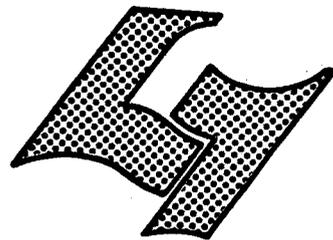


UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON-I
43, Boulevard du 11 Novembre 1918
69621 VILLEURBANNE



Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées

informatique documentaire

- * MEMOIRE DE STAGE
- * NOTE DE SYNTHESE



L'AIRE DE REPARTITION D'IXODES RICINUS
ET LES FOYERS D'ENCEPHALITE A TIQUES
EN EUROPE DE L'OUEST

AUTEUR : M.C. VARTANIAN

DATE : 1 JUILLET 1981

DESS
1981
6
A

L'AIRE DE REPARTITION D'IXODES RICINUS ET LES FOYERS

D'ENCEPHALITE A TIQUES EN EUROPE DE L'OUEST

M.C. VARTANIAN

SOMMAIRE

INTRODUCTION	p. 1
CHAPITRE 1 - BUTS ET METHODES D'INVESTIGATION	p. 5
CHAPITRE 2 -	p. 8
A- BIOLOGIE D'IXODES RICINUS	p. 8
1 - Le Cycle	p. 9
2 - L'ubiquité parasitaire	p.10
3 - Les exigences physiologiques	p.11
4 - Les biotopes	p.14
5 - Activité et dynamisme	p.16
B- L'ENCEPHALITE A TIQUES	p.21
1 - Définition de l'Encéphalite	p.21
2 - Aspects cliniques de la maladie	p.22
3 - Détection de la maladie	p.23
BIBLIOGRAPHIE - IXODES RICINUS	p.26
ENCEPHALITE A TIQUES	p.28
CHAPITRE 3 -	p.29
NORVEGE	p.30
SUEDE	p.36
FINLANDE	p.44
DANEMARK	p.53
GRANDE BRETAGNE	p.57
ITALIE	p.67
ESPAGNE	p.76
BIBLIOGRAPHIE GENERALE	p.80

INTRODUCTION

Le virus responsable de l'Encéphalite à tique (ET) est un arbovirus transmis d'un Vertébré à un autre par la piqûre d'un arthropode hématophage, la tique, qui joue un rôle actif dans le cycle puisque le virus se multiplie dans son organisme. Ixodes ricinus et Ixodes persulcatus sont les deux arthropodes qui véhiculent le germe à travers une gamme de mammifères variés, dans des biocénoses bien précises. L'homme peut contracter cette maladie soit par piqûre directe de la tique soit par absorption de lait issu d'animaux contaminés. Cette maladie peut être grave voire mortelle.

L'existence de foyers naturels d'ET, en Europe principalement, résulte de la conjonction des éléments suivants : présence de l'arthropode, présence du virus, présence d'hôtes réservoirs capables d'assurer la survie des tiques, biocénose favorable.

L'étude de l'aire de distribution d'Ixodes ricinus et des foyers endémiques d'ET présente un intérêt qui ne peut échapper.

L'ET a été étudiée très tôt en Russie, où elle est transmise par Ixodes persulcatus.

Dès 1937, les Soviétiques ont pu isoler le virus chez l'homme. Il faut dire que la maladie présentait un caractère réellement dramatique dans ce pays : épidémies importantes, cas mortels. Les études réalisées en Russie ont été très nombreuses (4000 références, à l'heure actuelle) et ont donné lieu à l'élaboration d'une

méthodologie précise. Des concepts généraux ont pu être dégagés par les épidémiologistes, à l'occasion de l'étude approfondie de cette maladie, concepts qui ont pu être appliqués à l'étude de nombreuses autres maladies transmises par vecteur.

Pavlovski et al. ont défini la notion de "foyer naturel" : le virus circule à travers une gamme précise de vertébrés sauvages par le jeu d'arthropodes hématophages. Ces foyers existent en dehors de toute intervention humaine. L'homme est contaminé lorsqu'il pénètre par hasard dans ces foyers naturels. Ces foyers sont liés à l'écologie de la tique et à l'écologie des animaux supports nourriciers de la tique.

En Tchécoslovaquie, l'ET est apparue au moment de la 2^o guerre Mondiale. La maladie est transmise par Ixodes ricinus. On ne sait pas si elle existait avant que l'on signale le premier cas, ou si elle a été introduite. Elle s'est largement développée dans ce pays, prenant, parfois, des caractères épidémiques comme en 1953 où 660 cas d'ET ont été décelés dans la ville de Rožnava.

Les auteurs tchèques ont mis l'accent sur les caractères particuliers de certains foyers d'ET existant en Europe centrale : l'action de l'homme joue un rôle important dans la structure de ces foyers (déforestation, mise en culture...et intervention d'animaux domestiques). Ils définissent certains de ces foyers comme "anthropurgiques".

La forme occidentale d'ET est beaucoup moins sévère que la forme orientale ou extrême-orientale qui est souvent fatale ou laisse des séquelles importantes

Des cas d'ET sont diagnostiqués de plus en plus souvent dans les pays occidentaux où, jusqu'ici, on ne l'avait pas signalée. Cependant, une ambiguïté demeure : on ne sait pas si la maladie

existait dans les pays en cause antérieurement aux études qui l'ont mise en évidence ou si le virus y a été introduit à une date récente. Il y a quelques années encore, on ne signalait la maladie qu'en Autriche, Yougoslavie, Hongrie, Pologne et Allemagne de l'Ouest. Depuis, la circulation du virus a été prouvée dans tous les pays de l'Europe de l'Ouest, à l'exception du Benelux et du Portugal.

Les différents pays concernés ont pris conscience, à des dates diverses, de l'intérêt du problème et ont entrepris des études pour situer l'impact de la maladie. Ces études n'ont bénéficié d'aucun plan d'ensemble. Elles ont été entreprises par des équipes très diversement composées (virologues, entomologistes..) et dont les moyens d'action étaient très inégaux.

Le rôle principal a été assuré par les virologues si bien que la base entomologique et écologique, nécessaire pour comprendre la genèse de la maladie, a été un peu sacrifiée.

Partant de ces constatations, nous nous sommes fixés un certain nombre d'objectifs :

1 - Localiser avec précision les foyers d'ET dans chaque pays de l'Europe de l'Ouest.

2 - Etablir les liens existants entre ces foyers et la localisation des populations d'Ixodes ricinus.

3 - Effectuer une caractérisation sommaire des foyers (hôtes en cause, végétation, climatologie...)

4 - Essayer d'avoir des éléments qui permettent de comprendre le déterminisme de l'installation et de la diffusion de la maladie.

Toutefois, vu l'ampleur du sujet, nous l'avons limité à 7 pays car ces 7 pays donnent une bonne idée de l'éventail des conditions écologiques dans lesquelles se développe la tique et où apparaît l'ET. Ce sont:

La Norvège, la Suède, la Finlande, le Danemark, la Grande Bretagne, l'Espagne et l'Italie. La France n'a pas été étudiée car la documentation correspondante a déjà été réunie.

Par la suite, nous envisageons d'étudier les pays qui font le lien avec l'Europe centrale : l'Allemagne, la Suisse, l'Autriche. La documentation de base concernant ces pays a été réunie, mais l'obstacle de la langue nous a empêché d'en réaliser l'exploitation. La conclusion de cette étude ne pourra être tirée qu'après l'étude de l'ensemble de ces pays.

CHAPITRE I

BUTS ET METHODES D'INVESTIGATION

Réunir une documentation aussi complète que possible sur l'Encéphalite à tique et sur Ixodes ricinus dans 7 pays de l'Europe de l'Ouest, était le but fixé initialement.

Dans un premier temps, nous avons procédé à l'interrogation de la base de données Biosis. Nous avons choisi cette base car elle couvre bien le domaine de la biologie et de la bio-médecine. On y trouve les Biological abstracts et les Bioresearch index.

Biosis réunit des informations prises dans des articles de journaux, des revues, des livres... de plus de 100 pays différents. 275000 références sont ajoutées chaque mois et ce depuis 1973. 50 % des références ont pour pays d'origine l'Europe et les pays de l'Est. Comme le sujet étudié était centré sur la biologie et sur les pays européens, c'est cette base qu'il nous est apparu opportun d'interroger prioritairement à toute autre. (I)

Les résultats obtenus ont été satisfaisants : 20 % des articles sélectionnés pour notre étude nous ont été signalés par Biosis, qui, comme nous l'avons déjà dit, ne signale que les articles parus après 1973.

Les articles ainsi retenus ont été recherchés, étudiés et les bibliographies placées en fin de texte dépouillées. De nouvelles références ont alors été trouvées et ont fait l'objet de nouvelles recherches.

Dans un certain nombre de cas, nous avons contacté les équipes de chercheurs dont les travaux étaient suffisamment récents et en accord avec l'orientation écologique de notre travail.

(I) Nous avons également interrogé la base de données Pascal: nous n'avons obtenu que très peu de résultats

L'intérêt de ces articles ne peut être dégagé que si l'on possède déjà des connaissances de base sur le sujet ; nous en donnons ci-après les éléments essentiels.

Partant de ces données, nous avons étudié successivement chaque pays : les références bibliographiques concernant ces pays, sont insérées en tête de chapitre. Elles sont classées dans un ordre chronologique de parution, des plus anciennes aux plus récentes. Cet ordre permet de dresser un historique de la recherche, pays par pays.

CHAPITRE II

BIOLOGIE D'IXODES RICINUS

I - Le cycle : Ixodes ricinus est une tique triphasique :

La tique connaît trois stades de développement : elle est successivement larve, nymphe et adulte.

Entre chaque stade, la tique se fixe sur un hôte différent et se gorge de sang. Le repas de sang permet le passage au stade suivant. Chaque stade a une durée variable et est séparé, du stade suivant, par une phase à terre où se produit une mue.

La femelle gorgée se détache de son hôte et cherche, pour pondre, un biotope favorable. En général, le lieu le plus favorable à la ponte sera la litière végétale qui offre les conditions nécessaires (humidité, température) à la survie et au développement des larves.

La ponte ne peut avoir lieu qu'après digestion du sang et maturation des ovules. En général, un à deux mois sont nécessaires pour parvenir à ce stade de maturation, puis 500 à 3000 oeufs sont pondus par la femelle qui meurt.

Les oeufs éclosent 6 à 10 semaines après la ponte. Les larves mesurent 1 mm à peine. Elles sont très sensibles aux variations concomitantes de la température et de l'hygrométrie : les larves sont détruites en une heure à 35°C et 70 % d'humidité et en 11 jours à 35°C et 90,100 % d'humidité. Il leur faut environ 22 jours pour se mettre activement en quête d'hôte. Le repas de la larve dure entre 3 et 10 jours, puis gorgée de sang, elle se détache et tombe sur le sol. La période de pupaison dure de 28 à 50 jours.

Une métamorphose la transforme en une nymphe. La taille

de la nymphe est un peu supérieure à celle de la larve mais son mode de vie est à peu près identique (déplacements, recherche de l'hôte, temps de fixation sur l'hôte) . La nymphe est moins sensible que la larve aux variations du degré d'hygrométrie : elle survit 3 à 4 jours par 35°C et 70 % d'humidité.

La période de pupaison nymphale est nettement plus longue que la période de pupaison larvaire : de 56 à 130 jours. Cette transformation donne naissance à un imago mâle ou femelle qui mesure 2 à 8mm. A ce stade, seules les femelles se fixent et se gorgent de sang. Ce repas a lieu plusieurs semaines après l'éclosion de l'adulte, il peut durer de 8 à 10 jours.

La durée totale d'un cycle est extrêmement difficile à définir. On pense qu'il peut varier de 1 an 1/2 à 3 ans, mais, en laboratoire, on a pu le faire durer jusqu'à 3 ans 1/2.

II - L'ubiquité parasitaire.

La grande variété et le nombre des hôtes d'Ixodes ricinus sont une des caractéristiques de cette espèce : des mammifères de toutes tailles mais aussi des oiseaux et des Réptiles.

On peut toutefois remarquer que les larves et les nymphes se fixent électivement sur des hôtes de petite et de moyenne taille. Ce choix, dans 80 % des cas, se porte sur des Rongeurs (campagnols, mulots) des Insectivores (musaraignes, taupes, hérissons) et des Oiseaux. On la trouve parfois sur des Carnivores et des Ongulés.

Les adultes se portent de préférence sur les grands mammifères sauvages ou domestiques (cerfs, renards, bovins, ovins, chiens...)

Certaines espèces, très sélectives dans leurs aptitudes trophiques, ne parasitent qu'un nombre restreint d'hôtes : par exemple, Ixodes lividus ne parasite que l'hirondelle de rivage,

d'autres sont susceptibles de parasiter une gamme d'hôtes plus ou moins large, c'est le cas d'Ixodes ricinus dont l'ubiquité parasitaire se constate dans toute son aire d'extension.

L'habitat de la tique et son mode d'affût sont des facteurs déterminants dans la rencontre de la tique avec son hôte. Les larves se tiennent à l'affût sur les couches basses de la végétation alors que les adultes sont sur la strate herbacée plus élevée.

Selon les saisons, et les stades, Ixodes ricinus pratique alternativement l'exophilie et l'endophilie. Au stade larvaire, les individus sont, en général endophiles. Ils vivent sous les feuilles, dans les anfractuosités du sol où ils rencontrent leurs hôtes de prédilection : Rongeurs et Insectivores. Les adultes présentent des phases d'exophilie prolongée, surtout en milieu forestier où le degré hygrométrique est élevé. Le contact s'effectue alors principalement avec des animaux de grande taille.

Cette ubiquité parasitaire assure à Ixodes ricinus une très vaste distribution. Pourtant, cette extension et la vie même de la tique sont limitées par certaines exigences.

III - Les exigences physiologiques d'Ixodes ricinus.

L'étude d'Ixodes ricinus a permis de montrer que la durée de son cycle était susceptible de varier dans des proportions considérables et ce en fonction des conditions climatiques auxquelles la tique est soumise. On a pu ainsi distinguer des "cycles courts" et des "cycles longs" (Pomerantzev, 1950). Le tableau I résume et compare ces observations (Aeschlimann, 1972).

Durée relatives (en jours) des différentes phases du cycle.

	POMERANTSEV		AESCHLIMANN	BRUSSARD
	Cycle court	Cycle long	Cycle court 17°-21°	Cycle court
Préoviposition	4	27	3-22	8-17
Embryogenèse	25	400	environ 30	31-47
Prenutrition larvaire	10	570	16	21
Repas larvaire	3	6	5	2-3
Postnutrition larvaire (mue)	28	426	30-55	21-25
Prenutrition nymphale	10	540	24-72	21
Repas nymphal	3	6	4-7	2-6
Postnutrition nymphale (mue)	56	360	jusqu'à 100	24-37
Prenutrition de la femelle	10	810	30	21
Repas de la femelle	6	14	6-14	6-11

Tableau 1

Les facteurs climatiques peuvent intervenir de façon encore plus décisive, en interrompant le cycle si les conditions requises ne sont pas favorables. Ces facteurs sont : la température et l'hygrométrie.

Notons toutefois, que ces facteurs interviennent pendant la phase au sol (pendant les phases parasitaires, qui durent au total environ trois semaines, la tique est en effet relativement indépendante de ces contraintes: seule la température de la peau de l'hôte peut alors jouer un rôle).

Par contre, lorsque la tique est au sol, les facteurs climatiques et microclimatiques exercent une contrainte très stricte.

La température.

Comparativement à d'autres espèces, la résistance d'Ixodes ricinus aux variations de température, particulièrement au froid est avérée. On a pu établir que des individus à jeun survivent à -8°C pendant 4 jours, quel que soit leur stade.

Dans la nature, l'espèce peut supporter une température inférieure à -10°C pendant 2 mois 1/2 et plusieurs mois de gel ne

la fait pas disparaître.

Néanmoins; ces conditions extrêmes provoquent un large ralentissement de l'évolution : le cycle peut durer jusqu'à 4 années. Cette capacité de résistance, d'adaptation au froid, expliquent la très large distribution d'Ixodes ricinus dans les pays nordiques.

Une exposition prolongée à des températures de 35°C, provoque la mort d'Ixodes ricinus à tous les stades, en moins de 2 semaines, même si l'hygrométrie reste élevée.

L'hygrométrie.

L'abaissement du degré d'hygrométrie en dessous de 70 % provoque la disparition des individus, quel que soit leur stade évolutif, en quelques jours.

Alors qu'Ixodes ricinus supporte des variations de température assez considérables, il est très sensible à une baisse de l'hygrométrie.

A température égale, la pupaison larvaire réussit dans une proportion égale à 100 % si l'atmosphère est saturée, à 80 % si le degré hygrométrique est de 95 % et à 70 % si ce degré est de 90 %. Les adultes résistent mieux à la sécheresse que les larves. Aussi, un été sec fera disparaître les immatures et non les adultes.

Par contre, Ixodes ricinus résiste très bien à une immersion de 3 semaines et les larves peuvent éclore sous l'eau pure. Ces possibilités de résistance sont moindres lorsque cette eau est chargée de matières organiques.

Dans tous les cas, l'espèce a des exigences hygrométriques très contraignantes qui ne lui permettent de survivre que dans

certaines conditions directement en rapport avec le type de végétation du biotope : buissons, plantes herbacées, plantes en tapis, litière. Jusqu'à présent, nous avons envisagé de façon abstraite les problèmes liés au micro-climat et aux hôtes. Nous nous proposons dans le chapitre suivant d'étudier de façon plus concrète comment les exigences propres de la tique interviennent dans le choix de ses biotopes.

IV - Biotopes d'*Ixodes ricinus* : composante végétale et animale (hôtes)

La répartition d'*Ixodes ricinus* se fait en fonction des formations végétales : son activité n'est possible que dans certaines limites. Les conditions climatiques requises ne sont trouvées qu'au sein de certains microclimats induits par les formations végétales. *Ixodes ricinus* s'enfonce dans la litière lorsque les conditions sont défavorables (phase d'endophilie). En particulier, il trouve là une protection contre la sécheresse qu'il supporte mal.

Ces considérations expliquent, par exemple, que certaines formations très xériques paraissent, à priori, très peu favorables à la survie de l'espèce, à moins qu'elle ne développe des variants physiologiques. Ainsi les biotopes les plus favorables à la tique sont constitués, en France, par les formations boisées de type atlantique ou médio-européen : chêne, hêtre, châtaignier, charme, aulné, noisetier (toutes forêts caducifoliées où la litière du sous-bois est épaisse). En Ecosse, sont également des biotopes favorables, les pâturages mal drainés à *Molinia caerulea*, *Nardus stricta*, *Festuca* sp., *Agrostis* sp., *Juncus* sp., *Pteris aquilina*.

L'aire d'extension d'*Ixodes ricinus* est, dans son ensemble, liée aux formations végétales favorables et occupe, en Europe de l'Ouest, de très vastes surfaces; cependant, à l'intérieur de l'aire ainsi définie, la tique ne colonise que des biotopes favorables (distribution en mosaïque).

Si l'apparition et le maintien d'Ixodes ricinus dépendent des conditions de végétation précédemment décrites, sa prolifération requiert l'intervention d'un autre facteur : la présence d'hôtes potentiels en nombre suffisant:

- animaux sauvages dans les formations boisées.
- animaux domestiques (ovins et bovins sur paturâges); dans ce cas, Ixodes ricinus préfère les bocages, les lisières de forêts, tout ce qui est arbustes situés sur le passage du bétail.

La recherche de l'hôte se fait à tous les stades évolutifs : la larve et la nymphe ont besoin de se gorger de sang pour pouvoir se métamorphoser, la femelle a également besoin de sang pour pondre. Seul le mâle ne s'alimente pas.

L'attente de l'hôte se fait sur la végétation, rarement à plus de 70 cm du sol. L'affût a lieu dans des emplacements ombragés.

La gamme des hôtes d'Ixodes ricinus est très vaste. Cette espèce est probablement celle qui présente la plus faible spécificité parasitaire.

Nous donnerons ici la liste des animaux le plus souvent parasités. Cette liste n'est pas limitative.

Oiseaux : Les Turdidae : Turdus, Erithacus rubecula et Phoenicurus phoenicurus.

Mammifères : Erinaceidae, Talpidae, Soricidae, Muridae, Gliridae, Sciuridae, Leporidae, Canidae, Felidae, Mustelidae, Cervidae, Suidae.

Hôtes domestiques : Bovins, ovins, porcs, chiens, chats, chevaux, caprins.

A cette liste, il faut ajouter l'homme.

V - Activités et dynamisme.

a - Exophilie - endophilie - sylvo-exophilie.

Ixodes ricinus pratique alternativement l'endophilie et l'exophilie. Endophilie et exophilie dépendent en partie, du stade évolutif auquel l'espèce se trouve mais aussi et surtout des conditions climatologiques : pendant les périodes défavorables (saison estivale ou hivernale) l'individu se réfugie dans la strate herbacée, l'humus, les trous ou anfractuosités qu'il trouve dans le sol.

En milieu forestier, et en période favorable, l'espèce est plutôt exophile car l'hygrométrie est élevée et constante. Morel parle alors de sylvo-exophilie (13). Les tiques attendent leur hôte dans le sous-bois, sur les arbustes, ronces, graminées, fougères.

b - Abondance et activité saisonnière.

L'étude de la densité de tiques présentes sur un territoire peut se faire de deux manières : soit, au sol, en tirant derrière soi un "drapeau", morceau de tissu éponge sur lequel les tiques s'accrochent au passage, soit à partir des hôtes parasités.

Les deux méthodes ne sont pas parfaites car elles ne donnent qu'une idée très approximative du degré d'infestation. Toutefois, elles permettent de relever la présence des tiques. Mais un résultat négatif peut avoir plusieurs significations : absence de tiques ou période défavorable à leur activité.

L'effectif des populations de tiques, sur une aire donnée, varie considérablement d'une année à l'autre, d'une saison à l'autre.

Dans les pays de l'Europe tempérée, on constate qu'Ixodes ricinus a deux périodes d'activité principales qui se situent de

mars à mai (activité vernale) et de septembre à octobre (activité automnale). Au cours de la première période, Ixodes ricinus est très abondant numériquement. Il l'est beaucoup moins au cours de la deuxième période. En hiver l'activité est pratiquement nulle, en été, elle est moindre. (Figures 1,2)

Ce mode d'activité, constaté en Europe tempérée, se modifie lorsque l'on parvient dans les pays nordiques où l'activité saisonnière est unimodale (Juin, Juillet)

De même, dans l'Europe du Sud, on constate une activité hivernale qui correspond à la saison des pluies. (Figure 3)

Nous verrons, par la suite, comment à ces périodes d'activité correspondent des périodes d'apparition de l'ET et combien il est nécessaire de les définir pour aboutir à une meilleure connaissance de l'épidémiologie de cette maladie.

c - Rôle des hôtes dans la répartition et la dispersion d'Ixodes ricinus

Les tiques se déplacent très peu pendant les périodes d'organogénèse. Par contre, leurs déplacements passifs peuvent être très importants : au cours de leurs phases parasitaires, les tiques sont véhiculées à plus ou moins longue distance.

Certains hôtes effectuent des déplacements de portée réduite car leurs territoires individuels recouvrent une superficie limitée : Rongeurs, Insectivores...

Par contre, les grands mammifères et les oiseaux sont capables de parcourir d'importantes distances. Ces déplacements permettent à de nouveaux foyers de tiques de voir le jour, si les exigences fondamentales d'Ixodes ricinus sont satisfaites.

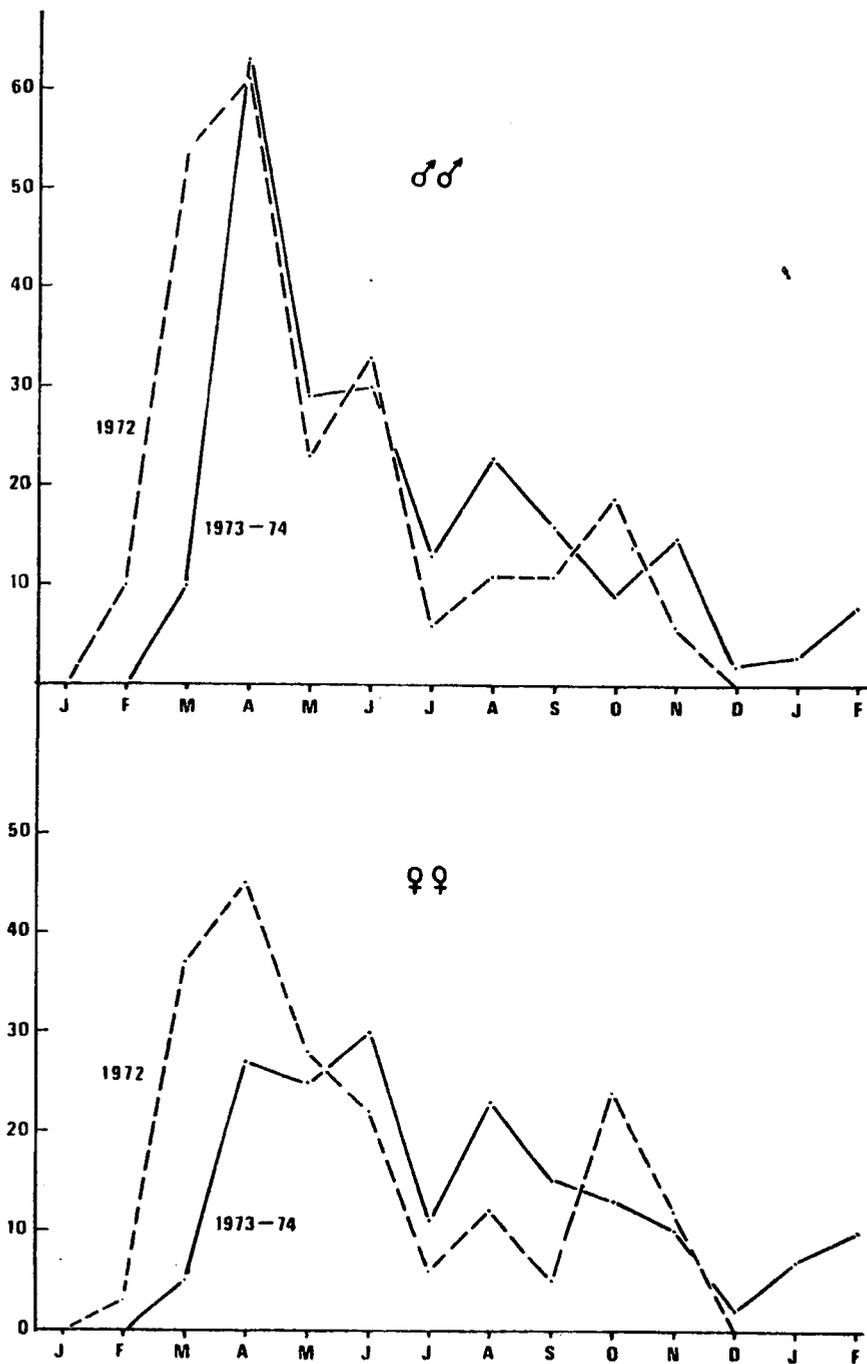


Figure I : Echantillonnage mensuel des adultes librea .
D'après : Mermod, Aeschlimann, Graf, 1974

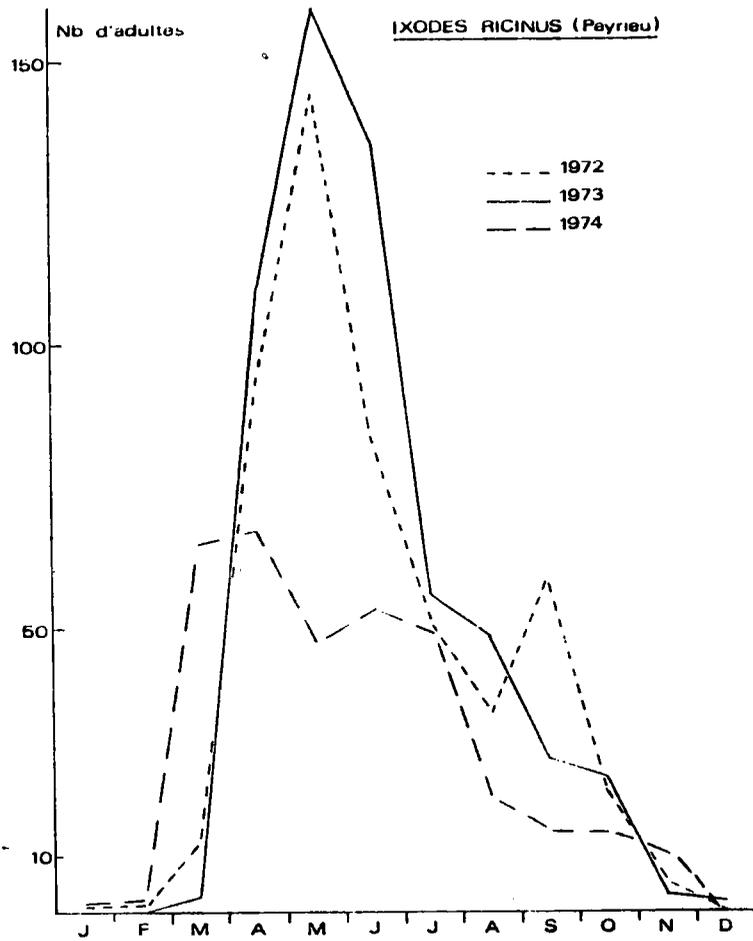


Figure 2 : Activité d'*Ixodes ricinus* adulte, S-E de la France
D'après Gilot et al., 1976 (3)

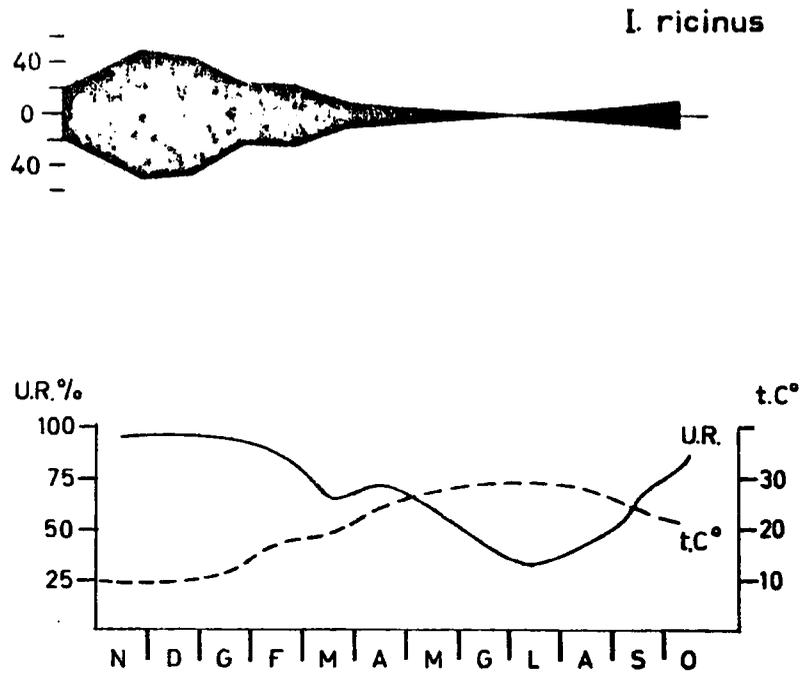


Figure 3 : Variations mensuelles des populations d'*Ixodes ricinus* en relation avec la température et l'humidité relative. D'après Stella et al. 1978 (76)

L'ENCEPHALITE A TIQUES

I - Définition de l'Encéphalite à tiques

On peut diviser les maladies infectieuses en deux groupes :

- le premier groupe contient les maladies dont la source d'infection est l'homme seul (antropozoonoses).

- le deuxième groupe contient les maladies dont les réservoirs infectieux sont des animaux sauvages ou domestiques.

C'est le groupe des anthrozoönoses. Ces maladies sont transmises de l'animal à l'homme, soit directement, soit par un vecteur appartenant aux insectes ou aux acariens.

Parmi les anthrozoönoses, l'Encéphalite à tiques, transmise par Ixodes ricinus, se développe dans certaines régions géographiques bien précises où l'on trouve le germe, les animaux réservoirs du virus et les tiques, vecteurs du virus.

Le virus de l'ET, parce que transmis par les tiques est un arbovirus (arthropod-borne-virus) : virus transmis activement par les arthropodes quelles que soient leur structure et leur morphologie.

Les arbovirus, transmis par les tiques et pathogènes pour l'homme ou les animaux domestiques, appartiennent essentiellement au genre Flavivirus et à la famille des Togaviridae.

Ces arbovirus donnent naissance à plusieurs maladies très proches : l'Encéphalite à tique, le louping ill, le Russian-spring-summer-encéphalitis. (ET, LI, RSSE). Actuellement, les virologues

ne différencient plus l'ET de l'Encéphalite verno-estivale Russe (RSSE). L'ET est transmise par Ixodes ricinus (Linné, 1758), dans les régions européennes alors que le RSSE est transmis par Ixodes persulcatus (Schulze, 1930), dans tous les pays de l'Est. D'après les virologues, il s'agit d'un seul et même virus qui donne des souches de virulence différente. Les territoires occupés par chacune des espèces ne se recouvrent pas.

Le virus du Louping Ill est très proche de celui de l'ET. Le cycle du LI se déroule essentiellement entre les moutons, hôtes d'Ixodes ricinus et les populations de tiques de cette espèce, mais parfois aussi, les bovins et autres mammifères. L'homme, dans de rares cas, peut lui aussi contracter cette maladie.

Les deux affections, ET et LI sont souvent confondues dans la littérature.

II - Aspects cliniques de la maladie.

a - Le Louping Ill.

Le virus du LI provoque une encéphalomyélite chez les animaux : les cas mortels sont très nombreux, surtout s'il n'y a pas eu de vaccination préalable.

Chez l'homme, le syndrome est tout à fait comparable à celui de l'ET que nous allons décrire.

b - L'Encéphalite à tique.

Chez l'homme, l'ET peut prendre un caractère grave : dans les régions sous-sibériennes, où elle est transmise par Ixodes persulcatus, elle se traduit par une polio-encéphalomyélite avec un pourcentage de mortalité qui varie de 25 à 30 %.

En Europe centrale et occidentale, l'ET se présente sous une forme moins sévère, le vecteur majeur est Ixodes ricinus. La maladie est diphasique. Elle se déclare après une période d'incubation

de 7 à 15 jours. Le virus est transmis soit directement par piqûre de tique, soit par ingestion de lait crû provenant d'un animal infecté (pratiquement toujours la chèvre).

La première phase est virémique et se caractérise par des maux de tête et de la fièvre.

Après 4 à 7 jours, apparaît une accalmie, puis survient la deuxième phase dite nerveuse avec des maux de tête, une fièvre très élevée. Cette deuxième phase peut être plus ou moins grave. Le malade peut présenter ou non des symptômes méningés ou même une méningoencéphalite. Cette période dure de 9 à 10 jours.

On peut avoir ainsi 4 formes cliniques différentes de la maladie :

- ET virémique pure
- ET méningée
- ET encéphalitique
- ET méningoencéphalitique

La mortalité est faible (de 0 à 18 %).

III - La détection de la maladie.

Des anticorps apparaissent chez l'homme, 5 à 9 semaines après le début de la maladie. Ils disparaissent au bout d'une année. Ce sont ces anticorps qui permettent de déceler la circulation du virus dans un foyer.

L'étude de la présence d'anticorps se fait à partir de prélèvements sérologiques. Ces prélèvements peuvent être effectués sur les humains mais également sur les animaux, domestiques ou sauvages.

Le taux d'anticorps permet d'évaluer le degré d'infection d'une région. Dans les zones endémiques, on a pu trouver que 83,8 % des sujets humains étaient nantis d'anticorps ce qui veut dire que 83,8 % des personnes vivant dans cette zone avaient été en contact avec le virus. Le nombre de sujets positifs sérologiquement augmente avec l'âge ; On peut faire la même constatation pour les bovins.

Quelques auteurs ont tenté de délimiter, à des dates plus ou moins anciennes, l'aire de répartition d'Ixodes ricinus et les foyers d'ET.

Nous donnons ci-dessous, les représentations cartographiques qui ont été réalisées puis la liste des références bibliographiques concernant la biologie d'Ixodes ricinus et l'ET .

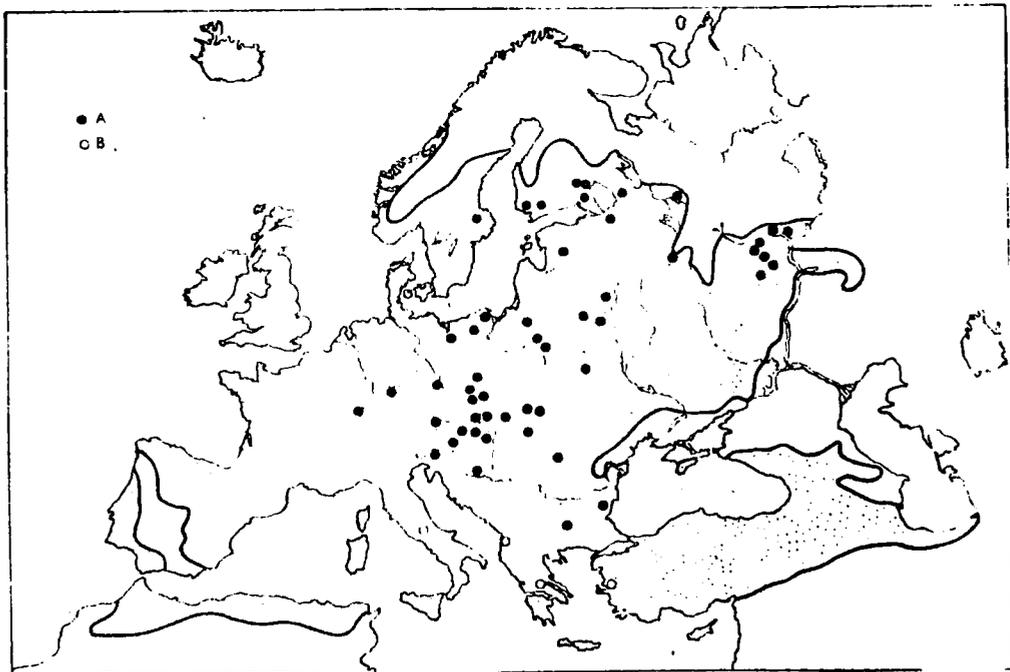


Figure 4 : Distribution de *Ixodes ricinus*. A = foyer où le virus a été isolé à partir de tiques. B = foyers détectés par études sérologiques. (Nosek, Blaskovic, 1971) (14)



Figure 5 : L'encéphalite à tiques en Europe

Foyer décelé : ● en isolant le virus

○ par des sérologies positives

(d'après Kunz et Radda, 1976)

BIBLIOGRAPHIE - IXODES RICINUS

- 1 AESCHLIMANN (A.). *Ixodes ricinus*, Linné 1758, (Ixodoidea; Ixodidae). Essai préliminaire de synthèse sur la biologie de cette espèce en Suisse. In : *Acta Trop.*, vol. 29, 1972, pp. 321-340.
- 2 GILOT (B.), PAUTOU (G.), MONCADA (E.) .L'analyse de la végétation appliquée à la détection de tiques exophiles dans le Sud-Est de la France : l'exemple d'*Ixodes ricinus* (Linné 1758) (Acarina, Ixodoidea). In : *Acta Tropica*, vol. 32, t. 4, 1975, pp. 340-347.
- 3 GILOT (B.), PAUTOU (G.), MONCADA (E.), AIN (G.). Première contribution à l'étude écologique d'*Ixodes ricinus* (Linné, 1758) (Acarina, Ixodoidea) dans le Sud-Est de la France. In : *Acta Trop.*, vol.32, 1975, pp. 232-258.
- 4 GILOT (B.), PAUTOU (G.), MONCADA (E.), LACHET (B.), CHRISTIN(J.). La cartographie des populations de tiques exophiles par le biais de la végétation. Bases écologiques, intérêt épidémiologique. In : *Doc. cart. ecol.*, vol. XXII, 1979, pp. 65-80.
- 5 MACLEOD (J.) . The part played by alternative hosts in maintaining the tick population of hill pastures. In : *J. anim. Ecol.*, vol. 3, 1934, pp. 161-164.
- 6 - *Ixodes ricinus* in relation to its physical environment : IV. An analysis of ecological complexes controlling distribution and activities. In : *Parasitology*, vol. 28, 1936, pp. 295-319.
- 7 - The tick problem. In : *Vet. Record*, vol. 50, 1938, pp. 1245-1250.
- 8 - The ticks of domestic animals in Britain. In : *Empire J. Exp. Agric.*, vol. 7, 1939, pp. 97-110.
- 9 - Ticks and disease in domestic stock in Great Britain. In : *Symposia Zool. Soc. London*, vol. 6, 1962, pp. 29-50.

- 10 MILNE (A.) .The ecology of the sheep tick, *Ixodes ricinus* L.
Distribution of the tick in relation to geology, soil
and vegetation in Northern England. In : *Parasitology*
vol. 35, 1944, pp. 186-196.
- 11 - The ecology of sheep tick, *Ixodes ricinus*. Host
relationships of the tick. In : *Parasitology*, vol. 39,
1949, pp. 167-197.
- 12 - The ecology of the sheep tick, *Ixodes ricinus* L.
Spatial distribution. In : *Parasitology*, vol. 40,
1950, pp. 35-45.
- 13 MOREL (P.C.). Les tiques d'Afrique et du Bassin méditerranéen.
Maison Alfort (I.E.M.V.T.). 1965, Doc. poly., 695 p.
- 14 NOSEK (J.), BLASKOVIC (D.). Ticks as vectors of tick-borne
encephalitis (TBE) virus in Europe. In : *Proceedings*
of the 3rd International Congress of Acarology,
Prague, 1971, pp. 589-591.
- 15 PEREZ (C.), RODHAIN (F.). Biologie d'*Ixodes ricinus* L., 1758.
I. Ecologie, cycle évolutif. In : *Bull. Sté. Path. Exot.*
T. 70, n°2, 1977, pp. 187-201.

BIBLIOGRAPHIE - ENCEPHALITE A TIQUES

- I6 CAMICAS (J.L.) *.Tiques et arbovirus. In : Cah. ORSTOM, ser. Ent. mēd. et Parasitol., vol. XVI, n°2, 1978, pp. 165-180.*
- I7 HANNOUN (C.) *.Progrès rēcents dans l'ētude des arbovirus. In: Bull. Inst. Pasteur, vol. 69, 1971, pp. 241-278.*
- I8 HENNER (K.), HANZAL (F.) *. Les encēphalites europēennes à tiques. In : Rev. Neurolo., Paris, T.108, n°6, 1963, pp. 697-752.*
- I9 JIROVEC (O.) *.Les foyers naturels des maladies parasitaires de l'homme en Europe centrale. In : Ann. Parasitologie (Paris), T. 45, n°1, 1970, pp. 147-166.*
- 20 Van BOGAERT (L.) *. Aspects cliniques des mēningo-encephalites actuelles d'origine inconnue mais dites virales en Europe Occidentale. In : Encephale, vol. 45, n°5, 1956, pp. 1267-1293.*

CHAPITRE III

NORVEGE

Séparée de la Suède par une zone déserte de 200 km de largeur, toute en hauteurs rocheuses (500 m) et en lacs, la Norvège qui se situe au Nord du 57° parallèle, tourne le dos à la terre et s'oriente vers la mer (2650 km de côtes). Les précipitations y sont abondantes : 2 m /an à Bergen. Les températures moyennes sont de 5° à Oslo. Elles s'abaissent lentement vers le Nord du pays. Toutefois, le caractère maritime de la Norvège et la présence du Gulf Stream maintiennent le long des côtes des températures relativement élevées pour la latitude.

Ces quelques remarques permettent de mieux saisir les particularités de ce pays en ce qui concerne le sujet qui nous préoccupe.

Ixodes ricinus et l'ET ont été très étudiés en Norvège. Nous avons retenu, des divers travaux publiés jusqu'ici, les articles suivants :

- 21 TAMBS-LYCHE (H.) . *Ixodes ricinus* som mulig vektor for sykdommer hos mennesker i Norge. In : Nord. Med., vol. 62, 1959, pp. 1217-1222.
- 22 BRENNAAAS (O.), RAEDER (S.) . Meningoencefalomyeloradiculitti Sunnhordland. In : Tidsskr. for den norske laegeforening, vol. 11, 1962, pp. 739-744.
- 23 TRAAVIK (T.) . Serological investigations indicating the existence of tick-borne encephalitis virus foci along the norwegian coast. In : Acta path. microbiol. scand., sect. B, vol. 81, 1973, pp. 138-142.



Figure 6 : Répartition d'*Ixodes ricinus* en Norvège. Tambs-Lyche (2I)

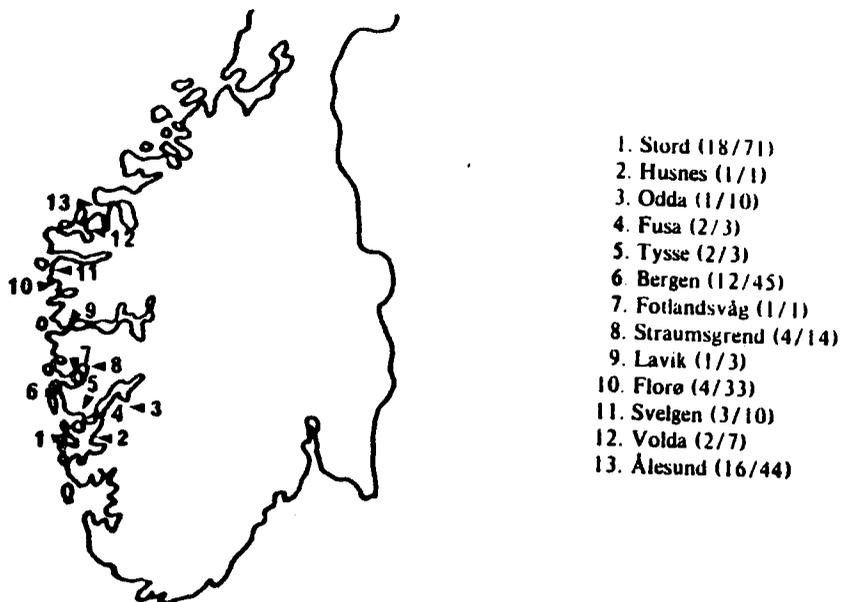


Figure 7 : Emplacement des hôpitaux où des sérologies positives ont été décelées. (Nombre de sérologies positives / Nombre de tests effectués). Trøvik, 1979 (26)

- 24 TRAAVIK (T.), MEHL (R.) . *Tick-borne viruses in Norway*. In : *Medical Biology*, vol. 53, 1975, pp. 321-324.
- 25 TRAAVIK (T.), MEHL (R.), WIGER (R.) . *The first tick-borne encephalitis virus isolates from Norway*. In : *Acta path. microbiol. scand.*, sect. B, vol. 86, 1978, pp. 253-255.
- 26 TRAAVIK (T.) . *Antibodies to tick-borne encephalitis virus in human sera from the western coast of Norway*. In : *Acta path. microbiol. scand.*, sect. B, vol. 87, 1979, pp. 9-13.

L'étude d'Ixodes ricinus a été entreprise dès 1943 par Tambs-Lyche. L'espèce se distribue le long de la côte méridionale de Norvège et en bordure des fjords (fig. n° 6). Le Gulf Stream rend la côte humide et relativement chaude, ce qui explique la densité élevée de tiques sur la côte comprise entre les fjords d'Oslo et la région de Nordland (Helgeland). (21)

Tambs-Lyche met en rapport la répartition d'Ixodes ricinus avec la végétation : Ixodes ricinus existe dans les pâturages humides, souvent marins, à bruyères, fougères, joncs et graminées diverses, dans les dépressions à sol marécageux entre les collines granitiques. Il se retrouve également sur les crêtes qui surplombent les fjords à végétation cupilifère (dominante à Aulus glutinosa) et à parcelles de prairies intercalées. Les troupeaux qui y paissent traversent les zones boisées.

L'auteur, dans son article de 1959, pense que ni l'ET ni le LI n'ont été diagnostiqués jusque là en Norvège bien que ces deux maladies existent dans les pays proches (Suède, Grande Bretagne, Finlande). Tambs-Lyche pense que ces maladies peuvent exister dans le pays.

En 1962, une étude est faite dans un hopital de la région de Sunnhodland où, sur 27 malades atteints de méningite, 12 semblent être atteints par le virus de l'ET (22)

Pourtant, en 1971, Traavik tente d'isoler ce virus dans

cette région sans y parvenir. A la suite de cette recherche, et se basant sur les travaux faits en Tchécoslovaquie où le bétail est considéré comme un bon indicateur de foyers de virus, des échantillons sont prélevés sur des bovins dans les lieux où les tiques sont les plus abondantes.

Une enquête est donc faite (1973) avec les vétérinaires des régions suspectées. 81 échantillons de sang sont prélevés, 14 ont des anticorps (17 %) (23, figure 8)

Cette étude apporte donc la preuve de la circulation du virus en Norvège, alors qu'il n'a pas été isolé. Certaines régions comme celle de Sunnfjord peuvent être considérées comme des zones de foyer endémique avec un pourcentage d'anticorps particulièrement élevé (36,6 %).

Par ailleurs, à cette date, il n'a pas été diagnostiqué de cas humain d'ET mais l'auteur pense que des investigations supplémentaires sont nécessaires.

De fait, en 1973, Traavik et Mehl découvrent que 3 malades, atteints de méningite et issus de la côte Sud, ont des anticorps mais il est impossible d'en connaître le taux car ces échantillons ont été prélevés trop tard. Traavik persiste à penser que si le vecteur d'ET est présent en quantité suffisante, le virus doit être présent et il faut le chercher. Il signale que, vu qu'Ixodes ricinus est particulièrement abondant dans les zones d'élevage (ovins et bovins) il faudrait que les vétérinaires et les médecins prennent conscience du problème, d'autant plus que la côte norvégienne est, pendant l'été, période d'activité d'Ixodes ricinus, parcourue par de nombreux touristes qui risquent d'être contaminés.

Entre 1973-1975, Traavik recherche le virus d'ET sur 6000 tiques sans en trouver la trace. Par contre, il trouve le virus Uukuniemi. (24)

En 1976, il capture 358 tiques dans la région de Sogn et

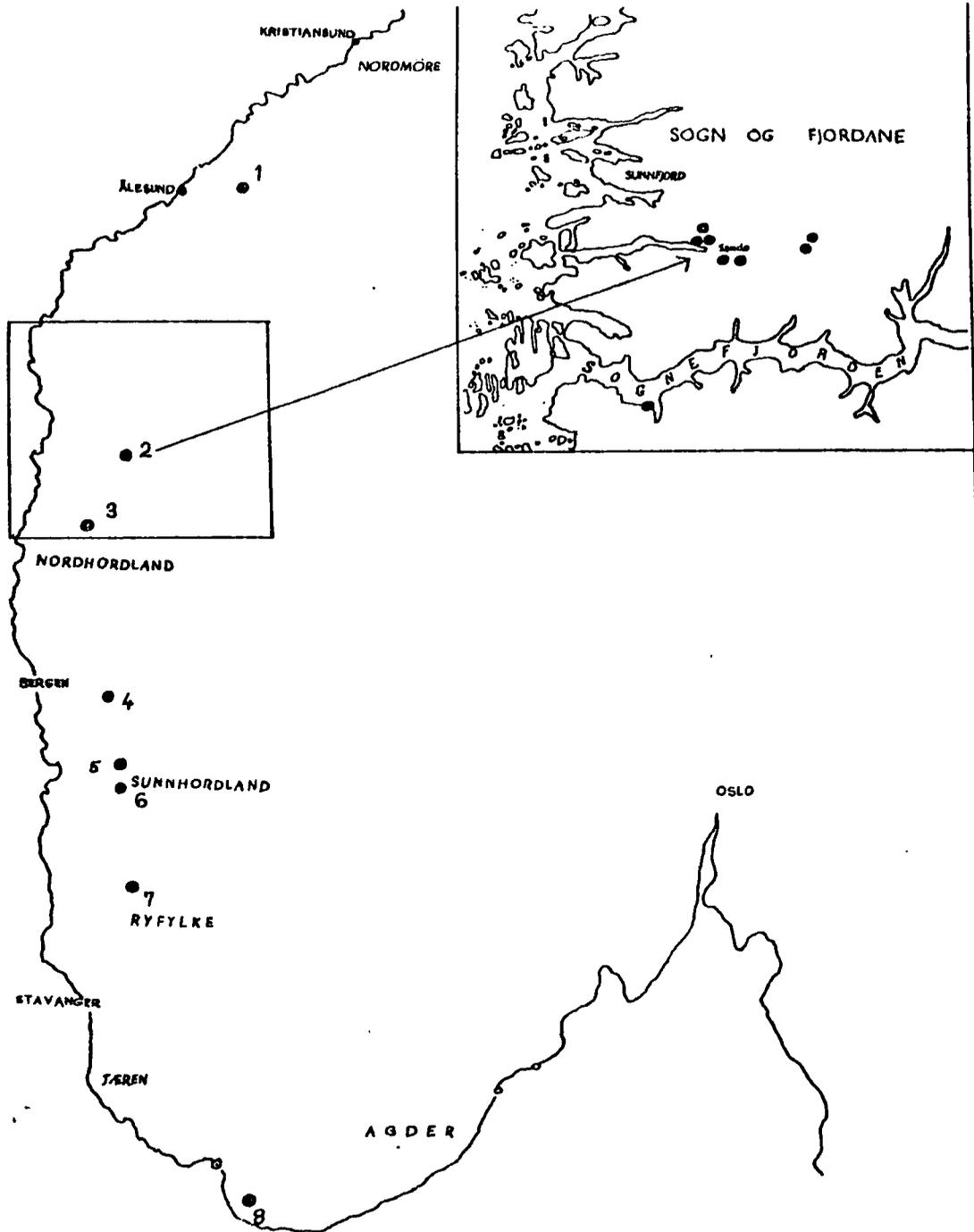


Figure 8 : Cartogramme des sérologies bovines positives

Entre parenthèse : nombre de sérologies positives
par rapport au nombre de tests effectués (par localités)

1 - Sjøholt 1/10	5 - Ølve 1/6
2 - Sande 7/19	6 - Herøysund 1/13
3 - Brække 1/6	7 - Vikedal 1/9
4 - Tørvikbygd 1/2	8 - Herald 1/2

Point n°2 est détaillé : 1 point = 1 réaction positive

Fjordane et parvient à isoler le virus d'ET, à partir de 16 lots de tiques (5 souches) (25). Les tiques porteuses du virus ont été trouvées sur la plage, entre des cabines de déshabillage, au mois de juin. 3/5 des tiques porteuses du virus étaient des mâles.

En 1979, Traavik entreprend l'étude sérologique de 341 personnes, non sélectionnées cliniquement mais vivant dans l'aire de distribution d'Ixodes ricinus et plus précisément sur la côte Ouest de Norvège. (26)

Les résultats positifs sont très élevés : 19,6 % , ils peuvent être mis en parallèle avec ceux qui avaient été obtenus à partir du bétail (fréquence d'anticorps : 17 %). Comme l'a mis en évidence une étude réalisée au Danemark (43), sur des forestiers, de l'île de Bornholm, ce sont les tranches d'âges comprises entre 20 et 30 ans qui sont les plus touchées.

Il apparaît donc qu'une partie de la côte norvégienne peut être considérée comme une zone endémique pour l'ET (fig.7) mais cette zone est plus restreinte que l'aire de distribution d'Ixodes ricinus qui s'étend de la frontière suédoise au Sud-Est, jusqu'au cercle arctique (fig. 6)

Ixodes ricinus est le vecteur d'ET mais également d'autres virus appartenant au groupe Uukuniemi et Tribec. Toutefois, c'est le virus d'ET qui paraît le plus actif (titre d'anticorps plus élevé).

SUEDE

La Suède est un pays au climat continental. Situé pour une bonne partie au Sud sur 60° parallèle, son climat est moins rigoureux que celui de la Finlande : température moyenne annuelle de 7°C dans le Sud du pays. Toutefois, l'hiver rigoureux interdit les pratiques culturales sur une grande partie du territoire alors que l'élevage y est souvent possible.

Pour l'étude de la répartition d'Ixodes ricinus et les foyers d'ET, 4 textes font référence :

- 27 VON ZEIPEL (G.) .Isolation of viruses of the Russian-spring summer-encephalitis-louping ill group from Swedish ticks and from a human case of meningoencephalitis. In : Arch. ges. virusforsch., vol. 79, 1959, pp. 460-469.
- 28 HOLMGREN (B.), LINDAHL (J.), VON ZEIPEL (G.), SVEDMYR (A.) ; Tick-borne meningoencephalomyelitis in Sweden. In : Acta Medica Scandinavica, vol. 164, fasc. 6, 1959, pp. 507-522.
- 29 VON ZEIPEL (G.), SVEDMYR (A.), ZETTERBERG (B.) .The geographical distribution in Sweden of viruses belonging to the RSS-LI group. In: Arch. Ges. Virusforsch., vol. 9, 1960, pp. 449-459.
- 30 SVEDMYR (A.), VON ZEIPEL (G.), BORG (G.) . Infections with tick-borne encephalitis virus in the Swedish population of the elk. In: Acta path. microbiol. scand., vol. 65, 1965, pp. 613-620.

L'existence du virus de l'ET a été démontré, en Suède, en 1954 par des examens sérologiques effectués sur des malades atteints d'encéphalite (27). Auparavant, l'encéphalite à tiques était probablement confondue avec d'autres affections.

Lorsqu'en 1956, de nouveaux cas d'encéphalite ont été détectés dans la région de Stockholm, une étude plus approfondie est entreprise par le "Virus Department of the Central Bacteriological Laboratory" de Stockholm, en collaboration avec l'hôpital des maladies infectieuses.

Les textes de référence (28, 29) que nous avons cités ci-dessus sont le résultat des travaux entrepris entre 1956 et 1960. En voici la présentation.

De mai à décembre 1956 (28), on procède à des études sérologiques sur 176 malades de l'hôpital qui présentent des troubles de type polyo-méningo-encéphalite et méningite aseptique. Sur les 176 cas étudiés, 62 ont révélé à l'analyse la présence d'anticorps contre le ET. Ces résultats sont confirmés par les déclarations des patients qui, dans 70 % des cas, se souviennent avoir été piqués par des tiques peu avant leur hospitalisation. Un seul cas sera mortel. L'année suivante, 30 de ces malades ont été suivis médicalement.

Dès lors, on a pu présenter l'ensemble des symptômes de la maladie et en dresser le tableau clinique : période d'incubation de 2 à 21 jours, maladie biphasique...

On ne relève pas, comme dans les pays de l'est, de cas familiaux d'infection par le lait de chèvre, ce qui s'explique par le nombre restreint de caprins en Suède.

La période d'occurrence de la maladie correspond à la période d'activité de la tique : de juin à octobre. Le taux d'anticorps

chez les malades hospitalisés se révèle le plus élevé en Août. Quant à la nature des milieux où l'on trouve Ixodes ricinus, nous possédons une carte où sont indiqués les lieux de contamination de la tique, autour de Stockholm (figure 9). Aucune précision n'est apportée en ce qui concerne la végétation et la faune. On doit toutefois souligner qu'il s'agit des îles côtières qui sont situées à proximité de l'île finlandaise d'Aland, elle-même zone endémique de l'ET.

De février à juin 1958 (29), une étude est entreprise sur l'ensemble du territoire suédois pour situer les zones endémiques d'ET.

Ixodes ricinus est collecté au Nord-Est de Stockholm et 4 souches appartenant au groupe de l'ET et du LI ont pu être isolées. Parallèlement, une étude sérologique est entreprise à partir du bétail : les bovins peuvent être considérés comme de bons indicateurs des zones infestées par les tiques porteuses du virus; ils sont largement répandus sur le territoire à la différence des ovins qui n'existent pas.

2780 bovins (1/1000 du total des bovins en Suède) font l'objet d'une investigation sérologique. Les sérums sont prélevés dans 56 abattoirs répartis sur l'ensemble du pays. 322 échantillons recèlent des anticorps contre le virus du LI (11,6 %).

En même temps, des questionnaires sont envoyés aux fermiers dont le bétail a été touché par la maladie. Ces questionnaires portent sur l'origine des animaux, leur mode de vie, leur lieu de pâture... En règle générale, les animaux n'ont pas changé de ferme au cours de leur vie. Les résultats sont inégaux selon les régions considérées :

Centre du pays = 5 % de cas positifs

Sud-Ouest = 4 %

Est = 43 %

Nord = 0,5 %

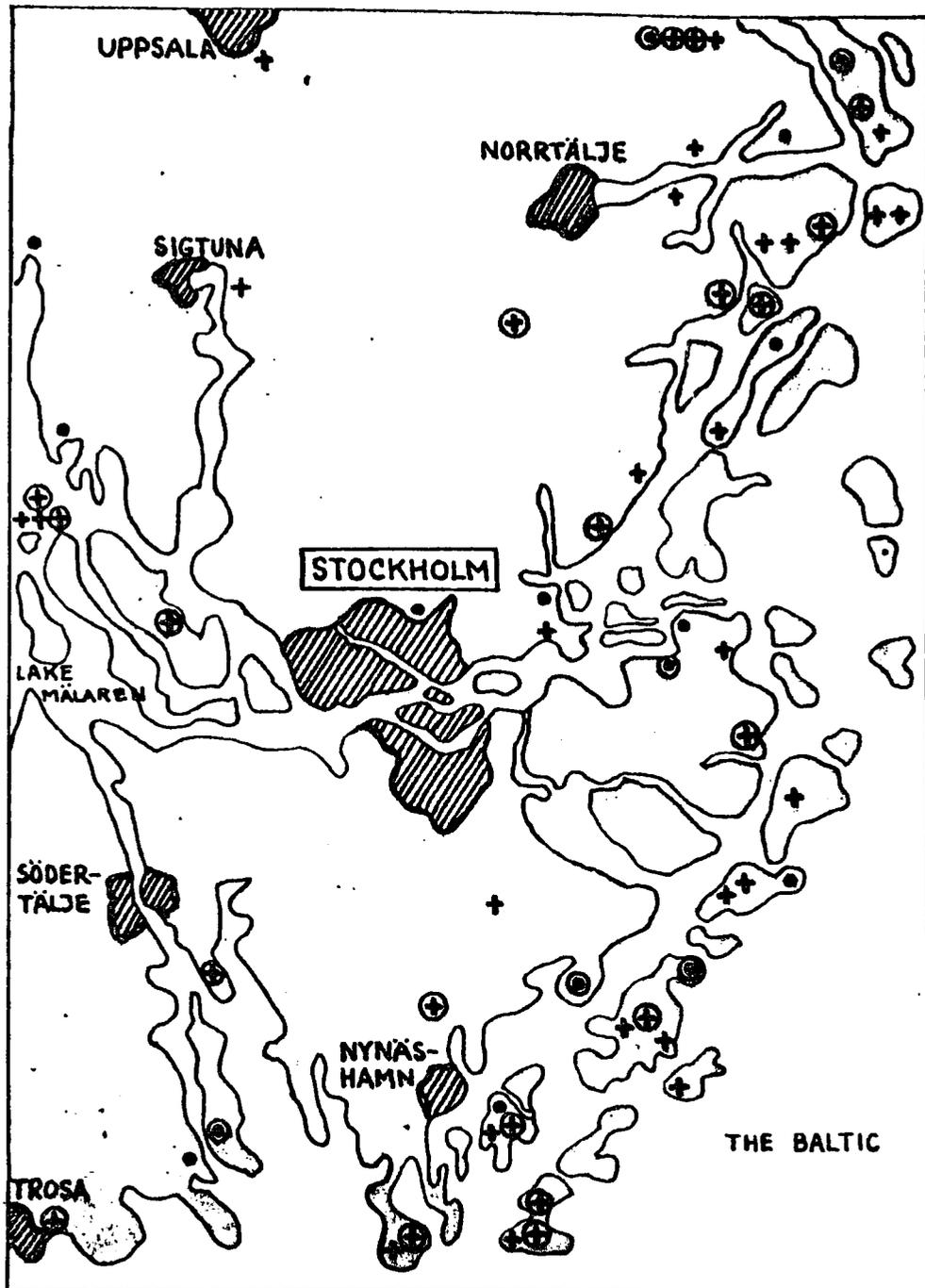


Figure 9 : Cartogramme des lieux présumptifs de contamination des patients atteints d'ET. (lieux de séjour de ces patients pendant les semaines qui ont précédé l'apparition de la maladie)

- + lieux où les patients ont été piqués
- lieux de séjour, sans mention de parasitisme par Ixodes ricinus.
- ⊕ localisation des patients chez qui on a décelé une montée du taux d'anticorps.

Sur les 322 échantillons, 272 ont été recueillis dans le Sud-Est de la Suède, au Nord et au Sud de Stockholm (figure 10), ce qui correspond avec la répartition d'Ixodes ricinus . (figure 11)

On constate que les animaux qui ont été contaminés sont ceux qui pâturent sur des terres non labourées (44 % de cas positifs). Il suffit d'ailleurs qu'il y ait des flots de forêts ou de buissons pour qu'il y ait présence de tiques. Lorsque le bétail pâture sur prairies artificielles, le pourcentage de cas positifs passe de 44 % à 26 %. Ainsi, dans le Sud-Ouest du pays, les animaux sont le plus souvent élevés sur pâturages artificiels. Dans le Nord du pays, (0,5 % de cas positifs) , la saison de pâture est plus courte que dans le Sud et les bovins sont exposés moins longtemps aux tiques dont la période d'activité est également diminuée.

Une étude a été faite sur le nombre de sérologies positives en fonction de l'âge des bovins. Il apparaît que le nombre augmente avec l'âge : dans le Sud-Est du pays, 17 % des bovins de I an ont des anticorps, 41 % des bovins de 2 à 6 ans , 52 % des bovins de plus de II ans.

On peut regretter que cette étude , bien que fort intéressante, ne repose que sur des données vétérinaires et qu'aucun travail de terrain ne soit mentionné.

L'étude des conditions écologiques, dans lesquelles se développent les foyers, n'est entreprise que partiellement.

On peut d'autre part se poser le problème de la méthode qui consiste à utiliser des sérologie bovines pour détecter des foyers endémiques d'ET : de nombreux cas d'ET ont été mis en évidence autour de Stockholm. Cette zone urbanisée, sans bovins, n'apparaît pas dans l'étude ci-dessus.

En 1958, le virus est isolé à partir d'Ixodes ricinus et du sérum d'un malade. (27)

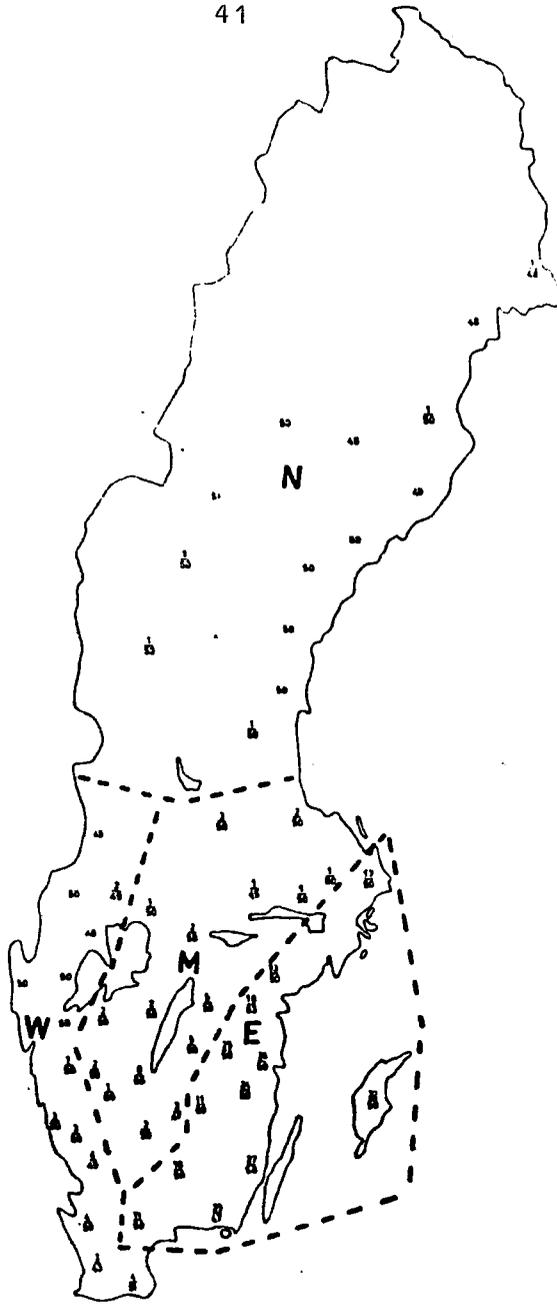
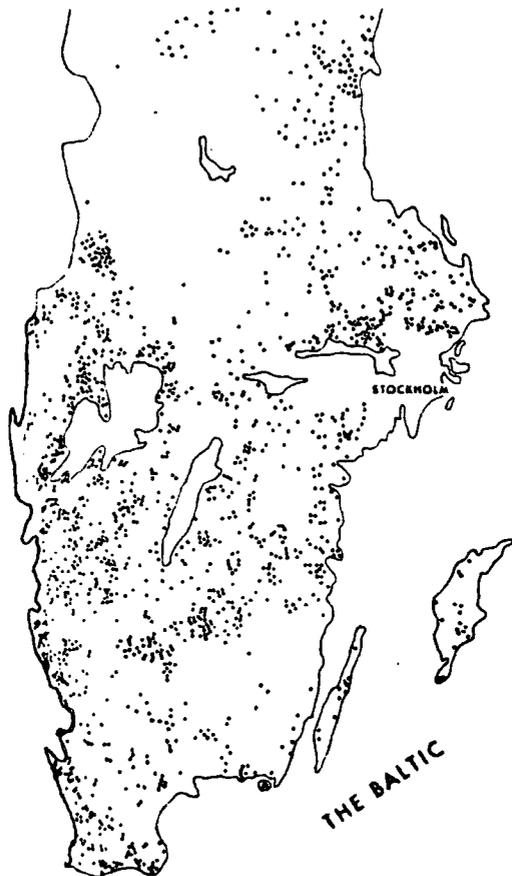


Figure 10 : Distribution des sérologies bovines :
nombre de sérologies positives / nombre de tests effectués.
Von Zeipel et al., 1960 (29)



Localisation des échantillons
dépourvus d'anticorps



Localisation des échantillons
avec anticorps

Figure 11 : Etudes sérologiques bovines
Von Zeipel et al., 1960 (29)

Enfin, en 1959, 75 sérologies sont effectuées sur des élans qui vivent dans le Sud-Est de la Suède : 33 cas se révèlent positifs et le virus est isolé à partir du sang d'un jeune élan. (30)

Cette étude confirme la présence dans le Sud-Est du pays d'un foyer endémique d'ET.

FINLANDE

La Finlande a un relief fortement marqué par les glaciations, 1/10 de son territoire est couvert de lacs. Le climat est rude : situé au Nord du 60° parallèle, ce pays connaît des hivers rigoureux et longs (gel de Novembre à Avril). L'influence de l'Atlantique ne se fait pas sentir. Les étés sont courts.

La forêt est la seule vraie ressource naturelle, elle couvre 71 % du territoire (bouleaux, sapins et pins). La présence de ces forêts a favorisé l'existence de foyers de tiques (Ixodes ricinus)

Les travaux sur Ixodes ricinus et sur l'Encéphalite à tiques sont nombreux :

- 31 OKER BLOM (N.). *Kuulige disease*. In : *Ann. Med. Exp. Biol. Fenn.*, vol. 34, 1956, pp. 309-318.
- 32 OKER BLOM (N.), WALLGREN (E.I.), OHMAN (L.) *The tick-borne virus encephalitis and their occurrence in Finlande*. In : *Finska Läk Handl.*, vol. 146, 1957, p.100.
- 33 OKER BLOM (N.) . *World Health Organisation Study Group on the Control of Neurotropic Virus Diseases*, Copenhagen, April 1958.
- 34 OKER BLOM (N.), KÄÄRIÄINEN (L.), BRUMMER-KÖRVENKÖNTIO (M.), WECKSTRÖM (P.). *Papers presented in Symposium on the Biology of Viruses of the Tick-borne Encephalitis Complex at Smolenice, October 1960*.
- 35 OHMAN (C.) . *The geographical and topographical distribution of Ixodes ricinus in Finland*. In : *Acta pro Fauna and Flora Fenn.*, vol. 74, t. 4, 1961, pp. 1-38.

- 36 KÄÄRIÄINEN (E.), HIRVONEN (E.), OKER BLOM (N.) .Geographical distribution of diphasic tick-borne encephalitis in Finland. In : Ann. Med. Exp. Fenn., vol. 39, 1961, pp. 316-328.
- 37 SALMINEN (A.), Eriksson (A.W.), OKER BLOM (N.) .Haemagglutination-inhibiting antibodies in the human population of an endemic area of diphasic tick-borne meningoencephalitis. In : Arch. Ges. Virusforsch, vol. 11, 1961, pp. 215-223.
- 38 KÄÄRIÄINEN (E.) .Incidence of antibodies against viruses of tick-borne encephalitis group among the rural population in Finland. In : Ann. Med. Exp. Biol. Fenn., vol. 43, Suppl.1, 1965.
- 39 TUOMI (J.), BRUMMER-KORVENKONTIO (M.) .Antibodies against viruses of the tick-borne encephalitis group in cattle sera in Finland. In : Ann. Med. Exp. Biol. Fenn., vol. 43, 1965, pp. 149-154.
- 40 BRUMMER-KORVENKONTIO (M.), SAIKKU (P.), KORHONEN (P.), OKER BLOM (N.) . Arbovirus in Finland. I. Isolation of tick-borne encephalitis (TBE) virus from arthropods, vertebrates and patients. In : Am. J. Trop. Med. Hyg., vol. 22, 1973, pp. 382-389.
- 41 OKER BLOM (N.) . Kunlinge virus. In : International catalogue of arboviruses, p. 400-401. Ed. T.O. Berge. DHEW Publ No (CDC) 75-8301, Atlanta 1975.
- 42 SAIKKU (P.), BRUMMER-KORVENKONTIO (M.) . Tick-borne viruses in Finland. In : Med. Biol., vol. 53, 1975, pp. 317-320.

Nous donnerons un aperçu de chaque article, tout en incisant plus particulièrement sur les travaux de Ohman (1961) et Kääriäinen (1965) qui nous ont paru les plus synthétiques.

L'aire de répartition d'Ixodes ricinus a été délimitée par Ohman en 1961 (35). Son travail avait été suscité par Oker-Blom qui, en 1956, avait mis l'accent sur les liens étroites existant entre

l'Encéphalite à tiques et Ixodes ricinus.

L'étude de la tique a été entreprise dès 1956. Des prélèvements ont été effectués au drapeau pendant les mois de Juin et Juillet, dans l'Archipel de Aland, l'île de Kumlinge, en Finlande de l'Est.

L'auteur note qu'il n'a jamais trouvé Ixodes persulcatus dont la limite occidentale paraît s'arrêter à la frontière finlandaise.

Des tableaux synthétiques correspondants aux différentes captures, sont donnés à la fin de l'article. Ils comportent de nombreux détails sur le nombre de tiques collectées, les lieux et dates de capture, les conditions climatologiques...

L'auteur montre que la végétation est un bon indicateur des foyers à tiques. En particulier, on les trouve liés aux espèces suivantes :

Convollaria maialis, Paris quadrifolia, Filipendula ulmaria, Ranunculus acris, Orchis sambucina.

Dans certains secteurs, Alnus incana (en taillis) se révèle le meilleur indicateur. Les tiques sont absentes des zones marécageuses.

Ne pouvant couvrir l'ensemble du territoire, Ohman envoie des questionnaires aux vétérinaires et aux journaux locaux. A partir des réponses obtenues, l'auteur dresse un tableau de répartition des tiques, paroisses par paroisses (figure 12)

Cette répartition s'explique si l'on tient compte de 4 facteurs : l'humidité, la température, la végétation, et les hôtes. Chacun de ces facteurs intervient conjointement. Par exemple, les tiques supportent bien les hivers finlandais très rigoureux, à condition que le tapis végétal soit suffisamment épais pour leur permettre de se protéger du froid (elles s'enfoncent à l'intérieur

de la litière). Toutefois, on ne les trouve pas au Nord du 65° parallèle.

L'auteur reprend une étude faite par Kujala (1936) qui divise la Finlande en 12 régions géographiques, divisions faites en fonction de la végétation (figure 12).

Ce travail permet de constater, une fois de plus, le rapport étroit entre végétation et présence de tiques. Les tiques se trouvent préférentiellement dans les formations de feuillus. Leur importance décroît avec l'installation du Pin (pas de précision sur l'espèce).

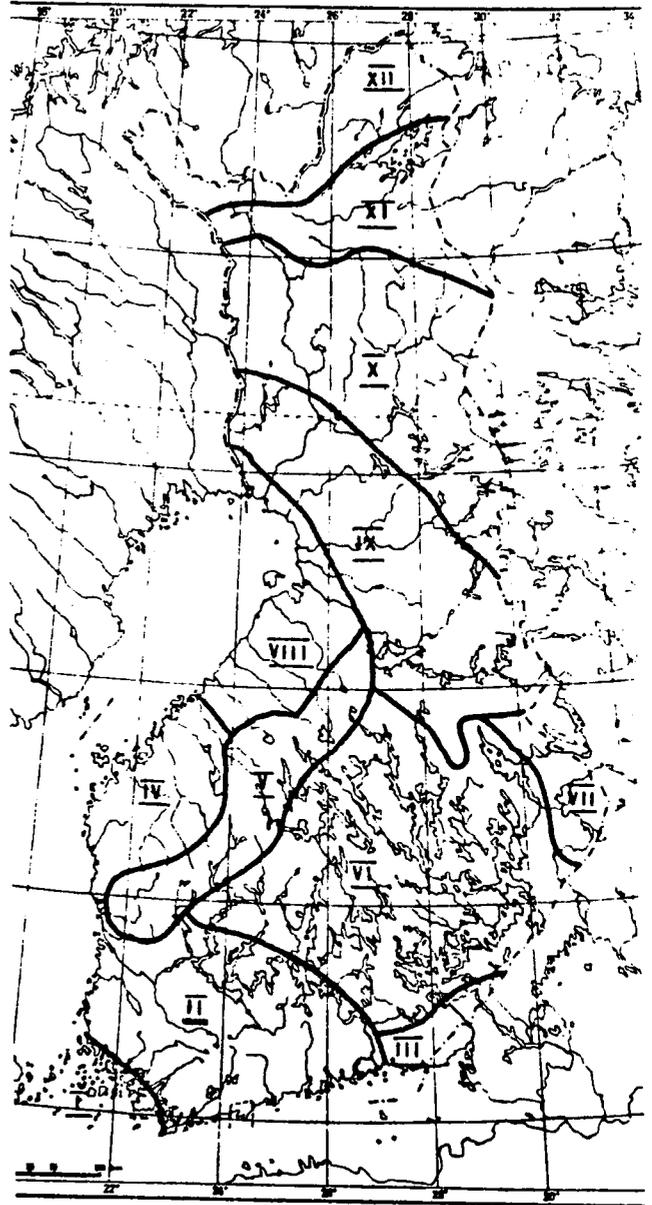
L'auteur montre l'incidence des facteurs anthropiques sur la répartition d'Ixodes ricinus. Au 19^e siècle, les cultures sur brûlis étaient pratiquées de façon courante. Cette pratique a profondément modifié la végétation en faisant disparaître les sapinières au profit des aulnaies et bétulaies. Buissons et plantes diverses ont envahi le sol et les tiques ont pu proliférer. La présence de foyers nouveaux doit être imputée aux déplacements des troupeaux de moutons dans le pays. Toutefois, un foyer ne peut naître et se maintenir que si des conditions favorables sont réunies. L'auteur donne pour exemple certaines îles qui ont été infestées à la suite de déplacements de troupeaux pendant la guerre. Sur ces îles, les conditions étaient favorables au développement d'Ixodes ricinus. On peut ainsi dater avec précision le moment où l'île a été contaminée.

L'aire de répartition d'Ixodes ricinus (Öhman) couvre l'Archipel de Åland, une frange étroite de la côte Sud-Ouest et le Sud-Est du pays (frontière russe). Ixodes ricinus est présent par ailleurs mis en quantité moindre. (figure 12).

Les travaux sur l'ET sont nombreux, en Finlande. La maladie apparaît endémique dans 2 régions qui correspondent bien aux aires de répartition d'Ixodes ricinus : Archipel de Åland, Sud-Est



Distribution d'*Ixodes ricinus*



Végétation (Kujala) en Finlande

Figure 12 Rapports entre *Ixodes ricinus* et la végétation en Finlande

Ohman, 1961 (35)

du pays . (36)

+ Dans l'archipel de Aland, les premiers travaux ont été effectués par Oker-Blom, dès 1956 (32). L'auteur a mis en évidence la présence du virus de l'ET dans cette zone. (31)

En 1959, 3 souches du virus de l'ET sont isolées à partir de tiques prélevées dans l'île de Kumlinge (située dans l'archipel de Aland) (34).

En 1961, une étude sérologique est faite sur les habitants de cet archipel. On constate alors, que 13 % de la population a des anticorps. (37)

+ Dans le Sud-Est du pays, dès 1957, les premiers cas d'ET ont été cliniquement mis en évidence (région de Lappeenranta, près de la frontière russe)? (33)

A la suite de cette découverte, il est apparu nécessaire de faire une étude plus poussée sur les régions où l'ET pourrait être endémique, en dehors de l'archipel de Aland.

En 1958, Kääriäinen et al. entreprennent ce travail. (36)

Au mois de Juillet 1958, 1235 échantillons de sang humain sont prélevés sur des sujets sains de la population rurale de la partie Est du pays. Des tests sont alors effectués pour déterminer le taux d'anticorps contre le virus du Louping-ill. Sur les 1235 échantillons, 13 sont positifs (10 sujets sains, 3 sujets ont des troubles méningés).

Les 3 cas positifs sont originaires de la même famille. Ils vivent près de la frontière russe, dans la commune d'Uukuniemi. Il s'agit de 2 femmes (59 et 35 ans) et d'un homme (59 ans).

Ces 3 cas cliniques d'ET sont la preuve de la présence d'un foyer endémique en bordure de la frontière russe, au Sud-Est du pays. La présence d'ET, dans la province de Léningrad, avait d'ailleurs focalisé l'attention des chercheurs finlandais sur cette

partie de leur territoire très proche du foyer russe.

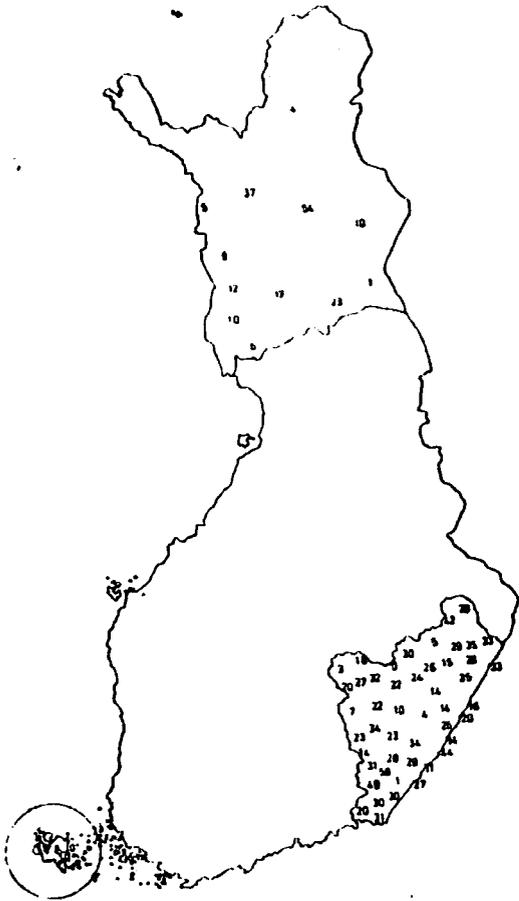
Pour compléter cette étude sur l'ET, 202 prélèvements sont effectués sur des animaux domestiques qui révèlent 14 cas positifs. Enfin, on procède à une collecte d'Ixodes ricinus : en Juin 1959, 800 tiques, puis en Juin 1960, 620 tiques sont prélevées sur 9 communes rurales qui bordent la frontière russe. Le virus d'ET est alors isolé.

Il faut souligner que ce foyer apparaît bien moins important que celui de l'archipel de Aland, (figure : 13)

Une autre étude est faite au Nord du pays, en Laponie, où en Février 1959, 185 échantillons sérologiques sont prélevés à partir d'animaux divers : rennes, chevaux, bovins... 2 sérologies se révèlent positives : il s'agit de bovins vivant sur des communes rurales proches de la frontière suédoise. Or Ixodes ricinus n'existe pas dans cette région. Des études plus poussées paraissent nécessaires.

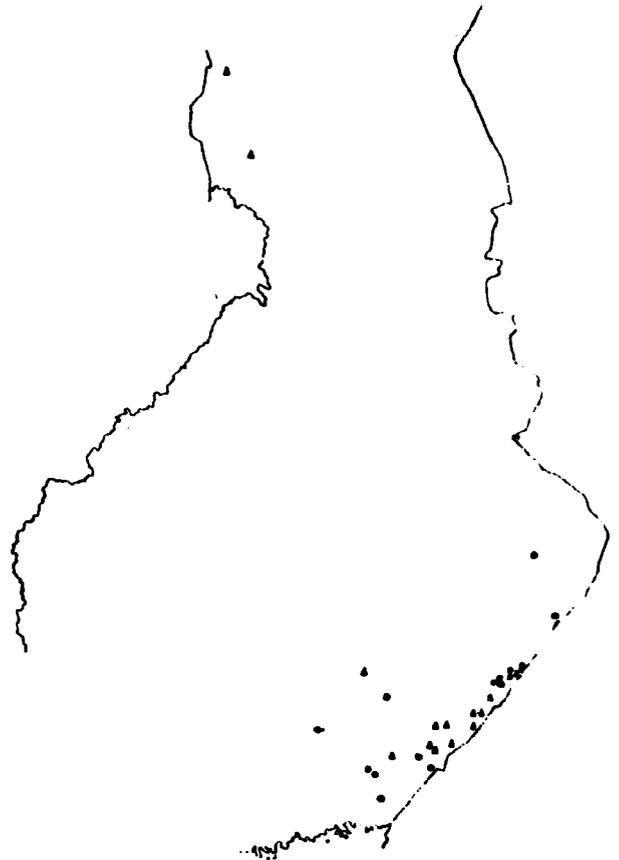
Ainsi ces études, ont permis de montrer, à partir de sérologies humaines et animales, que le virus se limite à l'archipel du Sud-Ouest et la bordure Sud-Est du pays, même si on n'exclue pas la présence de foyers mineurs . (37,39) La présence de ces foyers mineurs est confirmée en 1965 par Kääriäinen (38) qui montre que 0,34 % de la population rurale finlandaise possède des anticorps. Ce pourcentage est relativement faible : les habitants des communes du Sud-Ouest du pays ont un pourcentage d'anticorps qui varie de 5 à 35 % (37) et peut atteindre 39 % (41) dans l'île de Kumlinge.

Les travaux d'Oker-Blom (41) mettent en évidence les différences qui existent entre les 2 foyers endémiques décelés en Finlande : 91 % des bovins de l'archipel du Sud-Ouest ont des anticorps, alors que 50 % des bovins de la région d'Uukuniemi ont des sérologies positives.



Les régions endémiques d'ET
 Nombre de sérologies prélevées.

Figure 13: L'ET dans le Sud-Est de
 la Finlande
 Kääriäinen et al., 1961 (36)



Localisation des sérologies positives :

- (▲) chez l'homme
- (●) chez l'animal

Notons enfin, le caractère peu sévère de la maladie : 5 à 20 personnes atteintes sont hospitalisées chaque année, ce qui est relativement peu quand on connaît le degré d'infection du pays.
(40, 42)

DANEMARK

- 43 FREUNDT (E.A.) . *The western boundary of endemic tick-borne meningo-encephalitis in southern scandinavia*. In : *Acta path. microbiol. scand.*, vol. 57, 1963, pp. 87-103.

Il n'existe pas, à notre connaissance, d'étude sur la répartition d'Ixodes ricinus au Danemark. Ce pays paraît peu préoccupé de la présence de tiques. Peut-être sont-elles peu fréquentes?

Le Danemark est soumis à un climat maritime, il pleut en été, les températures moyennes sont: 0°C en Janvier et 16°C en Juillet. C'est un pays essentiellement agricole avec un seul plateau infertile (le plateau de Jylland), couvert de forêts, de landes et de tourbières. L'élevage est la principale activité agricole, il est pratiqué sur prairies artificielles et en champs ouverts. Ces deux caractéristiques sont suffisantes pour éliminer pratiquement la présence des tiques, tout au moins sur le bétail. Il semble que ce ne soit pas le cas des forêts danoises mais nous n'avons pas de renseignements plus précis sur le sujet.

Une île, toutefois, semble échapper à cette règle, il s'agit de l'île de Bornholm, située à l'Est du Danemark , au Sud de la Suède (40 km) et à 100 km au Nord de la Pologne.

De par sa situation géographique proche de zones endémiques, d'ET (Suède, Pologne, Finlande...), on pouvait imaginer la présence du virus dans cette île.

Des enquêtes sérologiques ont été faites de 1958 à 1962 sur



Figure 14 : Tests sérologiques effectués au Danemark sur cervidés
 Numérateur : nombre de réactions positives (ET)
 Dénominateur : nombre total de tests effectués.
 Freundt, 1963 (43)

717 sujets sélectionnés cliniquement (troubles méningés) et répartis dans tout le pays. On cherchait alors, à cerner les zones endémiques d'ET. Seule l'île de Bornholm a révélé la présence de la maladie. (43)

L'île occupe une superficie de 587 km² dont 65 % est cultivé et 17 % couvert de forêts. Celles-ci sont composées de forêts mixtes (confères et feuillus) avec au sol des broussailles. Les chevreuils y sont très nombreux, ils ont été importés dans l'île au XIX s. Les animaux d'élevage sont essentiellement des bovins, ils sont nombreux. On ne trouve pratiquement pas de moutons ni de chèvres.

La collecte des tiques s'est révélée très fructueuse en forêt et plus spécialement là où les Cervidés (Capreolus capreolus, Cervus elaphus) viennent pâturer. L'examen sérologique a révélé que ce sont effectivement les Cervidés qui sont touchés par le virus d'ET : 83 % ont des anticorps.

Les oiseaux sont peu atteints : on a prélevé le sérum de 8 Corvidés (Corvus frugilegus qui sont en principe les plus contaminés par les tiques. Tous les résultats se sont révélés négatifs.

Les serums prélevés sur des bovins ont donné peu de résultats : 3 % , ce qui s'explique par le type d'élevage pratiqué au Danemark, comme nous l'avons vu. Les bovins qui ont été contaminés ont été en contact avec des tiques vivant dans de petites enclaves de forêt, en bordure des bois.

Des études sérologiques ont permis de déceler des anticorps en quantité non négligeable, chez des malades hospitalisés et atteints de troubles méningés : sur 12 malades, 8 présentaient des réactions positives. Sur 40 forestiers de l'île, 30 % avaient des anticorps (majorité d'hommes âgés de 20 à 30 ans).

Enfin, sur 508 résidents de l'île, 1,4 % ont des anticorps.

En même temps, des études sérologiques similaires sont effectuées dans le reste du pays, tous les résultats sont négatifs (305 sérums étudiés) . (figure : 14)

Le pourcentage de réactions humaines positives (1,4 %), trouvé dans l'île de Bornholm correspond au pourcentage trouvé par d'autres auteurs dans le Sud-Est de la Finlande. Les personnes touchées ont très souvent le souvenir d'avoir été piquées par une tique.

Des essais d'isolement du virus ont été tentés à partir de 630 tiques libres prélevées à différentes périodes de l'été et en début d'automne, dans les forêts de Bornholm. Ils ont été négatifs.

Dans l'île de Bornholm, la maladie a été mise en évidence à partir de sérums prélevés sur des Cervidés. Il s'agit là d'une démarche originale puisque habituellement, pour des raisons pratiques, ce sont les bovins qui sont utilisés comme test. On peut penser que sur cette île, le foyer d'encéphalite à tique est plus proche d'un foyer naturel que d'un foyer anthropurgique ce qui est confirmé par les faibles pourcentages d'anticorps trouvés sur les bovins.

Notons enfin, le contraste entre la fréquence des anticorps trouvés, au cours des enquêtes systématiques, sur des personnes non sélectionnées et celle trouvée sur des individus exposés (forestiers).

GRANDE BRETAGNE

- 44 WILLIAMS (P.) .Louping-ill. Futher researches into the causation and prevention of Louping-ill or trembling in sheep Ixodic toxaemia. In : Trans. Highland and Agric. Soc. Scotland, vol. 9, 1897, p. 278.
- 45 MACLEOD (J.), GORDON (W.S.) .Studies in Louping-ill (An encephalomyelitis of sheep). II Transmission by the sheep tick *Ixodes ricinus* L. In : J. Comp. Path., vol.45, 1932, pp. 244-256.
- 46 HENDRICK (J.), MOORE (W.), MORISON (G.D.) .The tick problem. In: Vet. Rec., vol. 50, 1938, p. 1534.
- 47 MILNE (A.) .The ecology of the sheep tick, *Ixodes ricinus* L. The seasonal activity in Britain with particular reference to Northern England. In : Parasitology, vol. 36, 1945, pp. 142-152.
- 48 MILNE (A.) . The ecology of the sheep tick, *Ixodes ricinus* L. Host relationships of the tick. In: Parasitology, vol. 39, 1949, pp. 167-197.
- 49 MILNE (A.) .The ecology of the sheep tick, *Ixodes ricinus* L. Host relationships of the tick. II. Observations on hill and moorland grazing in northern England. In : Parasitology, vol. 40, 1949, p. 40.
- 50 MILNE (A.) .The ecology of the sheep tick, *Ixodes ricinus* L. Microhabitat economy of the adult tick. In : Parasitology, vol. 40, 1950, pp. 14-34.
- 51 TIMONEY (P.J.) .Recovery of Louping ill virus in red grouse in Scotland. In : Vet. Rec., vol. 95, 1954, p. 150.
- 52 LIKAR (M.), DANE (D.S.) .An illness resembling acute poliomyelitis caused by a virus of the Russian Spring Summer Encephalitis / Louping ill group, in Northern Ireland. In : Lancet, 1958, pp. 456-458.

- 53 DUNN (A.M.) .Louping ill. The red deer (*Cervus elaphus*) as an alternative host of the virus in Scotland. In : *Brit. Vet. J.*, vol. 116, 1960, p. 284.
- 54 ROSS (C.A.C.) .Louping ill in the West of Scotland. In : *Lancet ii*, 527, 1961.
- 55 MACLEOD (J.) .Ticks and diseases in domestic stock in Great Britain. In : *Symp. Zool. Soc.*, London, vol. 6, 1962, pp. 38-49.
- 56 WILLIAMS (H.), THORBURN (H.), ZEFFO (G.S.) .Isolation of Louping ill virus from red grouse. In : *Nature Lond.*, vol. 200, 1963, pp. 193-194.
- 57 SMITH (G.C.E.), VARMA (M.G.R.), McMAHON (D.) .Isolation of louping ill virus from small mammals in Ayrshire, Scotland. In : *Nature*, vol. 203, n° 4948, 1964, pp. 992-993.
- 58 VARMA (M.G.R.) .The acarology of louping ill. In : *Acarologia*, fasc. h.s., 1964, p. 241.
- 59 SMITH (C.E.G.), McMAHON (D.), O'REILLY (K.J.), WILSON (A.L.), ROBERTSON (J.M.) .The epidemiology of louping ill in Ayrshire : the first year of studies in sheep. In : *J. Hyg., Camb.*, vol. 62, 1964, p. 53.
- 60 WALTON (G.A.), KENNEDY (R.C.) .Tick-borne encephalitis virus in Southern Ireland. In : *Brit. Vet. J.*, vol. 122, 1966, pp. 467-434.
- 61 VARMA (M.G.R.), SMITH (C.E.G.) .The epidemiology of louping ill in Ayrshire, Scotland. II. Ectoparasites of small mammals (Ixodidae). In : *Folia Parasitologica (Praha)*, vol. 18, 1971, pp. 63-72.

- 62 BARNETT (S.F.) .*Economical aspects of Tick-borne diseases control in Britain*. In : *Bull. Off. int. Epiz.*, vol. 81 (1-2), 1974, pp. 167-182.
- 63 REID (H.W.) . *Experimental infection of red grouse with louping ill virus (flavivirus group)*. 1. *The viraemia and antibody response*. In: *J. Comp. Path. Therap.*, vol. 85, 1975, pp. 223-229.
- 64 PHILLIPS (J.), DUCAN (J.S.). *Louping ill ticks, grouse and sheep*. In : *Proceedings of the Association of Applied Biologists*, 1976, pp. 346-347.
- 65 SMITH (C.E.G.), VARMA (M.G.R.). *Louping ill*. Non publié. 1980.

Ixodes ricinus est une tique très répandue en Grande Bretagne. Son abondance s'explique par le climat très humide de ce pays et par la présence d'une végétation favorable à son développement. On la trouve essentiellement sur les pâturages naturels des collines de l'Ecosse, du Nord de l'Angleterre, du Pays de Galles et de l'Irlande.

La Grande Bretagne se caractérise par l'absence de l' ET mais par la présence du virus du Louping Ill, virus très voisin qui provoque une encéphalomyélite et affecte principalement le mouton , parfois le reste du bétail. Parmi les animaux sauvages, le coq de bruyère est extrêmement réceptif à la maladie. L'homme, très rarement contaminé, contracte une encéphalite.

L'aire d'extension du virus du LI coïncide avec celle d'*Ixodes ricinus* . Les troupeaux de moutons sont très affectés par la maladie; en l'absence d'une prophylaxie spécifique, la mortalité est élevée. Les incidences économiques sont grandes, aussi les Britanniques se sont-ils penchés très tôt sur ce problème.

Dès 1897, Williams a pu démontrer que *Ixodes ricinus* était responsable de la transmission du LI. (44)

Depuis cette date, de très nombreux travaux ont été effectués tant sur l'espèce que sur la maladie et l'on peut dire, que, dans ce domaine, (rapports écologie - *Ixodes ricinus* - LI), la Grande Bretagne est très en avance sur les autres pays d'Europe de l'Ouest.

En 1932, MacLeod et Gordon ont étudié avec précision le cycle de la maladie et ont mis en évidence le rôle vecteur d'Ixodes ricinus (nymphe et adultes) (45).

Milne a étudié les relations entre Ixodes ricinus et diverses populations d'hôtes. (49) (48)

Enfin, Milne et MacLeod (47,48,50,55) ont tous deux étudié de façon très complète les exigences d'Ixodes ricinus : relations avec le sol, le climat, la température, l'hygrométrie, la végétation, les populations d'hôtes.

Varma (58), plus récemment, dans le cadre d'une étude synthétique, a donné la répartition d'Ixodes ricinus en fonction des exigences écologiques de l'espèce, en Grande Bretagne (climat, végétation).

L'aire de répartition d'Ixodes ricinus couvre pratiquement l'ensemble de la Grande Bretagne : la carte de répartition de MacLeod en donne une bonne image (figure 15). L'Ouest du pays et l'Irlande (non représentée sur la carte) sont les plus atteintes (relation possible avec le régime des pluies : précipitations plus abondantes) Notons que l'espèce paraît plus sporadique dans la partie Sud-Est du pays, peut-être moins prospectée et plus urbanisée.

Varma donne la liste des plantes indicatrices de la présence d'Ixodes ricinus. Parmi les formations favorables :

- Les pelouses :

pelouses à Festuca et à Agrostis.

pelouses à Nardus stricta

pelouses à Molinia caerulea

- Les formations boisées :

Bois de Chêne - Pin sylvestre - Bouleaux - Hêtre - Frêne.

Strate arbustive : noisetiers ou saules

Les reboisements ne sont pas favorables aux tiques (absence de sous-bois, litière peu épaisse).

- Les zones marécageuses : (tourbières)

Vaccinium myrtillus

Calluna vulgaris



Figure 15 : Formations végétales favorables à la présence d'*Ixodes ricinus*. (MacLeod, 1962, (55))

Ixodes ricinus se rencontre principalement dans les régions suivantes : Grampians, Border Uplands, Cumbrian Hills, Pennines, marécages du Yorkshire, Nord du Pays de Galles, presque toute l'Irlande. (Figure : 16)

Le degré d'infestation par la tique varie selon la nature du terrain. Indirectement, on peut vérifier cette assertion, en effectuant des études sérologiques sur une population d'ovins fréquentant un pâturage soumis à des conditions écologiques différentes : sur ses pentes bien drainées, 31 % des ovins ont des anticorps anti LI; en bas de pente, lorsque le sol est marécageux, 88 % des ovins ont des anticorps.

L'activité d'Ixodes ricinus est bimodale : printemps et automne; elle correspond à une température moyenne de 7 à 18°C et à de fortes précipitations. Mais cette activité peut être plus ou moins précoce ou tardive selon les années, l'altitude, la latitude.

Ixodes ricinus, en Grande Bretagne, parasite essentiellement le mouton qui représente de loin l'hôte le plus important (90 % de la population de tiques se fixe sur lui (55).

En l'absence de mouton, la tique se fixe sur n'importe quel oiseau (en particulier le coq de bruyère) ou mammifère. Les animaux sauvages les plus touchés sont :

<i>Cervus elaphus</i>	<i>Sorex araneus</i>
<i>Lepus europaeus</i>	<i>Apodemus sylvaticus</i>
<i>Lepus timidus</i>	<i>Microtus agrestis</i>

Le nombre de parasites fixés sur ces animaux est très variable:(46) une étude faite dans une ferme du Ayrshire très infestée a révélé de 3000 à 4000 tiques adultes sur Cervus elaphus. En revanche, les micromammifères, sur lesquels se fixent les immatures sont peu parasités : (59)

<i>Sorex araneus</i> : 2 à 4 larves / animal
<i>Mus agrestis</i> : 2 à 4 larves et I à 2 nymphes / animal
<i>Apodemus sylvaticus</i> : 2 à 7 larves / animal

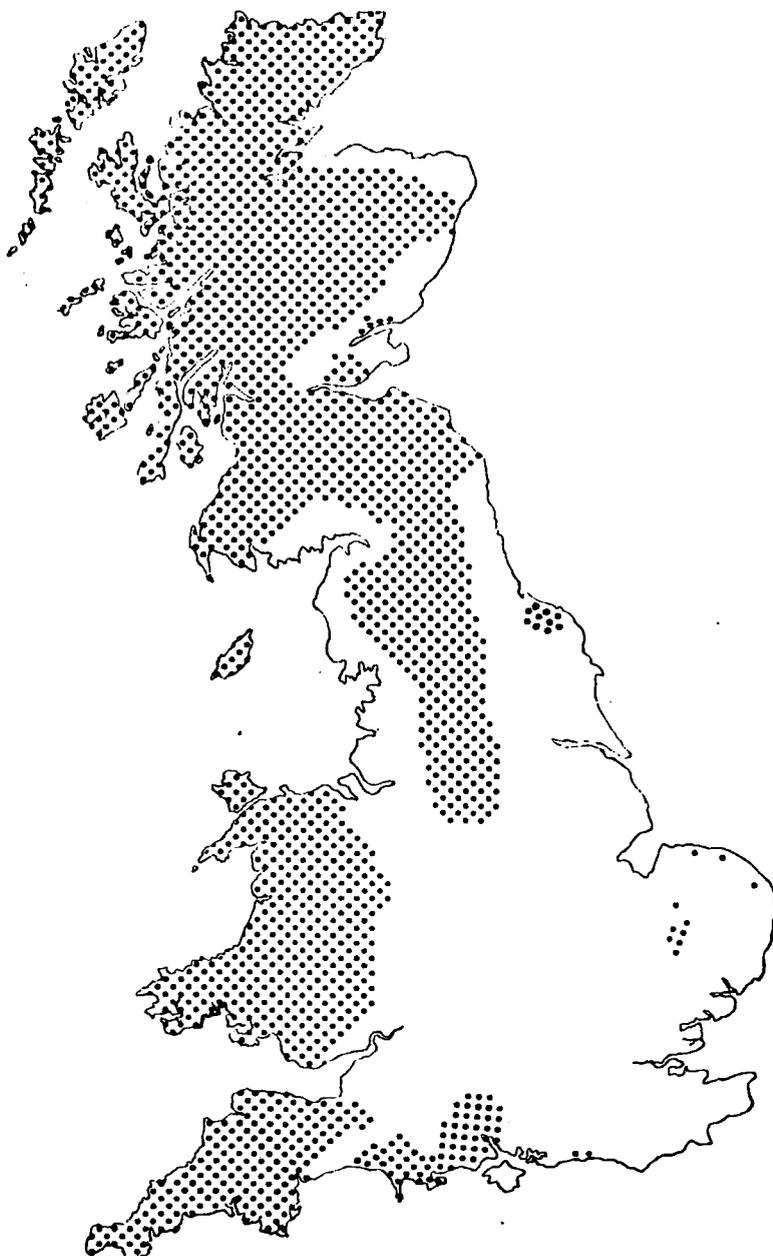


Figure 16 : Aires de répartition d'*Ixodes ricinus*.

D'après Barnett, 1974 (62)

Smith et Varma (65) ont constaté qu'en Grande Bretagne, les petits mammifères sont beaucoup moins infestés par les larves de tiques que dans d'autres pays.

Mais Milne (49) a calculé le taux d'infestation des petits mammifères du NW de l'Angleterre :

- 67 % pour *Sorex araneus*
- 43 % pour *Mus agrestis*
- 65 % pour *Apodemus sylvaticus*
- 100 % pour *Erinaceus europaeus*
- 55 % pour *Oryctolagus cuniculus*

Le nombre de petits mammifères dont dépend en partie la population d'*Ixodes ricinus* , varie beaucoup d'une année à une autre.

Le mouton est la principale victime du Louping Ill, maladie virale transmise par *Ixodes ricinus*, dont l'ovin meurt en quelques jours. Le coq de bruyère et le cerf sont également réceptifs à la maladie.

Les incidences économiques du LI sont évoquées dans presque toutes les études entreprises sur *Ixodes ricinus*. Parfois, ce problème a été abordé dans le cadre d'études suscitées par des associations de propriétaires de troupeaux de moutons, ou par des propriétaires de landes. (55, 64, 62, 60)

Walton (60) a étudié le cas d'une ferme située en Irlande : sur 120 moutons, 50 sont morts du LI, deux années consécutives.

Phillips et al. (64) ont été pressentis par des propriétaires de landes pour étudier l'action pathologique que pouvait avoir *Ixodes ricinus* sur les coqs de bruyère. L'étude a montré que les tiques sont très nombreuses sur les jeunes coqs, au point d'en

Smith et Varma (65) ont constaté qu'en Grande Bretagne, les petits mammifères sont beaucoup moins infestés par les larves de tiques que dans d'autres pays.

Mais Milne (49) a calculé le taux d'infestation des petits mammifères du NW de l'Angleterre :

- 67 % pour *Sorex araneus*
- 43 % pour *Mus agrestis*
- 65 % pour *Apodemus sylvaticus*
- 100 % pour *Erinaceus europaeus*
- 55 % pour *Oryctolagus cuniculus*

Le nombre de petits mammifères dont dépend en partie la population d'*Ixodes ricinus* , varie beaucoup d'une année à une autre.

Le mouton est la principale victime du Louping Ill, maladie virale transmise par *Ixodes ricinus*, dont l'ovin meurt en quelques jours. Le coq de bruyère et le cerf sont également réceptifs à la maladie.

Les incidences économiques du LI sont évoquées dans presque toutes les études entreprises sur *Ixodes ricinus*. Parfois, ce problème a été abordé dans le cadre d'études suscitées par des associations de propriétaires de troupeaux de moutons, ou par des propriétaires de landes. (55, 64, 62, 60)

Walton (60) a étudié le cas d'une ferme située en Irlande : sur 120 moutons, 50 sont morts du LI, deux années consécutives.

Phillips et al. (64) ont été pressentis par des propriétaires de landes pour étudier l'action pathologique que pouvait avoir *Ixodes ricinus* sur les coqs de bruyère. L'étude a montré que les tiques sont très nombreuses sur les jeunes coqs, au point d'en

être aveuglés, que le taux de mortalité des nouveaux nés est élevé et que 84 % des coqs ont des anticorps.

La maladie a une distribution en "taches" (G. Smith). L'épidémiologie du LI est déterminée par l'écologie d'Ixodes ricinus, elle est enzootique dans certaines régions, dans les troupeaux de moutons (par exemple dans les régions de l'extrême Est de l'Ecosse), elle est épizzotique ailleurs (par exemple : bordure Ouest de l'Ecosse).

On a également trouvé un taux élevé d'anticorps sur des cerfs d'Ecosse (53).

Le virus du LI a été isolé plusieurs fois, à partir des cerveaux de petits mammifères : Sorex araneus, Sorex minutus, Apodemus sylvaticus (57) mais aussi à partir du coq de bruyère (51,56) Il a également été isolé plus récemment, en Irlande, d'Ixodes ricinus.

Parmi tous les mammifères, seuls ceux qui ont dans le sang une quantité de virus suffisamment importante, peuvent réinfecter les tiques et, constituant ainsi des réservoirs de virus, maintenir la présence du virus dans un foyer. (61)

Actuellement, on ignore quel est le degré de concentration du virus dans le sang des hôtes, nécessaire au maintien et à la circulation du virus entre les hôtes et les tiques. (65) On sait toutefois, que les mammifères qui ont un fort degré de virémie, ont une capacité à transmettre le virus beaucoup plus importante que les mammifères à faible virémie. (65) En particulier, le mouton et le coq de bruyère sont les mammifères qui semblent être les seuls à maintenir le virus du LI car ce sont les seuls à avoir un degré de virémie élevé. (63)

Les moutons acquièrent une certaine immunité qui leur est transmise génétiquement. Ils ne meurent du LI que s'ils sont transplantés d'une région non infectée à une région endémique. Le coq de bruyère paraît, par contre, être plus sensible : il est soumis à une forte mortalité. (63)

L'homme peut parfois être victime d'une encéphalite consécutive à une piqûre par Ixodes ricinus mais c'est extrêmement rare. Les cas de LI sont constatés chez des sujets qui travaillent, en laboratoire, sur la tique et sur des ouvriers des abattoirs.

Dès 1958, Likar et al. (52) ont mis en évidence cette maladie dans le Nord de l'Irlande.

En 1961, Ross (54) a effectué 488 sérologies humaines prélevées dans l'Ouest de l'Ecosse, une année où les tiques étaient particulièrement nombreuses. Sur ces 488 sérologies, 374 sérums provenant de personnes atteintes de méningite aseptique. Il n'a pu trouver qu'un sérum positif.

En 1966, Walton (60) et al. ont détecté 3 sérologies positives dans le Sud de l'Irlande.

Comme on peut le constater, le virus du LI affecte rarement l'homme.

ITALIE

- 66 STARKOFF (O.) .*Ixodoidea d'Italia*. (Ed. II, Pensiero Scientifico), 1958, Roma.
- 67 STARKOFF (O.) . *Ixodoidea della Sardegna*. In : *Parass. II*, Vol. 1-2, 1960, 301 p.
- 68 SANNA (A.), ANGELLIO (B.) .*Ricerche preliminari sulla presenza di anticorpi contro i virus arbor nella popolazione sarda*. In : *Ig. Mod.*, vol. 54, 1961, pp. 249-255.
- 69 BALDUCCI (M.), MORETTI (M.T.), GIANNINI (V.), GATTI (P.) . *Antibodies to arthropod-borne viruses in animal sera collected in Parma province, Italy*. In : *Boll. Ist. Sicroter. Milanese*, vol. 44, 1965, pp. 52-60.
- 70 BALDUCCI (M.), VERANI (P.), SACCA (G.), LOPES (M.C.) . *Studi sull'ecologia degli arbovirus nelle province di Latina e di Gorizia*. (1964-1967)., 1967.
- 71 VERANI (P.), BALDUCCI (M.), LOPES (M.C.), ALEMANNI (A.), SACCA (G.) . *Survey for antibodies against arthropod-borne viruses in man and animals in Italy. I - Serologic status of human beings and animals in a central italian region (Fondi)*. In : *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, vol. 16, 1967, pp. 203-210.
- 72 BALDUCCI (M.), VERANI (P.), LOPES (M.C.), GREGORIC (B.) .*Survey for antibodies against arthropod viruses in man and animals in Italy. II - Serologic status of human beings in a northern italian region (Gorizia province)*. In : *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, vol. 16, 1967, pp. 211-215.
- 73 SACCA (G.), MASTILLI (M.L.), BALDUCCI (M.), VERANI (P.), LOPES (M.C.) . *Studies on the vectors of arthropod-borne viruses in central Italy : investigations on ticks*. In : *Ann. Ist. Super. Sanita*, vol. 5, 1969, pp. 21-28.

- 74 SARATSIOTIS (A.) .*Etude morphologique et observation biologique sur Ixodes gibbosus*. Nutall, 1916. In : *Ann. Parasit. (Paris)*, vol. 13, n°5, 1970, pp. 661.
- 75 TETRELLI (G.), CRESTINI (A.M.), MAGGINI (M.) .*Aggiornamento sulla distribuzione delle zecche in Italia*. Istituto Superiore di Sanita. 1976, Rome.
- 76 STELLA (E.), D'AJELLO (V.) . *Distribuzione stagionale di alcuni ixodidi nella provincia di Latina*. In : *Riv. Parassito.*, vol. 34, n° 1, 1978, pp. 89-96.
- 77 AMADUCCI (L.), INZITARI (D.), PACI (P.), LEONCINI (F.), MAZZOTTA (F.), MILO (D.), VERANI (P.), BALDUCCI (M.), LOPES (M.C.) ; *L'encefalite da zecche (TBE) in Italia. (Indagini clinico-virologiche)*. In: *Giornale di malattie infettive e parassitarie*, vol. 30, n° 9, 1978, pp. 693-699.

Les premières études sur Ixodes ricinus , en Italie, datent de 1958 et sont dues à Starkoff (O.) (Institut de Parasitologie de l'Université de Rome). Les deux articles que nous avons retenus apportent une contribution importante à la connaissance d'Ixodes ricinus en Italie. (66 ,67)

Starkoff a procédé a une étude morphologique de l'espèce et a effectué une synthèse à partir de données plus anciennes consacrées à ce sujet. Il complète cet inventaire en y ajoutant ses propres travaux : lieu et date de capture, hôte, stade... Particulièrement, ses recherches l'ont amené à découvrir :

- des immatures sur : Lacerta muralis, Lacerta viridis, Lacerta sicula patrizii, Erinaceus europaeus, Sciurus vulgaris, Lepus europaeus, Capreolus capreolus, Capra hircus, Bos taurus.

- des adultes sur : Talpa romana, Lepus europaeus, Mustela nivalis, Canis familiaris, Vulpes vulpes, Capreolus capreolus, Capra hircus, Ovvis aries, Bos taurus, Homo sapiens.

Si le travail de Starkoff est fondamental, il n'est pas assez complet. Il manque pour chaque prélèvement d'Ixodes ricinus des précisions sur les biotopes colonisés (conditions climatiques, végétation, hôtes potentiels). L'auteur ne cherche pas à expliquer l'implantation des espèces dans les différentes zones écologiques existantes en Italie. D'autre part, l'information fournie par Starkoff est exclusivement qualitative.

Notons enfin, qu'à cette époque, Ixodes gibbosus, tique de morphologie très voisine d'Ixodes ricinus, n'était pas connue en Italie. Elle a été signalée par Saratsiosis et Batteli, en 1972, dans les Pouilles. (74) Cette espèce est exclusivement méditerranéenne et elle ne se différencie de la précédente que par des caractères morphologiques minimes. Aussi, on peut se demander si certaines localisations, citées par Starkoff, ne pourraient pas être, en fait, imputées à cette espèce. D'où la difficulté à exploiter les données chorologiques de Starkoff.

En 1976, l'Institut Supérieur Sanitaire élabore une carte de la répartition d'Ixodes ricinus en Italie, à partir des travaux de Starkoff (fig. 17) Cette carte est très imprécise, l'information étant présentée dans le cadre de régions administratives artificielles. Ce document de synthèse perd ainsi une partie de son intérêt. (75)

Les études sur l'ET, en Italie, sont ,à ce jour, bien avancées.

En 1964, le laboratoire de Parasitologie de l'Institut Supérieur Sanitaire de Rome décide d'étudier la répartition des arbovirus en Italie.

Il existe, à cette date, peu de travaux sur la question; les premières études ont été menées en Sardaigne en 1961 (68).

En 1965, les travaux de Balducci mettent en évidence la présence de 9 arbovirus en Italie (prélèvements effectués sur l'homme). Parmi ceux-ci, celui de l'ET, décelé dans la province de Parme (69).

En 1967, L'Institut Supérieur Sanitaire décide de travailler dans 2 régions de conditions écologiques très différentes:

- La province du Latina (71)
- La province de Gorizia (70)

La première zone étudiée se situe dans la province Latina



Figure 17 : Répartition d'*Ixodes ricinus* en Italie, par provinces.
Petrelli et al., 1976 (75)

se présente sous forme d'une plaine étroite comprise entre le littoral et la montagne d'Ausonii (Sud de Rome). Une localité : la ville de Fondi. Les conditions climatiques sont les suivantes : température moyenne annuelle de 14 à 19°C (climat doux dû à la présence de la mer), précipitations annuelles de 1000 à 2000 mm, avec des périodes très arrosées en automne et en hiver; peu de neige et de gelées : la montagne arrête les vents du Nord.

La végétation est de type méditerranéen : sur les collines, des oliviers et des bois de Chêne vert et de Chêne liège. Sur la côte, des pins pignon et pins parasol. La plaine est couverte de jardins et d'orangeries.

Il s'agit d'une zone en partie marécageuse d'où la malaria a disparu en 1945. La plaine est partiellement inondée pendant 6 mois. Elle est couverte de très nombreux marécages, lacs (lac Fondi) et canaux.

L'ensemble couvre 142 km² et la population est de 23000 h. Les animaux domestiques sont, en général, cantonnés en plaine, dans les parties cultivées. Seuls, les moutons et les chèvres paissent sur des pâturages naturels de la zone montagneuse. Les animaux sauvages les plus courants sont des oiseaux, des rongeurs (Mus, Rattus, Apodemus, Lepus) des Insectivores (Erinaceus, Talpa) enfin quelques reptiles (Testudo, Lacerta, serpents divers). Ces animaux sont les hôtes d'Ixodes ricinus que l'on trouve fréquemment dans cette région.

Les conditions décrites ci-dessus permettent d'envisager la présence d'un foyer naturel d'ET. C'est ce que l'Institut Supérieur Sanitaire a mis en évidence en prélevant 250 échantillons sérologiques humains. Sur ces 250 échantillons, 4 se sont révélés positifs. Sur 41 bovins, 3 ont des anticorps (7 %); sur 25 chèvres, 11 ont des anticorps (44 %). En même temps, les autres animaux étudiés se sont révélés négatifs : 9 lapins, 2 cochons, 19 rats, 12 poules ont été étudiés sans résultat.

Une deuxième région a été choisie par l'Institut Supérieur Sanitaire : la province de Gorizia (150 km², Italie du Nord-Est). Ici les conditions écologiques sont très différentes. On est en présence d'une plaine plate qui descend jusqu'à la mer et qui est entourée de chaînons montagneux (600 m d'altitude). Le climat est continental : températures moyennes annuelles de 10 à 15°C (température du mois le plus froid : de 0 à 1°C), précipitations moyennes annuelles qui atteignent 3000mm. L'été est chaud et sec, les pluies tombent en automne, en hiver et au printemps.

La végétation est la suivante : Chêne pubescent et Chêne sessile occupent la plus grande partie de la montagne. Dans la vallée : de grandes forêts à Chataigniers ou des vergers.

Dans cette région, il y a peu d'animaux domestiques : pas de troupeaux de moutons ni de chèvres.

Les animaux sauvages les plus courants, vecteurs du virus d'ET sont : Capreolus capreolus, Rupicapra rupicapra qui vivent dans la montagne, des oiseaux migrateurs, des mammifères tels que Lepus timidus varronis, Mus musculus, Apodemus agrarius et des reptiles.

166 échantillons de sang humain ont été prélevés, sans sélection préalable, entre les mois d'Avril et Mai 1965. 6 de ces échantillons ont révélé des anticorps contre le virus d'ET (3,6 %). Il s'agit, pour chacun de ces cas, de personnes âgées (plus de 50 ans) bien que les prélèvements aient été faits sur des tranches d'âges diverses.

Deux foyers d'ET ont été décelés en Italie, dans des zones très différentes. Le tableau ci-dessous met ces différences en évidence :

Province de Latina

Province de Gorizia

Température moy. ann.	I4-I9°C	I0-I5°C
Précipitations ann.	I000-2000mm automne-hiver	3000 mm automne-hiver printemps
Végétation	Chêne vert, Chêne liège	Chêne pubesc. Chêne sessile
ET	Bovins : 7 % Caprins : 44 %	Humains: 3,6 %

En 1967, L'Institut Supérieur Sanitaire complète ses travaux pour connaître les limites géographiques des foyers endémiques ainsi que leur période d'activité.

Des échantillons de sang sont prélevés par deux fois sur des troupeaux de chèvres sédentaires ou transhumants. Dans la zone de Fondi (Province de Latina), 60 % des échantillons prélevés sur des troupeaux sédentaires sont positifs.

L'étude prouve donc la circulation du virus d'ET.

En 1969, la même équipe de chercheurs entreprend une étude, dans le foyer détecté d'ET, sur l'écologie d'Ixodes ricinus et sur ses activités saisonnières. Cette étude met en évidence deux périodes d'activité maximale (Décembre et Avril). L'absence de pic automnal est vraisemblablement à mettre en relation avec la sécheresse estivale qui se prolonge en automne. (72) (73)

Le virus ET ne peut être isolé à partir d'Ixodes ricinus bien que l'étude ait été faite dans une zone endémique (1467 ti-ques testées).

En 1978, Stella et d'Ajello ont travaillé dans une autre localité de la province de Latina (étudiée en 1964) (76). Ils ont étudié l'activité saisonnière d'Ixodes ricinus et ont mis en évidence l'importance des micro-climats qui donnent des périodes d'activité, pour Ixodes ricinus, très différentes selon les régions (pic hivernal).

La même année paraît un article sur deux cas humains d'ET qui avaient été détectés en milieu hospitalier (Florence) en 1965 mais n'avaient jamais été étudiés jusqu'ici. (77)

Il s'agit de deux hommes âgés de 25 et 28 ans. L'un habite en ville mais, chasseur, il parcourt souvent la zone de collines proche de Florence, l'autre vit dans la zone rurale proche de Florence où il y a de nombreuses formations boisées.

Les deux zones sont parcourues par les patients présentent la végétation suivante : Quercus robur, Quercus ilex, Quercus cerris, Pinus pinaster, Cupressus sempervirens, Juniperus communis, Erica scoparia.

Elles comportent toutes deux des réserves de chasse repeuplées régulièrement par des animaux importés d'Europe de l'Est (Tchécoslovaquie, Pologne, Hongrie). S'y trouvent de nombreux rongeurs et insectivores, vecteurs naturels de virus, tels que: Apodemus sylvaticus, Clethrionomys glareolus, Microtus arvalis, Mus musculus, Rattus norvegicus.

les deux malades ont été infectés au mois de Juin, ce qui correspond, avec un petit décalage, à la période d'activité d'Ixodes ricinus.

Ces deux cas sont les deux premiers cas clinique d'ET .Ils sont la preuve patente de la présence du virus dans la région de Florence. Toutefois, dans ces deux derniers cas, il est difficile de savoir si la maladie humaine existait antérieurement sans être décelée, ou si elle a été importée à cette date, à partir d'Europe

centrale par l'intermédiaire des animaux achetés pour les réserves de chasse. D'autres études ont été conduites, l'année suivante, en milieu hospitalier et dans la même région : aucun cas d'ET n'a été décelé.

En conclusion, la preuve de la circulation du virus a été établie dans trois régions d'Italie, d'écologie très différente. Les animaux domestiques (bovins et surtout caprins) ont été parfois utilisés comme indicateurs de la présence du virus d'ET. Il apparaît, une fois de plus, que cette méthode est efficace, simple, et fiable, tout au moins dans le cas de foyers secondaires.

D'autre part, il n'existe pas, en Italie, de cas d'infections familiales par le lait de chèvre.

Enfin, il nous faut souligner que jusqu'ici, le virus d'ET n'a pas pu être isolé à partir d'Ixodes ricinus.

ESPAGNE

- 78 GIL COLLADO (J.) . *Los Acaros (Ixodoideos) de Espana. Datos actuales respecto su distribucion.* In : *Boletina Sor. Cienc. Nat.*, vol. 7, t. 3, 1938, pp. 99-109.
- 79 ACEDO (C.S.), VERICAD (D.J.R.) . *Ectoparasitos de mamiferos y aves montaraces del alto Aragon.* In : *Rev. Iber. Parasitol.*, vol. 33, 1973, pp. 29-38.
- 80 ACEDO (S.C.), OTERO (J.), ALBALA-PEREZ (F.) . *Estudio parasitologico en quirópteros.* In : *Rev. Iber. Parasitol.*, vol. 34, t. 3-4, 1974, pp. 245-252.
- 81 GILOT (B.), PAUTOU (G.), GOSALBEZ (J.), MONCADA (E.) . *Contribution à l'étude des Ixodidae (Acarina, Ixodoidea) des Monts Cantabriques.* In : *Ann. Parasitologie (Paris)*, vol. 51, n°2, 1976, pp. 241-254.
- 82 CHASTEL (C.), LAUNAY (H.), ROGUES (G.), BEAUCOURNU (J.C.) . *Infections à arbovirus en Espagne : Enquête sérologique chez les petits mammifères.* In: *Bull. Soc. Path. Ex.*, n° 4, 1980, pp. 384-390.

Les travaux sur les tiques sont peu nombreux en Espagne bien que Gil Gollado ait étudié le sujet dès 1936. (78) Ce chercheur a fait des études de systématique sur un certain nombre d'espèces dont Ixodes ricinus. La localisation géographique des captures est donnée mais les problèmes écologiques ne sont pas abordés.

Par la suite, les travaux du Dr Caridad Sanchez Acedo (79,80) (1973-1974) (Département de Parasitologie de l'Université de Saragose) nous donne un aperçu de la distribution de quelques espèces et de leurs hôtes. Ixodes ricinus est parmi les espèces citées. Cependant les localisations sont imprécises, les relevés de végétation et les indications sur l'environnement des captures manquent.

Des études plus précises sont faites en 1976 et sont dues à B. Gilot (81). Elles portent sur la région des Monts Cantabriques. Ixodes ricinus apparaît dans cette zone comme l'espèce la plus abondante; elle est présente de 180 à 1200 m. On la trouve principalement dans les Hêtraies mais aussi dans d'autres groupements où l'humidité est élevée : Châtaigneraies, haies de Coryllus, avellana.

Les adultes parasitent essentiellement le bétail et peut-être le chamois, en altitude. Les immatures parasitent les micro-mammifères.

Sur la base de ces travaux, publiés, que nous venons d'évoquer, nous avons tenté de localiser les captures d'Ixodes ricinus et de constituer une carte de répartition. (figure : 18)

D'après les données publiées, Ixodes ricinus paraît se



Figure 18: *Ixodes ricinus* en Espagne.

- Points de capture d'*Ixodes ricinus*.
- ▲ Foyer d'ET.

localiser dans des formations boisées mésophiles, relativement humides pour l'Espagne : Mts Cantabriques, Pyrénées et ses contreforts, Sierra de Guadarama.

Toutefois, la présence de populations plus limitées n'est pas exclue, dans d'autres régions de l'Espagne. Cette dernière hypothèse s'est trouvée confirmée par la récente découverte d'une sérologie positive pour l'ET, dans une région non connue jusqu'à présent : le biotope est une petite vallée humide au sein d'un environnement plus xérique. (82). Chastel et al., responsables de cette découverte, avaient fait une étude sur les arbovirus en Espagne et avaient, pour mener leur travail, procédé à des analyses sérologiques sur 386 micromammifères. Le sérum positif a été prélevé sur Mus spretus ; capturé à Villanueva de Sigena, près de Huesca.

Rien ne nous permet de penser que le virus d'ET est absent dans le reste de l'Espagne; aucune étude systématique sur la question n'a réellement été entreprise.

Pour conclure, nous pouvons dire qu'Ixodes ricinus paraît très localisé en Espagne, aux zones où les formations mésophiles sont présentes. Ce type de répartition paraît être tout à fait différent en Italie.

BIBLIOGRAFIE GENERALE

- 79 ACEDO (C.S.), VERICAD (D.J.R.) . *Ectoparasitos de mamíferos y aves montaraces del alto Aragon*. In : *Rev. Iber. Parasitol.*, vol. 33, 1973, pp. 29-38.
- 80 ACEDO (S.C.), OTERO (J.), ALBALA-PEREZ (F.) . *Estudio parasitologico en quirquirópteros*. In : *Rev. Iber. Parasitol.*, vol. 34, t. 3-4, 1974, pp. 245-252.
- I AESCHLIMANN (A.) . *Ixodes ricinus*, Linné 1758, (Ixodoidea; Ixodidae). *Essai préliminaire de synthèse sur la biologie de cette espèce en Suisse*. In : *Acta Trop.*, vol. 29, 1972, pp. 321-340.
- 77 AMADUCCI (L.), INZITARI (D.), PACI (P.), LEONCINI (F.), MAZZOTTA (F.), MILO (D.), VERANI (P.), BALDUCCI (M.), LOPES (M.C.) ; *L'encefalite da zecche (TBE) in Italia. (Indagini clinico-virologiche)*. In : *Giornale di malattie infettive e parassitarie*, vol. 30, n° 9, 1978, pp. 693-699.
- 69 BALDUCCI (M), MORETTI (M.T.), GIANNINI (V.), GATTI (P.) . *Antibodies to arthropod-borne viruses in animal sera collected in Parma province, Italy*. In : *Boll. Ist. Sicroter. Milanese*, vol. 44, 1965, pp. 52-60.
- 70 BALDUCCI (M.), VERANI (P.), SACCA (G.), LOPES (M.C.) . *Studi sull'ecologia degli arbovirus nelle province di Latina e di Gorizia. (1964-1967).*, 1967.
- 72 BALDUCCI (M.), VERANI (P.), LOPES (M.C.), GREGORIC (B.) . *Survey for antibodies against arthropod viruses in man and animals in Italy. II - Serologic status of human beings in a northern italian region (Gorizia province)*. In : *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, vol. 16, 1967, pp. 211-215.
- 62 BARNETT (S.F.) . *Economical aspects of Tick-borne diseases control in Britain*. In : *Bull. Off. int. Epiz.*, vol. 81 (1-2), 1974, pp. 167-182.

- 22 BRENNAS (O.), RAEDLER (S.) . Meningoencefalomyeloradiculitti Sunnhordland.
In : Tidsskr. for den norske laegeforening, vol. 11, 1962,
pp. 739-744.
- 40 BRUMMLER-KORVUNKONTIO (M.), SAIKKU (P.), KORHONEN (P.), OKER BLOM (N.) .
Arbovirus in Finland. I. Isolation of tick-borne encephalitis
(TBE) virus from arthropods, vertebrates and patients. In :
Am. J. Trop. Med. Hyg., vol. 22, 1973, pp. 382-389.
- 16 CAMICAS (J.L.) .Tiques et arbovirus. In : Cah. ORSTOM, ser. Ent.
méd. et Parasitol., vol. XVI, n°2, 1978, pp. 165-180
- 82 CHASTEL (C.), LAUNAY (H.), ROGUES (G.), BEAUCOURNU (J.C.) . Infections
à arbovirus en Espagne : Enquête sérologique chez les petits
mammifères. In: Bull. Soc. Path. Ex., n° 4, 1980, pp. 384-390.
- 53 DUNN (A.M.) .Louping ill. The red deer (*Cervus elaphus*) as an
alternative host of the virus in Scotland. In : Brit.
Vet. J., vol. 116, 1960, p. 284.
- 43 FRELINDT (E.A.) . The western boundary of endemic tick-borne meningo-
encephalitis in southern scandinavia. In : Acta path. microbiol.
scand., vol. 57, 1963, pp. 87-103.
- 78 GIL COLLADO (J.) . Los Acaros (Ixodoideos) de Espana. Datos actuales
respecto su distribucion. In : Broteria Sor. Cienc. Nat.,
vol. 7, t. 3, 1938, pp. 99-109.
- 81 GILOT (B.), PAUTOU (G.), GOSALBEZ (J.), MONCADA (E.) .Contribution à
l'étude des Ixodidae (Acarina, Ixodoidea) des Monts Cantabri-
ques. In : Ann. Parasitologie (Paris), vol. 51, n°2, 1976,
pp. 241-254.
- 2 GILOT (B.), PAUTOU (G.), MONCADA (E.) .L'analyse de la végé-
tation appliquée à la détection de tiques exophiles
dans le Sud-Est de la France : l'exemple d'*Ixodes ricinus*
(Linné 1758) (Acarina, Ixodoidea). In :
Acta Tropica, vol. 32, t. 4, 1975, pp. 340-347.
- 3 GILOT (B.), PAUTOU (G.), MONCADA (E.), AIN (G.) . Première
contribution à l'étude écologique d'*Ixodes ricinus*
(Linné, 1758) (Acarina, Ixodoidea) dans le Sud-Est
de la France. In : Acta Trop., vol.32, 1975, pp. 232-
258.

- 4 GILLOI (B.), PAUTOU (G.), MONCADA (E.), LACHET (B.), CHRISTIN (J.).
La cartographie des populations de tiques exophiles par le biais de la végétation. Bases écologiques, intérêt épidémiologique. In : *Doc. cart. ecol.*, vol. XXII, 1979, pp. 65-80.
- 17 HANNOUN (C.) . Progrès récents dans l'étude des arbovirus. In *Bull. Inst. Pasteur*, vol. 69, 1971, pp. 241-278.
- 46 HENDRICK (J.), MOORE (W.), MORISON (G.D.) . The tick problem. In: *Vet. Rec.*, vol. 50, 1938, p. 1534.
- 18 HENNER (K.), HANZAL (F.). Les encéphalites européennes à tique. In : *Rev. Neurolo.*, Paris, T. 108, n°6, 1963, pp. 69-752.
- 28 HOLMGREN (B.), LINDAHL (J.), VON ZEIPEL (G.), SVEDMYR (A.) ; Tick-borne meningoencephalomyelitis in Sweden. In : *Acta Medica Scandinavica*, vol. 164, fasc. 6, 1959, pp. 507-522.
- 19 JIROVEC (O.) . Les foyers naturels des maladies parasitaires de l'homme en Europe centrale. In : *Ann. Parasitologie (Paris)*, T. 45, n°1, 1970, pp. 147-166.
- 38 KAARIAINEN (E.) . Incidence of antibodies against viruses of tick-borne encephalitis group among the rural population in Finland. In : *Ann. Med. Exp. Biol. Fenn.*, vol. 43, Suppl.1, 1965.
- 36 KAARIAINEN (E.), HIRVONEN (E.), OKER-BLOM (N.) . Geographical distribution of diphasic tick-borne encephalitis in Finland. In : *Ann. Med. Exp. Fenn.*, vol. 39, 1961, pp. 316-328.
- 52 LIKAR (M.), DANE (D.S.) . An illness resembling acute poliomyelitis caused by a virus of the Russian Spring Summer Encephalitis / Louping ill group, in Northern Ireland. In : *Lancet*, 1958, pp. 456-458.
- 45 MACLEOD (J.), GORDON (W.S.) . Studies in Louping-ill (An encephalomyelitis of sheep). II Transmission by the sheep tick *Ixodes ricinus* L. In : *J. Comp. Path.*, vol. 45, 1932, pp. 244-256.

- 5 5 MACLEOD (J.) . The part played by alternative hosts in main-
taining the tick population of hill pastures. In :
J. anim. Ecol., vol. 3, 1934, pp. 161-164.
- 6 - *Ixodes ricinus* in relation to its physical envi-
ronment : IV. An analysis of ecological complexes con-
trolling distribution and activities. In : Parasitology,
vol. 28, 1936, pp. 295-319.
- 7 - The tick problem. In : Vet. Record, vol. 50, 1938,
pp. 1245-1250.
- 8 - The ticks of domestic animals in Britain. In :
Empire J. exp. Agric., vol. 7, 1939, pp. 97-110.
- 9-55 - Ticks and disease in domestic stock in Great
Britain. In : Symposia Zool. Soc. London, vol. 6,
1962, pp. 29-50.
- 10 MILNE (A.) .The ecology of the sheep tick, *Ixodes ricinus* L.
Distribution of the tick in relation to geology, soil
and vegetation in Northern England. In : Parasitology
vol. 35, 1944, pp. 186-196.
- II-48 - The ecology of sheep tick, *Ixodes ricinus*. Host
relationships of the tick. In : Parasitology, vol. 39
1949, pp. 167-197.
- I2 - The ecology of the sheep tick, *Ixodes ricinus* L.
Spatial distribution. In : Parasitology, vol. 40,
1950, pp. 35-45.
- 47 .The ecology of the sheep tick, *Ixodes ricinus* L.
The seasonal activity in Britain with particular
reference to Northern England. In : Parasitology,
vol. 36, 1945, pp. 142-152.
- I3 MOREL (P.C.). Les tiques d'Afrique et du Bassin méditerranéen
Maison Alfort (I.E.M.V.T.). 1965, Doc. poly., 695 p.
- I4 NOSEK (J.), BLASKOVIC (D.). Ticks as vectors of tick-borne
encephalitis (TBE) virus in Europe. In : Proceedings
of the 3rd International Congress of Acarology,
Prague, 1971, pp. 589-591.

- 35 OHMAN (C.) . The geographical and topographical distribution of *Ixodes ricinus* in Finland. In : Acta pro Fauna and Flora Fenn., vol. 14, t. 4, 1961, pp. 1-38.
- 31 OKER BLOM (N.) . Kumlige disease. In : Ann. Med. Exp. Biol. Fenn., vol 34, 1956, pp. 309-318.
- 41 OKER BLOM (N.) . Kumlige virus. In : International catalogue of arboviruses, p. 400-401. Ed. T.O. Berge. DHEW Publ No (CDC) 75-8301, Atlanta 1975.
- 32 OKER BLOM (N.), WALLGREN (E.T.), OHMAN (L.) .The tick-borne virus encephalitis and their occurrence in Finlande. In : Finska Läk Handl., vol. 146, 1957, p.100.
- 33 OKER BLOM (N.) . World Health Organisation Study Group on the Control of Neurotropic Virus Diseases, Copenhagen, April 1958.
- 34 OKER BLOM (N.), KAARIAINEN (L.), BRUMMER-KORVENKONTIO (M.), WECKSTRÖM (P.) . Papers presented in Symposium on the Biology of Viruses of the Tick-borne Encephalitis Complex at Smolenice, October 1960.
- 15 PEREZ (C.), RODHAIN (F.) . Biologie d'*Ixodes ricinus* L., 1758. I. Ecologie, cycle évolutif. In : Bull. Sté. Path. E T. 70, n°2, 1977, pp. 187-201.
- 64 PHILLIPS (J.), DUCAN (J.S.) . Louping ill ticks, grouse and sheep. In : Proceedings of the Association of Applied Biologists, 1976, pp. 346-347.
- 63 REID (H.W.) . Experimental infection of red grouse with louping ill virus (flavivirus group). 1. The viraemia and antibody response. In: J. Comp. Path. Therap., vol. 85, 1975, pp. 223-229.
- 54 ROSS (C.A.C.) . Louping ill in the West of Scotland. In : Lancet ii, 527, 1961.
- 73 SACCA (G.), MASTILLI (M.L.), BALDUCCI (M.), VERANI (P.), LOPES (M.C.) . Studies on the vectors of arthropod-borne viruses in central Italy : investigations on ticks. In : Ann. Ist. Super. Sanita, vol. 5, 1969, pp. 21-28.
- 42 SAIKKU (P.), BRUMMER-KORVENKONTIO (M.) . Tick-borne viruses in Finland. In : Med. Biol., vol. 53, 1975, pp. 317-320.

- 37 SALMINEN (A.), Erickson (A.W.), OKER BLOM (N.). Haemagglutination-inhibiting antibodies in the human population of an endemic area of diphase tick borne meningoencephalitis. In : Arch. Ges. Virusforsch, vol. 11, 1961, pp. 215-223.
- 68 SANNA (A.), ANGELLIO (B.) .Ricerche preliminari sulla presenza di anticorpi contro i virus arbor nella popolazione sarda. In : Ig. Mod., vol. 54, 1961, pp. 249-255.
- 74 SARATSIOTIS (A.) .Etude morphologique et observation biologique sur Ixodes gibbosus. Nutall, 1916. In : Ann. Parasit. (Paris), vol. 13, n°5, 1970, pp. 661.
- 59 SMITH (C.E.G.), McMAHON (D.), O'REILLY (K.J.), WILSON (A.L.), ROBERTSON (J.M.) .The epidemiology of louping ill in Ayrshire : the first year of studies in sheep. In : J. Hyg., Camb., vol. 62, 1964, p. 53.
- 65 SMITH (C.E.G.), VARMA (M.G.R.). Louping ill. Non publiè. 1980.
- 57 SMITH (G.C.E.), VARMA (M.G.R.), McMAHON (D.) .Isolation of louping ill virus from small mammals in Ayrshire, Scotland. In : Nature, vol. 203, n° 4948, 1964, pp. 992-993.
- 66 STARKOFF (O.) .Ixodoidea d'Italia. (Ed. II, Pensiero Scientifico), 1958, Roma.
- 67 STARKOFF (O.) . Ixodoidea della Sardegna. In : Parass. II, Vol. 1-2, 1960, 301 p.
- 76 STELLA (L.), D'AJELLO (V.) . Distribuzione stagionale di alcuni ixodidi nella provincia di Latina. In : Riv. Parassito., vol. 34, n° 1, 1978, pp. 89-96.
- 30 SVEMYR (A.), VON ZEIPEL (G.), BORG (G.) . Infections with tick-borne encephalitis virus in the Swedish population of the elk. In: Acta path. microbiol. scand., vol. 65, 1965, pp. 613-620.
- 75 TETRELLI (G.), CRESTINI (A.M.), MAGGINI (M.) .Aggiornamento sulla distribuzione delle zecche in Italia. Istituto Superiore di Sanita. 1976, Rome.
- 21 TAMBS-LYCHE (H.) .Ixodes ricinus som mulig vektor for sykdommer hos mennesker i Norge. In : Nord. Med., vol. 62, 1959, pp. 1217-1222.

- 5I TIMONEY (P.J.) .Recovery of Louping ill virus in red grouse in Scotland. In : Vet. Rec., vol. 95, 1954, p. 150.
- 23 TRAAVIK (T.) . Serological investigations indicating the existence of tick-borne encephalitis virus foci along the norwegian coast. In : Acta path. microbiol. scand., sect. B, vol. 81, 1973, pp. 138-142.
- 24 TRAAVIK (T.), MEHL (R.) . Tick-borne viruses in Norway. In : Medical Biology, vol. 53, 1975, pp. 321-324.
- 25 TRAAVIK (T.), MEHL (R.), WIGER (R.) . The first tick-borne encephalitis virus isolates from Norway. In : Acta path. microbiol. scand., sect. B, vol. 86, 1978, pp. 253-255.
- 26 TRAAVIK (T.) . Antibodies to tick-borne encephalitis virus in human sera from the western coast of Norway. In : Acta path. microbiol. scand., sect. B, vol. 87, 1979, pp. 9-13.
- 39 TUOMI (J.), BRUMMER-KORVENKONTIO (M.) .Antibodies against viruses of the tick-borne encephalitis group in cattle sera in Finland. In : Ann. Med. Exp. Biol. Fenn., vol. 43, 1965, pp. 149-154.
- 20 Van BOGAERT (L.) . Aspects cliniques des mēningo-encephalites actuelles d'origine inconnue mais dites virales en Europe Occidentale. In : Encephale, vol. 45, n°5, 1956, pp. 1267-1293.
- 58 VARMA (M.G.R.) .The acarology of louping ill. In : Acarologia, fasc. h.s., 1964, p. 241.
- 6I VARMA (M.G.R.), SMITH (C.E.G.) . The epidemiology of louping ill in Ayrshire, Scotland. II. Ectoparasites of small mammals (Ixodidae). In : Folia Parasitologica (Praha), vol. 18, 1971, pp. 63-72.
- 7I VERANI (P.), BALDUCCI (M.), LOPES (M.C.), ALEMANNI (A.), SACCA (G.) . Survey for antibodies against arthropod-borne viruses in man and animals in Italy. I - Serologic status of human beings and animals in a central italian region (Fondi). In : Am. J. Trop. Med. Hyg., vol. 16, 1967, pp. 203-210.

- 27 VON ZEIPEL (G.) .Isolation of viruses of the Russian-spring summer-encephalitis-louping ill group from Swedish ticks and from a human case of meningoencephalitis. In : Arch. ges. virusforsch., vol. 79, 1959, pp. 460-469.
- 29 VON ZEIPEL (G.), SVEDMYR (A.), ZETTERBERG (B.) .The geographical distribution in Sweden of viruses belonging to the RSS-LI group. In: Arch. Ges. Virusforsch., vol. 9, 1960, pp. 449-459.
- 60 WALTON (G.A.), KENNEDY (R.C.) .Tick-borne encephalitis virus in Southern Ireland. In : Brit. Vet. J., vol. 122, 1966, pp. 467-434.
- 44 WILLIAMS (P.) .Louping-ill. Futher researches into the causation and prevention of Louping-ill or trembling in sheep Ixodic toxæmia. In : Trans. Highland and Agric. Soc. Scotland, vol. 9, 1897, p. 278.
- 56 WILLIAMS (H.), THORBURN (H.), ZEFFO (G.S.) .Isolation of Louping ill virus from red grouse. In : Nature Lond., vol. 200 1963, pp. 193-194.

