



Sujet de Thèse (2019-2021)

Eco-épidémiologie du système Habitats-Oiseaux-Tiques-*Borrelia* et impact sur le risque lié à la maladie de Lyme en France

Eléments de contexte

Le nombre de cas déclarés associés à la maladie de Lyme a considérablement augmenté dans certaines régions d'Europe depuis quelques années. En 2016, Santé Publique France estime à plus de 54 000 le nombre de personnes touchées par la maladie en France. L'augmentation de l'incidence de la maladie a été attribuée à de nombreux facteurs : fragmentation des habitats, modification des communautés d'hôtes, augmentation du nombre de cas déclarés et changement climatique (Barbour and Fish 1993, Brownstein, Holford et al. 2005, Ertel, Nelson et al. 2012). L'éco-épidémiologie de la maladie de Lyme est complexe. En Europe, chez l'Homme, elle peut être causée par au moins cinq espèces de bactéries du complexe *Borrelia burgdorferi* sensu lato. Les tiques vectrices de ces bactéries sont des arthropodes hématophages. Elles ont trois stades de développement : larve, nymphe et adulte. Les larves, nymphes et femelles se nourrissent sur un très large spectre d'hôtes, comme des mammifères, des oiseaux ou encore l'Homme. La plupart des études portant sur la contribution des hôtes à la circulation de la maladie de Lyme se sont focalisées sur les mammifères. Celles portant sur les oiseaux se sont principalement intéressées à leur rôle dans la dispersion des tiques sur de longues distances en période de migration des oiseaux. Cependant, les oiseaux jouent aussi un rôle dans la dynamique locale des populations de tiques et des *Borrelia* associées, particulièrement pendant la période de reproduction des oiseaux, qui coïncide avec le pic de densité et de reproduction des tiques (autour de mai-juin). La principale tique vectrice de la maladie de Lyme en Europe est *Ixodes ricinus*, qui peut se nourrir sur des oiseaux de même que d'autres espèces de tiques ornithophiles, telles que *Ixodes frontalis* et *Ixodes arboricola* (Heylen, Tijssse et al. 2013). En Europe, seules quelques études se sont intéressées au rôle des oiseaux pendant leur période de reproduction (Heylen, Tijssse et al. 2013, Norte, Ramos et al. 2013). En France, une seule étude mise en œuvre par les partenaires du projet a montré que la charge en tiques des oiseaux en reproduction est très variable entre espèces d'oiseaux (Marsot, Henry et al. 2012). Cette étude a notamment révélé que les espèces contribuant potentiellement le plus au risque de la maladie de Lyme pour l'Homme ne sont pas les quelques grandes espèces avec de fortes charges en tiques, mais des petites espèces se nourrissant près du sol avec des charges modérées, car les abondances de ces dernières sont plus élevées, et portent dans l'absolu plus de tiques à l'échelle de la communauté d'oiseaux.

En période de reproduction, les oiseaux sont peu mobiles et localisés dans une zone de nidification de taille limitée. Ils peuvent être impliqués dans deux processus locaux: (i) la dynamique de population des tiques, et (ii) la circulation des *Borrelia*. Pour une espèce d'oiseau donnée, le premier processus dépend plutôt de l'habitat de l'oiseau et de ses traits d'histoire de vie, qui modulent son exposition plus ou moins importante aux tiques. Le second processus dépend plutôt de la compétence d'hôte de l'espèce d'oiseau, qui est a priori contrôlée par des facteurs génétiques. L'idée de ce projet de thèse est de mieux comprendre l'implication des principales espèces d'oiseaux nicheurs français dans ces deux processus, et la contribution spécifique de chaque communauté d'espèces au risque acarologique local (défini comme la densité de nymphes à l'affût infectées par *Borrelia*). Ainsi, déterminer les patrons écologiques et phylogénétiques influençant l'infection par *Borrelia* des tiques des oiseaux et étudier leur impact sur le risque de la maladie de Lyme pour l'Homme permettraient d'améliorer la compréhension de la dynamique de transmission de la bactérie entre oiseaux et populations de tiques conduisant à une meilleure prévention pour limiter et enrayer l'augmentation de l'incidence de la maladie en France (Kilpatrick, Dobson et al. 2017).

Les principaux objectifs

Trois objectifs structurent le travail de recherche :

Objectif 1 – Rôle des oiseaux en reproduction sur la dynamique locale de population de tiques

Les charges en tiques des hôtes vertébrés dépendent de facteurs liés à la disponibilité des tiques (Randolph, Green et al. 2002) et à des caractéristiques de l'hôte (Pisanu, Marsot et al. 2010, Marsot, Henry et al. 2012). L'objectif consiste à évaluer le rôle des oiseaux en reproduction sur la dynamique locale de population de tiques en France et à identifier les espèces de tiques associées. Pour cela, nous développerons un indice de risque par espèce aviaire d'héberger des tiques en fonction de l'habitat et des traits d'histoire de vie des oiseaux. En plus de cela, nous identifierons les tiques des oiseaux afin de quantifier la proportion de tiques infestant les oiseaux de l'espèce *I. ricinus*, principal vecteur de la maladie de Lyme en Europe, par rapport à celle des tiques ornithophiles, *I. frontalis* et *I. arboricola*.

Objectif 2 – Rôle des oiseaux en reproduction dans la circulation locale de *Borrelia*

Les oiseaux acquièrent l'infection en *Borrelia* suite à une pique de tique au stade de nymphe principalement. Les larves ne sont pas infectantes puisque la transmission transovarienne (de la femelle adulte aux œufs) est négligeable. Ainsi, si une larve est détectée infectée sur un oiseau, on considère que l'oiseau a infecté la larve naïve pour *Borrelia* avant son repas de sang. Et l'espèce d'oiseau concernée est donc très probablement réservoir compétent. Seules quelques études ont évalué des taux d'infection de tiques d'oiseaux communs en Europe (Heylen, Krawczyk et al. 2017, Palomar, Portillo et al. 2017). L'objectif 2 consiste à quantifier les taux d'infection des tiques portées par les oiseaux par les différentes espèces de *Borrelia* en France. Un indice de risque de compétence d'hôte pour chaque espèce de *Borrelia* par espèce aviaire sera élaboré. Nous caractériserons la structure du réseau Habitats-Oiseaux-Tiques-*Borrelia*. Cette approche visera à répondre aux questions suivantes : Quelles sont les contributions respectives des strates du réseau dans la détermination de la prévalence des différentes espèces de *Borrelia* sur un site donné ? Ces contributions sont-elles liées majoritairement à l'habitat, à la composition de la communauté d'oiseaux ou aux espèces de tiques présentes ?

Objectif 3 – Contribution relative des communautés aviaires au risque acarologique

L'objectif 3 consiste à évaluer la contribution relative des oiseaux en reproduction pour le risque de la maladie de Lyme pour l'Homme. En comparant l'infection des nymphes sur les oiseaux et celle des nymphes dans le milieu, nous pourrions affiner la contribution relative des oiseaux à ce risque. Plus les prévalences des différentes espèces de tiques et de *Borrelia* vont différer, moins la communauté locale d'oiseaux est déterminante pour le risque acarologique (la composition en mammifères par exemple pouvant être considérée comme plus importante). Pour cela, une collecte de tiques à l'affût et une estimation d'abondance relative des espèces aviaires sur une quinzaine de sites contrastés en termes de diversité aviaire et d'habitat sera réalisée par le doctorant. A partir de ces données et des indices de risques développés dans les volets précédents, un indice de risque à l'échelle de la communauté d'oiseaux d'un habitat donné permettra de quantifier la part de la communauté d'oiseaux et celle du site (liée aux caractéristiques de végétation, de disponibilité en tiques...) dans la variabilité du risque acarologique local.

Références citées

- Barbour, A. G. and D. Fish (1993). "The biological and social phenomenon of Lyme disease." Science (New York, N.Y.) **260**(5114): 1610-1616.
- Brownstein, J. S., T. R. Holford and D. Fish (2005). "Effect of Climate Change on Lyme Disease Risk in North America." Ecohealth **2**(1): 38-46.
- Ertel, S. H., R. S. Nelson and M. L. Cartter (2012). "Effect of surveillance method on reported characteristics of Lyme disease, Connecticut, 1996-2007." Emerg Infect Dis **18**(2): 242-247.
- Heylen, D., A. Krawczyk, I. Lopes de Carvalho, M. S. Nuncio, H. Sprong and A. C. Norte (2017). "Bridging of cryptic *Borrelia* cycles in European songbirds." Environ Microbiol **19**(5): 1857-1867.
- Heylen, D., E. Tijssse, M. Fonville, E. Matthyssen and H. Sprong (2013). "Transmission dynamics of *Borrelia burgdorferi* s.l. in a bird tick community." Environ Microbiol **15**(2): 663-673.
- Kilpatrick, A. M., A. D. M. Dobson, T. Levi, D. J. Salkeld, A. Swei, H. S. Ginsberg, A. Kjemtrup, K. A. Padgett, P. M. Jensen, D. Fish, N. H. Ogden and M. A. Diuk-Wasser (2017). "Lyme disease ecology in a changing world: consensus, uncertainty and critical gaps for improving control." Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci **372**(1722).
- Marsot, M., P.-Y. Henry, G. Vourc'h, P. Gasqui, E. Ferquel, J. Laignel, M. Grysan and J.-L. Chapuis (2012). "Which forest bird species are the main hosts of the tick, *Ixodes ricinus*, the vector of *Borrelia burgdorferi* sensu lato, during the breeding season?" International Journal for Parasitology **42**: 781-788.

Norte, A. C., J. A. Ramos, L. Gern, M. S. Nuncio and I. Lopes de Carvalho (2013). "Birds as reservoirs for *Borrelia burgdorferi* s.l. in Western Europe: circulation of *B. turdi* and other genospecies in bird-tick cycles in Portugal." *Environ Microbiol* **15**(2): 386-397.

Palomar, A. M., A. Portillo, P. Santibanez, D. Mazuelas, L. Roncero, O. Gutierrez and J. A. Oteo (2017). "Presence of *Borrelia turdi* and *Borrelia valaisiana* (Spirochaetales: Spirochaetaceae) in Ticks Removed From Birds in the North of Spain, 2009-2011." *J Med Entomol* **54**(1): 243-246.

Pisanu, B., M. Marsot, J. Marmet, J.-L. Chapuis, D. Réale and G. Vourc'h (2010). "Introduced Siberian chipmunks are more heavily infested by ixodid ticks than are native bank voles in a suburban forest in France." *International Journal for Parasitology* **40**: 1277-1283.

Randolph, S. E., R. M. Green, A. N. Hoodless and M. F. Peacey (2002). "An empirical quantitative framework for the seasonal population dynamics of the tick *Ixodes ricinus*." *International Journal for Parasitology* **32**(8): 979-989.

Equipe d'accueil : Le projet sera réalisé au sein de l'ANSES (Laboratoire de Santé Animale de Maisons-Alfort – Unité EPI), en partenariat avec le Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (UMR 7179 MNHN CNRS – MECADEV & UMR 7204 MNHN CNRS SU – CESCO) et avec l'UMR BIPAR – Equipe Vectotiq (ANSES INRA ENVA).

Encadrants : Pierre-Yves HENRY (henry@mnhn.fr), Maud MARSOT (maud.marsot@anses.fr) et Sara MOUTAILLER (sara.moutailler@anses.fr)

Lieu d'affectation du doctorant : ANSES – Laboratoire de Santé Animale de Maisons-Alfort – Unité EPI – 14 rue Pierre et Marie Curie – 94700 Maisons-Alfort – France.

Emploi : Le(la) doctorant(e) sera engagé(e) pour une période de 3 ans (octobre 2019-septembre 2021), sur la base d'un salaire mensuel net de 1370€ Il(elle) s'engage à rédiger une thèse, et à valoriser ses résultats par des publications (au moins deux avant la soutenance) dans des revues internationales de haut rang et des communications dans des congrès internationaux.

Candidature : Le(la) candidat(e) doit être titulaire ou suivre cette année un Master 2 dans des disciplines relevant des Sciences de la Vie : Ecologie, Epidémiologie, Biométrie ou autres disciplines pertinentes.

Le(la) candidat(e) doit posséder les compétences suivantes :

- Connaissances dans le domaine de la santé animale. Notions en épidémiologie et/ou en ornithologie fortement appréciées
- Maîtrise des outils d'analyses statistiques et cartographiques usuels (R, SIG...)
- Maîtrise de l'anglais scientifique (écrit et oral) et compétences rédactionnelles

Les dossiers de candidature (lettre de motivation, CV détaillé avec parcours universitaire et expériences de recherche, relevés de notes obtenus et/ou mentions obtenues au cours du M1 et M2 ou équivalence, le résumé des travaux de master sauf si clause de confidentialité) sont à adresser par courriel aux adresses suivantes : maud.marsot@anses.fr et henry@mnhn.fr. Les candidatures seront accompagnées des noms, et adresses e-mail d'au moins deux personnes référentes.

Les candidatures incomplètes ne seront pas prises en compte. Une première sélection sera effectuée sur la base du dossier de candidature. Les candidat(e)s retenu(e)s seront invité(e)s à une audition à Paris le 20 juin 2019.

Date limite de dépôt des dossiers : suite à l'obtention du financement complet pour ce sujet de thèse, la date de candidature est repoussée au 17 juin 2019 (minuit). Dans votre candidature, merci de signaler votre disponibilité pour une audition le 20 juin (et une date alternative, au cas où vous ne seriez pas disponible à cette date).

Pour tous renseignements, vous pouvez contacter : Maud MARSOT (+33 (0)1.49.77.22.53)