

Note relative à la distribution d'*Ixodes ricinus* en France ainsi qu'aux principaux facteurs susceptibles d'impacter la distribution et l'abondance de l'espèce en France métropolitaine

Rédaction (par ordre alphabétique) : Didier FONTENILLE (CNEV/UMR MIVEGEC), Frédéric JOURDAIN (CNEV), Elsa LEGER (UMR MIVEGEC), Yvon PERRIN (CNEV).

Le complexe d'espèces *Ixodes ricinus* est composé de 14 espèces réparties à travers le monde. Les plus connues sont *I. scapularis* (Amérique du Nord), *I. ricinus* (Europe), *I. persulcatus* (Europe de l'Est et Asie) et *I. pacificus* (Ouest des Etats-Unis). Presque toutes les tiques de ce complexe (si ce n'est toutes) sont d'importants vecteurs de maladies humaines et animales dont l'encéphalite à tiques, l'Anaplasmose, la Babésiose et la borréliose de Lyme.

25 espèces de tiques du genre *Ixodes* et 17 espèces appartenant aux genres *Amblyomma*, *Rhipicephalus*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma* (tiques dures), *Ornithodoros* et *Argas* (tiques molles) ont été identifiées comme réservoirs de *Borrelia burgdorferi* *s.l.* (agent de la maladie de Lyme) dans le monde (Eisen & Lane 2002 ; Gern & Humair 2002).

Ixodes ricinus est une tique télotrope¹ et exophile. Les larves (un stade larvaire), les nymphes, les mâles et les femelles sont hématophages (voir Figure 1 pour le cycle de développement). L'espèce est hygrophile (sa survie en milieu naturel nécessite une humidité d'au moins 80%) et est considérée en ce sens comme sensible aux conditions climatiques. Les milieux préférentiels de l'espèce dépendent des conditions hygrométriques. Dans les zones à très forte pluviométrie (Angleterre, Ecosse,...), l'espèce abondera en zone ouverte de landes et pâturages alors qu'en climat méso-humide (large partie de la France), les conditions optimales d'humidité correspondront à des zones de bocage (le long des haies, dans des bosquets de prairie) ou de couvert forestier.

¹ Télotrope signifie que la tique peut se nourrir sur plusieurs espèces de vertébrés, mais qu'il existe un hôte préférentiel pour chaque stase de développement.

Les stades immatures sont susceptibles de parasiter des vertébrés de toute taille (rongeurs, oiseaux, ongulés), alors que les adultes se nourrissent pratiquement exclusivement sur les plus grands mammifères. La densité de ces derniers est par conséquent critique pour le maintien des populations de tiques. Le cycle de développement s'étale sur deux années, la première ponte ayant lieu au printemps de l'année n, qui donneront des individus qui pondront au printemps de l'année n+1 (cf. Figure 1).

Ixodes ricinus est vecteur de différents agents pathogènes tant d'intérêt humain que vétérinaire. Cette tique est notamment le principal vecteur de la borréliose de Lyme et du virus de l'encéphalite à tiques (TBEV, flavivirus). Elle peut cependant transmettre d'autres pathogènes, bactéries (notamment *Anaplasma phagocytophilum*, *Ehrlichia walkerii*, *Francisella tularensis*, *Rickettsia helvetica*), virus (Louping ill virus, Tribec virus) ou protozoaires (*Babesia*).

L'estimation du risque vectoriel lié aux tiques nécessite donc une bonne connaissance du système vectoriel : densité de l'espèce, taux d'infection des différents stades et en particulier des stades les plus susceptibles d'être responsables des infections humaines (i.e. nymphes), exposition de la population (données de fréquentation), connaissance des réservoirs animaux (densité, taux de portage), densité des grands mammifères nécessaires à la réalisation d'un cycle complet de développement des tiques.

Les travaux sur la génétique des populations d'*I. ricinus* en Europe ont montré une absence de structure génétique à une grande échelle spatiale (Delaye et al. 1997 ; De Meeûs et al. 2004 ; Casati et al. 2008 ; Nouredine et al. 2010), mais un fort déficit en hétérozygotes au sein des populations, avec une importante tendance à l'homogamie chez certaines populations (Kempf et al. 2009, 2010). L'existence d'un effet Walhund (c'est à dire une sous structuration au sein d'une population) en raison de la présence de races d'hôtes serait une hypothèse explicative possible pour ces observations (Kempf et al. 2010).

Une étude, utilisant des marqueurs microsatellites, sur plusieurs populations européennes d'*Ixodes ricinus* collectées sur différents hôtes, a montré une structuration par hôte vertébré, suggérant que le choix d'hôtes n'est pas aléatoire chez *I. ricinus*, et qu'il peut affecter profondément la dynamique de population de ces tiques et la transmission des micropathogènes associés (Kempf et al. 2011).

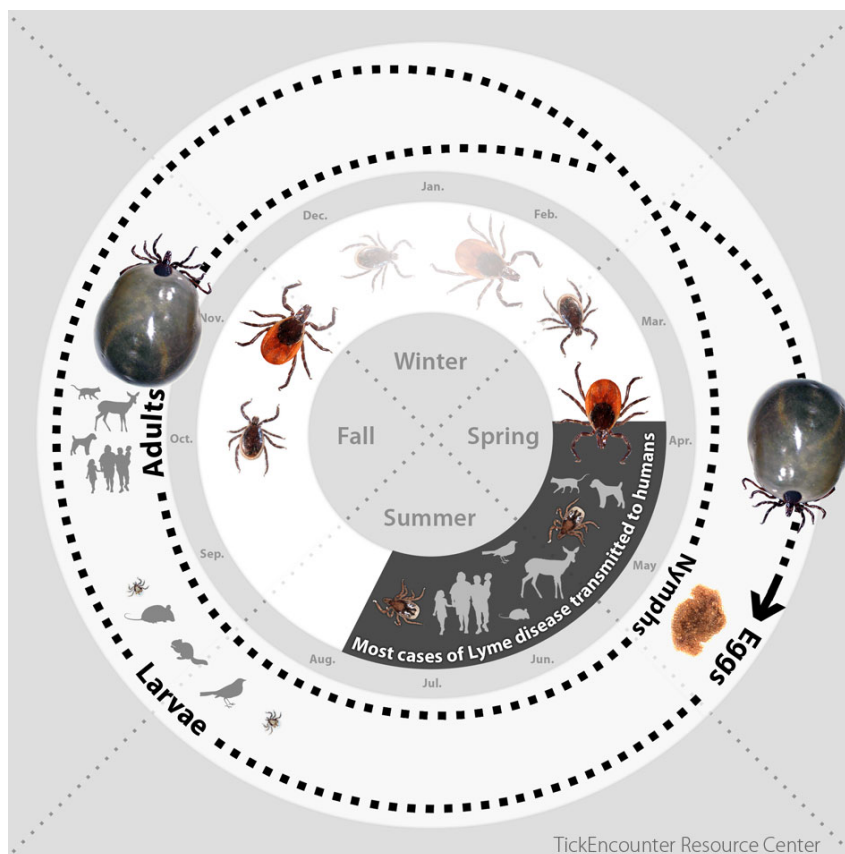


Figure 1. Cycle de développement des tiques du genre *Ixodes* telles que *I. ricinus* ou *I. scapularis*, vecteur de la maladie de Lyme (source : Université de Rhode Island)

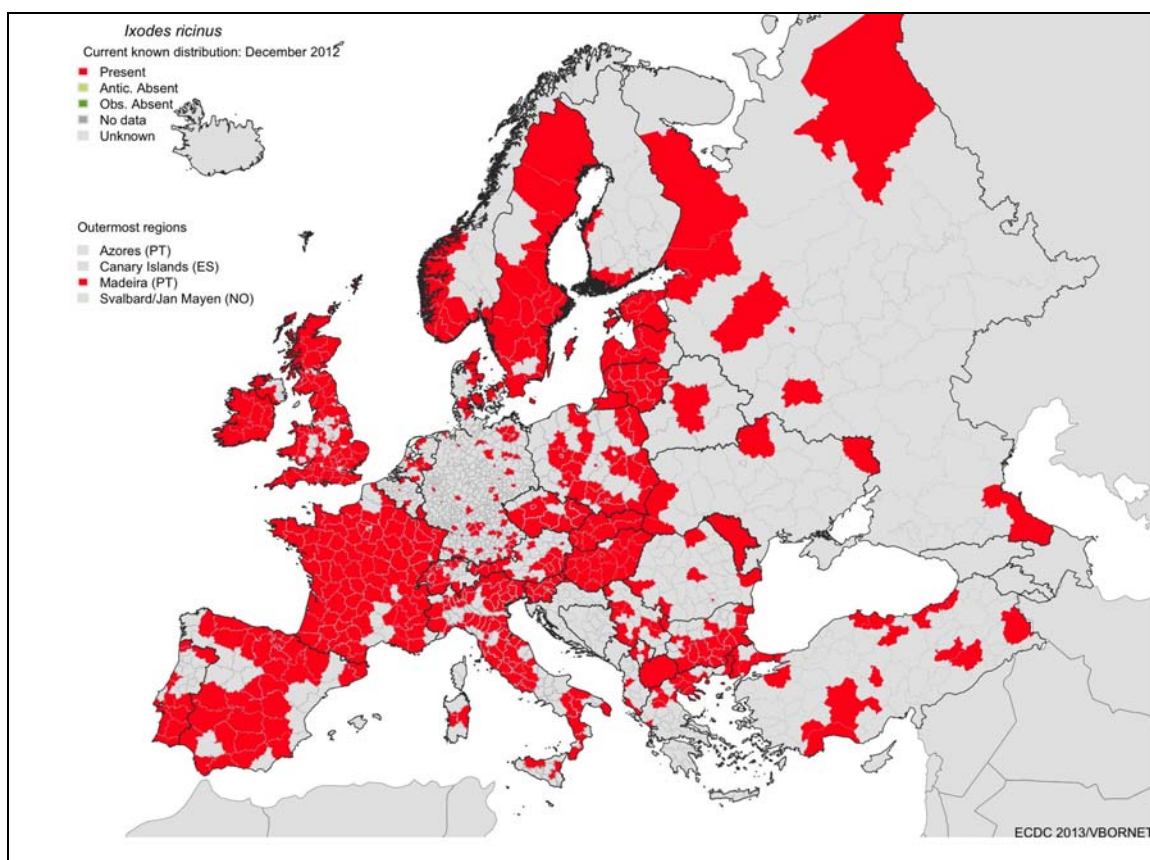
1. Aire de distribution

Une analyse de la littérature permet d’apporter certains éléments quant à la distribution d’*I. ricinus* en France. Toutefois, la densité des tiques et de leur niveau d’infection varient d’une région à l’autre, d’une forêt à l’autre au sein d’une même région, voire au sein d’une même forêt. Les informations qui sont proposées ici sont donc une synthèse des différentes données identifiées et leur comparaison présente une certaine limite étant donné l’absence d’outils standardisés pour la collecte et les différences d’objectifs des études prises ici en compte.

De nombreuses données historiques relatives à la distribution d’*I. ricinus* sont disponibles. Celles-ci doivent être considérées avec précaution étant donné l’impact des modifications du paysage sur la distribution des tiques et sur *I. ricinus* en particulier. Elles pourraient par contre constituer une base particulièrement pertinente pour apprécier d’éventuelles modifications de l’aire de répartition de ce vecteur au regard de différentes modifications (d’ordre environnemental – occupation des sols - ou climatique). A ce titre, l’important travail de Bruno Gilot, basé sur l’analyse des biocénoses et biotopes, mérite d’être souligné ici (Gilot, 1985).

En France, il est communément admis que l'espèce est largement présente à l'exception des zones situées à une altitude supérieure à 1200-1500 m, peut être 1700 m dans les Pyrénées (Pérez-Eid, 2007) ainsi qu'en zone méditerranéenne sèche (sauf au sein de petites zones fraîches et humides, circonscrites) (Gilot et al., 1989). Aucune étude à ce jour ne s'est focalisée, à notre connaissance, sur les modifications de la distribution de cette espèce en France.

Deux documents clés ont été utilisés pour la réalisation de cet état des lieux : une revue systématique de la littérature de l'EFSA (EFSA, 2010) ainsi que le travail du réseau Vbornet (sous l'égide de l'ECDC) relatif à la distribution des principaux vecteurs en Europe, dont la France (cf. carte 1).



Carte 1. Distribution d'*I. ricinus* en Europe (source ECDC / VBORNET).

Ces deux synthèses ont été compilées dans le cadre de ce document, puis actualisées avec les données postérieures à 2011. Les données historiques issues de la littérature française ou de la littérature grise qui n'avaient pas été considérées dans les synthèses mentionnées précédemment, ont été prises en compte et ont permis d'identifier d'autres zones (présentées ici à l'échelle départementale) au sein desquelles l'espèce a déjà été observée. Des données supplémentaires existent, notamment au niveau des écoles vétérinaires et des laboratoires CNR des *Borrelia*, mais ne sont pas à l'heure actuelle publiées et accessibles.

Dans un souci de présentation, seuls les résultats à l'échelle du département sont présentés ici (carte 2), toutefois, la base de données constituée permet une présentation de certaines données à une échelle plus fine (commune ou coordonnées géographiques lorsque disponible). Il est notamment important d'insister sur le fait que **l'espèce est considérée comme étant absente des zones situées à une altitude supérieure à 1200-1500 m, peut être 1700 m dans les Pyrénées ainsi qu'en zone méditerranéenne sèche, c'est-à-dire le long d'une bande proche du littoral méditerranéen**, alors que le département est positif

D'autres données suggèrent enfin la présence de l'espèce dans d'autres départements que ceux présentés au sein de la carte 2 : Somme, Gard, Hérault, et Alpes-Maritimes (Estrada-Peña *et al.*, 2012). Toutefois, ces données n'ont pas été intégrées dans cette carte du fait d'un défaut de traçabilité de la donnée originale.



Carte 2. Aire de répartition d'*Ixodes ricinus* en France métropolitaine (d'après VBornet ; EFSA, 2010 ; Pérez-Eid, 2007 ; Pichot *et al.*, 1997 ; CNR des Borrelia, 2010).

2. Principaux déterminants susceptibles d'impacter la dynamique des populations d'*I. ricinus*

Deux publications récentes ont été plus particulièrement considérées pour établir la synthèse des connaissances disponibles concernant les déterminants de la modification de l'aire de répartition des tiques en Europe (Léger et *al.*, 2013 ; Medlock et *al.*, 2013).

Depuis les années 1980, on observe des modifications de la distribution des tiques en général et d'*I. ricinus* en particulier. En Europe, la tendance générale est à l'extension de l'aire de répartition de l'espèce vers le Nord ainsi que vers des altitudes plus élevées.

Différents facteurs sont susceptibles d'influencer, de manière directe ou indirecte, l'aire de répartition et la densité d'*I. ricinus* (Figure 2 et Tableau 1), parmi lesquels les changements climatiques, les modifications du paysage et des déterminants liés aux activités humaines. Parmi les facteurs d'origine anthropique, et dans un souci de prévention des maladies à transmission vectorielle, il peut également être utile de considérer les facteurs influençant le contact homme-vecteur telles que les modifications comportementales liées au loisir (augmentation de la fréquentation des forêts en particulier), ainsi que l'efficacité des campagnes de sensibilisation à la protection individuelle.

2.1. Déterminants liés aux changements climatiques

Ces modifications climatiques ont des **effets directs** à travers les modifications de température et de pluviométrie qui vont impacter le cycle de développement des tiques, leur survie ainsi que le début et la durée de leur période d'activité. Le climat a également un impact direct sur des paramètres influençant la transmission (capacité vectorielle). Si la plupart des études insistent sur l'extension de la distribution et de l'activité des tiques, il est également possible d'observer une diminution de cette activité notamment dans des zones qui auraient tendance à devenir plus sèches. Les facteurs climatiques ont par ailleurs des **effets indirects** à travers la modification de la composition des espèces végétales (biotope) et animales (hôtes, réservoirs) qui auront à leur tour un impact sur la densité des tiques et la transmission de pathogènes.

Des hivers plus doux sont de nature à favoriser l'expansion de l'espèce vers le Nord. Si ceci est pertinent pour la Scandinavie et la Finlande, l'extension latitudinale de l'aire de répartition d'*I. ricinus* n'est pas réellement en enjeu en France étant donné que celle-ci est déjà largement présente du Nord au Sud. A contrario, les modifications climatiques sont susceptibles de limiter voire de

supprimer les populations d'*I. ricinus* dans les zones soumises à un climat méditerranéen, par manque d'humidité (Estrada-Peña & Venzal, 2006).

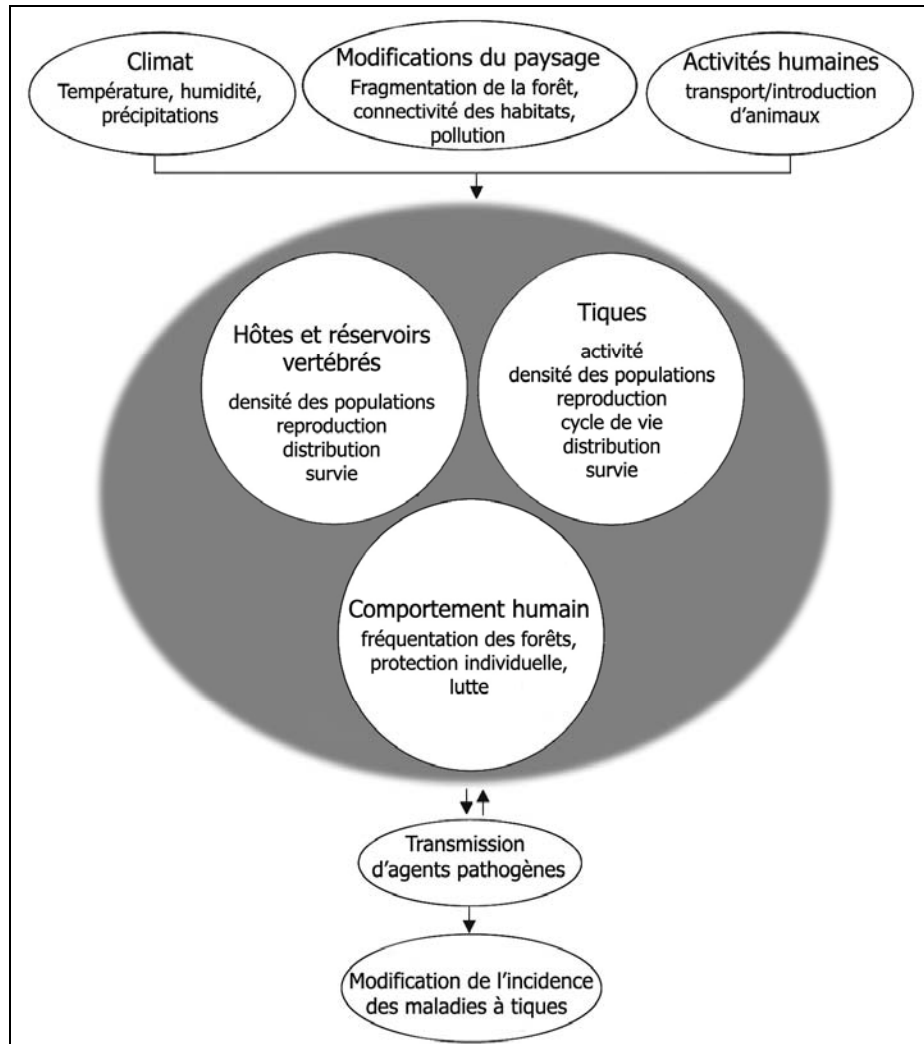


Figure 2 : impact du climat, des modifications du paysage et des activités humaines sur l'écologie des tiques et des maladies transmises par les tiques (d'après Léger *et al.*, 2013 et Lindgren, 1998).

Des hivers plus doux sont également de nature à expliquer la présence d'*I. ricinus* vers des altitudes plus élevées, comme cela a été montré en particulier en Suisse et en République Tchèque. Aucune donnée n'est cependant disponible à notre connaissance en France sur cet aspect.

2.2. Modifications paysagères et d'occupation des sols

Les modifications du paysage et de l'occupation des sols (qui peuvent être d'origine naturelle ou anthropique) sont déterminantes pour le maintien de populations de tiques. La déprise agricole, la reforestation ou la fragmentation du paysage ont une influence considérable sur la diversité et

l'importance des populations d'hôtes et réservoirs vertébrés, indispensables d'une part à la réalisation du cycle de développement des tiques et d'autre part au maintien de la circulation des agents pathogènes. En ce sens, ils constituent des déterminants importants pour la modification de la distribution d'*I. ricinus* au sein de zones où l'espèce est déjà présente de manière hétérogène.

Il est important de souligner la nécessité d'être prudent quant aux conclusions à tirer en termes épidémiologiques de ces modifications. Celles-ci sont en effet fonction des espèces de vertébrés présentes dans le territoire considéré. Ainsi, la fragmentation des forêts a été associée aux Etats-Unis à une augmentation du risque de borréliose alors qu'en Europe, le risque semble augmenter avec la reforestation et la création de corridors biologiques (pratiques encouragées pour favoriser la connectivité d'habitats favorables à la faune sauvage) conduisant à une augmentation significative des populations de cervidés et de sangliers. De plus, cette augmentation s'accompagne parfois d'autres modifications (tolérance des activités humaines, réduction des populations de certains prédateurs tels que les renards...). Il est également intéressant de noter que cette tendance à favoriser la création de tels corridors verts est également une pratique qui tend à se développer en zone anthropisée, voire urbanisée, augmentant ainsi l'exposition humaine et donc le risque zoonotique. La constitution de continuités biologiques est désormais un enjeu important des politiques publiques de gestion de la biodiversité (cf. Grenelle de l'Environnement).

Outre la gestion forestière, la modification de la végétation, le remplacement d'essences d'arbres par d'autres sont également susceptibles de favoriser la prolifération de tiques et de leurs hôtes. Ceci a en particulier été montré en France par Gilot et *al.* (1994).

2.3. Activités humaines

Les transport d'animaux ou l'introduction d'espèces exotiques, comme par exemple *Tamias sibiricus* ou tamia de Sibérie, excellent réservoir de *Borrelia burgdorferi s.l.*, en forêt de Sénart (Vourc'h et al., 2007), sont également susceptibles de modifier la diversité et l'importance des populations d'hôtes et réservoirs vertébrés.

Enfin, les modifications comportementales ou de mode de vie (loisirs, habitats, voyages) vont également influencer le contact homme-vecteur et, par conséquent, la transmission. De même, l'efficacité des campagnes de sensibilisation à la protection individuelle peuvent être mentionnées comme facteur susceptible d'impacter cette exposition. Les activités humaines sont ainsi suspectées

de constituer un déterminant majeur de l'émergence de certaines maladies transmises par les tiques (Randolph & EDEN-TBD sub-project-team, 2010).

3. Perspectives

L'identification des principaux déterminants susceptibles d'impacter la distribution et l'abondance d'*I. ricinus* en France ainsi que la prévalence d'agents pathogènes chez ces arthropodes, nécessiterait la mise en place d'études dédiées.

Cependant, il pourrait déjà être particulièrement utile de **centraliser les** différentes et nombreuses **données existantes** non seulement en termes de distribution et de répartition, mais aussi en termes de densité et de taux d'infection. Une telle base de données pourrait être régulièrement actualisée lors de la publication de travaux sur cette espèce se déroulant en France. Une telle centralisation des données pourrait permettre, à moindre coût, d'apprécier les tendances de changements éventuels, qui pourraient ensuite être confirmées par des études plus ciblées.

Nous pensons par ailleurs que le **recours aux sciences participatives** pourrait être un outil intéressant à généraliser pour une meilleure connaissance de la distribution des arthropodes dont la répartition en France reste mal connue malgré leur importance vectorielle. Cette approche est en effet de plus en plus encouragée pour une meilleure connaissance de la biodiversité (Bœuf et al., 2012). Le point critique est l'identification de réseaux pertinents sur lesquels s'appuyer (chasseurs, vétérinaires, garde-forestiers...). La mise en place de dispositifs de ce type nécessiterait l'identification de ressources mobilisables pour l'identification et ainsi la validation des spécimens collectés, mais pourrait permettre d'améliorer notre connaissance, éventuellement de manière ciblée, à un coût là aussi réduit.

Enfin, en termes de santé publique, se pose la question des mesures de gestion des risques liés aux tiques. En la matière, la mesure la plus pertinente est la **réduction des expositions**. Celle-ci passe par l'identification des publics les plus à risque, leur sensibilisation et la modification des comportements dans les zones à risque (utiliser préférentiellement les chemins et sentiers, ports de vêtements adaptés, utilisation de répulsifs ou de vêtements imprégnés) ou après une exposition potentielle (recherche de la présence de tiques, bonnes pratiques pour enlever les tiques). A ce stade, on peut cependant considérer que les différents messages, ainsi que les populations à risque, ont été identifiés (Conférence de Consensus sur la maladie de Lyme, Haut Conseil de la Santé Publique, 2010 ; PPAV Working Group, 2011). Il convient désormais d'encourager la mise en place de

campagnes de sensibilisation et de prévention ainsi que **l'évaluation de l'efficacité** de ces opérations. L'évaluation de ces actions, comme toute action de santé publique, est essentielle afin de pouvoir conclure quant à l'atteinte des objectifs fixés. Dans cette optique il est cependant primordial de disposer **d'un état initial des connaissances** de la population vis-à-vis du risque et des moyens de protection. Peu d'études existent en effet en la matière, notamment en ce qui concerne la population française.

Déterminant majeur	Déterminant	Mode d'action du facteur considéré	Impact sur la biologie des tiques	Impact sur la dispersion ou l'abondance		
				altitude	latitude	Zones d'endémicité
Climat	Température	Augmentation des températures hivernales	Augmentation de la survie hivernale	X	X	
		Augmentation générale des températures (hiver et été)	Augmentation de la période d'activité	X	X	
	Pluviométrie	Augmentation de l'humidité	Augmentation de l'activité et de la survie			X
	Couvert neigeux	Isolation, empêche les températures négatives du sol	Augmentation de la survie hivernale	X	X	
	Extension de la période de végétation (augmentation de la température réduction du couvert neigeux)	Extension latitudinale et altitudinale des forêts de feuillus, constituant des conditions favorables pour <i>I. ricinus</i>	Amélioration des microclimats et augmentation des périodes d'activité et de survie	X	X	
		Dispersion des ongulés sauvages à des latitudes et altitudes plus élevées	Amélioration de la dispersion et de la reproduction	X	X	
Anthropique	Gestion de la faune sauvage	Augmentation de l'abondance des hôtes	Amélioration de la reproduction			X
		Augmentation des habitats favorables aux hôtes	Amélioration de la dispersion	X	X	
		Augmentation des habitats favorables à <i>I. ricinus</i>	Amélioration de la dispersion	X	X	
	Modification de l'usage des sols	Augmentation de l'abondance des hôtes	Amélioration de la reproduction			X
		Augmentation des habitats favorables aux hôtes	Amélioration de la dispersion			X
		Augmentation des habitats favorables à <i>I. ricinus</i>	Amélioration de la dispersion			X
Gestion forestière	Reforestation, création de conditions favorables	Amélioration de la dispersion et de la reproduction	X	X	X	
Facteurs écologiques et géographiques	Structure et fragmentation des habitats	Amélioration des conditions favorables	Amélioration de la dispersion et de la reproduction			X
		Favorisation de la dispersion des hôtes	Amélioration de la dispersion			X
	Orientation des pentes montagneuses	Impact sur le microclimat	Impact sur la survie et le développement	X		
	Dispersion des hôtes	Adaptation comportementale des chevreuils à la présence humaine	Amélioration de la dispersion et de la reproduction			X

Tableau 1. Panorama des principaux facteurs responsables de modifications d'abondance et de distribution des tiques en Europe (d'après Medlock *et al.*, 2013)

Remerciements :

Sont remerciés pour la transmission de données : le réseau VBORNET (financé par l'ECDC et coordonné par le bureau d'étude AviaGIS) et Agustin Estrada-Peña (Université de Saragosse, Saragosse, Espagne).

Références

Bœuf G, Allain YM, Bouvier M. L'apport des sciences participatives dans la connaissance de la biodiversité. Rapport remis à la Ministre de l'Ecologie, janvier 2012.

Casati, S., Bemasconib, M. V., Gern, L. & Piffaretti, J. C. 2008. Assessment of intraspecific mtDNA variability of European *Ixodes ricinus* sensu stricto (Acari : Ixodidae). *Infection, Genetics and Evolution*, 8, 152-158.

CNR des *Borrelia*. Rapport annuel d'activités, année 2010. 2010. Centre National de Référence des *Borrelia*.

Conférence de Consensus sur la maladie de Lyme . 16ème Conférence de Consensus en Thérapeutique Anti-Infectieuse « Borréliose de Lyme : démarches diagnostiques, thérapeutiques et préventives ». 2006.

De Meeûs, T., Lorimier, Y. & Renaud, F. 2004. Lyme borreliosis agents and the genetics and sex of their vector, *Ixodes ricinus*. *Microbes and Infection*, 6, 299-304.

Delaye, C., Beati, L., Aeschlimann, A., Renaud, F. & de Meeûs, T. 1997. Population genetics structure of *Ixodes ricinus* in Switzerland from allozymic data: no evidence of divergence between nearby sites. *Int. J. Parasitol.* 27, 769–773.

EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW); Scientific Opinion on Geographic Distribution of Tick-borne Infections and their Vectors in Europe and the other Regions of the Mediterranean Basin. *EFSA Journal* 2010;8(9):1723. [259 pp.] Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal.htm

Eisen, L. & Lane, R.S. 2002. Vectors of *Borrelia burgdorferi sensu lato*. In: *Lyme Borreliosis : Biology, Epidemiology and Control* (Ed. by Gray, J., Kahl, O., Lane, R.S. & Stanek, G.), pp 91-115. Wallingford: CAB International.

Estrada-Peña & Venzal. Changes in Habitat Suitability for the Tick *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in Europe (1900-1999). *EcoHealth*. 2006;3(3):154-162.

Estrada-Peña A, Farkas R, Jaenson TG, Koenen F, Madder M, Pascucci I, Salman M, Tarrés-Call J, Jongejan F. Association of environmental traits with the geographic ranges of ticks (Acari: Ixodidae) of medical and veterinary importance in the western Palearctic. A digital data set. *Exp Appl Acarol.* 2013 Mar;59(3):351-66. Epub 2012 Jul 28.

Gern, L. & Humair P.-F. 2002. Ecology of *Borrelia burgdorferi sensu lato* in Europe. *Lyme Borreliosis: Biology, Epidemiology and Control*, 6, 149-174.

Gilot B. Bases biologiques, écologiques et cartographiques pour l'étude des maladies transmises par les tiques (Ixodidae et Argasidae) dans les Alpes françaises et leur avant-pays. Thèse d'Etat, Université de Grenoble, 1985, 539 pp.

Gilot B, Pichot J and Doche B. Les tiques du Massif Central (France). 1. Les Ixodidés (Acariens, Ixodoidea) parasites de carnivores et d'ongulés domestiques sur la bordure orientale du massif. *Acarologia*, 1989;30:191–207.

Gilot B, Bonnefille M, Degeilh B, Beaucournu JC, Pichot J, Guiguen C. 1994. The colonization of forested areas by *Ixodes ricinus* (Linné, 1758) in France: use of the roe deer, *Capreolus capreolus* (L. 1758) as a biological marker. *Parasite*. Mar;1(1):81-5.

Haut Conseil de la Santé Publique Commission spécialisée « Maladies transmissibles », 29 janvier 2010. Mieux connaître la borréliose de Lyme pour mieux la prévenir. 2010.

Kempf, F., DeMeeûs, T., Arnathau, C., Degeilh, B. & McCoy, K. D. 2009. Assortative Pairing in *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae), the European Vector of Lyme Borreliosis. *Journal of Medical Entomology*, 46, 471-474.

Kempf, F., McCoy, K. D. & DeMeeûs, T. 2010. Wahlund effects and sex-biased dispersal in *Ixodes ricinus*, the European vector of Lyme borreliosis: New tools for old data. *Infection, Genetics and Evolution*, 10, 989-997.

Kempf, F., De Meeûs, T., Vaumourin, E., Noel, V., Taragel'ová, V., Plantard, O., Heylen, D., Eyraud, C., Chevillon, C. & McCoy, K. D. 2011. Host races in *Ixodes ricinus*, the European vector of Lyme borreliosis. *Infection, Genetics and Evolution*, 11, 2043-2048.

Léger E, Vourc'h G, Vial L, Chevillon C, McCoy KD. Changing distributions of ticks: causes and consequences. *Exp Appl Acarol*. 2013 Feb;59(1-2):219-244.

Lindgren E. Climate change, tick-borne encephalitis and vaccination needs in Sweden—a prediction model. *Ecol Model*. 1998; 110(1): 55–63.

Medlock JM, Hansford KM, Bormane A, Derdakova M, Estrada-Peña A, George JC, Golovljova I, Jaenson TG, Jensen JK, Jensen PM, Kazimirova M, Oteo JA, Papa A, Pfister K, Plantard O, Randolph SE, Rizzoli A, Santos-Silva MM, Sprong H, Vial L, Hendrickx G, Zeller H, Van Bortel W. Driving forces for changes in geographical distribution of *Ixodes ricinus* ticks in Europe. *Parasit Vectors*. 2013 Jan 2;6:1.

Nouredine, R., Chauvin, A. & Plantard, O. 2010. Lack of genetic structure among Eurasian populations of the tick *Ixodes ricinus* contrasts with marked divergence from north-African populations. *International Journal for Parasitology*, 41, 183-192.

Pérez-Eid, C. Les tiques. Identification, biologie, importance médicale et vétérinaire. monographie de microbiologie, Tec & Doc EMinter-Lavoisier, 2007.

Pichot J., Gilot B., Almiré N., Polette K., Degeilh B. *Ixodes populations (Ixodes ricinus Linné, 1758 ; Ixodes hexagonus Leach, 1815) in the city of Lyon (France) and its outskirts : preliminary results.* ; *Parasite*, 1997, 2, 167-171

PPAV Working Groups. Personal protection against biting insects and ticks. *Parasite*. 2011 Feb;18(1):93-111.

Randolph SE, EDEN-TBD sub-project team. Human activities predominate in determining changing incidence of tick-borne encephalitis in Europe. *Euro Surveill*. 2010 Jul 8;15(27):24-31.

Vourc'h G, Marmet J, Chassagne M, Bord S, Chapuis JL. *Borrelia burgdorferi* Sensu Lato in Siberian chipmunks (*Tamias sibiricus*) introduced in suburban forests in France. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2007 Winter;7(4):637-41.