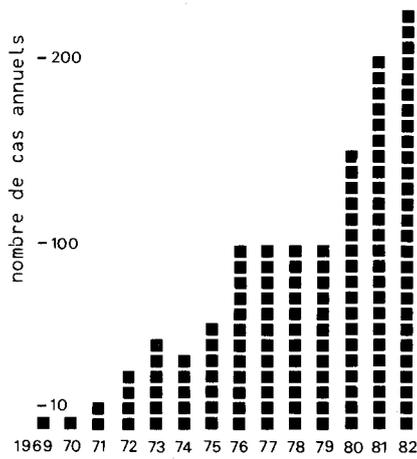
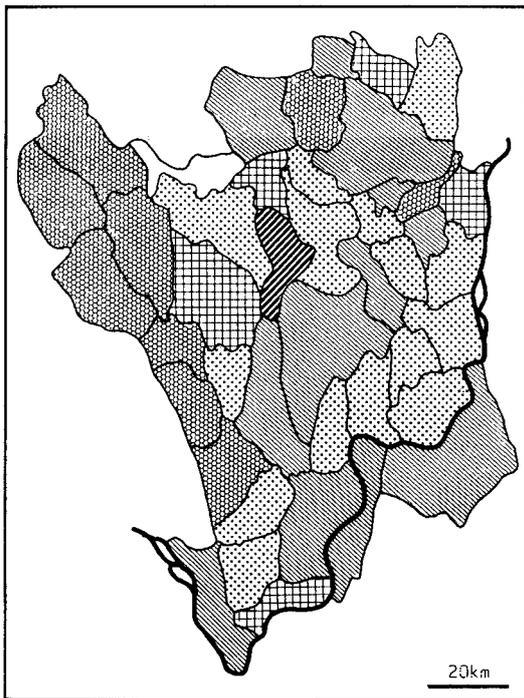


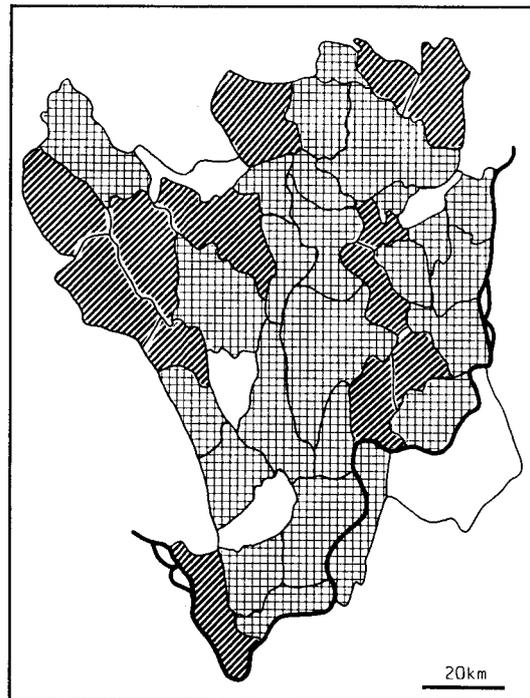
Fig.3.- Evolution du nombre de cas annuels de Babésiose canine traités par les vétérinaires de Belley de 1969 à 1982

a) Etude générale

Dans un premier temps, nous examinerons les variations de quelques facteurs susceptibles d'exprimer la dynamique des relations ville-campagne pendant la période 1970-1980, où la Babésiose canine est apparue et s'est développée. Nous observons au niveau de la région:
 - une augmentation de la population humaine de 1968 à 1982: + 1891 habitants, soit une variation relative de + 9,28 % (fig.4);



variations positives    
 variations négatives    
 0,1 - 0,9 1,0 - 4,9 5 et plus 0



variations négatives   
 0 - 0,199 2 - 3,99 4 et plus

Fig.4.- Variations de la population humaine sur le territoire d'étude de 1968 à 1982 (taux annuels)

Fig.5.- Variations de la population active agricole sur le territoire d'étude de 1970 à 1980 (taux annuels)

- une diminution de la surface agricole utilisée de 1970 à 1980 (SAU): - 1 281 hectares, soit une variation relative de - 7,79 %;
- une diminution de la surface toujours en herbe de 1970 à 1980 (STH): - 1 508 hectares, soit une variation relative de - 13,83 %. La variation de STH est plus accentuée que celle de SAU du fait du développement des cultures céréalières (maïs, blé);
- une diminution de la population active agricole : - 903 actifs, soit une variation relative de - 26,4 %.

La figure 5 montre que l'exode rural est variable, mais affecte toutes les communes; la variation a déjà eu lieu à Belley (zone de polyculture avec de petites exploitations) avant 1970: c'est pourquoi le phénomène y est, maintenant, moins prononcé par opposition à la montagne (zone d'agriculture traditionnelle avec élevage).

La forte diminution de la population agricole depuis 1955 se manifeste différemment suivant les secteurs concernés: à proximité des surfaces urbaines, les terrains agricoles deviennent terrains à bâtir; les surfaces en friche augmentent dans toutes les zones (marais, pentes fortes, zones péri-urbaines); enfin, au niveau des plaines et des terrasses surtout, la surface des exploitations restantes augmente, ce qui aboutit à la création d'un paysage de type "openfield".

Certaines communes (en montagne: Mollard Dedon, ou en bordure de marais: Lavours) éloignées des centres industriels ou peu attractives se voient par cet exode compensées par un apport de résidents nouveaux. Le cas du bassin de Belley, plus complexe, mérite une étude particulière. La diminution de l'activité agricole et l'augmentation de la population totale traduisent une "urbanisation du travail" (DAVID, 1980).

b) Etude particulière du canton de Belley

Centre administratif (sous-préfecture, lycée, hôpital) et industriel, Belley étend son influence sur l'ensemble du secteur.

La population de Belley, stable pendant 150 ans, augmente de façon constante depuis 1954: 53 % en 28 ans (tabl. II). L'examen de l'évolution des communes montre que cette augmentation n'est pas uniforme (tabl. III).

TABLEAU II

Evolution du nombre d'habitants de la ville de Belley

année	habitants	année	habitants	année	habitants	année	habitants
1695	2556	1921	6536	1954	5470	1982	8372
1826	5284	1931	5126	1962	6442		
1886	4842	1936	5815	1968	7653		
1906	5707	1946	5308	1975	8224		

TABLEAU III

Bilan démographique du canton de Belley

année	Population		Solde naturel		Solde migratoire	
	totale	communes rurales	total	communes rurales	total	communes rurales
1954	11 450	5 980				
1962	11 542	5 584	- 52	- 208	+ 303	- 287
1968	12 497	5 448	+ 227	- 125	+ 770	+ 6
1975	13 777	5 553	+ 348	- 170	+ 193	+ 189
1982	14 728	6 356	+ 252	- 215	+ 935	+ 995

- 1954-1962 : la ville-centre croît, les communes rurales voisines se dépeuplent, la population totale du canton restant stationnaire.

- 1962-1968 : l'extension de Belley ne se fait plus au détriment des petites communes. L'agglomération étend maintenant sa zone d'influence au-delà des limites cantonales. Ce phénomène est le signe d'un développement rapide.

- 1968-1975 : les communes du pourtour de la ville-centre deviennent attractives. L'accession à la propriété individuelle explique, en partie, ce phénomène (terrains meilleur marché, cadre agréable...).

- 1975-1982 : la population totale du canton augmente de façon importante. Ce phénomène est dû principalement à la croissance des communes périphériques (fig. 6 et 7).

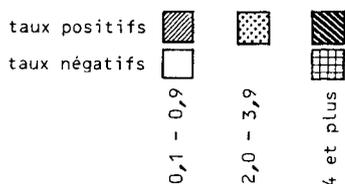
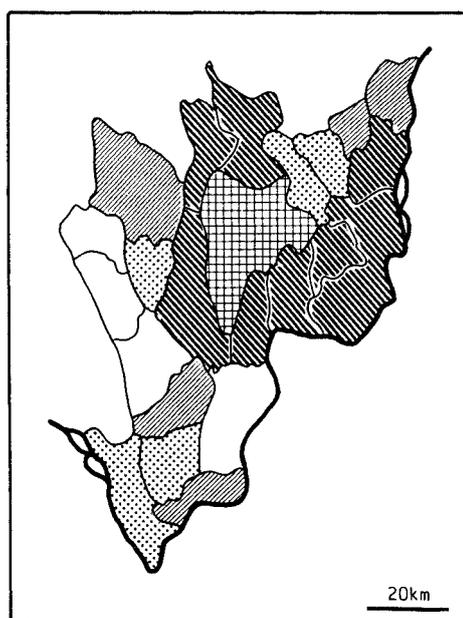


Fig.6.- Soldes migratoires pendant la période 1968-1982 (taux annuels) dans le canton de Belley

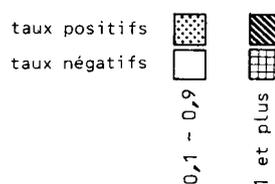
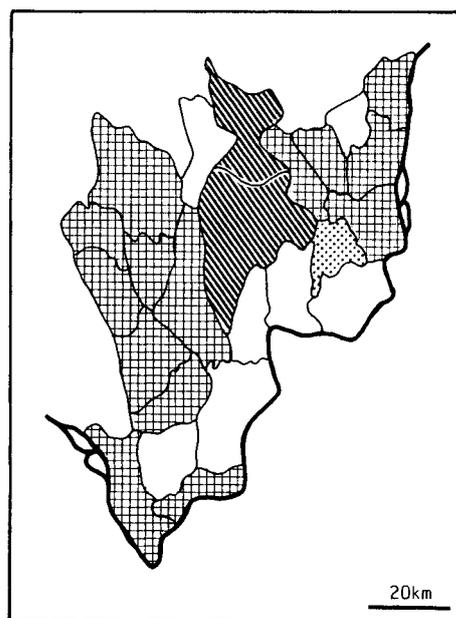


Fig.7.- Excédents naturels 1968-1982 (taux annuels) dans le canton de Belley

Ainsi, après une succession de périodes contradictoires, Belley a établi avec sa périphérie un nouveau tissu de relations aboutissant par un mitage de l'espace à la création de zones péri-urbaines ou urbaines favorables au développement de la tique *Dermacentor reticulatus*. Un tel phénomène pourrait s'observer à moindre échelle autour des plus petits centres (Yenne, Culoz, Virieu-le-Grand, Artemare).

c) Comparaison à l'échelon communal

Toutes les communes ne sont pas uniformément touchées par la Babésiose canine. Il est possible de définir un "taux de Babésiose" (= nombre de chiens affectés par la maladie pendant un an / nombre de chiens total) très variable d'une commune à l'autre.

Nous avons cherché s'il existait un lien entre les données socio-économiques et le taux d'infection, afin de pouvoir prévoir les communes susceptibles d'être touchées par la maladie et les communes indemnes. A cette fin, nous avons calculé le coefficient de corrélation. Nous utilisons les paramètres suivants : densité humaine, densité canine et bovine, SAU en 1980/surface totale, STH en 1980/surface totale, nombre d'actifs agricoles en 1980/ha SAU. Seul le facteur densité de population humaine (coefficient de corrélation 0,476 supérieur au r test 0,396 avec 41 degrés de liberté au seuil de certitude 99 %) et le rapport SAU en 1980/surface totale (coefficient 0,427) sont corrélés avec le taux de Babésiose pour les communes étudiées.

L'étendue de la surface agricole utilisée et la densité humaine jouent donc un rôle déterminant dans la répartition de la maladie. Les limites communales ne pouvant pas servir de support à la cartographie, nous avons été contraints de réaliser un découpage écologique préalable plus conforme à la réalité. Les données socio-économiques que nous venons d'évoquer ne pourront plus, dès lors, être retenues.

3 - Méthodologie de la cartographie

a) Principes généraux

On évalue l'infection canine au sein de territoires écologiquement différents et nettement individualisables grâce à des critères objectifs permettant une détection facile sur le terrain. Chaque zone à individualiser doit être suffisamment vaste pour que le site de contamination du chien soit interne à celle-ci, pas trop grande cependant pour ne pas être hétérogène. L'échelle choisie est le 1/50 000. Le découpage a été établi à partir de photos aériennes (mission IGN 1973-1980) et d'observations effectuées sur le terrain en 1981 et 1982. Quatre cartes topographiques IGN à 1/50 000 ont été utilisées: Belley (feuille XXXII-31), Rumilly (feuille XXXIII-31), Chambéry (feuille XXXIII-32) et la Tour du Pin (feuille XXXII-32).

Le calcul du taux d'infection (nombre de chiens atteints en 1982/nombre de chiens total) dans chaque zone distinguée est ensuite effectué. Les tests statistiques permettent de définir des classes de risque, supports de la cartographie épidémiologique.

La validité des résultats est alors vérifiée par une enquête sérologique et la recherche du vecteur est pratiquée au sein des différentes zones.

b) Réalisation du découpage écologique

La répartition de Dermacentor reticulatus est liée à des composantes écologiques (climat, végétation, facteurs anthropiques). Le zonage devra tenir compte de l'impact de tous les facteurs que nous venons de citer.

a) Découpage à l'aide de la notion de série de végétation

La végétation qui reflète les facteurs climatiques, édaphiques et anthropiques est le principal indicateur écologique pris en compte. Les séries présentes dans la région sont les suivantes: planitiaire, collinéenne, submontagnarde et montagnarde. Ce découpage suffit pour donner une idée globale de la distribution de la maladie. La Babésiose canine n'existe que dans la zone collinéenne (séries de la Chênaie à Charme et de la Chênaie à Chêne pubescent); elle est absente dans les autres séries (planitiaire, submontagnarde et montagnarde). Cependant, un examen plus attentif montre que l'incidence de la maladie est très variable à l'intérieur des séries globalement favorables. Cette hétérogénéité ne s'explique qu'en faisant intervenir d'autres critères: ouverture plus ou moins grande du milieu, position de lisière de la zone, nature et importance des phénomènes d'urbanisation.

β) Autres facteurs pris en compte

- Facteurs écologiques

L'ouverture du milieu se traduit, par une augmentation de la diversité écologique, rend aisé le passage des hôtes et facilite les échanges. Le vecteur Dermacentor reticulatus colonise les zones où la forêt n'occupe que des surfaces restreintes. Ainsi, la bordure du Mollard Dedon constitue un bloc homogène, compact et peu pénétrable, où les surfaces boisées occupent une place privilégiée; la vigne y est presque absente; le paysage est uniforme avec une alternance de prairies de fauche et de pâturages. Nous avons distingué cette zone -à priori peu favorable- du reste du collinéen, constitué de petits flots calcaires détachés de l'ensemble du massif et entourés par des secteurs d'altitude plus faible et plus anciennement déforestés, beaucoup plus favorables au vecteur.

Le paysage favorable présente un aspect mosaïqué, à cause de la juxtaposition de plusieurs types de cultures et de la multitude des expositions.

Les processus d'urbanisation modifient le tissu rural et créent des biotopes favorables au vecteur. Ainsi, nous distinguerons, la ville même de Belley où il persiste seulement de rares flots de végétation dégradée (terrains vagues...); la zone péri-urbaine de cette ville, où la multiplication des constructions crée le mitage de l'espace rural doit également être considéré comme une entité particulière; enfin, le pourtour immédiat du bassin de Belley caractérisé par un habitat récent diffus et par la persistance sporadique du bocage, qui constitue une unité intermédiaire entre les deux zones précédentes et l'espace rural plus traditionnel.

Les zones de lisière sont souvent oubliées dans les découpages écologiques. Elles sont néanmoins importantes. Il nous a paru primordial de prendre en considération la position de piémont de certaines zones par rapport aux grands massifs calcaires (Mollard Dedon, Grand Colombier). C'est ainsi que nous distinguerons deux zones en raison de leur exposition très différente (une au Nord, entre le Mollard Dedon et la zone planitiaire, l'autre au Sud entre le massif du Grand Colombier et la zone planitiaire).

La prise en compte des différents facteurs écologiques précisés plus haut nous a permis la réalisation d'un premier découpage qui s'est révélé efficace pour comprendre la distribution de la maladie. Cependant, dans un secteur complexe, constitué par des synclinaux et anticlinaux disloqués, et apparemment homogènes du point de vue écologique, nous avons constaté des variations importantes sur le plan épidémiologique.

La recherche de nouveaux critères susceptibles de rendre compte de cette réalité nous a amené à l'utilisation d'autres données, de nature socio-économiques.

- Facteurs socio-économiques

L'évolution socio-économique récente à l'intérieur de chaque zone peut être mise en évidence par les variations des deux facteurs suivants :

. Le nombre d'exploitations agricoles: dans le cas particulier du Bugey ce nombre traduit à la fois la vocation de chaque unité (il est faible dans les zones péri-urbaines, fort dans les zones rurales) et son évolution économique et paysagère.

. Le nombre de constructions nouvelles qui est obtenu par le recensement des demandes de permis de construire. Il traduit l'évolution démographique, mais aussi paysagère au cours de la période de mutation.

Ces deux facteurs combinés conduisent à définir ce que nous appellerons un "indice de rurbanisation" (IR) qui s'exprime ainsi:

$$IR = \frac{\text{nombre de constructions nouvelles depuis 1960}}{\text{nombre d'exploitations agricoles en 1982}}$$

Par exemple, un fort "indice de rurbanisation" se traduit par une augmentation importante de constructions nouvelles et une diminution synchrone du nombre des exploitations agricoles, et reflète donc, dans la plupart des cas, une augmentation des surfaces favorables à l'installation de Dermacentor reticulatus.

Cet indice permet de scinder l'entité "chaînon disloqués" au Sud du massif du Grand Colombier en deux types très tranchés, A et B. Il nous a également servi à vérifier la validité du zonage effectué.

c) Evaluation du taux d'infection canine dans les différents secteurs

a) Recensement de la population canine totale

Le document de base est constitué par les certificats de vaccination annuelle antirabique, grâce auxquels on peut identifier le chien (sexe, race, âge) et localiser le propriétaire. Compte tenu de l'obligation de vaccination de certaines catégories de chiens (chasse..) en zone déclarée infectée de rage, on peut estimer qu'environ 80 % des animaux sont ainsi recensés. La population de chiens étant liée à la population humaine, nous avons retenu un découpage en communes, hameaux et lieux-dits. Ces données ont été complétées par une enquête directe auprès des propriétaires d'animaux. Nous pouvons estimer avoir recensé ainsi la quasi-totalité des chiens (3 060 au total).

Chaque chien est localisé avec précision d'après le domicile de son propriétaire. Seuls les animaux autochtones sont pris en compte. Le caractère estival du tourisme (juillet-août) correspondant à l'absence d'activité imaginaire du vecteur, on a pu éviter de prendre en compte les chiens de résidents à temps partiel.

Le nombre de chiens résidant dans chaque zone fait l'objet d'un dénombrement. L'expérience nous a montré que l'aire de déplacement des chiens s'inscrivait à l'intérieur de grandes zones définies à cette échelle. Les déplacements plus importants (chasse, promenade du dimanche) ont généralement lieu dans des secteurs défavorables à Dermacentor reticulatus (forêt, marais...).

β) Recensement des cas de Babésiose

Pour qu'un chien soit reconnu atteint de Babésiose, il faut qu'il réponde à deux conditions: il doit présenter, lors de l'examen, les signes cliniques de la maladie. De plus, un frottis sanguin doit apporter la preuve de l'infection en révélant la présence de Babesia canis.

En présence d'un chien cliniquement suspect de Babésiose, un frottis sanguin est réalisé systématiquement, soit directement à partir d'une goutte de sang prélevée par effraction cutanée à la face interne de l'oreille, ou indirectement à partir de sang recueilli sur tube hépariné, au niveau de la veine sous-cutanée craniale de l'avant-bras. La coloration est effectuée à l'aide de la méthode de coloration rapide DIFF-QUICK N.D. (HARLECO LAB), basée sur le principe de WRIGHT-GIEMSA, qui nous a toujours donné satisfaction. La lecture de la lame est faite au microscope (x800 ou 1 200 à l'immersion), suivant la méthode décrite par ROBIN en 1974 (recherche en queue de frottis pendant 10 mn). Cet examen a toujours donné de bons résultats. Deux cas seulement ont nécessité un deuxième prélèvement à 24 heures d'intervalle.

Pour chaque cas recensé, une enquête a été effectuée auprès du propriétaire afin de déterminer le lieu et les circonstances de la contamination. Une étude écologique du site de contamination est ensuite pratiquée avec passage du "drapeau" pour la recherche du vecteur. Cent seize cas de chiens autochtones atteints ont été retenus. Le site vraisemblable de contamination a pratiquement toujours été retrouvé à proximité du lieu de résidence du propriétaire, à l'exception de deux cas (contamination dans la région lyonnaise ou au cours d'une fugue). La possibilité de mener l'enquête épidémiologique le jour même du diagnostic de la maladie (GILOT et al., 1976) explique la qualité des résultats obtenus.

Nous aboutissons ainsi à une double évaluation : nombre de chiens atteints et nombre total de chiens dans chaque zone écologique; on peut ainsi définir un taux d'infection, différent selon les zones: nombre de chiens victimes de la Babésiose en 1982/nombre de chiens total vivant dans la zone.

d) Confirmation de la validité du découpage écologique

Afin de vérifier la validité des résultats, une recherche du vecteur sur une surface plus étendue et une étude sérologique systématique ont été entreprises (essai de mise en évidence d'anticorps dans la population canine ne présentant pas des signes cliniques de la maladie).

α) Sondage acarologique

Des captures sur hôtes et au "drapeau" avaient déjà été effectuées sur une partie de la zone d'étude (GILOT et al., 1979) : ainsi Dermacentor reticulatus n'avait jamais été trouvé dans les contreforts du massif du Mollard Dedon; par contre, des effectifs réduits avaient été détectés dans la plaine alluviale du Rhône (Peyrieu, Ain).

Tous les chiens présentés à la consultation à Belley ont été déparasités systématiquement pendant deux ans et l'espèce en cause déterminée. L'origine géographique précise de chaque animal porteur de Dermacentor reticulatus était enregistrée.

Pour pouvoir être cartographiées, les populations de Dermacentor reticulatus auraient dû faire l'objet d'un échantillonnage systématique dans les différents biotopes de la région. Cette recherche systématique n'ayant pu être entreprise, on s'est fondé sur les connaissances déjà acquises en ce qui concerne l'écologie du vecteur (GILOT et al., 1973, 1974, 1976, 1978) pour réduire les surfaces à échantillonner. Dans un premier temps, seuls les terrains les plus favorables à l'intérieur de chaque zone écologique (friches, landes, prairies pâturées avec refus...) sont examinés; la technique employée pour capturer les tiques exophiles est celle du "drapeau" (AESCHLIMANN, 1972), employée par GILOT depuis 1970 pour détecter les populations de tiques dans l'ensemble des Alpes: une heure pour chacun des biotopes choisis est l'unité de référence. Puis, une enquête par sondage est effectuée sur des secteurs moins favorables ou nettement défavorables (marais, forêts...).

β) Sondages sérologiques

Outre les formes cliniques dont la perception est facile, il existe des infestations infracliniques de Babésiose canine inférieures au seuil de perception par le propriétaire (RISTIC et al., 1971); de même, certains sujets peuvent être considérés comme des porteurs latents, quelques Babesia, qualifiées d'"hypnozoïtes" par les auteurs anglo-saxons, échappant au contrôle immunitaire de l'organisme parasité.

Les animaux choisis pour cette étude proviennent des différentes zones écologiques qu'ils n'ont pas quittées depuis un an. Les sérums de cent vingt-sept chiens, vierges de toute infection clinique piroplasmique, sont ainsi retenus; les animaux sont en bonne santé et vaccinés contre la rage. Les prélèvements sont effectués en fin de pic épidémiologique (15 juin - 15 juillet); cette période correspond en effet au moment où le taux d'anticorps atteint son maximum.

La culture in vitro de Babesia canis (MOREAU et al., 1979, LEVY et al., 1981), en milieu micro-aérophile, permet l'obtention de l'antigène. La technique sérologique employée est la méthode ELISA qui s'est révélée satisfaisante pour des animaux infectés en laboratoire (Y. MOREAU, N. LAURENT, communication personnelle).

Le seuil de positivité retenu a été fixé en fonction de résultats obtenus antérieurement par l'expérimentation en laboratoire (densité optique 0,4 mesurée au spectrophotomètre).

4 - Résultats

a) Le découpage écologique

Outre les marais habituellement peu fréquentés, onze zones écologiques dont

la dénomination est précisée ci-après ont été distinguées. Leurs caractéristiques écologiques sont données dans le document cartographique hors texte. Elles correspondent à des territoires de surface variable contenant une ou plusieurs agglomérations. Chaque unité retenue présente une individualité marquée, qui dépend des facteurs climatiques, édaphiques et anthropiques. L'indice de "rurbanisation" de chaque zone est calculé (moyenne des indices de chaque agglomération comprise dans la zone): 1 : zone montagnarde; 2 : zone submontagnarde; 3 : zone planitiaire (terrasses et plaines alluviales du Rhône et de ses affluents); 4 : contreforts du massif du Mollard Dedon; 5 : chaînons disloqués au Sud du massif du Grand Colombier (type A); 6 : zone de piémont comprise entre le Mollard Dedon et la zone planitiaire; 7 : Belley-ville; 8 : pourtour immédiat du bassin de Belley; 9 : chaînons disloqués au Sud du Grand Colombier (type B); 10 : zone de piémont (entre le massif du Grand Colombier et la zone planitiaire); 11 : zone péri-urbaine de Belley.

b) Les différents taux d'infection

Sur les 3 060 chiens recensés sur la zone d'étude, 114 ont été contaminés en 1982 par Babesia canis. Les résultats sont donnés dans le document cartographique. Les zones montagnarde, submontagnarde et planitiaire ainsi que les contreforts du massif du Mollard Dedon sont exemptes de maladie. Pour les autres unités, le taux d'infection varie de 0,5 à 13,6 %. A l'exception de la zone planitiaire, l'indice de "rurbanisation" paraît corrélé au taux de Babésiose.

c) Vérification de la validité des résultats

a) Etude du vecteur

Cent dix-sept heures de "drapeau" ont été effectuées au total dans les onze distinguées. Trois espèces ont été capturées: Dermacentor reticulatus, D. marginatus, et Ixodes ricinus; dans quelques cas, deux ou trois espèces étaient en "synusie".

Dermacentor reticulatus a été collecté dans les biotopes suivants: terrains vagues à l'intérieur ou la périphérie des villes, jardins abandonnés, bords de chemins et de routes, landes correspondant à l'abandon de prairies ou de vignes, prairies pâturées avec nombreux "refus". La composition botanique de ces terrains ne diffère pas de celle déjà décrite (GILLOT et al., 1976).

Deux espèces de tiques endophiles ont été identifiées sur chiens dans la région: Pholeoixodes hexagonus (5 fois) et Rhipicephalus sanguineus (4 fois); les conditions de captures sont identiques à celles décrites par GILLOT et al. (1982). Trois espèces de tiques exophiles semblent parasiter les animaux domestiques dans notre région: Dermacentor marginatus (1 capture), D. reticulatus, Ixodes ricinus.

Dermacentor reticulatus est constamment absent de la zone montagnarde, des marais et des contreforts du massif du Mollard Dedon; espèce très rare dans les zones planitiaire et submontagnarde, elle est surtout présente dans le collinéen où sévit la Babésiose (pour plus de détails, voir MARTINOD, 1983). Les captures les plus nombreuses se situent dans les secteurs où le taux d'infection est important.

β) Sérologie

Cinquante-cinq sérums, soit près de la moitié des sérums testés, se révèlent positifs. Il existe donc un nombre important de chiens qui ont acquis des anticorps contre Babesia canis sans avoir exprimé de signes cliniques de maladie. Cette notion, connue pour des chiens infectés en laboratoire, est, à notre connaissance, nouvelle dans les conditions naturelles. Dans chaque zone testée, le pourcentage de chiens positifs varie dans le même sens que le taux d'infection précédemment défini. Dans certains secteurs, l'interprétation doit cependant être prudente, vu le petit nombre de prélèvements.

5 - Réalisation de la cartographie

Rappelons que la cartographie épidémiologique de la Babésiose canine repose sur une appréciation de l'"endémie" canine à l'intérieur de zones de caractéristiques différentes. C'est l'étude statistique qui permettra de distinguer diverses zones de risque (regroupement des zones présentant des taux d'endémie voisins).

a) Détermination des classes de risque

Principes de l'étude statistique:

- Fiabilité des proportions moyennes

La proportion moyenne est le rapport entre le nombre de chiens atteints et le nombre total de chiens examinés dans le groupe d'agglomérations considérées.

L'intervalle de confiance du pourcentage correspondant est établi d'après des tables statistiques concernant les variables binomiales (MAINLAND et al., 1956). Les pourcentages moyens sont encadrés par leurs limites de confiance à 95 %.

- Regroupement en classe des divers taux d'infection

La variable étudiée (taux d'infection des chiens atteints dans les diverses entités écologiques) est une proportion assez proche de zéro (donc non normalisable).

Les entités sont classées par proportions moyennes croissantes.

Les entités sont comparées deux à deux de proche en proche par le test de MANN et WHITNEY (SOKAL et ROHLF, 1981).

Les entités les moins significativement différentes (seuil de probabilité supérieur à 0,4 sont regroupées).

On vérifie à l'aide du test de MANN et WHITNEY que les groupes constitués sont significativement différents. Dans certaines zones (4,5 et 10) la positivité était très faible (très peu de chiens atteints pour un grand nombre de chiens observés). Dans ces zones, certains sites où seulement un petit nombre de chiens avaient été observés ne recelaient aucun chien atteint de Babésiose. Nous avons, dans ce cas, estimé la probabilité de telles observations en nous référant au taux d'infection moyen. Cette probabilité étant assez forte (supérieure à 0,1), nous avons admis que ces sites ne présentaient pas de différence significative par rapport à ceux où les taux de faible infection avaient été observés.

Pour plus de détails sur l'analyse statistique, on se reportera à MARTINOD, 1983.

Cinq classes de risque se dégagent au seuil de probabilité de 8 %, trois au seuil 4 %.

Classe I : zones 1, 2, 3, 11: risque nul
 Classe II : zone 4: risque de l'ordre de 1 ‰
 Classe III : zones 5 et 10: risque de l'ordre de 2 %
 Classe IV : zones 6, 7, 8: risque de l'ordre de 6 %
 Classe V : zone 9: risque de l'ordre de 14 %.

b) Réalisation technique

Les diverses zones écologiques sont individualisées par un éventail de couleurs choisies en s'inspirant des principes de GAUSSEN (cartes de la végétation de la France à 1/200 000): le jaune correspond au collinéen chaud (série de la Chênaie pubescente), le vert au collinéen frais (série de la Chênaie-Charmaie), le bleu au montagnard; le marron est réservé au planitiaire. Des trames sont employées pour visualiser les milieux non favorables (zones humides, forêts denses...), les milieux potentiellement favorables (bordures de canaux, dépôts, etc...), ou, au contraire, nettement favorables (prairies sous-pâturées, collinéennes avec bocage, et landes diverses collinéennes).

Les caractéristiques nosologiques de chaque zone sont représentées au niveau de l'espace occupé par les agglomérations incluses dans la zone par des couleurs variant du rouge vif (zone de haut risque) au bleu (risque nul), les zones de risque intermédiaire étant représentées par une gamme de roses plus ou moins intenses.

6 - Discussion

La répartition de la maladie n'est pas uniforme dans la région étudiée. La Babésiose est constamment absente des zones montagnarde, submontagnarde et planitiaire. Toutes les unités fonctionnelles sont situées dans le collinéen. Dans les zones où sévit la Babésiose on peut constater :

- la présence de groupes de maisons récentes constituant des quartiers "rurbains": mis à part de rares exceptions, l'"indice de rurbanisation" est partout supérieur à deux;
- la présence de friches et de prairies pâturées permanentes avec haies, arbres, pelouses mésophiles.

Au niveau de la zone collinéenne, la répartition semble liée aux caractéristiques écologiques et, plus particulièrement à celles qui sont en rapport avec les processus d'urbanisation, qui modifient en profondeur le lien entre la ville et son environnement rural. Entre les contreforts du massif du Mollard Dedon peu urbanisés et exempt de maladie et le périurbain de Belley où le "mitage" de l'espace est abondant et où 14 % des chiens sont atteints chaque année, il existe des zones de transition dont les caractéristiques écologiques sont variées, où la pression humaine s'exerce de façon variable et où le pourcentage de risque varie de 1 ‰ à 6 %. Il existe également une Babésiose urbaine (sensu stricto), les chiens se contaminant à l'intérieur même de la ville.

Comme nous l'avons déjà noté lors de l'étude à grande échelle, la Babésiose et son vecteur Dermacentor reticulatus semblent être étroitement liés tant, en ce qui concerne leur présence concomitante sur un territoire déterminé, que d'un point de vue quantitatif. Si la capture de la tique vectrice sur un secteur donné est

très rare la maladie n'existe pas: la possibilité de rencontre entre une tique infectée par Babesia canis (dont le pourcentage reste à déterminer) et un hôte réceptif est alors sans doute négligeable.

Le statut épidémiologique de chaque zone est susceptible d'être modifié au cours du temps. Cependant, les modifications prévisibles sont très inégales selon les secteurs. Ainsi, dans les marais et la zone de montagne, où il n'existe ni Babésiose, ni Dermacentor reticulatus, ni densité importante de population canine et humaine, la maladie est absente, et les risques qu'elle s'y développe sont mineurs. Par contre, les zones collinéennes, dont le fonctionnement est, à l'heure actuelle, très limité (exemple chaînons disloqués ou Sud du massif du Grand Colombier, type A, ou zone de piémont comprise entre le Mollard Dedon et la zone planitiaire) pourraient être plus touchées à l'avenir si la pression humaine sur le milieu (constructions nouvelles se développant au détriment de l'agriculture) s'accroît encore.

De même, dans le planitiaire, les milieux neufs liés à l'activité humaine (ex: aménagements de la CNR) risquent de devenir, à court terme, des zones de haut risque, si elles sont laissées à l'abandon et fréquentées activement par la population canine (promenades le long des digues...).

III - RECHERCHE D'UN ÉVENTUEL IMPACT HUMAIN DE LA MALADIE

Nous rappellerons que, longtemps considérées comme absolument spécifiques, les Babésioses sont susceptibles d'être retrouvées chez des hôtes inhabituels, l'homme en particulier.

Si la plupart des cas humains décrits actuellement dans le monde concernent Babesia microti, d'autres espèces de Babésies peuvent être en cause, plus spécialement les Babésies spécifiques des Bovins, Babesia bovis et plus encore Babesia divergens (cinq cas rapportés à cette espèce ont été décrits en Europe).

L'incidence humaine de Babesia canis est moins certaine. Notons cependant que si cette espèce n'a jamais, à notre connaissance, été mise en évidence en pathologie humaine, du moins a-t-on pu, à diverses reprises, déceler chez l'homme des anticorps manifestant la possibilité de son impact (mais des réactions "croisées" sont toujours possibles). OSORNO et al. (1976) trouvent, en utilisant Babesia canis comme antigène avec la méthode de l'hémagglutination indirecte, dix sérums positifs à des taux variant de 1/10 à 1/80, sur 101 personnes sans symptomatologie, vivant dans une région du Mexique fortement infestée par diverses Babésioses.

Un peu plus probant est le cas rapporté récemment par JACQUEMIN et al. (1980) qui mettent en évidence chez un patient un taux élevé d'anticorps anti-Babesia canis. Mais la preuve formelle, par identification du parasite, n'a pu être apportée.

En raison des liens étroits entre l'homme et le chien, de la grande fréquence de la Babésiose canine dans les Alpes françaises et le Jura méridional, et de la fixation fréquente de Dermacentor reticulatus chez l'homme (GILOT et MARJOLET, 1982), la recherche d'éventuels stigmates sérologiques chez l'homme, en relation avec une pathologie plus au moins bruyante liée à Babesia canis, est une voie séduisante. Nous rapporterons ici les premiers résultats de cette recherche.

Les sérums (au nombre de 100) ont été collectés dans des secteurs où le risque était présumé important: la moitié provient d'Izeaux (Isère), localité du Bas-Dauphiné située dans une zone de bocage où Dermacentor reticulatus est abondant, l'autre moitié de Vaulnaveys, dans la banlieue de Grenoble (dans une zone collinéenne très touchée par le processus de "rurbanisation").

La méthode sérologique choisie est la technique ELISA utilisant un antigène Babesia canis, obtenu par culture in vitro. Le conjugué employé est la protéine A marquée à la peroxydase et le substrat l'orthophénylène diamine (OPD), en solution dans un tampon citrate.

Tous les sérums testés se sont révélés négatifs. La densité optique maximale obtenue a été inférieure à 0,1. A titre indicatif, le seuil de positivité pour les sérologies effectuées sur les chiens est fixé à 0,4. Aucun individu testé n'a donc d'anticorps contre Babesia canis.

Le petit nombre de sérums d'une part, l'absence de sélection des "donneurs", d'autre part, doivent nous rendre prudent quant à l'interprétation. Un choix plus judicieux de sérums (sujets piqués par des tiques à l'intérieur de foyers de Babésiose connus) permettrait sans doute des conclusions plus définitives.

CONCLUSION

Nous insisterons sur l'intérêt pratique que peut revêtir une telle étude. La cartographie épidémiologique permet une meilleure compréhension des phénomènes naturels tout en les situant géographiquement. Elle est donc l'élément de base de tout plan de lutte contre la Babésiose. Pour être réellement efficace la lutte doit intervenir à tous les niveaux.

a) Lutte contre Dermacentor reticulatus

La diminution du nombre de tiques vectrices et la réduction des surfaces infestées constituent une première étape dans la maîtrise de la maladie.

- transformation écologique des terrains favorables à l'espèce

La pression urbaine se traduit par un paysage composite (alternance de pâturages, de friches, de terrains nouvellement bâtis, de secteurs rudéralisés) très favorable à Dermacentor reticulatus. La première mesure à envisager serait donc une rationalisation de l'urbanisation aussi bien à la périphérie de Belley que dans les communes rurales, afin d'éviter le mitage de l'espace (cf. GILOT, 1974).

Les terrains les plus favorables (friches, terrains vagues, bords de chemins non entretenus) constituent un réservoir à partir duquel le vecteur et la maladie vont essaimer vers d'autres lieux. Il convient donc de localiser de telles zones et de leur faire subir une transformation écologique: fauchage (y compris celui des refus dans les prés), mise en espaces verts, remise en culture...

- Lutte contre les stades libres de la tique

En raison de tous les problèmes qu'elle pose (impact sur la faune et la santé humaine, chimio-résistance), la lutte insecticide sur le terrain ne peut être que réservée à quelques cas bien précis (chiens à l'intérieur d'un enclos avec une végétation qu'il convient de préserver).

- Lutte au niveau des animaux domestiques

La mesure la plus simple est de limiter au maximum les contacts entre le chien et les adultes de Dermacentor reticulatus.

Une campagne d'information auprès des propriétaires concernés peut être entreprise: par exemple, il est souhaitable de ne pas laisser divaguer les chiens, d'éviter les friches et les terrains vagues comme lieux de promenade...

La destruction du parasite sur ses hôtes domestiques ne doit pas être négligée: en effet, détruire les femelles contribue à diminuer les populations futures. La destruction manuelle, l'emploi d'insecticide sur le chien (en bain ou à l'aide de colliers), sont les moyens actuellement disponibles. La vaccination anti-tiques des animaux situés sur les secteurs à risque, qui diminuera le nombre de tiques fixées, la quantité de sang ingéré et le nombre d'oeufs, constituera vraisemblablement dans un proche avenir, un atout important (WIKEL 1981, BROSSARD et al., 1982).

b) Lutte contre Babesia canis

Le traitement des chiens malades par la chimio-thérapie est indispensable aussi bien pour lui-même que pour limiter le risque de contamination de nouvelles tiques. La chimio-prévention a cependant des inconvénients bien connus: résistance, difficultés d'application.

L'emploi d'un vaccin utilisant par exemple un antigène soluble à partir de culture in vitro de Babesia canis devrait constituer, dans un proche avenir, un progrès important dans la lutte contre la maladie (RISTIC et al., 1981; MOREAU, 1983). La cartographie épidémiologique, en limitant les populations à immuniser, peut permettre de diminuer le coût d'une telle entreprise; seuls les chiens vivant dans les zones à risque et ceux qui sont susceptibles de s'y rendre (vacances, chasse) seront vaccinés. De même, la maîtrise des conditions épidémiologiques devrait constituer un préliminaire indispensable avant l'épreuve ou l'emploi d'un vaccin dans les conditions du terrain (certitude de l'existence de Dermacentor reticulatus et de Babesia canis sur le secteur testé, connaissance du degré de risque encouru par les chiens...).

Beaucoup de facteurs mériteraient d'être approfondis dans le cadre d'une étude à plus grande échelle; les relations entre la tique vectrice, le parasite et l'hôte devraient faire l'objet d'une étude comparée en laboratoire et dans les conditions naturelles. De même, le rôle d'autres réservoirs de Babesia devra être envisagé (ainsi une étude pourrait être consacrée au renard) afin d'éviter cette cause hypothétique d'échec, lors d'une éventuelle campagne d'éradication".

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Dr. MOREAU de IFFA MERIEUX Lyon, qui a rendu possible la réalisation des sérologies pour la mise en évidence chez le chien d'anticorps dus à *Babesia canis*, ainsi que le Pr. MAGNIN et son équipe qui nous ont aimablement fourni les sérums humains destinés à la recherche d'éventuels stigmates sérologiques chez l'homme.

BIBLIOGRAPHIE

- AESCHLIMANN (A.), 1972.- *Ixodes ricinus* Linné 1758 (*Ixodoidea*, *Ixodidae*). Essai préliminaire de synthèse sur la biologie de cette espèce en Suisse. *Acta Tropica*, 29, 321-340.
- BROSSARD (M.), MONNERON (J.P.), PAPATERODOROU (V.), 1982.- Progressive sensitization of circulating basophils against *Ixodes ricinus* L. antigens during repeated infestations of rabbits. *Parasite Immunology*, 4, 355-361.
- DAVID (J.), 1980.- Du rural au rurbain. L'avant-pays savoyard. Analyse régionale et géodémographique. Institut de Géographie alpine, Grenoble, 358 p.
- DEDET (J.P.), 1977.- Rôle de la cartographie en épidémiologie. Principes généraux. Modalités d'application. *Méd. Mal. inf.*, 7, 3, 178-186.
- DOBREMEZ (J.F.), PAUTOU (G.), VIGNY (F.), 1974.- Carte écologique des Alpes au 1/100 000. Feuille de Belley. Matériaux pour une carte de l'environnement. *Doc. Cart. Ecol.* XIII, 69-102.
- FOURNIER (J.), 1974.- Compte-rendu d'une enquête épidémiologique sur l'importance et la répartition de la piroplasmose canine en France. *L'Animal de Compagnie*, 2, 95-105.
- GILOT (B.), PAUTOU (G.), IMMLER (R.), MONCADA (E.), 1973.- Biotopes suburbains à *Dermacentor reticulatus* (Fabricius 1794) (*Ixodoidea*). Etude préliminaire. *Rev. Suisse Zool.*, 80, 411-430.
- GILOT (B.), PAUTOU (G.), NEUBURGER (M.C.), 1974.- Les tiques du chien dans le Sud-Est de la France: notes sur la biologie et l'écologie de *Dermacentor reticulatus* (Fabricius 1794) (*Ixodoidea*, *Ixodidae*). *L'Animal de Compagnie*, 2, 109-124.
- GILOT (B.), ROBIN (Y.), PAUTOU (G.), MONCADA (E.), VIGNY (F.), 1974.- Ecologie et rôle pathogène de *Dermacentor reticulatus* (Fabricius 1794) (*Ixodoidea*) dans le Sud-Est de la France. *Acarologia*, 16, 220-249.
- GILOT (B.), PAUTOU (G.), SIMON (P.H.), 1976.- Analyse de la végétation et détection des foyers périurbains de piroplasmose canine à *Babesia canis* dans la région Rhône-Alpes: base écologique pour une cartographie. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 282, 1821-1824.
- GILOT (B.), JOUBERT (L.), PAUTOU (G.), 1978.- Enquêtes éco-épidémiologiques pluridisciplinaires en vue de la prévision et la prévention des maladies contagieuses dans la région Rhône-Alpes avec recherche d'une expression cartographique: myxomatose, piroplasmose canine, zoonoses rickettsiennes. *Rev. Méd. Vét.*, 129, 1, 73-99.
- GILOT (B.), PAUTOU (G.), MONCADA (E.), LACHET (B.), CHRISTIN (J.G.), 1979.- La cartographie des populations de tiques exophiles par le biais de la végétation; bases écologiques, intérêt épidémiologique. *Doc. Cart. Ecol.*, XXII, 65-80.
- GILOT (B.) et MARJOLET (M.), 1982.- Contribution à l'étude du parasitisme humain par les tiques (*Ixodidae*, *Argasidae*), plus particulièrement dans le Sud-Est de la France. *Méd. et Mal. inf.*, 12, 340-351.
- GILOT (B.), PAUTOU (G.), 1982.- L'évolution des populations de tiques (*Ixodidae* et *Argasidae*) dans les Alpes françaises. Incidences épidémiologiques. *Acta Trop.*, 39, 337-354.
- GILOT (B.), GILLET (J.F.), QUILICI (M.), DUNAN (S.), LACHET (B.), RANQUE (J.), 1983.- Le foyer marseillais de Leishmaniose viscérale: cartographie épidémiologique à 1/50 000. Essai méthodologique. *Doc. Cart. Ecol.*, XXVI, 3-27.
- GILOT (B.), (sous presse).- Bases biologiques, écologiques et cartographiques pour les maladies transmises par les tiques (*Ixodidae* et *Argasidae*) dans les Alpes françaises et leur avant-pays.
- GIREL (J.), 1982.- Les apports en eau dans la vallée du Haut-Rhône français. Essai de synthèse cartographique par exploitation de données biogéographiques et floristiques. *Rev. Géog. Lyon*, 1, 7-23.
- JACQUEMIN (J.L.), BAZIN (C.), LAMY (C.), CHUBILLEAU (C.), BARAL (J.H.), DAUDAL (P.), DUHAMEL (C.), 1980.- Babésiose (ou piroplasmose) humaine. A propos de trois observations récentes en France. *Maghreb Inform. Méd.*, (2), 31-36.
- LEBRETON (P.) et al., 1977.- Atlas ornithologique Rhône-Alpes. Centre ornithologique Rhône-Alpes (Université Lyon I), 359 p.
- LEVY (M.G.), ERP (E.) and Ristic (N.), 1981.- Cultivation of *Babesia*. In *Babesiosis* M. RISTIC and J.Q. KREIER ed., pp.207-223, Academic Press Inc New-York.
- MAINLAND (D.), HERRER (L.) and SUTCLIFFE, 1956.- Table of Medicals statistics. New-York, University College of Medicine.

- MARTINOD (S.), 1983.- Contribution aux recherches de cartographie épidémiologique. Les Babésioses canine et bovine dans le Jura méridional. Investigations sur l'éventuelle incidence humaine de ces maladies. Thèse Doctorat 3ème cycle. Université scientifique et Médicale de Grenoble, 66 p.
- MOLLARET (H.H.), 1975.- Pour une approche nouvelle des maladies infectieuses. Congrès annuel de la Société Française d'Hygiène, de Médecine sociale et de Génie sanitaire, Paris, 16-17 oct., 111-121.
- MOREAU (Y.), 1983.- Vaccins antibactériens: les contraintes industrielles. Proc. on the 2nd conf. int. on Malaria and Babesiosis. Sept. 83, Annecy, p. 121.
- MOREAU (Y.), SOULA (A.), 1979.- Babesia canis: la culture in vitro du parasite et son étude ultrastructurale. Bull. Soc. Sci. Vét. et Méd. comparée, Lyon 81, 255-261.
- OSORNO (B.M.), VEGA (C.), RISTIC (M.), ROBLES (C.) et IBARRA (S.), 1976.- Isolation of Babesia ssp from asymptomatic human beings. Vet. Parasit. 2, 111-120.
- RISTIC (M.), LEVY (M.G.), 1981.- A new era of research toward solution of bovine babesiosis. In Babesiosis (M. RISTIC and J.P. KREIER ed., 509-544. Academic Press. New-York).
- RISTIC (M.), LYKINS (J.D.) and SMITH (A.R.), 1971.- Babesia canis and Babesia gibsoni: soluble and corpuscular antigens isolated from blood of dogs. Exp. Parasitol., 30, 385-392.
- ROBIN (Y.), 1974.- Diagnostic de la piroplasmose canine par la recherche du piroplasma dans le sang. Technique et résultats de quatre années d'observations. L'Animal de Compagnie, 2, 133-143.
- SOKAL (R.R.), ROHLF (F.J.), 1981.- Biometry. Freeman ed. p.433-435, 2nd ed.
- WIKEL (S.K.), 1981.- The induction of host resistance to tick infestation with a salivary gland antigen. Am. J. Trop. Med. Hyg., 30, 284-288.

(1) Docteur 3ème Cycle d'Ecologie appliquée; (2) Chargé de Recherches à l'INSERM; Equipe d'Eco-épidémiologie du LA 242; (3) Biologiste CNRS. Laboratoire "Ecologie et Biogéographie des grands systèmes montagneux" de l'Université de Grenoble I, associé au CNRS (LA 242).

Adresse postale :

Université scientifique et médicale de Grenoble, Laboratoire de Botanique et Biologie végétale, BP 68, F38402 SAINT-MARTIN D'HERES CEDEX (France).

(4) Laboratoire de Biologie végétale, Département de Recherches fondamentales, Centre d'Etudes nucléaires, 85X, F38041 GRENOBLE CEDEX (France).

(5) IFFA Mérieux, Lyon.

Les demandes de tirés à part sont à adresser au Docteur B. GILLOT, responsable de l'équipe d'Eco-épidémiologie du Laboratoire associé du CNRS.