



HAL
open science

Comparaison de différentes méthodes de surveillance des tiques dans une approche One Health en région lyonnaise

Anna Haxel

► To cite this version:

Anna Haxel. Comparaison de différentes méthodes de surveillance des tiques dans une approche One Health en région lyonnaise. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04849823

HAL Id: dumas-04849823

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04849823v1>

Submitted on 19 Dec 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2024 - Thèse n° 112

COMPARAISON DE DIFFÉRENTES MÉTHODES DE SURVEILLANCE DES TIQUES DANS UNE APPROCHE ONE HEALTH EN RÉGION LYONNAISE

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 19 novembre 2024
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

HAXEL Anna

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2024 - Thèse n° 112

COMPARAISON DE DIFFÉRENTES MÉTHODES DE SURVEILLANCE DES TIQUES DANS UNE APPROCHE ONE HEALTH EN RÉGION LYONNAISE

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 19 novembre 2024
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

HAXEL Anna

Liste des enseignants du campus vétérinaire de Lyon

(29/08/2024)

Mme	ABITBOL	Marie	Professeur
M.	ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	Maître de conférences
Mme	ARCANGIOLI	Marie-Anne	Professeur
Mme	AYRAL	Florence	Maître de conférences
Mme	BECKER	Claire	Professeur
Mme	BELLUCO	Sara	Maître de conférences
Mme	BENAMOU-SMITH	Agnès	Maître de conférences
M.	BENOIT	Etienne	Professeur
M.	BERNY	Philippe	Professeur
Mme	BLONDEL	Margaux	Maître de conférences
M.	BOURGOIN	Gilles	Maître de conférences
Mme	BRASSARD	Colline	Maître de conférences (stagiaire)
M.	BRUTO	Maxime	Maître de conférences
M.	BRUYERE	Pierre	Maître de conférences
M.	BUFF	Samuel	Professeur
M.	BURONFOSSE	Thierry	Professeur
M.	CACHON	Thibaut	Maître de conférences
M.	CADORÉ	Jean-Luc	Professeur
Mme	CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	Professeur
Mme	CANNON	Leah	Maître de conférences (stagiaire)
M.	CHABANNE	Luc	Professeur
Mme	CHALVET-MONFRAY	Karine	Professeur
M.	CHANOIT	Guillaume	Professeur
M.	CHETOT	Thomas	Maître de conférences
Mme	DE BOYER DES ROCHES	Alice	Professeur
Mme	DELIGNETTE-MULLER	Marie-Laure	Professeur
Mme	DJELOUADJI	Zorée	Professeur
Mme	ESCRIOU	Catherine	Maître de conférences
M.	FRIKHA	Mohamed-Ridha	Maître de conférences
M.	GALIA	Wessam	Maître de conférences
M.	GILLET	Benoit	Maître de conférences
Mme	GILOT-FROMONT	Emmanuelle	Professeur
M.	GONTHIER	Alain	Maître de conférences
Mme	GREZEL	Delphine	Maître de conférences
Mme	HUGONNARD	Marine	Maître de conférences
Mme	JEANNIN	Anne	Inspecteur en santé publique vétérinaire
Mme	JOSSON-SCHRAMME	Anne	Chargée d'enseignement contractuelle
M.	JUNOT	Stéphane	Professeur
M.	KODJO	Angeli	Professeur
Mme	KRAFFT	Emilie	Maître de conférences
Mme	LAABERKI	Maria-Halima	Maître de conférences
Mme	LAMBERT	Véronique	Maître de conférences
Mme	LE GRAND	Dominique	Professeur
Mme	LEBLOND	Agnès	Professeur
Mme	LEDOUX	Dorothée	Maître de conférences
M.	LEFEBVRE	Sébastien	Maître de conférences
Mme	LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	Maître de conférences
M.	LEGROS	Vincent	Maître de conférences
M.	LEPAGE	Olivier	Professeur

Mme	LOUZIER	Vanessa	Professeur
M.	LURIER	Thibaut	Maître de conférences
M.	MAGNIN	Mathieu	Maître de conférences
M.	MARCHAL	Thierry	Professeur
Mme	MOSCA	Marion	Maître de conférences
M.	MOUNIER	Luc	Professeur
Mme	PEROZ	Carole	Maître de conférences
M.	PIN	Didier	Professeur
Mme	PONCE	Frédérique	Professeur
Mme	PORTIER	Karine	Professeur
Mme	POUZOT-NEVORET	Céline	Professeur
Mme	PROUILLAC	Caroline	Professeur
M.	RACHED	Antoine	Maître de conférences
Mme	REMY	Denise	Professeur
Mme	RENE MARTELLET	Magalie	Maître de conférences
M.	ROGER	Thierry	Professeur
M.	SAWAYA	Serge	Maître de conférences
M.	SCHRAMME	Michael	Professeur
Mme	SERGENTET	Delphine	Professeur
Mme	STORCK	Fanny	Professeur
M.	TORTEREAU	Antonin	Maître de conférences
Mme	VICTONI	Tatiana	Maître de conférences
M.	ZENNER	Lionel	Professeur

Remerciements au jury

A Madame la Professeure Karine CHALVET-MONFRAY,

De Vetagro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse et pour vos conseils,
Mes hommages respectueux et mes remerciements.

A Madame la Docteure Magalie RENE-MARTELLET,

De Vetagro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,

Pour votre encadrement rigoureux, votre aide précieuse et votre disponibilité dans le cadre
de ce travail,

Veillez trouver ici toute ma reconnaissance et mes remerciements chaleureux.

A Monsieur le Professeur Luc CHABANNE,

De Vetagro Sup, Campus vétérinaire de Lyon,

Pour m'avoir fait l'honneur de faire partie de ce jury de thèse,
Mes sincères remerciements.

Table des matières

LISTE DES ANNEXES	9
LISTE DES FIGURES	11
LISTE DES TABLEAUX	13
LISTE DES ABREVIATIONS	15
INTRODUCTION	17
PARTIE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	19
I. Tiques et maladies à tiques, importance en santé humaine et animale en France	19
1. Généralités sur les tiques.....	19
2. Principales tiques rencontrées en France chez les carnivores domestiques et étude de leur distribution géographique	19
3. Rôle vecteur des tiques <i>Ixodes</i> , <i>Dermacentor</i> et <i>Rhipicephalus</i> en France.....	22
4. Tiques et changement climatique.....	26
5. Cas particulier de <i>Hyalomma marginatum</i>	27
A. Distribution géographique	28
B. Rôle pathogène.....	28
C. Changement climatique	29
II. Outils de surveillance des tiques et maladies à tiques	29
1. Méthode de collecte au drap.....	29
2. Méthode de collecte sur les animaux hôtes.....	30
3. Méthode participative	30
III. Les tiques en région lyonnaise : état de l'art et perspectives dans un contexte de changement climatique	31
IV. Animal sentinelle de l'exposition humaine à des maladies à tiques ?	35
1. TBEV et chèvres	35
2. FHCC et ongulés domestiques (bovins et chevaux)	35
3. Lyme et chiens : rôle sentinelle des carnivores domestiques	36
PARTIE 2 : PARTIE EXPERIMENTALE	37
I. Contexte et objectif de l'étude	37
II. Matériels et méthodes	38
1. Collecte de données de présence/abondance de tiques.....	38

A. Programme CiTIQUE : déclaration de piqûre via Signalement Tique.....	38
B. Collecte sur chiens et chats dans les cliniques vétérinaires	39
C. Collectes au drap en mai et juin 2022 sur différents sites du projet ERATIQ.....	39
D. Collectes au drap mensuelles à la Tour de Salvagny, projet CLIMATICK.....	40
2. Données météo	41
3. Analyse des données	41
III. Résultats	42
1. Variations annuelles des déclarations de piqûres et de l'abondance des tiques.....	42
2. Nombre d'hôtes piqués selon l'espèce et nombre moyen de tiques implantées par hôte	43
3. Saisonnalité de l'infestation par les tiques	47
4. Influence de la météorologie sur le risque de piqûre	55
5. Espèces de tiques récoltées selon les méthodes	58
6. Distribution spatiale et environnements favorables aux piqûres.....	61
IV. Discussion	67
1. Variations annuelles des déclarations de piqûres et de l'abondance des tiques.....	67
2. Nombre d'hôtes piqués selon l'espèce et nombre moyen de tiques implantées par hôte	68
3. Saisonnalité de l'infestation par les tiques	69
4. Influence de la météorologie sur le risque de piqûre	71
5. Espèces de tiques récoltées selon les méthodes	72
6. Distribution spatiale et environnements favorables aux piqûres.....	74
CONCLUSION	77
BIBLIOGRAPHIE	79
ANNEXES	91

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Données CiTIQUE transmises sous format Excel	91
Annexe 2 : Feuille de commémoratifs à remplir par les cliniques vétérinaires lors de la collecte des tiques	92

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte représentant la répartition actuellement connue de <i>Ixodes ricinus</i> en Europe (22).....	20
Figure 2 : Carte représentant la répartition actuellement connue de <i>Dermacentor reticulatus</i> en Europe (23).....	21
Figure 3 : Carte représentant la répartition actuellement connue de <i>Rhipicephalus sanguineus</i> en Europe (24)	21
Figure 4 : Estimation du taux d'incidence annuel moyen de la borréliose de Lyme par région, France métropolitaine, 2017 – 2021) (33).....	23
Figure 5 : Carte de France représentant l'importance des déclarations de cas de babésiose canine en fonction du département (49).	25
Figure 6 : Carte de France présentant le taux d'incidence de la babésiose canine en fonction du département (50).	26
Figure 7 : Carte représentant la répartition actuellement connue de <i>Hyalomma marginatum</i> en Europe (69).....	28
Figure 8 : D'après Pichot et al. (19), carte représentant le zonage utilisé pour l'étude et la distribution des tiques <i>Ixodes</i> collectées	33
Figure 9 : Carte des différents climats rencontrés en France, selon Météo France	34
Figure 10 : Page d'accueil du site internet Signalement Tique.....	38
Figure 11 : Localisation des cliniques et des lieux de collecte au drap	40
Figure 12 : Nombre de tique par déclarant (données CiTIQUE)	45
Figure 13 : Nombre de tique par déclarant, animal ou humain (données CiTIQUE).....	46
Figure 14 : Nombre de tique par animal, chat ou chien (données CiTIQUE)	46
Figure 15 : Saisonnalité des déclarations de piqûre par les tiques, obtenue par la somme des déclarations humaines et animales dans la région lyonnaise sur les années 2021, 2022 et 2023 (données CiTIQUE).....	47
Figure 16 : Déclarations humaines au cours de l'année en région lyonnaise selon les années, de 2017 à 2023 (données CiTIQUE).....	48
Figure 17 : Saisonnalité des déclarations humaines de piqûre de tique, obtenue par la somme des déclarations dans la région lyonnaise de 2017 à 2023 sans l'année 2020 (données CiTIQUE).....	49
Figure 18 : Saisonnalité de l'activité des tiques (méthode de collecte au drap, données CLIMATICK) et des déclarations de piqûres de tique (données CiTIQUE), avec les données cumulées des années 2019, 2021 et 2022	50
Figure 19 : Saisonnalité de l'activité des tiques (méthode de collecte au drap, données CLIMATICK) et des déclarations de piqûres de tique (données CiTIQUE), selon les années ...	51
Figure 20 : Nombre d'animaux présentés avec au moins une tique en fonction du mois (dans les cliniques vétérinaires)	52
Figure 21 : Proportions des espèces de tiques collectées chez les chiens selon le mois (dans les cliniques vétérinaires)	53

Figure 22 : Nombre de chiens infestés par différentes espèces de tiques selon le mois (dans les cliniques vétérinaires)	53
Figure 23 : Proportions des espèces de tiques collectées chez les chats selon le mois (dans les cliniques vétérinaires)	54
Figure 24 : Nombre de chats infestés par différentes espèces de tiques selon le mois (dans les cliniques vétérinaires)	54
Figure 25 : Température quotidienne moyenne le jour d'une déclaration de piqûre, en fonction de l'année (données CiTIQUE)	55
Figure 26 : Température quotidienne moyenne le jour d'une déclaration de piqûre pour les années 2018, 2021 et 2022 en région lyonnaise (données CiTIQUE)	56
Figure 27 : Humidité relative quotidienne moyenne le jour d'une déclaration de piqûre, en fonction de l'année (données CiTIQUE)	57
Figure 28 : Humidité relative quotidienne moyenne le jour d'une déclaration de piqûre pour les années 2018, 2021 et 2022 (données CiTIQUE)	57
Figure 29 : Espèces de tiques collectées sur les carnivores domestiques dans les cliniques vétérinaires (n=172)	59
Figure 30 : Espèces de tiques collectées sur les chats dans les cliniques vétérinaires (n=84)	59
Figure 31 : Espèces de tiques collectées sur les chiens dans les cliniques vétérinaires (n=88)	59
Figure 32 : Espèces de tiques ayant piqué un animal et dont la piqûre a été signalée via Signalement Tique (n=17)	60
Figure 33 : Espèces de tiques ayant piqué un humain et dont la piqûre a été signalée via Signalement Tique (n=54)	60
Figure 34 : Espèces de tiques récoltées par la méthode du drap (projet CLIMATICK et ERATIQ, n=1607)	60
Figure 35 : vue satellite des déclarations de piqûres de tiques autour de Lyon (données CiTIQUE)	61
Figure 36 : Déclarations de piqûres de tiques dans un rayon de 20km autour de Lyon (données CiTIQUE)	62
Figure 37 : Nombre de tiques collectées dans les trois cliniques vétérinaires et sur les trois sites de collecte au drap du projet ERATIQ et distribution spatiale des piqûres déclarées via Signalement Tique	63
Figure 38 : Répartition des piqûres de tiques par environnement, en fonction de l'hôte en région lyonnaise (données CiTIQUE)	65
Figure 39 : Répartition des piqûres de tiques par environnement, en fonction de l'hôte en région lyonnaise (données CiTIQUE)	66
Figure 40 : Nombre d'animaux piqués en fonction de l'environnement et de l'espèce hôte (données CiTIQUE)	67
Figure 41 : Conditions pour qu'un signalement ait lieu sur Signalement Tique	67

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Agents pathogènes transmis par les tiques aux hommes et aux carnivores domestiques en France	23
Tableau II : Incidence des maladies humaines en France et prévalence du pathogène dans les populations de tiques	24
Tableau III : Nombre de déclarations de piqûres sur Signalement Tique en fonction de l'hôte et de l'année dans un rayon de 60km autour de Lyon.....	42
Tableau IV : Nombre de tiques collectées sur le site de La Tour de Salvagny en fonction de l'année	42
Tableau V : Nombre d'animaux piqués par une tique et nombre de tiques récupérées dans les cliniques vétérinaires.....	43
Tableau VI : Nombre d'hôtes (animal ou humain) piqués par une tique et nombre de tiques signalées via Signalement Tique (données CiTIQUE)	44
Tableau VII : Espèces et stades des tiques collectées sur les carnivores domestiques dans les cliniques vétérinaires entre février 2022 et mai 2024	58
Tableau VIII : Nombre de tiques collectées et densité de tique au m ² en mai et juin 2022 sur les sites de collecte au drap du projet ERATIQ	64
Tableau IX : Environnement où ont eu lieu les piqûres de tiques déclarées via Signalement Tique, en fonction de l'hôte (données CiTIQUE)	64

LISTE DES ABREVIATIONS

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

Cf. : confer

FHCC : Fièvre hémorragique de Crimée-Congo

i.e. : id est

INRAE : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

LAR : lymphangitis-associated rickettsiosis

RR : Risque relatif

SACPA : Service pour l'Assistance et le Contrôle du Peuplement Animal

sl. : sensu lato

TBEV : Tick-borne encephalitis virus

TIBOLA : Tick-borne lymphadenitis

INTRODUCTION

Les tiques transmettent une plus grande diversité d'agents pathogènes (incluant des bactéries, des virus et des parasites) que n'importe quel autre groupe d'arthropodes (1) et le risque lié aux maladies à tiques augmente à l'échelle mondiale (2). Les tiques sont en Europe le principal vecteur d'agents pathogènes responsables de maladies infectieuses humaines et animales (3). La maladie de Lyme est la maladie humaine liée aux tiques la plus fréquente en France et en Europe (4), elle est causée par une bactérie transmise par les tiques du genre *Ixodes* sp. notamment *Ixodes ricinus*, largement répandue sur le territoire français (5). L'incidence de la maladie de Lyme en France en 2023 a été estimée à 59 nouveaux cas / 100 000 habitants et a atteint un maximum en 2018 avec 104 nouveaux cas / 100 000 habitants (6). Dans plusieurs régions l'incidence estimée dépasse régulièrement 200 nouveaux cas / 100 000 habitants et la région Rhône-Alpes présente depuis le début de la surveillance en 2009 une incidence supérieure à la moyenne française. La maîtrise du risque lié aux tiques est un enjeu de santé humaine et animale important (7).

La caractérisation du risque de transmission d'agents pathogènes par les tiques passe premièrement par la connaissance des espèces de tiques qui circulent sur un territoire donné. Elle passe également par la détermination de zones et de périodes à risque. Pour savoir quelles sont les espèces présentes et quelles sont les zones et périodes à risque, une surveillance est nécessaire.

La surveillance des animaux pourrait présenter un intérêt pour évaluer le risque pour l'homme. Les animaux peuvent en effet agir comme des sentinelles chargées de détecter un danger. La notion d'animal sentinelle est ancienne : le canari était par exemple utilisé dans les années 1870 dans les mines de charbon pour une détection précoce de la présence de monoxyde de carbone (8). Les chiens partagent le même environnement que leur maître et sont exposés aux mêmes agents chimiques et biologiques, ils ont ainsi la possibilité d'être les sentinelles de nombreux dangers pour l'homme. L'animal sentinelle est aujourd'hui principalement étudié et utilisé en toxicologie (9), par exemple pour les affections tumorales (10, 11), mais assez peu pour les maladies infectieuses, notamment à tiques (12).

Pour surveiller les tiques il existe différentes méthodes : la collecte au drap, des méthodes participatives et la collecte sur des animaux. Ces différentes méthodes donnent-elles la même information ou sont-elles complémentaires ?

L'objectif de cette étude est de réaliser un état des lieux des connaissances et de comparer les résultats issus de trois méthodes différentes de surveillance de tiques dans la région lyonnaise. Nous cherchons à déterminer quel type d'information ces différentes méthodes sont susceptibles d'apporter, notamment en ce qui concerne l'écologie des tiques et le risque de piqûre pour les animaux et les humains. L'objectif est également de contribuer à l'évaluation de l'intérêt et de la faisabilité de la mise en place de nouvelles méthodes de surveillance, notamment une surveillance des animaux domestiques.

Notre première partie, bibliographique, s'intéresse dans un premier temps aux tiques et maladies à tiques en France, puis aux méthodes permettant de réaliser une surveillance de celles-ci, elle réalise ensuite un focus sur la région lyonnaise et aborde enfin la notion d'animal sentinelle. Notre deuxième partie présente les résultats d'un travail expérimental visant à comparer des résultats issus des différentes méthodes de surveillance des tiques dans la région lyonnaise.

PARTIE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Tiques et maladies à tiques, importance en santé humaine et animale en France

1. Généralités sur les tiques

Les tiques sont des acariens hématophages qui présentent trois phases de développement : les larves, les nymphes et les adultes (mâle et femelle). La tique prend un repas de sang à chaque étape de sa vie, permettant le passage de larve à nymphe, de nymphe à adulte et la ponte pour la tique femelle. C'est un parasite visible à l'œil nu mais de petite taille : 0,5mm pour une larve, 1mm pour une nymphe, 3mm pour un adulte, mais elles peuvent être plus grandes si elles sont gorgées de sang (13).

A chaque repas, la tique peut s'infecter par un parasite, une bactérie ou un virus pathogène présent chez l'hôte sur lequel elle a pris son repas. Elle peut alors être infectée toute sa vie si les agents pathogènes sont capables d'être transmis d'un stade de la tique à un autre (transmission transtadiale), et sa descendance peut également être infectée selon l'agent pathogène (transmission transovarienne). La tique deviendra vectrice si elle permet à l'agent pathogène de survivre et de migrer vers ses glandes salivaires pour être transmis lors de son repas de sang suivant, via ses sécrétions salivaires.

En Europe, les tiques sont principalement actives au printemps (mai, juin), et dans une moindre mesure à la fin de l'été et en automne. On observe généralement une interruption de leur activité en hiver, toutefois une activité résiduelle est fréquemment observée, notamment dans les régions où les hivers sont doux (14) mais également en région lyonnaise (15, 16).

Elles sont présentes dans des environnements qui varient selon l'espèce en question, mais globalement plus abondantes en forêt ou dans les espaces verts.

Du fait de leur comportement exploratoire, les carnivores domestiques sont particulièrement exposés aux tiques lorsqu'ils fréquentent des environnements à risque.

2. Principales tiques rencontrées en France chez les carnivores domestiques et étude de leur distribution géographique

En France, quatre espèces de tiques sont le plus souvent rencontrées chez les carnivores domestiques : *Ixodes ricinus*, *Ixodes hexagonus*, *Dermacentor reticulatus* et *Rhipicephalus sanguineus*. Les tiques sont présentes sur tout le territoire, avec des variations régionales.

Les tiques étant vectrices d'agents pathogènes, leur répartition a un impact sur les risques encourus par les hommes et les animaux. Ainsi, les risques pour les carnivores domestiques

varient en fonction de leur lieu de résidence et de leur accès ou non à des zones favorables aux tiques.

Ixodes ricinus est largement distribuée en France, mais est pratiquement absente du pourtour méditerranéen. On la retrouve surtout dans les zones boisées et humides (forêts, buissons, prairies, hautes herbes) et elle est particulièrement active entre 10 et 25 degrés (elle commence son activité à 7°C). On la retrouve dans des milieux urbanisés notamment lorsqu'ils sont proches de milieux forestiers (17). Une carte de France des zones favorables à *Ixodes ricinus* a été établie à l'échelle de la municipalité (18). Sa distribution européenne est présentée dans la figure 1.

Ixodes hexagonus est une tique endophile qui vit dans les terriers ou nids de ses hôtes (hérissons, renards). Elle a déjà été mise en évidence à plusieurs reprises en région Rhône-Alpes (19) mais pourrait être présente sur tout le territoire.

Dermacentor reticulatus est répandue surtout dans les zones sèches, les prairies, les lisières de bois et les clairières. On peut la retrouver aussi dans les milieux urbains et les terrains en friche. Les températures idéales pour son activité sont entre 12 et 25 degrés (17). On la retrouve moins en climat méditerranéen (20). Sa distribution européenne est présentée dans la figure 2.

Rhipicephalus sanguineus est principalement présente dans le sud-est de la France, en climat méditerranéen. C'est une tique plus thermophile, mais elle peut être retrouvée également ailleurs, dans des milieux abrités tels que les chenils (17, 21). Sa distribution européenne est présentée dans la figure 3.

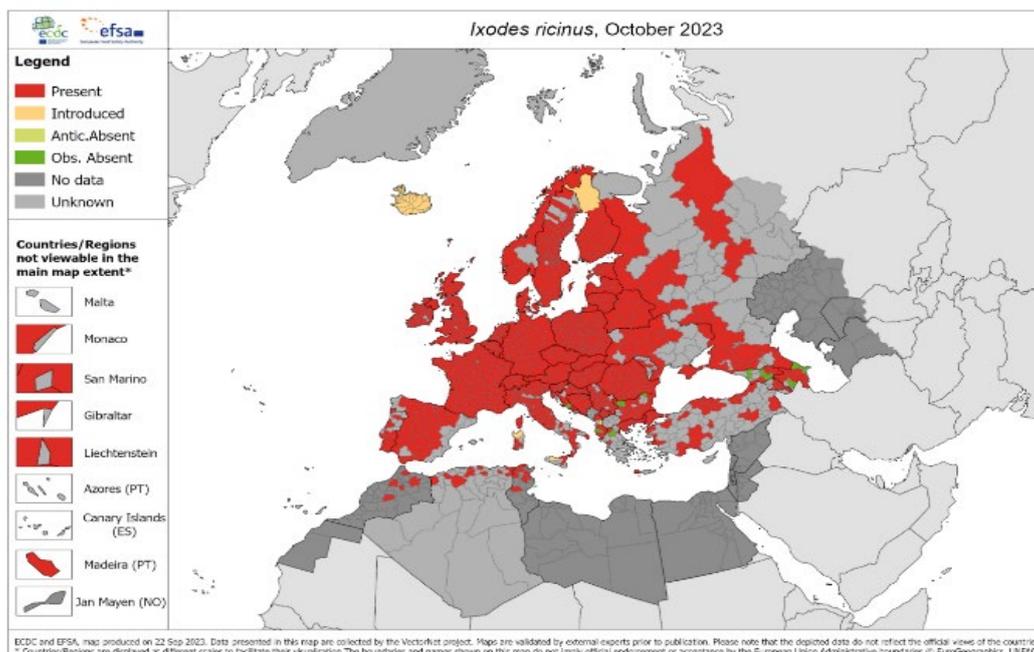


Figure 1 : Carte représentant la répartition actuellement connue de *Ixodes ricinus* en Europe

(22)

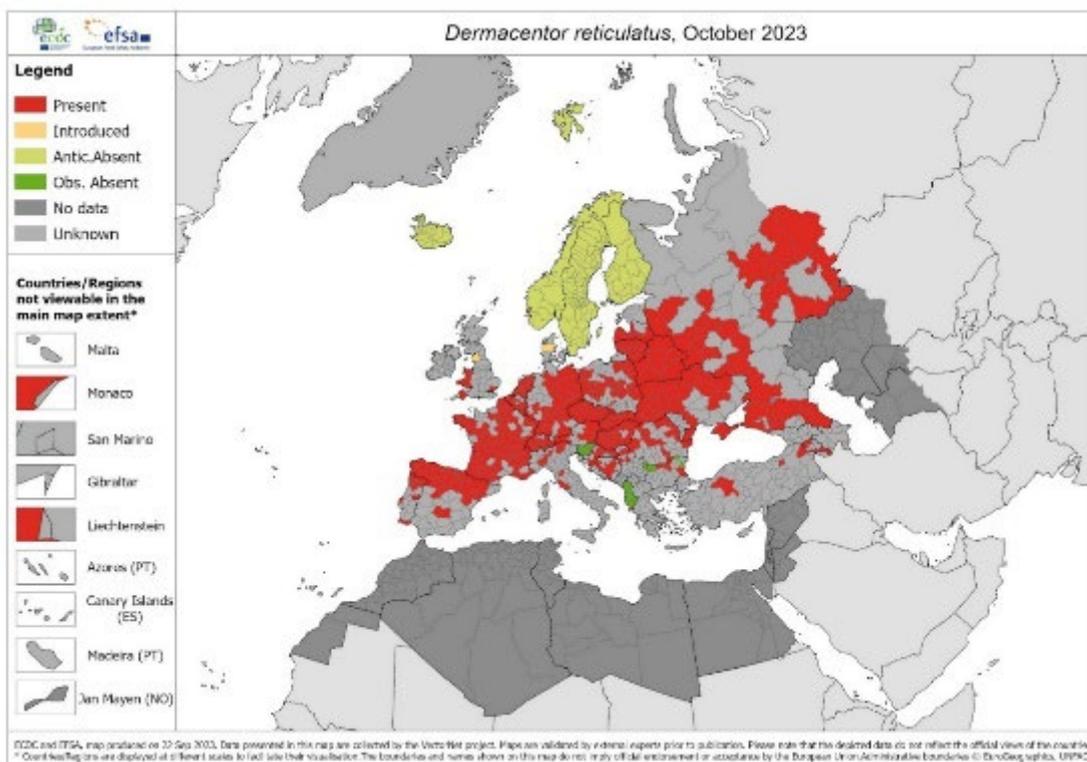


Figure 2 : Carte représentant la répartition actuellement connue de *Dermacentor reticulatus* en Europe (23)

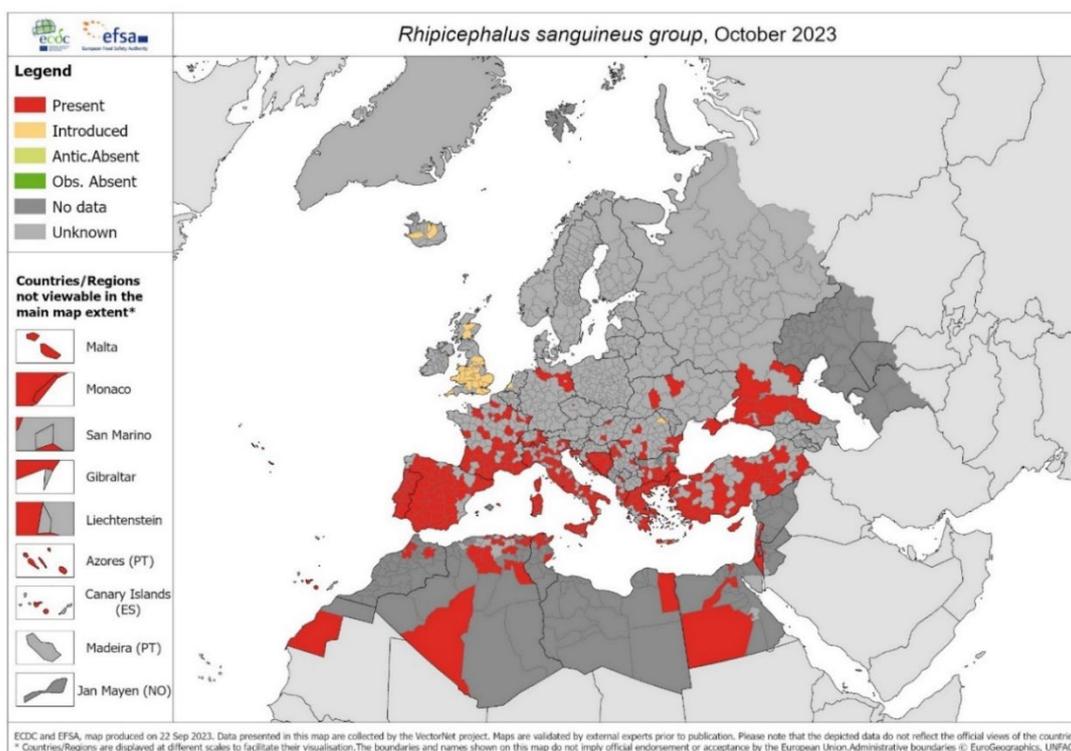


Figure 3 : Carte représentant la répartition actuellement connue de *Rhipicephalus sanguineus* en Europe (24)

3. Rôle vecteur des tiques *Ixodes*, *Dermacentor* et *Rhipicephalus* en France

Les tiques sont vectrices d'agents pathogènes responsables de maladies infectieuses humaines et animales d'origine bactérienne, virale ou parasitaire (Tableau I). Les humains et les carnivores domestiques sont exposés à partir du moment où ils se rendent dans une zone à risque, mais les tiques non fixées présentes sur les carnivores domestiques représentent également un risque pour les détenteurs de l'animal (25).

Outre la transmission d'agents pathogènes, les tiques peuvent représenter un danger du fait de la spoliation sanguine, de l'irritation locale, de potentielles réactions allergiques et de la capacité pour certaines d'entre elles à provoquer des toxicoses (1).

Les tiques du genre *Dermacentor* jouent un rôle dans la transmission des agents de babésioses animales (26) et de rickettsioses humaines (Syndrome TIBOLA) (27).

Ixodes ricinus est connue pour être le vecteur des bactéries du complexe *Borrelia burgdorferi sensu lato*, agents de la maladie de Lyme, mais aussi du virus de l'encéphalite à tiques, et elle joue un rôle dans la transmission de babésioses humaines et de l'anaplasmose granulocytaire notamment (27, 28).

Rhipicephalus sanguineus est vectrice d'agents d'ehrlichiose canine, de rickettsiose humaine (fièvre boutonneuse) et de maladies parasitaires telles que la babésiose et l'hépatozoonose canines (21).

Ixodes hexagonus est moins étudiée qu'*Ixodes ricinus*, il a cependant été montré en laboratoire qu'elle était un vecteur compétent de *Borrelia burgdorferi* *sl* (29) et cette bactérie est parfois retrouvée dans cette tique sur le terrain. Néanmoins, elle est moins susceptible de piquer l'humain qu'*Ixodes ricinus* du fait de son caractère endophile (30). Elle est également considérée comme un vecteur potentiel de l'encéphalite à tiques (31).

Espèce de tique	Agents pathogènes	Maladies	Hôtes sensibles
<i>Ixodes ricinus</i>	<i>Borrelia burgdorferi sensu lato</i>	Maladie de Lyme	Homme, chien, bovins, cheval
	<i>Bartonella spp.</i>	Bartonellose	Homme, chien, vache
	Tick borne encephalitis virus (TBEV)	Encéphalite à tique	Homme, chien, ruminants
	<i>Babesia spp.</i> dont <i>B. divergens</i>	Babésiose	Homme, vache
	<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	Anaplasmose granulocytaire	Homme, vache, chèvre, mouton, chevaux, chien, chat
	<i>Coxiella burnetii</i>	Fièvre Q	Homme, chèvre, mouton, vache

	<i>Francisella tularensis</i>	Tularémie	Homme, rongeur, mouton, chèvre
<i>Dermacentor sp.</i>	<i>Babesia spp.</i> dont <i>Babesia canis</i>	Babésiose	Chien, cheval
	<i>Rickettsia slovaca</i> ; <i>Rickettsia sibirica subsp. mongolotimonae</i>	TIBOLA ; LAR	Homme
<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	<i>Ehrlichia canis</i>	Ehrlichiose	Chien
	<i>Babesia vogeli</i>	Babésiose	Chien
	<i>Hepatozoon canis</i>	Hepatozoonose	Chien
	<i>Anaplasma platys</i>	Anaplasmose	Chien
	<i>Rickettsia conorii</i>	Fièvre boutonneuse méditerranéenne	Homme

Tableau I : Principaux agents pathogènes transmis par les tiques aux hommes et aux carnivores domestiques en France

La prévalence moyenne d'infection d'*Ixodes ricinus* par *Borrelia burgdorferi* varie de 2 à 25 % selon les études et la région considérée (32).

En France entre 2017 et 2021, l'incidence annuelle moyenne estimée de la maladie de Lyme est de 82 cas / 100 000 habitants (33), avec une disparité régionale importante (Figure 4) : l'Alsace, la Lorraine et le Limousin ont les taux d'incidence annuels les plus élevés, la région Rhône Alpes également dans une moindre mesure avec un taux d'incidence annuel de 171 cas / 100 000 habitants (34, 35).

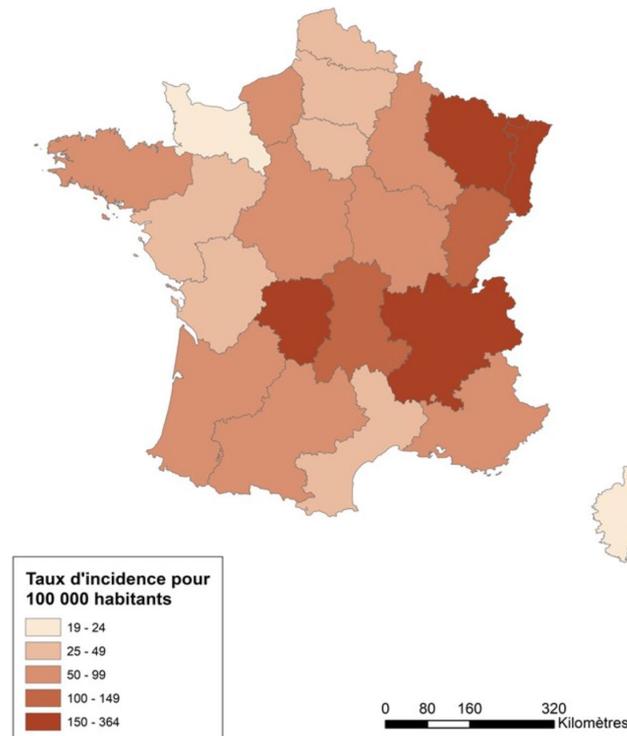


Figure 4 : Estimation du taux d'incidence annuel moyen de la borréliose de Lyme par région, France métropolitaine, 2017 – 2021) (33)

Concernant l'encéphalite à tiques, une trentaine de cas sont diagnostiqués par an depuis 2021, essentiellement en Haute Savoie et en Alsace. La région Auvergne Rhône Alpes a été identifiée comme une zone de circulation du virus (36).

D'autres maladies à tiques sont moins fréquentes en France : fièvre boutonneuse méditerranéenne (10 cas par an), anaplasmose granulocytaire humaine (moins de 10 cas par an), tularémie (entre 50 et 100 cas par an, dont 20 % sont dus à la transmission par une tique), babésiose humaine (moins de 5 cas par an) (37, 38).

Le tableau II présente les incidences humaines des principales maladies à tiques en France et les taux d'infections par les agents responsables dans les tiques.

Pathogènes	Nombre de nouveaux cas humain / an	Vecteur et % de tiques infectées	Référence
<i>Borrelia burgdorferi</i>	50 000	Ixodes 2-20 %	(39),(39), (40)
Virus de l'encéphalite à tiques	29 en 2016 Autour de 30 en 2022	Ixodes 0-1,4 %	(36), (41), (32)
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	0-10	Ixodes 1-2 % (variations plus grandes selon régions en réalité)	(42), (28), (32)
<i>Rickettsia conorii</i>	6 à 18 entre 2018 et 2021	Rhipicephalus 16 %	(43), (40)
<i>Rickettsia slovaca</i>	8 à 26 entre 2018 et 2021	Dermacentor 10-20 %	(43)
<i>Babesia microti/divergens</i>	Peu de cas rapportés : une trentaine en tout jusque 2020	Ixodes 2 %	(44)

Tableau II : Incidence des maladies humaines en France et prévalence du pathogène dans les populations de tiques

Les carnivores domestiques peuvent aussi être atteints de la borréliose de Lyme (45).

Concernant la piroplasmose canine, elle est causée principalement par *B. canis*, ou par *B. vogeli*, dont les vecteurs sont respectivement les tiques du genre *Dermacentor* et *R. sanguineus*. La maladie est présente sur l'ensemble du territoire mais les départements au sud-ouest sont les plus à risque (46, 47). A titre d'exemple, en 2019, 70 000 chiens ont été diagnostiqués en une année (48). La figure 5 présente les départements les plus à risque selon deux enquêtes réalisées en 2005 et 2006.

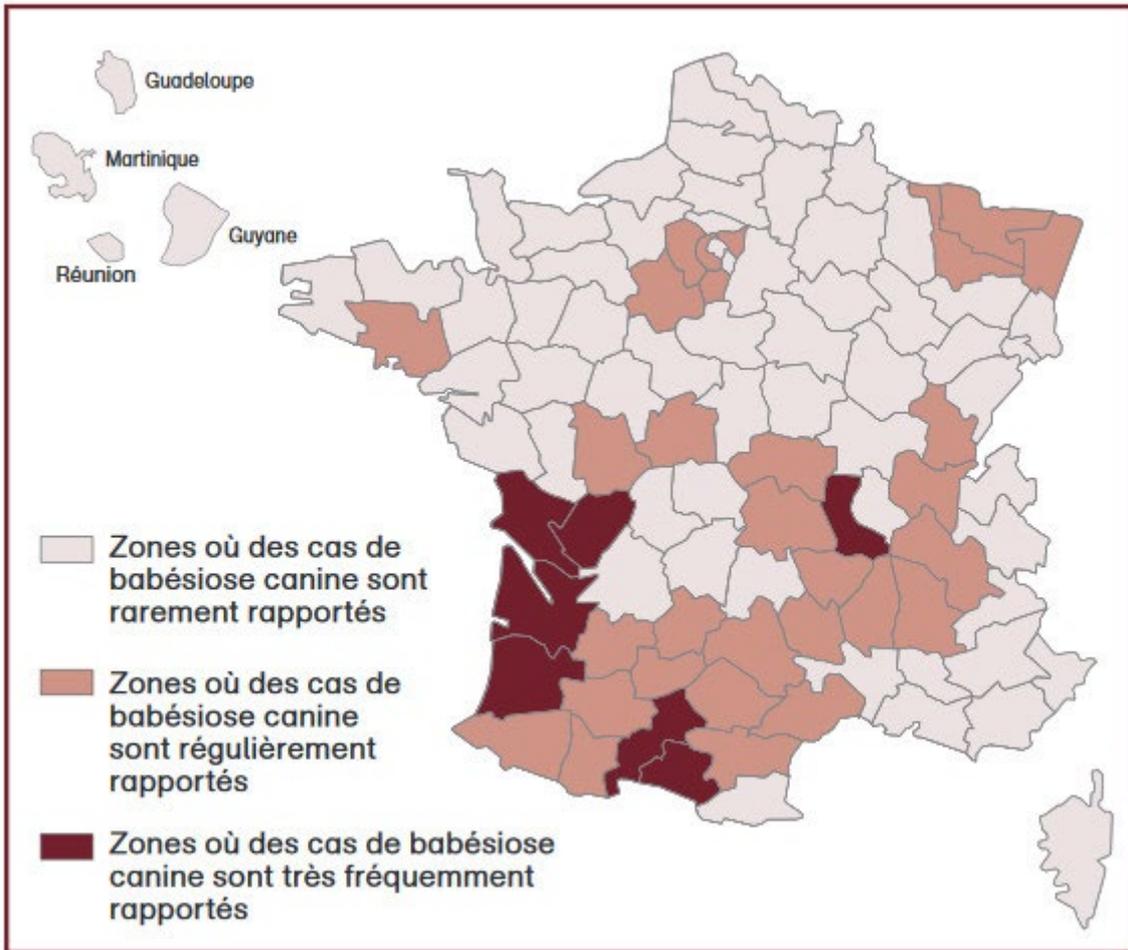


Figure 5 : Carte de France représentant l'importance des déclarations de cas de babésiose canine en fonction du département (49).

La figure 6 présente le taux d'incidence en fonction du département, estimé selon les résultats d'une enquête de 2010 (50). On observe un taux d'incidence de la maladie globalement plus élevé dans le Sud Ouest.

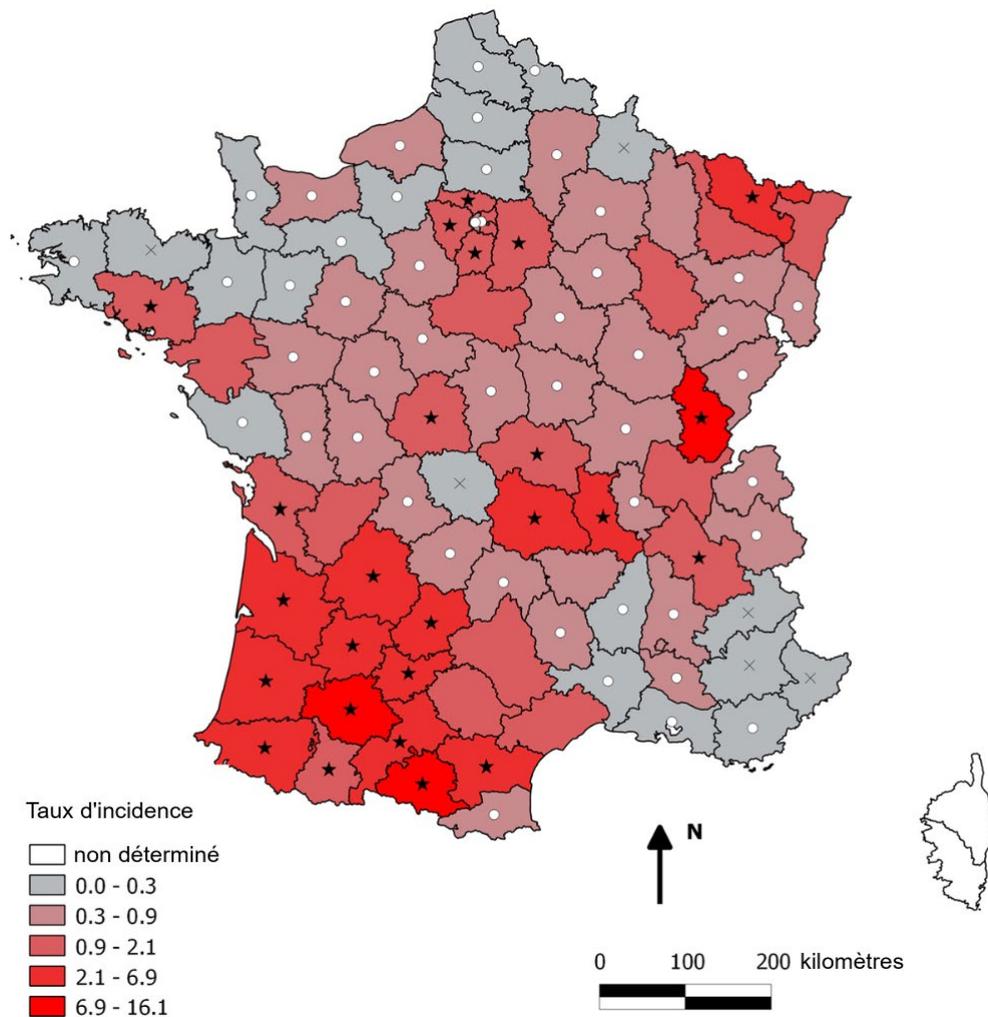


Figure 6 : Carte de France présentant le taux d'incidence de la babésiose canine en fonction du département (50).

4. Tiques et changement climatique

Le réchauffement climatique correspond à l'augmentation rapide de la température moyenne de la surface de la Terre et plus généralement les changements importants dans les phénomènes météorologiques à grande échelle qui en résultent (51). Il est attribué entre autres aux émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine.

L'activité et l'abondance des tiques dépendent des conditions météorologiques et environnementales (16). En effet, la survie, la reproduction et l'activité de recherche d'hôte des tiques dépendent de plusieurs facteurs tels que le couvert végétal, la photopériode, l'accès aux hôtes, l'humidité et les températures.

Ainsi, le changement climatique peut être responsable de variations dans l'abondance et l'activité des tiques et donc avoir un impact sur les risques d'infestations humaines et animales.

De nombreuses études visant à déterminer les conséquences passées et futures du réchauffement climatique ont été menées, notamment pour estimer et prédire l'impact de celui-ci sur les maladies vectorielles (52, 53).

On observe en Europe des modifications de l'aire de répartition de certains vecteurs. Cela a des conséquences sur la distribution géographique des maladies vectorielles auxquelles ils sont associés.

Il a par exemple été observé en Europe que les tiques *Ixodes ricinus* et la bactérie *Borrelia burgdorferi* sont en train de s'étendre vers le nord et à des altitudes plus élevées en raison des effets du changement climatique sur les populations à la fois d'hôtes et de tiques (54–56). Le même constat est effectué pour *Ixodes ricinus* et l'encéphalite à tiques (57).

L'augmentation du taux d'incidence d'une maladie provoquée par un agent pathogène peut être expliquée par une évolution de la distribution et de la densité des hôtes et des vecteurs de celui-ci (58). Toutefois on observe que des changements rapides concernant l'incidence des maladies à tiques sont souvent davantage expliqués par l'évolution des comportements humains, qui déterminent leur exposition aux tiques, ou par des changements de répartition et d'abondance des hôtes, que par la biologie des tiques elles-mêmes (58–60).

On observe néanmoins en Europe ces dernières années des changements dans le rythme saisonnier de l'activité des vecteurs (61). Des hivers plus doux entraînent une persistance ou une reprise plus rapide de l'activité des tiques et le dépassement des normales de saison est de plus en plus récurrent (62).

Le changement climatique, bien qu'il puisse entraîner des changements de comportements humains et des changements de répartition et d'abondance des hôtes, peut rarement expliquer à lui seul l'émergence de certains vecteurs et maladies ou leur extension. Celles-ci sont multifactorielles, des facteurs sociaux ou politiques rentrant également en jeu (58, 63, 64).

Il existe des modèles qui tentent de prédire l'impact qu'aura le réchauffement climatique sur les populations de tiques et les pathogènes qu'elles transportent, mais les prédictions diffèrent en fonction des hypothèses du modèle (65).

5. Cas particulier de *Hyalomma marginatum*

Hyalomma marginatum n'est pas une tique qui parasite habituellement les carnivores domestiques, cependant elle revêt une importance particulière en santé humaine.

Les larves et nymphes ont pour hôte les petits vertébrés (lapins, hérissons, oiseaux), et les adultes les grands vertébrés (chevaux, bovins, ovins, caprins) (66).

A. Distribution géographique

Hyalomma marginatum est présente en Corse, et a été retrouvée récemment dans diverses régions du pourtour méditerranéen (67, 68). Elle est principalement active durant les mois d'été. C'est une tique plutôt thermophile et xérophile. Sa distribution européenne est présentée dans la figure 7.

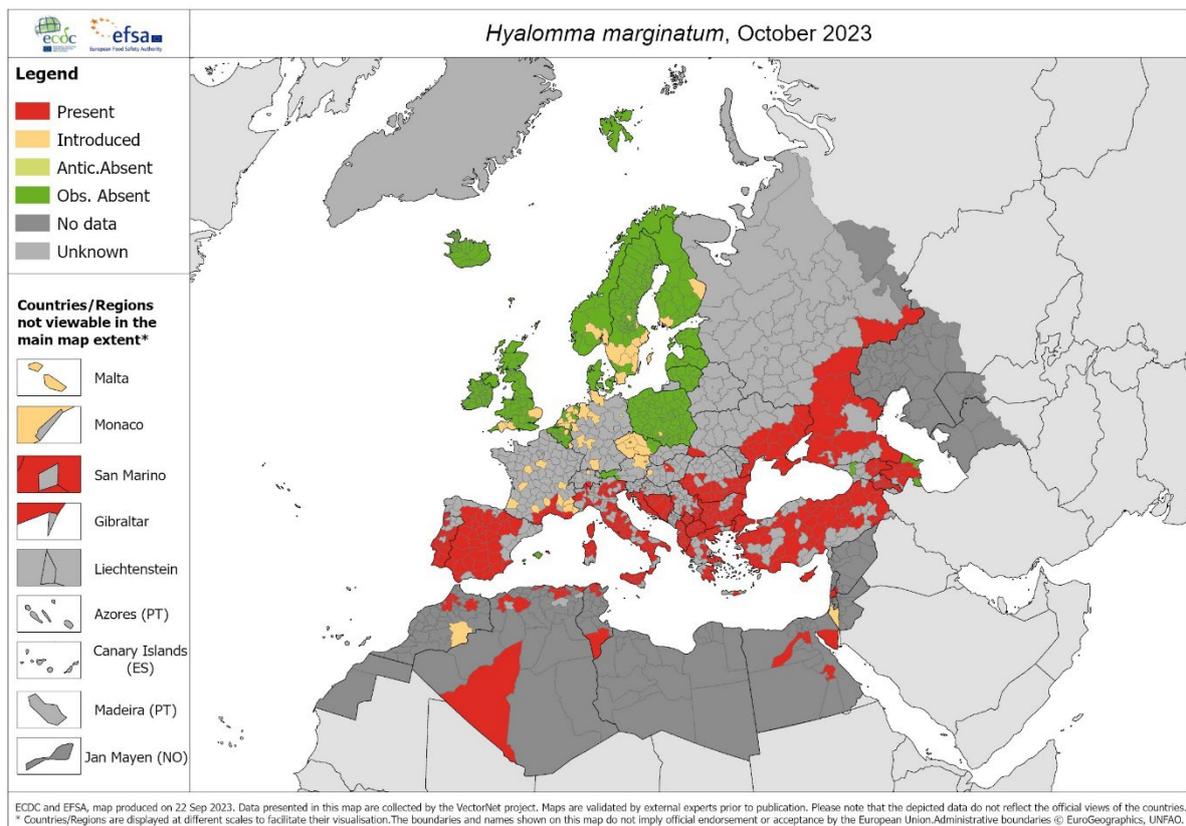


Figure 7 : Carte représentant la répartition actuellement connue de *Hyalomma marginatum* en Europe (69)

B. Rôle pathogène

Elle est le principal vecteur du virus de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo chez l'humain. Aucun cas autochtone n'a été déclaré en France, mais le virus est présent en Espagne où quelques cas ont été déclarés ces dernières années (70). Des modèles prédisent que des cas de FHCC pourraient avoir lieu en France, dans les zones favorables à la tique vectrice du virus, *Hyalomma marginatum* (71).

C. Changement climatique

Hyalomma marginatum est particulièrement adaptée aux environnements chauds et secs, la distribution de ce vecteur pourrait alors s'élargir avec le réchauffement climatique, les zones au climat méditerranéen étant très susceptibles de s'étendre (68). Selon le rapport d'expert de l'ANSES, une des zones les plus probables d'expansion de cette tique est vers le nord, en remontant la vallée du Rhône (72).

Le virus de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo peut quant à lui être introduit sur le territoire français par l'intermédiaire de tiques infectées qui voyageraient avec les oiseaux migrateurs (67). Une circulation à bas bruit du virus est suspectée chez les animaux de rente, en raison de sérologies positives à FHCC chez les bovins (72). Le virus a d'ailleurs été détecté pour la première fois en France en octobre 2023 dans plusieurs tiques *Hyalomma marginatum* en Occitanie (73).

Dans ce contexte, la surveillance dans un territoire donné des tiques et des agents pathogènes qu'elles portent peut par exemple permettre la détection précoce de la présence d'une espèce de tique dans ce territoire ou de la circulation d'un agent pathogène.

II. Outils de surveillance des tiques et maladies à tiques

Dans cette partie sont abordées les différentes méthodes qui peuvent être utilisées pour la surveillance des tiques et des agents pathogènes qu'elles transmettent.

La surveillance des tiques regroupe notamment l'évaluation de la diversité d'espèces de tiques présentes à un endroit, leur abondance, la saisonnalité de leur activité, l'analyse des agents pathogènes dont elles sont porteuses, la caractérisation de leurs hôtes.

Elle a pour intérêt de mieux évaluer le risque d'exposition aux tiques et à leurs pathogènes dans un lieu donné et à une période donnée.

1. Méthode de collecte au drap

La méthode de collecte au drap consiste le plus souvent à passer avec un drap blanc de 1m² sur la végétation, le long de plusieurs transects (74). Il faut s'arrêter toutes les dizaines de mètres environ pour récupérer les tiques qui se sont accrochées au drap (75). Cette méthode permet de récolter les tiques à l'affût, de les identifier et d'estimer leur densité ou leur abondance relative dans la zone étudiée (76). Elle permet également, en multipliant les échantillonnages au cours de l'année, d'étudier la saisonnalité de l'activité de recherche d'hôtes des tiques et d'étudier l'impact sur cette dernière des conditions météorologiques (77). Il est par la suite possible d'analyser les tiques récupérées pour obtenir des informations sur les agents pathogènes que portent les tiques et sur la prévalence de ceux-ci (78). Il est

possible de détecter l'émergence d'une espèce de tique dans une région à l'aide de cette méthode.

Cette méthode permet d'étudier les nymphes et adultes d'*Ixodes ricinus* et les adultes de *Dermacentor sp.* Elle ne permet cependant pas d'étudier l'activité des tiques endophiles, puisque celles-ci se situent dans les terriers ou nids de leurs hôtes (75). C'est le cas d'*Ixodes hexagonus* par exemple (79), de *Rhipicephalus sanguineus* ou des stades immatures de *D.reticulatus* et *D.marginatus* (80).

2. Méthode de collecte sur les animaux hôtes

Une autre méthode de surveillance consiste à étudier les tiques retrouvées sur une population d'hôtes. Une fois récupérées elles peuvent être identifiées et analysées à la recherche d'agents pathogènes. Il est dans ce cas possible de retrouver des espèces endophiles (19).

De cette manière on peut également étudier la saisonnalité de l'activité des tiques ainsi que leur distribution géographique, bien qu'il soit plus difficile d'obtenir des informations précises : on sait rarement exactement où les animaux ont été infestés par les tiques, sauf dans le cas par exemple d'un chien qui n'est pas sorti de son jardin. Cette méthode permet également d'avoir des informations sur la spécificité d'hôte des tiques selon leur espèce.

Les cliniques vétérinaires ont plusieurs fois été incluses dans ce type de surveillance, les tiques étant récupérées sur les carnivores domestiques et un questionnaire soumis au propriétaire. On peut rechercher de cette manière d'éventuels facteurs de risque d'infestation par les tiques (81). Parfois seuls les dossiers faisant mention de tiques ont été analysés pour obtenir des informations sur la saisonnalité de l'infestation par les tiques et l'exposition comparées des chiens et des chats (82). Dans ces études, les résultats de la détection d'agents pathogènes dans les tiques doivent être interprétés avec précaution. En effet les tiques ayant été récoltées sur les animaux sont plus ou moins gorgées du sang de leurs hôtes. Les agents pathogènes détectés dans celles-ci peuvent ainsi correspondre à des agents infectieux susceptibles d'être vectorisés par les tiques mais également à des agents infectieux simplement présents dans le sang de l'hôte mais non vectorisés.

3. Méthode participative

Les sciences participatives peuvent être définies comme la participation de personnes qui ne sont pas des chercheurs professionnels à la production de connaissances. Les citoyens peuvent ainsi collaborer avec les scientifiques et aider à la collecte de données et d'échantillons notamment.

Les programmes participatifs peuvent constituer une méthode de surveillance des tiques et de leurs pathogènes à grande échelle. Grâce à la participation de la population, il est possible

d'obtenir un grand nombre de données à moindre coût et à large échelle et de réaliser des études qui seraient difficilement réalisables sans cela.

Des applications smartphone et des sites web ont été développés et permettent aux utilisateurs de signaler une piqûre de tique sur un humain ou un animal de compagnie. Des informations telles que le lieu de la piqûre et le type d'environnement, le type d'activité au moment de la piqûre ou l'âge de la personne concernée sont demandées. Souvent, les utilisateurs sont invités à envoyer les tiques, de manière simple ou grâce à un kit fourni, à un laboratoire qui effectue une identification des tiques et une recherche de pathogènes et fait parfois un retour à l'utilisateur. A titre d'exemple, l'application Tekenscanner a été développée aux Pays-Bas (83), TiquesNet en Belgique (84), et Signalement Tique en France (85). Elles ont pour objectifs de déterminer avec quelles tiques et quels pathogènes les hommes et les animaux sont le plus susceptibles de rentrer en contact et dans quelles circonstances afin de répondre à la question « Où et quand les humains et les animaux se font piquer par les tiques » (86, 87). Grâce à ces outils il est possible d'étudier la distribution géographique des tiques, la saisonnalité de l'infestation par les tiques et éventuellement de détecter l'émergence d'une tique ou d'un agent pathogène dans un lieu donné.

Le développement des sciences participatives permet de s'intéresser au comportement des individus, on remarque par exemple moins de signalement lors de la période de confinement du Covid19 et plus de signalement en juillet 2020 notamment en lien avec une plus grande exposition des gens (30). Cela permet également de sensibiliser la population car en plus de recevoir des informations, elle participe activement à la recherche sur un sujet qui la concerne.

Les résultats de ce type d'étude sont à interpréter avec prudence compte tenu du délai entre la piqûre et la découverte de celle-ci, et du fait que les personnes ayant connaissance des programmes peuvent être réparties de manière hétérogène sur un territoire.

III. Les tiques en région lyonnaise : état de l'art et perspectives dans un contexte de changement climatique

En 1922, un docteur et professeur lyonnais Charles Garin et son interne Antoine Bujadoux ont décrit la neuroborréliose de Lyme pour la première fois, chez un patient originaire des Monts du Lyonnais. Ils ont émis l'hypothèse qu'un agent pathogène transmis par la tique en était responsable et ont tenté de l'isoler. C'est Willy Burgdorfer qui publiera en 1982 la découverte de la bactérie responsable de cette maladie, qu'on appellera *Borrelia burgdorferi*.

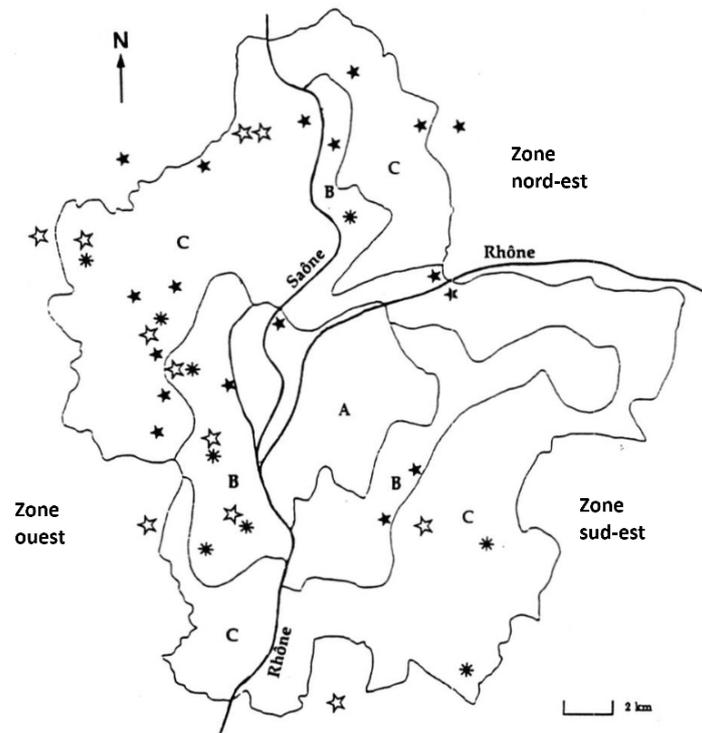
Par la suite, dans un contexte d'incidence relativement élevée de la maladie de Lyme dans la région Rhône-Alpes par rapport à la moyenne française (33), des études y ont été menées afin de mieux caractériser le risque lié aux tiques et aux pathogènes qu'elles transmettent.

La métropole de Lyon compte 1,4 millions d'habitants, elle se situe dans une zone de plaines et de collines, en partie recouvertes de forêts qui constituent un environnement favorable pour les tiques.

Une première étude réalisée entre 1991 et 1993 a tenté de déterminer l'influence de l'urbanisation sur la distribution des tiques du genre *Ixodes* en région lyonnaise (19). La figure 8 présente le zonage utilisé dans cette étude. Deux méthodes ont été utilisées pour collecter des tiques. La méthode du drapeau a été effectuée au printemps 1991 et 1993 : 30 minutes pour chacun des 46 sites de l'étude. Des tiques ont également été récupérées à l'état parasite auprès de 14 cliniques vétérinaires sur des chats.

Cette étude a mis en évidence que les zones urbaines ne semblaient pas propices au développement d'*Ixodes ricinus*. Cette espèce de tique était plus fréquente en péri-urbain (19). En effet, elle était très peu retrouvée, et jamais au stade de nymphe, dans les jardins publics de la ville. Le risque de maladie de Lyme lié à la présence du vecteur a donc été considéré faible au cœur de la ville, mais non nul. *Ixodes hexagonus* a été retrouvée à l'état parasite sur des chats, mais uniquement en banlieue ou en zone péri-urbaine.

Ixodes ricinus a été davantage retrouvée dans les zones péri-urbaines situées à l'ouest de la ville, en lien avec un environnement plus favorable qu'à l'est à son développement, caractérisé par des zones boisées et la présence du chevreuil, hôte potentiel de cette tique.



A = Noyau urbain ; B = Zone sub-urbaine ; C = Zone péri-urbaine

- ★ *Ixodes ricinus* à l'état libre (méthode du drap)
- ☆ *Ixodes ricinus* à l'état parasite (sur les chats)
- * *Ixodes hexagonus* à l'état parasite (sur les chats)

Figure 8 : D'après Pichot et al. (19), carte représentant le zonage utilisé pour l'étude et la distribution des tiques *Ixodes* collectées

La prévalence de *Borrelia burgdorferi sensu lato* dans les tiques *Ixodes ricinus* retrouvées en région lyonnaise a également été étudiée dans les années 1990. Elle a été évaluée à 13,5 %, sans différence significative de prévalence avec les autres lieux de collecte autour de la région lyonnaise notamment la Dombes (12 %), les Monts du Lyonnais (14,5 %) et le Forez (8 %) (88). A titre de comparaison, cette prévalence a varié entre 8,5 % et 12,8 % dans la forêt de Sénart en Ile de France entre 2008 et 2011 (89) et était de 20,4 % dans le Parc Régional des Ballons des Vosges au nord-est de la France entre 2003 et 2004 (90).

En 2019, une nouvelle étude s'est intéressée à l'abondance des tiques en région lyonnaise, notamment dans les parcs urbains très fréquentés par le public. Elle a montré une différence significative entre la densité de tiques retrouvées dans les parcs de urbains dans lesquels des tiques ont été retrouvées de manière exceptionnelle et un parc situé en périphérie. La densité de tiques dans ce dernier était au moins 100 fois supérieure à celle des parcs urbains (76). Les tiques récupérées grâce à la méthode du drap appartiennent en très grande majorité à l'espèce *Ixodes ricinus* et sont majoritairement des nymphes. Cette étude montre également

que le pic d'activité de ces tiques pendant la période d'étude (année 2019) est en juin, mois où la densité de tiques collectées est la plus élevée.

La région Rhône-Alpes est soumise à des influences climatiques variées, auxquelles s'ajoutent les effets du relief. Les reliefs constitués par les contreforts du Massif Central et des Alpes s'organisent autour d'une zone de plaine, avec au nord les influences d'un climat semi-continentale et au sud des influences méditerranéennes. La région lyonnaise est donc située à l'interface entre plusieurs climats (cf. Figure 9) et pourrait voir apparaître dans les années à venir des vecteurs habituellement confinés à des territoires plus chauds.



Figure 9 : Carte des différents climats rencontrés en France, selon Météo France

IV. Animal sentinelle de l'exposition humaine à des maladies à tiques ?

L'animal sentinelle est un animal qui est utilisé et surveillé dans le but d'avertir précocement l'homme de son exposition à un agent pathogène donné (91). Le choix d'un animal sentinelle repose sur sa réceptivité et son exposition à l'agent pathogène qu'il est censé détecter.

La détection de l'agent pathogène dans les tiques vectrices collectées dans une zone reste sans doute la meilleure preuve qu'il existe un risque pour les hôtes dans cette zone. Cependant cette approche peut être chronophage et onéreuse, nécessite de pouvoir collecter la tique et parfois ne permet même pas de détecter la présence de l'agent pathogène même s'il circule effectivement dans une région donnée (92, 93).

Plusieurs espèces animales pourraient être considérées comme de bonnes sentinelles de l'exposition humaine. Trois exemples sont proposés ci-dessous pour des espèces de tiques et des agents pathogènes circulant en Europe.

1. TBEV et chèvres

En Suède où les cas d'encéphalite à tiques sont plus fréquents et plus largement distribués sur le territoire depuis quelques années, des échantillons de lait de chèvres et de vaches ont été analysés à la recherche d'anticorps contre le TBEV (94). L'objectif est d'effectuer une surveillance des zones à risques, et d'identifier de potentielles zones d'émergence. La chèvre a également servi de sentinelle en Suisse où la détection de chèvres séropositives a permis d'identifier de nouvelles zones de circulation du virus (95).

2. FHCC et ongulés domestiques (bovins et chevaux)

Dans le cas du virus de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo et de son vecteur *Hyalomma marginatum*, l'animal a été utilisé pour mettre en évidence à la fois la présence de la tique en France continentale et la circulation du virus sur le territoire.

En effet, la présence de *Hyalomma marginatum* a été établie en 2015 en collectant des tiques qui parasitaient les chevaux en région méditerranéenne (67).

Des sérologies positives au virus ont été retrouvées chez des animaux domestiques et sauvages dans le sud de la France, ce qui suggère une circulation virale locale dans plusieurs départements. L'étude sérologique dans l'Hexagone a été faite à partir de sérums de bovins principalement et a également permis de comparer la situation de la France avec celle d'autres pays comme l'Espagne où des cas autochtones sont rapportés chaque année depuis 2016.

En octobre 2023, le virus de la FHCC a été détecté pour la première fois dans les tiques collectées sur chevaux et bovins entre 2022 et 2023 (73).

Les bovins et les chevaux sont dans ce cas des sentinelles de l'exposition humaine au virus de la FHCC et permettent d'avoir une idée de la probabilité de l'apparition de cas autochtones de FHCC en France.

Il est ainsi possible de détecter un danger et d'estimer un risque pour la population humaine (avant même l'apparition de cas humains) en utilisant les animaux comme des sentinelles.

3. Lyme et chiens : rôle sentinelle des carnivores domestiques

Le chien a été utilisé dans de nombreuses études comme animal sentinelle des maladies transmises par des tiques à l'Homme, notamment la maladie de Lyme (96–99). Ce choix a été fait pour plusieurs raisons. Tout d'abord, ils ont globalement les mêmes lieux de résidence et de passage que les hommes mais ils sont plus exposés aux tiques car ils vont davantage dans des milieux à risque comme les herbes (100). De plus, le chien est une espèce sensible à la maladie de Lyme (45).

Dans certains états des Etats-Unis a été démontré une corrélation entre la séroprévalence canine à *Borrelia burgdorferi* et l'incidence humaine de la maladie de Lyme (97, 101). Aux Pays-Bas la séroprévalence des chiens de chasse est la même que celle des chasseurs (96). On peut alors se servir de la séroprévalence canine pour mieux estimer le risque lié à *Borrelia burgdorferi* chez l'homme. En effet l'incidence humaine apparente de la maladie peut être influencée positivement par une plus grande sensibilisation et un meilleur diagnostic et négativement lorsque les comportements humains tendent à éviter les tiques, lorsque la séroprévalence canine reste stable et permettrait de mieux estimer l'incidence réelle de la maladie chez les humains (102).

Ce lien entre population canine et population humaine a été exploité pour avoir une idée de l'incidence et de la prévalence réelles de la maladie de Lyme dans différents pays (98). Le pays de référence utilisé pour établir le modèle a été l'Allemagne, et l'incidence de la maladie de Lyme chez les humains en France en 2018 a par exemple été estimée à partir de la séroprévalence canine à *Borrelia burgdorferi*. Elle est estimée à 429 591, soit près de neuf fois plus que l'incidence observée. Les résultats donnés par ce modèle sont proches de ceux d'autres modèles ne se basant pas sur les données animales (98).

Il pourrait également être intéressant de surveiller la population canine pour détecter précocement une émergence de la maladie de Lyme par exemple. Cependant, d'autres études montrent que dans des zones d'émergence, il serait plus utile d'analyser les tiques récoltées sur les chiens que la séroprévalence de ces derniers (103).

PARTIE 2 : PARTIE EXPERIMENTALE

I. Contexte et objectif de l'étude

En France, les tiques et les maladies transmises par celles-ci font partie des enjeux de santé publique importants de ces dernières années, notamment du fait du nombre important de cas de maladies à tiques chez l'homme et les animaux domestiques. Il semble y avoir une augmentation du nombre de cas mais on ne sait pas si cela correspond à une réelle augmentation de l'incidence, ou à une augmentation des déclarations. De plus, le changement climatique pourrait être propice à un développement des populations de tiques ou à une augmentation de leur activité (104) et incite à mettre l'accent sur les actions de prévention et de surveillance. La région Rhône-Alpes est une des régions où l'incidence de la maladie de Lyme est supérieure à la moyenne française (34) et où de nouveaux vecteurs et maladies sont susceptibles d'apparaître dans le futur (105).

En 2016 a eu lieu le lancement du « Plan national de prévention et de lutte contre la maladie de Lyme et les maladies transmissibles par les tiques » par le Ministère des Affaires Sociales et de la Santé. Ce plan a notamment pour objectif d'améliorer la surveillance vectorielle et les mesures de lutte contre les tiques, mais aussi d'améliorer les connaissances sur l'écologie et la répartition des tiques sur le territoire pour permettre d'orienter les actions de prévention et de lutte (7).

Dans le cadre de ce plan national et du programme de science participative CiTIQUE, mis en œuvre par l'INRAE, une application pour smartphone Signalement Tique a vu le jour. Grâce à cette application, les citoyens peuvent signaler les piqûres de tiques sur eux-mêmes ou leurs animaux et faire progresser la recherche (85).

Plusieurs études ont également été menées pour caractériser le risque d'exposition aux piqûres de tiques en région Rhône-Alpes, notamment dans les forêts, les zones rurales et dans les parcs urbains (76). Des modèles de prédiction de ce risque en fonction des conditions météorologiques ont été mis au point (16). Les projets CCEID et CLIMATICK consistent à étudier la dynamique des populations de tiques en fonction de la météo et à établir des projections pour le futur dans un contexte de changement climatique (106).

Cependant, l'accent a été mis sur la surveillance d'*Ixodes ricinus* (107), en raison du risque qu'elle représente pour les humains et de sa distribution et de son abondance sur la quasi-totalité du territoire en dehors du bassin méditerranéen. De plus, une grande partie de la surveillance est effectuée par la méthode de collecte au drap, qui favorise la collecte des tiques *Ixodes ricinus* du fait de leur comportement de chasse à l'affût, mais ne permet pas d'étudier toutes les tiques susceptibles de piquer les humains ou les animaux (notamment les tiques du genre *Rhipicephalus* et *Hyalomma* qui ont un comportement de chasse active).

L'intérêt de cette thèse réside dans la comparaison des résultats de différentes méthodes de surveillance des tiques à l'échelle d'un territoire. L'objectif est d'étudier l'apport de chacune

d'elles à la connaissance de l'écologie des tiques et du risque de piqûre pour les animaux et les humains et de contribuer à l'évaluation de l'intérêt et de la faisabilité de la mise en place de nouvelles méthodes de surveillance.

II. Matériels et méthodes

1. Collecte de données de présence/abondance de tiques

A. Programme CiTIQUE : déclaration de piqûre via Signalement Tique

Signalement Tique (cf. Figure 10) est une application mobile développée dans le cadre du programme CiTIQUE de l'INRAE (<https://www.citique.fr/signalement-tique/>). Le public peut par cet intermédiaire, ou également par l'intermédiaire d'un site internet ou d'un formulaire papier, signaler une piqûre de tique. Des informations sont alors collectées sur la date de la piqûre, sur la personne ou l'animal piqué, sur le lieu de la piqûre, la raison de la présence sur ce lieu et l'environnement du lieu.



EN BREF

- ① Signalez la piqûre
- ② Envoyez la tique
- ③ Parlez-en autour de vous

Figure 10 : Page d'accueil du site internet Signalement Tique

Le public a également la possibilité d'envoyer les tiques piqueuses par la poste au centre INRAE Grand-Est. Les tiques reçues y sont identifiées et éventuellement analysées à la recherche d'agents pathogènes.

Les données de signalement de piqûres de tiques pour les humains, les chiens et les chats dans un rayon de 60km autour de Lyon et concernant les années 2017 à 2023 ont été utilisées dans cette thèse. Elles ont été transmises par Jonas Durand en charge du projet à Nancy en format Excel (cf. Annexe 1).

B. Collecte sur chiens et chats dans les cliniques vétérinaires

L'objectif initial était de couvrir l'ensemble de la région lyonnaise, nous avons donc sélectionné 29 cliniques vétérinaires, situées en zones urbaines, intermédiaires et rurales. Elles ont été contactées par mail dans un premier temps. Nous avons exposé le projet et son contexte et présenté le protocole de collecte de tiques. Dans le mail figurait un lien vers un sondage qui demandait aux cliniques si elles souhaitaient participer, avec comme réponses possibles « oui », « non » et « peut être ». Toutes les cliniques ayant répondu « oui » ou « peut être » ont été contactées par téléphone, et lors de cet entretien ont été apportées des précisions quant au projet et aux modalités de la participation des cliniques.

Trois cliniques vétérinaires ont finalement accepté de participer à l'étude (cf. Figure 11). Deux cliniques ayant refusé et justifié leur choix ont mentionné le fait qu'elles constataient très rarement la présence de tiques en consultation.

Une boîte contenant des tubes d'alcool à 70° ainsi qu'une feuille de commémoratifs (Annexe 2), des crochets tire-tique et le protocole de l'étude ont été distribués à chacune des cliniques participantes.

Les tiques retrouvées sur les chiens et les chats ont été retirées par les vétérinaires en utilisant un crochet tire-tique, puis stockées dans les tubes fournis (un tube par animal) en attendant d'être identifiées.

Les boîtes avec les tubes et les feuilles de commémoratifs ont été récupérées au bout d'un an. L'identification morphologique a été faite en utilisant une loupe binoculaire et des clefs de détermination (31).

La collecte s'est étendue de février 2022 à mai 2024. Elle a été effectuée de février 2022 à avril 2024 dans la clinique vétérinaire des Quatre Vents à l'Arbresle, de juin 2022 à mai 2024 dans la clinique vétérinaire de Chaponnay et d'avril 2022 à mai 2023 dans la clinique vétérinaire de l'Ozon à Saint-Symphorien-d'Ozon.

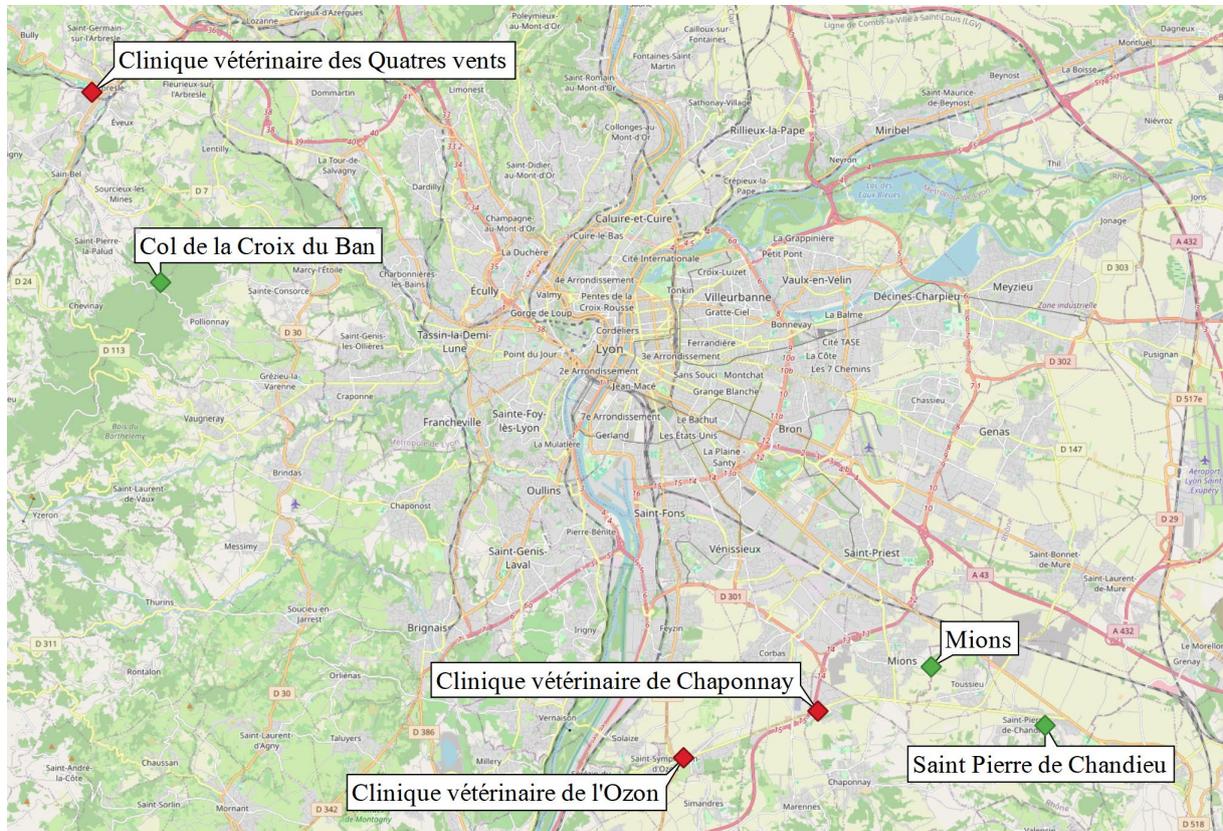
C. Collectes au drap en mai et juin 2022 sur différents sites du projet ERATIQ

Dans le cadre du projet ERATIQ, des collectes de tiques ont été organisées en mai et en juin 2022 sur 18 sites boisés à Lyon et en périphérie. Trois sites ont été retenus du fait de leur proximité géographique avec les cliniques vétérinaires avec lesquelles nous avons travaillé. Ce sont les sites de Saint-Pierre-de-Chandieu et de Mions (pour les cliniques vétérinaires de Chaponnay et de l'Ozon) et du col de la croix du Ban (pour la clinique des Quatre Vents de l'Arbresle) (Figure 11).

Les tiques ont été collectées par la méthode du drap. Pour chaque tirage, un drap blanc de 1m² a été tiré à hauteur de végétation sur 10m. Les tiques présentes sur les 2 faces du drap ont été collectées et déposées dans un tube contenant de l'alcool à 70 %. Dans chaque site,

20 tirages de 10m ont été réalisés en mai et en juin 2022 la moitié en bordure de chemin forestier, l'autre moitié en pleine forêt.

Les tiques capturées ont ensuite été identifiées à la loupe binoculaire à l'aide de clés d'identification.



Légende

-  **Clinique vétérinaire**
-  **Site de collecte du projet ERATIQ**

Figure 11 : Localisation des cliniques et des lieux de collecte au drap

D. Collectes au drap mensuelles à la Tour de Salvagny, projet CLIMATICK

Dans le cadre du projet CLIMATICK (<https://climae.hub.inrae.fr/presentation/historique/climatick>), des campagnes de collecte de tiques sont organisées approximativement une fois par mois sur un site rural situé à la Tour de Salvagny depuis 2014.

CLIMATICK repose sur un réseau de 8 observatoires sur le territoire français, où les tiques sont collectées mensuellement depuis 2014, ce qui permet de relier l'activité des tiques aux

conditions météorologiques et d'établir des modèles ou de confronter ceux-ci aux données de terrain.

Les tiques à l'affût sont collectées grâce à la méthode du drap (1m x 1m), sur 10 transects de 10m chacun soit sur une surface de sol de 100m². Cette méthode est répétée 3 fois par transect. Ce sont les 10 mêmes transects qui sont parcourus tous les mois. Les nymphes et adultes trouvés sur le drap sont collectés et envoyés au laboratoire de l'UMR EPIA, INRAE de Theix pour identification. Les campagnes de collecte n'ont jamais été programmées les jours où la météo était particulièrement défavorable pour les tiques à l'affût (pluie importante, couverture neigeuse). CLIMATICK dans la région lyonnaise se focalise sur l'étude de la saisonnalité de l'activité d'*Ixodes ricinus*, espèce majoritaire dans la région.

Les données récupérées correspondent aux campagnes de collecte de 2019, 2021 et 2022.

2. Données météo

L'accès aux données publiques de Météo-France est gratuit depuis le 1^{er} janvier 2024, les données météorologiques ont été récupérées sur le portail de données publiques de Météo France (<https://meteo.data.gouv.fr/>). Les fichiers téléchargés correspondent aux relevés quotidiens de toutes les stations du département du Rhône.

Les relevés de température de la station de Brindas ont été utilisés. Brindas est une commune de l'ouest lyonnais, la station se trouve à 317m d'altitude.

3. Analyse des données

Les données récupérées ont été exploitées et analysées avec le logiciel R.

Le test non paramétrique de la somme des rangs de Mann-Whitney-Wilcoxon a été utilisé pour comparer les moyennes du nombre de tiques par animal et déterminer ou non l'existence d'une différence significative d'infestation entre les chiens et les chats, avec les données CiTIQUE et avec les données des cliniques vétérinaires. Le même test a été utilisé pour comparer les moyennes du nombre de tiques par animal et du nombre de tiques par humain. La différence a été considérée significative pour une p-value inférieure à 0,05.

Le test du χ^2 d'ajustement a été utilisé pour déterminer si le nombre de piqûres observées avec les données CiTIQUE à l'ouest de Lyon est significativement plus élevé qu'à l'est. La différence a été considérée significative pour une p-value inférieure à 0,05.

Les cartes ont été construites avec le logiciel QGIS.

III. Résultats

1. Variations annuelles des déclarations de piqûres et de l'abondance des tiques

- Méthode participative : déclarations via Signalement Tique

Le tableau III ci-dessous présente les déclarations de piqûres de tiques sur carnivores et sur l'homme effectuées via Signalement Tique depuis le lancement de l'application dans un rayon de 60km autour de Lyon.

		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	TOTAL
Carni-vores domes-tiques	N de déclarations / N total de déclarations (%)	10 /110 (9,1%)	0 /378 (0%)	7 /263 (2,7%)	90 /930 (9,7%)	115 /727 (15,8%)	103 /437 (23,6%)	78 /388 (20,1%)	403 /3233 (12,5%)
	Chien	0 /10 (0%)	0	1 /7 (14,3%)	78 /90 (86,7%)	67 /115 (58,2%)	53 /103 (51,5%)	29 /78 (37,2%)	228 /403 (56,6%)
	Chat	10 /10 (100%)	0	6 /7 (85,7%)	12 /90 (13,3%)	48 /115 (41,8%)	50 /103 (48,5%)	49 /78 (62,8%)	175 /403 (43,4%)
Humain	N de déclarations / N total de déclarations (%)	100 /110 (90,1%)	378 /378 (100%)	256 /263 (97,3%)	840 /930 (90,3%)	612 /727 (84,2%)	334 /437 (76,4%)	310 /388 (79,9%)	2830 /3233 (87,5%)
Total	Total	110	378	263	930	727	437	388	3233

Tableau III : Nombre de déclarations de piqûres sur Signalement Tique en fonction de l'hôte et de l'année dans un rayon de 60km autour de Lyon

- Collectes de terrain (La Tour de Salvagny)

Le tableau IV ci-dessous présente les résultats des collectes de tiques dans l'environnement réalisées par la méthode du drap sur le site de La Tour de Salvagny en 2019, 2021 et 2022.

Année	2019	2021	2022
Nombre total de tiques collectées	939 ¹	232	178 ²
Total de mars à juillet	902	187	162

¹ : aucune collecte n'a été faite en septembre et en novembre 2019

² : aucune collecte n'a été faite en septembre et en octobre 2022

Tableau IV : Nombre de tiques collectées sur le site de La Tour de Salvagny en fonction de l'année

L'année où il y a eu le plus de déclarations de piqûres de tiques sur Signalement Tique dans la région est l'année 2020, avec 930 déclarations. L'année 2021 vient ensuite avec 727 déclarations. En 2019 et 2022 il y a eu respectivement 263 et 437 déclarations.

Dans l'environnement, sur le site de La Tour de Salvagny, nous n'avons pas de données pour 2020, mais l'année où le plus de tiques ont été collectées est l'année 2019, avec 939 tiques collectées. En 2021 et 2022 moins de tiques ont été collectées : respectivement 187 et 162.

Ainsi, lorsqu'on retrouve beaucoup de tiques dans l'environnement sur le site de La Tour de Salvagny comme en 2019, cela ne correspond pas forcément à une année avec beaucoup de déclarations via Signalement Tique. Et lorsque les déclarations sont nombreuses via Signalement Tique comme en 2021, cela ne correspond pas à une année où l'on a retrouvé particulièrement plus de tiques dans l'environnement.

2. Nombre d'hôtes piqués selon l'espèce et nombre moyen de tiques implantées par hôte

- Dans les cliniques vétérinaires, sur une période s'étendant de février 2022 à mai 2024 (variable selon la clinique vétérinaire)

Les résultats de la collecte dans les cliniques vétérinaires sont présentés dans le tableau V ci-dessous, avec le nombre d'animaux, le nombre de tiques et le nombre moyen de tiques par animal.

	Chaponnay 06/22 à 05/24	Saint Symphorien d'Ozon 04/22 à 05/23	L'Arbresle 02/22 à 04/24	Toutes cliniques
Nombre de chiens piqués	19/35 (54 %)	9/14 (64 %)	28/55 (51 %)	56/104 (54 %)
Nombre de chats piqués	16/35 (46 %)	5/14 (36 %)	27/55 (49 %)	48/104 (46 %)
Nombre total de tiques récoltées	65	14	96	175
Nombre moyen de tiques par animal [min-max]	1,9 [1-6]	1 [1-1]	1,7 [1-21]	1,7 [1-21]
Nombre moyen de tiques par chien [min-max]	2,1 [1-6]	1 [1-1]	1,4 [1-5]	1,6 [1-6]
Nombre moyen de tiques par chat [min-max]	1,6 [1-6]	1 [1-1]	2,1 [1-21] (1,4 sans la valeur extrême)	1,8 [1-21] (1,3 sans la valeur extrême)

Tableau V : Nombre d'animaux piqués par une tique et nombre de tiques récupérées dans les cliniques vétérinaires

Le nombre moyen de tiques par chien est inférieur au nombre moyen de tiques par chat, mais la différence n'est pas significative (test de Mann-Whitney-Wilcoxon, p-value>0,05).

- Méthode participative : déclarations via Signalement Tique

Les résultats obtenus grâce à la méthode participative sont présentés dans le tableau VI ci-dessous. Pour certaines déclarations l'information concernant le nombre de tiques n'était pas disponible, seules les déclarations avec cette information ont été utilisées.

	Humain	Chien	Chat
Nombre d'hôte piqué signalés	2830 2787 déclarations avec l'information du nombre de tiques	228 226 déclarations avec l'information du nombre de tiques	175 déclarations avec l'information du nombre de tiques
Nombre de tiques signalées	3461	594	207
Nombre moyen de tique par hôte [min-max]	1,24 [1-22]	2,63 [1-50]	1,18 [1-6]

Tableau VI : Nombre d'hôtes (animal ou humain) piqués par une tique et nombre de tiques signalées via Signalement Tique (données CiTIQUE)

La distribution du nombre de tiques par déclarant est présentée dans la figure 12.

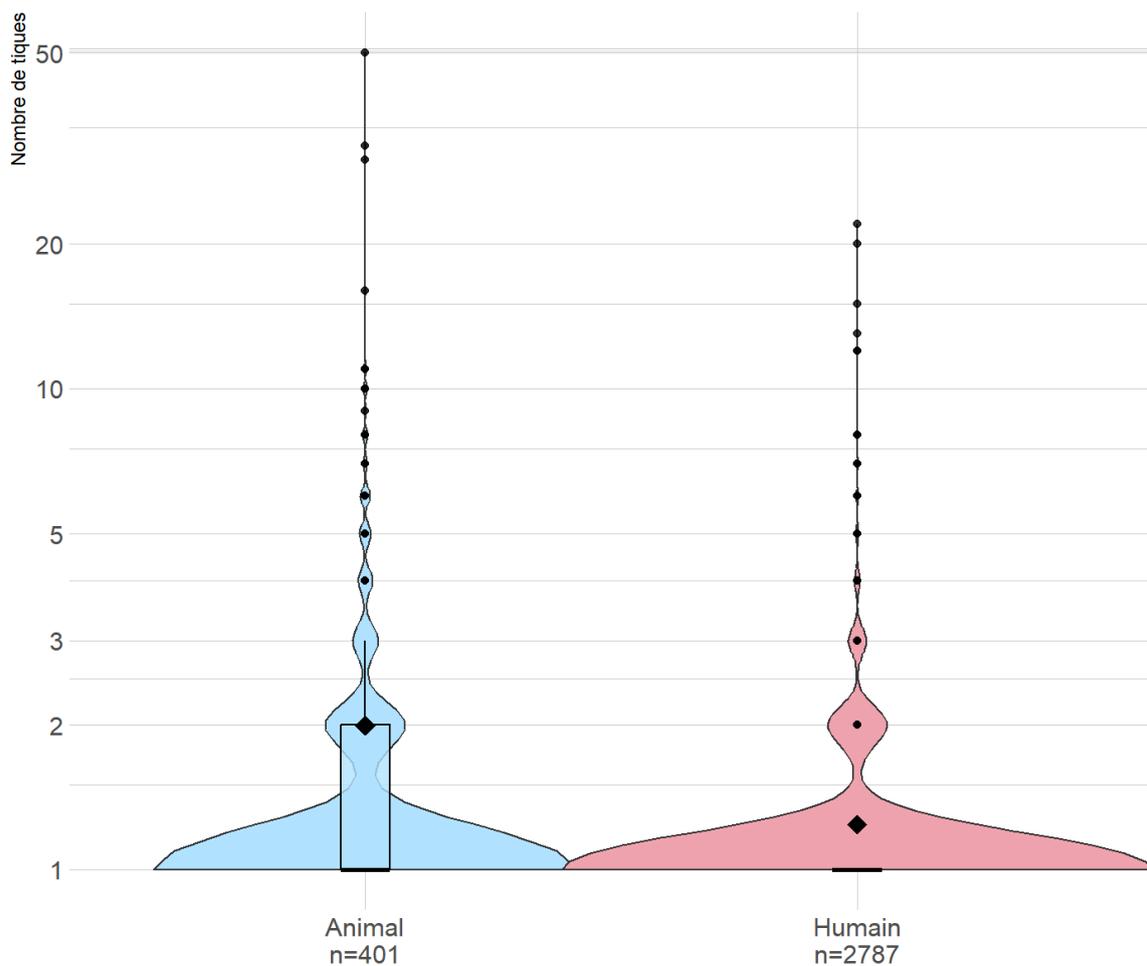


Figure 12 : Nombre de tique par déclarant (données CiTIQUE)

Le nombre moyen de tiques déclarées par animal est 2, tandis que le nombre moyen de tiques déclarées par humain est de 1,24, la différence entre les deux est significative ($p\text{-value} < 0,05$) ainsi les animaux sont en moyenne plus parasités que les humains. Les animaux sont plus infestés de tiques que les humains, on a retrouvé jusqu'à 50 tiques sur un animal, et 22 tiques sur un humain. Dans 87 % des cas chez l'humain et 72 % des cas chez l'animal, une seule tique est retrouvée implantée (cf. Figure 13).

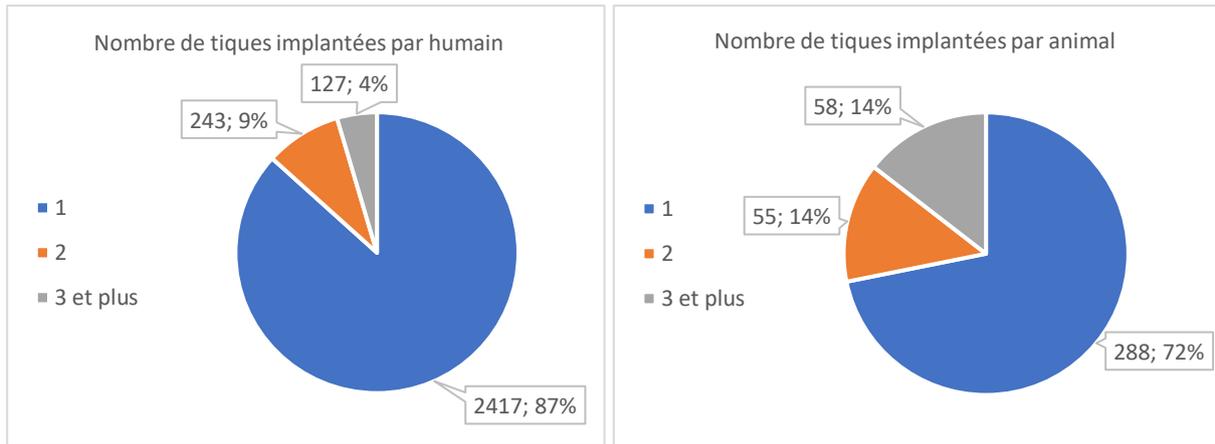


Figure 13 : Nombre de tique par déclarant, animal ou humain (données CiTIQUE)

La distribution du nombre de tiques par animal (chat et chien) est présentée dans la figure 14.

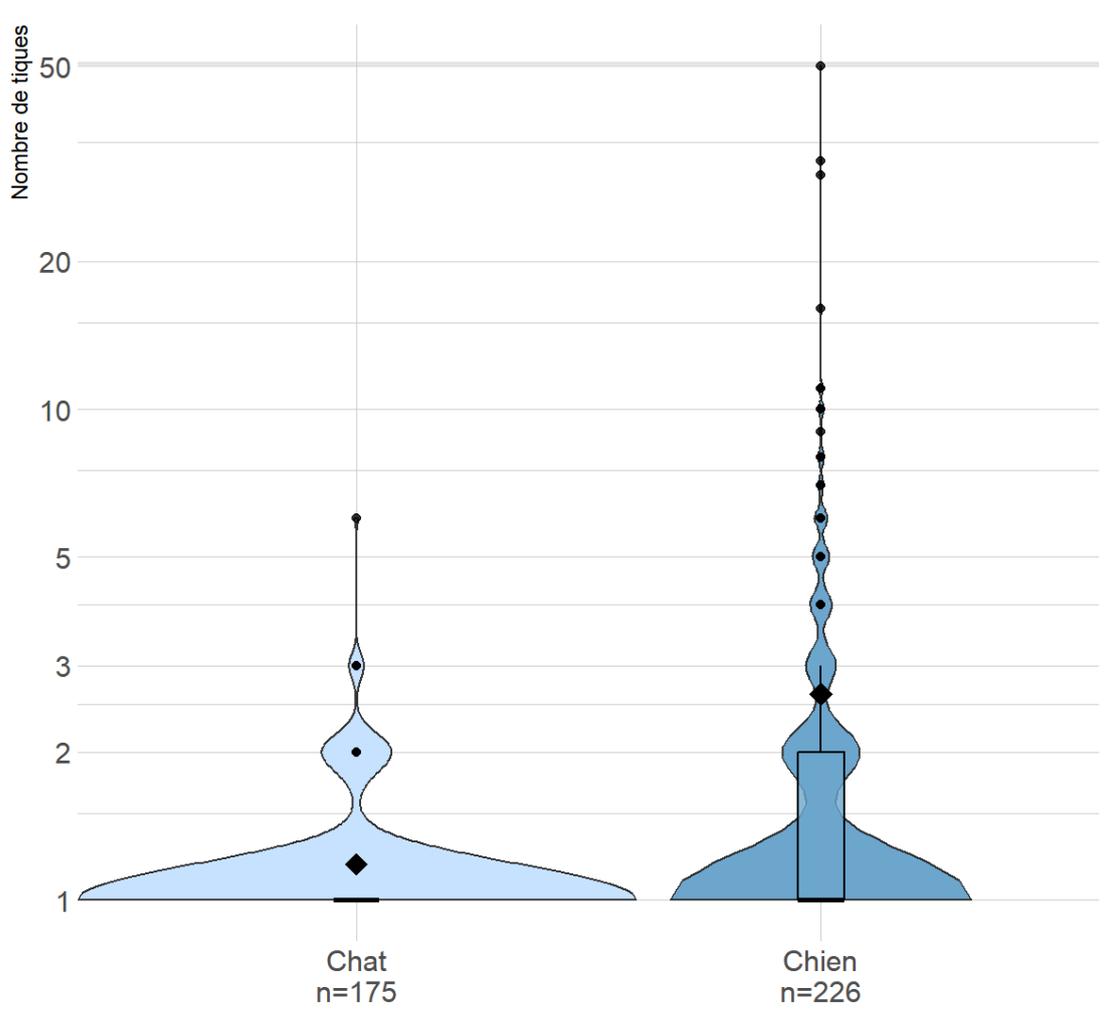


Figure 14 : Nombre de tique par animal, chat ou chien (données CiTIQUE)

La moyenne du nombre de tique par animal est plus élevée chez le chien (2,63 tiques par chien) que chez le chat (1,18 tiques par chat), de manière significative (test de Mann-Whitney-Wilcoxon, p -value $<0,01$). D'après les signalements, les chiens sont plus infestés que les chats. Le nombre maximum de tiques retrouvées sur un chat est 6, alors que plusieurs chiens ont été signalés avec un nombre de tiques supérieur à 6, allant jusqu'à 50 tiques.

3. Saisonnalité de l'infestation par les tiques

- Méthode participative : déclarations via Signalement Tique
 - Comparaisons homme/animal

Les déclarations humaines et animales des années 2021 à 2023 ont été utilisées pour comparer la saisonnalité de l'infestation par les tiques chez les hommes et chez les carnivores domestiques (cf. Figure 15). Les données des années 2017 à 2019 n'ont pas été utilisées en raison d'un trop faible nombre de déclarations animales, et les données de l'année 2020 non plus en raison du biais qu'a représenté le confinement lié à la Covid-19 cette année-là.

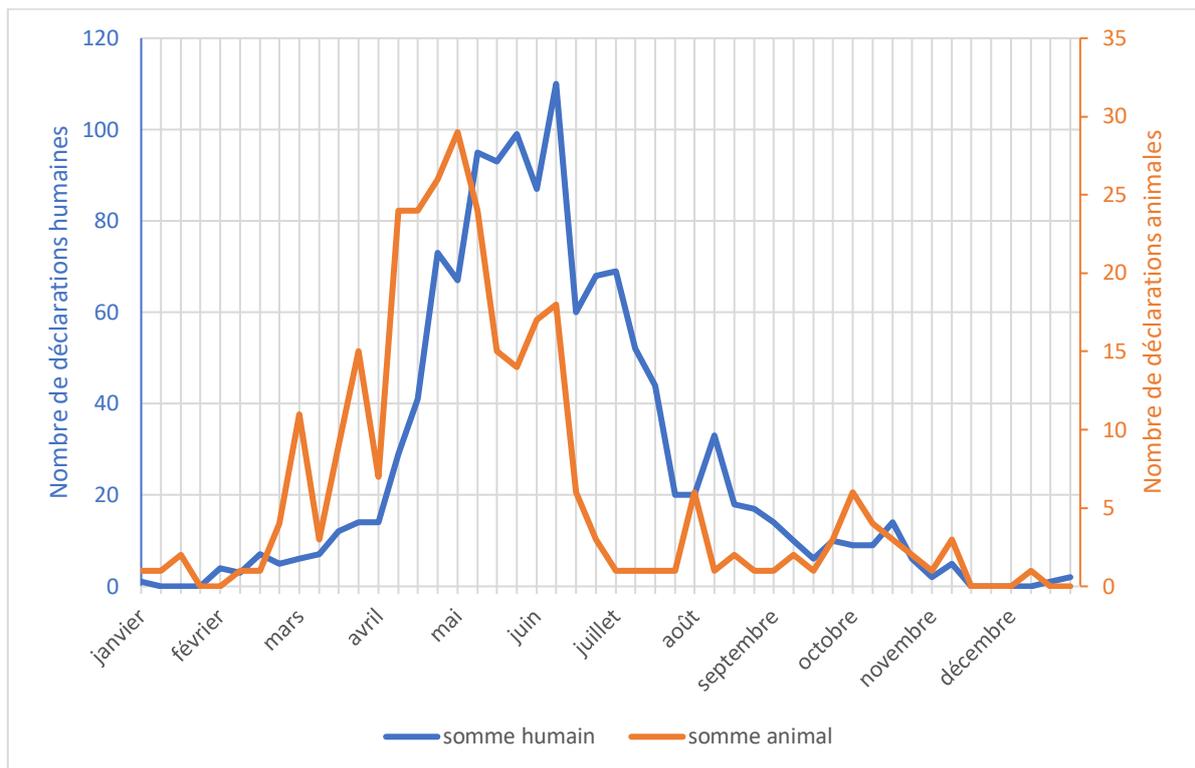


Figure 15 : Saisonnalité des déclarations de piqûre par les tiques, obtenue par la somme des déclarations humaines et animales dans la région lyonnaise sur les années 2021, 2022 et 2023 (données CITIQUE)

Le pic de déclaration de piqûre de tiques chez les animaux survient plus tôt dans l'année que le pic chez les humains. On remarque une augmentation des déclarations chez les animaux dès le mois de mars avec un maximum début mai, lorsque chez les humains l'augmentation est constatée entre avril et mai avec un maximum début juin.

La courbe de déclaration chez les humains a la même allure que celle des animaux, mais semble décalée dans le temps, d'environ 1 mois.

- Déclarations humaines seules sur la période 2017-2023

La figure 16 présente la saisonnalité des signalements de piqûres de tiques sur les humains par année.

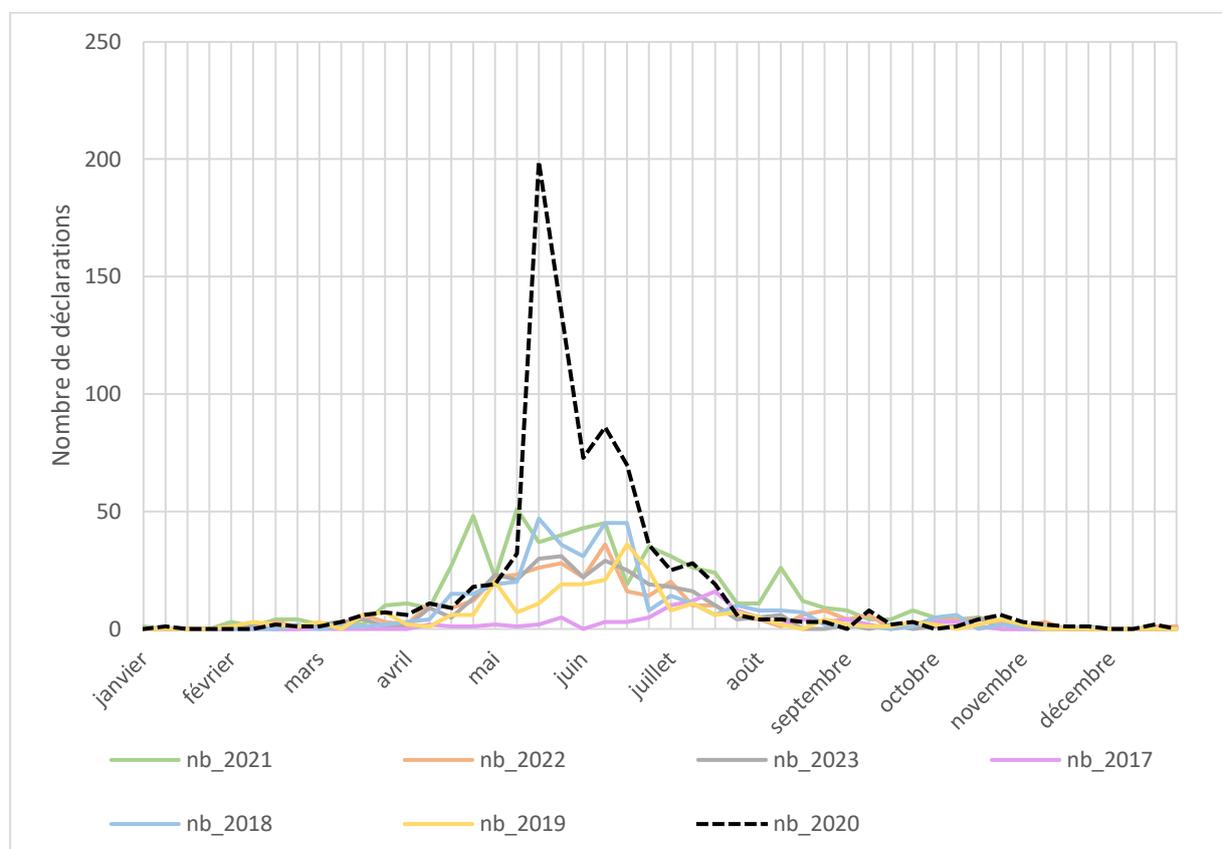


Figure 16 : Déclarations humaines au cours de l'année en région lyonnaise selon les années, de 2017 à 2023 (données CiTIQUE)

Les déclarations de piqûres de tiques sur les humains dans la région nous donnent des informations sur la saisonnalité de l'activité des tiques mais aussi sur l'exposition des humains à celles-ci. En effet on constate un pic important de déclarations mi-mai 2020, au moment du déconfinement (11 mai 2020). Ces observations pourront être discutées au regard de la situation très particulière de cette année marquée par la crise sanitaire.

Le confinement de 2020 étant un biais potentiellement important pour l'étude de la saisonnalité des piqûres de tiques dans la région, les données de l'année 2020 ont été retirées de la suite des analyses. Un cumul des déclarations humaines de piqûres de tiques a été réalisé sur 6 années : 2017, 2018, 2019, 2021, 2022 et 2023 (cf. Figure 17).

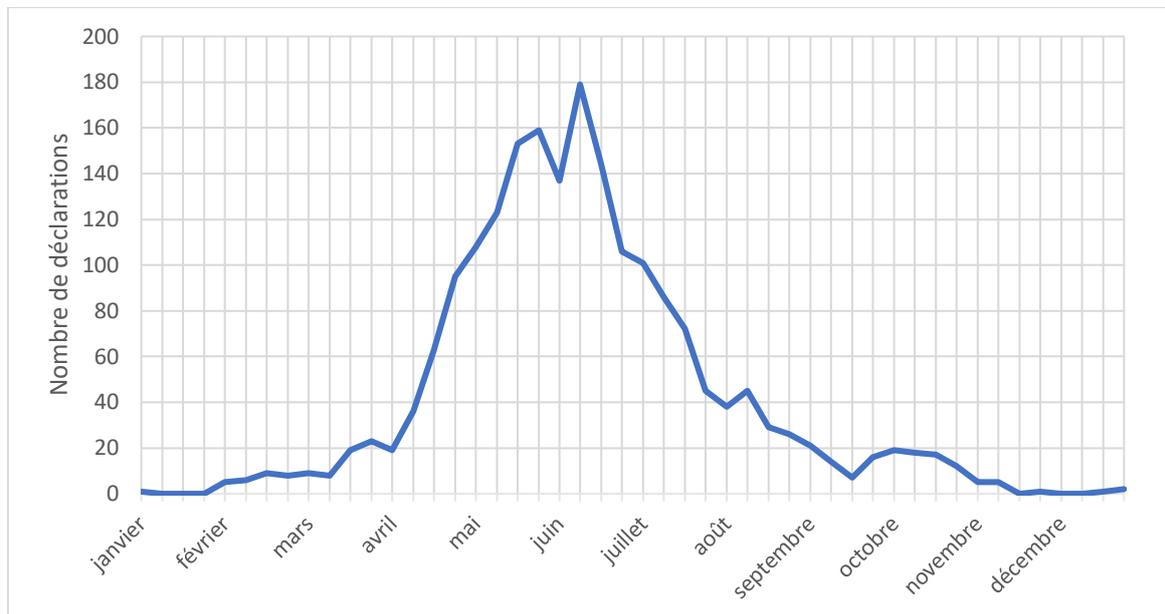


Figure 17 : Saisonnalité des déclarations humaines de piqûre de tique, obtenue par la somme des déclarations dans la région lyonnaise de 2017 à 2023 sans l'année 2020 (données CiTIQUE)

On observe que les déclarations de piqûres humaines augmentent de manière importante dès le mois d'avril, et atteignent un maximum début juin. Elles diminuent ensuite pendant l'été, et un léger rebond est constaté à l'entrée de l'automne.

La saisonnalité de l'activité des tiques est traditionnellement étudiée par la méthode de collecte au drap et une évaluation de la densité de tiques en fonction du temps.

Nous comparons ici l'activité d'*Ixodes ricinus*, évaluée par le nombre de tiques nymphes ou adultes récupérées grâce à la méthode de collecte au drap sur le site de la Tour de Salvagny, avec le nombre de déclarations de piqûre de tique par les humains, toutes espèces de tiques confondues (cf. Figure 18 et 19).

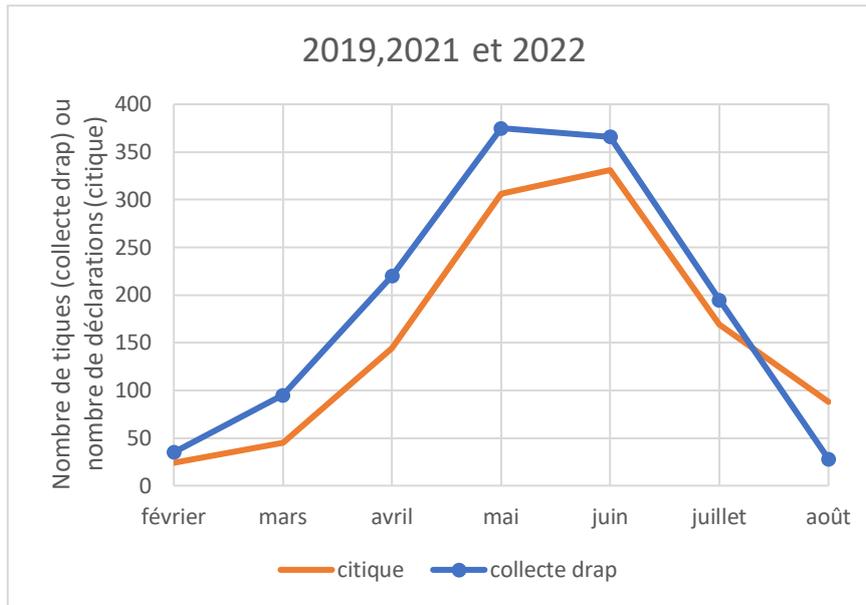


Figure 18 : Saisonnalité de l'activité des tiques (méthode de collecte au drap, données CLIMATICK) et des déclarations de piqûres de tique (données CiTIQUE), avec les données cumulées des années 2019, 2021 et 2022

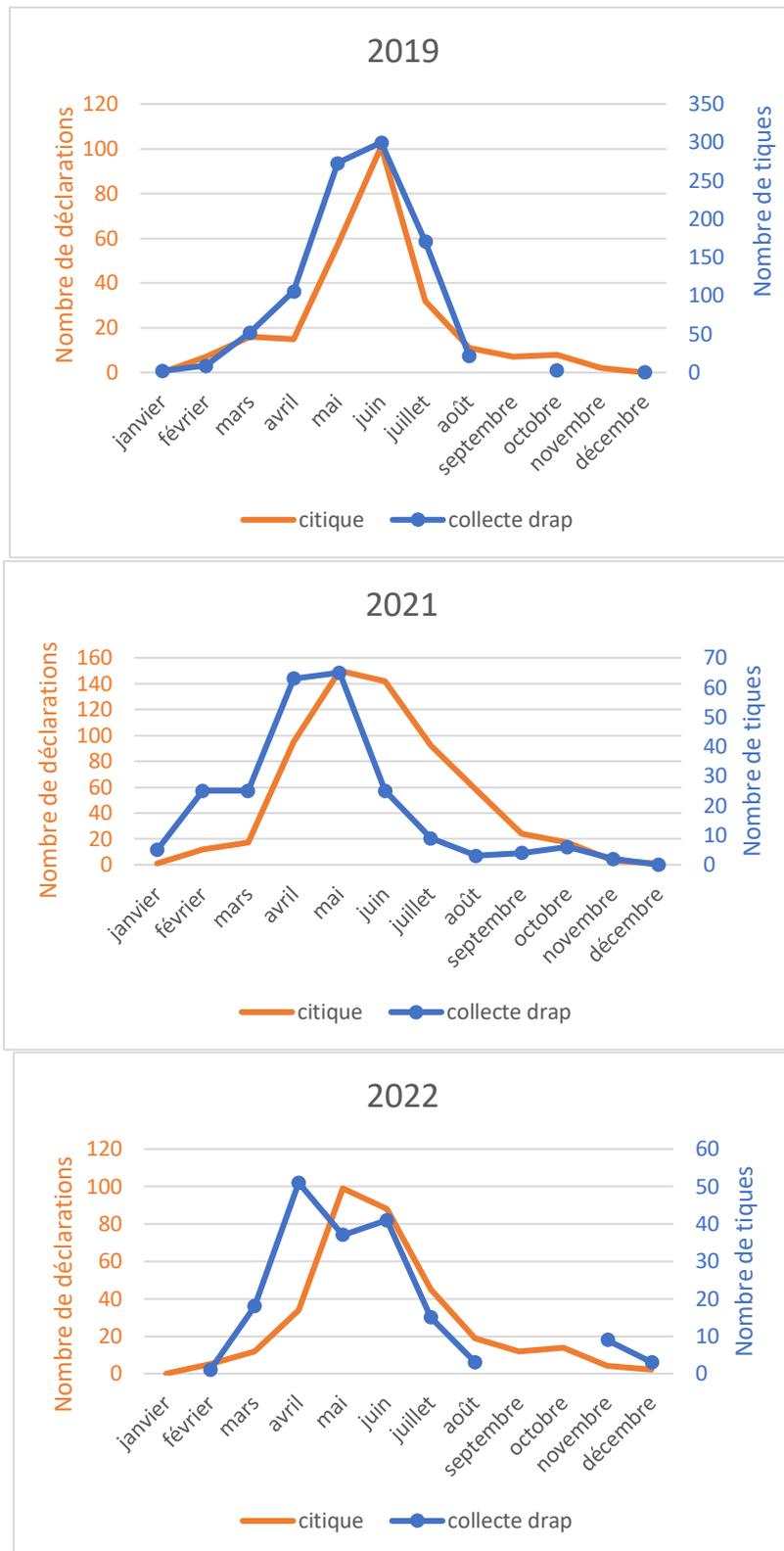


Figure 19 : Saisonnalité de l'activité des tiques (méthode de collecte au drap, données CLIMATICK) et des déclarations de piqûres de tique (données CiTIQUE), selon les années

On observe que le pic de déclarations est décalé dans le temps par rapport au pic d'activité constaté sur le terrain en 2021 et en 2022 : le pic d'activité est en avril lorsque le pic de déclaration est en mai.

En 2019, on observe également que l'activité des tiques mesurée grâce à la méthode de collecte au drap est déjà très importante et presque au maximum en mai, lorsque le véritable pic de déclaration de piqûres survient en juin.

Quand on lisse les résultats sur les 3 ans il semble que la collecte au drap représente bien les déclarations.

- Dans les cliniques vétérinaires

La saisonnalité de l'infestation des animaux par les tiques, observée dans les cliniques vétérinaires, est présentée dans la figure 20.

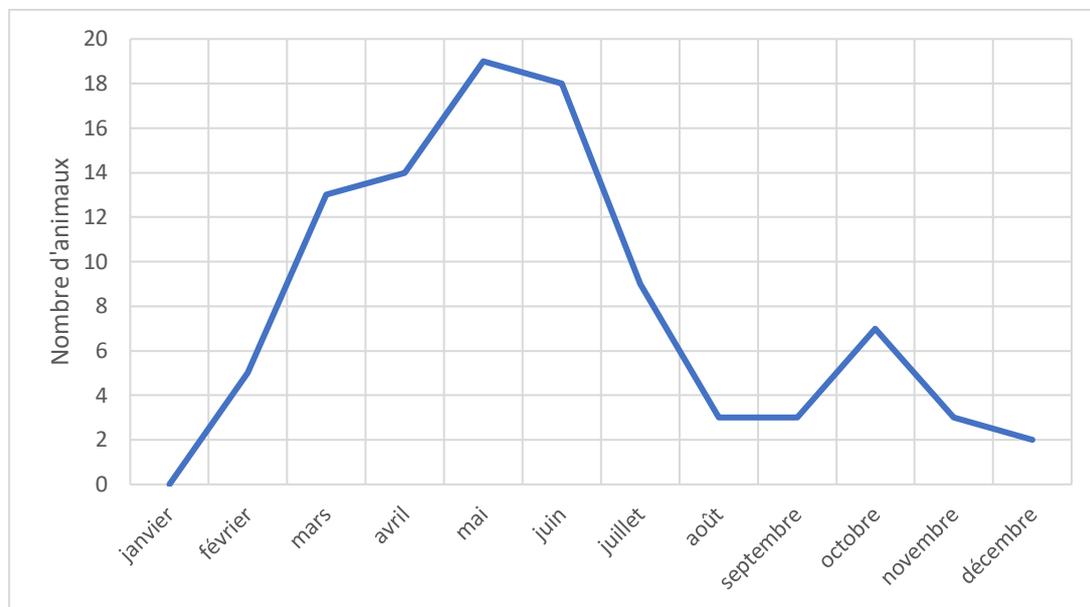


Figure 20 : Nombre d'animaux présentés avec au moins une tique en fonction du mois (dans les cliniques vétérinaires)

Le signal obtenu grâce à la participation des cliniques vétérinaires est plus faible que celui obtenu avec les données CiTIQUE mais permet d'observer les pics d'infestation par les tiques, survenant en mai et juin pour les animaux, avec un nombre d'animaux déjà important en mars et avril, et un plus petit pic en octobre.

La saisonnalité des espèces de tiques observée dans les cliniques vétérinaires chez les chiens et les chats est présentée respectivement dans les figures 21 et 23. Les figures 22 et 24 présentent respectivement le nombre de chiens et de chats infestés par les différentes espèces de tiques en fonction du mois de l'année. Des co-infestations sont possibles (quatre chiens concernés).

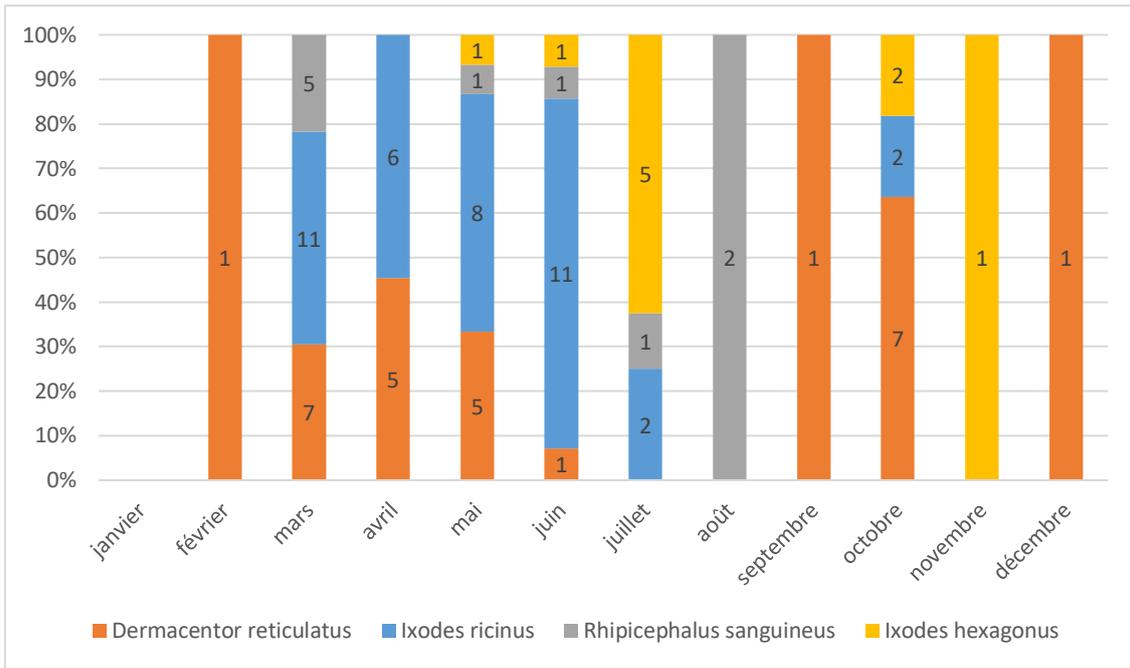


Figure 21 : Proportions des espèces de tiques collectées chez les chiens selon le mois (dans les cliniques vétérinaires)

Chez le chien on a retrouvé un pourcentage important de tiques du genre *Dermacentor* en mars, avril, mai puis en octobre, avec un nombre plus important retrouvé en octobre et en mars.

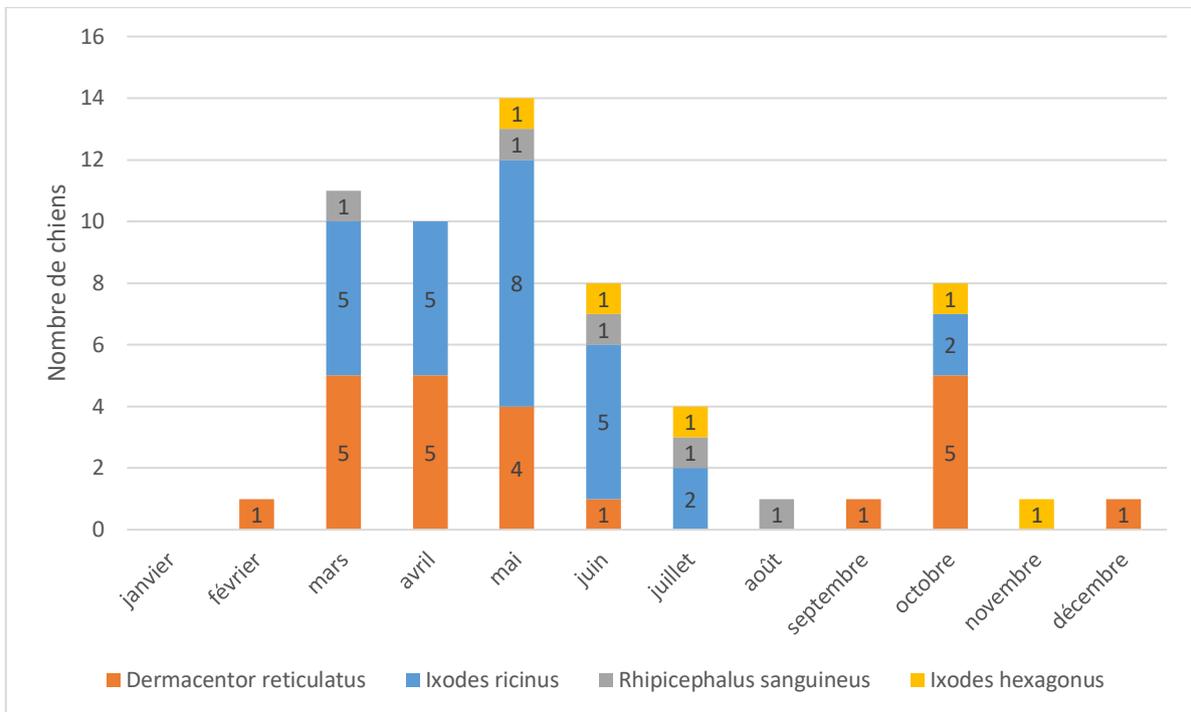


Figure 22 : Nombre de chiens infestés par différentes espèces de tiques selon le mois (dans les cliniques vétérinaires)

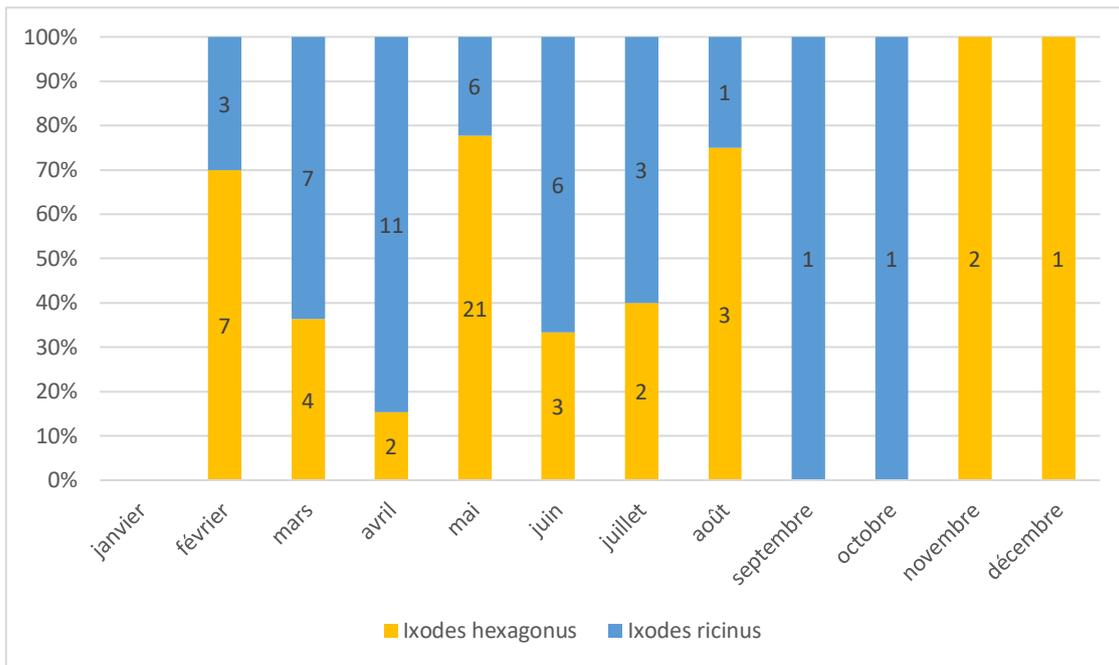


Figure 23 : Proportions des espèces de tiques collectées chez les chats selon le mois (dans les cliniques vétérinaires)

On retrouve chez le chien une plus grande diversité d'espèces de tiques (4 espèces) que chez le chat (2 espèces). Chez le chat on a retrouvé *Ixodes hexagonus* sur une grande partie de l'année, notamment sur toute la période de février à août, parfois en proportions importantes par rapport à *Ixodes ricinus* : 70 % en février, 78 % en mai, 75 % en août.

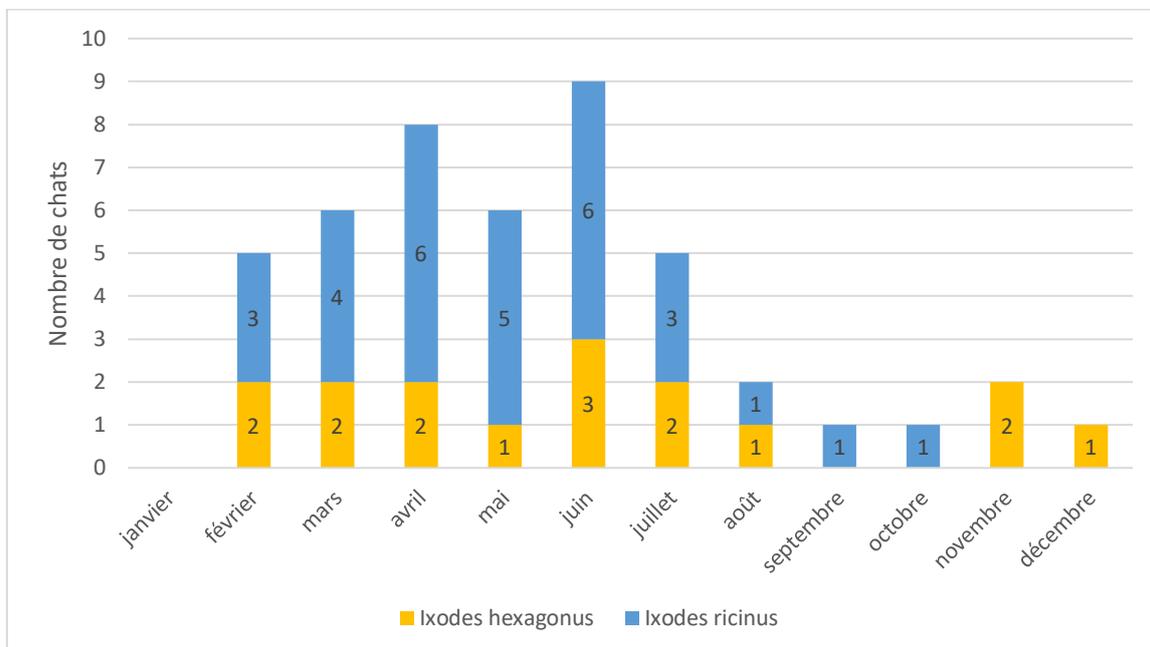


Figure 24 : Nombre de chats infestés par différentes espèces de tiques selon le mois (dans les cliniques vétérinaires)

4. Influence de la météorologie sur le risque de piqûre

Nous avons tenté d'établir une température au dessus de laquelle se sont produites la majorité des piqûres déclarées via Signalement Tique, de façon à pouvoir estimer le risque en fonction de la température. Cependant nous n'avons pas la possibilité de savoir à quelle heure les tiques se sont fixées sur leur hôte, nous avons donc travaillé avec des températures moyennes quotidiennes.

Les résultats sont présentés dans la figure 25.

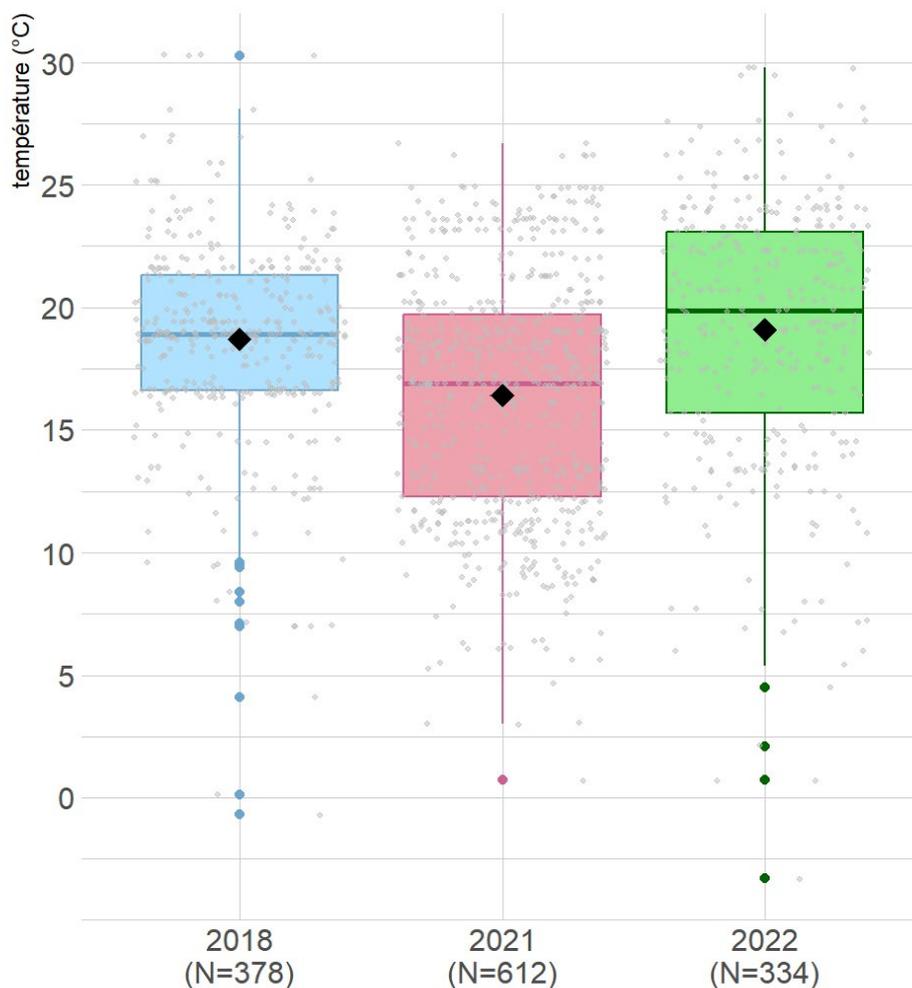


Figure 25 : Température quotidienne moyenne le jour d'une déclaration de piqûre, en fonction de l'année (données CiTIQUE)

Quatre-vingt-dix pourcent des piqûres d'humain par une tique se sont produites un jour où la température moyenne quotidienne dépassait 13,5°C en 2018, 10,3°C en 2021, 12,3°C en 2022.

La distribution sur les 3 années est présentée dans la figure 26.

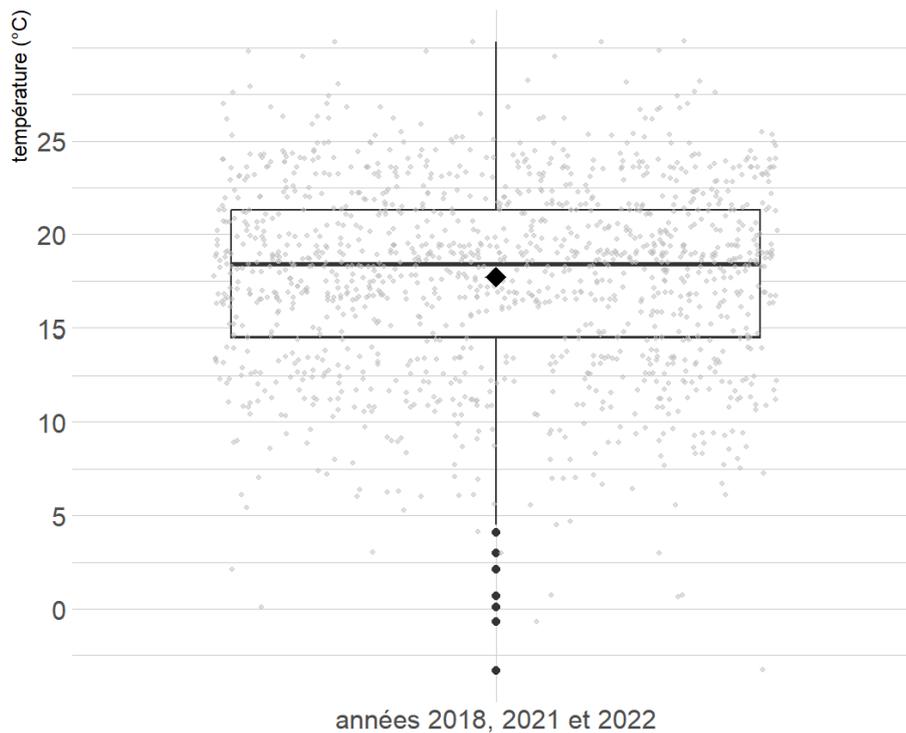


Figure 26 : Température quotidienne moyenne le jour d'une déclaration de piqûre pour les années 2018, 2021 et 2022 en région lyonnaise (données CiTIQUE)

Si on considère les piqûres de tiques sur ces 3 années 90 % se sont produites à une température quotidienne moyenne supérieure à 10,9°C.

Nous avons également tenté d'établir une humidité relative quotidienne moyenne au dessus de laquelle se sont produites la majorité des piqûres de tiques.

Quatre-vingt-dix pourcent des piqûres se sont produites au dessus d'une humidité relative quotidienne moyenne de 52 % en 2018, 55 % en 2021, 44 % en 2022, et 51 % si on cumule ces 3 années (cf. Figures 27 et 28).

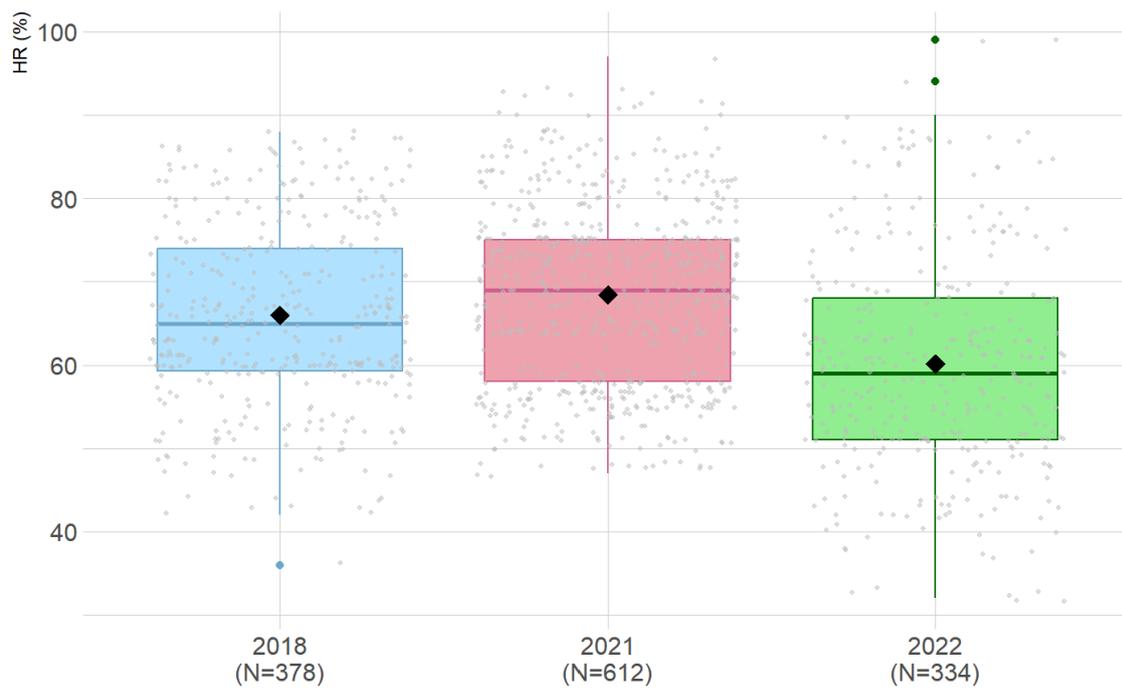


Figure 27 : Humidité relative quotidienne moyenne le jour d’une déclaration de piqûre, en fonction de l’année (données CiTIQUE)

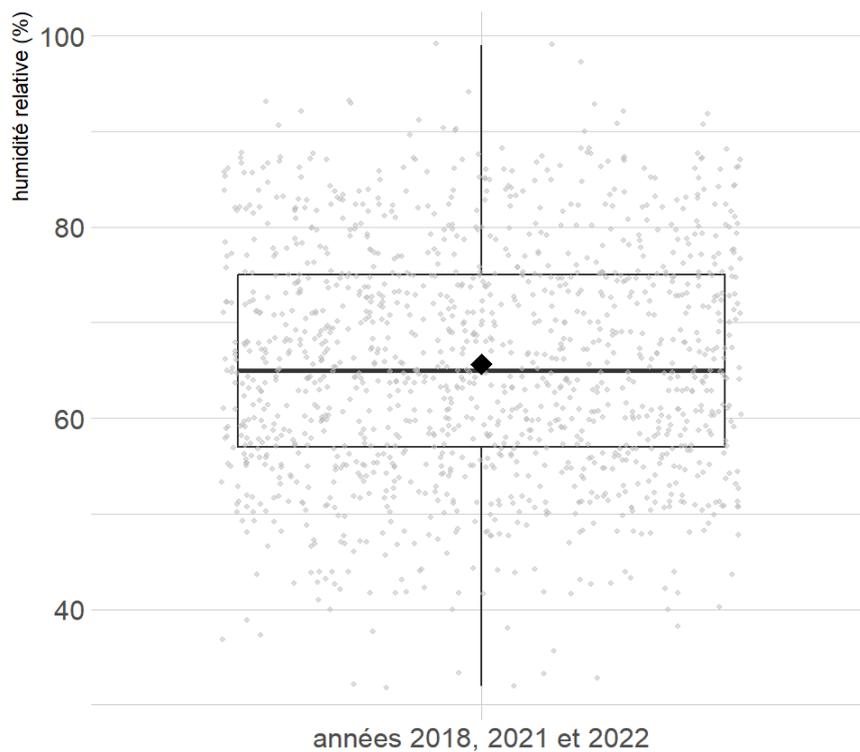


Figure 28 : Humidité relative quotidienne moyenne le jour d’une déclaration de piqûre pour les années 2018, 2021 et 2022 (données CiTIQUE)

5. Espèces de tiques récoltées selon les méthodes

Parmi les 892 tiques envoyées par les utilisateurs de Signalement Tique de 2017 à 2023, 71 ont été identifiées (8 %). 54 ont été retrouvées sur un humain, 17 sur un animal.

Par l'intermédiaire des cliniques vétérinaires, 175 tiques ont été collectées entre février 2022 et mai 2024, et 172 (98 %) ont pu être identifiées précisément, les autres étant trop abîmées.

Par la méthode de collecte au drap à la Tour de Salvagny, 1566 tiques des stades nymphe à adulte ont été collectées entre 2019 et 2022. Toutes ont été identifiées.

Par la méthode de collecte au drap sur 3 sites du projet Eratiq en mai et juin 2022, 41 tiques ont été collectées et identifiées.

Dans le tableau VII sont répertoriées les tiques retrouvées chez les carnivores domestiques dans les cliniques vétérinaires en fonction de l'hôte, de l'espèce et du stade.

Espèce et stade	Nombre de tiques (et pourcentage du total)	Nombre de tiques chez le chien	Nombre de tiques chez le chat
<i>Ixodes ricinus</i> adulte	78 (45,3 %) dont 6 mâles	39	39
<i>Ixodes ricinus</i> nymphe	1 (0,6 %)	1	0
<i>Ixodes ricinus</i> larve	0	0	0
<i>Ixodes hexagonus</i> adulte	15 (8,7 %)	1	14
<i>Ixodes hexagonus</i> nymphe	19 (11 %)	7	12
<i>Ixodes hexagonus</i> larve	21 (12,2 %)	2	19
<i>Dermacentor reticulatus</i> adulte	28 (16,3 %) dont 5 mâles	28	0
<i>Dermacentor reticulatus</i> nymphe	0	0	0
<i>Dermacentor reticulatus</i> larve	0	0	0
<i>Rhipicephalus sanguineus</i> adulte	10 (5,8 %) dont 5 mâles	10	0
<i>Rhipicephalus sanguineus</i> nymphe	0	0	0
<i>Rhipicephalus sanguineus</i> larve	0	0	0
Total	172	88	84

Tableau VII : Espèces et stades des tiques collectées sur les carnivores domestiques dans les cliniques vétérinaires entre février 2022 et mai 2024

Les tiques les plus retrouvées sur les carnivores domestiques de la région lyonnaise sont :

- les adultes d'*Ixodes ricinus* (45,3 %) qui ont été retrouvés à part égale chez le chien et le chat,
- les adultes de *Dermacentor reticulatus* (16,3 %) qui ont été retrouvés exclusivement chez le chien,
- les larves d'*Ixodes hexagonus* (12,2 %) qui ont été retrouvées principalement sur un chat (19 sur le même animal)
- les nymphes d'*Ixodes hexagonus* (11 %),

-les adultes d'*Ixodes hexagonus* (8,7 %).

Les figures 29 à 34 présentent les espèces de tiques retrouvées en fonction de la méthode et de l'hôte.

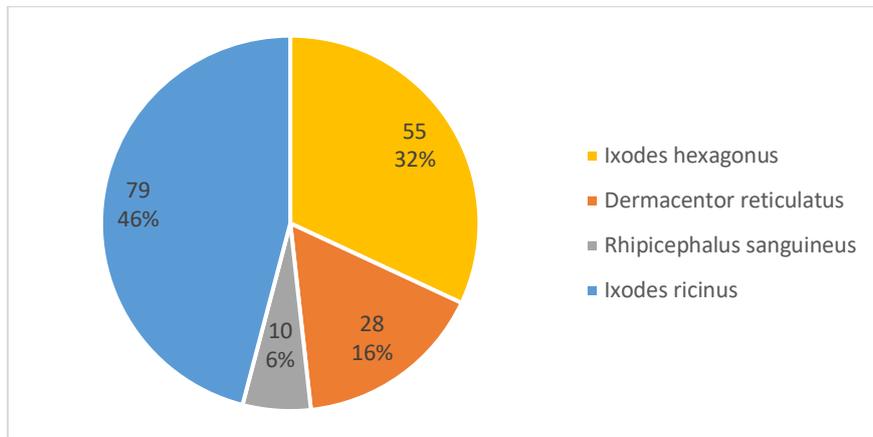


Figure 29 : Espèces de tiques collectées sur les carnivores domestiques dans les cliniques vétérinaires (n=172)

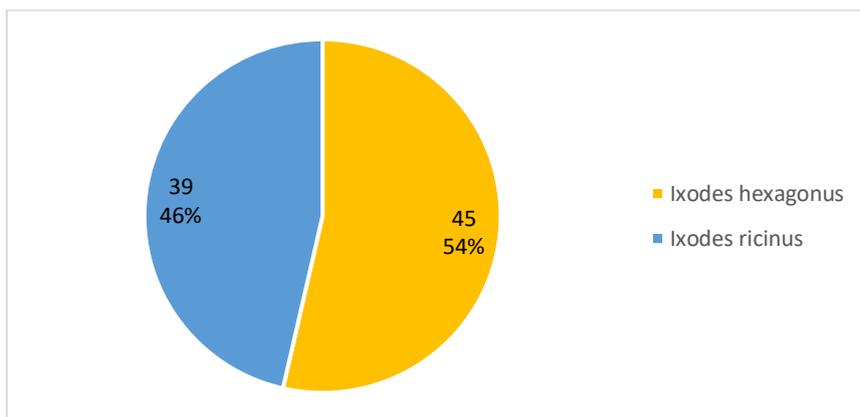


Figure 30 : Espèces de tiques collectées sur les chats dans les cliniques vétérinaires (n=84)

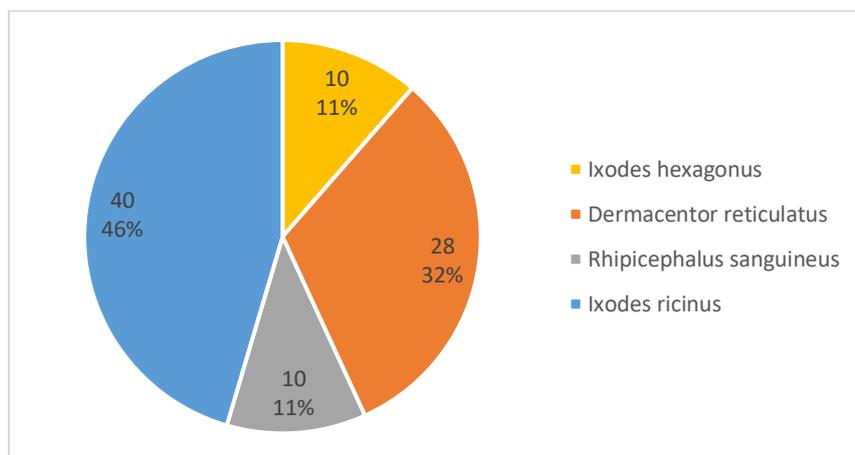


Figure 31 : Espèces de tiques collectées sur les chiens dans les cliniques vétérinaires (n=88)

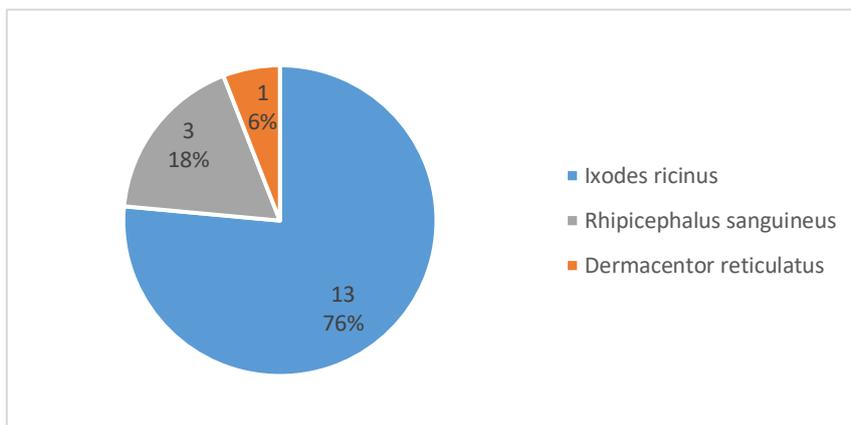


Figure 32 : Espèces de tiques ayant piqué un animal et dont la piqûre a été signalée via Signalement Tique (n=17)

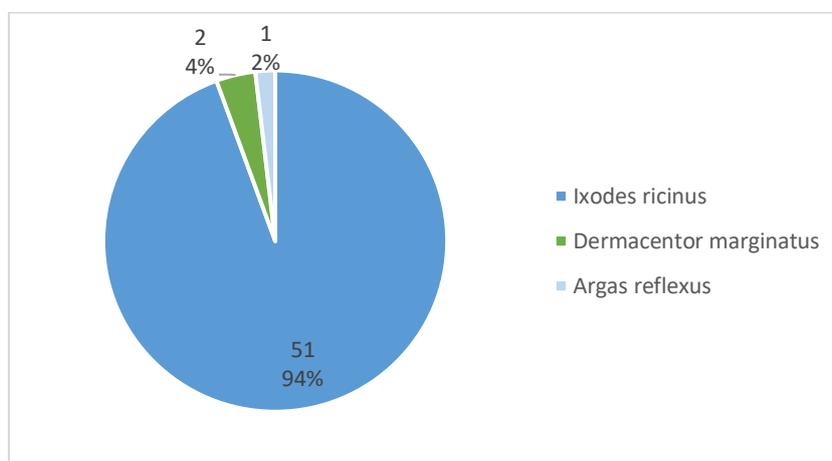


Figure 33 : Espèces de tiques ayant piqué un humain et dont la piqûre a été signalée via Signalement Tique (n=54)

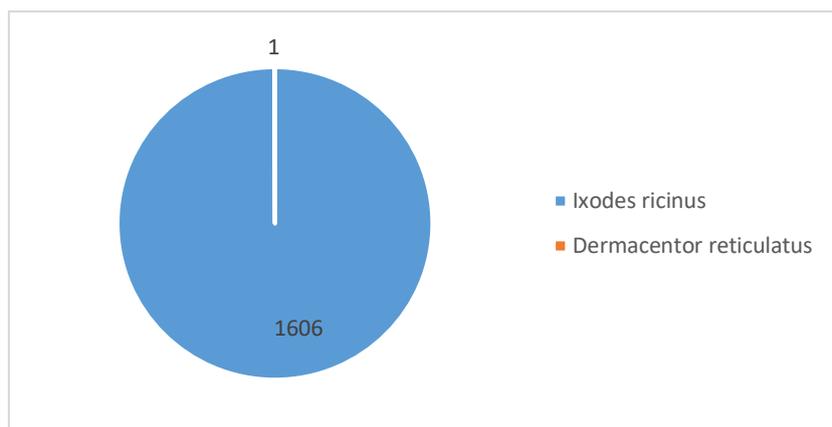


Figure 34 : Espèces de tiques récoltées par la méthode du drap (projet CLIMATICK et ERATIQ, n=1607)

La méthode de collecte au drap, qui permet de récupérer les tiques à l'affût, a permis dans cette étude de collecter quasi exclusivement des tiques de l'espèce *Ixodes ricinus*. Une seule tique d'une autre espèce a été collectée, une *Dermacentor reticulatus* sur le site de Saint-Pierre-de-Chandieu en juin 2022.

On remarque que les méthodes de collecte sur hôte permettent d'observer d'autres espèces de tiques. L'espèce la plus retrouvée chez l'humain par l'intermédiaire de Signalement Tique reste largement *Ixodes ricinus*. Cette espèce est également majoritairement retrouvée chez les carnivores domestiques que la méthode de collecte soit via Signalement Tique ou via les cliniques vétérinaires.

Ixodes hexagonus est également retrouvée de manière importante chez les animaux amenés en cliniques vétérinaires, elle est retrouvée de façon majoritaire chez le chat, mais n'est pas retrouvée lors d'identification sur les tiques de Signalement Tique (parmi les 5 tiques de chats identifiées, 100 % sont de l'espèce *Ixodes ricinus*).

La méthode de collecte sur les animaux via les cliniques vétérinaires semble permettre d'obtenir une plus grande diversité d'espèces de tiques que d'autres méthodes.

6. Distribution spatiale et environnements favorables aux piqûres

La figure 35 présente la vue satellite des signalements de piqûres de tiques sur les humains et les animaux autour de Lyon de 2017 à 2023.

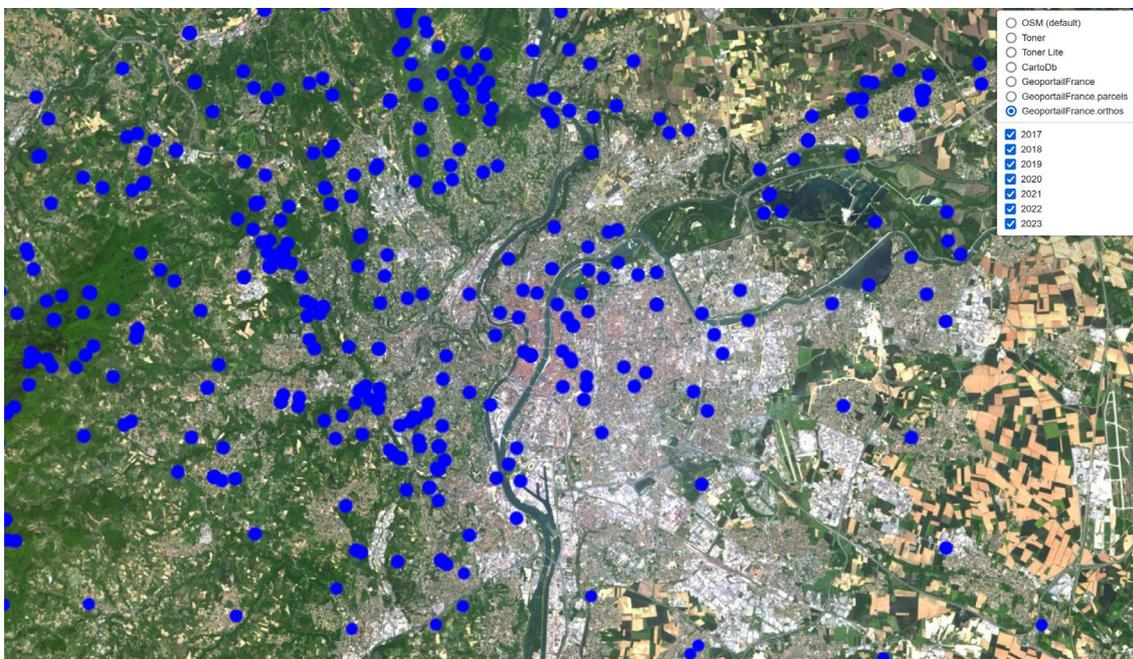
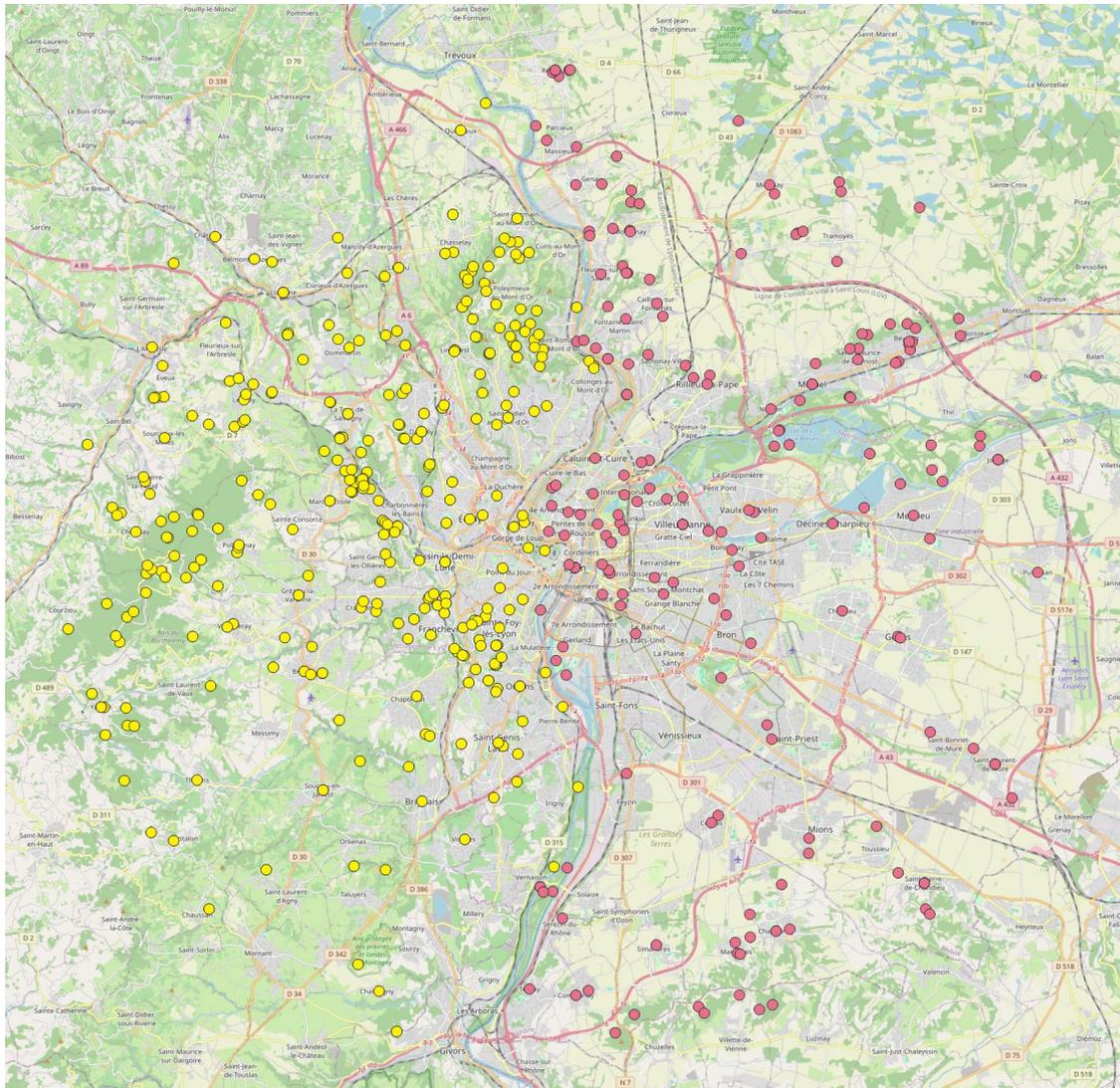


Figure 35 : vue satellite des déclarations de piqûres de tiques autour de Lyon (données CITIQUE)

Les déclarations de piqûres humaines et animales dans un rayon de 20km autour du pont Bonaparte de Lyon ont été sélectionnées, soit 591 déclarations, et la Saône a été définie comme limite est-ouest (le Rhône devenant la limite au sud de la confluence). La superficie de la zone Ouest est de 602km², et la superficie de la zone Est est de 654km². La distribution des signalements et le zonage sont présentés dans la figure 36.



● Déclaration de piqûre via Signalement Tique, à l'ouest de la Saône

● Déclaration de piqûre via Signalement Tique, à l'est de la Saône

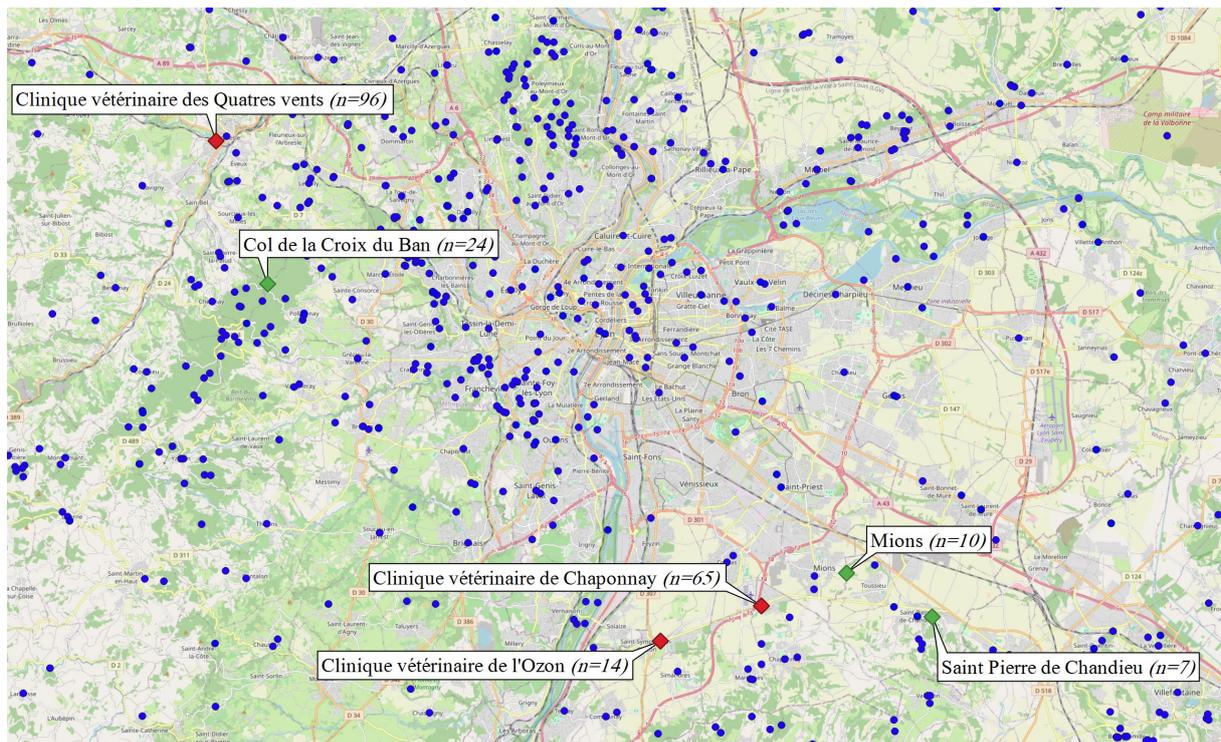
Figure 36 : Déclarations de piqûres de tiques dans un rayon de 20km autour de Lyon (données CiTIQUE)

Les déclarations de piqûres de tiques sont plus nombreuses à l'ouest (n=331/591 soit 56 %) de Lyon qu'à l'est (n=260/591 soit 44 %). Malgré une superficie plus importante de la zone est, le nombre de piqûre est significativement plus élevé à l'ouest (p-value = 0,044).

Le nombre de déclaration par km² est 0,55 déclaration/km² à l'ouest et 0,4 déclaration/km² à l'est.

Très peu de piqûres ont été signalées là où se situent deux des cliniques vétérinaires de l'étude (cf. Figure 37).

Les résultats des collectes de tiques dans les cliniques sur animaux et sur le terrain par la méthode du drap sont présentés sur la Figure 37, avec n = le nombre de tiques collectées dans l'endroit en question.



Légende



Clinique vétérinaire



Site de collecte du projet ERATIQ



Déclaration de piqûre via Signalement Tique

Figure 37 : Nombre de tiques collectées dans les trois cliniques vétérinaires et sur les trois sites de collecte au drap du projet ERATIQ et distribution spatiale des piqûres déclarées via Signalement Tique

On peut noter que la clinique vétérinaire des Quatre vents (l'Arbresle) et le site de collecte (col de la croix du Ban) situés à l'Ouest sont ceux dans lesquels le plus grand nombre de tiques ont été collectées.

Concernant les sites de collectes situés près des cliniques vétérinaires, on constate également une différence entre les sites situés en zone péri-urbaine, et le site rural du col de la Croix du Ban. La densité de tiques au m² observée est plus élevée sur le site du col de la Croix du Ban (cf. Tableau VIII).

Site	Total tiques	Densité de tique au m ²	Nb tique mai-22	Nb tique juin-22
Saint Pierre de Chandieu	7	0,0175	4	3
Mions	10	0,025	8	2
col de la croix du Ban	24	0,06	7	17

Tableau VIII : Nombre de tiques collectées et densité de tique au m² en mai et juin 2022 sur les sites de collecte au drap du projet ERATIQ

D'après les questionnaires associés aux déclarations dans Signalement Tique, 48 % des piqûres (lorsque l'information a été transmise) ont eu lieu en forêt et 27 % en jardins privés. Le tableau IX présente les résultats détaillés pour chaque type d'environnement et chaque hôte.

	Humain	Carnivore domestique	Chien	Chat
Jardin privé	626 /2466 (25,4 %)	134 /358 (37,4 %)	44 /203 (21,7 %)	90 /155 (58,1 %)
Forêt	1258 /2466 (51 %)	89 /358 (24,9 %)	83 /203 (40,9 %)	6 /155 (3,9 %)
Prairie	371 /2466 (15 %)	80 /358 (22,3 %)	33 /203 (16,3 %)	47 /155 (30,3 %)
Zone agricole cultivée	74 /2466 (3 %)	36 /358 (10,1 %)	24 /203 (11,8 %)	12 /155 (7,7 %)
Parc public / municipal	85 /2466 (3,4 %)	14 /358 (3,9 %)	14 /203 (6,9 %)	0 /155
Plan d'eau	52 /2466 (2,1 %)	5 /358 (1,4 %)	5 /203 (2,5 %)	0 /155
Total pour lequel on a l'info	2466 /2830	358 /403	203 /228	155 /175

Tableau IX : Environnement où ont eu lieu les piqûres de tiques déclarées via Signalement Tique, en fonction de l'hôte (données CiTIQUE)

Les figures 38, 39 et 40 présentent la répartition des piqûres en fonction de l'environnement et de l'hôte.

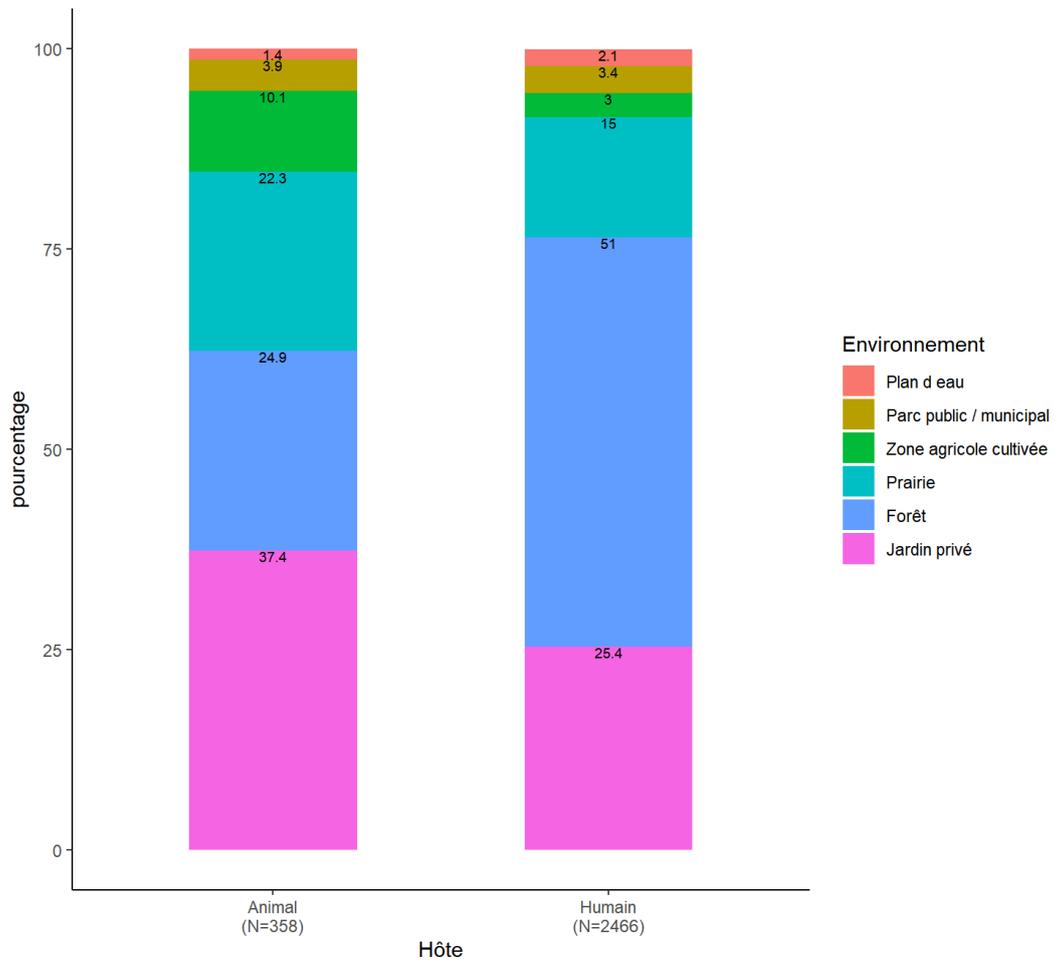


Figure 38 : Répartition des piqûres de tiques par environnement, en fonction de l'hôte en région lyonnaise (données CiTIQUE)

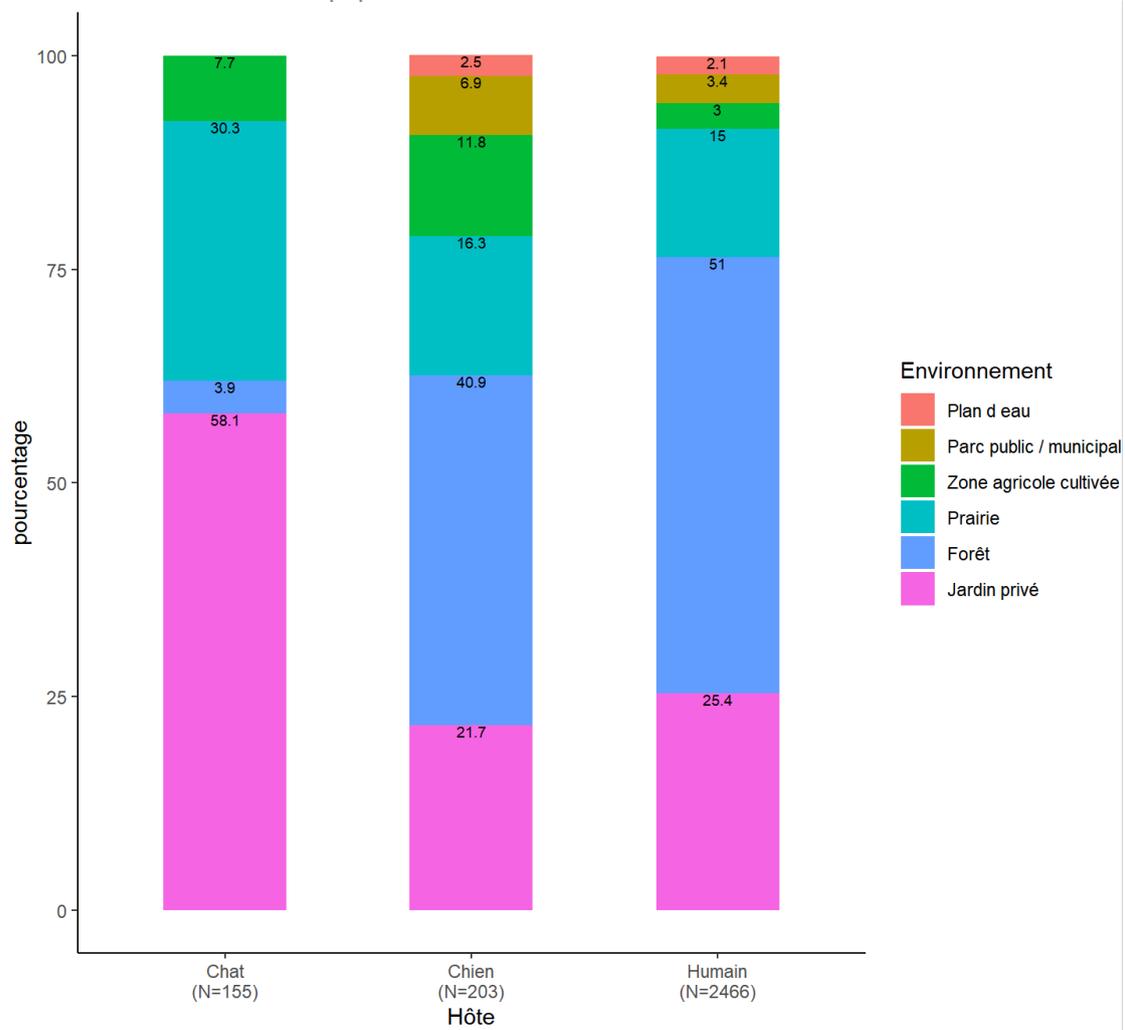


Figure 39 : Répartition des piqûres de tiques par environnement, en fonction de l'hôte en région lyonnaise (données CiTIQUE)

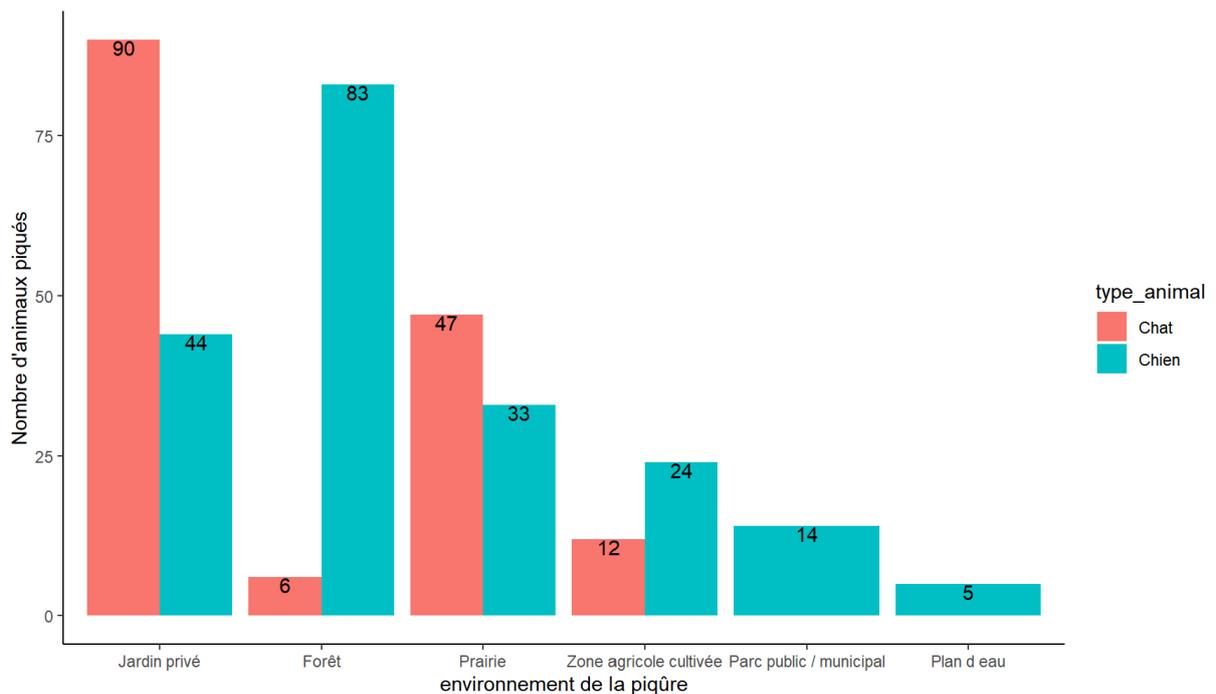


Figure 40 : Nombre d'animaux piqués en fonction de l'environnement et de l'espèce hôte (données CiTIQUE)

En se basant sur ce que déclarent les personnes piquées par une tique ou les propriétaires d'animaux piqués par une tique, on note que près de la moitié (51 %) des piqûres d'humain ont lieu en forêt, lorsque l'environnement de piqûre le plus fréquent pour les animaux est le jardin privé (37,4 %).

IV. Discussion

1. Variations annuelles des déclarations de piqûres et de l'abondance des tiques

L'analyse des données de Signalement Tique dans la région lyonnaise montre une variabilité interannuelle en ce qui concerne le nombre de déclarations de piqûres (110 en 2017, 930 en 2020). Elle peut s'expliquer de différentes façons.

Pour qu'il y ait un signalement sur Signalement Tique, 6 conditions doivent être réunies (108), elles sont présentées dans la figure 41 ci-dessous.

1. La présence d'un humain/animal	+	2. La présence de tiques	+	3. Des tiques actives en quête d'un hôte à piquer	+	4. Une piqûre de tique	+	5. La connaissance de Signalement Tique	+	6. La motivation de participer et signaler sa piqûre
-----------------------------------	---	--------------------------	---	---	---	------------------------	---	---	---	--

Figure 41 : Conditions pour qu'un signalement ait lieu sur Signalement Tique

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ces variations. On peut d'abord évoquer une différence d'abondance des tiques ou de leur activité (conditions 2 et 3), qui dépend en partie de la météo. Cette variabilité peut aussi être expliquée par une différence d'exposition des gens et de leurs animaux (condition 1), celle-ci est multifactorielle et dépend notamment des comportements à risque d'exposition. On suppose par exemple une exposition importante des gens aux tiques au printemps 2020 après le déconfinement liée à la Covid-19 (désir d'être à l'extérieur et météo favorable). Enfin, le nombre de signalement dépend de la connaissance de Signalement Tique par la population – qui dépend entre autres de la communication faite sur l'outil - ainsi que de la motivation des citoyens à participer (conditions 5 et 6). Il n'existe aucune étude à ce jour permettant d'évaluer cette motivation, on peut supposer qu'elle peut varier en fonction du contexte sanitaire notamment et de la communication faite sur le sujet des tiques et maladies à tiques.

On observe la même variabilité interannuelle en ce qui concerne le nombre de tiques collectées sur le terrain dans le cadre du projet Climatick (939 en 2019, 232 en 2021, 178 en 2022). Sachant que le protocole d'échantillonnage est toujours le même, ces résultats reflèteraient à priori mieux une réelle variation de l'abondance et/ou de l'activité des tiques.

Enfin, on remarque que les années où il y a beaucoup de tiques sur le terrain ne sont pas celles au cours desquelles on a le plus de déclarations, et inversement. Cela peut être expliqué par les mêmes raisons que celles présentées sur la figure 41 (i.e. conditions pour qu'un signalement ait lieu sur Signalement Tique). De plus, les collectes sur le terrain ont été réalisées sur un seul site, et les signalements de piqûres couvrent un vaste territoire d'un rayon de 60km autour de Lyon où l'activité des tiques peut différer de la zone de collecte au drap.

2. Nombre d'hôtes piqués selon l'espèce et nombre moyen de tiques implantées par hôte

L'analyse des données CiTIQUE montre que la moyenne du nombre de tique par déclarant est plus élevée chez les animaux (=2) que chez les hommes (=1,24), la différence entre les deux étant significative. On a retrouvé jusqu'à 50 tiques sur un chien contre 22 tiques sur un humain. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que les animaux vont davantage dans les herbes que les humains et sont exposés à un plus grand nombre de tiques. Aussi, les tiques sont moins visibles sur les animaux en raison de leurs poils et elles peuvent rester implantées plusieurs jours avant d'être remarquées par le propriétaire, ce qui favorise l'infestation par plusieurs tiques simultanément.

L'analyse des données CiTIQUE montre également que la moyenne du nombre de tique par animal est significativement plus élevée chez le chien (=2,63) que chez le chat (=1,18). C'est l'inverse qui est observé si on utilise les données des cliniques vétérinaires : une moyenne de 1,8 pour les chats et 1,6 pour les chiens. En raison des effectifs relativement faibles (56 chiens

et 48 chats dans les cliniques vétérinaires), ces moyennes varient de manière importante quand on ajoute des valeurs extrêmes et en l'occurrence la différence n'est pas significative. Un nombre de tiques plus élevé chez les chiens que chez les chats pourrait s'expliquer par une biologie et un comportement différents, notamment par le comportement d'auto-toilettage (109). Avec l'application Tekenscanner aux Pays-Bas, le nombre de tiques signalées chez les chats était également moins important, avec cependant une différence non significative des moyennes de tiques par animal entre le chien et le chat (83). Une étude menée en Grande Bretagne avec la coopération de nombreuses cliniques vétérinaires a permis de calculer le risque pour un chien ou un chat d'être présenté dans une clinique vétérinaire avec au moins une tique, et ce risque était supérieur pour les chats par rapport aux chiens ($RR=0,73$; $p\text{-value}<0,005$) (82). Une étude menée en Allemagne sur les chiens et les chats présentés en cliniques vétérinaires a observé une moyenne du nombre de tiques plus élevée chez les chats que chez les chiens avec une infestation par plusieurs tiques plus fréquente. L'hypothèse avancée est que comme la moitié des chats infestés étaient décrits comme chasseurs ils devaient passer plus de temps en contact avec la faune sauvage et la végétation que les chiens (110). Il est donc difficile de conclure en une différence réelle entre les taux d'infestation par les tiques entre chiens et chats, ce taux pouvant dépendre de différents facteurs tel que le comportement (chasse, toilettage) et la fréquence de l'exposition.

Il faut enfin garder en tête un des biais de la méthode employée pour collecter les tiques dans les cliniques vétérinaires. En effet, les vétérinaires ont simplement été invités à collecter les tiques qu'ils observaient sur les carnivores domestiques présentés en consultation. Il ne leur a pas été demandé de réaliser une inspection complète de certains animaux à la recherche de tiques, et s'ils l'ont fait c'est indépendamment de notre étude. Ainsi, on peut imaginer que toutes les tiques n'ont pas été vues par les vétérinaires, et celles qui ont été récupérées étaient probablement les plus visibles ou ont été remarquées dans un contexte où un examen plus approfondi était nécessaire.

3. Saisonnalité de l'infestation par les tiques

Concernant la saisonnalité des déclarations de piqûres via Signalement Tique, l'année 2020 a été écartée en raison des confinements qui ont eu lieu du 17 mars au 11 mai 2020 puis du 30 octobre au 15 décembre 2020. En effet, on a constaté un nombre de déclarations très important au moment du déconfinement mi-mai 2020. Ces résultats sont difficiles à interpréter compte-tenu des comportements particuliers probablement adoptés par les déclarants pendant cette période (temps libre potentiellement augmenté, promenades restreintes...), dans d'autres pays il y a eu moins de signalements au moment des périodes de confinement par exemple (111).

L'analyse des déclarations de piqûres via Signalement Tique montre également que les déclarations de piqûres humaines augmentent de manière importante dès le mois d'avril, et atteignent un maximum début juin. Elles diminuent ensuite pendant l'été, et un léger rebond

est constaté fin septembre et en octobre. La tique qui pique le plus l'Homme en France est *Ixodes ricinus* (112). La saisonnalité des piqûres observée est en adéquation avec la saisonnalité connue de l'activité de la tique *Ixodes ricinus* en France et plus particulièrement dans la région (113, 114). Dans les cliniques vétérinaires, *Ixodes ricinus* est retrouvée de mars à juin, un petit peu en juillet et en octobre. Chez les chats elle est retrouvée de février à août, ce qui est comme pour les chiens en accord avec la saisonnalité décrite de l'espèce (113), bien que dans d'autres études européennes à plus grand effectif elle ait été retrouvée toute l'année (109).

Aucune tique n'a été collectée en janvier (janvier 2023 et janvier 2024) dans les cliniques vétérinaires. De même, les déclarations de piqûres sur l'application signalement Tiques sont exceptionnelles en période hivernale. Ces observations confirment que malgré le réchauffement climatique, le risque pour les carnivores domestiques et l'homme d'être infestés par les tiques en hiver dans la région lyonnaise reste limité comme ce qui a été rapporté dans d'autres études en Europe (82)(109). Si les scénarios futurs de réchauffement climatique se confirment, cette tendance pourrait être inversée à l'avenir, appuyant l'intérêt de poursuivre la surveillance.

Quand on compare les déclarations humaines et animales (Signalement Tique), on observe que le pic de déclarations de piqûre de tiques chez les animaux survient plus tôt dans l'année que le pic chez les humains. On remarque une augmentation des déclarations chez les animaux dès le mois de mars avec un maximum début mai. Les résultats de la surveillance réalisée dans les cliniques vétérinaires indiquent qu'en mars et avril, une grande majorité des tiques retrouvées sur les chiens sont des tiques *Dermacentor* (Figure 21). Ce pic de déclaration anticipé des animaux par rapport aux humains pourrait être expliqué par l'activité des tiques *Dermacentor reticulatus*. Ces tiques peuvent aussi piquer les humains mais moins fréquemment qu'*Ixodes ricinus* (114), elles ont été retrouvées en proportion relativement importante sur les animaux des cliniques vétérinaires (16 %), et parmi les tiques retrouvées sur les animaux et envoyées par les utilisateurs de Signalement Tique (6 %). Elles sont actives plus tôt dans l'année que les tiques *Ixodes ricinus*, à partir de mars avec un pic en avril (115).

En comparant les collectes au drap dans l'environnement sur le site de la Tour de Salvagny et les déclarations de piqûre via Signalement Tique, on observe que le pic de déclarations est décalé dans le temps (en mai) par rapport au pic d'activité sur le terrain en 2021 et en 2022 (en avril). Quand on regarde le graphique des années 2019, 2021 et 2022 cumulées, la courbe des collectes au drap et celle des déclarations ont la même allure. Ces différences peuvent être expliquées par l'échelle spatiale différente utilisée pour l'obtention des données (ie. un seul site de l'ouest Lyonnais pour les collectes dans l'environnement contre toute la région lyonnaise pour les données CiTIQUE). L'effet site disparaît d'ailleurs lorsque l'on cumule les données de trois années, ce qui conforte cette hypothèse. *Ixodes ricinus* n'est pas la seule tique capable de piquer les humains et les animaux (31)(111), il est donc normal que la saisonnalité de son activité dans l'environnement ne puisse correspondre exactement à la saisonnalité des piqûres (toutes espèces). Enfin, les tiques collectées par la méthode de

collecte au drap sont majoritairement des nymphes (116)(76). Or, la saisonnalité des nymphes n'est pas la même que celle des autres stades (117)(113). Bien que de grandes proportions de nymphes soient souvent retrouvées parmi les tiques ayant piqué un humain (30)(118), on comprend qu'il est normal que la collecte au drap ne donne pas les mêmes informations que les déclarations de piqûres.

Enfin, concernant les autres espèces de tiques retrouvées sur les animaux, *Ixodes hexagonus* a été retrouvée tous les mois chez les chiens ou les chats, à l'exception des mois de janvier et septembre. C'est une tique endophile, qui n'a pas une saisonnalité marquée (119). Dans de précédentes études en Europe, elle a été retrouvée toute l'année (109). Elle a été retrouvée en proportion importante par rapport à *Ixodes ricinus* les mois de février et août, mois où *Ixodes ricinus* est moins active, et en mai avec un chat présenté avec 21 nymphes et larves d'*Ixodes hexagonus*. Ces résultats sont difficiles à interpréter compte-tenu du faible nombre d'animaux surveillés et de tiques obtenues. *Rhipicephalus sanguineus*, la tique brune du chien, est une tique endophile retrouvée habituellement en étroite association avec les chiens typiquement dans les refuges ou chenils (120). Elle a été retrouvée uniquement chez les chiens. La tique est plus active globalement de la fin du printemps au début de l'automne (120). On l'a retrouvée dans notre étude en nombre important en mars (sur un seul animal venant d'un chenil) puis de mai à août.

4. Influence de la météorologie sur le risque de piqûre

Nous avons tenté de d'établir des valeurs seuils de température ou d'humidité relative au dessus desquelles se produisaient la majorité des piqûres de tiques déclarées via Signalement Tique.

La tique *Ixodes ricinus* a besoin d'un taux d'humidité élevé pour survivre dans l'environnement, et l'humidité a également une influence sur sa fréquence de mise à l'affût. Quand le déficit en saturation augmente (ce qui correspond à une augmentation de la température et/ou à une baisse de l'humidité relative), la fréquence de mise à l'affût de la tique *Ixodes ricinus* diminue en laboratoire (115), et on observe ainsi sur le terrain une baisse de la densité des tiques à l'affût (116). Quand on modélise la survie d'*Ixodes ricinus* en fonction de variables météorologiques, l'humidité relative est le facteur ayant l'effet le plus important sur la survie de la tique, des humidités relatives inférieures à 70 % ont montré avoir un impact négatif sur la survie (14). La détermination du déficit de saturation aurait ainsi été plus pertinente que l'analyse des températures ou humidités relatives seules. De plus, les conditions météorologiques des jours précédents la piqûre ont leur importance : l'activité des tiques *Ixodes ricinus* est influencée par les variables météorologiques (température, humidité relative, précipitations et déficit de saturation qui en résulte) sur une période en général de quelques jours avant la mesure de cette activité (16). On ne sait pas avec précision sur quelle échelle de temps chaque variable est pertinente mais il aurait pu être intéressant de s'intéresser à une période de temps plus étendue que le jour même de la piqûre.

Nous ne disposons pas de l'heure à laquelle la tique s'est accrochée à son hôte ni de l'heure à laquelle elle a piqué, c'est pourquoi nous avons utilisé les températures et humidités relatives quotidiennes moyennes. Il est également possible que certaines piqûres aient été remarquées et/ou signalées plusieurs jours après qu'elles aient effectivement eu lieu. En effet, seules 63 % des piqûres signalées chez les carnivores domestiques et 70 % des piqûres signalées chez les humains ont été signalées avec certitude le jour de la piqûre, les autres signalements sont associés à une date approximative à deux ou trois jours près ou potentiellement plus dans un très faible nombre de cas. Cela constitue un frein à l'établissement de ces seuils. De plus, l'humidité relative peut grandement varier en fonction de l'endroit où elle est mesurée : elle sera par exemple plus élevée à 5cm du sol dans une végétation haute et dense, qu'à 30cm au-dessus d'une pelouse.

Quand on regarde la température, le seuil est très variable d'une année à l'autre. On peut dire que 90 % des piqûres signalées en 2018, 2021 ou 2022 se sont produites un jour où la température moyenne a excédé 10,9°C. Cependant certaines piqûres se sont produites un jour où la température moyenne était négative. Les données de signalement ne permettant pas de savoir quelle espèce de tique a piqué, plusieurs hypothèses peuvent être émises. La première est que ces piqûres pourraient être celles de tiques endophiles (*Ixodes hexagonus*, larves et nymphes de *Dermacentor reticulatus*, *Rhipicephalus sanguineus*) dont l'activité dépend moins des conditions météorologiques puisqu'elles vivent dans un environnement protégé. Ces piqûres les jours de température moyenne négative pourraient être également expliquées par la variation journalière de la température, la piqûre ayant pu se produire à l'heure la plus chaude de la journée.

Le seuil est également variable d'une année à l'autre en ce qui concerne l'humidité relative. Quatre-vingt-dix pour cent des piqûres signalées en 2018, 2021 ou 2022 se sont produites un jour où l'humidité relative moyenne a excédé 51 %. Cette valeur est faible si on la compare au seuil établi par les modèles et en théorie défavorable à l'activité et à la survie de la tique *Ixodes ricinus*. On peut l'expliquer par le fait que l'humidité relative quotidienne moyenne mesurée par la station de Brindas n'est pas celle où se situait la tique au moment où elle s'est accrochée sur son hôte. En effet l'humidité au sol en forêt peut-être très différente (probablement supérieure) de celle mesurée dans une station. Et de la même façon que pour la température, les déclarations de piqûres ne concernent pas uniquement *Ixodes ricinus*, mais aussi d'autres tiques pour lesquelles on a moins d'informations en ce qui concerne l'influence des variables météorologiques sur leur activité. De nouvelles études devraient être réalisées pour mieux caractériser ces seuils.

5. Espèces de tiques récoltées selon les méthodes

Quatre espèces de tiques ont été collectées chez les carnivores domestiques dans les cliniques vétérinaires : *Ixodes ricinus* (46 %), *Ixodes hexagonus* (32 %), *Dermacentor reticulatus* (16 %), *Rhipicephalus sanguineus* (6 %). Chez le chien, on retrouve ces quatre espèces avec

majoritairement *I. ricinus* (46 %) suivie de *D. reticulatus* (32 %), lorsque seules *I. ricinus* et *I. hexagonus* ont été retrouvées chez le chat avec une majorité d'*I. hexagonus* (54 %).

La proportion d'*I. hexagonus* plus élevée chez le chat que chez le chien peut être expliquée par son comportement. Etant un chasseur de petite taille, il est probable qu'il rentre en contact plus souvent avec des hérissons ou d'autres hôtes de la tique et leurs nids que les chiens. Cette proportion chez le chat est plus élevée que celle d'autres études réalisées en Europe (entre 5 % et 17,7 % en Allemagne et aux Pays Bas respectivement). C'est également le cas pour le chien pour lequel la proportion d'*I. hexagonus* retrouvée dans notre étude avec les cliniques vétérinaires est de 11 % (entre 1,6 % et 3,7 % en Allemagne et aux Pays-Bas respectivement) (110, 111). Dans une autre étude où les tiques ont été récupérées en France, *I. hexagonus* a également été retrouvée dans des proportions plus faibles que dans notre étude (117).

Il est possible que la région lyonnaise soit particulièrement favorable aux hôtes de *I. hexagonus* (renard, hérisson), et ainsi que les animaux dans notre étude soient plus infestés par ces tiques.

Dans les études réalisées dans d'autres pays d'Europe, on retrouve également des proportions plus faibles de *D. reticulatus* et de *R. sanguineus*, qu'on peut relier à une distribution différente de ces espèces dans d'autres pays que la France ou d'autres régions que la région lyonnaise. *Rhipicephalus sanguineus* est une espèce de tique présente principalement dans le bassin méditerranéen, avec également des populations importantes dans le sud-ouest et le long de la vallée du Rhône (118). Elle y est habituellement retrouvée à l'intérieur, sur les murs, les meubles ou les tapis, ou encore à l'extérieur sur les façades ou les sols dans des anfractuosités (119). Bien qu'elle puisse être rencontrée ailleurs que dans le bassin méditerranéen, notamment plus au nord (17), les infestations à *R. sanguineus* habituellement rapportées en région lyonnaise ont lieu dans des refuges ou des chenils. Le repas de sang d'une tique dure moins de deux semaines (120) (121) et même très souvent moins de 10 jours (110), elle se détache ensuite de l'animal pour continuer son cycle. C'est pour cette raison qu'on a choisi de récupérer des informations sur les éventuels déplacements des animaux sur les 10 jours précédant le retrait d'une ou plusieurs tiques dans une clinique vétérinaire. Cependant, le repas d'une tique femelle *R. sanguineus* peut durer jusqu'à 21 jours (122). Tous les chiens piqués par une *R. sanguineus* dans notre étude n'ont aucun historique de voyage dans les 10 jours précédant le retrait de celle-ci. Etant donné le pourcentage important de *R. sanguineus* retrouvées chez les chiens dans les cliniques vétérinaires, nous nous sommes interrogés sur l'origine de celles-ci : provenaient-elles d'un chenil, ou provenaient-elles d'une habitation individuelle, ce qui n'est habituellement pas observé dans la région ? Nous avons été en mesure d'obtenir des informations supplémentaires pour deux chiens sur les cinq chiens porteurs de *Rhipicephalus sanguineus*. Ces deux chiens ont été présentés à la clinique vétérinaire de Chaponnay par la SACPA (Service pour l'Assistance et le Contrôle du Peuplement Animal) donc ils ont fréquenté un chenil. Concernant les trois autres animaux,

leurs antécédents restent incertains, on ne peut écarter l'hypothèse d'une contamination dans le Sud ou dans un chenil qui est l'hypothèse la plus probable dans la région.

Le nombre de tiques ayant piqué un animal puis ayant été déclarées via Signalement Tique, envoyées et identifiées est faible (17 tiques). Sept tiques ont été retrouvées sur un chien, cinq sur un chat, l'information n'est pas disponible pour les cinq autres. On retrouve parmi ces tiques une majorité d'*Ixodes ricinus* (76 %), mais aussi *Rhipicephalus sanguineus* (18 %) et *Dermacentor reticulatus* (6 %). On peut noter que trois tiques *Rhipicephalus sanguineus* ont été signalées puis identifiées, les signalements ont eu lieu en mars, juin et août, et la piqûre aurait eu lieu en jardin privé sur des chiens. Ces signalements sont surprenants quand on connaît l'aire de répartition actuelle des *Rhipicephalus*. Ils pourraient toutefois représenter un signe avant-coureur d'installation des tiques *Rhipicephalus* dans la région.

En ce qui concerne les tiques ayant piqué un humain, l'espèce la plus largement retrouvée via Signalement Tique est *I. ricinus*, suivie de *Dermacentor marginatus*, comme ce qui a été constaté dans une étude française avec des tiques retrouvées sur des patients de l'institut hospitalo-universitaire de Marseille (123). Une tique *Argas reflexus* a été identifiée. C'est une tique endophile dont l'hôte principal est le pigeon mais qui peut occasionnellement piquer l'humain (31).

La méthode de collecte au drap a permis de collecter quasi exclusivement des *I. ricinus*. La majorité des tiques récoltées dans notre étude avec cette méthode sont des nymphes (plus de 90 %). Estrada-Peña et al. soulignent la nécessité de développer de nouvelles méthodes pour effectuer des collectes fiables et répétables de tiques qui sont difficilement récupérées par la méthode de collecte au drap (124).

La collecte sur animaux en cliniques vétérinaires permet d'obtenir la plus grande diversité de tiques, suivie de la méthode participative, pour laquelle on aurait peut être obtenu une plus grande diversité si plus de tiques avaient été identifiées.

Les chiens et les chats ayant des comportements différents, ils peuvent récupérer des tiques d'habitats différents au sein d'un même environnement, apportant ainsi des informations complémentaires. Ils peuvent tous les deux permettre de récupérer des tiques endophiles qu'on ne pourra pas récupérer par la méthode de collecte au drap. On sait également que certaines espèces de tiques comme les *Rhipicephalus* et les *Hyalomma* présentent une spécificité d'hôte assez étroite (les chiens pour les *Rhipicephalus*, les chevaux et les bovins pour les *Hyalomma*) et sont peu attirées par le drap.

6. Distribution spatiale et environnements favorables aux piqûres

La Saône a été choisie comme limite est-ouest pour diviser les déclarations de piqûres dans un rayon de 20km autour de Lyon, et le Rhône la remplace une fois qu'elle s'est jetée dans ce dernier. C'est un choix justifié par le fait qu'elle traverse la ville de Lyon, qu'elle sépare

approximativement la région d'étude en deux et qu'on remarque en observant la carte de la région lyonnaise des zones boisées à l'ouest de la Saône avec des habitations individuelles et des jardins et à l'est des zones industrielles et des champs cultivés.

Le nombre de déclaration par km² est significativement plus élevé à l'ouest (0,55 déclaration/km²) qu'à l'est (0,4 déclaration/km²). Ce résultat est probablement en lien avec un environnement plus favorable aux tiques et à leurs hôtes à l'ouest. La même tendance a été observée dans l'étude de Pichot et al. (19) où le nombre de tiques collectées avec la méthode du drapeau a été plus important dans la zone périurbaine ouest.

On peut également noter que la clinique vétérinaire des Quatre vents (l'Arbresle) et le site de collecte (col de la croix du Ban) situés à l'ouest sont ceux dans lesquels le plus grand nombre de tiques ont été collectées. Il y a cependant plusieurs biais : c'est dans la clinique des Quatre Vents que la collecte a été la plus longue, le nombre d'animaux présentés avec des tiques est lié au nombre total d'animaux que reçoit la clinique vétérinaire donc il est possible que la clientèle de la clinique des Quatre Vents soit plus grande que celle des autres cliniques. On peut néanmoins penser à une influence des milieux fréquentés par les animaux sur leur infestation par les tiques.

On constate également une différence entre les sites de collecte au drap situés en zone périurbaine, et le site rural du col de la Croix du Ban, avec une densité de tiques plus élevée dans ce dernier (0,06 tiques/m² en mai et juin 2022, contre 0,025 à Mions et 0,0175 à Saint-Pierre-de-Chandieu). Le taux d'infestation des animaux dans les cliniques vétérinaires était en mai et juin 2022 plus élevé à l'Arbresle que dans les autres cliniques. Parallèlement, peu de piqûres ont été signalées via Signalement Tique aux alentours des deux sites et des deux cliniques vétérinaires situées à l'est.

Concernant la carte obtenue à l'aide des déclarations de piqûres, plusieurs points sont à discuter. Signalement Tique nous permet d'avoir un nombre important de signalements. On pourrait penser que cette carte nous permet d'avoir une idée du risque en fonction de la zone dans laquelle on se situe dans la région lyonnaise. Cependant, bien qu'un signalement atteste de la présence de tiques, l'absence de signalement n'atteste pas de l'absence de ces dernières. Ainsi, il est possible qu'il y ait beaucoup de tiques dans les zones où il n'y a pas de signalement mais qu'elles soient peu fréquentées par les humains et leurs animaux, et de la même façon les zones où il y a beaucoup de déclarations correspondent souvent à des zones où il y a une forte fréquentation ou une forte densité d'habitants. C'est ce qui a été remarqué à l'échelle de la France pour les déclarations de piqûres puisque la majorité des signalements sont focalisés sur les grandes villes (108). Cette carte nous donne des informations à la fois sur la présence et l'activité des tiques et sur la fréquentation du milieu par les humains, de manière indissociable.

D'après les questionnaires associés aux déclarations dans Signalement Tique dans la région lyonnaise, 48 % des piqûres (lorsque l'information a été transmise) ont eu lieu en forêt et 27 % en jardins privés. Pour les hommes et les chiens, c'est en forêt que les piqûres sont les plus fréquentes, devant les jardins privés et les prairies. Pour le chat en revanche c'est dans les jardins privés que les piqûres sont les plus fréquentes et viennent ensuite la prairie puis les zones agricoles cultivées. On obtient les mêmes conclusions lorsqu'on analyse les signalements CiTIQUE à l'échelle de la France entière (125). Ceci s'explique par le fait que les hommes et les chiens au cours de leurs promenades fréquentent à peu près les mêmes milieux. Les chats ayant accès à l'extérieur fréquentent a priori la périphérie du domicile mais les indications des signalements peuvent être faussées dans certains cas par une méconnaissance du territoire réellement exploré par le chat au cours de ses sorties. Pour les animaux et les hommes, l'analyse des données de signalements suggère que le risque domestique n'est pas négligeable (25,4 % de piqûres en jardin privé chez l'humain, 21,7 % chez le chien et 58,1 % chez le chat).

Concernant les déclarations de piqûres de tiques, on se base sur ce que déclarent les utilisateurs, cela constitue un biais car ils peuvent faire à tort (ou à raison) le lien entre la tique qu'ils observent sur leur animal ou sur eux-mêmes et un environnement particulier. Néanmoins cela constitue une information intéressante qu'il est plus difficile d'obtenir avec les animaux présentés en clinique vétérinaire. La méthode de collecte au drap, elle, est classiquement utilisée pour obtenir des informations sur la densité de tiques à l'affût dans un endroit donné et pouvoir étudier la variation dans le temps ou l'espace. Les lieux échantillonnés sont souvent des lieux où la présence de tiques est déjà avérée voire des lieux propices à l'affût d'*Ixodes ricinus*, ou des lieux d'intérêt particulier (on peut prendre l'exemple des parcs urbains de Lyon pour lesquels il y a eu une volonté d'estimer le risque pour la population (76)). Les déclarations sur Signalement Tique ont permis de cibler des lieux d'intérêt. Elles ont permis d'identifier les jardins privés comme étant des zones à risque de piqûre, il est alors intéressant d'y effectuer des échantillonnages avec la méthode de collecte au drap. Cette réflexion a donné naissance au projet TIQUoJARDIN, dont l'objectif est de caractériser le risque dans les jardins privés aux alentours de la ville de Nancy, en Lorraine (126).

CONCLUSION

Les tiques et les maladies à tiques ont une importance croissante en santé humaine et animale en France et notamment en région lyonnaise dans un contexte de changement climatique. Les méthodes de surveillance peuvent impliquer les animaux et notamment les carnivores domestiques qui peuvent alors jouer le rôle de sentinelles pour l'Homme.

Une surveillance systématique des tiques est requise pour permettre la détection de changements dans la distribution des tiques et des maladies à tiques de manière précoce, comme la propagation d'une maladie ou l'introduction d'une nouvelle espèce dans un territoire par exemple. La surveillance des tiques, si elle est correctement conçue et mise en œuvre, permet également une meilleure évaluation des risques et l'adaptation des messages de prévention. Elle est essentielle pour les prises de décisions concernant la santé publique.

L'objectif de cette étude était de comparer les informations apportées par trois méthodes de surveillance différentes dans la région lyonnaise.

L'application Signalement Tique a permis d'obtenir 3233 signalements de piqûres de tiques, sur humains et animaux de 2017 à 2023 dans un rayon de 60km autour de Lyon. Elle permet de récupérer un grand nombre de données à moindre coût mais présente un certain nombre de biais. L'analyse des résultats des signalements suggère que 48 % des piqûres ont eu lieu en forêt et 27 % dans un jardin privé. Elle laisse ainsi penser que risque domestique n'est pas négligeable et que les jardins doivent être intégrés dans les espaces surveillés. Des déclarations plus précoces, dès la fin de l'hiver, ont été observées chez les animaux. Elles pourraient servir d'indicateur du début de l'activité des tiques dans la région pour adapter notamment les messages de prévention.

Trois cliniques vétérinaires ont participé à cette étude, et ont permis de récolter 175 tiques sur 104 animaux de février 2022 à mai 2024. Une plus grande diversité de tiques qu'avec les autres méthodes a été observée au travers de ces collectes. Les quatre espèces retrouvées chez les animaux sont *Ixodes ricinus* (46 %), *Ixodes hexagonus* (32 %), *Dermacentor reticulatus* (16 %) et *Rhipicephalus sanguineus* (6 %). Même si le nombre de cliniques ayant participé au projet est faible, ces résultats confirment l'intérêt de la mise en place d'une surveillance à plusieurs échelles, incluant les cliniques vétérinaires. Une extension à des cliniques vétérinaires rurales et équines et à des centres de sauvegarde pour la faune sauvage permettrait d'élargir la surveillance à des espèces de tiques peu attirées par les carnivores telles que les tiques du genre *Hyalomma*.

Enfin, la méthode de collecte au drap dans l'environnement a permis de collecter principalement des nymphes d'*Ixodes ricinus*. Cette méthode ne permet pas d'étudier toutes les espèces de tiques mais elle offre la possibilité de réaliser des études avec peu de biais et notamment d'étudier l'activité des tiques ou leur distribution.

Toutes les méthodes de surveillance utilisées dans ce travail ont permis d'observer des piqûres de tiques et/ou leur activité tout au long de l'année, même en hiver, même si l'activité est

nettement diminuée. La poursuite de la surveillance dans le futur pourrait permettre d'évaluer les conséquences du réchauffement climatique sur l'activité des tiques dans la région. Ces observations soutiennent également l'importance de maintenir des messages de prévention contre les piqûres de tiques toute l'année pour les animaux et les humains. Enfin, les différentes méthodes de surveillance utilisées suggèrent que le risque de piqûre est plus important à l'ouest qu'à l'est de Lyon, en lien avec des environnements plus favorables à l'ouest.

BIBLIOGRAPHIE

1. JONGEJAN, Frans et UILENBERG, Gerrit. The Global Importance of Ticks. *Parasitology*. 1 février 2004. Vol. 129 Suppl, pp. S3-14. DOI 10.1017/S0031182004005967.
2. DANTAS-TORRES, Filipe, CHOMEL, Bruno B. et OTRANTO, Domenico. Ticks and tick-borne diseases: a One Health perspective. *Trends in Parasitology*. 1 octobre 2012. Vol. 28, n° 10, pp. 437-446. DOI 10.1016/j.pt.2012.07.003.
3. ANSES. Tout comprendre sur les vecteurs et les enjeux de lutte. [en ligne]. 23 février 2024. [Consulté le 25 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.anses.fr/fr/content/tout-comprendre-sur-les-vecteurs-et-les-enjeux-de-lutte>
4. VAYSSIER-TAUSSAT, Muriel, COSSON, Jean François, DEGEILH, Brigitte, ELOIT, Marc, FONTANET, Arnaud, MOUTAILLER, Sara, RAOULT, Didier, SELLAL, Eric, UNGEHEUER, Marie-Noelle et ZYLBERMANN, Patrick. How a Multidisciplinary 'One Health' Approach can Combat the Tick-Borne Pathogen Threat in Europe. *Future Microbiology*. 1 mai 2015. Vol. 10, n° 5, pp. 809-818. DOI 10.2217/fmb.15.15.
5. PEREZ, Grégoire, BOURNEZ, Laure, BOULANGER, Nathalie, FITE, Johanna, LIVOREIL, Barbara, MCCOY, Karen, QUILLERY, Elsa, RENÉ-MARTELLET, Magalie et BONNET, Sarah. The distribution, phenology, host range and pathogen prevalence of *Ixodes ricinus* in France: a systematic map and narrative review. *Peer Community Journal*. 8 septembre 2023. Vol. 3, pp. e81. DOI 10.24072/pcjournal.291.
6. UNIVERSITÉ, réseau Sentinelles, INSERM/Sorbonne. Réseau Sentinelles > France >. [en ligne]. [Consulté le 25 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.sentiweb.fr/france/fr/?page=table&maladie=18>
7. MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE LA SANTÉ ET DES SOLIDARITÉS. Plan national de lutte contre la maladie de Lyme et les maladies transmissibles par les tiques : point d'étape. [en ligne]. 10 février 2024. [Consulté le 10 février 2024]. Disponible à l'adresse: <https://sante.gouv.fr/archives/archives-presse/archives-communiqués-de-presse/article/plan-national-de-lutte-contre-la-maladie-de-lyme-et-les-maladies-transmissibles-431614>
8. SPENCER, T. D. Effects of Carbon Monoxide on Man and Canaries. *The Annals of Occupational Hygiene*. 1 janvier 1962. Vol. 5, n° 4, pp. 231-240. DOI 10.1093/annhyg/5.4.231.
9. ENRIQUEZ, Brigitte Anna, HAKOU, Gilles, PAYN, Marie-Danielle, TABARIES, Aude, DEVAUCHELLE, Patrick, REVOL, Brigitte et BENET, Jean-Jacques. Les animaux sentinelles en toxicologie : Les animaux domestiques sentinelles du risque sanitaire d'origine environnementale pour l'Homme ; du saturnisme aux cancers. *Epidémiologie et Santé Animale*. 2009. N° 56, pp. 35-46.
10. ARNOLD, Carrie. Sick as a dog: how understanding canine diseases will save human lives. *Nature Medicine*. 1 octobre 2022. Vol. 28, n° 10, pp. 1970-1973. DOI 10.1038/s41591-022-02025-5.
11. CRAUN, Kaitlyn, LUETHCKE, Kristofer Ross, SHAFER, Martin, STANTON, Noel, ZHANG, Chen, SCHAUER, James, FAULKES, Joshua, SUNDLING, Kaitlin E., KURTYCZ, Daniel, MALECKI, Kristen et TREPANIER, Lauren. Environmental chemical exposures in the urine of dogs and people sharing the

same households. *Journal of Clinical and Translational Science*. janvier 2021. Vol. 5, n° 1, pp. e54. DOI 10.1017/cts.2020.548.

12. TOMA, Bernard. La fonction sentinelle en épidémiologie. *Epidémiologie et Santé Animale*. 2009. N° 56, pp. 5-14.

13. ANDERSON, John F. et MAGNARELLI, Louis A. Biology of Ticks. *Infectious Disease Clinics of North America*. 1 juin 2008. Vol. 22, n° 2, pp. 195-215. DOI 10.1016/j.idc.2007.12.006.

14. CAT, Julie. *Intégrer les effets de la météorologie dans la modélisation de l'activité et de la survie des populations de tiques Ixodes ricinus dans le contexte du changement climatique*. [en ligne]. phdthesis. Université Clermont Auvergne [2017-2020], 2017. [Consulté le 18 novembre 2023]. Disponible à l'adresse: <https://theses.hal.science/tel-01708980>

15. WONGNAK, Phrutsamon, JACQUOT, Maude, BORD, Séverine, AGOULON, Albert, BEUGNET, Frédéric, BOURNEZ, Laure, CÈBE, Nicolas, CHEVALIER, Adélie, COSSON, Jean-François, DAMBRINE, Naïma, HOCH, Thierry, HUARD, Frederic, HUBER, Karine, KORBOULEWSKY, Nathalie, LEBERT, Isabelle, MADOUASSE, Aurélien, MARELL, Anders, MOUTAILLER, Sara, PLANTARD, Olivier, POLLET, Thomas, POUX, Valérie, RENÉ-MARTELLET, Magalie, STACHURSKI, Frédéric, VAYSSIER-TAUSSAT, Muriel, VERHEYDEN, Hélène, VIAL, Laurence, VOUREC'H, Gwenaël et CHALVET-MONFRAY, Karine. *Dataset of Ixodes ricinus ticks in mainland France (CLIMATICK and CC-EID projects)*. [en ligne]. 2022. Recherche Data Gouv. [Consulté le 8 juillet 2023].

16. WONGNAK, Phrutsamon, BORD, Séverine, JACQUOT, Maude, AGOULON, Albert, BEUGNET, Frédéric, BOURNEZ, Laure, CÈBE, Nicolas, CHEVALIER, Adélie, COSSON, Jean-François, DAMBRINE, Naïma, HOCH, Thierry, HUARD, Frédéric, KORBOULEWSKY, Nathalie, LEBERT, Isabelle, MADOUASSE, Aurélien, MARELL, Anders, MOUTAILLER, Sara, PLANTARD, Olivier, POLLET, Thomas, POUX, Valérie, RENÉ-MARTELLET, Magalie, VAYSSIER-TAUSSAT, Muriel, VERHEYDEN, Hélène, VOUREC'H, Gwenaël et CHALVET-MONFRAY, Karine. Meteorological and climatic variables predict the phenology of Ixodes ricinus nymph activity in France, accounting for habitat heterogeneity. *Scientific Reports*. 12 mai 2022. Vol. 12, n° 1, pp. 7833. DOI 10.1038/s41598-022-11479-z.

17. GILOT, B. et PEREZ-EID, C. Bio-écologie des tiques induisant les pathologies les plus importantes en France. *Médecine et Maladies Infectieuses*. 1 mai 1998. Vol. 28, n° 4, Supplement 1, pp. 325-334. DOI 10.1016/S0399-077X(98)70217-3.

18. LEBERT, Isabelle, BORD, Séverine, SAINT-ANDRIEUX, Christine, CASSAR, Eva, GASQUI, Patrick, BEUGNET, Frédéric, CHALVET-MONFRAY, Karine, VANWAMBEKE, Sophie O., VOUREC'H, Gwenaël et RENÉ-MARTELLET, Magalie. Habitat suitability map of *Ixodes ricinus* tick in France using multi-criteria analysis. *Geospatial Health*. 17 mai 2022. Vol. 17, n° 1. DOI 10.4081/gh.2022.1058.

19. PICHOT, J., GILOT, B., ALMIRE, N., POLETTE, K. et DEGEILH, B. Ixodes populations (*Ixodes ricinus* Linné, 1758; *Ixodes hexagonus* Leach, 1815) in the city of Lyon (France) and its outskirts: preliminary results. *Parasite*. 1 juin 1997. Vol. 4, n° 2, pp. 167-171. DOI 10.1051/parasite/1997042167.

20. RUBEL, Franz, BRUGGER, Katharina, PFEFFER, Martin, CHITIMIA-DOBLER, Lidia, DIDYK, Yuliya M., LEVERENZ, Sandra, DAUTEL, Hans et KAHL, Olaf. Geographical distribution of *Dermacentor marginatus* and *Dermacentor reticulatus* in Europe. *Ticks and Tick-borne Diseases*. 1 février 2016. Vol. 7, n° 1, pp. 224-233. DOI 10.1016/j.ttbdis.2015.10.015.

21. GRAY, Jeremy, DANTAS-TORRES, Filipe, ESTRADA-PEÑA, Agustín et LEVIN, Michael. Systematics and ecology of the brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus*. *Ticks and Tick-borne Diseases*. 1 avril 2013. Vol. 4, n° 3, pp. 171-180. DOI 10.1016/j.ttbdis.2012.12.003.
22. ECDC. *Ixodes ricinus* - current known distribution: October 2023. [en ligne]. 20 novembre 2023. [Consulté le 23 janvier 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/ixodes-ricinus-current-known-distribution-october-2023>
23. ECDC. *Dermacentor reticulatus* - current known distribution: October 2023. [en ligne]. 20 novembre 2023. [Consulté le 23 janvier 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/dermacentor-reticulatus-current-known-distribution-october-2023>
24. ECDC. *Rhipicephalus sanguineus* - current known distribution: October 2023. [en ligne]. 20 novembre 2023. [Consulté le 23 janvier 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/rhipicephalus-sanguineus-current-known-distribution-october-2023>
25. JONES, E. H., HINCKLEY, A.F., HOOK, S.A., MEEK, J.I., BACKENSON, B., KUGELER, K. J. et FELDMAN, K. A. Pet ownership increases human risk of encountering ticks. *Zoonoses and public health*. février 2018. Vol. 65, n° 1, pp. 74-79. DOI 10.1111/zph.12369.
26. BEUGNET, Frederic et MARIÉ, Jean-Lou. Emerging arthropod-borne diseases of companion animals in Europe. *Veterinary Parasitology*. 26 août 2009. Vol. 163, n° 4, pp. 298-305. DOI 10.1016/j.vetpar.2009.03.028.
27. BOULANGER, N., BOYER, P., TALAGRAND-REBOUL, E. et HANSMANN, Y. Ticks and tick-borne diseases. *Médecine et Maladies Infectieuses*. 1 mars 2019. Vol. 49, n° 2, pp. 87-97. DOI 10.1016/j.medmal.2019.01.007.
28. BLANCO, J. R. et OTEO, J. A. Human granulocytic ehrlichiosis in Europe. *Clinical Microbiology and Infection*. 1 décembre 2002. Vol. 8, n° 12, pp. 763-772. DOI 10.1046/j.1469-0691.2002.00557.x.
29. GERN, Lise, TOUTOUNGI, Lina N., HU, Chang Min et AESCHLIMANN, Andre. *Ixodes* (Pholeoixodes) hexagonus, an efficient vector of *Borrelia burgdorferi* in the laboratory. *Medical and Veterinary Entomology*. 1991. Vol. 5, n° 4, pp. 431-435. DOI 10.1111/j.1365-2915.1991.tb00571.x.
30. LERNOUT, Tinne, DE REGGE, Nick, TERSAGO, Katrien, FONVILLE, Manoj, SUIN, Vanessa et SPRONG, Hein. Prevalence of pathogens in ticks collected from humans through citizen science in Belgium. *Parasites & Vectors*. 21 novembre 2019. Vol. 12, pp. 550. DOI 10.1186/s13071-019-3806-z.
31. ESTRADA-PEÑA, Agustín, MIHALCA, Andrei Daniel et PETNEY, Trevor N. (éd.). *Ticks of Europe and North Africa : A Guide to Species Identification*. [en ligne]. Cham : Springer International Publishing, 2017. 404 p. [Consulté le 10 juillet 2023]. ISBN 978-3-319-63759-4.
32. PEREZ, Grégoire, BOULOUIS, Henri-Jean, BONNET, Sarah, BOULANGER, Nathalie, LIVOREIL, Barbara, MCCOY, Karen, QUILLERY, Elsa, BOURNEZ, Laure, RENÉ-MARTELLET, Magalie et FITE, Johanna. *Rapport bibliographique sur l'écologie, l'épidémiologie, la surveillance, la prévention et la*

lutte contre la tique Ixodes ricinus en France métropolitaine. [en ligne]. report. INRAE ; Anses, 2020. [Consulté le 7 juillet 2023].

33. SANTÉ PUBLIQUE FRANCE. Borréliose de lyme. [en ligne]. 20 décembre 2022. [Consulté le 7 juillet 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/borreliose-de-lyme>

34. Réseau Sentinelles > France >. [en ligne]. [Consulté le 7 juillet 2023]. Disponible à l'adresse: <http://www.sentiweb.fr/france/fr/?page=table&maladie=18>

35. SEPTFONS, A., GORONFLOT, T., JAULHAC, B., ROUSSEL, V., DE MARTINO, S., GUERREIRO, S., LAUNAY, T., FOURNIER, L., DE VALK, H., FIGONI, J., BLANCHON, T. et COUTURIER, E. Epidemiology of Lyme borreliosis through two surveillance systems: the national Sentinelles GP network and the national hospital discharge database, France, 2005 to 2016. *Euro Surveillances: Bulletin Européen Sur Les Maladies Transmissibles = European Communicable Disease Bulletin*. mars 2019. Vol. 24, n° 11, pp. 1800134. DOI 10.2807/1560-7917.ES.2019.24.11.1800134.

36. SPF. Encéphalites à tiques (TBE) en France. Bilan des cas déclarés de mai 2021 à mai 2023. [en ligne]. [Consulté le 7 juillet 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/encephalite-a-tiques/documents/encephalites-a-tiques-tbe-en-france.-bilan-des-cas-declares-de-mai-2021-a-mai-2023>

37. FIGONI, J., CHIROUZE, C., HANSMANN, Y., LEMOGNE, C., HENTGEN, V., SAUNIER, A., BOUILLER, K., GEHANNO, J. F., RABAUD, C., PERROT, S., CAUMES, E., EL DIN, C., DE BROUCKER, T., JAULHAC, B., ROBLLOT, F., TOUBIANA, J., SELLAL, F., VUILLEMET, F., SORDET, C., FANTIN, B., LINA, G., GOCKO, X., DIEUDONNÉ, M., PICONE, O., BODAGHI, B., GANGNEUX, J. P., DEGEILH, B., PARTOUCHE, H., LENORMAND, C., SOTTO, A., RAFFETIN, A., MONSUEZ, J. J., MICHEL, C., BOULANGER, N., CATHEBRAS, P., TATTEVIN, P., et ENDORSED BY SCIENTIFIC SOCIETIES. Lyme borreliosis and other tick-borne diseases. Guidelines from the French Scientific Societies (I): prevention, epidemiology, diagnosis. *Medecine Et Maladies Infectieuses*. août 2019. Vol. 49, n° 5, pp. 318-334. DOI 10.1016/j.medmal.2019.04.381.

38. SPF. Lyme borreliosis and other tick-borne diseases. Guidelines from the French Scientific Societies (I): prevention, epidemiology, diagnosis. [en ligne]. [Consulté le 7 juillet 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.santepubliquefrance.fr/import/lyme-borreliosis-and-other-tick-borne-diseases.-guidelines-from-the-french-scientific-societies-i-prevention-epidemiology-diagnosis>

39. FU, Wen, BONNET, Camille, SEPTFONS, Alexandra, FIGONI, Julie, DURAND, Jonas, FREY-KLETT, Pascale, RUSTAND, Denis, JAULHAC, Benoît et MÉTRAS, Raphaëlle. Spatial and seasonal determinants of Lyme borreliosis incidence in France, 2016 to 2021. *Euro Surveillances: Bulletin Européen Sur Les Maladies Transmissibles = European Communicable Disease Bulletin*. avril 2023. Vol. 28, n° 14, pp. 2200581. DOI 10.2807/1560-7917.ES.2023.28.14.2200581.

40. AUBRY, C., SOCOLOVSKI, C., RAOULT, D. et PAROLA, P. E-04: Agents bactériens détectés dans 248 tiques retirées de personnes, 2002–2013. *Médecine et Maladies Infectieuses*. 1 juin 2014. Vol. 44, n° 6, Supplément, pp. 37. DOI 10.1016/S0399-077X(14)70144-1.

41. VELAY, Aurélie, SOLIS, Morgane, KACK-KACK, Wallys, GANTNER, Pierre, MAQUART, Marianne, MARTINOT, Martin, AUGEREAU, Olivier, DE BRIEL, Dominique, KIEFFER, Pierre, LOHMANN, Caroline,

- POVEDA, Jean Dominique, CART-TANNEUR, Emmanuelle, ARGEMI, Xavier, LEPARC-GOFFART, Isabelle, DE MARTINO, Sylvie, JAULHAC, Benoit, RAGUET, Sophie, WENDLING, Marie-Josée, HANSMANN, Yves et FAFI-KREMER, Samira. A new hot spot for tick-borne encephalitis (TBE): A marked increase of TBE cases in France in 2016. *Ticks and Tick-Borne Diseases*. janvier 2018. Vol. 9, n° 1, pp. 120-125. DOI 10.1016/j.ttbdis.2017.09.015.
42. EDOUARD, Sophie, KOEBEL, Christelle, GOEHRINGER, François, SOCOLOVSCHI, Cristina, JAULHAC, Benoit, RAOULT, Didier et BROUQUI, Philippe. Emergence of human granulocytic anaplasmosis in France. *Ticks and Tick-borne Diseases*. 1 décembre 2012. Vol. 3, n° 5, pp. 403-405. DOI 10.1016/j.ttbdis.2012.10.002.
43. Rapports d'activités – IHU. [en ligne]. [Consulté le 8 juillet 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.mediterranee-infection.com/diagnostic/les-centres-nationaux-de-referance-cnr/cnr-rickettsioses/rapports-dactivites/>
44. PALEAU, A., CANDOLFI, E., SOUPLY, L., DE BRIEL, D., DELARBRE, J. M., LIPSKER, D., JOUGLIN, M., MALANDRIN, L., HANSMANN, Y. et MARTINOT, M. Human babesiosis in Alsace. *Médecine et Maladies Infectieuses*. 1 septembre 2020. Vol. 50, n° 6, pp. 486-491. DOI 10.1016/j.medmal.2019.08.007.
45. LITTMAN, Meryl P., GERBER, Bernhard, GOLDSTEIN, Richard E., LABATO, Mary Anna, LAPPIN, Michael R. et MOORE, George E. ACVIM consensus update on Lyme borreliosis in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2018. Vol. 32, n° 3, pp. 887-903. DOI 10.1111/jvim.15085.
46. RENÉ-MARTELLET, M., CHÊNE, J., CHABANNE, L., CHALVET-MONFRAY, K. et BOURDOISEAU, G. Clinical signs, seasonal occurrence and causative agents of canine babesiosis in France: Results of a multiregional study. *Veterinary Parasitology*. 18 octobre 2013. Vol. 197, n° 1, pp. 50-58. DOI 10.1016/j.vetpar.2013.04.034.
47. BOURDOISEAU, Gilles. Canine babesiosis in France. *Veterinary Parasitology*. 31 mai 2006. Vol. 138, n° 1, pp. 118-125. DOI 10.1016/j.vetpar.2006.01.046.
48. BOURDEAU, Patrick. Babésiose canine : situation en France et évolution. *La Semaine Vétérinaire*. 25 novembre 2022. N° 1967, pp. 40-42.
49. ESCCAP FRANCE. Babésiose (piroplasmose) du chien et du chat - Babesia canis. [en ligne]. [Consulté le 8 juillet 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.esccap.fr/maladies-vectorielles/piroplasmose-babesiose.html#ancre4>
50. HALOS, Lénaïg, LEBERT, Isabelle, CHAO, Isabelle, VOURC'H, Gwenaël, DUCROT, Christian, ABRIAL, David, RAVIER, Jean-François et GUILLLOT, Jacques. Questionnaire-based survey on distribution and clinical incidence of canine babesiosis in France. *BMC veterinary research*. 28 février 2013. Vol. 9, pp. 41. DOI 10.1186/1746-6148-9-41.
51. Climate Change Evidence: How Do We Know? *Climate Change: Vital Signs of the Planet*. [en ligne]. [Consulté le 9 juillet 2023]. Disponible à l'adresse: <https://climate.nasa.gov/evidence>
52. OGDEN, Nicholas H. Climate change and vector-borne diseases of public health significance. *FEMS Microbiology Letters*. 16 octobre 2017. Vol. 364, n° 19, pp. fnx186. DOI 10.1093/femsle/fnx186.

53. WU, Xiaoxu, LU, Yongmei, ZHOU, Sen, CHEN, Lifan et XU, Bing. Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. *Environment International*. 1 janvier 2016. Vol. 86, pp. 14-23. DOI 10.1016/j.envint.2015.09.007.
54. DANIELOVÁ, Vlasta, DANIEL, Milan, SCHWARZOVÁ, Lucie, MATERNA, Jan, RUDENKO, Natalia, GOLOVCHENKO, Marina, HOLUBOVÁ, Jaroslava, GRUBHOFFER, Libor et KILIÁN, Patrik. Integration of a tick-borne encephalitis virus and *Borrelia burgdorferi sensu lato* into mountain ecosystems, following a shift in the altitudinal limit of distribution of their vector, *Ixodes ricinus* (Krkonoše mountains, Czech Republic). *Vector Borne and Zoonotic Diseases (Larchmont, N.Y.)*. avril 2010. Vol. 10, n° 3, pp. 223-230. DOI 10.1089/vbz.2009.0020.
55. MATERNA, Jan, DANIEL, Milan, METELKA, Ladislav et HARČARIK, Josef. The vertical distribution, density and the development of the tick *Ixodes ricinus* in mountain areas influenced by climate changes (The Krkonoše Mts., Czech Republic). *International Journal of Medical Microbiology*. 1 septembre 2008. Vol. 298, pp. 25-37. DOI 10.1016/j.ijmm.2008.05.004.
56. JAENSON, Thomas GT, JAENSON, David GE, EISEN, Lars, PETERSSON, Erik et LINDGREN, Elisabet. Changes in the geographical distribution and abundance of the tick *Ixodes ricinus* during the past 30 years in Sweden. *Parasites & Vectors*. 10 janvier 2012. Vol. 5, pp. 8. DOI 10.1186/1756-3305-5-8.
57. DANIELOVÁ, Vlasta, KLIEGROVÁ, Stanislava, DANIEL, Milan et BENES, Cestmír. Influence of climate warming on tickborne encephalitis expansion to higher altitudes over the last decade (1997-2006) in the Highland Region (Czech Republic). *Central European Journal of Public Health*. mars 2008. Vol. 16, n° 1, pp. 4-11. DOI 10.21101/cejph.a3460.
58. RANDOLPH, Sarah E. To what extent has climate change contributed to the recent epidemiology of tick-borne diseases? *Veterinary Parasitology*. 10 février 2010. Vol. 167, n° 2, pp. 92-94. DOI 10.1016/j.vetpar.2009.09.011.
59. MEDLOCK, Jolyon M, HANSFORD, Kayleigh M, BORMANE, Antra, DERDAKOVA, Marketa, ESTRADA-PEÑA, Agustín, GEORGE, Jean-Claude, GOLOVLJOVA, Irina, JAENSON, Thomas GT, JENSEN, Jens-Kjeld, JENSEN, Per M, KAZIMIROVA, Maria, OTEO, José A, PAPA, Anna, PFISTER, Kurt, PLANTARD, Olivier, RANDOLPH, Sarah E, RIZZOLI, Annapaola, SANTOS-SILVA, Maria Margarida, SPRONG, Hein, VIAL, Laurence, HENDRICKX, Guy, ZELLER, Herve et VAN BORTEL, Wim. Driving forces for changes in geographical distribution of *Ixodes ricinus* ticks in Europe. *Parasites & Vectors*. 2 janvier 2013. Vol. 6, pp. 1. DOI 10.1186/1756-3305-6-1.
60. JAENSON, Thomas GT, HJERTQVIST, Marika, BERGSTRÖM, Tomas et LUNDKVIST, Åke. Why is tick-borne encephalitis increasing? A review of the key factors causing the increasing incidence of human TBE in Sweden. *Parasites & Vectors*. 31 août 2012. Vol. 5, pp. 184. DOI 10.1186/1756-3305-5-184.
61. DAUTEL, Hans, DIPPEL, Cornelia, KÄMMER, Daniel, WERKHAUSEN, Anita et KAHL, Olaf. Winter activity of *Ixodes ricinus* in a Berlin forest. *International Journal of Medical Microbiology*. 1 septembre 2008. Vol. 298, pp. 50-54. DOI 10.1016/j.ijmm.2008.01.010.
62. MÉTÉO FRANCE. Où sont passés nos hivers ? [en ligne]. [Consulté le 25 janvier 2024]. Disponible à l'adresse: <https://meteofrance.com/le-changement-climatique/observer-le-changement-climatique/ou-sont-passes-nos-hivers>

63. RIZZOLI, Annapaola, HAUFFE, Heidi C., TAGLIAPIETRA, Valentina, NETELER, Markus et ROSÀ, Roberto. Forest Structure and Roe Deer Abundance Predict Tick-Borne Encephalitis Risk in Italy. *PLoS ONE*. 2 février 2009. Vol. 4, n° 2, pp. e4336. DOI 10.1371/journal.pone.0004336.
64. SUMILO, Dana, ASOKLIENE, Loreta, BORMANE, Antra, VASILENKO, Veera, GOLOVLJOVA, Irina et RANDOLPH, Sarah E. Climate Change Cannot Explain the Upsurge of Tick-Borne Encephalitis in the Baltics. *PLOS ONE*. 6 juin 2007. Vol. 2, n° 6, pp. e500. DOI 10.1371/journal.pone.0000500.
65. DANTAS-TORRES, Filipe. Climate change, biodiversity, ticks and tick-borne diseases: The butterfly effect. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*. 1 décembre 2015. Vol. 4, n° 3, pp. 452-461. DOI 10.1016/j.ijppaw.2015.07.001.
66. *Hyalomma marginatum* - Factsheet for experts. [en ligne]. 17 juin 2017. [Consulté le 20 février 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/facts/tick-factsheets/hyalomma-marginatum>
67. VIAL, Laurence, STACHURSKI, Frédéric, LEBLOND, Agnès, HUBER, Karine, VOURC'H, Gwenaël, RENÉ-MARTELLET, Magalie, DESJARDINS, Isabelle, BALANÇA, Gilles, GROSBOIS, Vladimir, PRADIER, Sophie, GÉLY, Marie, APPELGREN, Anaïs et ESTRADA-PÉÑA, Agustin. Strong evidence for the presence of the tick *Hyalomma marginatum* Koch, 1844 in southern continental France. *Ticks and Tick-borne Diseases*. 1 octobre 2016. Vol. 7, n° 6, pp. 1162-1167. DOI 10.1016/j.ttbdis.2016.08.002.
68. BAH, Madiou Thierno, GROSBOIS, Vladimir, STACHURSKI, Frédéric, MUÑOZ, Facundo, DUHAYON, Maxime, RAKOTOARIVONY, Ignace, APPELGREN, Anaïs, CALLOIX, Clément, NOGUERA, Liz, MOUILLAUD, Théo, ANDARY, Charlotte, LANCELOT, Renaud, HUBER, Karine, GARROS, Claire, LEBLOND, Agnès et VIAL, Laurence. The Crimean-Congo haemorrhagic fever tick vector *Hyalomma marginatum* in the south of France: Modelling its distribution and determination of factors influencing its establishment in a newly invaded area. *Transboundary and Emerging Diseases*. septembre 2022. Vol. 69, n° 5, pp. e2351-e2365. DOI 10.1111/tbed.14578.
69. ECDC. *Hyalomma marginatum* - current known distribution: October 2023. [en ligne]. 20 novembre 2023. [Consulté le 23 janvier 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/hyalomma-marginatum-current-known-distribution-october-2023>
70. Cases of Crimean–Congo haemorrhagic fever in the EU/EEA, 2013–present. [en ligne]. 11 juin 2021. [Consulté le 29 janvier 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.ecdc.europa.eu/en/crimean-congo-haemorrhagic-fever/surveillance/cases-eu-since-2013>
71. MESSINA, Jane Paula et WINT, G. R. William. The Spatial Distribution of Crimean–Congo Haemorrhagic Fever and Its Potential Vectors in Europe and Beyond. *Insects*. 17 septembre 2023. Vol. 14, n° 9, pp. 771. DOI 10.3390/insects14090771.
72. ANSES. Analyse des risques pour la santé humaine et animale liés aux tiques du genre *Hyalomma* en France. *Saisine 2020-SA-0039*. 2022. pp. 300 p.
73. CIRAD. Première détection du virus de la Fièvre Hémorragique de Crimée-Congo dans le Sud de la France. *CIRAD*. [en ligne]. 11 mars 2024. [Consulté le 21 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.cirad.fr/espace-presse/communiqués-de-presse/2023/fievre-hemorragique-de-crimee-congo-tique-hyalomma-marginatum>

74. VASSALLO, Marie, PICHON, Bruno, CABARET, Jacques, FIGUREAU, Claude et PÉREZ-EID, Claudine. Methodology for Sampling Questing Nymphs of *Ixodes Ricinus* (Acari: Ixodidae), the Principal Vector of Lyme Disease in Europe. *Journal of Medical Entomology*. 1 mai 2000. Vol. 37, n° 3, pp. 335-339. DOI 10.1093/jmedent/37.3.335.
75. ESTRADA-PEÑA, Agustín, GRAY, Jeremy S., KAHL, Olaf, LANE, Robert S. et NIJHOF, Ard M. Research on the ecology of ticks and tick-borne pathogens—methodological principles and caveats. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 8 août 2013. Vol. 3, pp. 29. DOI 10.3389/fcimb.2013.00029.
76. MATHEWS-MARTIN, Laure, NAMÈCHE, Manon, VOUREC'H, Gwenaël, GASSER, Sabrina, LEBERT, Isabelle, POUX, Valérie, BARRY, Séverine, BORD, Séverine, JACHACZ, Jeremy, CHALVET-MONFRAY, Karine, BOURDOISEAU, Gilles, PAMIES, Sophie, SEPÚLVEDA, Diana, CHAMBON-ROUVIER, Sandrine et RENÉ-MARTELLET, Magalie. Questing tick abundance in urban and peri-urban parks in the French city of Lyon. *Parasites & Vectors*. 12 novembre 2020. Vol. 13, n° 1, pp. 576. DOI 10.1186/s13071-020-04451-1.
77. WONGNAK, Phrutsamon, BORD, Séverine, JACQUOT, Maude, AGOULON, Albert, BEUGNET, Frédéric, BOURNEZ, Laure, CÈBE, Nicolas, CHEVALIER, Adélie, COSSON, Jean-François, DAMBRINE, Naïma, HOCH, Thierry, HUARD, Frédéric, KORBOULEWSKY, Nathalie, LEBERT, Isabelle, MADOUASSE, Aurélien, MÅRELL, Anders, MOUTAILLER, Sara, PLANTARD, Olivier, POLLET, Thomas, POUX, Valérie, RENÉ-MARTELLET, Magalie, VAYSSIER-TAUSSAT, Muriel, VERHEYDEN, Hélène, VOUREC'H, Gwenaël et CHALVET-MONFRAY, Karine. Meteorological and climatic variables predict the phenology of *Ixodes ricinus* nymph activity in France, accounting for habitat heterogeneity. *Scientific Reports*. 12 mai 2022. Vol. 12, n° 1, pp. 7833. DOI 10.1038/s41598-022-11479-z.
78. OECHSLIN, Corinne P., HEUTSCHI, Daniel, LENZ, Nicole, TISCHHAUSER, Werner, PÉTER, Olivier, RAIS, Olivier, BEURET, Christian M., LEIB, Stephen L., BANKOUL, Sergei et ACKERMANN-GÄUMANN, Rahel. Prevalence of tick-borne pathogens in questing *Ixodes ricinus* ticks in urban and suburban areas of Switzerland. *Parasites & Vectors*. 9 novembre 2017. Vol. 10, n° 1, pp. 558. DOI 10.1186/s13071-017-2500-2.
79. GRAY, Jeremy S., ESTRADA-PEÑA, Agustín et VIAL, Laurence. Ecology of nidicolous ticks. *Biol Ticks*. 2014. Vol. 2, pp. 40-60.
80. BOULANGER, Nathalie et MCCOY, Karen D. (éd.). *Tiques et maladies à tiques : Biologie, écologie évolutive, épidémiologie*. [en ligne]. Marseille : IRD Éditions, 2017. 336p. [Consulté le 4 juillet 2023]. Didactiques. ISBN 978-2-7099-2101-5. Disponible à l'adresse: <http://books.openedition.org/irdeditions/9001>
81. ABDULLAH, Swaid, HELPS, Chris, TASKER, Severine, NEWBURY, Hannah et WALL, Richard. Ticks infesting domestic dogs in the UK: a large-scale surveillance programme. *Parasites & Vectors*. 7 juillet 2016. Vol. 9, n° 1, pp. 391. DOI 10.1186/s13071-016-1673-4.
82. TULLOCH, J. S. P., MCGINLEY, L., SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, F., MEDLOCK, J. M. et RADFORD, A. D. The passive surveillance of ticks using companion animal electronic health records. *Epidemiology & Infection*. juillet 2017. Vol. 145, n° 10, pp. 2020-2029. DOI 10.1017/S0950268817000826.
83. JONGEJAN, Frans, DE JONG, Suzanne, VOSKUILEN, Timo, VAN DEN HEUVEL, Louise, BOUMAN, Rick, HEESSEN, Henk, IJZERMANS, Carlijn et BERGER, Laura. "Tekenscanner": a novel smartphone

application for companion animal owners and veterinarians to engage in tick and tick-borne pathogen surveillance in the Netherlands. *Parasites & Vectors*. 26 mars 2019. Vol. 12, n° 1, pp. 116. DOI 10.1186/s13071-019-3373-3.

84. TiquesNet. *sciensano.be*. [en ligne]. [Consulté le 5 juillet 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.sciensano.be/fr/projets/tiquesnet>

85. COSSON, Jean-François, BRUN-JACOB, Annick, MARCHAND, Julien, BONIFACE, Paul, ORTMANS, Christine, SALVAT, Gilles et ARMAND, Jean-Marc. La recherche participative CITIQUE. *Santé Publique*. 2019. Vol. S1, n° HS1, pp. 89-90. DOI 10.3917/spub.190.0089.

86. INRAE. Cartographier le risque de piqûre de tique en France : derniers résultats du programme CITIQUE et nouveau volet sur le risque de proximité. [en ligne]. [Consulté le 5 juillet 2023]. Disponible à l'adresse: <https://www.inrae.fr/actualites/cartographier-risque-piqure-tique-france-derniers-resultats-du-programme-citique-nouveau-volet-risque-proximite>

87. NIETO, Nathan C., PORTER, W. Tanner, WACHARA, Julie C., LOWREY, Thomas J., MARTIN, Luke, MOTYKA, Peter J. et SALKELD, Daniel J. Using citizen science to describe the prevalence and distribution of tick bite and exposure to tick-borne diseases in the United States. *PLoS ONE*. 12 juillet 2018. Vol. 13, n° 7, pp. e0199644. DOI 10.1371/journal.pone.0199644.

88. QUESSADA, T., PICHOT, J., MARTIAL-CONVERT, F., ARNAUD, S., LEUDET DE LA VALLEE, H. et GILOT, B. Prevalence of *Borrelia burgdorferi* Species and Identification of *Borrelia valaisiana* in Questing *Ixodes ricinus* in the Lyon Region of France as Determined by Polymerase Chain Reaction-Restriction Fragment Length Polymorphism. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2003. pp. 165-173.

89. MARCHANT, Axelle, COUPANEC, Alain Le, JOLY, Claire, PERTHAME, Emeline, SERTOUR, Natacha, GARNIER, Martine, GODARD, Vincent, FERQUEL, Elisabeth et CHOUMET, Valerie. Infection of *Ixodes ricinus* by *Borrelia burgdorferi* sensu lato in peri-urban forests of France. *PLOS ONE*. 28 août 2017. Vol. 12, n° 8, pp. e0183543. DOI 10.1371/journal.pone.0183543.

90. FERQUEL, Elisabeth, GARNIER, Martine, MARIE, Jérôme, BERNÈDE-BAUDUIN, Claire, BARANTON, Guy, PÉREZ-EID, Claudine et POSTIC, Danièle. Prevalence of *Borrelia burgdorferi* Sensu Lato and Anaplasmataceae Members in *Ixodes ricinus* Ticks in Alsace, a Focus of Lyme Borreliosis Endemicity in France. *Applied and Environmental Microbiology*. avril 2006. Vol. 72, n° 4, pp. 3074-3078. DOI 10.1128/AEM.72.4.3074-3078.2006.

91. ASSOCIATION POUR L'ÉTUDE DE L'ÉPIDÉMIOLOGIE DES MALADIES ANIMALES. Terminologie en épidémiologie. [en ligne]. [Consulté le 12 juillet 2023]. Disponible à l'adresse: <https://aeema.vet-alfort.fr/index.php/ressources-en-epidemiologie/terminologie-en-epidemiologie-animale/terminologie>

92. BERNARD, Célia, HOLZMULLER, Philippe, BAH, Madiou Thierno, BASTIEN, Matthieu, COMBES, Benoit, JORI, Ferran, GROSBOIS, Vladimir et VIAL, Laurence. Systematic Review on Crimean–Congo Hemorrhagic Fever Enzootic Cycle and Factors Favoring Virus Transmission: Special Focus on France, an Apparently Free-Disease Area in Europe. *Frontiers in Veterinary Science*. 19 juillet 2022. Vol. 9, pp. 932304. DOI 10.3389/fvets.2022.932304.

93. ANSES. Avis relatif à l'analyse des risques pour la santé humaine et animale liés aux tiques du genre *Hyalomma* en France. *Saisine 2020-SA-0039*. 2023. 25 p.

94. OMAZIC, Anna, WALLENHAMMAR, Amélie, LAHTI, Elina, ASGHAR, Naveed, HANBERGER, Alexander, HJERTQVIST, Marika, JOHANSSON, Magnus et ALBIHN, Ann. Dairy milk from cow and goat as a sentinel for tick-borne encephalitis virus surveillance. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. 1 avril 2023. Vol. 95, pp. 101958. DOI 10.1016/j.cimid.2023.101958.
95. RIEILLE, Nadia, KLAUS, Christine, HOFFMANN, Donata, PÉTER, Olivier et VOORDOUW, Maarten J. Goats as sentinel hosts for the detection of tick-borne encephalitis risk areas in the Canton of Valais, Switzerland. *BMC Veterinary Research*. 11 juillet 2017. Vol. 13, pp. 217. DOI 10.1186/s12917-017-1136-y.
96. GOOSSENS, H. A. T., VAN DEN BOGAARD, A. E. et NOHLMANS, M. K. E. Dogs as Sentinels for Human Lyme Borreliosis in The Netherlands. *Journal of Clinical Microbiology*. mars 2001. Vol. 39, n° 3, pp. 844-848. DOI 10.1128/jcm.39.3.844-848.2001.
97. LINDENMAYER, J M, MARSHALL, D et ONDERDONK, A B. Dogs as sentinels for Lyme disease in Massachusetts. *American Journal of Public Health*. novembre 1991. Vol. 81, n° 11, pp. 1448-1455. DOI 10.2105/AJPH.81.11.1448.
98. COOK, Michael J. et PURI, Basant K. Estimates for Lyme borreliosis infections based on models using sentinel canine and human seroprevalence data. *Infectious Disease Modelling*. 1 janvier 2020. Vol. 5, pp. 871-888. DOI 10.1016/j.idm.2020.10.004.
99. OLSON, Patrick E., KALLEN, Alex J., BJORNEBY, John M. et CREEK, Jean G. Canines as sentinels for Lyme disease in San Diego County, California. *J Vet Diagn Invest*. 2000. N° 12, pp. 126-129.
100. ENG, Thomas R., WILSON, Mark L., SPIELMAN, Andrew et LASTAVICA, Catherine C. Greater Risk of *Borrelia burgdorferi* Infection in Dogs Than in People. *The Journal of Infectious Diseases*. 1 décembre 1988. Vol. 158, n° 6, pp. 1410-1411. DOI 10.1093/infdis/158.6.1410.
101. MEAD, Paul S., GOEL, Rohan et KUGELER, Kiersten J. Canine Serology as Adjunct to Human Lyme Disease Surveillance - Volume 17, Number 9—September 2011 - Emerging Infectious Diseases journal - CDC. [en ligne]. [Consulté le 7 juillet 2023]. DOI 10.3201/eid1709.110210.
102. SMITH, Faith D., BALLANTYNE, Rachel, MORGAN, Eric R. et WALL, Richard. Estimating Lyme disease risk using pet dogs as sentinels. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. 1 mars 2012. Vol. 35, n° 2, pp. 163-167. DOI 10.1016/j.cimid.2011.12.009.
103. HAMER, Sarah A., TSAO, Jean I., WALKER, Edward D., MANSFIELD, Linda S., FOSTER, Erik S. et HICKLING, Graham J. Use of tick surveys and serosurveys to evaluate pet dogs as a sentinel species for emerging Lyme disease. *American Journal of Veterinary Research*. 1 janvier 2009. Vol. 70, n° 1, pp. 49-56. DOI 10.2460/ajvr.70.1.49.
104. OGDEN, Nicholas H, BEN BEARD, C, GINSBERG, Howard S et TSAO, Jean I. Possible Effects of Climate Change on Ixodid Ticks and the Pathogens They Transmit: Predictions and Observations. *Journal of Medical Entomology*. 1 juillet 2021. Vol. 58, n° 4, pp. 1536-1545. DOI 10.1093/jme/tjaa220.
105. ANSES. AVIS et RAPPORT de l'Anses relatif à l'analyse des risques pour la santé humaine et animale liés aux tiques du genre *Hyalomma* en France. [en ligne]. 30 mai 2023. [Consulté le 31 janvier 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.anses.fr/fr/content/avis-et-rapport-2020-sa-0039>

106. CHALVET-MONFRAY, Karine, JACQUOT, Maude, BEUGNET, Frédéric, AGOULON, Albert, BOURNEZ, Laure, COSSON, Jean-Francois J.-F., HOCH, Thierry, HUARD, Frederic, MOUTAILLER, Sara, PLANTARD, Olivier, RENÉ-MARTELLET, Magalie, POUX, Valerie, VAYSSIER TAUSSAT, Muriel, VERHEYDEN, Hélène et VOURC'H, Gwenaél. Projets CCEID-CLIMATICK : bilan de 5 ans de suivi des collectes de tiques et données météo. In : *REID-ImmunInv2019*. [en ligne]. Montpellier, France, mai 2019. pp. 30 slides. [Consulté le 4 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://hal.inrae.fr/hal-02789671>
107. INRAE. CLIMATICK : influence du changement climatique sur les tiques. [en ligne]. [Consulté le 4 juin 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.inrae.fr/actualites/climatick-influence-du-changement-climatique-tiques>
108. INRAE. Les résultats de CiTIQUE : la carte de distribution des signalements de piqûre de tique (2017-2019). [en ligne]. 3 février 2021. [Consulté le 27 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: https://www.citique.fr/distribution_signalements_2019/
109. ECKSTEIN, R. A. et HART, B. L. Grooming and control of fleas in cats. *Applied Animal Behaviour Science*. 10 mai 2000. Vol. 68, n° 2, pp. 141-150. DOI 10.1016/s0168-1591(00)00095-2.
110. PROBST, Julia, SPRINGER, Andrea et STRUBE, Christina. Year-round tick exposure of dogs and cats in Germany and Austria: results from a tick collection study. *Parasites & Vectors*. 16 février 2023. Vol. 16, n° 1, pp. 70. DOI 10.1186/s13071-023-05693-5.
111. KOOYMAN, F. N. J., ZWEERUS, H., NIJSSE, E. R., JONGEJAN, F., WAGENAAR, J. A. et BROENS, E. M. Monitoring of ticks and their pathogens from companion animals obtained by the "tekenscanner" application in The Netherlands. *Parasitology Research*. 1 juillet 2022. Vol. 121, n° 7, pp. 1887-1893. DOI 10.1007/s00436-022-07518-3.
112. GUGLIELMONE, Alberto A. et ROBBINS, Richard G. *Hard Ticks (Acari: Ixodida: Ixodidae) Parasitizing Humans: A Global Overview*. [en ligne]. Cham : Springer International Publishing, 2018. [Consulté le 30 juillet 2024]. ISBN 978-3-319-95551-3.
113. DANIEL, Milan, MALÝ, Marek, DANIELOVÁ, Vlasta, KŘÍŽ, Bohumír et NUTTALL, Patricia. Abiotic predictors and annual seasonal dynamics of *Ixodes ricinus*, the major disease vector of Central Europe. *Parasites & Vectors*. 18 septembre 2015. Vol. 8, pp. 478. DOI 10.1186/s13071-015-1092-y.
114. SCHULZ, Michaela, MAHLING, Monia et PFISTER, Kurt. Abundance and seasonal activity of questing *Ixodes ricinus* ticks in their natural habitats in southern Germany in 2011. *Journal of Vector Ecology*. 2014. Vol. 39, n° 1, pp. 56-65. DOI 10.1111/j.1948-7134.2014.12070.x.
115. PERRET, Jean-Luc, GUERIN, Patrick M., DIEHL, Peter A., VLIMANT, Michéle et GERN, Lise. Darkness induces mobility, and saturation deficit limits questing duration, in the tick *Ixodes ricinus*. *Journal of Experimental Biology*. 1 juin 2003. Vol. 206, n° 11, pp. 1809-1815. DOI 10.1242/jeb.00345.
116. PERRET, J.-L., GUIGOZ, E., RAIS, O. et GERN, L. Influence of saturation deficit and temperature on *Ixodes ricinus* tick questing activity in a Lyme borreliosis-endemic area (Switzerland). *Parasitology Research*. 1 juin 2000. Vol. 86, n° 7, pp. 554-557. DOI 10.1007/s004360000209.
117. GEURDEN, Thomas, BECSKEI, Csilla, SIX, Robert H., MAEDER, Steven, LATROFA, Maria Stefania, OTRANTO, Domenico et FARKAS, Robert. Detection of tick-borne pathogens in ticks from

dogs and cats in different European countries. *Ticks and Tick-borne Diseases*. 1 septembre 2018. Vol. 9, n° 6, pp. 1431-1436. DOI 10.1016/j.ttbdis.2018.06.013.

118. ESTRADA-PEÑA, A., FARKAS, Robert, JAENSON, Thomas G. T., KOENEN, Frank, MADDER, Maxime, PASCUCI, Ilaria, SALMAN, Mo, TARRÉS-CALL, Jordi et JONGEJAN, Frans. 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. *Experimental & Applied Acarology*. 2013. Vol. 59, n° 3, pp. 351-366. DOI 10.1007/s10493-012-9600-7.

119. DANTAS-TORRES, Filipe. Biology and ecology of the brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus*. *Parasites & Vectors*. 8 avril 2010. Vol. 3, n° 1, pp. 26. DOI 10.1186/1756-3305-3-26.

120. ESTRADA-PEÑA, A. Ticks as vectors: taxonomy, biology and ecology. . avril 2015. Vol. 34, n° 1, pp. 53. DOI 10.20506/rst.34.1.2345.

121. KAUFMAN, Reuben. Tick-host interaction: A synthesis of current concepts. *Parasitology today (Personal ed.)*. 1 mars 1989. Vol. 5, pp. 47-56. DOI 10.1016/0169-4758(89)90191-9.

122. DANTAS-TORRES, Filipe. The brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae): From taxonomy to control. *Veterinary Parasitology*. 15 avril 2008. Vol. 152, n° 3, pp. 173-185. DOI 10.1016/j.vetpar.2007.12.030.

123. JUMPERTZ, Marie, SEVESTRE, Jacques, LUCIANI, Léa, HOUHAMDI, Linda, FOURNIER, Pierre-Edouard et PAROLA, Philippe. Bacterial Agents Detected in 418 Ticks Removed from Humans during 2014–2021, France. *Emerging Infectious Diseases*. avril 2023. Vol. 29, n° 4, pp. 701-710. DOI 10.3201/eid2904.221572.

124. ESTRADA-PEÑA, Agustín, CEVIDANES, Aitor, SPRONG, Hein et MILLÁN, Javier. Pitfalls in Tick and Tick-Borne Pathogens Research, Some Recommendations and a Call for Data Sharing. *Pathogens*. 7 juin 2021. Vol. 10, n° 6, pp. 712. DOI 10.3390/pathogens10060712.

125. INRAE. CITIQUE-TRACKER. [en ligne]. [Consulté le 30 juillet 2024]. Disponible à l'adresse: <https://ci-tique-tracker.sk8.inrae.fr/>

126. INRAE. TIQUOJARDIN | Citique. [en ligne]. [Consulté le 8 août 2024]. Disponible à l'adresse: <https://www.citique.fr/tiquojardin/>

ANNEXES

Annexe 1 : Données CiTIQUE transmises sous format Excel.

Tableau 3289 lignes x 37 colonnes. Ci-dessous sont listés uniquement les noms des colonnes qui nous intéressent pour l'étude et les données renseignées dans chaque colonne.

for_human : 1 si la piqûre concerne un humain ; 0 si la piqûre concerne un animal

qui_a_ete_piqûre : Femme ; Homme ; ne se prononce pas ; NA si c'est un animal

type_animal : Chien ; Chat ; Cheval ; Autre ; NA si c'est un humain

nb_tique_implantee : nombre de tiques implantées

precision_date_piqûre : précisions sur la date de la piqûre : Je connais la date exacte ; A 2 ou trois jours près ; Je ne connais pas la date

date_piqûre : date de la piqûre au format AAAA-MM-JJ

semaine_piqûre : semaine de la piqûre (de 1 à 52)

caracterisation_env_piqûre : précisions sur l'environnement de la piqûre : Forêt ; Parc publi/municipal ; Jardin privé ; Zone agricole cultivée ; Prairie ; Plan d'eau ; Domicile/maison (en intérieur) ; Autre

latitude : latitude en degrés décimaux

longitude : longitude en degrés décimaux

Annexe 2 : Feuille de commémoratifs à remplir par les cliniques vétérinaires lors de la collecte des tiques

Nom de la clinique vétérinaire - UMR EPIA Projet Tiques Vetagro Sup								
Code Tube	Date de prélèvement	Espèce animale (chien ou chat)	Nombre de tiques (si >5 évaluation)	Commune de résidence de l'animal	Est-ce que l'animal est sorti de sa commune les 10 derniers jours ? (OUI/NON)	Si oui, dans quelle commune est il allé ?	Nom de l'animal	3 première lettres du nom du propriétaire
001								
002								
003								
004								
005								
006								
007								
008								
009								
010								
011								
012								
013								
014								
015								

COMPARAISON DE DIFFERENTES METHODES DE SURVEILLANCE DES TIQUES DANS UNE APPROCHE ONE HEALTH EN REGION LYONNAISE

Auteur

HAXEL Anna

Résumé

Les tiques et les agents pathogènes qu'elles sont susceptibles de transmettre représentent un enjeu majeur en santé animale et humaine en Europe et en France. La répartition des espèces de tiques sur le territoire reste mal connue et leur distribution dans les environnements artificialisés encore peu explorée. Ce travail a pour objectif de comparer différentes méthodes de surveillance des tiques dans un espace défini et de déterminer si elles apportent la même information ou si elles sont complémentaires.

La première partie, bibliographique, présente l'importance et les enjeux sanitaire des maladies à tiques en Europe et en France, les méthodes de surveillance actuellement disponibles, la situation en région lyonnaise et l'intérêt d'utiliser l'animal comme sentinelle de l'exposition humaine aux tiques.

La deuxième partie, expérimentale, présente et compare les résultats d'observations de tiques dans la région lyonnaise à partir (i) de collectes sur animaux de compagnie dans des cliniques vétérinaires, (ii) de collectes de tiques dans l'environnement dans le cadre des projets ERATIQ et CLIMATICK de l'UMR INRAE VetAgro Sup EPIA et (iii) de signalements de piqûres de tiques dans le cadre du programme de recherche participative CITIQUE.

Les résultats suggèrent que pour assurer une surveillance satisfaisante d'un territoire comme une métropole, les trois méthodes de surveillance doivent être employées. Elles apportent en effet des informations complémentaires sur les espèces de tiques présentes et la temporalité de leur activité.

Mots-clés

Tique, Carnivore domestique, Surveillance, Collecte

Jury

Président du jury : Pr **CHALVET-MONFRAY Karine**

Directeur de thèse : Dr **RENE-MARTELLET Magalie**

2ème assesseur : Pr **CHABANNE Luc**