

LA CARTOGRAPHIE DES POPULATIONS DE TIQUES EXOPHILES PAR LE BIAIS DE LA VEGETATION : BASES ECOLOGIQUES, INTERET EPIDEMIOLOGIQUE

par B. GILOT, G. PAUTOU, E. MONCADA, B. LACHET et J.G. CHRISTIN (1)

Introduction.....	66
I.- Bases écologiques.....	66
II.- Méthodologie.....	67
III.- Caractéristiques climatiques de l'année d'étude.....	69
IV.- Résultats et expression cartographique.....	69
V.- Espèces végétales indicatrices.....	70
VI.- Les hôtes.....	71
VII.- Intérêt épidémiologique d'une telle démarche.....	72
Conclusion.....	75
Annexe : localisation des tiques prélevées sur hôtes ou n'ayant fait l'objet que de captures exceptionnelles.....	76
Bibliographie.....	77

RESUME.- Les auteurs exposent les principes d'une cartographie des populations de tiques exophiles dans une région très contrastée à l'extrémité méridionale du Jura. Deux espèces sont bien représentées : *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus*, vectrices potentielles de plusieurs maladies humaines (encéphalite virale) ou animales (piroplasmoses).

Sur la base d'un découpage phytosociologique préalable l'échantillonnage conduit, pour chacune des deux espèces, à la distinction de plusieurs classes d'abondance différenciées par l'analyse statistique : chaque unité de végétation délimite un territoire plus ou moins favorable aux populations de tiques; on peut retenir quelques plantes indicatrices des effectifs qu'on peut y rencontrer. L'intérêt épidémiologique qui s'attache à cette démarche est souligné.

SUMMARY.- The authors present a method for mapping the distribution of exophile tick populations in relation to a phytosociological map of a variable region in the southern extremity of the Jura Mountains. Two species of tick are abundant in the study area, *Ixodes ricinus* and *Dermacentor reticulatus*, both possible vectors of several human (e.g. viral encephalitis) and animal (e.g. piroplasmosis) diseases.

Results achieved by this method showed abundance and distribution of these two species to be significantly related to mapped units of vegetation. Approximate abundance of tick populations could be predicted by the presence of indicator species of plants. Epidemiological implications are emphasised.

(1) B. GILOT, Chargé de Recherches à l'I.N.S.E.R.M., Laboratoire de Botanique et Biologie Végétale, Université I de Grenoble, B.P. 53, 38041 Grenoble.- G. PAUTOU, Laboratoire de Botanique et Biologie Végétale, Grenoble.- E. MONCADA, S.A.I.O., rue du Général Champon, Grenoble.- B. LACHET, Laboratoire de Biologie Végétale, Département de Recherches fondamentales, Centre d'Etudes Nucléaires, 85X, 38041, Grenoble Cedex.- J.C. CHRISTIN, Entente Interdépartementale pour la Démoustication, 73310 Chindrieux.

INTRODUCTION

Si la cartographie des groupements végétaux qui, depuis longtemps, bénéficie de techniques solidement établies, a fait l'objet de nombreux travaux, la cartographie des populations animales est loin de connaître le même essor ; de contours difficilement cernables, souvent rapidement fluctuantes dans l'espace et dans le temps, ces populations exigent des techniques d'échantillonnage spécifiques, souvent délicates, nécessitant parfois l'apport d'une main d'oeuvre nombreuse. De ce fait, l'approche cartographique en est rendue malaisée.

Cependant, plusieurs auteurs ont depuis longtemps mis en évidence l'intérêt de l'analyse phytosociologique appliquée à la détection de diverses populations animales (QUEZEL et VERDIER, 1953; POPOV, 1958; RIOUX, 1958; AMIET, 1961; GILOT, 1968; BLONDEL, FERRY et FROCHOT, 1973; DU MERLE et LUQUET, 1978) et pressenti son rôle dans une perspective cartographique. Sur le plan opérationnel, des résultats ont été obtenus pour localiser et détruire des arthropodes vulnérants (Culicidés) dont l'impact économique régional était loin d'être négligeable (RIOUX et al 1964; COUSSERANS et al., 1969; PAUTOU et al., 1973). L'intérêt d'une telle démarche (meilleure connaissance de l'écologie de chaque espèce, meilleure compréhension des rapports interspécifiques), se double d'incidences pratiques. Deux domaines offrent, en effet, un champ de recherche inépuisable : la gestion de la faune (protection de la nature, voire aménagements cynégétiques...) et la maîtrise épidémiologique d'un certain nombre de zoonoses (animal réservoir ou vecteur).

Un exemple caractéristique de ce type de recherche peut être trouvé dans l'ensemble d'études entreprises par RIOUX et ses collaborateurs sur la leishmaniose dans le Midi de la France (voir notamment RIOUX, 1969) et sur la bilharziose en Guadeloupe (RIOUX, 1977).

I. BASES ECOLOGIQUES

Cette cartographie de la faune doit reposer sur des bases solides : elle nécessite la collecte d'informations suffisamment nombreuses, précises et homogènes. Or, suivant le groupe animal auquel on s'adresse, les difficultés de l'approche cartographique sont plus ou moins grandes. Différents facteurs entrent en jeu : taille des animaux étudiés, taille et mode de distribution des populations, et surtout inféodation de ces animaux à des milieux particuliers, ou non : ainsi, certaines populations d'invertébrés aquatiques (larves de Culicidés, Crustacés, Mollusques), liées au facteur eau, apparaissent-elles plus facilement repérables et cartographiables (PAUTOU et al., *op.cit*; TETART, 1974, GHESTEM et al., 1975; RIOUX et al., 1977).

Liées au milieu terrestre, les populations de tiques apparaissent *a priori* plus difficilement cartographiables. Une difficulté supplémentaire provient du fait qu'il s'agit de parasites obligatoires à chacun de leurs stades (larve, nymphe, adulte) durant une période plus ou moins longue; leur distribution n'est plus seulement régie par les facteurs du milieu mais dépend également de la distribution et des déplacements des Vertébrés qui en sont les hôtes. Ajoutons qu'elles sont particulièrement difficiles à détecter au cours de leur vie libre. C'est la raison pour laquelle il est tentant d'établir la répartition des diverses espèces de tiques, dans une région déterminée, en se fondant sur les captures effectuées sur hôtes, qui peuvent être réalisées par un grand nombre de personnes et sur une vaste étendue. C'est ainsi qu'a procédé MOREL pour préciser la répartition des tiques en Afrique éthiopienne (1969). Cependant, il faut bien remarquer que les déplacements de grande amplitude des animaux sauvages enlèvent une certaine précision à la méthode. MOREL admet d'ailleurs fort justement "qu'une étude approfondie du microclimat ne devrait porter que sur les récoltes d'acariens libres sur le sol ou la végétation, ou parasites d'hôtes à microhabitat précis tels que les nids et les terriers". Dans ces conditions, la généralisation d'une localité de capture sur hôte n'est possible, dans le cadre de son étude et pour l'ensemble géographique étudié, qu'au degré-carré.

Cette récolte des tiques sur hôtes demeure toutefois indispensable si l'on envisage la cartographie des tiques endophiles dont les biotopes sont souvent mal connus : dans ce cas, l'étude écologique et le repérage des hôtes (micromammifères, en particulier) sont nécessaires à leur cartographie. Il n'en est pas de même pour les tiques exophiles, qui pratiquent l'affût sur la végétation et qui apparaissent étroitement liées à leur environnement. La délimitation des habitats

de la tique libre et une idée approchée de ses effectifs paraissent essentiels pour une approche écologique des maladies qu'elle est susceptible de transmettre.

En U.R.S.S. une cartographie des associations d'Ixodidés a été réalisée à très petite échelle (1/8 000 000). Ces associations sont, de plus, situées dans les grandes formations végétales. Des précisions sont apportées sur les caractéristiques des biotopes et leur localisation dans les formations végétales concernées (BAIBORODIN et al., 1974). Il existe, en U.R.S.S., d'autres travaux à plus grande échelle (KUCHERUK et al., 1965; KORENBERG et al., 1971, 1973), reposant sur un échantillonnage rigoureux des populations; chaque unité cartographique s'individualise par un effectif donné d'Ixodidés. Les relations entre effectifs de tiques et formations végétales sont analysées.

Dans les Alpes françaises, les diverses espèces d'Ixodidés peuvent être situées (à l'échelle du 1/400 000 et du 1/200 000) dans les séries dynamiques décrites par OZENDA (1966) et OZENDA et al. (1974). Chaque espèce présente, au cours de sa vie libre, des affinités pour certains groupements (pelouses, landes, groupements forestiers) qui réunissent des conditions favorables au déroulement de son cycle (environnement physique approprié, présence d'hôtes adéquats, etc...). On mesure, dès lors, l'intérêt que présente la recherche d'indicateurs végétaux.

Jusqu'à présent, seul l'aspect qualitatif du problème avait été abordé. Dans la présente étude, nous avons cherché à savoir si les groupements végétaux ne pouvaient pas servir à appréhender les différences d'effectifs de tiques pouvant exister sur un territoire donné.

La technique retenue pour l'échantillonnage est celle du "drapeau". Cette technique permet, en effet, tout à la fois de situer avec exactitude les populations de tiques et de donner une idée approchée de l'effectif des populations - même si les auteurs reconnaissent qu'avec un seul passage du drapeau on ne prélève qu'une partie modique de l'effectif (1/10 dit MERMOD, 1975, citant les auteurs d'Europe Centrale). Un travail à échelle plus grande (1/2 000) pourrait faire envisager l'emploi du CO₂ tel qu'il a été préconisé par certains auteurs américains (GARCIA, 1962; MILES, 1968; ROTRAMEL et DOTY, 1974; SEMTNER et HAIR, 1975; GROTHAUS, HASKINS et REED, 1976) ou d'Europe Centrale (NOSEK et KOZUCH, 1969), si l'on veut réaliser une évaluation en fonction des variations stationnelles.

Quel que soit l'intérêt de la méthode que nous proposons ici, il faut bien voir d'emblée ses limites. Les groupements végétaux définissent souvent un territoire potentiel beaucoup plus vaste que le territoire réellement occupé par les tiques : cela signifie que certains facteurs limitants pour l'installation des populations de tiques ne sont pas pris en compte par la végétation et ne transparaissent pas dans le cortège floristique. Dans le cas d'*Ixodes ricinus*, par exemple, certains groupements soumis à des périodes d'inondation fréquentes n'hébergent pas de populations de tiques, alors que les mêmes groupements liés à une nappe phréatique superficielle mais non soumis à l'inondation peuvent apparaître infestés. (Sausseaux à l'extérieur des digues). Ces facteurs limitants ne sont pas toujours connus. Ainsi certaines espèces (*Dermacentor reticulatus*, par exemple) paraissent présenter, à l'intérieur des groupements favorables, une distribution en foyers assez limités.

II. METHODOLOGIE

Le détail de la démarche ayant fait l'objet d'un exposé complet ailleurs (GILOT et al., *Acta Tropica*, sous presse), nous la résumerons très brièvement ici.

- Choix de la zone d'étude.

Il s'agit de l'extrémité méridionale du Jura. Cette région juxtapose les derniers reliefs calcaires du Jura, la plaine alluviale du Rhône et l'extrémité septentrionale du Bas-Dauphiné. La superficie de cette zone est d'environ 260 km².

- Identification des Ixodidae.

a) Tiques exophiles très répandues : *Ixodes ricinus*, LINNE, 1758 ; *Dermacentor reticulatus*, FABRICIUS, 1794. Seules ces espèces ont été cartographiées.

b) Tiques exophiles trouvées à l'état sporadique : *Dermacentor marginatus*, SULZER, 1776; *Haemaphysalis punctata*, CANESTRINI et FANZAGO, 1877.

c) Tiques endophiles : *Ixodes trianguliceps*, BIRULA, 1895; *Ixodes apronophorus*, SCHULZE, 1924; *Ixodes hexagonus*, LEACH, 1815; *Ixodes canisuga*, JOHNSTON, 1849; *Ixodes lividus*, KOCH, 1844.

d) Tiques "incertae sedis" : *Ixodes pari*, LEACH, 1815.

Des études préliminaires (GILOT et al., 1975) ont, en effet, montré que cette surface est suffisamment vaste pour éliminer les variations stationnelles et suffisamment petite pour qu'un nombre élevé de carrés (1 sur 3) soient prospectés dans un temps limité (2 mois). Cet échantillonnage a été réalisé selon la technique du drapeau par balayage pendant une heure suivant un certain nombre de transects effectués dans chacun des carrés tirés au sort (2 000 m² sont balayés dans ces conditions). (2).

L'époque retenue (mai-juin) est celle qui, d'après les travaux préliminaires, correspond le mieux à l'acmé des populations de tiques. Seules les journées bien ensoleillées ont été retenues, et le travail a été effectué de 9 à 18 heures. Au total, plus de 120 carrés ont été échantillonnés.

Les résultats ont été ensuite exploités statistiquement. Les comparaisons des dénombrements de tiques ont été conduites suivant une méthode non paramétrique (test de MANN et WHITNEY). Le détail de la démarche a été précisé ailleurs (GILOT et al., communication, Symposium sur les Tiques, Neuchâtel, septembre 1977).

III. CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES DE L'ANNEE D'ETUDE

La région dans laquelle se situe notre étude se caractérise par un total pluviométrique annuel assez élevé en moyenne (900 à 1 100 mm) et bien réparti tout au long de l'année (fig. 2).

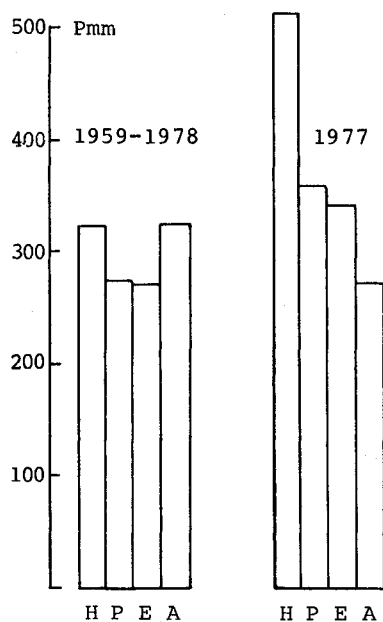


Fig. 2.- Répartition des précipitations par saison biologique.
(Station météorologique de Belley)

L'année de l'étude a vu des précipitations plus copieuses. L'hiver a été particulièrement arrosé (510 mm); le printemps et l'été présentaient un total pluviométrique légèrement supérieur à la moyenne saisonnière. Ces conditions climatiques ont maintenu un degré hygrométrique élevé favorable.

IV. RESULTATS ET EXPRESSION CARTOGRAPHIQUE

a) *Ixodes ricinus*.

La Chênaie à Charme typique (*Querceto-Carpinetum medioeuropaeum*) représente le milieu le plus favorable à l'installation d'*Ixodes ricinus* (moyenne: 28,20). Lorsqu'on s'éloigne de ces conditions optimales, l'effectif baisse rapidement. Ainsi, dans la Charmaie à *Fagus sylvatica* qui correspond à une humidité atmosphérique plus élevée et à des températures plus basses, la moyenne tombe à 5,32.

Il est intéressant de classer les groupements forestiers en fonction d'un gradient d'humidité édaphique et de suivre l'évolution des effectifs. (tabl. I).

On constate une diminution régulière des populations quand à partir de la Chênaie à Charme on se dirige, d'une part, vers des groupements plus xérophiles et thermophiles (néanmoins, la chênaie à *Quercus pubescens* apparaît encore comme un milieu relativement attractif pour *Ixodes ricinus*) et d'autre part, vers des groupements plus hygrophiles.

Une anomalie apparente réside dans le faible effectif trouvé dans les Frênaies à *Quercus robur* et les Aunaies à *Alnus incana* par rapport aux Saussaies. L'échantillonnage est peut-être à mettre en cause. En effet, un travail préliminaire avait fait ressortir des différences très nettes entre les groupements riverains en bordure du fleuve - non échantillonnés ici - qui abritent des effectifs de population qui sont relativement élevés par rapport aux groupements situés dans les îles (tirés au sort). Néanmoins, les forêts alluviales, dans leur ensemble, apparaissent moins attractives que les autres forêts de l'étage collinéen.

(2) Les données numériques présentées sur la carte sont donc à multiplier par 5 pour obtenir la densité probable à l'hectare.

TABLEAU I.- Variations de l'effectif moyen en fonction d'un gradient d'humidité (groupements forestiers de l'étage collinéen)

	Effectif moyen
Saussaie à <i>Salix triandra</i>	4,25
Frênaie à <i>Populus alba</i> et Aunaie à <i>Alnus incana</i>	0,99
Chênaie à <i>Carpinus betulus</i> et <i>Quercus robur</i>	5,32
Chênaie à <i>Carpinus betulus</i> type	28,20
Chênaie à <i>Carpinus betulus</i> et <i>Quercus pubescens</i>	9,40
Chênaie à <i>Quercus pubescens</i>	6,50

Humidité croissante

b) *Dermacentor reticulatus*.

Cette espèce est constamment absente de nombreux groupements, en particulier des groupements boisés. Elle se localise essentiellement dans les paysages bocagers de la plaine alluviale, les zones de polycultures ou d'élevage (prairies pâturées) et dans les zones périurbaines.

Ainsi, pour chacune de ces deux espèces précédentes, plusieurs classes d'abondance ont pu être distinguées : 4 pour *Ixodes ricinus*, 3 pour *Dermacentor reticulatus*. La probabilité de trouver un effectif donné peut être le fait d'une ou de plusieurs associations. La carte présente ainsi trois niveaux : le fond topographique de l'I.G.N., un fond coloré, (gamme chromatique du bleu à l'orangé, suivant le choix écologique des couleurs d'après GAUSSEN, correspondant aux différentes unités phytogéographiques retenues), enfin l'indication, en surimpression, des effectifs correspondant aux deux espèces majeures grâce à des traits obliques dont la distance varie avec la densité des effectifs. La représentation cartographique indique non pas une moyenne, mais la probabilité pour que l'effectif se situe entre deux limites données.

V. ESPECES VEGETALES INDICATRICES

Rappelons que pour que la méthode soit simple et efficace, les espèces indicatrices doivent être :

- très communes, présentes dans la presque totalité des relevés (coefficient de présence de 80 à 100 %),
- facilement identifiables à l'époque où l'on trouve les tiques (appareil végétatif bien développé ou floraison),
- présentes dans les différents groupements végétaux (Hêtraie, Charmaie de transition, Chênaie à Chêne pubescent) dans lesquels l'effectif probable est voisin. Dans la mesure où certains groupements végétaux présentent un aspect mosaïqué (alternance de coupes, vieilles futaies, exploitation en taillis), elles permettent de délimiter le territoire le plus favorable à l'intérieur de la mosaïque.

Pour *Ixodes ricinus*, on peut distinguer deux groupes :

a) Un groupe d'espèces mésophiles indiquant un effectif moyen probable compris entre 5 et 10; espèces présentes dans les Charmaies typiques, les Charmaies à Chêne pubescent, la Hêtraie submontagnarde : *Acer campestre*, *Polygonatum officinale*, *Euphorbia sylvatica*, *Helleborus foetidus*, *Phyteuma spicatum*, *Paris quadrifolia*, *Arum maculatum*, *Lamium galeobdolon*, *Glechoma hederacea*, *Campanula trachelium*, *Ajuga reptans*, *Salvia glutinosa*, *Hedera helix*, *Melittis melissophyllum*, *Mercurialis perennis*, *Alliaria officinalis*, *Fragaria vesca*.

b) Un groupe d'espèces indiquant un effectif d'*Ixodes ricinus* nettement plus élevé (moyenne atteignant 28, 20) : *Carpinus betulus*, *Tilia sylvestris*, (3),

(3) ROSICKY et HETNY (1962) indiquent que le Charme et le Tilleul sont d'excellents indicateurs pour *Ixodes ricinus*.

Fraxinus excelsior, *Asperula odorata*, *Vinca minor*, *Euphorbia dulcis*, *Daphne laureola*, *Alium ursinum*, *Stellaria holostea*, *Ilex aquifolium*, *Sanicula europaea*.

Ce groupe caractérise essentiellement les Charmaies neutrophiles et subacidiphiles.

Dans les zones favorables à l'installation de *Dermacentor reticulatus* (Sud de la carte), il est plus difficile de trouver des indicateurs d'effectifs probables, compte tenu des fluctuations de populations qui se produisent de façon très rapide.

VI - LES HÔTES

Bien que nos efforts aient porté, essentiellement, sur la récolte des tiques libres, nous avons essayé de dresser un inventaire des hôtes pour chaune des espèces détectées (cf. annexe). Cet inventaire, bien que très incomplet, fera l'objet ici d'un bref commentaire, dans la mesure où il permet de mieux comprendre les relations entre les tiques et leur environnement.

- *Ixodes ricinus* :

Cette espèce se rencontre sur les animaux domestiques (chiens, chats, bovins), sur divers mammifères (chevreuil, renard, lièvre, faisan...) et oiseaux sauvages.

Les informations les plus précises concerne le parasitisme sur animaux domestiques. Les animaux qui vagabondent librement dans les environs de la ferme sont assez régulièrement parasités (en particulier les chiens de chasse). Les bovins, parqués dans des enclos, seront parasités ou non selon l'existence d'îlots de végétation boisée relictuels ou d'un contact possible avec les lisières de bois. D'autres fois, c'est lors du parcours pour rejoindre le pâturage (chemins bordés de buis) que les animaux se contaminent. La densité des bovins est approximativement de 1 par 3 ou 4 hectares.

En ce qui concerne les mammifères sauvages, les statistiques portant sur les animaux tués à la chasse permettent de nous faire une idée approchée des effectifs : ainsi, sur le territoire de 12 communes de l'Isère, il a été tué respectivement en 1974 : 13 chevreuils, en 1975 : 29, en 1976 : 21. En 1976 il a été tué sur le territoire de cinq communes de l'Ain, 241 lièvres.

L'espèce se fixe fréquemment sur l'homme, notamment au stade nymphal et, plus encore au stade adulte (une dizaine de tiques en collection). Certaines occupations agricoles favorisent le contact avec la tique (ramassage de bois, de foin garde de troupeaux, notamment de troupeaux de chèvres).

- *Dermacentor reticulatus* :

Cette espèce parasite principalement les chiens et les bovins. C'est dans les paysages de bocage que ces animaux domestiques sont le plus fréquemment parasités. Le chien se contamine le plus souvent dans les milieux abandonnés où la végétation en est encore au stade lande. Les milieux dégradés de la périphérie des agglomérations recèlent aussi des biotopes contaminés (digues, terrains vagues, pelouses abandonnées...).

- *Ixodes hexagonus* :

C'est une tique de hérisson et de Carnivores sauvages (renard, fouine, martre, belette, chat sauvage). Elle parasite assez fréquemment le chien domestique et même, mais très rarement, les bovidés. L'activité des adultes est constatée en toutes saisons. Les renseignements sur l'activité larvaire et nymphale sont insuffisants pour savoir si l'activité des immatures est continue ou non.

- *Ixodes canisuga* :

Paraît moins fréquente que la précédente. Cette espèce n'a été récoltée que sur blaireau et sur renard.

- *Haemaphysalis punctata* :

Cette tique n'a été récoltée qu'au drapeau dans le territoire d'étude, à l'état d'individus isolés (Chênaie à Charme, Chênaie pubescente), vraisemblablement issus de nymphes parasites d'oiseaux migrateurs.

- *Ixodes pari* :

A été capturée, à deux reprises, au drapeau dans des Chênaies à Charme dotées d'une épaisse litière (montagne Saint-Benoît). Cette espèce parasite notamment le moineau friquet et la pie, mais ce sont vraisemblablement les Turdidés qui représentent les hôtes les plus habituels.

- *Ixodes lividus* :

A été trouvée dans les nids d'hirondelles de rivage (*Riparia riparia*), qui sont creusés dans les sablières.

- *Ixodes trianguliceps* :

A été collectée sur *Apodemus sylvaticus*, *A. flavicollis*, *Clethrionomys glareolus*.

- *Ixodes apronophorus* :

Des adultes ont été trouvés sur *Clethrionomys glareolus* et *Sorex araneus*. Des immatures ont été découverts sur *A. sylvaticus* (larves et nymphes) et sur *Crocidura russula* (nymphes). Il est logique de penser que d'autres petits mammifères qui fréquentent plus électivement les milieux où se développe cette espèce (cf. GILLOT et al., 1976) peuvent lui servir d'hôtes : musaraignes du genre *Neomys*, campagnols du genre *Arvicola*, *Ondatra zibethicus*.

On peut se demander comment les espèces animales interviennent dans la distribution des diverses espèces de tiques. Plusieurs facteurs interfèrent : affinité de la tique pour un hôte considéré, effectif des populations d'hôtes, déplacements, etc...

En ce qui concerne les adultes, nos observations permettent de penser que le chevreuil, les chiens et les bovins constituent pour *Ixodes ricinus*, des hôtes d'élection. En revanche, le renard ne paraît pas constituer pour cette espèce un hôte très attractif (cf. les observations de AUBERT, 1975 pour l'Est de la France et celles de CERNY, 1975 pour la Tchécoslovaquie). Les sangliers dont les effectifs sont loin d'être négligeables fréquentent des groupements forestiers qui sont favorables à la pullulation d'*Ixodes ricinus*, mais l'étude de leur parasitisme n'a pu être effectuée. CERNY (op.cit.) ne considère pas cet animal comme un très bon hôte pour *Ixodes ricinus*. Les chevreuils sont nombreux dans les îles du Rhône, mais ces milieux sont peu favorables à l'installation d'*Ixodes ricinus* comme nous l'avons déjà souligné. En revanche, ils peuvent se parasiter lorsqu'ils parcourent les forêts de l'étage collinéen (cf. note annexe).

L'homme influence fortement la distribution des populations de tiques par ses interventions : enclos pour les animaux d'élevage, parcours du bétail, introduction d'espèces, conséquences de la pression cynégétique : ces actions ont été mises en évidence par ROSICKY et al.

Dans le tableau II figure la liste des espèces animales pouvant être parasitées par les Ixodidés.

Si la végétation détermine un cadre biophysique favorable à la vie de la tique adulte, elle indique également que les conditions sont favorables à la vie des micromammifères et des oiseaux sur lesquels se gorgent les immatures. Ainsi, la Chênaie à Charme paraît très favorable à la vie de divers rongeurs, dont les galeries sont souvent visibles dans les facettes favorables à l'affût et à la survie de l'adulte (*Clethrionomys glareolus*, *Apodemus flavicollis*, notamment), ou à d'autres espèces (l'écureuil) qui peuvent être plus occasionnellement en relation avec la litière végétale. Certains oiseaux fréquentent également ce type de milieu et peuvent ainsi être parasités par des immatures : ainsi *Turdus merula* (cf. LEBRETON, 1964).

VII. INTERET EPIDEMIOLOGIQUE D'UNE TELLE DEMARCHE

La maladie transmise par vecteur est la résultante d'une conjonction de facteurs souvent difficiles à appréhender. D'où l'intérêt de la situer par rapport à l'ensemble des composantes du milieu biophysique et en se référant également à la densité des vecteurs.

Ixodes ricinus est essentiellement l'agent vecteur de l'encéphalite à tique (maladie humaine à réservoirs et vecteurs animaux), et des babésielloses bovines (à *Babesia bovis* et *Babesia divergens*). Elle est susceptible d'intervenir dans le cycle naturel de la tularémie. *Dermacentor reticulatus* est l'agent vecteur de la piroplasmose canine (à *Babesia canis*) et équine (à *Babesia caballi*).

Peut-on délimiter des foyers de maladies à l'aide d'indicateurs végétaux ? Dans le cas, notamment, de certaines piroplasmoses, la maladie se situe dans un environnement végétal assez bien défini (GILLOT et al. 1975). Cependant, le territoire présumé délimité à l'aide des indicateurs végétaux est généralement plus vaste que le foyer proprement dit. C'est le cas, notamment, pour les piroplasmoses bovines à *Babesia divergens*. EUZEBY et al., 1966, SIMON et al., 1974, montrent que dans le Brionnais, les aires babésiellogènes sont ponctuelles et plus petites que les zones de pullulation d'*Ixodes ricinus*. ("Les conditions favorables à *Ixodes ricinus* se retrouvent en de nombreuses régions où les populations de tiques sont éga-

TABLEAU II.- Répartition, au sein des unités retenues, des différentes espèces animales susceptibles de servir d'hôtes aux tiques

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 12	13	14	15	16	Tiques susceptibles d'être rencontrées
Sanglier (<i>Sus scrofa</i>)	→	→	→	-	→	→	→	→	→	→	+	-	+	-	→	● ○ △
Chevreuril (<i>Capreolus capreolus</i>)	+	+	+	-	+	+	+	+	→	→	+	-	+	+	→	● ○ △
Hérisson (<i>Erinaceus europaeus</i>)	-	B	-	+	+	+	-	B	-	+	?	+	?	+	B	□ △
Lapin de Garenne (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	-	B	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	B	B	★ △
Lièvre brun (<i>Lepus europaeus</i>)	-	+	+	+	+	+	+	B	+	+	+	+	+	B	+	△ ●
Ecureuil (<i>Sciurus vulgaris</i>)	-	B	B	+	+	+	+	-	+	+	+	?	+	+	+	△
Hermine (<i>Mustela herminea</i>)	-	-	-	-	?	?	-	?	-	+	B	+	?	?	?	□
Belette d'Europe (<i>Mustela nivalis</i>)	+	+	+	+	+	+	+	+	?	+	+	+	+	+	+	□
Putois (<i>Putorius putorius</i>)	+	+	+	-	+	+	+	+	-	?	-	-	-	?	+	□
Renard (<i>Vulpes vulpes</i>)	-	B	+	+	+	+	+	B	→	+	+	+	+	+	+	□ ■ △ ○
Martre (<i>Martes martes</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	□
Fouine (<i>Martes foina</i>)	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	□ △
Blaireau d'Europe (<i>Meles meles</i>)	-	B	B	+	+	+	-	B	-	+	+	+	+	+	→	□ ■
Chat sauvage (<i>Felis catus</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	→	□ △
Pigeon ramier (<i>Columba palumbus</i>)	+	+	+	?	+	+	+	+	-	+	+	+	?	+	+	△
Tourterelle des bois (<i>Streptopelia turtur</i>)	+	+	+	?	+	+	+	+	-	+	+	+	?	+	+	△
Hirondelle de rivage (<i>Riparia riparia</i>)	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	★
Grives (<i>Turdus sp.</i>)	+	→	+	?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	→	→	▲
Merle (<i>Turdus merula</i>)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	→	+	▲ △
Etourneau sansonnnet (<i>Sturnus vulgaris</i>)	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	★
Freux (<i>Corvus frugilegus</i>)	-	+	B	+	+	+	+	+	-	+	+	+	?	B	?	★
Corneille noire (<i>Corvus corone</i>)	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	B	B	-	
Pie (<i>Pica Pica</i>)	-	+	+	+	+	+	-	B	-	+	+	+	B	B	-	▲

1 : Saussaie à *Salix triandra*, Saussaie à *Salix alba*. 2 : Saussaie à *Salix cinerea*, Aunaie à *Alnus glutinosa*. 3 : Phragmitaie à *Carex*, Magnocariçaie. 4 : Groupements des lieux rudéraux. 5 : Espace agricole de la plaine alluviale, type openfield. 6 : Espace agricole de la plaine alluviale, type bocage. 7 : Aunaie à *Alnus incana*. Frênaie à *Quercus robur*. 8 : Charmaie à *Quercus robur*. 9 : Charmaie à *Fagus sylvatica*. 10 : Espace agricole des reliefs jurassiens. 11 : Chênaie à *Quercus pubescens*. 12 : Chênaie à *Quercus pubescens* et *Carpinus betulus*. 13 : Espace agricole des collines molassiques et glaciaires. 14 : Charmaie à *Castanea sativa*. 15 : Espace agricole sur alluvions fluvio-glaciaires. 16 : Charmaie à *Carpinus betulus*.

+ présence, - absence, + à l'occasion, B en bordure, → de passage.

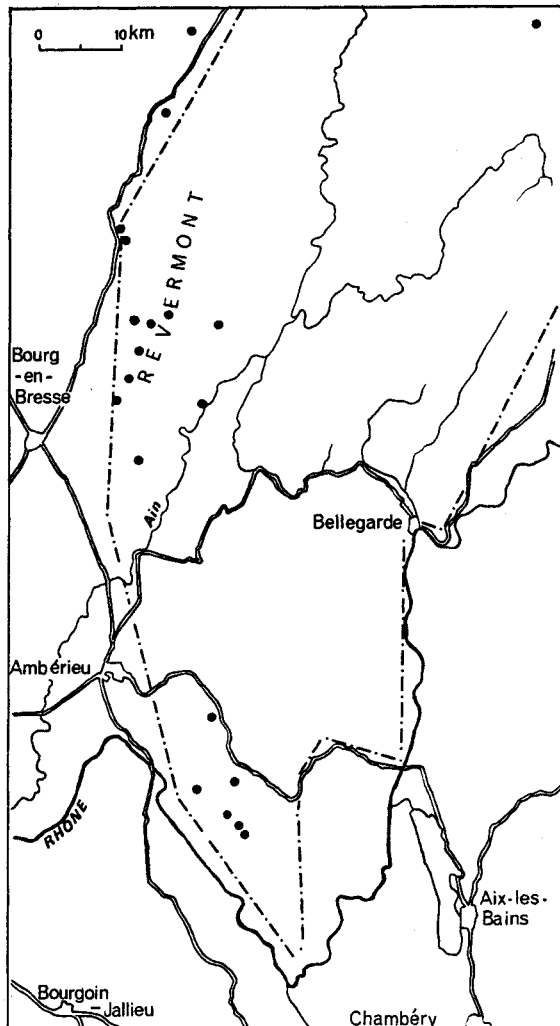
○ *D. reticulatus*, ● *D. marginatus*, △ *I. ricinus*, ▲ *I. pari*, □ *I. hexagonus*, ■ *I. canisuga*,

☆ *I. lividus*, ★ *I. arboricola*, ★ *I. ventralloi*, ⊙ *H. punctata*.

lement nombreuses et qui restent indemnes de babésiellloses. Un autre exemple, particulièrement spectaculaire, est celui de l'encéphalite à tique dont l'aire de distribution en France est singulièrement petite par rapport à celle d'*Ixodes ricinus*. En Alsace, les foyers détectés par HANNOUN et ses collaborateurs (1971) se situent dans des groupements végétaux favorables à *Ixodes ricinus*, mais sont très ponctuels (CHATELAIN, communication personnelle).

Dans la région Rhône-Alpes, il n'en est pas de même pour la piroplasmose canine à *Babesia canis* transmise par *D. reticulatus*. L'implantation de cette espèce, entraîne presque toujours l'apparition de cas de piroplasmose (4). Cependant des études plus fines seraient nécessaires pour asseoir définitivement cette opinion.

Nous avons longuement développé ailleurs l'intérêt qu'il y aurait à connaître, pour une région déterminée, ses potentialités épidémiologiques (GILLOT et al., 1978). Nous pensons que la carte présentée ici est un premier pas effectué vers la réalisation d'une carte épidémiologique, dans la mesure où la présence et l'abondance des vecteurs est susceptible de conditionner l'éclosion de telle ou telle maladie. Sur le territoire étudié l'existence de la babésielllose bovine est probable; celle de la piroplasmose canine certaine (5); l'encéphalite humaine à tique, non connue dans la région, existe en Suisse, dans des foyers dont les conditions écologiques sont proches de celles observées dans la zone d'étude.



a) La babésielllose bovine : une enquête effectuée auprès des vétérinaires et des communes de l'Ain (6) permet de situer les foyers de babésielllose bovine (à *Babesia divergens* ?) sur tout le rebord occidental du Jura (fig.3). Cette maladie sévit dans plusieurs villages du Jura méridional (Cerin, Marchamp, Lompnaz, Seillonnaz, Benonces, Ordonnaz....), situés à l'extrémité d'un territoire qui se prolonge nettement vers le Nord (Trefort, Cuisiat, Saint-Amour). On retrouve, dans cette bordure occidentale du Jura, les mêmes groupements végétaux reconnus ici comme éminemment favorables à *Ixodes ricinus* (Chênaie à Charme, Chênaie à Chêne pubescent qui se caractérisent par une strate arbustive très dense où le buis est l'espèce dominante - *Querceto-Buxetum* - avec tous les groupements de transition entre les deux groupements. Le mode d'élevage (pâturages collectifs) favorise souvent la contamination. Le territoire favorable à la pullulation d'*Ixodes ricinus* est très mosaïqué (vastes surfaces parcourues par le bétail, pâturages...). Il faut noter que la maladie sévit également dans la Dombes et la Bresse méridionale, où la végétation est représentée essentiellement par la Chênaie acidiphile (cas non figurés sur le schéma).

b) L'encéphalite à tique (TBE). Des foyers d'encéphalite à tique ont été découverts dans tous les pays d'Europe à l'exception de la Péninsule Ibérique et des pays du Bénélux (cf. RADDA, 1976),

Fig.3.- Localisation des stations à piroplasmose bovine dans le Jura méridional.

- (4) Citons un cas précis: Notre Dame de l'Osier (Isère) informations : J.F. DOBREMEZ. Investigations effectuées sur divers animaux avant 1977: tiques très rares. L'existence de *D. reticulatus* n'est pas prouvée. L'espèce est identifiée avec certitude en avril 1977 et retrouvée en mai 1978; elle pullule à partir de 1977. De fait, le premier cas de piroplasmose canine est constaté en avril 1977. En 1978, deux cas : le 15 octobre et le 1er novembre. En 1979, un cas: fin février.
- (5) Des cas ont été signalés notamment à Saint-Genix sur Guiers, dans la zone périurbaine que nous avons désigné comme favorable à *Dermacentor reticulatus*. Une enquête systématique devrait faire connaître beaucoup d'autres cas.
- (6) Grâce à la coopération de l'Entente Interdépartementale de Démoustication (Ain, Isère, Rhône, Savoie) dont nous remercions ici, le Directeur. Nous remercions également le Docteur DELPON et GUILLAND (Belley) qui nous ont fait bénéficier de leur savoir.

plus spécialement en Europe Centrale. En France, les foyers découverts par HANNOUN (1971) en Alsace ont fait l'objet d'investigations approfondies (CHATELAIN, 1979). Une étude phytosociologique précise des territoires concernés mériterait d'être entreprise. Il serait intéressant de retrouver les espèces caractéristiques des biotopes à *Ixodes ricinus* du Jura méridional (*Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*...) dans ces foyers d'encéphalite. *Ixodes ricinus* est très répandu en Suisse (AESCHLI-MANN, 1972). RADDI et al. (1974) ont découvert un foyer de tiques infectées par le virus dans le canton de Zurich. L'association forestière recélant le biotope est une Chênaie-Charmaie (*Galio-carpinetum luzuletosum* Klötzli). De nombreuses espèces composant le cortège floristique de cette association se retrouvent dans les groupements homologues du Jura méridional qui recèlent *Ixodes ricinus*; nous citerons : *Acer campestre*, *Corylus avellana*, *Crataegus oxyacantha*, *Melittis melissophyllum*, *Festuca heterophylla*. Les précipitations (800 mm en moyenne) sont plus faibles que dans le Jura et les températures plus basses (température moyenne annuelle de 8°C). Ce foyer se rapproche, par ses conditions écologiques, de ceux qui ont été décrits par RADDI (1974) en Autriche. Les foyers naturels découverts par WYLER et al. (1973) dans le canton de Schaffhausen se trouvent d'après KÖTZLI dans des Hêtraies se rattachant au *Pulmonario-Fagetum typicum* et dans des associations plus thermophiles faisant la transition avec les Chênaies à *Quercus pubescens* (*Lathyrus-Fagetum* et *Carici-Fagetum*). Les affinités botaniques entre les groupements végétaux recélant des tiques infectées et les groupements recélant des populations d'*Ixodes ricinus* dans la région cartographiée sont donc très grandes.

D'autres foyers d'encéphalite existent en Tchécoslovaquie, en Yougoslavie, en Bulgarie. *Ixodes ricinus* est l'espèce vectrice de la maladie.

Les groupements végétaux qui recèlent des populations d'*Ixodes ricinus* en Europe Centrale sont les suivants :

- les groupements à base de Charme : groupements des forêts de gorges humides (*Querceto-Carpinetum*) de Tchécoslovaquie, les Chênaies à *Quercus petraea* et *Carpinus* (*Querceto-Carpinetum Croaticum*). De Yougoslavie, les groupements à *Carpinus orientalis* et *Quercus cerris* ainsi que les groupements à *Carpinus duinensis* et *Quercus pubescens* de Bulgarie. Si les groupements forestiers recèlent des populations élevées d'*Ixodes ricinus*, les lisières forêt-prairies pâturées sont également très attractives pour l'espèce.
- Les Chênaies thermophiles à *Quercus pubescens* (*Quercetum pubescens*) décrites en Tchécoslovaquie et en Bulgarie.
- Les groupements anthropozoogènes à *Robinia pseudacacia* en Tchécoslovaquie.
- Les forêts de *Quercus ilex* dans une partie de la Yougoslavie sous climat méditerranéen.
- Les pelouses montagnardes et subalpines de Yougoslavie où l'espèce monte jusqu'à 2 000 m (*Ixodes ricinus* est notamment présent dans le *Rhododendro mugetosum*), lorsque ces groupements sont fréquentés par le Chamois. Il serait intéressant de rechercher l'espèce dans les landes subalpines à *Pinus uncinata* des Préalpes (Vercors, Chartreuse, Bauges, etc...).

En Europe Centrale, comme dans le Jura méridional, les groupements mésophiles de Charme, quel que soit le taxon considéré, et les Chênaies à *Quercus pubescens* délimitent un cadre biophysique (conditions microclimatiques, présence d'hôtes) particulièrement attractif pour *Ixodes ricinus*.

CONCLUSION

La carte phyto-écologique, indiquant la probabilité de trouver un effectif donné sur un territoire que l'on peut délimiter avec précision à l'aide d'indicateurs végétaux, présente un grand intérêt dans la mesure où les populations cartographiées sont vectrices d'une maladie, comme c'est le cas d'*Ixodes ricinus*.

Ainsi, dans le cas de l'encéphalite à tique, la probabilité de contracter la maladie dépend de l'effectif de tiques, du pourcentage de tiques contaminées par le virus (qui selon CHATELAIN, 1978 serait également fonction de l'effectif). On mesure l'intérêt d'une méthode d'estimation des populations pratique et rapide. Ce sont les bases d'une telle méthode que nous avons essayé de présenter.

Un échantillonnage purement statistique (n'impliquant pas l'idée d'un choix préalable) s'avère délicat lorsqu'on ne connaît ni la répartition, ni le volume des populations étudiées. D'où l'intérêt d'un découpage *a priori* de l'espace dans la mesure où il s'agit d'un véritable zonage écologique, découpage qui permet un échantillonnage rationnel dans des unités homogènes. Dans le cas des tiques exophiles, le découpage de l'espace repose sur l'analyse phyto-sociologique qui est une approche écologique relativement rapide et maintenant bien au point.

ANNEXE

LOCALISATION DES TIQUES PRÉLEVÉES SUR HÔTES *
OU N'AYANT FAIT L'OBJET QUE DE CAPTURES EXCEPTIONNELLESIxodes ricinus : adultes

- Chien : 12.12.1970, Saint-Benoît, 1F. — 28.5.1971, Izieu, 1F. — 20.6.1971, Izieu, 1F. — 2.9.1971, Murs, 6F, 1M. — 20.9.1971, Izieu, 1 copula. — 13.11.1971, Crozet, 1F. — 20.8.1972, Groslée, 3F. — 27.8.1972, Lhuis, 1F. — 10.12.1972, Peyzieu, 1F. — 22.12.1972, Izieu, 1F. — 1.5.1973, Lhuis, 20F, 8M, 2 copula. — 10.9.1973, Izieu, 1F. — 15.9.1973, Izieu, 1M. — 30.9.1973, Izieu, 2F. —
- Chat : 11.7.1974, Izieu, 2F. — 24.5.1973, Arandaz, 2F. — 10.6.1974, Brens, 1F. — 2.5.1975, Izieu, 1F.
- Renard : 22.2.1974, Crozet, 2F.
- Vache : 10.5.1975, Champstel, 2F. — 10.5.1975, Izieu, 2F.
- Chevreuil : mars 1972, Lhuis, 6F, 4M. — 21.10.1972, Izieu, 1F. — 21.10.1973, Izieu, 1 copula. — 19.10.1974, Crozet, 2F. — 20.10.1974, Izieu, 1F. — 3.10.1976, Veyrins, 1F.
- Faisan : août 1972, Arandas, 1F.
- Homme : 15.11.1970, montagne de Fay (fixée, région pubienne), 1F. — 9.6.1971, Peyrieu (fixée, avant-bras), 1F. — 26.8.1971, Peyrieu, (fixée, sous-ombilicale), 1F. — 14.9.1973, Peyrieu, (fixée, flanc droit, niveau crête iliaque), 1F. — 27.8.1976, bois de Rothone, (fixée, paraombilicale), 1F. — mai 1978, Champstel, (en train de se fixer), 1F. — juillet 1978, Champstel, (fixée, pli de l'aîne), 1F. — 19.9.1976 et 25.9.1976, marais de la Balme, (fixées, aisselle, pubis, sein, abdomen au niveau de la ceinture), 4F.

Ixodes ricinus : immatures

- Lapin de garenne : pas de date, Les Avenières, (Buvin), 1N.
- Mulot sylvestre : (*Apodemus sylvaticus*) : 30.5.1974, Peyrieu, As, 1L; As, 1L; As, 14L. — 26.7.1974, Peyrieu, As, 1L; As, 1N.
- Mulot à collier (*Apodemus flavicollis*) : 30.5.1974, Peyrieu, Af, 3L. 26.7.1974, Peyrieu, Af, 1N.

Ixodes hexagonus :

- Hérisson : 30.8.1972, Lhuis, 5F, 15L. — 12.4.1975, Brens, 5L.
- Belette : début novembre 1975, marais de Morestel, 1F.
- Chat sauvage : 22.1.1975, Crozet, 6N, 6L.
- Fouine : 6.3.1973, Crozet, 1F. — 15.3.1975, Crozet, 1F.
- Martre : janvier 1972, Crozet, 1F.
- Blaireau : 22.2.1973, Premeyzel, 1F, 1N. — 24.1.1974, Crozet, 1F, 2N. — 30.1.1974, Crozet, 3N. — février 1974, Crozet, 1N, 2L.
- Renard : 23.2.1972, Premeyzel, 2F, 14N. — 23.2.1972, Premeyzel, 1F, 1N. — 22.1.1975, Crozet, 6N, 6L.
- Chien : 27.6.1972, Le Saugey, 2F, 14N. — 2.9.1972, Crozet, 20F, 1N. 24.1.1974, Crozet, 14N, 3L. — 31.12.1973, Saint-Bois, 16F. — fin juin 1975, Izieu, 1F.
- Vache : 2.9.1972, Crozet, 1F.

* Les récoltes n'ayant pas toujours été effectuées par nous, le nombre de tiques indiqué ici correspond à l'effectif minimal trouvé sur chaque hôte.

F : femelle M : mâle L : larve N : nymphe.

- Libres : 30.6.1972, Le Saugey (bottes de paille), 1F, 2N gorgées; 1F, 95N non gorgées. - 24.1.1974, Crozet, (vieux pressoir rempli de paille), 21F, 7M, 2M non gorgés.

Ixodes canisuga :

- Renard : 16.5.1972, Lhuis, 1F, 1N. - 16.5.1972, Lhuis, 5F, 3N.
- Blaireau : 19.3.1972, Lhuis, 2F. - 28.2.1973, Premeyzel, 4F.

Ixodes trianguliceps :

- Campagnol roussâtre (*Clethrionomys glareolus*) : 8.3.1973, Evieu, 1L. 21.3.1973, Glandieu, 1N. - 9.4.1974, Peyrieu, 2L.
- Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*) : 21.3.1973, Glandieu, 1L. - 9.4.1974, Peyrieu, 2L. - 30.5.1974, Peyrieu, 1L.
- Mulot à collier (*Apodemus flavicollis*) : 30.5.1974, Peyrieu, 1L.

Ixodes apronophorus : (cf. GILOT et al., 1976).

Ixodes pari :

- Moineau friquet : 31.1.1972, Izieu, 1F.
- Pie : début mai 1975, Izieu, 1F.
- Libres : 21.9.1976, montagne Saint-Benoît (flanc Est, environ 500 m à partir de Crozet), 1F. - 22.9.1976, montagne Saint-Benoît (flanc Ouest, 496 m, à partir de Saint-Benoît), 1F.

Ixodes lividus :

- Libres : début octobre 1976, Les Avenièrès, 55F non gorgées, 8F gorgées, 8M, 50N, 741L. - début octobre 1976, Les Avenièrès, 2N, 9L.

Dermacentor reticulatus :

- Chien : mars 1977, Corbelin (Arlacot), 7F, 3M.
- Bovins : 10.4.1977, Corbelin (Arlacot), 50F, 26M.
- Libres : début mai 1977, Corbelin (Le Maleins), 25F, 22M.

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, (4) : 321-340.
- AESCHLIMANN (A.), BROSSARD (M.) QUENET (G.) 1975.- Contribution à la connaissance des piroplasmoses de Suisse. *Acta Tropica*, 32, n°4, p. 281-289.
- AMIET (J.L.) 1961.- Observations préliminaires sur quelques entomocénoses de la région du Lautaret. *Bull. Soc. Linn. Lyon*, n°5, p. 126-129, 161-167.
- AMIET (J.L.) 1961-1962.- Le peuplement carabologique des forêts du Jura Salinois. *Mém. Soc. Sc. Nat. et Math. Cherbourg*, 50, 5ème série.
- AUBERT (M.F.A.) 1975.- Contribution à l'étude du parasitisme du renard (*Vulpes vulpes* L.) par les *Ixodidae* (Acarina) dans le Nord-Est de la France. *Acarologia*, 17 (3), p. 452-479.
- BAIBORODIN (V.N.), VERSHININA (T.A.) KONEVA (T.A.) 1974.- Essai de création d'une carte d'*Ixodidea* de Russie asiatique. *Inst. Geogr. Sibiri Dal'nego Vostoka*, Irkutsk, p. 1-83.
- BARNETT (S.T.) 1974.- Economical aspects of tick borne diseases control in Britain. *Bull. Off. Int. Epizoot.*, 81, (1-2), p. 167-182.
- BERCOVIER (H.), VANNIER (P.) 1973.- Etude biologique des micromammifères en relation avec une zoonose : la tularémie. Rapport de D.E.A. Option écologie animale. Université Paris VI.

- BLASKOVIC (D.) et al. 1967.- Studies on tick-borne encephalitis. *Bull.O.M.S.* supplément au volume 36, Genève.
- BLONDEL (J.), FERRY (C.) et FROCHOT (B.) 1973.- Avifaune et végétation; essai d'analyse de la diversité : *Alauda*. p. 63-84.
- BONARD (E.C.) 1969.- Les arbovirus européens. *Médecine et Hygiène*. 27, p. 872-873.
- BUTTIKER (W.) 1969.- Parasiten und Nidicolon der Uferschwalbe (*Riparia riparia* L.) in der Schweiz. *Mitt. Schweiz. Entomo. Gesellschaft*, 42, 3, p. 205-220.
- CERNY (V.) 1959.- Significance of bushes for survival of fully engorged females of the common tick (*Ixodes ricinus* L.). *Vet. Cas*, 8 (5), p. 455-460.
- CERNY (V.) 1975.- Short communications : the role of mammals in natural foci of tick-borne encephalitis in Central Europe. *Folia Parasitologica (Praha)*, 22, p. 271-273.
- CHATELAIN (J.) 1979.- Le rôle du Campagnol roussâtre dans le cycle viral de l'encéphalite à tiques d'Europe Centrale en Alsace. Thèse Doctorat Sciences Naturelles. Paris VI.
- CHATELAIN (J.), ARDOIN (P.) 1978.- Données démographiques d'*Ixodes ricinus* Linné vecteur du virus de l'encéphalite à tique en Europe Centrale (C.E.E.) en Alsace. *Rev. Epidém. et Santé publique*, 26, p. 211-223.
- COUSSEERANS (J.), GABINAUD (A.), SIMONNEAU (P.), SINEGRE (G.) 1969.- Les bases écologiques de la démoustication. Méthodes de réalisation et d'utilisation de la carte phyto-écologique. *Vie et Milieu*, série C, 20, fasc. 1C, p. 1-20.
- DEDET (J.P.) 1977.- Rôle de la cartographie en épidémiologie. Principes généraux. Modalités d'application. *Méd. Mal. inf.*, 7, 3, p. 178-186.
- DOBREMEZ (J.F.) 1972.- Carte écologique de Belley (XXXII-3L) 1/50 000. *Doc.Cart. Vég. Alpes*. X, p. 41-56.
- DOBREMEZ (J.F.) et PAUTOU (G.) 1972.- Carte écologique de la Tour du Pin (XXXII-32) 1/50 000. *Doc.Cart. Vég. Alpes*, X, p. 57-60.
- EUZEY (J.A.) 1979.- Les babésioses des bovins. *Rev. Méd. Vét.*, 130, 5, p. 685-712.
- EUZEY (J.) et RANCIEN (P.) 1966.- Sur une endémie de Babésiose bovine. *Bull. Soc. Vét. Méd. Comp.*, 68, p. 309-324.
- GALUZO (I.G.) 1975.- Landscape epidemiology (Epizootiology). *Adv. Vet. Sci. et Comp. Med.*, 19, p. 73-96.
- GARCIA (R.) 1962.- A carbon Dioxide as an Attractant for certain ticks. (*Acarina: Argasidae* and *Ixodidae*). *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 55, (5), p. 605.
- GHESTEM (A.), MOREL-VAREILLE (C.), RONDELAUD (D.) et VILKS (A.) 1974.- Premiers documents phytosociologiques des biotopes à *Lymnaea* (Galba) *truncatula* Muller (Mollusque gastéropode) dans le Nord-Ouest du Limousin. *Bull. Soc. Histoire Naturelle de Toulouse*, 110, (3et 4), p. 235-240.
- GILOT (B.) 1968.- Introduction à l'écologie des *Culicinae* de la région grenobloise. Etude de Chorologie verticale, Thèse Médecine, Grenoble, n°18, 243 p. + Documents annexes.
- GILOT (B.), BEAUCOURNU (J.C.) 1973.- Premier inventaire des tiques d'oiseaux (*Acarina, Ixodoidea*) de l'Ouest de la France. Présence d'*Ixodes unicavatus* Neumann 1908 en Bretagne. *Bull. Soc. Scient. Bretagne*, 48, p. 131-141.
- 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, 2, p. 220-249.
- GILOT (B.), PAUTOU (G.), MONCADA (E.), AIN (G.) 1975.- Première contribution à l'étude écologique d'*Ixodes ricinus* (Linné, 1798) (*Acarina, Ixodoidea*) dans le Sud-Est de la France. *Acta Tropica*, 32, p. 232-258.
- GILOT (B.), PAUTOU (G.), MONCADA (E.) 1975.- L'analyse de la végétation appliquée à la détection des populations de tiques exophiles dans le Sud-Est de la France : l'exemple d'*Ixodes ricinus* (Linné 1758). *Acta Tropica*, 32, 4, p. 340-347.
- GILOT (B.), MONCADA (E.), PAUTOU (G.) 1976.- Présence en France d'*Ixodes apromphorus* (Schulze 1924), (*Ixodoidea-Ixodidae*). *Ann. Parasit.*, 51, 5, p. 601-603.
- GILOT (B.), PAUTOU (G.), MONCADA (E.)- L'incidence de l'artificialisation du milieu sur les populations de tiques (*Ixodidae* et *Argasidae*) dans les Alpes françaises et l'avant-pays alpin. *Com. Symposium Tiques, Neuchâtel*, sept. 1977.
- GILOT (B.), PAUTOU (G.), LACHET (B.) MONCADA (E.)- Problèmes posés par la cartographie des populations de tiques exophiles en France, à moyenne et grande échelle. Essai dans le Jura méridional. *Symposium Neuchâtel*, sept. 1977.
- GILOT (B.), JOUBERT (L.), PAUTOU (G.) 1978.- Enquêtes éco-épidémiologiques 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, 129, 73-99.
- GRESIKOVA (M.), KOZUCH (O.), NOSEK (J.) 1968.- Die rolle von *Ixodes ricinus* als Vektor der Zeckenencephalitis un Verschiedenen mitteleuropärschen, Naturbenden Zbl. Bakt I Parasitenk, Abt. Ory., 207 H₄, p. 423-429.
- GROTHAUS (R.H.), HASKINS (J.R.) et REED (J.T.) 1976.- A simplified carbon dioxide collection technique for the recovery of live ticks. (*Acarinae*). *J. Med. Ent.*, 12, (6), p. 702.

- HANNOUN (C.), CHATELAIN (J.), KRAMS (S.) et GUILLON (J.M.) 1971.- Isolement, en Alsace, du virus de l'encéphalite à tiques (arbovirus groupe B). C. R. Hebd. Séanc. Acad. Sci., S.D., 272, p. 766 - 768.
- HONZAKOWA (E.) 1971.- Survival of some ixodid tick species submerged in water in laboratory experiments. *Folia Parasitologica* (Praha), 18, p. 155-159.
- KASSAB (Y.) - Les gastéropodes de quelques milieux aquatiques de la vallée du Rhône : Etude préliminaire. *Travaux du lab. d'hydrobiologie et de pisciculture de Grenoble*, (sous presse).
- KOLMAN (J.M.), HUSOVA (M.) 1971.- Virus carrying ticks. *Ixodes ricinus* in the mixed natural focus of the Central European tick borne encephalitis virus (C.E.E.) and Uukuniemi virus (U.K.). *Folia Parasit.*, 18, p. 329-335.
- KORENBERG (E.I.) et LEBEDEVA (N.M.) 1969.- Distribution and some general features of the ecology of *Ixodes trianguliceps* Bir. in the Soviet Union. *Folia Parasit.*, 16, p. 143-152.
- KORENBERG (E.I.) et KUCHERUK (V.V.) 1970.- Recent situation and the problems of studying distribution and uniform spreading of ixodid ticks. *Tezisy Dokl. 2. Akad. Soveshch.*, pt. 1, p. 255-257.
- KORENBERG (E.I.), DZYUBA (M.L.), ZHUKOV (V.I.) 1971.- Range of *Ixodes ricinus* in the U.S.S.R. *Zool. Zh.*, 50 (1), p. 41-50.
- KORENBERG (E.I.) 1971.- Methodological principles of mapping the occurrence of ixodid ticks. *Proceeding of the 3rd. International Congress of Acarology*, Prague 4p.
- KORENBERG (E.I.) et KARPENKO (A.S.) 1972.- Principles of the average-scaled cartography of distribution of ixodid ticks. *Zool. Zh.*, 51, (4), p. 459-509.
- KORENBERG (E.I.) 1973.- On large-scale mapping of the taiga tick distribution. *Parazitologiya*, Leningrad, 7, (3), p. 238-243.
- KORENBERG (E.I.) 1973.- Methodological principles of mapping the occurrence of Ixodid ticks. *Proc. 3. Int. Congr. Acar.* (Prague, August 31 september 6, 1971, p. 575-577.
- KORENBERG (E.I.) 1974.- Quelques problèmes d'écologie des populations des *Ixodoidea*. *Zool. Zh.*, 53, (2), p. 165-178.
- KORENBERG (E.I.), MOTYUNAS (L.I.), PODENAYTE (V.I.), SHATKOWSKAS (A.V.), PLYADIS (A.A.), YEZERSKENE (Yu.P.) 1975.- An experiment on study of the special features of the dispersion of *I. ricinus* over a large area (Acar, Ixodidae). *Parazitologiya*, 9, (3), p. 260-264.
- KUCHERUK (V.V.), ZEMSKAYA (A.), KOVALEVSKI (Yu.), KORENBERG (E.I.), PHELKINA (A.A.), SUVOROVA (L.G.), TUPIKOVA (N.V.) 1965.- Methods of wide scale cartographic study of space of natural foci of human diseases. *Methody Med. geogr. Issled.* p. 169-177.
- LEBRETON (Ph.) 1964.- Introduction écologique à l'étude de l'avifaune de la Dombes. *Terre et Vie*, 111, n°1, p. 20-53.
- LEVINE 1968.- *Natural nidity of diseases and question of parasitology*. University of Illinois Press. Urbana, Chicago et Londres. 483 p.
- MERLE (DU) (P.) et LUQUET (Ch.) 1968.- Les peuplements de fourmis et les peuplements d'acridiens du Mont-Ventoux, *Terre et Vie*, suppl., p. 147-279.
- MERMOD (C.), AESCHLIMANN (A.) et GRAF (J.F.) 1973.- Ecologie et éthologie d' *Ixodes ricinus* Linné 1758, en Suisse, (Acarina, Ixodoidea). Première note : fluctuations numériques. *Acarologia*, 15 (2), p. 197-205.
- MERMOD (C.), AESCHLIMANN (A.) et GRAF (J.F.) 1974.- Ecologie et éthologie d' *Ixodes ricinus* L. en Suisse. Deuxième note : comparaison des populations 1972 et 1973. *Acarologia*, 16, (4), p. 612-620.
- MERMOD (C.), AESCHLIMANN (A.) et GRAF (J.F.) 1975.- Ecologie et éthologie d' *Ixodes ricinus* L. en Suisse. Quatrième note : comparaison de deux populations d'altitude différente. *Acarologia*, 7, (3), p. 442-451.
- MOLLARET (H.H.) 1975.- Pour une approche nouvelle des maladies infectieuses. *Congrès ann. Soc. Franc. Hyg., Méd. Soc. Gén. San. Paris* 16-17 octobre, p. 111-121.
- MOREL (P.C.) 1969.- Contribution à la connaissance de la distribution des tiques (Acariens, Ixodidae et Amblyomidae) en Afrique éthiopienne continentale. Thèse de Doctorat ès-Sciences Naturelles, Orsay n°575, 388 p.
- MORISOD (A.), BROSSARD (M.), LAMBERT (C.) SUTER (H.), AESCHLIMANN (A.) 1972.- *Babesia bovis*: transmission par *Ixodes ricinus* (Ixodoidea) dans la plaine du Rhône. *Schweizer Archiv. für Tierheilkunde*, 114, 8, p. 387-391.
- NOSEK (P.) et KOZUCH (O.) 1970.- New aspects in the ecology of tick vectors. *Folia Parasitologica*, 17, p. 327-329.
- OZENDA (P.) 1966.- Perspectives nouvelles pour l'étude phytogéographique des Alpes du Sud. *Doc. Carte. Vég. Alpes*. Laboratoire de Biologie Végétale de Grenoble et du Lautaret, IV, p. 7-198.
- OZENDA (P.) et al. 1974.- Carte de la végétation potentielle des Alpes nord-occidentales (partie française). *Doc. Cart. Ecol.*, XII, p. 9-27.
- PAUTOU (G.), AIN (G.), GILOT (B.), COUS-SERANS (J.), GABINAUD (A.), SIMONNEAU (P.) 1973.- Cartographie écologique appliquée à la déoustication. *Doc. Cart. Ecol.* XI, p. 1-16.
- PAVLOVSKY (Y.N.) 1963.- *Human diseases with natural foci*. Foreign Languages Publishing House. Moscou, 346 p.

- PEREZ (C.), RODHAIN (F.) 1977.- Biologie d'*Ixodes ricinus* L. 1758. 1. Ecologie, cycle évolutif. 2. Incidence épidémiologique. *Bull. Soc. Path. Exot.* 2, p. 187-192, 193-201.
- PETRISHCHEVA (P.A.) 1965.- The influence of economic activities upon natural foci of transmissible diseases. *Proc. Symp. Theor. Quest. Nat. Foci Dis.* Prague, November 26-29, 1963, p. 227-239.
- POPOV (G.B.) 1958.- Ecological studies on oviposition by swarms of the desert locust (*Schistocerca gregaria* Forsk.) in Eastern Africa. *Anti-Locust Bull.*, 31, 70p.
- QUEZEL (P.) et VERDIER (P.) 1953.- Les méthodes de la Phytosociologie sont-elles applicables à l'étude des groupements animaux ? *Vegetatio*, 4, 3, p. 165-180.
- RADDA (A.) 1976.- Die durch Zecken übertragene Frühsommer Meningoenzephalitis. *Z. ang. Ent.*, 82, 62.
- RADDA (A.), SCHMIDTKE (W.) et WANDELER (A.) 1974.- Nachweis des virus der Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) in *Ixodes ricinus* aus dem Kanton Zürich, Schweiz. *Zbl. Bakt. Hyg.*, 229, 12, p. 268-272.
- RIOUX (J.A.) 1958.- Les Culicides du "Midi" méditerranéen. Etude systématique et écologique. *Enc. Entomol.* Paris, Lechevalier, 303 p.
- RIOUX (J.A.) et coll. 1969.- Epidémiologie des leishmanioses dans le sud de la France. *Monographie de l'I.N.S.E.R.M.*, 37, 223 p.
- RIOUX (J.A.), CROZET (H.), GRAS (G.) et JUMINER (B.) 1964.- Priorité aux méthodes antilarvaires dans la lutte contre les *Aedes halophiles* en Languedoc-Roussillon (principes généraux et logistique). *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 41, 3/4, p. 385-396.
- RIOUX (J.A.), DECAMPS (H.), LANOTTE (G.) COMBE (C.), THERON (A.), POINTIER (J.F.) SEYTOR (S.), DELATTRE (P.), BOUGEROL (C.) 1977.- Ecologie de la schistosomose intestinale en Guadeloupe. Analyse du système épidémiologique. Documents pour un essai de modélisation. *Rev. Epidém. et Santé Publ.* 25, p. 483-519.
- ROSICKY (B.) et HEJNY (S.) 1962.- Structure of elementary foci of tick-borne encephalitis and their indication by certain phytocenoses. *Proc. Symp. Biol. Viruses Tick-borne Enceph. Complex* (Smolenice, October 11-14, 1960), p. 420-422.
- ROTRAMEL (G.L.) et DOTY (E.) 1974.- A simple method for collecting ticks with dry ice. *Bull. Soc. Vector. Ecol.* 1, p. 37-38.
- SCHMITT (J.), BURDIN (J.C.), SCHMIDT (C.) CLAUDE (D.), TURCK (L.) 1976.- Réapparition de la tularémie humaine en Lorraine. *Annales Médicales de Nancy*, 14, p. 197-202.
- SEMTNER (P.J.) et HAIR (J.A.) 1975.- Evaluation of CO₂-baited traps for survey of *Amblyomma maculatum* Koch and *Dermacentor variabilis* Say (*Acarina Ixodidae*). *J. Med. Ent.* 12 (1), p. 137-138.
- SIMON (P.H.) 1974.- Epidémiologie de la Piroplasmose bovine en Brionnais. Essai d'un plan de chimioprévention. Thèse Méd. Vét. Lyon, n°2, 110 p.
- SIMON (P.H.), RANCIEN (P.), EUZEBY (J.) 1974.- A propos de l'endémie charolaise de piroplasmose bovine. 2è note : Etude épidémiologique et conséquences prophylactiques. *Bull. Soc. Sci. Vét. Méd. Comp. Lyon*, 76è ann., (6), p. 411-421.
- TETART (J.) 1974.- Les Entomostracés des milieux peu profonds de la vallée du Rhône. Essai d'étude écologique : composition des associations et répartition des espèces. *Extraits des travaux du laboratoire d'Hydrobiologie et de Pisciculture de Grenoble*, p. 64-65, 109-245.
- TUPIKOVA (N.V.) et KORENBERG (E.I.) 1965.- The effect of concentrated deforestation on certain components of a natural focus of tick borne encephalitis in East European parts of the Southern taiga forests. Theoretical questions of natural foci of diseases. *Proc. of a Symposium.* (ed. Rosicky (B.) et Heyberger (K.), Prague, 1953), p. 319-324.
- USPENSKAYA (I.G.) 1971.- Influence of cultivated areas on the ixodid tick fauna. *Parazit. Zhivot. Rast. Akad. Nauk Moldav. SSR* (7), p. 115-120.
- TURCK (L.) 1975.- Résurgence de la tularémie en Lorraine. Essai d'étude sur les conditions écologiques et épidémiologiques de la maladie. Thèse Doc. Méd., Nancy, dactylographiée.
- VARMA (M.G.R.) 1965.- The distribution of *Ixodes ricinus* in Britain in relation to climate and vegetation. *Proc. Symp. Theor. Quest. Nat. Foci Dis.* (Prague november 1963), p. 301-311.
- VOROB'EV (V.V.) et IGNAT'EV (E.I.) 1968.- Principles and methods of medical-geographical cartography. *Akad. Nauk SSSR, Sibinsk. Otd., Inst. Geogr. Sibiri i Dal'n. Vost. Irkutsk.* 222 p.

REMARQUES CONCERNANT LA CARTE

L'espace agricole correspondant aux collines du Bas-Dauphiné (territoire compris entre Veyrins-Granieu-Corbélin et Aoste d'une part, et entre St-Genix et le Mt-Tournier d'autre part) se caractérise par une structure mosaïquée (alternances de cultures et de petits bosquets); *Ixodes ricinus* est surtout présent dans les îlots forestiers. Pour des raisons techniques, la trame indiquant l'effectif probable (B) a été étendue à toute la surface. En revanche, *D. reticulatus* n'est présent que dans les groupements ouverts.- La trame indiquant l'effectif probable de *D. reticulatus* (B) a été oubliée entre St-Genix et Champagneux.- La trame (de type C) indiquant les effectifs d'*Ixodes ricinus* a été oubliée dans l'unité n°1. Dans l'unité n°2, les effectifs sont également de type C.