

BASES ACAROLOGIQUES POUR L'ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE
DE LA BORRELIOSE DE LYME :
LES POPULATIONS D'*IXODES RICINUS* LINNE, 1758
DU SUD-OUEST FRANCAIS

PAR B. GILOT *, B. DOCHE **, B. DEGEILH ***, C. GUIGUEN ***, J. PICHOT ****

IXODES RICINUS
BORRÉLIOSE DE LYME
SUD-OUEST DE LA FRANCE

RÉSUMÉ : Pour comprendre la genèse des foyers de la Borréliose de Lyme en France, une vision précise de la distribution du vecteur, *Ixodes ricinus* Linné, 1758 est indispensable. Grâce à la mise au point d'une méthodologie reposant sur l'utilisation de l'indicateur végétal, des données de base ont pu être acquises. Les résultats présentés ici concernent le quadrat Sud-Ouest. Le territoire d'étude comprend essentiellement les Landes, le Bassin Aquitain, les contreforts des Pyrénées et la moitié occidentale du Massif Central.

Pour tester les possibilités d'implantation de la tique sur ce territoire présentant de grandes variations écologiques, un zonage, fondé sur un découpage phyto-écologique et géographique, a été réalisé. Chacune des 17 zones écologiques ainsi définies a été échantillonnée pendant la période d'activité de la tique (de 5 à 10 sites forestiers par unité une heure/« drapeau »).

Toutes les zones testées, à l'exception de trois recèlent la tique. La fréquence de positivité varie de 0 % à plus de 80 %. L'influence atlantique est très favorable à *Ixodes ricinus*, l'influence méditerranéenne franchement défavorable. De façon générale la série supra méditerranéenne du Chêne pubescent se révèle peu propice. A l'inverse, les forêts rattachées à la série atlantique du Chêne pédonculé, les boisements de Pin maritime sont riches en biotopes.

Dermacentor reticulatus (Fabricius, 1794) est l'espèce la plus souvent décelée dans les mêmes massifs forestiers.

IXODES RICINUS
LYME BORRELIOSIS
SW FRANCE

SUMMARY : In order to understand how Lyme Borreliosis foci are generated on the French territory, a complete picture of the true distribution of the tick vector *Ixodes ricinus* is required. A set of fundamental data was acquired through a method using plant communities as indicators. The results presented in this article are related to the South-Western quadrant of France. The study area includes the following regions : Landes, Bassin Aquitain, the foot-hills of the Pyrénées and the western part of Massif Central.

The aim of the study was to ascertain the presence of the vector in the various parts of a territory of great ecological variety. A zoning was first carried out in order to define phyto-ecological and geographical units. Seventeen units were delineated. In a range of 5 to 10 forest experimental sites per unit, the flagging method was used for one hour's time to take samples of the tick during its period of activity.

* INSERM. Laboratoire de Parasitologie. Faculté de Médecine. Unité d'Aix-Marseille, 13385 Marseille Cedex 05,

** Laboratoire d'Ecologie végétale, Université de Grenoble I, 38041 Grenoble Cedex.

*** Laboratoire de Parasitologie et Zoologie appliquée, Faculté de Médecine, Avenue du Pr. Léon Bernard, F 35043 Rennes Cedex,

**** Laboratoire de Parasitologie. Faculté de Pharmacie. Université Claude Bernard Lyon I, 8 Avenue Rockefeller, 69373 Lyon Cedex 08.

Ixodes ricinus was found in all the phytoecological zones, except three. Its occurrence frequency ranges from 0 % to 80 %. The Atlantic influence is quite propitious to the species, whereas the Mediterranean climate is not. The supramediterranean series of *Quercus pubescens* is not convenient for the species. The presence of *Ixodes ricinus* was ascertained at numerous sites in forests belonging to the Atlantic series of *Quercus pedunculata* as well as in the artificial pine forest of *Pinus maritimus*. *Dermacentor reticulatus* is the other tick species the most frequently encountered in the same forests as *Ixodes ricinus* in the study area.

INTRODUCTION

Peu de temps après son individualisation, la Borréliose de Lyme a fait l'objet de plusieurs enquêtes en France, visant à préciser l'extension de la maladie, d'abord dans le cadre d'un territoire relativement restreint, la région Nord-Ouest (DOBY, 1986), dotée d'une grande homogénéité climatologique, puis à l'échelle du territoire national (DOURNON *et al.*, 1987). Cette deuxième enquête a révélé que la maladie avait été authentifiée dans la plupart — les 3/4 — des départements français et, de ce fait, on pouvait prévoir son adaptation à des conditions écologiques variées.

Dans le même temps, l'agent pathogène était mis en évidence, et parfois isolé, à partir de la tique *Ixodes ricinus* collectée dans différentes régions françaises (Nord-Ouest : DOBY *et al.*, 1985, 1986, 1989 ; ANDERSON *et al.*, 1986 ; Nord-Est : KREMER *et al.*, 1986 ; DOBY *et al.*, 1990), tout comme dans différents pays d'Europe. Si les diverses maladies, humaines et animales, connues en France pour être liées à cette espèce, étaient, pour la plupart, relativement localisées (Encéphalite à tique, Tularémie...), ce n'était donc plus le cas pour cette zoonose récemment mise en évidence. De ce fait, la répartition globale de la tique vectrice prenait une importance nouvelle.

Or les données sur lesquelles on pouvait fonder cette répartition, très intéressantes sur le plan de la biogéographie, se sont révélées non adaptées à un travail à visée épidémiologique. Souvent anciennes, elles apparaissent trop fragmentaires (certaines régions ayant bénéficié d'enquêtes approfondies, d'autre non), et souvent très hétérogènes (acquises avec des techniques inégalement précises sur le plan spatial : captures sur hôtes ou technique du « drapeau »). De ce fait, il nous a paru opportun

d'élaborer une méthode qui permette une appréhension globale des populations d'*Ixodes ricinus* sur le territoire national dans un laps de temps relativement court. Le principe et la mise en oeuvre de la méthode sont exposés en détail ailleurs (DOCHE *et al.*, 1993). Nous en rappelons seulement les grandes lignes. De la somme des résultats acquis en 1991 et 1992, sur l'ensemble du territoire national, nous détacherons et commenterons ici ceux qui ont trait à un quadrat Sud-Ouest, celui qui présente la plus large variabilité sur le plan écologique.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

1) *Le territoire d'étude*. Il est situé pour l'essentiel au Sud d'une horizontale passant par La Rochelle et à l'Ouest d'une verticale prenant naissance à Vichy. Il couvre une surface de 125 000 km² (soit près du quart de la France) et correspond au territoire administratif de 23 départements.

Il comprend essentiellement le Bassin Aquitain, la région landaise, les Pyrénées et la moitié ouest du Massif Central (figure 1). Le quadrat ainsi défini est notablement plus vaste que le Sud-Ouest sensu stricto, dont LAMONTELLERIE a étudié la faune ixodienne en 1965 (13 départements sont concernés par son travail).

Ainsi délimité, le territoire d'étude jouit d'une grande diversité écologique, les différences observées résultant soit de l'altitude, soit d'influences climatiques diverses (atlantiques, méditerranéennes) qui se font très inégalement sentir (existence de gradients). Dans notre démarche, nous avons privilégié les portions de ce territoire plus particulièrement susceptibles de présenter un risque épidémiologique. Ainsi, n'ont pas été compris dans cette étude les secteurs où, d'après les travaux antérieurs,

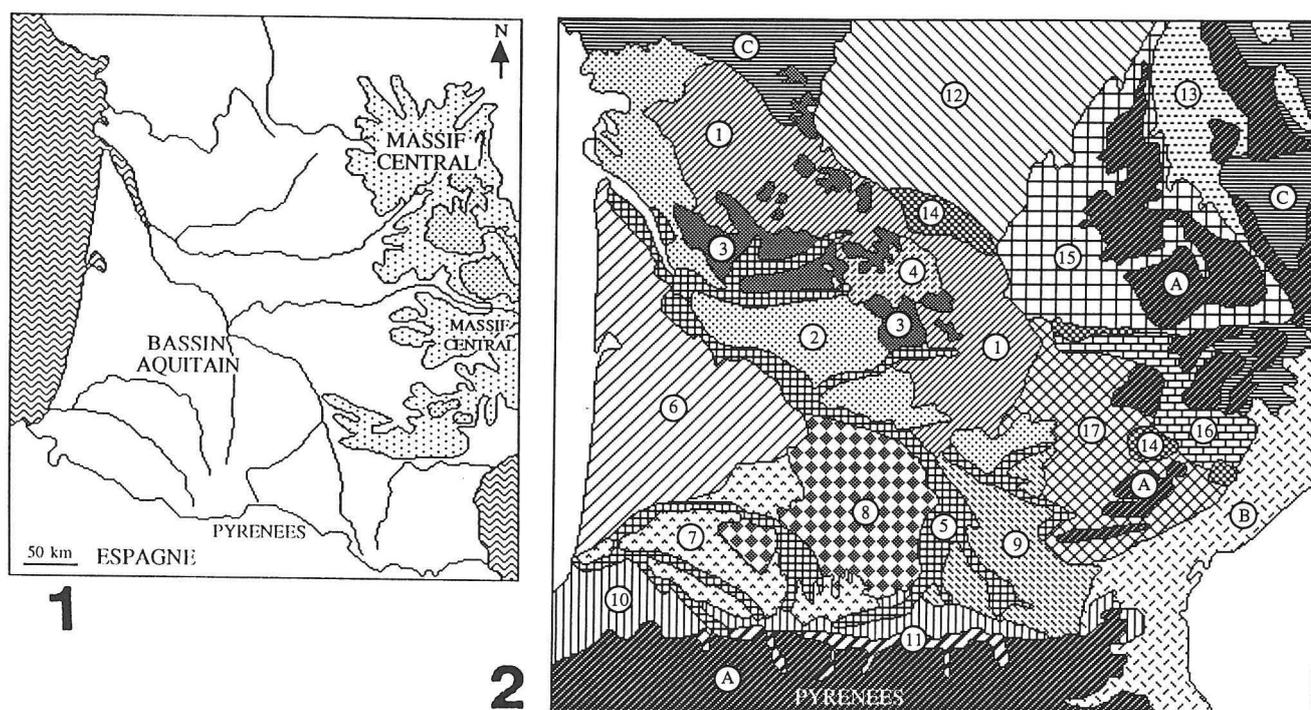


FIG. 1 : Le territoire d'étude. FIG. 2 : Le zonage phytécologique.

- A. — Zones au dessus de 1 000 m. B. — Zone méditerranéenne. C. — zones échantillonnées dans un autre quadrat. BASSIN AQUITAIN : 1. — Côteaux et plateaux au Nord de la Garonne (N.O.). 2. — Côteaux et plateaux au Nord de la Garonne (S.E.). 3. — Sables du Périgord. 4. — Enclave subméditerranéenne du Périgord. 5. — Vallées alluviales. 6. — Région landaise. 7. — Côteaux et plateaux non molassique. 8. — Zone molassique du S.S.W. 9. — *Idem* avec influence méditerranéenne. 10. — Zone prépyrénéenne. PYRÉNÉES : 11. — Vallées orientées Nord-Sud. MASSIF CENTRAL : 12. — Socle cristallin et secteurs volcaniques. 13. — Plaines internes. 14. — Bassins permien (infl. méditerranéennes). 15. Zone centrale. 16. — Grands Causses calcaires. 17. — Zone Sud-Ouest.

les populations d'*Ixodes ricinus* risquaient d'être absentes, ou beaucoup plus dispersées, qu'il s'agisse des régions d'altitude trop élevée (au dessus de 1 000 mètres cf. AESCHLIMANN *et al.*, 1972, KALTENRIEDER, 1985. GILOT *et al.*, 1975), ou celles qui sont soumises au climat méditerranéen (GILOT, 1985). L'échantillonnage de tels secteurs nous paraissait, à priori, moins facile à réaliser et nécessitait une méthodologie différente. D'autre part, *Ixodes ricinus* étant une espèce principalement sylvicole, nous avons privilégié les milieux forestiers, à l'exclusion de tout autre milieu (landes, bocages, milieux ouverts).

2) *Bases de la méthodologie et documents employés.* La méthodologie adoptée repose sur le caractère indicateur de la végétation (GILOT *et al.*, 1975; GILOT *et al.*, 1979). De toutes les espèces exophiles présentes en France, *Ixodes ricinus* est

vraisemblablement l'espèce qui réagit le plus finement aux variations écologiques traduites, et induites, par les diverses couvertures végétales. Aussi avons-nous mis à profit les nombreux documents, à petite ou moyenne échelle, qui délimitent les surfaces couvertes par la végétation climacique (Cartes de végétation de la France, du CNRS, à 1/200 000; Carte de la végétation potentielle de la France à 1/1 500 000 par OZENDA et LUCAS, 1987). Notre expérience nous ayant convaincu que, dans certains cas, une même formation végétale pouvait présenter des potentialités quelque peu différentes selon le contexte géographique dans lequel elle était placée (cf. GILOT, 1975), nous avons largement mis à profit un document synthétique (DUPIAS et REY, 1985) qui individualise des « régions naturelles » caractérisées non seulement par leur dominance phytosociologique mais également par leur position géographique et les aspects du paysage.

3) *Le zonage du territoire d'étude.* Le territoire défini ci-dessus a été ainsi découpé en unités naturelles clairement individualisées. Quinze zones différentes ont d'abord été distinguées. Parfois, comme c'est le cas dans le Massif Central, les secteurs désignés primitivement se sont révélés trop hétérogènes et ont dû être scindés en deux. En définitive, c'est un total de 17 entités phyto-écologiques qui ont été échantillonnées (figure 2). Leurs caractéristiques essentielles sont données dans les deux tableaux suivants (tableau n° 1, caractéristiques climatiques, tableau n° 2, végétation).

4) *L'échantillonnage des tiques.* Dans chacune des unités ainsi distinguées, les tiques ont été recherchées dans des sites forestiers désignés par un écologue. Le nombre (de 5 à 15) et le type de massif forestier désignés ont été fonction de la surface du secteur mais également de leur variabilité écologique. Au total, 100 sites (points de prélèvements) ont été ainsi inventoriés.

L'échantillonnage a été effectué par la technique du « drapeau ». A l'intérieur des massifs forestiers, les sites qui ont été explorés ne sont pas quelconques : ce sont ceux qui par leur structure (GILOT *et al.*, 1975) sont susceptibles de receler *Ixodes ricinus*. Seules les forêts présentant un certain degré d'ouverture (bords des pistes et des chemins) ont été soumises à l'investigation.

Le temps de passage du « drapeau » est de une heure. Les travaux antérieurs ont en effet montré qu'au delà de ce temps, les « chances » de déceler un seul individu sont relativement minimales.

L'époque choisie pour la recherche a été celle où les tiques étaient susceptibles d'être en activité et leur population d'être à leur apogée (printemps et automne) : il s'agit du printemps 1992 (avril-mai-juin, où les 3/4 des prélèvements ont été effectués) et de l'automne 1992 (septembre et octobre).

RÉSULTATS

1) *Résultats d'ensemble. Nombre de tiques récoltées et prévalence d'Ixodes ricinus par rapport aux autres espèces.*

C'est un total de 1127 tiques qui ont été recueillies. *Ixodes ricinus* (804 individus) représente plus des 3/4 des tiques récoltées (79 % du total).

2) *Proportion des diverses stases d'Ixodes ricinus.* La stase nymphale représente 59 % des collectes (504/883). Les femelles sont plus nombreuses que les mâles (226/157). Les larves, très peu nombreuses dans nos prélèvements, et rarement en « nids », n'ont pas été comptabilisées.

3) *Autres espèces présentes dans les biotopes inventoriés.* Elles sont mentionnées dans le tableau n° 3. Cette faune « annexe » est relativement diversifiée.

En fait, il faut bien distinguer trois sortes de situations :

— ou bien de telles espèces sont collectées seules dans les massifs forestiers inventoriés, *Ixodes ricinus* n'y ayant pas été mis en évidence. C'est le cas de *Rhipicephalus turanicus*, mais aussi, parfois, de *Dermacentor reticulatus* et dans la plupart des cas d'*Haemaphysalis punctata*.

— ou bien elles sont récoltées dans les mêmes massifs forestiers qu'*Ixodes ricinus*, mais dans des sites particuliers (plus ouverts, comme c'est souvent le cas pour *D. reticulatus*).

— ou bien elles sont collectées dans les mêmes sites qu'*Ixodes ricinus*, parfois au cours d'un même passage de « drapeau ». Dans ce cas, elles manifestent des exigences écologiques homologues à celles d'*Ixodes ricinus*, et elles se trouvent réellement en « synusie » avec cette espèce. C'est le cas, plus particulièrement des espèces suivantes : *Haemaphysalis inermis*, *H. concinna* et aussi, parfois, d'*Ixodes frontalis* et même de *Dermacentor marginatus*, *D. reticulatus* et *H. punctata*.

4) *Fréquence de positivité des sites inventoriés dans les différentes zones distinguées.* (Fig. 3)

Le tableau n° 4 précise le pourcentage de sites positifs par zone. Cette fréquence de positivité varie de 0 % à 80 %. En moyenne, elle se situe autour de 40 % (42 %). Près de la moitié des zones testées recèlent plus de 50 % de sites positifs.

Le tableau n° 4 indique les variations de cette fréquence selon les entités inventoriées en relation avec les caractéristiques écologiques de ces entités.

| NOMBRES DE ZONES ETUDIEES | PRECIPITATIONS (MM) | TEMPERATURES (°C) | ETAGES DE VEGETATION |
|--|---|---|---|
| 1 Bassin Aquitain | 700mm (N) à 1.000mm (E) | 12° - 12°5 enclave: 11° | Collinéen: *subatlantique (Périgueu) *atlantique (Ouest) |
| 2 Côteaux et plateaux à calcaires dominants; Nord de la Garonne. | 700mm (S) à 900mm (O) | 13° | Collinéen: *subatlantique (Est) *atlantique (Ouest). |
| 3 Sables du Périgord | 700mm à 900mm | 13° | Atlantique |
| 4 Enclave subméditer- ranéenne du Périgord (1.500 km ²) | 700mm à 900mm | 12° | Collinéen supraméditerra |
| 5 Vallées alluviales du Bassin Aquitain | 700mm à 1.100mm | 11° à 12° | Collinéen atlanto-sub- atlantique: série du bord des eaux. |
| 6 Région landaise altitude < 100m | 800mm (N), jusqu'à 1.200mm (S) | 12°5 à 13° | Atlantique |
| 7 Côteaux et plateaux non molassiques | 1.000mm-1.500mm 2.000mm (Pyrénées) | 12° (Pyrénées) à 13° | Collinéen atlantique |
| 8 zone molassique du Sud, Sud-Ouest | 600mm à 1.100mm, en allant vers les Pyrénées | 11° à 12° | Collinéen atlantique |
| 9 Bassin Aquitain sous influence méditerranéenne. | 600mm à 1.100mm, plus fortes vers les Pyrénées | 12° à 11°, plus basses vers les Pyrénées. | Mesoméditerranéen à l'Es Supraméditerranéen et Co inéen à l'Ouest. |
| 10 Zone prépyrénéenne | 900mm à 1.500mm d'Est en Ouest. | 10° à 1'Est, 13°-14° à 1'Ouest. | Supraméditerranéen à Atlantique. |
| 11 Pyrénées, vallées N-S de bordure. | 900mm à 2.000mm, d'Est en Ouest. | 10° | Collinéen à influence at tique relayée par une in ence méditerranéenne. |
| 12 Massif Central, socle cristallin et secteurs volcaniques du NO (al- titudes: 300-1.000m; moyenne: 400-800m) | 700mm à 1.500mm (1.000-1.200mm) | 8° à 11° (10°-11°) | Atlantique, base du Montagnard. |
| 13 Massif Central, plaines internes. | 500mm à 800mm (jusqu'à 1.000mm) | 8° à 10° | Collinéen sec (submé- diterranéen). |
| 14 Massif Central, Bassins Permien à influences méditer- ranéennes. | 900mm à 1.200mm | 10°, les cuvettes plus chaudes. | Mesoméditerranéen et Supraméditerranéen. |
| 15 Massif Central, zones centrales versant atlantique versant oriental | O: 500-1.000mm ----- 900-1.200mm ----- E: (altitudes 750m à 1.000m) 800-1.100mm | 8° à 11° 8°-9° | Collinéen, base du Montagnard (influence atlantique atténuée) |
| 16 Grands Causses cal- caires (influence méditerranéenne à influence subatlan- tique) | N: 600-1.000mm Millau SE: 900-1.500mm | 8° à 10° 10° à 12° | Supraméditerranéen Collinéen, Collinéen subatlantique |
| 17 Massif Central, façade méditerranéenne ----- zone SO | 600-1.000mm 600mm (vallée), 1.200mm (contrefort) | 11° 9°-12° | Collinéen montagnard Collinéen |

TABLEAU 1 : Caractéristiques climatiques des zones distinguées.

| ZONE | TAUX DE BOISEMENT PARCELLISATION DE LA FORET | 1) SERIE(S) DOMINANTE(S) + CH.PUB. = ESPECE(S) COMPAGNES | ZONE | TAUX DE BOISEMENT PARCELLISATION DE LA FORET | 1) SERIE(S) DOMINANTE(S) + CH. PUB. = ESPECE(S) COMPAGNES |
|------|--|--|----------------------|--|---|
| 1 | 10% à 20%; parcellisation; bois. | Chêne pubescent (type septentri- onal à l'Ouest) + ch.péd., ch. sess. sur silice + H., charme | 10 | 10% à 20% bois, forêts | Chênaie à ch.pub. ch.sess. (à l'Est) + ch.vt.; Chênaie à ch.péd. (à l'Ouest) + H., ch.tauz. + Pm |
| 2 | 10%; très forte parcellisation. | Chênaies mixtes à ch.péd., ch. sess., ch.pub. + ch.tauz., charme | 11 | 20% - 30%; bois, forêts. | ch.péd. + Fr. + châ. |
| 3 | 40% - 50%; bois, grandes forêts. | ch.péd. + ch.tauz. + châ. Pinède à Pm | 12 | 20% - 30%; bois, forêt; parcellisation. | ch.péd., ch.sess. (localement) + H., chât., charme. |
| 4 | 30% à 40%. mosaïque de bois et véritables forêts. | ch.pub. + ch.vt. (type latémédit) Localement Pm, châ. | 13 | 10% à 20%. bois, forêt. | ch.pub. (type sept- entrional). |
| 5 | 5%; très forte parcellisation. | saulaie---aulnaie--- frênaie---chênaie à ch.péd. | 14 | 20%; bois, forêt. | ch.pub. + ch.vt. (ty- pe propeméd.) Chênaie (type supra- méd.). |
| 6 | landes boisées de Pm (rebois- ement) 40%-50% | chênaie oligotrophe à ch.péd. + ch.tauz. + Pm. Pinède à Pm. | 15 | 20% -25%; bois, forêts. ----- | ch.péd. + ch.sess., chât., P.S., H. ----- |
| 7 | 10% à 20%; parcellisation; quelques grandes forêts. | ch.péd. + ch.tauz. | 20%; bois, forêts | Pm, ch.péd + ch.sess. | |
| 8 | 10% max.; très forte parcellisation | chênaies mixtes à ch.péd., ch.sess., ch.pub. + châ., charme. | 16 | 5%; forte parcelli- sation. ----- 10%-15%; bois, forêt. | chêne pubescent (type latémédit.). |
| 9 | 5% à 10% (E: 1% - 20% vers les Pyrénées); très forte par- cellisation. | ch.pub. (type propemédit.) Est: + ch.vt. Ouest: + ch.sess. | 17 | 30%; bois, forêt ----- 20%; bois, forêt | ch.sess. + H. ----- ch.péd. + ch.sess. |

TABLEAU 2 : Végétation des zones distinguées. Abréviations : ch. pub. = chêne pubescent ; ch. péd. = chêne pédonculé ; ch. vt. = chêne vert ; H. = hêtre ; Fr. = frêne ; ch. sess. = chêne sessile ; ch. tauz. = chêne tauzin ; ch. l. = chêne liège ; Chât. = châtaignier ; P.S. = pin sylvestre ; Pm = pin maritime.

| Espèce | Nombre d'individus par stages | % du total d'individus récoltés | Numéros des zones recelent l'espèce | % des zones recelant l'espèce | % des sites colonisés par l'espèce |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| <i>Ixodes ricinus</i> | 804 | 79 % | Toutes sauf 9 et 14 | 83 % | 42 % |
| <i>Ixodes frontalis</i> | 2 (2F) | 0,1 % | 9-2 | 12 % | 2 % |
| <i>Haemaphysalis punctata</i> | 60 (25M, 35F) | 5,9 % | 14-16-2-13-4-3-9-15 | 41 % | 10 % |
| <i>H. inermis</i> | 11 (8M, 3F) | 1 % | cf 2 | 5 % | 1 % |
| <i>H. concinna</i> | 8 (4L, 2N, 1M, 1F) | 0,7 % | cf 2 | 5 % | 1 % |
| <i>Dermacentor reticulatus</i> | 67 (19M, 48F) | 6 % | 11-14-10-9-16-2-1-13-4-3-7-5 | 47 % | 25 % |
| <i>D. marginatus</i> | 59 (25M, 34F) | 5 % | 6-16-2-10-9-13-14 | 35 % | 4 % |
| <i>Rhipicephalus turanicus</i> | 5 (2M, 3F) | 0,4 % | 16 | 5 % | 1 % |

TABLEAU 3 : Espèces de tiques présentes dans les biotopes inventoriés (L = larve, N = nymphe, M = mâle, F = femelles).

| Zones N° | Unités phytoécologiques | Fréquences |
|----------|---|--------------|
| 9 | Bassin Aquitain avec influence méditerranéenne | 0/5-0 % |
| 14 | Massif Central bassins permien influence méditerranéenne | 0/3-0 % |
| 17 | Massif central zone Sud-Ouest | 1+ /6-16,6 % |
| 16 | Massif Central Grands Causses calcaires | 1+ /5-20 % |
| 13 | Massif Central plaines internes | 1+ /5-20 % |
| 1 | Bassin Aquitain côtes et plateaux au N. de la Garonne (N.E.) | 1+ /4-25 |
| 15 | Massif Central zone centrale | 3+ /10-30 % |
| 2 | Bassin Aquitain côtes et plateaux au N. de la Garonne (S.O.) | 2+ /6-33 % |
| 4 | Bassin Aquitain enclave subméditerranéenne du Périgord | 2+ /5-40 % |
| 7 | Bassin Aquitain côtes et plateaux non molassiques | 2+ /5-40 % |
| 8 | Zone molassique du Sud, Sud-Ouest | 2+ /4-50 % |
| 5 | Bassin Aquitain vallées alluviales | 5+ /9-55,5 % |
| 11 | Pyrénées vallées N.S. en bordure | 3+ /-60 % |
| 6 | Région landaise | 6+ /0-66,6 % |
| 12 | Massif Central socle cristallin et secteurs volcaniques au Nord-Ouest | 6+ /9-66,6 % |
| 10 | Bassin Aquitain zone prepyrénéenne | 4+ /5-80 % |
| 3 | Bassin Aquitain sables du Périgord | 4+ /5-80 % |

TABLEAU 4 : Fréquences des positivités des sites inventoriés dans les différentes zones.

| Etage atlantique | Favorable | Défavorable |
|---|-----------|-------------|
| Série du Chêne pédonculé | + | |
| Série du Pin maritime (reboisement) | + | |
| Série du Chêne tauzin (en mosaïque avec série du Chêne pédonculé) | + | |
| <i>Etage collinéen</i> | | |
| Série du Chêne sessile (avec facies à charme) | + | |
| <i>Etage du bord des eaux</i> | | |
| Série de l'Aune glutineux avec Frénaies | + | — |
| <i>Etage supraméditerranéen</i> | | |
| Série mixte du Chêne pubescent et du Pin sylvestre | + | |
| Séries du Chêne pubescent (séries normales hors de la région méditerranéenne) | + | |
| Série du Chêne pubescent latéméditerranéen | + | |
| Série du Chêne pubescent propéméditerranéen | | — |
| Série du Chêne vert (est de la vallée de la Garonne) | | — |
| <i>Etage méditerranéen</i> | | |
| Série du Chêne vert | | — |
| Série du Pin de Salzmann | | — |

TABLEAU 5 : Localisation d'*Ixodes ricinus* dans les étages et les séries de végétation du Sud-Ouest de la France.

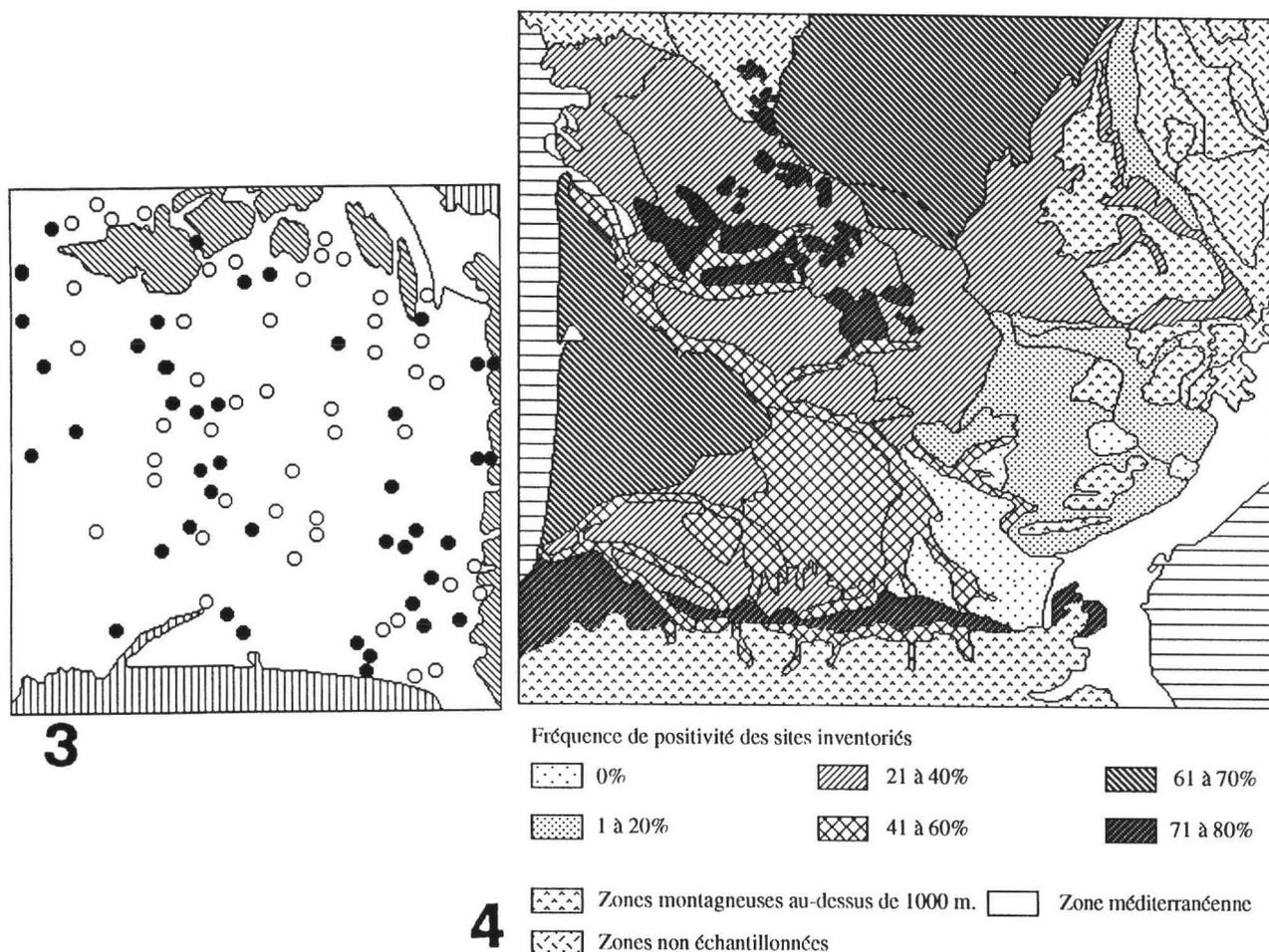


FIG. 3 : Site inventoriés : cercles noirs = sites positifs (présence d'*Ixodes ricinus*) ; cercles blancs = sites négatifs (absence d'*Ixodes ricinus*).
 FIG. 4 : Délimitation des zones homopotentielles vis à vis d'*Ixodes ricinus* (possibilité de rencontrer l'espèce dans les différents groupements forestiers du Sud-Ouest de la France).

De façon générale la positivité est plus forte dans le Bassin Aquitain (41 %) que dans le Massif Central (31 %). Les deux zones rattachées aux Pyrénées sont fortement positives (70 %).

5) *Les groupements végétaux favorables à Ixodes ricinus*

Ils appartiennent à quatre étages de végétation (Tableau n° 5).

Beaucoup de groupements forestiers, qu'il s'agisse de formations boisées naturelles ou de reboisements, se sont révélés favorables. Les reboisements en Pins maritimes, sur sable, qui recouvrent de grandes surfaces dans le Sud-Ouest (Landes, Gascogne) recèlent de nombreux biotopes à *Ixodes ricinus*.

Parmi les formations végétales naturelles, celles qui sont les plus hygrophiles (Aulnaies à *Alnus glutinosa*) ne sont pas propices à l'espèce. En revanche, dès que les groupements des bords des eaux sont liés à une humidité édaphique moins importante (Frênaie), *Ixodes ricinus* est présent.

De façon générale, les Chênaies à base d'essences diverses (Chêne pédonculé, Chêne tauzin, Chêne sessile), rattachées à l'étage atlantique ou à l'étage collinéen, sont riches en biotopes.

C'est dans ce contexte que le Charme (*Carpinus betulus*), qui ne forme pas dans le Sud-Ouest de peuplements purs et qui ne caractérise pas une série de végétation mais détermine des facies, peut servir d'indicateur. La présence de Charme dans une

Chênaie est l'indice de conditions particulièrement propices : ainsi, lorsque le Charme a été noté dans les sites forestiers que nous avons inventoriés, la fréquence d'*Ixodes ricinus* s'est révélée nettement plus forte (65 % des cas) que lorsqu'il était absent (39 %).

En sens inverse, d'autres essences forestières, le Chêne vert, et, à un moindre degré, le Chêne pubescent, indiquent des conditions défavorables à *Ixodes ricinus*.

Les rares formations testées au cours de cette étude où le Chêne vert est associé à un cortège floristique de type méditerranéen ne recelaient pas *Ixodes ricinus*, mais *Rhipicephalus turanicus*.

La présence de Chêne pubescent (*Quercus pubescens*), même lorsque l'espèce est associée à d'autres essences forestières signe, de façon générale, des conditions nettement moins favorables pour *Ixodes ricinus* que lorsque ce Chêne est absent. En revanche, cette même essence forestière indique des conditions plus particulièrement propices à l'installation de *Dermacentor reticulatus* (Tableau n° 6).

| | Bois de Chêne recelant <i>Quercus pubescens</i> | Bois de Chêne ne recelant pas <i>Quercus pubescens</i> |
|--|---|--|
| Fréquence d' <i>Ixodes ricinus</i> | 33 % | 53 % |
| Fréquence de <i>Dermacentor</i> <i>reticulatus</i> | 41 % | 12 % |

TABLEAU 6 : Rôle indicateur de *Quercus pubescens* vis à vis d'*Ixodes ricinus* et de *Dermacentor reticulatus*.

Cependant, c'est lorsqu'elle intervient dans la constitution d'un groupement spécifique et plus spécialement comme élément caractéristique d'une série de végétation, aux côtés de nombreuses plantes compagnes, qu'une essence forestière est véritablement indicatrice des conditions du milieu.

Ainsi, les deux entités négatives au cours de cette étude (Bassin Aquitain avec influence méditerranéenne ; bassins permien du Massif Central) sont caractérisées par des groupements forestiers appartenant à la « série supraméditerranéenne du Chêne pubescent ». Il faut toutefois remarquer la présence d'*Ixodes ricinus* sur un autre territoire caractérisé

par la même série : l'enclave subméditerranéenne du Périgord recèle l'*Ixodes*.

6) *Relation entre la fréquence de positivité des biotopes et l'étendue des massifs forestiers dans la zone inventoriée.*

Cette relation est loin d'être toujours évidente. Il est cependant notable que toutes les faibles fréquences (inférieures à 30 %) se situent dans les secteurs où le taux de boisement est inférieur à 20 % et que, en sens inverse, les fortes fréquences (60 % et au dessus) sont notées, généralement, dans les zones où le taux de boisement, le plus souvent supérieur à 20 %, est parfois égal à 40 ou 50 %.

7) *Relation entre la fréquence de positivité des massifs forestiers et l'importance des populations détectées.*

Les deux paramètres vont souvent de pair. Tel est normalement le cas dans les Landes, où les populations apparaissent à la fois nombreuses et largement distribuées. Une exception notable est représentée par la série du bord des eaux des vallées alluviales dans le Bassin Aquitain. La fréquence des biotopes décelée n'est pas négligeable mais les populations détectées sont particulièrement modiques (1 à 2 tiques par heure/drapeau).

8) *Cartographie des zones homopotentielles vis-à-vis d'Ixodes ricinus.*

En regroupant les zones qui présentent la même fréquence de positivité, on obtient une carte indiquant, pour l'ensemble du territoire prospecté, la variabilité des potentialités acarologiques (zones isopotentielles vis-à-vis du vecteur). La lecture de cette carte fait apparaître un gradient de positivité qui, en général, décroît d'ouest en est (Fig. 4).

DISCUSSION

La présente étude complète, uniformise et actualise les connaissances de base, éparses dans la littérature (COLENO, 1924 ; LAMONTELLERIE, 1954, 1965 ; MOREL, 1965 ; RAGEAU, 1972 ; MACAIGNE, 1991). Ainsi peut-on se faire une idée plus juste de la distribution du vecteur sur l'ensemble du territoire étudié.

| Fréquence de positivité dans les différentes zones | Importance des précipitations (total annuel) | Régime des précipitations |
|--|--|---------------------------|
| 60 % --> 80 % | 1 100 - 1 200 mm | |
| 20 % --> 60 % | 900 - 1 000 mm | |
| 0 % --> 20 % | 700 - 800 mm | |

TABLEAU 7 : Influence des précipitations sur la fréquence d'implantation d'*Ixodes ricinus* dans les formations boisées du Sud-Ouest de la France (les diagrammes ombrothermiques sont extraits de WALTER et LIETH, 1960).

Ixodes ricinus est largement réparti sur ce territoire. Ce travail démontre sa présence dans de nombreuses régions où on ne le connaissait pas (Ouest du Massif Central, Contrefort des Pyrénées etc.). Son spectre écologique sur le territoire d'étude apparaît relativement large : températures moyennes annuelles variant de 8° à 13° ; précipitations s'étageant entre 600 et 2 000 mm. On se situe dans les intervalles définis par l'espèce pour des territoires différents (Alpes françaises, GILLOT, 1985 ; Massif Central, GILLOT *et al.*, 1989).

En fait, si la distribution d'*Ixodes ricinus* sur le territoire étudié est particulièrement large, elle se révèle aussi très hétérogène. Ainsi l'espèce est absente, ou particulièrement rare, dans certains secteurs. Mais les zones négatives n'excèdent pas, en surface, le 1/10 du territoire soumis à l'investigation.

Cette hétérogénéité de distribution se manifeste aussi par l'existence d'un gradient de fréquence plus

sensible au Sud : le pourcentage de sites positifs diminue d'Ouest en Est. Il nous semble, en première analyse, que ce gradient de fréquence peut être mis en relation avec la variabilité des précipitations, qui régissent l'hygrométrie des biotopes. De nombreux auteurs ont en effet souligné qu'*Ixodes ricinus* se raréfiait, ou même disparaissait, lorsque l'hygrométrie est insuffisante (cf, par exemple, AESCHLIMANN, 1981). Dans le cas présent, les précipitations peuvent jouer un rôle décisif de deux façons, soit par leur importance, soit par leur régime. Le tableau n° 7 montre que dans le Sud de la zone d'étude le total des précipitations diminue d'Ouest en Est et qu'on passe progressivement d'un régime de type atlantique, avec de fortes chutes de pluie en été (ex : Biarritz), à un régime où l'existence d'un mois sec (ex : Carcassonne) fait pressentir un climat de type méditerranéen.

Les formations végétales qui, dans le Sud-Ouest, se sont révélées aptes à héberger *Ixodes ricinus* sont

celles qu'on pouvait présupposer en se fondant sur les résultats acquis sur d'autres territoires (GILOT, 1985 ; GILOT *et al.*, 1989). Cette espèce, « méso-hygrophile », ne colonise pas également les différents groupements végétaux des bords des eaux. Aussi, ne l'avons-nous pas détectée dans les Aulnaies classiques à *Alnus glutinosa* et cela est en accord avec nos résultats antérieurs. On sait que l'évolution à long terme de telles formations est la Frênaie puis la Chênaie à Chêne pédonculé. Ces deux types de groupement, moins hygrophiles, recèlent *Ixodes ricinus*.

En sens inverse, les groupements végétaux trop xériques n'abritent pas l'espèce. Tel est le cas des Chênaies rattachées à la série méditerranéenne du Chêne vert (cf. GILOT, 1985). En revanche, des formations mésophiles comme les Chênaies à charme ont été considérées par nous, et par d'autres auteurs, dans d'autres pays européens, comme une série de végétation désignant des conditions optimales pour l'espèce. Il est intéressant de constater que même isolé, disséminé au sein de groupements végétaux divers, le charme se comporte comme un excellent indicateur.

MOREL (1981) pense qu'*Ixodes ricinus* colonise en France les diverses formations végétales à base de Chênes à feuilles caduques. Cette assertion se vérifie globalement ici. Cependant, quelques restrictions doivent être apportées en ce qui concerne les groupements à base de Chênes pubescents qui sont, en fait, très polymorphes. De fait, c'est à ce niveau que les populations d'*Ixodes ricinus* se raréfient et disparaissent. Les constatations effectuées dans le cadre de cette étude vont dans le sens de celles que nous avons pu faire dans les Alpes, le Jura méridional, la vallée du Rhône, la partie orientale du Massif Central.

Ainsi, dans le Jura méridional, nous avons noté (GILOT *et al.*, 1979) que lorsque *Quercus pubescens* s'installait dans les Chênaies à *Carpinus betulus*, les effectifs qu'on était susceptible de déceler dans de telles formations étaient beaucoup moins importants que dans les Chênaies à charme typiques. Les distinctions phytosociologiques qui ont amené OZENDA (1983) à distinguer diverses séries du Chêne pubescent selon le cortège floristique (Chênaies méditerranéennes, Chênaies supraméditerranéennes,

Chênaies septentrionales ...) ont une traduction dans le domaine acarologique : les possibilités d'implantation d'*Ixodes ricinus* et la fréquence de ses biotopes varient beaucoup selon la formation envisagée. C'est seulement dans la série septentrionale du Chêne pubescent que les populations d'*Ixodes ricinus* présentent quelque abondance (GILOT, 1981). Dans la vallée du Rhône, dès qu'on aborde la série supraméditerranéenne, et, *a fortiori*, la série méditerranéenne du Chêne pubescent, les populations d'*Ixodes ricinus* diminuent et disparaissent (GILOT, 1981, 1985).

De même, l'étude menée sur la bordure orientale du Massif Central (GILOT *et al.*, 1989) avait montré que, contrairement à *Dermacentor reticulatus*, plus thermophile, *Ixodes ricinus* n'avait pas tendance à pénétrer dans la série supraméditerranéenne du Chêne pubescent.

L'étude de GOURDON (1991) sur les populations d'Ixodidés du département du Puy de Dôme apporte des informations similaires. Des populations d'*Ixodes ricinus* ont été détectées dans la plaine de Limagne, dont la végétation peut être assimilée à une Chênaie à Chêne pubescent de type septentrional. Contrairement à la façon dont la végétation de ce secteur est habituellement cartographiée, il s'agit, en fait, d'un étage collinéen sec (et non d'un étage supraméditerranéen). Il nous paraît, cependant, très significatif que les populations détectées par cet auteur soient beaucoup moins fréquentes (11,6 % de positivité des sites inventoriés) que dans l'étage atlantique (23,3 % de positivité) et, surtout, que dans l'étage collinéen frais (29,1 %). *Dermacentor reticulatus* paraît manifester des exigences écologiques différentes puisque c'est au niveau de cet étage collinéen sec que l'espèce paraît présenter son optimum. Comme dans la présente étude, *Ixodes ricinus* apparaît ici nettement moins thermophile que *Dermacentor reticulatus*.

C'est au niveau de la série supraméditerranéenne du Chêne pubescent que les populations d'*Ixodes ricinus* se raréfient et disparaissent. La végétation des deux entités négatives se rattache à cette série. Cependant l'enclave subméditerranéenne du Périgord, où *Ixodes ricinus* est présent, paraît constituer une exception, bien que sa végétation soit rattachée à cette même série. Une étude botanique plus

poussée peut expliquer cette contradiction. La série supraméditerranéenne négative, est représentée en fait par une série « chaude », sous climat méditerranéen atténué et peut être qualifiée de « propeméditerranéenne ». Les plantes compagnes comprennent un contingent important d'espèces méditerranéennes : Thym, *Lavandula latifolia*, *Cistus laurifolius* et sur silice *Erica arborea*. Un tel cortège de plantes, associé à *Quercus pubescens*, peut servir d'indicateur négatif pour l'espèce.

En revanche, la série du Chêne pubescent laté-méditerranéenne ne compte pas de telles espèces compagnes (Périgord).

D'autres commentaires porteront sur les autres espèces de tiques collectées dans les biotopes échantillonnés, bien que l'étude de ces espèces ne représente pas l'objet central de l'étude. En fait la connaissance de leur écologie et de leur répartition peut avoir deux types d'intérêt dans le cadre de ce travail. Il peut s'agir d'espèces dont l'écologie est radicalement différente de celle d'*Ixodes ricinus*. Tel est le cas de *Rhipicephalus turanicus*, décelé ici dans deux biotopes situés aux confins de l'aire méditerranéenne. Jamais, à notre connaissance, les deux espèces n'ont été trouvées dans le même biotope et la présence du Rhipicéphale signe même des conditions extrêmement défavorables à *Ixodes ricinus*.

Tel n'est pas le cas des autres espèces. La connaissance de leur distribution n'est pas sans intérêt même dans le cadre d'une étude épidémiologique sur la Borréliose de Lyme. Peut-être certaines d'entre elles sont-elles susceptibles de participer, aux côtés d'*Ixodes ricinus*, à la circulation du germe dans un foyer ?

Parmi les diverses espèces collectées, deux seulement peuvent être qualifiées d'espèces « sylvicoles » : *Haemaphysalis concinna* et *H. inermis*. De telles espèces, détectées ici dans un seul biotope, paraissent relativement rares dans le Sud-Ouest, comme elles le sont sur le plan français (MOREL, 1965 ; PEREZ-EID *et al.*, 1993). Dans le Sud-Ouest, elles ne représentent, en nombre d'individus, que 1,8 % du total.

Bien qu'on ne dispose que de peu d'informations sur les stases libres d'*Ixodes frontalis*, la plupart des biotopes connus se situent en milieu forestier dans des sites qui, par leur structure et l'épaisse litière

dont ils sont jonchés, rappellent étroitement ceux où on collecte *Ixodes ricinus* (GILOT, 1984). *Ixodes frontalis* a été collecté seul (Aude : série supraméditerranéenne du Chêne pubescent) ou associé avec *Ixodes ricinus* (Charentes Maritimes : pinède à Pin maritime).

Les autres espèces recensées dans les biotopes inventoriés sont des espèces de landes ou de milieux ouverts. Elles ont été collectées soit seule (premier chiffre indiqué) soit en « association » (deuxième chiffre indiqué) avec *Ixodes ricinus* : *Dermacentor marginatus* (4,4), *Dermacentor reticulatus* (12,14), *Haemaphysalis punctata* (8,1).

La fréquence avec laquelle *D. reticulatus* a été découvert dans les biotopes « forestiers » inventoriés a de quoi surprendre. Ce constat a cependant besoin d'une explication. *D. reticulatus* a été décelé, en fait, dans trois types de conditions :

- ou bien il s'agissait d'un milieu relativement « ouvert », de type « lande », parce que ce milieu a été compris dans le transect, la couverture forestière du site désigné étant loin d'être homogène.
- ou bien il s'agissait d'une forêt très clairière (espacement, âge des arbres) dont la structure convenait plus à *D. reticulatus* qu'à *I. ricinus* (cas de beaucoup de Chênaies à Chêne pubescent).
- un petit nombre d'individus a été décelé dans des biotopes forestiers très semblables à ceux d'*Ixodes ricinus* : voûte forestière faisant obstacle à la lumière, sous-bois souvent très riche, litière abondante. Dans ce dernier cas, *D. reticulatus* se comporte comme une espèce véritablement forestière.

CONCLUSION

La présente étude permet de mieux appréhender le risque vis-à-vis de la Borréliose de Lyme, lié à la fréquence des populations d'*Ixodes ricinus*, sur le territoire soumis à l'investigation.

On conçoit que, si l'on peut montrer que le germe est également très répandu, ce risque a toute chance d'être ubiquiste, compte tenu de la très large répar-

tition du vecteur. C'est du moins l'impression qui émane des premières publications touchant la répartition de la maladie (DOURNON et al., 1971 ; PEYRAMOND, 1987 ; TARTIERE, 1988).

D'autre part, si l'on se place du seul point de vue de la fréquence des populations vectrices, on conçoit qu'un département comme les Landes, colonisé très largement par des boisements de Pin maritime très favorable à l'espèce, présente un danger beaucoup plus grand qu'un autre comme l'Aveyron, où les boisements de Chênes pubescents (série supraméditerranéenne) constituent la majorité de la couverture forestière*.

On peut également se faire une idée plus claire du rôle que seraient susceptibles de jouer d'autres espèces de tiques qu'*Ixodes ricinus* présentes dans les mêmes formations forestières, dans la mesure où il serait prouvé qu'elles peuvent héberger et transmettre *Borrelia burgdorferi*. *Haemaphysalis inermis* tout comme *H. punctata* seraient, d'après les récentes données de la littérature, susceptibles d'héberger une *Borrelia* affine de *Borrelia burgdorferi* (*H. inermis* : MACAIGNE et PEREZ-EID, 1991 ; *H. punctata* : MARQUEZ et CONSTAN, 1990). Le rôle épidémiologique susceptible d'être dévolu à la première de ces espèces paraît cependant négligeable.

D'autre part, si l'infection d'*H. punctata*, signalée par MARQUEZ et CONSTAN (1990), est due à sa coexistence avec *Ixodes ricinus*, ce ne peut être, dans le cadre du territoire étudié ici, que dans certaines formations végétales. Les formations dont la végétation appartient à la série supraméditerranéenne du Chêne pubescent, qui représentent l'optimum pour *H. punctata* (GILOT, 1985, GILOT et al., 1989), sont en effet impropres à *Ixodes ricinus*.

En revanche, la coexistence dans le Sud-Ouest de la France, dans les mêmes biotopes ou dans des biotopes contigus, entre *Dermacentor reticulatus* et *Ixodes ricinus* doit amener à rechercher le germe chez cette première espèce dont les stases préimaginales se gorgent sur micromammifères tout comme c'est le cas pour *Ixodes ricinus*. Ce partage de biotope entre les deux espèces pourrait être une spécificité du Sud-Ouest.

REMERCIEMENTS

Cette étude a pu être réalisée grâce au financement INSERM (Contrat de Recherche Externe n° 900-801). Nous remercions vivement Mr J.P. GUICHARD qui a exécuté les figures.

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.), 1981. — The role of hosts and environments in the natural dissemination of ticks. Studies on a swiss population of *Ixodes ricinus* L., 1758. — Rev. advances in Parasit., Warszawa : 859-868.
- ANDERSON (J.F.), DOBY (J.M.), COUATARMANAC'H (A.), HYDE (F.W.) et JOHNSON (R.C.), 1986. — Antigenically different *Borrelia burgdorferi* strains from *Ixodes ricinus* in Brittany, France. — Med. et Mal. infect., 16 : 171-175.
- COLENO (R.G.), 1924. — Contribution à l'étude des Ixodidae et de leur rôle pathogène. Ixodidés de la Gironde. — Thèse Médecine. Bordeaux.
- DEGEILH (B.), 1992. — *Ixodes ricinus* (Linné, 1758) dans le massif armoricain. Indicateur végétal et cartographie de ses populations. Approche du polyphormisme de l'espèce dans une optique vectorielle. — D.E.A. Interactions hôtes-parasites. Université Rennes I : 37 p.
- DEGEILH (B.), GUIGUEN (C.), GILOT (B.), DOCHE (B.), PICHOT (J.O.) et BEAUCOURNU (J.C.), 1994. — Répartition d'*Ixodes ricinus* (Linné, 1758) (Acarina : Ixodidae) dans les groupements forestiers du Massif armoricain. — Acarologia 35 (4) : 327-334.
- DOBY (J.M.), 1986. — Résultats d'une enquête sur l'érythème migrant, de Lipschutz dans l'Ouest de la France. A propos de 700 cas observés pendant la dernière décade dans 18 départements. — Est-Ouest Medical, 39 : 167.
- DOBY (J.M.), ANDERSON (J.F.) et COUATARMANAC'H (A.). — 1985. Observation de spirochètes chez *Ixodes ricinus* en Bretagne. Note préliminaire. — Med et Mal. infec., 15 : 556-557.
- DOBY (J.M.), IMBERT-HAMEURT (C.), JEANNE (E.) et CHEVRIER (S.), 1989. — Infection de *Ixodes ricinus* (Acarina, Ixodidae) par *Borrelia burgdorferi*, agent des

* Nous avons choisi volontairement deux entités administratives présentant une certaine homogénéité du point de vue écologique.

- spirochètes à tique (Maladie de Lyme et autres formes cliniques) dans l'Ouest de la France. I. Résultats globaux de l'examen de 2.320 tiques. — Bull. Soc. franç. Parasit., 7 : 111-125.
- DOBY (J.M.), LEMBLE (C.), BIGAIGNON (G), KREMER (M.), ROLLAND (C.) et LAMBERT (M.C.), 1990. — *Borrelia burgdorferi* agent de la maladie de Lyme chez la tique *Ixodes ricinus* en Alsace (Est de la France). — Bull. Soc. franç. Parasit., B, suppl. 2 : 1173.
- DOCHE (B.), GILOT (B), DEGEILH (B.), PICHOT (J.) et GUIGUEN (C.) (1993). — Utilisation de l'indicateur végétal pour la cartographie d'une tique exophile à l'échelle d'un pays : l'exemple d'*Ixodes ricinus* en France. — Ann. Parasitol. Hum. Comp., 68, (4) : 188-195.
- DOURNON (E.), ASSOUS (M.) et FOURCADE (C.), 1987. — La maladie de Lyme en France (à propos de 272 cas). — B.E.H. 15 : 57-58.
- DUPIAS (G.) et REY (P.), 1985. — Document pour un zonage des régions phyto-écologiques — C.N.R.S., Centre d'Ecologie des ressources renouvelables.
- ESTRADA-PEÑA (A.), OSACAR (J.J.), GORTAZAR (E.), CALVETE (C.) et LUCIENTES (J.), — 1992. — An account of the ticks of the northeastern of Spain (Acarina; Ixodidae). — Ann. Parasit. Hum. comp., 67(2) : 42-49.
- GILOT (B.), 1984 — Premier inventaire des Ixodidae (Acarina, Ixodoidea) parasites d'oiseaux dans les Alpes françaises et leur avant-pays. Données écologiques sur quelques espèces peu connues. — Riv. Parasitol., I : 303-318.
- GILOT (B.), 1985 — Bases biologiques, écologiques et cartographiques pour l'étude des maladies transmises par les tiques (Acarina, Ixodoidea) dans les Alpes françaises et leur avant-pays. — Thèse Doctorat-ès-Sciences Naturelles, Grenoble, 535 p.
- GILOT (B.), PAUTOU (G.) et LACHET (B.), 1981. — La cartographie des populations de tiques exophiles à visée épidémiologique. Application à la fièvre boutonneuse méditerranéenne. Essai à 1/200000 dans la Basse Vallée du Rhône. — Doc. Cart. Ecol., XXIV : 103-111.
- GILOT (B.), PAUTOU (G.) et 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) : 340-347.
- GILOT (B.), PAUTOU (G.), MONCADA (E.) et AIN (G.), 1975. — Première contribution à l'étude écologique d'*Ixodes ricinus* (Limé, 1758) (Acarina, Ixodoidea) dans le Sud-Est de la France. — Acta Tropica, 32(3) : 232-258.
- GILOT (B.), PICHOT (J.), et DOCHE (B.), 1989. — Les tiques du Massif Central (France) I. Les Ixodidés (Acariens, Ixodoidea) parasites de Carnivores et d'Ongulés domestiques sur la bordure orientale du Massif. — Acarologia, 30 : 191-206.
- GOURDON (V.), 1991. — Etude des tiques exophiles dans le département du Puy de Dôme. — Thèse Doctorat en Pharmacie, Université d'Auvergne-Clermont I, 141 p.
- KALTENRIEDER (M.), HESS (E.) et AESCHLIMANN (A.), 1985. — Zum Vorkommen der Zecke *Ixodes ricinus*, L. (Ixodoidea, Ixodidae) under Schweiz. — Rev. suisse Zool. 92(3) : 685-694.
- KREMER (M.), ROCHEREAU (A.) et BONNAT (A.), 1985. — Présence en Alsace de *Borrelia* affines de *Borrelia burgdorferi*. Méthodes d'isolement à partir d'*Ixodes ricinus*. — Bull. Soc. franç. Parasitol., n° 3 : 119-122.
- LAMONTELLERIE (M.), 1954. — Les Ixodoidea du Sud-Ouest de la France. Espèces rencontrées, agressivité, rôle pathogène. — Imprimerie E. Drouillard, Bordeaux, 145 p.
- LAMONTELLERIE (M.), 1965. — Les tiques (Acarina, Ixodoidea) du Sud-Ouest de la France. — Ann. Parasit. hum. comp., 40 : 87-100.
- MACAIGNE (F.), 1991. — Données épidémiologiques sur la maladie de Lyme dans le département de la Gironde (France). — D.E.A. de Biologie Santé (option pathologie microbienne et virale). Université de Bordeaux III, 43 p.
- MACAIGNE (F.) et PEREZ-EID (C.), 1991. — Présence du *Borrelia* affines du *B. burgdorferi* chez *Haemaphysalis (Alloceraea) inermis*, Birula 1895 (Acarina, Ixodoidea) dans le Sud-Ouest de la France. — Ann. Parasit. Hum. Comp., 76 : 337-340.
- MARQUEZ (F.J.) et CONSTAN (M.C.), 1990. — Infection d'*Ixodes ricinus* (L. 1758) et *Haemaphysalis punctata* Canestrini et Fanzago, 1877 (Acarina, Ixodidae) par *Borrelia burgdorferi* dans le Nord de la Péninsule Ibérique (Pays Basque espagnol et Navarre). — Bull. Soc. Franç. Parasitol., 8(2) : 323-330.
- MOREL (P.C.), 1965. — Les tiques d'Afrique et du Bassin Méditerranéen. — Maisons Alfort (I.E.M.V.T.) Document photocopié, 695 p.
- MOREL (P.C.), 1981. — Sur la distribution et l'écologie des tiques vectrices de babésioses du bétail en Europe occidentale. — Entretiens de Bourgelat. Ed. Le Point Vétérinaire : 127-131.
- OZENDA (P.), 1983. — La végétation de l'arc alpin. Conseil de l'Europe. — Collection Sauvegarde de la nature n° 29, Strasbourg, 98 p.
- OZENDA (P.) et LUCAS (M.J.), 1987. — Carte de la végétation potentielle de la France. — Doc. Cart. Ecol., 30 : 49-80.
- PÉREZ-EID (C.), MACAIGNE (F.) et GILOT (B.) 1993. — Approche écologique des biotopes d'*Haemaphysalis inermis* Birula, 1895. Incidence sur l'épidémiologie de la Borréliose de Lyme. — Acarologia, 34 : 205-209.

PEYRAMOND (D.), 1987. — Activités régionales sur les biotopes et l'infection à *Borrelia burgdorferi* (Maladie de Lyme) — Sci. Vét. Méd. comp., 89(3) : 117-188.

RAGEAU (J.), 1972. — Répartition géographique et rôle pathogène des tiques (Acariens, Argasidae et Ixodidea) en France. — Wiad. Parazyt., 18 : 4-56, 707-719.

TARTIERE (S.), 1988. — 41 cas de maladie de Lyme observés dans le Nord du Massif Central, entre 1984 et 1987. — Thèse Médecine. Clermont-Ferrand, 208 p.

WALTER (H.) et LIETH (H.), 1960. — Klimadiagramm-Weltatlas. — Fischer Iena.

ANNEXE : Localités et dates des collectes de tiques.

| Date | Lieu | Départ. | Ixodes ricinus | | | D.r. | D.m. | H.p. | R.t. |
|----------|-----------------------------|-----------------|----------------|----|----|-----------|-----------|------------|----------|
| | | | n. | F. | M. | | | | |
| 13.6.92 | Bethmale | Ariège | 3 | 27 | 18 | | | | |
| 12.6.92 | Arnave | Ariège | | | 3 | 1 F | | | |
| 31.4.92 | Montclar | Aude | | | | | 2 F, 1 M | 14 M, 12 F | |
| 31.4.92 | St-Amans | Aude | | | | | 1 F | | |
| 28.3.92 | Sébazac-Muret le Château | Averon | | | 2 | 8 F, 2 M | 18 F, 2 M | | |
| 24.4.92 | Gelinhac | Aveyron | | 1 | | | | | |
| 23.5.92 | Montlaur-Camarès | Aveyron | | | | 3 F, 1 M | | | |
| 10.7.92 | Sainte Marie | Cantal | 6 | | | | | | |
| 8.5.92 | Angoulême | Charente | | | | 3 F | | | |
| 22.6.92 | St-Projet (Braconne) | Charente | 98 | 3 | 1 | | | | |
| 24.10.92 | Sauvignac | Charente | | 4 | | | | | |
| 6.5.92 | Sairsac | Corrèze | | | 7 | 2 F | | | |
| 16.5.92 | Egletons | Corrèze | | 50 | 11 | 1 M, 1 F | | | |
| 18.7.92 | Gouzon-Trois Fonds | Creuse | 37 | 4 | 7 | | | | |
| 28.3.92 | St-Christophe Savennes | Creuse | | | 2 | 8 F, 2 M | 18 F, 9 M | | |
| 8.5.92 | Cornille | Dordogne | | 2 | 3 | 1 F | | | |
| 9.5.92 | Issac | Dordogne | 28 | 13 | 17 | | | | |
| 9.5.92 | St-Laurent des Bâtons | Dordogne | | | | | 1 F | 1 M | |
| 9.5.92 | Proissans | Dordogne | | 2 | | 2 F | | | |
| 29.3.92 | Terrasson-La Villedieu | Dordogne | | | | 1 F | | 1 F | |
| 9.5.92 | Lalinde | Dordogne | 69 | 1 | 1 | | | | |
| 9.5.92 | Proissans | Dordogne | | | 2 | 2 F | | | |
| 24.9.92 | Cubjac-Savignac les Églises | Dordogne | | | | 2 M | | | |
| 24.10.92 | Vanxains-Siorac | Dordogne | | 4 | | | | | |
| 29.3.92 | Belvès Fontgalot | Dordogne | | | | 3 F | 1 F | | |
| 29.3.92 | Terrasson La Villedieu | Dordogne | | | | 1 F | | 1 F | |
| 19.6.92 | Auch | Gers | | | 1 | | | | |
| 19.6.92 | Tarsac | Gers | | | 1 | | | | |
| 2.5.92 | Barcelonne du Gers | Gers | | | 1 | | | | |
| 7.5.92 | Marcheprie | Gironde | | 2 | | | | | |
| 7.5.92 | Martignas-sur-Jalle | Gironde | | 1 | 1 | 1 M | | | |
| 8.6.92 | Montaigut sur Salve | Haute-Garonne | | 1 | 1 | 1 M | | | |
| 31.4.92 | Saint Sulpice s/Lèze | Haute-Garonne | | | | | 3 F | | |
| 24.4.92 | Lespiteau | Haute-Garonne | | 2 | | 12 F, 3 M | 1 M | | |
| 20.06.92 | Lévignac (Bouconne) | Haute-Garonne | 2 | 21 | 16 | | | | |
| 19.6.92 | Maubourguet | Hautes-Pyrénées | | | 1 | | | | |
| 2.5.92 | Pintac | Hautes-Pyrénées | | 2 | 9 | | 1 F | | |
| 13.6.92 | Mauléon-Brousse-Sost | Hautes-Pyrénées | | 7 | 2 | 1 F | | | |
| 22.5.92 | Ossun | Hautes-Pyrénées | 120 | 4 | 4 | | | | |
| 23.05.92 | Loiras | Hérault | | | | | | | 1 M, 4 F |
| 16.5.92 | Bellegarde | Haute-Vienne | | | 1 | | | | |
| 23.5.92 | Le Caylar | Hérault | | | | | | 1 M, 4 F | |
| 23.5.92 | Sainte Bazille du Putois | Hérault | | | | | | | 3 M |

| Date | Lieu | Départ. | Ixodes ricinus | | | D.r. | D.m. | H.p. | R.t. |
|----------|--------------------------|----------------------|----------------|----|----|------|----------|----------|------|
| | | | n. | F. | M. | | | | |
| 18.7.92 | Lourdoux | Indre | | 4 | | | | | |
| 7.5.92 | Castets | Landes | 11 | 1 | 1 | | | | |
| 7.5.92 | Labouheyre | Landes | 7 | | | | | | |
| 7.5.92 | Léon | Landes | 13 | 1 | 1 | | 1 F | | |
| 28.3.92 | Reillac | Lot | | | | 1 F | 7 F, 5 M | 3 F, 2 M | |
| 24.9.92 | Meyranne | Lot | | | | | 1 M | 2 M | |
| 28.3.92 | Limoge | Lot | | | | | 1 F, 1 M | 1 F, 2 M | |
| 24.10.92 | Marmande | Lot et Garonne | | 1 | 2 | 1 M | | | |
| 23.4.92 | Fargues/Ourbise (Campet) | Lot et Garonne | 108 | 5 | 3 | | | | |
| 24.9.92 | Palhers | Lozère | | | | | 5 F | | |
| 15.5.92 | Lempdes | Puy de Dôme | | | | 1 F | | | |
| 15.5.92 | Châtel-Guyon | Puy de Dôme | | | 1 | 2 F | | | |
| 9.10.92 | Olloux | Puy de Dôme | | | | | | 1 F | |
| 3.10.92 | Blesle | Puy de Dôme | | | | | | | |
| 19.6.92 | Barraute Camu | Pyrénées Atlantiques | | 2 | | | | | |
| 19.6.92 | Sallespisse | Pyrénées Atlantiques | 2 | | 1 | | | | |
| 19.6.92 | Siros | Pyrénées Atlantiques | | 1 | | | | | |
| 16.5.92 | Gaillac | Tarn | | 1 | | 3 | | | |
| 19.6.92 | Moulayrès | Tarn | | 1 | 2 | | | | |
| 10.6.92 | Les Cammazes | Tarn | | 2 | 3 | | | | |

l. = larve D.r. = *Dermacentor reticulatus*
 n. = nymphe D.m. = *Dermacentor marginatus*
 M. = Mâle H.p. = *Haemaphysalis punctata*
 F. = Femelle R.t. = *Rhipicephalus turanicus*

En outre ont été collectées dans la forêt de la Coubre (Charentes-Maritime), le 22 mai 1992, les espèces suivantes :

Ixodes ricinus (5 F, 4 M), *I. frontalis* (1 F), *D. marginatus* (3 F, 1 M), *Haemaphysalis punctata* (1 F), *H. concinna* (1 F, 2 M), *H. inermis* (7 F, 8 M).