UTILISATION DE L'INDICATEUR VÉGÉTAL POUR LA CARTOGRAPHIE D'UNE TIQUE EXOPHILE À L'ÉCHELLE DE LA FRANCE : EXEMPLE D'*IXODES RICINUS* (LINNÉ, 1758), VECTEUR DE LA BORRÉLIOSE DE LYME

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

RÉSUMÉ

Ixodes ricinus est, en Europe occidentale, le classique vecteur de plusieurs maladies animales ou humaines. La dernière entité nosologique liée à cette espèce, mise en évidence, est la borréliose de Lyme, dont la répartition est mal connue. Pour délimiter les territoires favorables à la genèse de la maladie, il faut avoir une vision d'ensemble de la distribution de l'acarien. Il s'agit d'une espèce exophile principalement sylvicole.

Pour cartographier l'espèce en France, nous avons élaboré une méthode reposant sur l'utilisation de l'indicateur végétal. Les étapes de la méthode (du zonage à l'échantillonnage de la tique) sont présentées : zonage phyto-écologique du territoire fondé sur l'utilisation des cartes de végétation à petite et moyenne échelles, choix des unités de végétation — étages et séries —, désignation des

sites de prospection, utilisation standardisée de la technique du drapeau.

Quelques résultats sont analysés pour montrer l'intérêt et les limites de la méthode. Ainsi, dans le quart sud-ouest de la France où les séries de végétation sont bien individualisées, la fréquence de l'acarien se révèle très variable d'une série à l'autre. Dans ces conditions, la végétation joue pleinement son rôle indicateur et les résultats obtenus reflètent bien la variabilité écologique manifestée par la végétation. Par contre, dans le Massif Armoricain, la plus grande uniformité des conditions écologiques se traduit par des séries moins bien individualisées et par des populations de tiques distribuées plus uniformément. L'indicateur végétal est alors d'un intérêt plus limité.

SUMMARY: Using a vegetal indicator to cartography the populations of an exophile tick on the scale of a country: the example of *Ixodes ricinus*, a vector of Lyme Borreliose in France.

In Western Europe, *Ixodes ricinus* has been recognized as the vector of several animal and human diseases. The last discovered nosological entity linked with that species is Lyme Borreliosis, whose repartition is to date badly known. It then becomes important to have a comprehensive view of the vector distribution in order to know what areas are propitious to the disease. The tick is an exophile species and lives more particularly in wooded areas.

For mapping the species in France, we have conceived a method using the different vegetation types as ecological indicators, each « series » having homogeneous environmental conditions. The successive steps in the accomplishment of the study (from the zoning of the territory to the tick sampling) are presented here (Use of small and medium scale vegetation maps, fixing the forest stations to be prospected, standardization of the flagging technique).

Some results are analysed here in order to give an idea and the limits of the method. In this purpose, the authors point out the results obtained in two different areas.

In South-Western France, the vegetation series can be easily distinguished and are largely variable from one area to another. In the present study, the tick frequencies are also proved to be varying from one « series » to another. In this case, the vegetation can be considered as an efficient indicator. The acarological data are obviously in connection with the ecological variability of the territory. As regard of Brittany (North-Western, France) because the homogeneity and uniformity of the area, the vegetation series cannot be distinguished continuously. So the use of the vegetal indicator from the reason that has been exposed, can be thought of little interest.

* Laboratoire de Biologie Alpine, Université Joseph Fourier, Grenoble I, BP 53 X, F 38041 Grenoble Cedex.

** INSERM. Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Médecine. Aix-Marseille III, 27, boulevard Jean Moulin, F 13385 Marseille Cedex 5.

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

**** Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Pharmacie. Université Claude Bernard, 8, avenue Rockefeller, F 69373 Lyon Cedex.

Accepté le : 23 mars 1993.

INTRODUCTION

Ixodes ricinus, tique exophile à large répartition européenne, participe à la circulation de nombreux germes et se révèle un redoutable vecteur de maladies, tant sur le plan animal (Babésiose bovine à *Babesia divergens*) que sur le plan humain (encéphalite à tique...). La dernière entité nosologique à l'actif de la tique est représentée par la Borréliose de Lyme, dont la distribution en Europe est encore mal connue. Dans ces conditions, le repérage des

territoires où la tique est susceptible de réaliser son cycle présente un grand intérêt épidémiologique.

En France, les données sur la distribution de cette espèce sont souvent anciennes, fragmentaires donc hétérogènes; les analyses des biotopes et biocénoses concernés sont très incomplètes. Certains types d'écosystèmes forestiers ne sont pas encore prospectés. Les cas humains de Borréliose de Lyme ont une localisation imprécise. Tout ceci rend approximative la délimitation des territoires biologiquement favorables à la genèse de la maladie.

Pour obtenir à court terme (3 à 4 ans) une vision d'ensemble de la distribution écologique de la tique, nous avons élaboré une méthode d'échantillonnage basée sur le rôle de l'indicateur végétal et sur l'utilisation rationnelle de la cartographie de la végétation à 1/200 000 du territoire français (cartes du CNRS-Toulouse). Nos connaissances des écosystèmes forestiers (région Rhône-Alpes, Massif Central, Pyrénées et Bretagne), notre formation en cartographie au sein du Laboratoire d'Écologie Végétale du Professeur P. Ozenda (Grenoble) ont permis d'affiner la zonation de base qui a servi de cadre à l'échantillonnage, grâce à une lecture critique des documents cartographiques.

I — UTILISATION DE L'INDICATEUR VÉGÉTAL POUR UN ÉCHANTILLONNAGE STRATIFIÉ À L'ÉCHELLE DE LA FRANCE

Ixodes ricinus est une tique à large amplitude écologique; d'après les documents disponibles, on pouvait présumer sa vaste répartition en France — notion qui restait toutefois à prouver — à l'exclusion de la région méditerranéenne et en montagne au-dessus de 1 200 m d'altitude (Gilot *et al.*, 1989).

Suivant les conditions écologiques du lieu, cette tique est exclusivement sylvicole (cas de l'Est de la France); par contre, en région atlantique, elle est présente dans deux grands types d'écosystèmes : les landes et les forêts.

Compte tenu de l'étendue des territoires à prospecter, nous avons limité notre échantillonnage aux stades forestiers. Pour prendre en compte la diversité écologique de ces groupements, notre échantillonnage n'a pas été réalisé au hasard ou par carroyage du territoire. Dans chaque région géographique, tous les grands types floristiques de forêts ont été répertoriés indépendamment de leur superficie. Nous avons utilisé les informations des cartes de végétation à moyenne échelle (1/200 000, CNRS-Toulouse) et autres documents cartographiques régionaux et nationaux (petite et grande échelles).

A — PRINCIPES DE LA CARTOGRAPHIE DE LA VÉGÉTATION

Les concepts d'étages, de séries de végétation et la représentation des stades phytosociologiques (pelouses, landes, forêts) constituent les fondements de cette cartographie.

1 — L'étagement de la végétation

Il résulte d'une diminution de la température annuelle moyenne lorsqu'on s'élève en altitude (0,55 °C pour 100 m de dénivellation), mais aussi lorsqu'on se dirige vers le Nord (0,6 °C pour 1 ° de latitude, soit 111 km) (Ozenda, 1982).

De Nice (20 m d'altitude) au Mont-Blanc (4 807 m), huit étages sont individualisés (thermo-, méso-, supra-méditerranéen, puis collinéen, montagnard, subalpin, alpin et nival). De Brest à Strasbourg, une influence océanique décroissante se traduit par la succession de trois étages (atlantique, subatlantique et collinéen). Sur l'ensemble du territoire français, les divisions cartographiques de premier ordre représentent dix étages de végétation.

L'aire de répartition de certains végétaux est entièrement située à l'intérieur d'un étage (Chêne tauzin — *Quercus toza* — dans l'étage atlantique, Mélèze — *Larix europaea* —, Pin cembro — *Pinus cembra* —, Pin à crochets — *Pinus uncinata* — dans l'étage subalpin). D'autres espèces ont une plus forte représentativité au sein d'un étage; le Chêne vert (*Quercus ilex*) qui, en France, est présent surtout en région méditerranéenne, a son optimum de développement dans le mésoméditerranéen.

En montagne, une variation du gradient thermique facilite la représentation cartographique des limites d'étages, contrairement aux secteurs de plaine.

Ce sont les forêts qui ont été à la base de la définition des étages de végétation.

2 — Les séries de végétation et les stades phytosociologiques

A l'intérieur d'un même étage, les conditions écologiques ne sont pas homogènes. Les facteurs édaphiques (principalement en plaine), la pente et l'exposition en montagne diversifient les potentialités des milieux.

Chaque étage est ainsi subdivisé en zones de même potentialité biologique ou séries de végétation (division cartographique de deuxième ordre).

Le nom de l'arbre qui, à moyen terme (100-150 ans), peut former un groupement forestier est utilisé pour qualifier la série (du Chêne vert, du Chêne pédonculé — *Quercus robur* —, du Hêtre — *Fagus sylvatica* —). Les forêts actuelles servent de repères pour délimiter ces séries; des études floristiques permettent de rattacher les stades pelouses, landes à un type forestier, donc à une série.

Certains arbres (Chêne pédonculé, Hêtre, etc.) sont indifférents à la nature du substrat (calcaire ou siliceux) alors que la composition floristique de leur forêt varie d'une roche à l'autre. Dans ce cas, deux séries de végétation sont individualisées, car les potentialités des milieux sont différentes (cas des séries du Hêtre sur granite et sur basalte dans l'étage montagnard du Massif Central).

Chaque série de végétation a une vérité statistique car de nombreux relevés floristiques, des observations de terrain et l'analyse des filiations entre les différents stades

dynamiques sont effectués avant de tracer les limites. Chacune de ces unités est affectée d'une couleur traduisant au mieux l'écologie de l'essence forestière climacique (bleu pour le Hêtre, jaune pour le Chêne vert, vert-bleu pour le Chêne pédonculé, etc.).

L'intérêt des « séries », véritables entités écologiques susceptibles de permettre la délimitation de territoires favorables ou non favorables aux populations de tiques s'est déjà imposé à nous lorsque nous avons voulu situer diverses espèces d'Ixodidae présentes dans les Alpes françaises et leur avant-pays (Gilot, 1985). Nous avons voulu vérifier ici la sensibilité et la fiabilité de la méthode basée sur l'utilisation rationnelle des « séries » comme indicateurs écologiques.

3 — Les documents cartographiques disponibles

L'ensemble du territoire français est couvert par 64 cartes de végétation à 1/200 000 (fig. 1); ce travail débuté en

1945 s'est terminé par la publication récente de la feuille « Tignes-Larche » (Barbero *et al.*, 1991).

Ces documents, tous de même conception, sont synthétiques; ils visualisent la végétation actuelle et potentielle, le dynamisme des phytocénoses et apportent des informations d'ordre climatique, édaphique et agronomique.

Dupias et Rey (1985) ont utilisé cette base cartographique pour réaliser un zonage de la France en régions phytocénologiques (1/100 000); chaque région est homogène vis-à-vis de la distribution des séries de végétation et du degré d'artificialisation des milieux. Ozenda (1987) a publié une carte de la végétation potentielle (1/1 500 000) à partir de ces mêmes données. Il délimite de grandes unités forestières qu'il replace dans le contexte européen.

Des documents plus précis (1/50 000-1/100 000) sont disponibles principalement dans les Alpes, dans le Massif Central et plus généralement pour la moitié Sud de la France.

FIG. 1. — Plan d'assemblage des cartes de la végétation (1/200 000 — CNRS, Toulouse) et délimitation des secteurs pour la prospection; l'échantillonnage est constitué de 310 points.

B — CARTOGRAPHIE ET PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

1 — La forêt, meilleur reflet des conditions écologiques du milieu

A l'intérieur de son aire géographique de distribution, *Ixodes ricinus* a sa plus forte fréquence en milieu forestier; seuls ces écosystèmes seront donc échantillonnés.

Un ensemble forestier peut être considéré comme un appareil enregistreur intégrant 24 heures sur 24, et pendant 2 à 3 siècles pour les arbres, les conditions climatiques, pédologiques et anthropiques du lieu. En France, ces formations boisées sont les écosystèmes les mieux étudiés. De nombreux botanistes, zoologues et écologues, en analysant leur diversité floristique et faunistique, ont permis aux phytogéographes d'exprimer cartographiquement leur typologie à l'échelle nationale, voire internationale. Les forestiers ont étudié leur productivité, leur structure, leur évolution à long terme. Lors de la réalisation d'une carte de végétation, les forêts sont prospectées en priorité car elles représentent un état d'équilibre appelé « climax », stade ultime de la succession végétale.

Quelle que soit leur situation géographique et contrairement aux landes, les forêts présentent le même type structural. Une organisation multi-strates (arborescente, arbusive, herbacée, muscinale) permet d'utiliser efficacement l'énergie lumineuse, de modérer l'action des perturbations extérieures (vent, chaleur), d'homogénéiser en partie certaines conditions du milieu (intensité lumineuse, hygrométrie).

Si la densité du chevreuil, hôte privilégié du parasite, est souvent dépendante des superficies forestières, les autres grands mammifères sauvages (sangliers, renards), domestiques (bovins en lisière, chiens, chats...), les micromammifères (mulots, campagnols) et les oiseaux (turridés) sont généralement en nombre suffisant pour la réalisation du cycle. La forêt doit donc être considérée à la fois comme un refuge pour la tique et un réservoir pérenne de vertébrés indispensables au cycle.

2 — Principe et réalisation du plan d'échantillonnage

La prospection de terrain constituant un travail long et laborieux, nous avons volontairement et arbitrairement limité à 310 le nombre de massifs forestiers à échantillonner. Le territoire national a ainsi été divisé en quatre parties (fig. 1); chaque secteur a été confié pour la prospection à une équipe régionale. L'étude du quart sud-est, déjà publiée par Gilot (1985), est complétée par quelques transects dans les montagnes méditerranéennes.

La carte à 1/1 000 000 des régions phytocéologiques (Dupias et Rey, 1985) a permis de repérer les grandes entités à l'intérieur de chaque secteur. L'assemblage progressif des cartes de végétation à 1/200 000 (5 à 6 feuilles en moyenne, soit 50 000 à 60 000 km²) a visualisé les données écologiques pour chaque entité. Nous avons pu estimer le recou-

vrement des stades pelouses, landes, forêts et localiser précisément les massifs boisés à parcourir. Le nombre de stations varie de 3 à 10 suivant la surface couverte par l'entité phytocéologique et/ou en fonction de sa diversité forestière; il est exceptionnellement de 20 pour la zone centrale homogène du massif armoricain.

Par rapport au zonage de Dupias et Rey (*loc. cit.*), en plaine, des unités ont été regroupées afin d'éviter un nombre de stations incompatible avec le temps nécessaire à la prospection de terrain. Ces regroupements ne concernent que des entités géographiquement ou physionomiquement différentes (degré d'artificialisation variable), mais écologiquement presque similaires à l'échelle de notre étude (cas principalement dans l'Ouest de la France).

En Bretagne, l'uniformité des conditions écologiques (unité altitudinale, édaphique, climatique), l'extrême déforestation et l'intense activité agricole rendent difficile l'application du concept de séries de végétation. Cartographiquement, chaque bois et forêt sont rattachés à plusieurs séries (de 2 à 4), ce qui est critiquable (d'autres informations auraient dû être intégrées aux cartes réalisées dans de telles régions). Pour pallier à ces insuffisances, nous avons organisé notre plan d'échantillonnage en prenant en compte l'ensemble de la couverture forestière du Massif Armoricaire. Pour cette raison, les rares structures boisées des secteurs côtiers sont suréchantillonnées par rapport à celles de l'intérieur de la Bretagne.

En montagne, les concepts d'étage et de série s'appliquent idéalement; nous avons privilégié les informations des cartes de végétation et nos connaissances des milieux pour effectuer un plan d'échantillonnage à base de transects altitudinaux, allant du Collinéen au Subalpin (200 à 2 000 m d'altitude). Pour les Pyrénées par exemple, les trois transects correspondent aux domaines atlantique, intermédiaire et méditerranéen.

Cet échantillonnage stratifié permet d'explorer tout l'éventail écologique des forêts françaises naturelles, y compris celles ne couvrant que des surfaces restreintes qui auraient été probablement éliminées par un échantillonnage au hasard.

3 — Contingences de terrain

Le nombre de stations (3 à 10 par entité phytocéologique) peut être considéré comme insuffisant mais il est réaliste par rapport aux contingences de terrain. La distance moyenne entre deux prélèvements est relativement élevée: elle est de l'ordre de 30 à 40 km à vol d'oiseau. Certains points sont, de plus, d'accessibilité difficile.

La localisation du type forestier (donc de sa composition floristique) est décidée par un écologue, sans *a priori* vis-à-vis de l'écologie et des relations d'*Ixodes ricinus* avec l'écosystème forestier. On évite ainsi le biais classique qui consiste à rechercher la tique là où la probabilité de la trouver est la plus forte. Par contre, sur le terrain, le choix

de la structure forestière la plus favorable (hauteur, densité du sous-bois, stratification) est décidé par le collecteur à partir de quelques types physiologiques préalablement définis. La prospection devant être réalisée par plusieurs personnes (5 à 6), il est difficile de bien homogénéiser toutes ces données structurales.

Chaque point doit être prospecté pendant une heure par la technique du drapeau (Philip, 1937; Milne, 1950). Cette technique a été employée avec succès en Europe occidentale pour étudier les populations de tiques sur des territoires de vaste superficie (Suisse : Aeschlimann, 1972; Alpes françaises et avant-pays : Gilot, 1985). Elle consiste à traîner lentement sur la végétation un fragment de tissu grenu, véritable leurre, sur lequel les tiques exophiles s'accrochent à partir de leur site d'affût. Pour comparer les résultats, la qualité du tissu employé a été la même sur l'ensemble des sites prospectés.

L'étude de la dynamique saisonnière des populations de tiques a montré qu'une prospection d'une heure est suffisante pour mettre en évidence la présence d'individus, même si leur densité est faible (Gilot, 1985). La période d'activité connue de la tique (du printemps à l'automne) et les contingences climatiques (résultats incertains en période pluvieuse) limitent considérablement le temps disponible pour l'approche de terrain.

II — RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

DANS QUELQUES ENTITÉS PHYTOÉCOLOGIQUES DU SUD-OUEST ET DE LA BRETAGNE OCCIDENTALE

La prospection du Sud-Ouest (Bassin Aquitain) et du Massif Armoricain (partie occidentale de la Bretagne) a permis de tester la méthode dans deux régions écologiquement différentes.

A — CAS DE LA RÉGION AQUITAINE

1 — Les conditions naturelles

Le climat soumis à une influence méditerranéenne à l'Est devient franchement océanique à l'Ouest. A l'approche de la chaîne pyrénéenne, l'augmentation des précipitations et la diminution des températures diversifient les conditions de milieu.

L'ambiance méditerranéenne est caractérisée par une sécheresse estivale (avec toutefois l'absence de mois secs au sens de Gaussen $P_{mm} < 2T$ °C, dans la zone prospectée) et par un maximum automnal des pluies. Le long d'un gradient Nord-Sud, la pluviosité augmente de 400 mm/an (600 à 1 000 mm) et la température annuelle s'abaisse de 1 °C (12 à 11 °C).

Le climat océanique est doux, pluvieux; les pluies sont réparties régulièrement tout au long de l'année. De la région landaise aux premiers contreforts pyrénéens, les précipitations passent de 800 à 1 500 mm; les températures fluctuent entre 12 °5 et 14 ° (cartes de la végétation de la France).

Plusieurs formations sédimentaires (alluvions, calcaires, sables des Landes... etc.) couplées à l'action du climat diversifient les conditions pédologiques. A l'Est, les sols calcimorphes proches de la neutralité (rendzines, sols bruns calcaire, calciques) sont remplacées à l'Ouest par des sols bruns à pH acide subissant les processus de lessivage et de podzolisation.

Chaque entité phytoécologique peut être caractérisée par une, voire deux séries de végétation floristiquement très différentes. A l'Est, la Chênaie à Ch. pubescent — *Quercus pubescens* — (avec de rares Ch. vert) est remplacée dans la partie médiane du transect par une Chênaie mixte (Ch. pédonculé, Ch. sessile — *Quercus petraea* —, Ch. pubescent) puis par une Chênaie atlantique (Ch. pédonculé, Ch. tauzin, Pin maritime — *Pinus maritima* —). Les formations hygrophiles (Saussaies, Aulnaies, Frênaies) sont localisées sur les sols alluviaux.

2 — Résultats (fig. 2) (pour plus de détails, voir Gilot et al., soumis pour publication).

Ixodes ricinus a été capturée 22 fois sur les 43 stations prospectées. Cette positivité (51 %) n'est pas distribuée de

Etages mésoméditerranéen, supraméditerranéen et collinéen à l'Est

1 — Chênaie à Chêne vert, Chêne liège (granite) et Chêne pubescent. Etage mésoméditerranéen *sensu stricto*

2 — Chênaie à Chêne pubescent, Chêne vert (à l'Est), puis à Chêne pubescent, Chêne sessile à l'Ouest. P=600-1000 mm/an. T=11-12°C

Etage du bord des eaux, type collinéen

3 — Vallées alluviales. Saussaies, Aulnaie, Frênaie, Chênaie à Chêne pédonculé suivant la profondeur de la nappe phréatique. P=700-1100 mm/an. T=11-12°C

Etages collinéen et atlantique (Bassin Aquitain)

1- Tonalité atlantique

4 — secteur molassique. Chênaie mixte à Chêne pédonculé, Chêne sessile et Chêne pubescent. Bois de Chêne pubescent assez fréquent. P=600-1100 mm/an. T=11-12°C

2- Influence atlantique

5 — secteur molassique. Chênaie à Chêne pédonculé, Chêne tauzin. P=1000-1500 mm/an. T=12-13°C

6 — secteur landais. Pinède à Pin maritime (reboisement), Chênaie oligotrophe à Chêne pédonculé, Chêne tauzin. P=800-1200 mm/an. T=12,5-13°C

3- Influence des Pyrénées

7 — secteur prépyrénéen. D'Est en Ouest: passage de la Chênaie à Chêne pubescent, Chêne sessile, Chêne vert (P=900-1000 mm, T=10°C) à la Chênaie à Chêne pédonculé, Chêne tauzin. (P=1500 mm/an. T=13-14°C)

8 — Vallées encaissées hygrophiles. Chênaie à Chêne pédonculé, Frênaie. P=900 à 2000 mm/an d'Est en Ouest. T=10°C

FIG. 2. — Présence d'*Ixodes ricinus* dans les entités phytoécologiques du Sud-Ouest.

façon homogène; elle varie de 0 % pour l'entité soumise à l'influence méditerranéenne à 80 % pour celle prépyrénéenne (tableau I). Lorsque l'ambiance climatique est à tonalité atlantique, la positivité est toujours égale ou supérieure à 50 %; elle atteint 66 % pour le secteur landais. Les vallées encaissées et hygrophiles des Pyrénées présentent un taux de 60 %.

B — CAS DE LA BRETAGNE OCCIDENTALE

1 — Les conditions naturelles

Le climat est de type océanique; le trait dominant est la douceur des saisons, une humidité constante, des pluies réparties régulièrement tout au long de l'année (Lecompte et Vergnes, 1986). La moyenne annuelle des précipitations varie de 500-600 mm (pointe du Raz) à 800-1 000 mm; elle atteint 1 000-1 200 mm à partir de 200 m d'altitude (Monts d'Arrée, Menez Hom).

Des formations métamorphiques et plutoniques dominantes, de faibles amplitudes altitudinales et un relief mamelonné créent des conditions pédologiques globalement homogènes (sols bruns soumis aux processus de lessivage et de podzolisation). Les roches sédimentaires sont très localisées.

Cette unicité des conditions de milieu, une anthropisation maximale (la forêt couvre moins de 10 % voire même moins de 5 % dans la plupart des départements) tendent à uniformiser la végétation.

Chaque entité phytoécologique regroupe 3 (parfois 4) séries de végétation distribuées en mosaïque et peu différentes l'une de l'autre. De plus, ce sont les mêmes séries avec des représentativités différentes d'une entité à l'autre. Seul le secteur côtier s'individualise (bocage à Orme) par des conditions difficiles (vents, embruns).

2 — Résultats (fig. 3) (pour plus de détails, voir Degeilh, 1992 — Degeilh *et al.*, soumis pour publication).

La tique a été capturée 27 fois sur les 42 stations prospectées. Cette positivité (64 %) est distribuée de façon homogène dans deux entités (80 et 90 %) sur trois (35 %). En regroupant les secteurs de Basse et Haute Bretagne écologiquement peu différents, la positivité moyenne est de 84 % (tableau I).

En Bretagne occidentale, toutes les entités phytogéographiques prospectées sont donc fonctionnelles. La série du Chêne pédonculé qui couvre environ 70 à 90 % du territoire suivant les unités traduit bien l'uniformité écologique de la zone d'étude.

III — DISCUSSION ET CONCLUSION

1 — Intérêt

La méthodologie préconisée nous paraît intéressante pour plusieurs raisons :

TABLEAU I. — Taux de positivité d'*Ixodes ricinus* dans les différentes entités phytoécologiques prospectées (Sud-Ouest et Bretagne).

SUD OUEST			
entités n°	nombre de stations positives	% de positivité	résultat global
1	non échantillonnée dans le cadre de ce travail mais entité négative (Gilot, 1985)		22+/43 51%
2	0+5	0%	
3	4+9	44%	
4	2+4	50%	
5	3+6	50%	
6	6+9	66%	
7	4+5	80%	
8	3+5	60%	
BRETAGNE			
zone littorale	6+17	35%	27+/42
basse Bretagne	9+10	90%	64%
haute Bretagne	12+15	80%

ETAGE ATLANTIQUE

Chênaie à Chêne pédonculé; présence de Hêtre, Pin maritime, Chêne sessile. Zone la plus atlantique du Massif Armorican; absence de Chêne vert et de Chêne pubescent

Zone littorale ventée à Orme (bocage) de 1 à 30 km à l'intérieur des terres (0 à 100 m d'altitude). Landes climaciques et mosaïque de bois de faible superficie. P=500-1000 mm/an. T=11-12°C

Basse Bretagne intérieure (0 à 384 m d'altitude). Présence de grandes forêts. P=800-1200 mm/an. T=10-11°C

Chênaies à Chêne pédonculé, Chêne sessile, Hêtre. Influence océanique atténuée

Haute Bretagne (0 à 250 m d'altitude), présence de grandes forêts. P=600-1200 mm. T=10-11°C

FIG. 3. — Présence d'*Ixodes ricinus* dans trois entités phytoécologiques de Bretagne (Degeilh, 1992).

a — L'échantillonnage présente un minimum de biais. Les sites à inventorier étant désignés par une autre personne que le prospecteur et sans considération des connaissances acquises sur tel ou tel massif forestier ou sur la capacité de telles formations végétales à receler l'espèce, on évite ainsi le biais classique qui grève beaucoup d'étude épidémiologique : celui qui consiste à sélectionner *a priori* les seuls boisements susceptibles d'être « fonctionnels ». C'est souvent le cas lorsqu'on cherche à collecter le maximum d'individus pour des recherches virologiques ou bactériologiques. Une telle attitude se révèle néfaste lorsque, dans un deuxième temps, on essaie de généraliser les résultats obtenus à l'ensemble d'une région ou d'un pays.

b — Les résultats obtenus peuvent être, dans une certaine mesure, généralisables. Grâce à la méthodologie pré-

conisée, on peut avoir une idée des surfaces concernées par la tique dans une région donnée, pour peu qu'on utilise le pouvoir indicateur de la végétation. Chaque fois qu'un lien statistique peut être mis en évidence entre un groupement végétal donné (ici une série) et la présence de l'acarien dans une région, on peut prévoir l'existence de l'acarien dans tous les groupements de même nature dans la région considérée.

c — *La cohérence des résultats globaux traduit la validité des unités phytoécologiques* prises comme référence et l'intérêt de la notion de série sur laquelle elles sont fondées. En ce sens, les informations contenues dans les 64 cartes de végétation au 1/200 000 sont nécessaires à la réalisation de plans d'échantillonnage voulant intégrer la diversité écologique du territoire.

Les séries de végétation des étages méditerranéens sont défavorables à la présence de la tique, ce qui confirme les travaux de Gilot (1985). Les séries de l'étage atlantique ont par contre un taux de positivité variant de 50 à 90 % sur toute la façade océanique du territoire français, à l'exception de la zone ventée du littoral breton (35 %).

Dans l'étage collinéen, *Ixodes ricinus* est présente dans toutes les séries mais le pourcentage de positivité augmente au contact de l'axe pyrénéen.

2 — Limites

a — *L'indicateur végétal présente un intérêt inégal selon les secteurs d'étude.* Les variations climatiques et pédologiques permettent de bien individualiser les séries de végétation dans le quart Sud-Ouest de la France. Il n'en est pas de même dans le secteur prospecté de la Bretagne où une certaine uniformité des conditions écologiques homogénéise la végétation.

Pour le Sud-Ouest, la végétation joue pleinement son rôle indicateur et les résultats obtenus traduisent bien la variabilité écologique manifestée par la végétation : la fréquence de l'acarien se révèle en effet très variable d'une série de végétation à l'autre. Ainsi, dans l'étage supraméditerranéen, la tique est absente de la série du Chêne vert et de la série la plus thermophile du Chêne pubescent (série propéroméditerranéenne, Gaussen *et al.*, 1964). En revanche, elle a été trouvée dans la série latéméditerranéenne du Chêne pubescent et dans la série du Chêne sessile (Gaussen et Rey, 1947); ces deux unités en mosaïque sont rattachées à l'étage collinéen.

Dans l'étage atlantique aux conditions écologiques plus homogènes, le pourcentage de positivité est toujours élevé dans les séries du Chêne pédonculé et du Pin maritime; le Chêne tauzin se trouve à l'état disséminé dans ces différents bois (Lascombes et Lereddec, 1955).

Dans la partie occidentale de la Bretagne, l'individualisation des séries n'est pas chose facile; elles s'interpénètrent du fait de lentes variations des facteurs écologiques, des faibles densités de bois et de landes (5 à 15 % de recou-

vrement); l'importance des surfaces cultivées rendent de plus leur caractérisation difficile.

Les populations de tiques y sont distribuées plus uniformément que dans le Sud-Ouest, comme on pouvait le prévoir. Toutes les séries de végétation sont positives (Chênaies à Chêne pédonculé, à Chêne sessile, Hêtraies).

De ce fait, l'indicateur végétal présente un intérêt plus limité. Il permet cependant un échantillonnage stratifié complet de la région.

b — *L'échantillonnage apporte surtout des renseignements d'ordre qualitatif (du type « présence-absence »).* Toute comparaison précise entre les effectifs décelés dans les diverses zones et *a fortiori* dans les différents secteurs de l'étude s'avère de ce fait difficile. La très grande extension du territoire s'oppose à des prélèvements synchrones. Les populations de tiques varient en fonction des conditions écologiques régionales et ces variations ne sont guère prévisibles, les études portant sur la dynamique saisonnière de l'espèce restant peu nombreuses (voir cependant : Simon, 1974; Gilot, 1975; Martinod, 1983; Perez, 1985; Macaigne, 1991). Ainsi, il n'existe aucune donnée pour le Massif Armoricain. Dans d'autres régions, les travaux publiés font état de différences phénologiques importantes selon le secteur et même dans des stations relativement proches. On conçoit que les comparaisons d'effectifs soient, de ce fait, particulièrement malaisées.

Remerciements. — Cette étude a pu être réalisée grâce au financement INSERM (contrat de Recherche Externe n° 900-801). Nous remercions vivement A. et J. P. GUICHARD pour la réalisation technique de cet article.

RÉFÉRENCES

- Aeschlimann A. : *Ixodes ricinus* Linné, 1758, (*Ixodoidea: Ixodidae*). Essai préliminaire de synthèse sur la biologie de cette espèce en Suisse. *Acta Trop.*, 1972, 29, 321-340.
- Barbero M., Cadel G., Gensac P., Ozenda P., Richard L. : *Carte de la végétation de la France à 1/200 000 Tignes-Larche, n° 55-61*. Édit. CNRS, Toulouse, 1991.
- CNRS, Toulouse : *Cartes de la végétation de la France à 1/200 000 : 64 feuilles*. Édit. CNRS, Toulouse, 1947-1991.
- Degeilh B. : *Ixodes ricinus* (Linné, 1758) dans le Massif Armoricain : indicateur végétal et cartographie de ses populations, approche du polymorphisme de l'espèce dans une optique vectorielle. DEA, Fac. de Médecine, Université de Rennes I, 1992, 62 p.
- Degeilh B., Guiguen C., Gilot B., Doche B., Pichot J., Beau-cournu J. C. : Répartition d'*Ixodes ricinus* (Linné, 1958) (*Acarina, Ixodoidea*) dans les groupements forestiers du Massif Armoricain. *Acarologia*, (soumis pour publication).
- Dupias G., Rey P. : *Document pour un zonage des régions phyto-écologiques*. Centre d'Écologie des Ressources Renouvelables, CNRS, Toulouse, 1985, 40 p.
- Gaussen H., Cabaussel G., Dupias G., Mestre L. : *Carte de la végétation de la France à 1/200 000 : Carcassonne, n° 72*. Édit. CNRS, Toulouse, 1964.
- Gaussen H., Rey P. : *Carte de la végétation de la France à 1/200 000 : Toulouse, n° 71*. Édit. CNRS, Toulouse, 1947.

- Gilot B., Pautou G., Moncada E. : 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) (*Acarina, Ixodoidea*). *Acta Trop.*, 1975, 32, 340-347.
- Gilot B., Pautou G., Moncada E., Lachet B., Christin J. C. : La cartographie des populations de tiques exophiles par le biais de la végétation : bases écologiques, intérêt épidémiologique. *Doc. Carto. Ecol.*, 1979, XXII, 65-80.
- Gilot B. : *Bases biologiques, écologiques et cartographiques pour l'étude des maladies transmises par les tiques (Ixodidae et Argasidae) dans les Alpes françaises et leurs avants-pays*. Thèse d'État, Université de Grenoble I, 1985, 535 p.
- Gilot B., Pichot J., Doche B. : Les tiques du Massif Central (France). 1 — Les Ixodides (Acariens, Ixodoidea) parasites de carnivores et d'ongulés domestiques sur la bordure orientale du Massif. *Acarologia*, 1989, XXX, 191-207.
- Gilot B., Doche B., Degeilh B., Guiguen C., Pichot J. : Bases acarologiques pour l'étude épidémiologique de la Borréliose de Lyme : les populations d'*Ixodes ricinus* (Linné, 1758) du Sud-Ouest de la France. *Acarologia*, (soumis pour publication).
- Lascombes G., Lereddec C. : *Carte de la végétation de la France à 1/200 000 : Mont de Marsan n° 63*. Édit. CNRS, Toulouse, 1955.
- Lecompte J., Vergnes P. : *Le climat de la Bretagne*. Édit. Ouest France, Rennes, 1986, 32 p.
- Macaigne F. : *Données épidémiologiques sur la maladie de Lyme dans le département de la Gironde (France)*. DEA Biologie, santé : option Pathologie microbienne et virale, Université de Bordeaux II, 1991, 43 p.
- Martinod S. : *Contribution aux recherches de cartographie épidémiologique des babésioses canines et bovines dans le Jura méridional. Investigations sur d'éventuelles incidences humaines de ces maladies*. Thèse de 3^e cycle, Université de Grenoble I, 1983, 66 p.
- Milne A. : The ecology of the sheep tick (*Ixodes ricinus* L.). Micro-habitat economy of the adult tick. *Parasitology*, 1950, 40, 14-34.
- Ozenda P. : *Les végétaux dans la biosphère*. Édit. Doin, Paris, 1982, 432 p.
- Ozenda P., Lucas M. J. : Esquisse d'une carte de la végétation potentielle de la France à 1/1 500 000. *Doc. Carto. Ecol.*, 1987, XXX, 49-80.
- Perez C. : *Le foyer alsacien d'encéphalite humaine à tiques : étude des vecteurs et de leurs rapports avec le virus et les vertébrés réservoirs*. Thèse d'État Sciences, Université de Paris VI, 1985, 192 p.
- Philip C. B. : Six years intensive observation on the seasonal prevalence of a tick population in Western Montana. *Public Health Rep. wash.*, 1937, 52, 16-22.
- Simon P. H. : *Épidémiologie de la Piroplasmose bovine en Brionnais. Essai d'un plan de chimio prévention*. Thèse de Médecine vétérinaire, Université de Lyon II, 1974, 110 p.