



Mémoire pour l'obtention du  
**Certificat d'Etudes Approfondies Vétérinaires  
en Santé Publique Vétérinaire**

**Evaluation des risques  
associés aux tiques dans les  
parcs urbains et périurbains  
lyonnais**

Mission réalisée du 01 avril au 26 juillet 2019 au sein de l'UMR EPIA VetAgro Sup campus  
vétérinaire de Lyon

sous la responsabilité de Magalie René-Martellet, enseignant-chercheur

*Laure Mathews-Martin*  
*Auditrice Libre*  
*2019*



## REMERCIEMENTS

Je souhaite mettre à profit ces quelques pages d'avant-propos pour remercier tous ceux qui m'ont, directement ou indirectement, apporté leur aide dans le cadre de ce travail, et qui illustre ainsi l'ensemble des parties prenantes nécessaire à la réalisation d'un travail de recherche appliquée au service de la santé publique.

Je tiens dans un premier temps à remercier vivement Magalie René-Martellet, enseignant-chercheur au sein de l'UMR EPIA et maître de conférences en parasitologie à VAS, mon encadrante, pour son accompagnement dans la réalisation de ce travail et pour l'ensemble des connaissances transmises sur le monde fascinant des tiques et maladie à tiques.

J'adresse également mes sincères remerciements aux collectivités territoriales, en mentionnant particulièrement Sandrine Chambon-Rouvier de la direction du patrimoine végétal de la Métropole de Lyon et Diana Sepulveda de la Direction de l'Ecologie Urbaine de la Ville de Lyon pour leur accueil et leur aide précieuse.

Je n'oublie pas l'ensemble du personnel de l'UMR EPIA, Isabelle, Séverine et Valérie de l'INRA de Theix, Michelle pour l'aide administrative et le professeur Karine Chalvet-Monfray, la directrice adjointe de l'unité, pour la qualité des échanges en lien avec la problématique, et qui ont ainsi contribué à ouvrir de nombreuses pistes de réflexion.

La liste n'aurait pas été complète sans une pensée pour Manon, stagiaire en master 2 à la DEU de Lyon, un grand merci pour sa bonne humeur et son efficacité.

Je ne peux manquer de remercier toutes les personnes qui nous ont accordé de leur temps pour la réalisation des collectes, Elisa, Héloïse et Margot, les apprenties de la Métropole de Lyon, Paul, le chargé de mission végétation spontanée, Didier, le responsable-adjoint des espaces naturels de Lacroix-Laval, et une mention spéciale au professeur Gilles Bourdoiseau.

Et pour finir, un grand merci à mes proches, familles ou amis, qui ont dû au moment du bouclage de ce travail, faire à nouveau sans moi dans la gestion du quotidien sans jamais ou presque me le reprocher.



## Table des matières

REMERCIEMENTS	1
TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX	5
TABLE DES ANNEXES	5
LISTE DES ABREVIATIONS	6
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	7
<b>I. INTRODUCTION</b>	<b>7</b>
<b>II. LA PRESENTATION DE LA STRUCTURE</b>	<b>7</b>
<b>III. Les tiques et les maladies à tiques en région AURA</b>	<b>8</b>
A. Taxinomie	8
B. Morphologie	9
C. Le cycle parasitaire et écologique	10
D. Les principales maladies transmises par les tiques en région AURA	12
E. Les moyens de lutte	14
PARTIE EXPERIMENTALE	17
<b>I. CONTEXTE DE L'ETUDE</b>	<b>17</b>
<b>II. MATERIEL ET METHODE</b>	<b>18</b>
A. Sites d'études	18
a. Parc de la Tête d'Or-Brétillod	19
b. Parc de Parilly	19
c. Parc de Lacroix-Laval	20
B. Site témoin	20
C. Relevés météorologiques	21
D. Collectes de tiques	22
E. Faune domestique et sauvage	23
F. Identification des tiques	23
G. Analyses statistiques des résultats	23
H. Volet sociologique	24
<b>III. RESULTATS</b>	<b>24</b>
A. Conditions météorologiques	25
B. Faune	25
C. Analyse des corridors écologiques	26
D. Comparaison des abondances de tiques dans les sites d'études	27
a. Comparaison des résultats entre les différents sites étudiés	27

b.	Comparaison des résultats en fonction de la couverture végétale au sein du parc de Lacroix-Laval	28
----	--	----

<b>IV.</b>	<b>DISCUSSION</b>	<b>31</b>
A.	Contexte	31
B.	Méthode	31
C.	Analyse des résultats au regard du couvert végétal et de la perméabilité des corridors écologiques	32
D.	Perspectives	33
	<b>CONCLUSION</b>	<b>34</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>35</b>

## TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX

FIGURE 1 : DISTRIBUTION DES TIQUES EN FRANCE	9
FIGURE 2 : LES DIFFERENTS STADES D'IXODES RICINUS SUR UN PAPIER MILLIMETRE	10
FIGURE 3 : LE CYCLE DE VIE DE IXODES RICINUS	11
FIGURE 4 : DE LA TIQUE A LA TRANSMISSION DES AGENTS DE LA MALADIE DE LYME : BORRELIA ET SES RESERVOIRS	13
FIGURE 5 : CARTE D'ABONDANCE DES TIQUES IXODES RICINUS EN REGION AURA	15
FIGURE 6 : GEOLOCALISATION DU SITE TEMOIN (MARQUE NOIRE), DES DEUX SITES URBAINS (MARQUES VERTES) ET DU SITE PERIURBAIN (MARQUE ROUGE) : PARC N°1 TETE-D'OR-BRETILLOD, PARC N°2 PARILLY ET PARC N°3 LACROIX-LAVAL	21
FIGURE 7 : EVOLUTION DE LA TEMPERATURE ET DU TAUX D'HUMIDITE SUR UNE JOURNEE AU PARC LACROIX-LAVAL	22
TABLEAU 1 : TEMPERATURES (°C) ET TAUX D'HUMIDITE (%) RELEVES EN DEBUT ET FIN DE COLLECTE POUR LES MOIS D'AVRIL ET MAI DANS CHACUN DES PARCS	25
FIGURE 8 : CORRIDORS ECOLOGIQUES DU BASSIN LYONNAIS EN LIEN AVEC LES SITES DE L'ETUDE, L'ETOILE NOIRE CORRESPONDANT AU SITE TEMOIN	26
TABLEAU 2 : COMPARAISON DES RESULTATS ENTRE LES DIFFERENTS SITES D'ETUDE	27
FIGURE 9 : EVOLUTION DE LA DENSITE DE TIQUES PAR 100 M <sup>2</sup> PAR PARC ET PAR MOIS	27
FIGURE 10 : REPARTITION DES TRANSECTS DANS LE PARC DE LACROIX-LAVAL POUR LES MOIS D'AVRIL ET MAI, TRANSECTS POSITIFS EN JAUNE	28
TABLEAU 3 : COMPARAISON DES RESULTATS EN FONCTION DE LA COUVERTURE VEGETALE (MILIEUX OUVERT, INTERMEDIAIRE ET FERME) AU SEIN DU PARC DE LACROIX-LAVAL	29
TABLEAU 4 : COMPARAISON DES RESULTATS EN FONCTION DE LA COUVERTURE VEGETALE (FORET, BORDURE DE CHEMIN DE FORET, LISIERE, PELOUSE ET BORDURE DE CHEMIN DE PELOUSE / PRAIRIE) AU SEIN DE LACROIX-LAVAL	29
FIGURE 11 : EVOLUTION DE LA DENSITE DE TIQUES PAR 100 M <sup>2</sup> EN FONCTION DU TYPE DE VEGETATION AU SEIN DU PARC DE LACROIX-LAVAL	30

## TABLE DES ANNEXES

ANNEXE A : ORGANIGRAMME DE L'UMR EPIA	40
ANNEXE B : PRINCIPALES MALADIES HUMAINES ET ANIMALES TRANSMISES PAR LES TIQUES DES GENRES IXODES ET DERMACENTOR EN AURA	41
ANNEXE C : PREVENTION DES PIQURES DE TIQUES DANS LE CADRE DU PROTOCOLE	42
ANNEXE D : COUVERTS VEGETAUX ECHANTILLONNES DANS LE PARC DE LA TETE D'OR-BRETILLOD	43
ANNEXE E : COUVERTS VEGETAUX ECHANTILLONNES DANS LE PARC DE PARILLY	44
ANNEXE F : COUVERTS VEGETAUX ECHANTILLONNES DANS LE PARC DE LACROIX-LAVAL	45

## LISTE DES ABREVIATIONS

AFB : Agence Française pour la Biodiversité

ARS : Agence Régionale de Santé

AURA : Auvergne Rhône-Alpes

DEU : Direction de l'Ecologie Urbaine

DEV : Direction des Espaces verts

DGS : Direction Générale de la Santé

ENSV : Ecole Nationale des Services Vétérinaires

GEPP : Groupe d'Etude en Politiques Publiques

GEST : Groupe d'Etude Scientifique et Technique

GPS : Global Positioning System

INRA : Institut national de la Recherche Agronomique

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PNSE : Plan National Santé Environnement

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

SPF : Santé Publique France

TMT : Tiques et Maladies à Tiques

UMR EPIA : Unité Mixte de Recherche sur l'Epidémiologie des maladies animales et zoonotiques

VAS : VetAgro Sup

# PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

## I. INTRODUCTION

Tique et polémique ne riment pas uniquement sur le papier. En effet, bien que les tiques soient le deuxième vecteur de pathogènes dans le monde derrière les moustiques, mais le premier vecteur en Europe et donc en France, les associations de malades de la borréliose de Lyme ont l'impression que les maladies à tiques sont le parent pauvre des maladies vectorielles en termes de politique publique des risques sanitaires en France et un sujet de recherche scientifique anecdotique. La problématique est pourtant ancrée dans l'actualité et cette étude a pour objectif d'améliorer les connaissances sur l'écologie et la répartition des tiques dans l'espace urbain assez peu documentées jusqu'à présent en France.

La première partie est consacrée à la présentation de la structure d'accueil, avec un focus sur les principaux travaux de recherche en lien avec le thème de cette étude. Dans un second temps, ce travail propose un état de l'art sur les tiques et les maladies à tiques, avec leur importance médicale en France et plus particulièrement dans la région Auvergne Rhône-Alpes (AURA). Enfin, la dernière partie présente sous la forme d'un article scientifique les premiers résultats de la surveillance acarologique initiée en 2019. Les résultats présentés ici ne sont que partiels, l'étude se poursuivant jusqu'en octobre. Ils restent donc pour le moment **CONFIDENTIELS**.

## II. LA PRESENTATION DE LA STRUCTURE

L'UMR EPIA (1) a été créée le 1<sup>er</sup> janvier 2017. Il s'agit d'une Unité Mixte de Recherche INRA et VAS, implantée en région AURA sur les sites de l'INRA de Theix en Auvergne et de Vetagro Sup campus vétérinaire de Marcy-L'Etoile dans le Rhône. Ses travaux portent sur l'Épidémiologie des maladies Infectieuses Animales dans un contexte d'évolution climatique globale qui s'inscrit notamment dans le concept « One-Health ». Les recherches concernent la transmission d'agents pathogènes ayant des répercussions aussi bien en santé animale qu'en santé publique, à travers les maladies zoonotiques et les maladies vectoriellement transmissibles.

L'équipe est dirigée par Gwenaél Vourc'h, épidémiologiste vétérinaire. Elle est composée d'une trentaine de personnes dont une vingtaine de titulaires avec des profils d'enseignant-chercheur, d'ingénieur de recherche, de chargé de recherche, d'ingénieur d'étude, d'assistant ingénieur et de technicien de recherche. L'unité accueille des doctorants, des post-doctorants et des stagiaires en master 2. A noter également, que depuis fin 2018, la plateforme d'épidémiologie des maladies animales est rattachée à l'INRA et est présente dans les locaux de VetAgro Sup (annexe A).

Les agents de l'UMR EPIA réalisent des recherches autour de trois axes de recherche parmi desquels l'écologie des tiques et les maladies à tiques sont particulièrement représentées. Des travaux transversaux existent bien entendus avec également des partenariats avec d'autres unités de recherche françaises ou internationales.

Le premier axe s'intéresse à la **détection des maladies infectieuses et des facteurs de risques associés**. Ce sont des projets qui cherchent à déterminer les facteurs biotiques et abiotiques qui conditionnent la répartition géographique des maladies infectieuses incluant les maladies vectorielles. Le projet CLIMATICK a pour objectif de déterminer dans un contexte de changement climatique, l'évolution du risque associé aux tiques dans les zones agricoles et forestières. De nombreux projets visent à établir des cartographies sur la probabilité de présence des tiques, comme CARTOTIQ sur *Ixodes ricinus* en France ; ou bien encore OSCAR, qui est un projet pour créer un Outil de Simulation Cartographique à l'échelle du paysage Agricole du Risque acarologique. Et plus récemment encore, le projet TELETIQ en région AURA intègre des données provenant des nouvelles technologies de la communication et les associe aux sciences comportementales pour comprendre la construction sociale du risque lié à des maladies vectoriellement transmissibles, en lien avec l'environnement.

Le second axe s'intéresse à la **circulation des agents pathogènes** et à leurs interactions. Des travaux sont par exemple menés pour étudier la diversité génétique des bactéries du genre *Borrelia* responsables de la maladie de Lyme. Le projet ANGEL vise à développer un outil d'amplification sélective du génome de *Borrelia burgdorferi* *sl*, à partir de tiques d'*Ixodes ricinus* infectées.

Et enfin, le dernier axe est consacré au **développement de méthodes statistiques, mathématiques et informatiques**. L'objectif des projets inclus dans cet axe est de créer par exemple des modèles pour estimer l'abondance de tiques à un endroit donné en optimisant l'échantillonnage.

Certains de ces projets sont repris plus en détail dans le paragraphe consacré aux méthodes de lutttes, car estimer ou connaître l'abondance des tiques est une donnée essentielle pour les mesures de préventions en matière de risque lié aux tiques et aux maladies à tiques.

### III. Les tiques et les maladies à tiques en région AURA

#### A. Taxinomie

Les tiques sont des arthropodes hématophages appartenant à la classe des Arachnides. Ce sont des ectoparasites des vertébrés. Il existe environ 900 espèces, dont deux sous-ordres sont d'importance médicale : le sous-ordre des *Ixodina*, communément appelées les tiques « dures » qui comptent environ 700 espèces, et le sous ordre des *Argasina* ou encore tiques « molles » avec environ 200 espèces.

En France, deux familles de tiques « dures » et quatre genres revêtent une importance médicale par les agents pathogènes qu'elles sont susceptibles de transmettre aux animaux et aux hommes : la famille des *Ixodidae* qui comprend le genre *Ixodes* avec *I. ricinus*, et la famille des *Amblyommidae* avec le genre *Dermacentor* avec *D. reticulatus* et *D. marginatus*, le genre *Rhipicephalus* avec *R. sanguineus* et *R. bursa* et le genre *Hyalomma* avec *H. marginatum*.

Cette étude s'intéresse aux tiques dures et plus particulièrement aux deux genres les plus représentés en région AURA (fig. 1) : le genre *Ixodes* avec notamment *I. ricinus*, vecteur de différents agents pathogènes dont les agents de la borréliose de Lyme entre autres, et le genre *Dermacentor*, responsable de la transmission des agents de babésioses canines et équine (piroplasmoses) mais aussi de rickettsioses humaines (2).

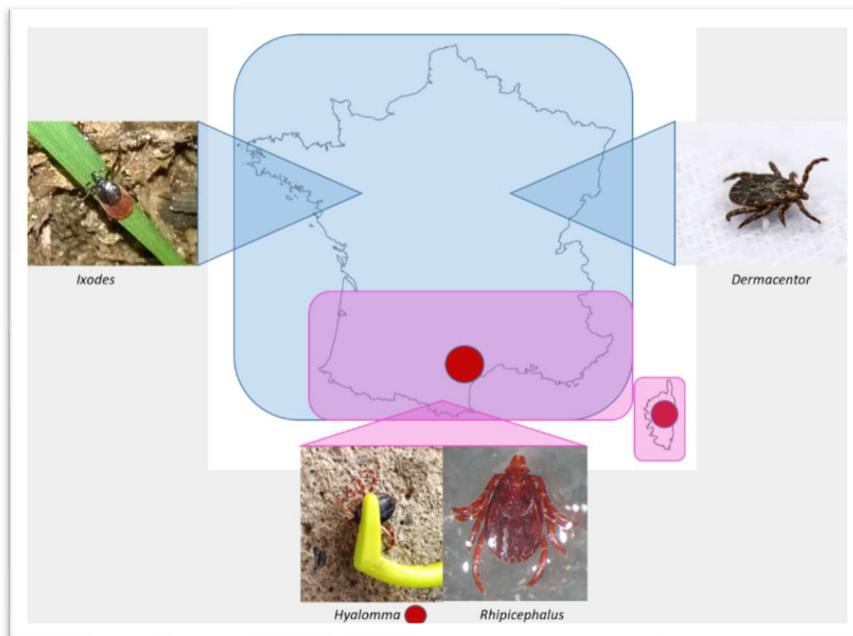


Figure 1 : distribution des tiques en France (source M. René-Martellet UMR EPIA)

## B. Morphologie

Les tiques sont des acariens de grande taille. Elles n'ont pas d'antennes comme les insectes. Elles ont quatre paires de pattes (sauf les larves) comme les araignées, mais contrairement à ces dernières, leur corps n'est pas divisé en tête, céphalothorax et abdomen.

L'examen à l'œil nu permet dans la majorité des cas de distinguer les adultes des nymphes. L'examen à la loupe binoculaire en laboratoire permet de confirmer la stase, le genre et l'espèce selon des clés d'identification (3). Ainsi, les nymphes et les femelles d'*Ixodes* sont bicolores (rouille et noir) contrairement aux mâles qui sont unicolores et plus sombres. La taille des nymphes n'excède pas 1,5 mm contre 3 à 4 mm pour les femelles. Les mâles sont de plus petites

tailles que les femelles (moins de 3 mm) (fig. 2). La confirmation est obtenue a posteriori en examinant la face ventrale des individus bicolores. Les nymphes sont asexuées et ne possèdent donc pas d'orifice génital. Il est également intéressant de noter qu'une femelle gorgée peut multiplier par dix sa taille et passer donc d'un aspect plat à une forme très ovoïde (3–5).

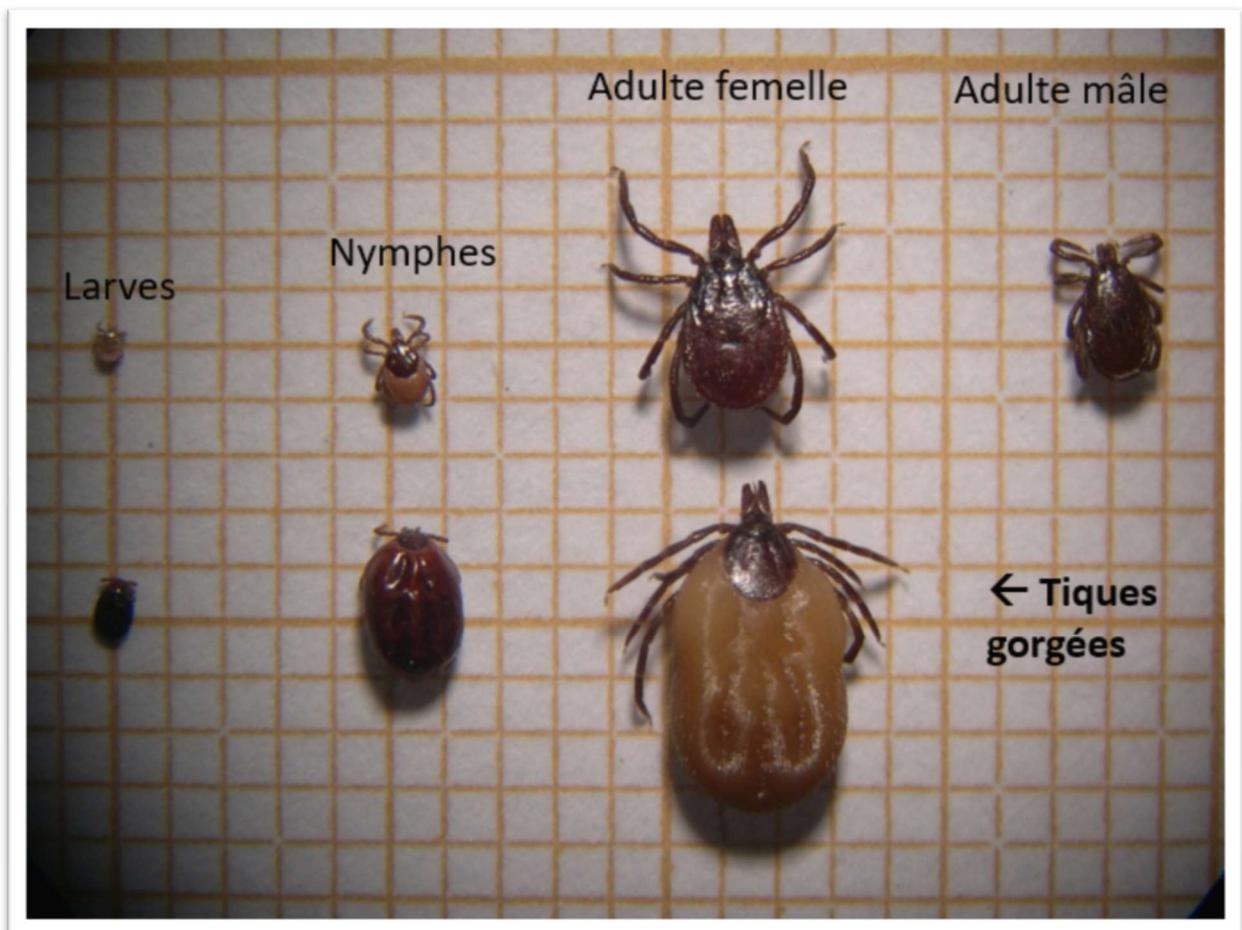


Figure 2: les différents stades d'*Ixodes ricinus* sur un papier millimétré (source UMR EPIA)

### C. Le cycle parasitaire et écologique

Le cycle des tiques du genre *Ixodes* permet de comprendre les enjeux en termes de risques, ainsi que les mesures agroécologiques que les pouvoirs publics peuvent mettre en œuvre pour lutter contre ces vecteurs.

Les tiques *Ixodes ricinus* sont des ectoparasites hématophages stricts qui alternent des phases de gorgement sur un hôte de plusieurs jours avec des phases libres au sol. Ces phases libres peuvent durer plusieurs mois en incluant un temps de diapause quand les conditions ne

sont pas favorables. C'est au cours des phases au sol que les métamorphoses ont lieu. Il s'agit d'une tique triphasique, i-e, à chaque stade parasitaire correspond un repas de sang sur un hôte. Tous les stades de ces tiques sont qualifiés d'exophiles car elles vivent essentiellement sur le sol à l'extérieur des habitats (fig. 3).

Une femelle gorgée et fécondée tombe sur le sol pour pondre ses œufs. Les larves éclosent et cherchent alors un hôte, un petit vertébré comme un rongeur ou un oiseau, pour se nourrir pendant trois à cinq jours avant de retomber au sol pour se métamorphoser en nymphe. Cette dernière monte sur la végétation environnante pour se mettre en chasse à l'affût. Elle repère son hôte grâce à des « capteurs » (organes de Haller) situés sur la première paire de pattes, puis s'accroche à son hôte. Ce dernier est un rongeur ou un oiseau mais peut également être un carnivore domestique, un grand ongulé ou bien encore un homme. Elle se nourrit pendant environ une semaine avant de se décrocher pour devenir une tique adulte, mâle ou femelle. Les femelles sont fécondées soit au sol, soit sur l'hôte. Elles se nourrissent pendant environ une semaine avant de retomber pour pondre et recommencer un cycle, qui dans la nature, peut durer deux à trois ans. Sur les 2000 à 3000 œufs pondus par une tique femelle, seuls deux à trois tiques atteignent le stade adulte. Les tiques adultes se mettent alors en quête d'un hôte, de préférence un grand ongulé domestique ou sauvage. Les différents hôtes assurent la dispersion des tiques (3,5). Il a été montré que le chevreuil jouait un rôle important dans la multiplication et la dissémination des tiques *Ixodes ricinus* (6,7).

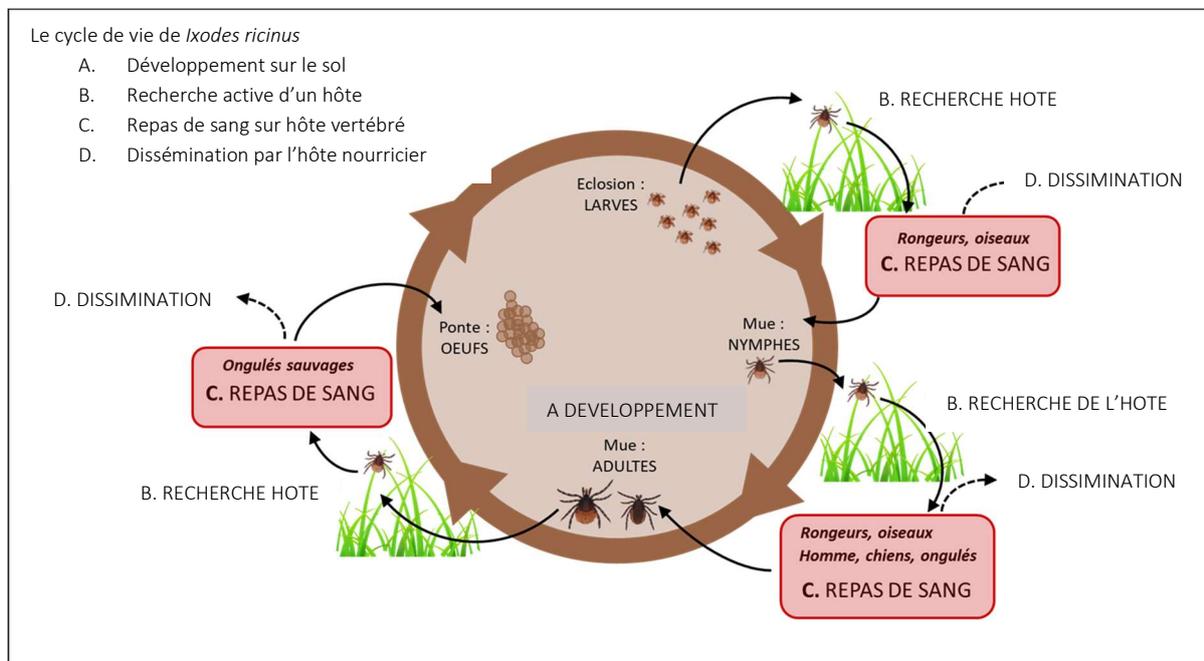


Figure 3 : le cycle de vie de *Ixodes ricinus* (source René-Martellet M., communication orale auprès des agents de la DEU de Lyon)

La survie et la durée du cycle des tiques de l'espèce *Ixodes ricinus* dépend de différents facteurs biotiques et abiotiques dont l'humidité, la présence et la densité d'hôtes vertébrés (chevreuils notamment) et de chaleur sans pour autant être excessive (8). Ces conditions sont également très importantes pour déterminer l'activité saisonnière des tiques et donc les périodes au cours desquelles elles se mettent en quête d'un hôte. Ces périodes correspondent aux périodes les plus à risque de piqûre pour l'homme.

En effet, les tiques d'*Ixodes* (tous les stades) sont particulièrement sensibles au dessèchement lorsqu'elles sont actives. Elles doivent retrouver l'humidité de la litière pour se réhydrater après une période de chasse en haut de la végétation environnante, où le taux d'humidité est plus faible avec un risque d'exposition au vent supérieur et donc de déshydratation. Le taux d'humidité critique pour que les tiques se réhydratent est de minimum 85%. Or dans la couche d'humus, il oscille entre 90 et 100% (9–11).

Les biotopes favorables aux tiques du genre *Ixodes* sont donc les zones qui rassemblent des conditions micro-climatiques *ad hoc*, ainsi qu'un habitat favorable aux différents hôtes. Les zones de forêts, particulièrement de feuillus avec des chênes qui fournissent une alimentation aux ongulés sauvages, ainsi que les chemins et les lisières sont particulièrement à risque (12).

Les périodes les plus critiques sont en Europe le printemps (mai, juin) et dans une moindre mesure la fin de l'été et le début de l'automne. Une interruption hivernale de l'activité des tiques est généralement observée. Toutefois, les suivis mensuels réalisés par l'UMR EPIA montrent une activité résiduelle fréquente tout au long de l'hiver dans la région lyonnaise, probablement en lien avec l'existence d'hivers plus (13).

#### D. Les principales maladies transmises par les tiques en région AURA

Les tiques sont des vecteurs de maladies infectieuses humaines et animales d'origines bactérienne, virale ou parasitaire. Ce travail propose une synthèse des agents pathogènes transmis par les tiques présentes en région AURA, à savoir *Ixodes ricinus* et *Dermacentor*, avec un focus particulier sur la maladie de Lyme qui est la maladie vectorielle la plus répandue chez l'homme en Europe.

En ce qui concerne les maladies humaines, *Ixodes ricinus* est surtout connue pour transmettre des maladies bactériennes relativement fréquentes ou graves, avec la borréliose de Lyme et l'anaplasmose granulocytaire plus rarement. L'encéphalite à tiques, maladie virale, est plutôt présente dans le Grand-Est, même si des cas endogènes ont été récemment diagnostiqués dans la Loire (14). Elle peut également transmettre des maladies humaines parasitaires notamment des babésioses (annexe B).

Les tiques du genre *Dermacentor* sont des vecteurs de rickettsioses humaines, mais plus connues pour leur rôle dans la transmission des babésioses animales (3,15).

La maladie de Lyme a été diagnostiquée pour la première fois en 1875, suite à une épidémie d'arthrite dans le comté de Lyme dans le Connecticut aux USA. En 1910, un médecin suédois décrit l'érythème migrant et en 1922, le premier cas de maladie de Lyme neurologique est décrit par deux médecins français. L'agent pathogène appartient à un complexe d'espèces *Borrelia burgdorferi* *sl* et n'est isolé qu'en 1984 par Willy Burgdorfer (16). En France, les premiers cas sont identifiés en 1985.

Il s'agit d'une bactérie spirochète transmise en Europe essentiellement par *Ixodes ricinus*. Les réservoirs de cet agent pathogène sont principalement des petits vertébrés comme les oiseaux et les rongeurs sur lesquels les larves se nourrissent et s'infectent. Les germes sont ensuite transmis d'un stade à l'autre (transmission transtadiale). Les nymphes et les femelles sont infectantes pour l'homme, mais le risque le plus élevé est dû aux nymphes de par leur anthropophilie et leur petite taille. Elles sont moins visibles à l'œil nu, ce qui facilite la réalisation d'un repas de sang complet, ce qui augmente les risques de transmission d'agents pathogènes. Pour *Ixodes ricinus* et *Borrelia burgdorferi* *sl*, il n'existe pas de transmission transovarienne (fig. 4). Les œufs et les larves non gorgées ne sont donc pas infectés.

La prévalence moyenne d'infestation d'*Ixodes ricinus* à *Borrelia burgdorferi* *sl* est de 12,3%, les adultes étant plus infectées que les nymphes, avec des prévalences respectives de 14,9% et de 11% dans une étude menée dans 23 pays entre 2010 et 2016 (17).

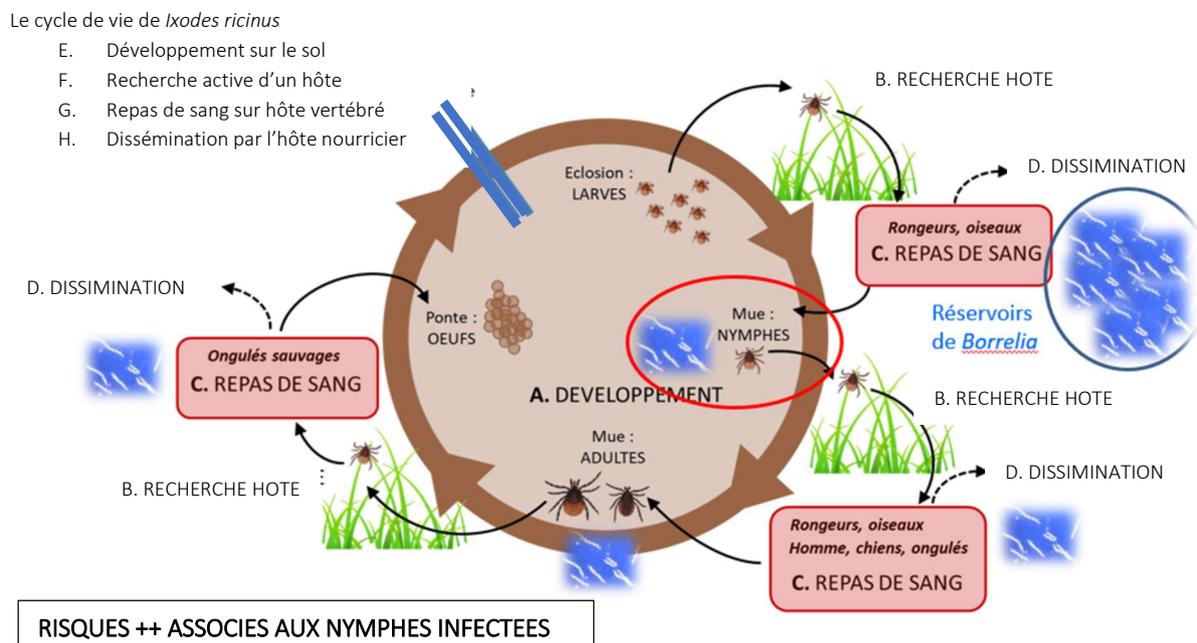


Figure 4 : de la tique à la transmission des agents de la maladie de Lyme : *Borrelia* et ses réservoirs (source René-Martellet M., communication orale auprès des agents de la DEU de Lyon)

En France, l'estimation de l'incidence annuelle de la maladie de Lyme est de 84 cas / 100 000 habitants selon Santé Publique France (SPF) en 2016 (réseau sentinelle), avec une disparité régionale importante. La tendance semble à la hausse sans être statistiquement significative. Le nombre d'hospitalisation est stable et de l'ordre de 1,3%, dont 50% pour cause de neuroborréliose. Selon le baromètre santé de 2016, dans lequel des questions sur les tiques étaient posées pour la première fois, sur un panel de 15 000 personnes, un tiers n'avait jamais entendu parler de la maladie de Lyme (18).

#### E. Les moyens de lutte

Le risque est la résultante de la multiplication du danger par l'exposition. Pour déterminer le risque d'exposition humaine à des piqûres de tiques infectées, il faut tenir compte de l'abondance des tiques, et parmi ces dernières du pourcentage de tiques infectées, ainsi que de la fréquentation de ces zones à risque par l'homme, en s'intéressant ici au volet comportemental.

Ainsi, la surveillance des tiques et de leurs agents pathogènes est un volet essentiel de la lutte contre les maladies vectoriellement transmissibles, et en particulier dans le cas de la maladie de Lyme, pour laquelle aucun vaccin humain n'existe à l'heure actuelle. Les effets indésirables suspectés du vaccin utilisé aux Etats-Unis ont conduit à l'arrêt de son utilisation, dans une zone géographique où la maladie de Lyme est pourtant endémique. Par contre, il existe un vaccin contre l'encéphalite à tiques disponible et recommandé en Europe dans les zones où cette maladie est endémique.

Pour surveiller l'abondance des tiques et des agents pathogènes susceptibles d'être transmis à l'homme, plusieurs projets sont en cours à l'échelle nationale. Ils ont pour objectif de collecter des tiques sur le terrain avec des méthodes comme la « collecte au drap », puis de les identifier, et enfin de passer à l'étape de détection moléculaire des agents pathogènes. Certains sont menés par l'UMR EPIA et ont donc déjà été évoqués précédemment.

Le réseau CLIMATICK (13) est un projet qui relie les conditions météorologiques avec l'activité des tiques, et qui repose sur un réseau de sept observatoires répartis en France métropolitaine où les tiques sont collectées mensuellement depuis 2014 selon un protocole standardisé. Des modèles sont ainsi élaborés en fonction des conditions météorologiques et ainsi confrontées aux données de terrain.

D'autres modèles sont également développés pour définir la distribution spatiale et l'activité saisonnière des tiques en fonction de facteurs biotiques et abiotiques. Un indice de favorabilité est déterminé à partir d'un indice climatique, d'un indice d'occupation du sol (couvert végétal) et d'un indice ongulés sauvages. Ce modèle nommé CARTOLYME (19,20) permet notamment d'obtenir une carte d'abondance des tiques *Ixodes ricinus* sur l'ensemble de la France, et en particulier dans la région AURA (fig. 5).

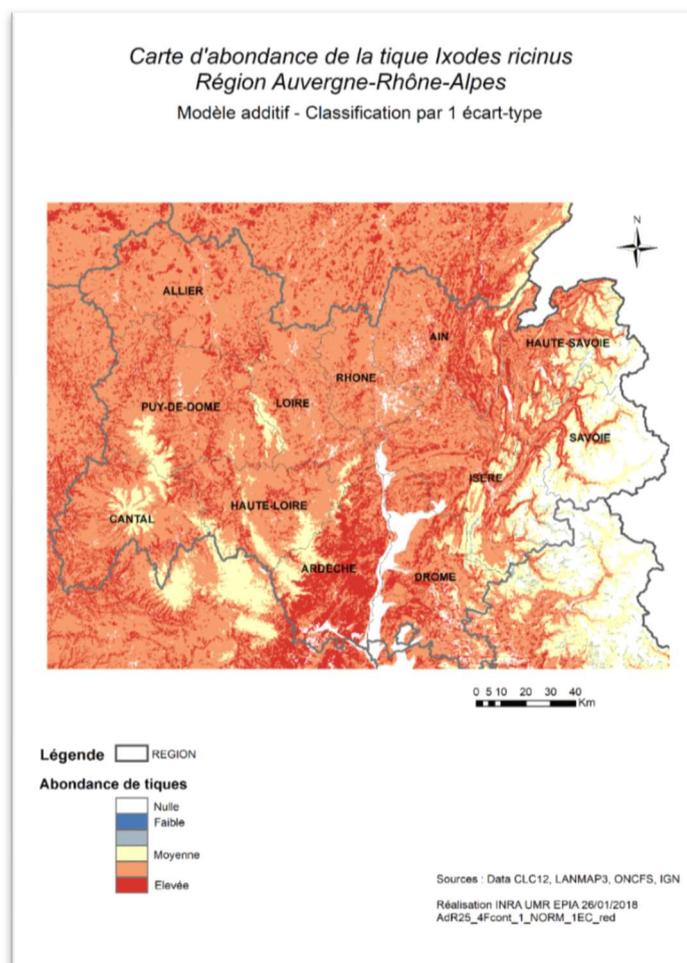


Figure 5 : carte d'abondance des tiques *Ixodes ricinus* en région AURA (source René-Martellet . M., communication orale TMT)

Plus récemment, le développement des sciences participatives permet de s'intéresser davantage au volet comportemental humain, facteur indissociable de l'analyse du risque lié aux tiques.

Depuis juillet 2017, une application smartphone appelée « Signalement-tique » a été développée conjointement par l'INRA et la DGS dans le cadre du projet de sciences participatives CiTIQUE. Cette application permet aux citoyens de signaler leurs piqûres et celles de leurs animaux de compagnie, puis de les envoyer à l'INRA de Nancy, pour identification et détection des agents pathogènes. A fin 2018, plus de 11 000 tiques avaient été collectées sur l'ensemble de la France. Près de 29% des déclarants indiquent avoir été piqués dans des parcs ou des jardins urbains ou ruraux (17). Une application équivalente « TiquesNet » est disponible en Belgique depuis juillet 2015. Les piqûres de tiques recensées ont lieu pour 38% d'entre elles dans un rayon de moins d'un kilomètre autour du lieu d'habitation. Elles sont plus fréquemment signalées dans les jardins (43%) qu'en forêt (38%). Seuls 2,2% disent avoir été piqués dans un parc citadin (21). Ces résultats sont à interpréter avec prudence compte-tenu du délai parfois long entre la piqûre et la découverte de la tique.

Le projet TELETIQ (22) repose sur l'utilisation des nouvelles technologies pour améliorer l'estimation et la compréhension du risque lié aux maladies vectorielles dues aux tiques, via le prisme des sciences humaines et sociales. Une partie de ce projet menée par l'UMR EPIA a consisté à évaluer l'abondance des tiques dans quinze forêts de la région AURA. L'estimation de la population humaine à un moment donné dans les zones d'étude a été obtenue à partir des données de connexion téléphonique (nombre d'utilisateurs connectés à chacune des antennes relais de téléphonie mobile). Les données issues de l'application « signalement-tique » ont été utilisées pour recenser les piqûres de tiques. Le volet sociologique est indispensable pour comprendre les résultats obtenus potentiellement hétérogènes, dans la mesure où certaines zones où les tiques sont abondantes et fréquentées par l'homme n'ont pourtant pas donné lieu à beaucoup de signalement de piqûres. Il est nécessaire de compléter ces informations en estimant le degré de sensibilisation et ou d'information des personnes, le niveau de connexion de la population et son habilité à utiliser les nouvelles technologies. La présence humaine et son comportement est au cœur de la problématique sanitaire posée par les tiques. La perception du risque lié aux tiques et les représentations sociales de ce dernier conditionnent ce comportement notamment en matière de prévention.

La prévention individuelle est essentielle dans le cas des maladies transmises par les tiques. Il importe d'avoir une connaissance des lieux et des conditions météorologiques à risque, mais également des mesures individuelles de protection quand la fréquentation de ces zones est inévitable. Enfin, il est nécessaire de savoir quelles sont les précautions à prendre en cas de piqûre de tique. L'ensemble de ces consignes est résumé dans l'annexe C.

Par ailleurs, toute piqûre devrait faire l'objet d'un signalement via l'application « signalement-tique » susmentionnée, avec la possibilité de l'envoyer. Cette application peut en outre servir de journal de bord des piqûres et permet de ne pas oublier de surveiller la zone dans les trois à quatre semaines qui suivent.

## PARTIE EXPERIMENTALE

### I. CONTEXTE DE L'ETUDE

En France, les tiques et les maladies vectorielles transmises par ces dernières sont parmi les enjeux de santé publique préoccupants de ces dernières années. L'estimation de l'incidence de la maladie de Lyme en France tend à augmenter entre 2015 et 2016 (51 à 84 cas / 100 000 habitants par an). Les disparités régionales sont importantes mais cette augmentation impacte notamment l'ex-région Rhône-Alpes avec une estimation à 156 cas / 100 000 habitants par an en 2016 (23,24). L'année 2016 marque le lancement du « Plan national de lutte contre la maladie de Lyme et les maladies transmises par les tiques » (25) par le Ministère des Affaires Sociales et de la Santé et la promulgation de la première loi sur la biodiversité qui aboutit à la création de l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB) (26). Ce plan a pour objectif d'améliorer les connaissances sur l'écologie et la répartition des tiques sur l'ensemble du territoire, pour renforcer les mesures de lutte, mais comprend aussi un volet non négligeable pour « faire évoluer les messages et supports de prévention, en lien avec les associations en prenant en compte les résultats des sciences participatives et comportementales » (25).

Si historiquement les villes ont été construites pour mettre une barrière, matérialisée par des murailles, entre la « nature » sauvage et dangereuse et les hommes, les espaces verts en ville sont aujourd'hui plébiscités. Le groupe de travail « santé-biodiversité » du ministère de l'écologie s'intéresse au lien entre la nature en ville et le bien-être humain dans l'une de ses quatre thématiques (27). Les bienfaits des espaces de nature urbains sur la santé mentale et physique humaine sont communément admis sans toujours être objectivés scientifiquement. Les jardins thérapeutiques sont utilisés dans l'accompagnement des personnes souffrant de maladie mentale. Les espaces naturels sont souvent synonymes de bien-être et de détente, favorisant les liens sociaux. Ils permettent de pratiquer la marche ou d'autres activités physiques et ainsi de lutter contre la sédentarité et ses méfaits sur la santé (obésité, maladies cardiovasculaires...). Ces îlots de verdure sont également un moyen de lutte contre les effets du réchauffement climatique en ville (28).

Néanmoins, les projets liés à la volonté d'insérer la nature en ville avec l'intégration dans les PLU ou les ScOT des trames verte et bleue pour revitaliser les corridors écologiques, sont assortis de questionnements en matière de risques sanitaires. L'atelier 3 du colloque Santé-Biodiversité organisé à VetAgro Sup en 2014 (29), consacré aux « services de la biodiversité sur la santé en ville », souligne l'antagonisme entre bienfaits et risques pour la santé humaine. Ces risques sont également soulevés par certains acteurs institutionnels ou scientifiques en lien avec les espaces verts et l'écologie urbaine des métropoles (30). L'action 89 du PNSE3, consacrée à la nature en ville, invite à ne pas se focaliser uniquement sur les aspects positifs de ces espaces, mais aussi à évaluer les risques sanitaires pour l'homme (31). La borréliose de Lyme est l'une des six maladies vectorielles ciblées par l'action 88 du PNSE3 (31) et fait suite

au GEST conduit par les étudiants de l'ENSV sur les crises sanitaires impliquant la faune sauvage (32).

Si les risques d'exposition aux piqûres de tiques sont assez bien connus en forêt et dans les zones rurales en France (8,33,34) et notamment en région AURA (35), elles le sont moins dans les parcs urbains et périurbains. Elles sont néanmoins une source de questionnement de plus en plus prégnant pour les collectivités territoriales en charge de la gestion de ces espaces (36,37). C'est dans ce contexte que le projet d'étude des risques associés aux tiques dans les parcs de la région lyonnaise est né. Une étude de faisabilité a été réalisée en 2018 (étude préliminaire impliquant quelques sondages) dans deux parcs (Parc de Lacroix-Laval et Parc de la Tête d'Or). Ces premiers résultats confortent la nécessité de poursuivre les investigations pour évaluer le risque et les facteurs de risque d'exposition aux tiques dans ces parcs par :

- la réalisation de campagnes d'échantillonnages mensuelles sur toute la période d'activité des tiques
- la conception de cartes de favorabilité de présence des tiques dans ces derniers en fonction des caractéristiques écosystémiques en adaptant un modèle développé à l'échelle nationale par l'UMR EPIA (19,20).

L'originalité de l'étude proposée tient d'une part, au choix du terrain de collecte (les parcs urbains et périurbains d'une métropole française), et d'autre part, à l'introduction d'un volet sciences humaines et sociales. A l'heure de la mise en œuvre par les collectivités territoriales d'actions de prévention, la collaboration avec les unités de recherche, qui ont pour objectif d'objectiver le risque sanitaire lié à la répartition des tiques dans les parcs et au comportement des usagers, est essentielle. Le volet sociologique a pour objectif d'apporter des éclairages sur le comportement des usagers professionnels dans un premier temps, pour aider les pouvoirs publics à communiquer sur ce risque et faire que ces usagers deviennent ainsi des acteurs de leur prévention.

## II. MATERIEL ET METHODE

### A. Sites d'études

Cette étude est conduite dans trois parcs dont les caractéristiques en matière de couvert végétal, de situation géographique et d'usage par les visiteurs sont propres à chacun de ces espaces. Les deux premiers parcs sont qualifiés d'urbain. Ce sont le parc de la Tête d'Or-Brétillod au cœur de la ville de Lyon et le parc de Parilly à cheval sur les communes de Bron et Vénissieux. Le premier est géré par la ville de Lyon et le second par la Métropole. Cette dernière gère également le parc périurbain de Lacroix-Laval (le troisième parc de l'étude) situé sur les communes de Marcy-l'Etoile, Charbonnières-les-Bains et La tour-de-Salvagny, au nord-ouest de la ville de Lyon.

### *a. Parc de la Tête d'Or-Brétillod*

Le parc de la Tête d'Or a été inauguré en 1957. D'une superficie de 105 hectares, il a été conçu sur les terres inondables de la rive droite du Rhône, mais est protégé par une digue construite à l'aide des terres du creusement du lac de 16 hectares (fig. 6).

L'essentiel du couvert végétal (73% de la superficie végétalisée) correspond à des zones qualifiées d'espace à vivre, très fréquentées par les usagers. Il recouvre les espaces enherbés tondu régulièrement avec des bosquets d'arbres pour offrir de l'ombre. Certaines zones forment des espaces nature et comprennent notamment un bois, le talus de la voie de chemin de fer mais aussi des zones enherbées gérées depuis peu en fauches raisonnées tardives pour favoriser la biodiversité. Près de 8800 arbres sont ainsi répertoriés dont 61% de feuillus et 36.5% de résineux.

Il a une vocation essentiellement contemplative et abrite notamment des roseraies, une serre et un jardin botanique. Des balades à poneys sont organisées pour les enfants dans la partie boisée du parc. Ce parc abrite par ailleurs un parc zoologique. Néanmoins, les animaux n'étant pas en contact direct avec le public, cette zone bien délimitée n'est pas explorée dans le cadre de cette étude.

Toujours sur la rive droite du Rhône, en contrebas de la digue protégeant la Tête d'Or, se situe le parc du Brétillod. Il s'agit d'une ripisylve, donc d'un espace naturel aménagé dont la superficie d'environ sept hectares peut varier en fonction des crues du Rhône et des dépôts alluvionnaires (38). Il rentre dans le schéma des voies vertes de Lyon et communique via des pistes cyclables avec le parc de la Feyssine et plus en amont avec le parc de Miribel-Jonage. Les abords de cette piste sont constitués par une prairie fauchée tardivement et en contre-bas par des bosquets de feuillus.

### *b. Parc de Parilly*

Le parc de Parilly a une superficie de 188 hectares. Non clôturé mais relativement enclavé dans des zones très urbanisées, sans corridors écologiques fonctionnels, il est néanmoins considéré comme le poumon vert de l'est lyonnais (39) (fig. 6).

Près de 75% de sa superficie est constituée d'une pelouse tondu régulièrement avec un couvert arboré clairsemé à dominante de résineux. Seule une petite zone (2% de la superficie) forme un espace naturel plus rustique composé de feuillus avec des ronces au sol. Cette zone est néanmoins traversée par les usagers via des sentes.

Il s'agit donc d'un endroit prisé pour les balades, les pauses déjeuners pour les étudiants du fait de sa proximité avec l'université Lyon 2, mais aussi par les sportifs avec de nombreux équipements : un hippodrome, un stade d'athlétisme et une zone enherbée, très entretenue, pour

l'implantation de terrains de sport. Par ailleurs, un parcours santé est accessible dans la zone un peu plus boisée de la plaine, ainsi qu'un parcours d'orientation permanent dans tout le parc. Des balades à poneys y sont aussi organisées alors que les chevaux de course restent cantonnés dans l'hippodrome.

Le parc présente peu de points d'eau. Seules quelques mares sont présentes pour permettre la réintroduction de batraciens.

La politique de gestion des espaces verts limite la prolifération des ronces et des branches basses pour des raisons d'insécurité. Néanmoins, quelques zones enherbées assez peu fréquentées par le public sont depuis environ deux ans gérées en fauche raisonnée pour favoriser la biodiversité pour répondre aux exigences de l'Ecolabel.

### *c. Parc de Lacroix-Laval*

Le parc de Lacroix-Laval a une superficie de 115 hectares partiellement clôturés. Il a été ouvert au public en 1985 pour répondre au manque d'espaces verts dans l'ouest lyonnais, mais n'est géré par la Métropole de Lyon que depuis 2015 (40) (fig. 6).

La forêt représente plus de 70% du couvert végétal. Elle est composée à 90% de feuillus, dont 80% de chênes et de charmes. Cette forêt est soumise à un plan de gestion en faveur des feuillus indigènes. Les chemins forestiers sont soit sous forme de petites sentes, soit de pistes carrossables. Les milieux ouverts comprennent de grandes plaines herbeuses tondues régulièrement, d'autres fauchées une ou deux fois par an et enfin, les jardins (jardin à la française et jardin potager du château). Sous couvert de l'Ecolabel, des zones de prairies avec des fauches tardives raisonnées sont mises en place. Dans ces zones, seuls les bords de chemin sont néanmoins régulièrement tondus. Le parc est traversé par de petits cours d'eau et comprend par ailleurs deux petits étangs.

Les activités proposées se déclinent principalement autour de la détente et de l'activité physique avec des aires de jeux pour les enfants, des balades à poney, un carrousel, un espace de restauration, un parcours de santé et des circuits pédestres de longueurs différentes essentiellement en sous-bois.

Du fait de sa situation géographique périphérique qui nécessite de venir de Lyon soit en transports en commun (train et bus), soit en voiture, les usagers viennent pour l'essentiel des communes avoisinantes de l'ouest lyonnais.

### *B. Site témoin*

Un site témoin permet de déterminer le pic d'activité saisonnière des tiques du genre *Ixodes* dans la région. Ce site est situé à proximité du parc de Lacroix-Laval sur la commune de La

Tour-de-Salvagny. Il s'agit d'une exploitation agricole alternant prés et forêts. Sur ce site, l'abondance mensuelle des tiques est suivie depuis 2016 dans le cadre du projet CCEID / CLIMATICK, dans les zones les plus à risques, à savoir, les zones boisées de feuillus, les lisières et les bordures de chemin forestiers (13).

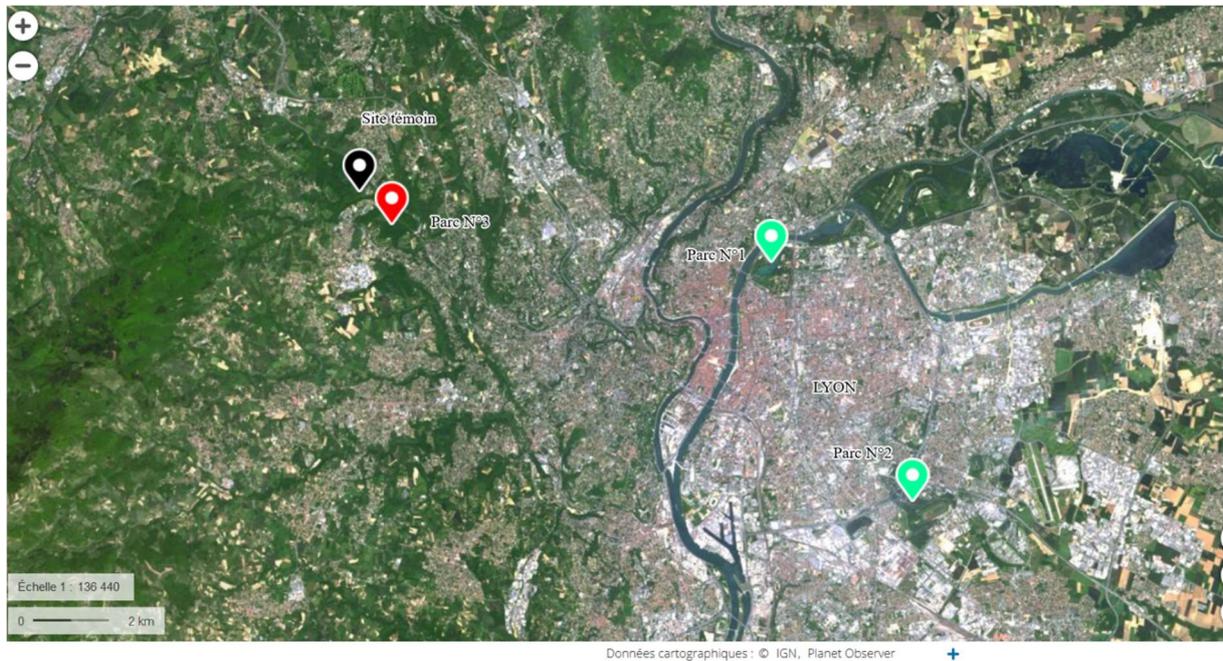


Figure 6 : géolocalisation du site témoin (marque noire), des deux sites urbains (marques vertes) et du site périurbain (marque rouge) : parc N°1 Tête-d'Or-Brétillod, Parc N°2 Parilly et Parc n°3 Lacroix-Laval)

### C. Relevés météorologiques

Dans chaque parc, une station météorologique a été installée avec un enregistrement toutes les heures en continu de la température et de l'hygrométrie (enregistreur de température et de taux d'humidité HOBO®, série MX2300, modèle MX2302, Onset Computer Corporation®). Chaque station est fixée sur un arbre dans une zone boisée. Le capteur est fixé à environ 20 cm au-dessus de la surface du sol. Les données sont relevées à l'aide d'un smartphone par technologie Bluetooth®. Les jours de terrain sont déterminés en fonction des conditions météorologiques : pas de pluie, pas de vent (moins de 10 km/h), température comprise entre 12 et 25°C, hygrométrie élevée (proche de ou supérieure à 50%). La période optimale de collecte au cours d'une journée est choisie en étudiant les courbes de température et d'hygrométrie les jours précédents (fig. 7).

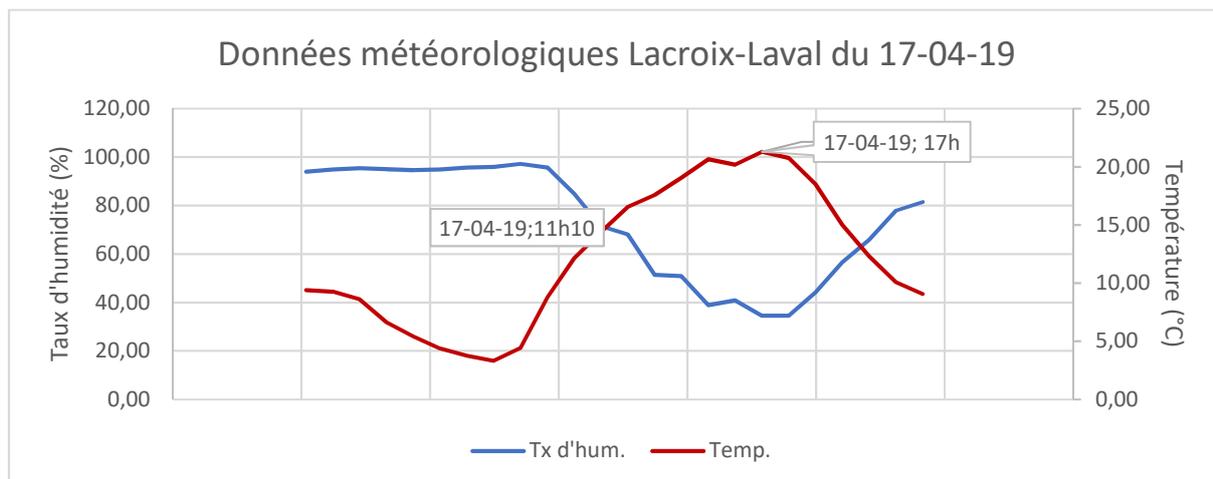


Figure 7 : évolution de la température et du taux d'humidité sur une journée au parc Lacroix-Laval

#### D. Collectes de tiques

La méthode de collecte retenue est la « méthode du drap ». C'est une méthode reconnue pour son efficacité pour la collecte de certaines espèces de tiques notamment celles du genre *Ixodes*. Un tissu de flanelle blanc d'un m<sup>2</sup> de surface est tiré en ligne droite sur une longueur de dix mètres. Chaque tirage de dix mètres est appelé transect. Cette méthode permet de récolter dans de bonnes conditions les tiques chassant à l'affût aux stades adultes et nymphes dans une végétation relativement basse (maximum vingt cm de haut).

Une collecte par parc et par mois est effectuée d'avril à octobre (excepté au mois d'août). Cent transects sont réalisés par jour et par parc, avec un seul passage de drap par transect. Ces derniers sont choisis aléatoirement en fonction du couvert végétal et de la fréquentation de ces zones par les usagers du parc. L'objectif de cette étude exploratoire, compte-tenu de la superficie des parcs, est d'échantillonner un maximum de zones considérées comme étant les plus à risques, à savoir, celles qui sont potentiellement les plus fréquentées par le public. En l'occurrence pour le parc de Lacroix-Laval, les différents types de végétation retenus sont ceux habituellement distingués en milieu naturel, à savoir, la forêt, la lisière de forêt, la bordure de chemin forestier, la pelouse et la bordure de chemin en milieu ouvert (pelouse ou prairie). Pour le parc de Parilly, la distinction est faite entre l'espace naturel rustique boisé, la sente au sein de cet espace, la pelouse des terrains de sport et la pelouse sous couvert clairsemé. Et pour la Tête-d'Or-Brétilod, à l'intérieur du parc les espaces « nature » du bois, du talus et des zones à fauche tardive, sont distinguées des zones qualifiées « d'espace à vivre », i.e. les pelouses avec ou sans couvert boisé clairsemé. Quant à la partie ripisylve considérée comme un espace naturel à part entière, l'espace boisé, les sentes le long du Rhône et les bords de chemin en milieu ouvert de type prairie sont échantillonnés. A l'issue de cette étude, 6000 m<sup>2</sup> auront été explorés dans chacun des parcs. Les annexes D, E et F permettent de visualiser les différents types de végétation explorés pendant les collectes.

A chaque transect, en complément du tracé papier sur la carte du parc, un point GPS est enregistré (Garmin, modèle Dakota® 10). Une photo est également prise pour redéfinir *a posteriori* les caractéristiques végétales de chaque transect. Toutes les données sont conditionnées sur une fiche de terrain (date et horaires de collecte, données météorologiques de début et de fin de collecte, caractéristiques du couvert végétal de chaque transect, nombre de nymphes et d'adultes récoltés par transect, présence éventuelle de larves, nom ou initiales du collecteur). A chaque transect, le drap est examiné sur les deux faces. Les nymphes et adultes présentes sur chaque transect sont récoltées à l'aide d'une pince à bords mousses et mises dans un Eppendorf contenant de l'éthanol à 70% pour une identification ultérieure en laboratoire. Les larves sont enlevées à l'aide d'un rouleau collant.

#### E. Faune domestique et sauvage

Aucun protocole n'a été mis en place pour faire un relevé faunistique précis. Les données sur la fréquentation des parcs par les animaux sauvages proviennent des remarques des différents gestionnaires des sites étudiés, ainsi que des observations ponctuelles à l'occasion des journées de collecte.

Par ailleurs, les responsables des poneys et des chevaux (cheval de trait et trois chevaux des gardes) de Lacroix-Laval ont été impliquées dans la démarche en récoltant les éventuelles tiques présentes sur les animaux. De même, les tiques sont récoltées sur les trois chevaux de la police municipale et les poneys de balade de la Tête-d'Or-Brétillod. Elles sont conservées dans des tubes d'Eppendorf remplis d'éthanol à 70%, à raison d'un tube par équidé et par jour, pour une identification ultérieure en laboratoire.

#### F. Identification des tiques

Tous les individus récoltés ont été regardés sous loupe binoculaire pour vérifier qu'il s'agissait bien de tiques. L'identification jusqu'à l'espèce sera réalisée ultérieurement à l'aide des clés d'identification.

#### G. Analyses statistiques des résultats

Des tests d'indépendance du khi-deux ont été réalisés à l'aide du logiciel XLSTAT® (version 2019.2.1) pour comparer la proportion de transects positifs entre les différents sites d'étude. Dans un deuxième temps, un test exact de Fisher a été fait pour déterminer si au sein de chaque parc, la proportion de transects positifs est significativement plus élevée.

Pour le parc de Lacroix-Laval, un test de khi-deux est réalisé pour comparer les résultats en fonction de la couverture végétale entre les milieux « fermé », « intermédiaire » et « ouvert ». La forêt et les bordures de chemins de forêt qui correspondent au milieu « fermé »,

la lisière ou milieu « intermédiaire » et la pelouse et les bordures de chemin de pelouse ou prairie qui constituent le milieu « ouvert » font également l'objet d'une analyse comparative. De même, un test exact de Fisher a été fait pour voir si au sein de chaque couvert végétal la proportion de transects positifs est significativement plus élevée.

#### H. Volet sociologique

En parallèle et en complément de l'étude de terrain, une enquête qualitative basée sur une vingtaine d'entretiens semi-directifs est réalisée. L'objectif est de comprendre les représentations sociales d'une part de la nature en ville, et d'autre part, la construction sociale du risque associé aux tiques, pour aider les collectivités territoriales dans leur stratégie de communication auprès de leurs agents dans un premier temps, et du public dans un second temps.

Les acteurs choisis qualifiés de professionnels sont des agents de la DEU et de la DEV de la ville de Lyon et des agents de la Métropole de Lyon (jardiniers, gardes, préventeurs...), mais aussi des élus, l'ARS 69, des responsables de formation de BTS en lien avec les métiers des espaces verts. Des contacts sont également pris avec la ville de Besançon qui a mené une action de communication auprès du risque tique en milieu urbain, et avec l'INRA de Nancy à travers les animateurs du réseau CiTIQUE (41).

Pour les usagers non professionnels, seules des personnes évoluant dans l'environnement de la médecine préventive scolaire, des crèches jusqu'aux classes primaires, sont contactées du fait d'une fréquentation importante de ces parcs par les enfants.

Les questions portent sur les représentations sociales de la nature en ville entre bénéfiques et risques, avant d'aborder plus spécifiquement les connaissances en matière de risques liés aux tiques et de comprendre ce qui déclenche chez un individu l'adoption ou non d'un comportement de prévention. Enfin, le dernier sujet abordé tient au passage de l'information et à la communication sur cette problématique en fonction du public visé, à savoir ici les agents exposés.

### III. RESULTATS

Pour rappel, les résultats portent uniquement sur deux mois de collecte (avril et mai). L'étude se poursuit jusqu'en octobre. De même, le volet sociologique est en cours et fait l'objet d'une soutenance à part entière en septembre. Des éléments de ce mémoire seront néanmoins repris dans la publication à venir.

Chaque jour de collecte a mobilisé un minimum de quatre personnes, deux au tirage des draps, deux pour consigner l'ensemble des données de terrain et prendre les points GPS et les

photos et procéder à l'identification des tubes. La durée de collecte dans les parcs a varié de 3h10 à 5h10 et s'échelonnait entre 11h et 18h.

#### A. Conditions météorologiques

Chacune des collectes a été réalisée des jours où le vent était inférieur à 10km/h et sans pluie. Les températures et taux d'humidité relevés en début et fin de collecte sont présentés dans le tableau 1.

*Tableau 1 : températures (°C) et taux d'humidité (%) relevés en début et fin de collecte pour les mois d'avril et mai dans chacun des parcs*

		<b>Tête d'Or</b>		<b>Parilly</b>		<b>Lacroix-Laval</b>	
		04/19	05/19	04/19	05/19	04/19	05/19
Température	Début	13.4°C	13.2°C	8.5°C	14.1°C	14.4°C	14.1°C
	Fin	13.8°C	16.3°C	16.5°C	16.2°C	21.0°C	17.6°C
Taux d'humidité	Début	68%	49%	60%	77%	71%	89%
	Fin	65%	41%	37%	52%	39%	73%

#### B. Faune

Des différences notables semblent exister en termes de fréquentation faunistique. Le parc de Parilly semble le moins fréquenté par les animaux sauvages. Seuls quelques oiseaux sont présents, dont un couple de moyen-duc, quelques batraciens dans les mares, la présence de rongeurs est soupçonnée mais a priori aucun hérisson n'a été observé par les agents du parc. Pour les animaux domestiques, il est fréquenté par des poneys, des chiens et certainement des chats. Très peu voir aucun insecte ou autre arthropode n'est collecté lors du passage du drap. Il en est de même pour le parc de la Tête-d'Or-Brétillod. Néanmoins, ce parc est davantage fréquenté par les oiseaux dont de nombreux palmipèdes du fait de la présence d'un grand lac et de la proximité du Rhône. Une population d'écureuils roux et gris est présente, ainsi que des hérissons. Le parc de Lacroix-Laval est celui qui présente la plus grande richesse en termes de faune, avec entre autres en plus des espèces précédemment citées la présence de grands ongulés (chevreuils). Le passage du drap s'accompagne quasi systématiquement de l'observation d'insectes et d'arthropodes.

### C. Analyse des corridors écologiques

Une analyse des corridors écologiques a été entreprise pour évaluer le lien entre ces fréquentations faunistiques et leur perméabilité. Il n'existe pas de corridor fonctionnel pour le parc de Parilly. La situation du parc de la Tête d'Or mais surtout de la ripisylve du parc du Brétillod est un peu meilleure avec un corridor présent mais néanmoins très altéré. Pour finir, le parc de Lacroix-Laval fait partie d'un corridor écologique fonctionnel même s'il est considéré comme altéré. La connexion se fait notamment vers de grands bassins de biodiversité comme les Monts du Lyonnais en passant par ailleurs par le site témoin (fig. 8).

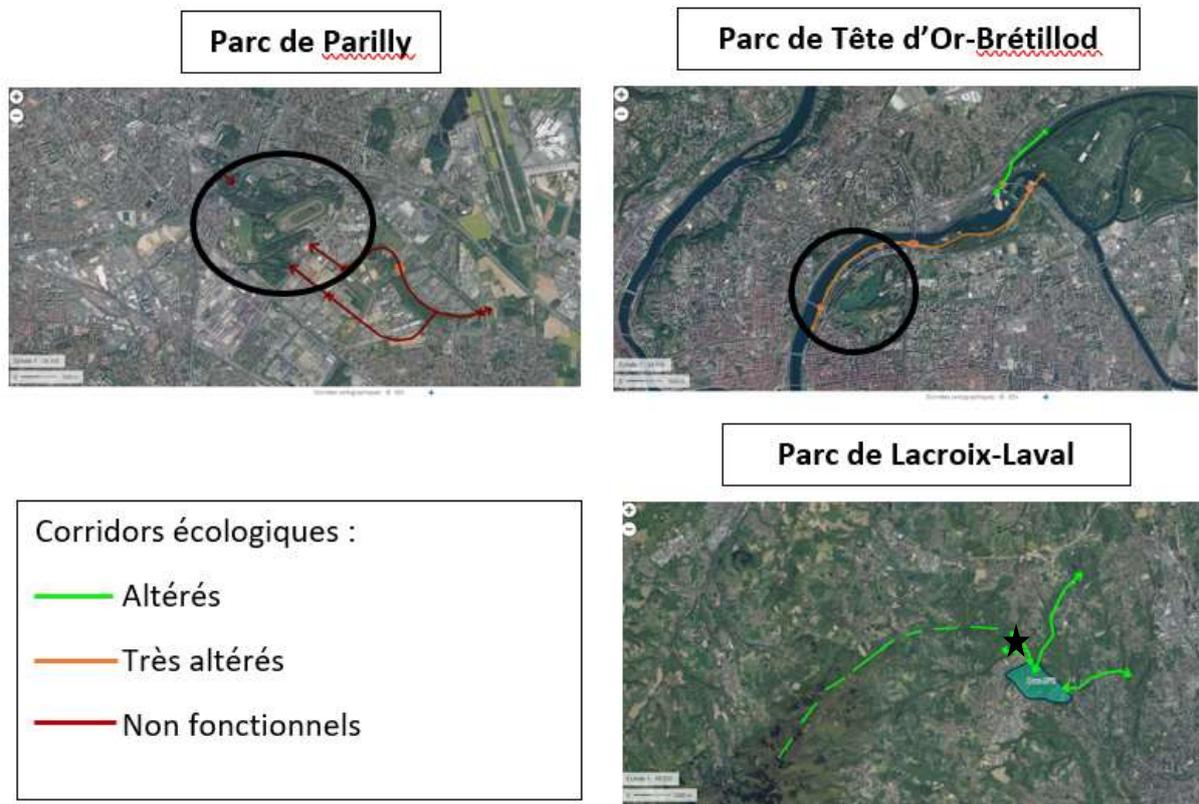


Figure 8 : corridors écologiques du bassin lyonnais en lien avec les sites de l'étude, l'étoile noire correspondant au site témoin (source Sepal et Géoportail©)

## D. Comparaison des abondances de tiques dans les sites d'études

### a. Comparaison des résultats entre les différents sites étudiés

Les résultats sont présentés dans le Tableau 2 et la Figure 9.

Tableau 2 : comparaison des résultats entre les différents sites d'étude

	Lacroix-Laval	Tête d'Or-Brétillod	Parilly	Site Témoin
<b>Nombre de transects positifs / nombre de transects réalisés en avril et mai (pourcentage)</b>	68 / 200 (34%) >	5 / 200 (2,5%) <	1 / 200 (0,5%) <	18 / 20 (90%) >
<b>Nombre total de tiques collectées en avril et mai / surface échantillonnée en m2 (densité / 100 m2)</b>	217 / 2000 (11)	05 / 2000 (0,3)	0 / 2000 (0)	200 / 200 (100)

Test exact de Fischer : > proportion de transects positifs significativement plus élevée, < proportion de transects positifs significativement moins élevée

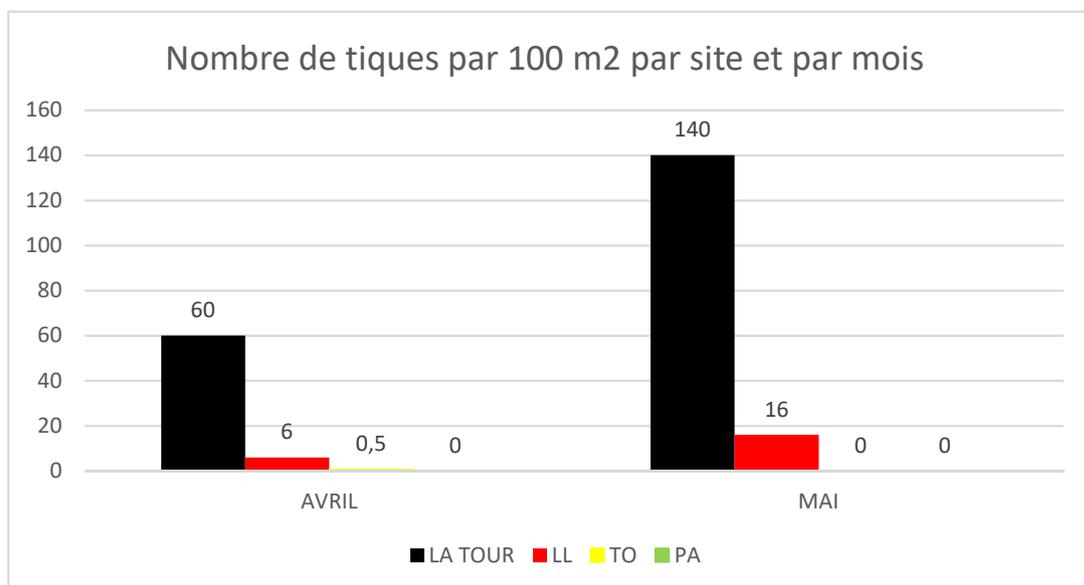


Figure 9 : évolution de la densité de tiques par 100 m<sup>2</sup> par parc et par mois

Un lien significatif est noté ( $p < 0.0001$ ) entre la proportion de transects positifs et le site étudié. Le parc de Lacroix-Laval et le site témoin ont significativement plus de transects positifs (test exact de Fisher ; seuil alpha = 0.05). La densité de tiques par 100 m<sup>2</sup> varie de 0 à

100. Les densités observées sont plus faibles dans les parcs urbains avec 0 ou moins d'une tique par 100 m<sup>2</sup>. La densité observée dans le parc périurbain (11 tiques par 100 m<sup>2</sup>) reste près de dix fois moins élevée que celle relevée dans le site témoin en milieu naturel.

*b. Comparaison des résultats en fonction de la couverture végétale au sein du parc de Lacroix-Laval*

La figure 10 reprend l'ensemble des 200 transects effectués sur le parc de Lacroix-Laval.



*Figure 10 : répartition des transects dans le parc de Lacroix-Laval pour les mois d'avril et mai, transects positifs en jaune (carte réalisée à partir de Google Maps©)*

Les résultats sont présentés dans les Tableaux 3 et 4 et la figure 11.

Tableau 3 : comparaison des résultats en fonction de la couverture végétale (milieux ouvert, intermédiaire et fermé) au sein du parc de Lacroix-Laval

	Milieu fermé (forêt)	Milieu intermédiaire (lisière)	Milieu ouvert (prairie/pelouse)
<b>Nombre de transects positifs / nombre de transects par milieu réalisés en avril et mai (pourcentage)</b>	55 / 101 (54,5%) >	11 / 37 (29,7%) <	2 / 62 (3,2%) <
<b>Nombre total de tiques collectées en avril et mai / surface échantillonnée en m2 (densité / 100 m2)</b>	186 / 1010 (18)	29 / 370 (8)	2 / 620 (0,3)

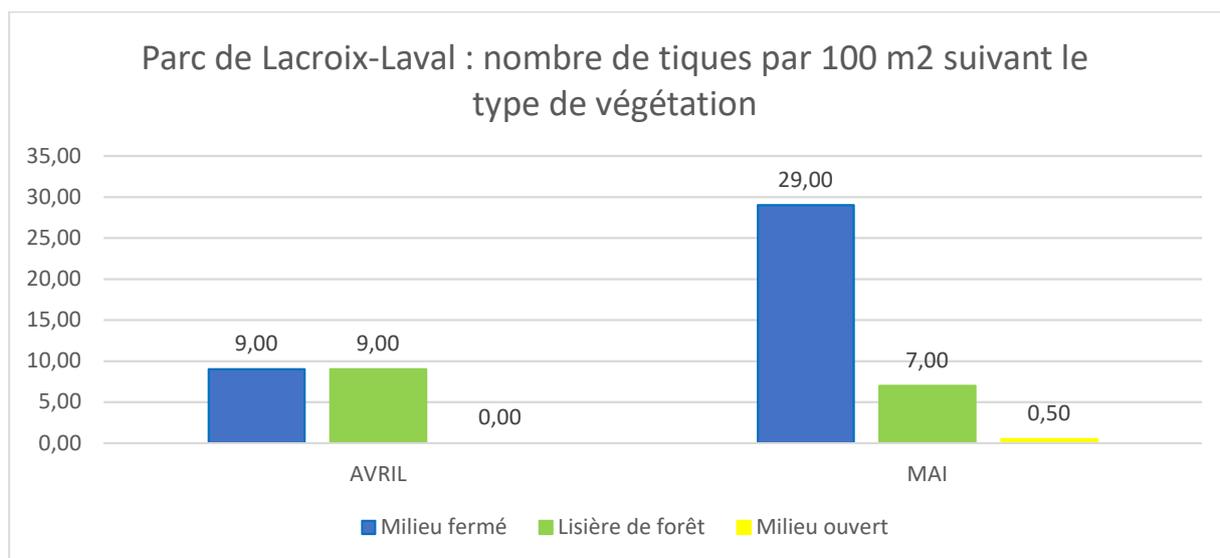
Test exact de Fischer : > proportion de transects positifs significativement plus élevée, < proportion de transects positifs significativement moins élevée, < non significatif

L'abondance de tiques est significativement différente entre les milieux échantillonnés ( $p < 0.0001$ ) (tableau 3). Le milieu « fermé » comprend la forêt, les bordures de chemins de forêts larges ou étroites. Il héberge 60 fois plus de tiques actives que le milieu ouvert (pelouse et bordures de chemins de prairie ou de pelouse). La lisière est un véritable milieu intermédiaire en termes d'abondance de tiques entre les milieux fermé et ouvert.

Tableau 4 : comparaison des résultats en fonction de la couverture végétale (forêt, bordure de chemin de forêt, lisière, pelouse et bordure de chemin de pelouse / prairie) au sein de Lacroix-Laval

	Forêt (milieu fermé)	Bordure de chemin de forêt (milieu fermé)	Lisière (milieu intermédiaire)	Pelouse (milieu ouvert)	Bordure de chemin de pelouse / prairie (milieu ouvert)
<b>Nombre de transects positifs / nombre de transects par milieu réalisés en avril et mai</b>	19 / 41 (46,3%) >	36 / 60 (60,0%) >	11 / 37 (29,7%) <	2 / 37 (0,05%) <	0 / 25 (0%) <
<b>Nombre total de tiques collectées en avril et mai / surface échantillonnée en m2 (densité / 100 m2)</b>	59 / 410 (14)	127 / 600 (21)	29 / 370 (8)	2 / 370 (0,5)	0 / 250 (0,0)

Test exact de Fischer : > proportion de transects positifs significativement plus élevée, < proportion de transects positifs significativement moins élevée, < et > non significatif



Milieu fermé	Nombre de tiques / 100 m <sup>2</sup> (avril et mai)	Milieu ouvert	Nombre de tiques / 100 m <sup>2</sup> (avril et mai)
Centre forêt	14	Centre pelouse	0.5
Bordure chemin forêt	21	Bordure chemin pelouse / prairie	0

Figure 11 : évolution de la densité de tiques par 100 m<sup>2</sup> en fonction du type de végétation au sein du parc de Lacroix-Laval

De même, il y a significativement plus de transects positifs sur les bordures de chemins forestiers que sur les pelouses et les bordures de chemin en milieu ouvert ( $p < 0.0001$ ) (tableau 4 et figure 11).

A cette date, l'identification microscopique du genre et de l'espèce de tique n'a pas été réalisée. A l'observation macroscopique, il semblerait qu'il y ait une très grande majorité d'*Ixodes* et quelques *Dermacentor*.

## IV. DISCUSSION

Cette étude a pour objectif d'apporter des éléments de réponse aux collectivités territoriales qui sont soumises à la pression des associations de malades de la borréliose de Lyme. Ces dernières s'inquiètent de la présence possible de tiques dans les zones urbaines très fréquentées (42).

### A. Contexte

Les premières études sur l'abondance des tiques dans les environnements urbains remontent à la fin des années 80 aux Etats-Unis (43). Dans ce pays où la maladie de Lyme est endémique, ce type d'étude n'a été reconduit que récemment (44,45). En Europe, les parcs ont été explorés dans plusieurs pays au cours des années 2000 (46–49). En France, la plupart des études réalisées se sont focalisées sur les milieux ruraux et forestiers (33). Il s'agit donc de la première étude qui s'intéresse à l'environnement particulier des parcs urbains et périurbains. Cette étude est en outre justifiée par le recensement d'un nombre élevé de déclaration de piqûre -grâce aux outils participatifs – dans des zones jusqu'à présente peu explorées. En Belgique, 38% des piqûres sont recensées en 2018 à proximité du domicile (moins d'un kilomètre). Les piqûres dans les jardins représentent 43% des piqûres signalées, devant la forêt (38%). Dans ce même rapport en Belgique, 2,2% des piqûres recensées ont eu lieu dans un parc citadin (17,21). De même en France, 29% des piqûres signalées via l'application « signalement-tique » de juillet 2017 à décembre 2018 se seraient produites dans des parcs et jardins selon l'affirmation des déclarants.

Les facteurs environnementaux comme la chaleur urbaine et la pollution qui varie en fonction des conditions atmosphériques, influent sur l'abondance et l'activité des tiques. Ce sont des facteurs très importants en ville où les taux d'humidité n'ont pas les mêmes caractéristiques que celles relevées dans les zones extra-urbaines. La chaleur intra-muros est plus élevée et les risques de déshydratation sont accrus pour les tiques et en particulier les nymphes à l'affût (47). La fréquentation de ces zones par les hommes et leurs animaux domestiques fait que le risque est néanmoins réel et à étudier. En effet, les conditions de vie sont peut-être différentes, mais elles peuvent en certains endroits, comme les parcs urbains mais aussi certains jardins, être favorables à la présence de tiques dont certaines sont infestées par des agents pathogènes.

Ces observations justifient la mise en place d'un protocole expérimental centré sur ces sites jusqu'à présent peu étudiés.

### B. Méthode

Les trois parcs sont situés dans une zone géographique commune. Les collectes sont réalisées à quelques jours d'intervalle dans des conditions semi-standardisées quant aux facteurs abiotiques (température et taux d'humidité) grâce à l'utilisation de stations

météorologiques dans chaque parc. Ce choix permet d'avoir un enregistrement en continu de la température et du taux d'humidité. En effet, l'activité des *Ixodes* débute à partir de 7°C, jusqu'à 32°C et elles meurent à partir de 40°C. Les facteurs abiotiques sont donc déterminants pour le développement, la survie et l'activité de quête des nymphes (8). Cela permet le recueil de données météorologiques précises spatialement et temporellement par rapport aux données des stations officielles. En effet, les données de ces dernières, souvent implantées dans des zones à découvert et à une hauteur de deux mètres, ne sont pas de bons indicateurs des conditions microclimatiques des points de collecte préférentiellement situés dans des zones de couverts boisés : l'humidité décroît de l'intérieur vers la périphérie d'une zone boisée. Il existe également un gradient entre une mesure prise au niveau du sol et une mesure prise à hauteur d'homme. Le taux d'humidité au sol est supérieur à celui mesuré à 50 cm de hauteur en forêt, lui-même supérieur à celui mesuré à 2 m de hauteur toujours en forêt et enfin supérieur à une valeur relevée à la même hauteur mais en milieu ouvert (9). Les capteurs sont fixés en zone boisée à une hauteur de 15-20 cm du sol, hauteur à laquelle les tirages les plus hauts sont effectués.

La technique du drap se justifie dans le cadre de cette étude par la hauteur et la nature du couvert végétal échantillonné (48). Les zones les plus broussailleuses ou bien les zones de fauches tardives ne sont pas explorées dans la mesure où elles semblent moins fréquentées par les usagers comme aires de pique-nique potentielles ou zones de promenade aisée. De plus, elles ne sont pas propices à la réalisation pratique de la méthode du drap et se caractérisent par un taux d'échantillonnage souvent faible du fait des difficultés techniques rencontrées. Cette technique convient particulièrement aux tiques qui chassent à l'affût, en l'occurrence les larves, nymphes et adultes d'*Ixodes ricinus* et les adultes du genre *Dermacentor*. Des modèles existent pour extrapoler l'abondance totale à partir des tiques récoltées par cette méthode. Par ailleurs, la proximité d'un site témoin permet d'avoir un point de comparaison en termes de densité et de pic d'activité saisonnière.

Dans le cadre de cette étude, il a été décidé de ne faire qu'un seul passage de drap par transect. Il a été démontré que plus le drap était passé, plus le taux d'échantillonnage augmentait (50). Cette méthode (un passage de drap) présente l'avantage de couvrir une plus grande superficie dans un temps donné. Les valeurs obtenues pourront être corrigées dans un second temps par les membres de l'UMR EPIA. Elle permet de couvrir un maximum de zones différentes au regard de la superficie des parcs et de la fréquentation humaine, sans obligation de repasser par les mêmes endroits d'un mois sur l'autre.

### C. Analyse des résultats au regard du couvert végétal et de la perméabilité des corridors écologiques

A la lecture des premiers résultats sur deux mois de collecte, l'abondance des tiques dans les parcs semble très hétérogène à l'image des précédentes études réalisées en Europe (33,46–48,51,52). La densité la plus élevée est de loin celle relevée sur le site témoin en milieu naturel. Elle est quasiment dix fois supérieure à celle du parc périurbain. En ce qui concerne les parcs à proprement parler, la densité la plus élevée est observée dans celui dont le couvert végétal et la

gestion des espaces verts se rapprochent le plus du milieu naturel. Il est par ailleurs en continuité écologique avec ce dernier via un corridor altéré. Les densités mesurées dans les parcs qualifiés d'urbain sont quant à elles de moins d'une tique par 100 m<sup>2</sup>. Les chiffres obtenus sont difficilement comparables avec ceux des autres études européennes, si ce n'est celle de Corrain et al. En Italie, où les densités relevées étaient de 0 à 6.3 tiques par 100 m<sup>2</sup> (46).

Dans le parc périurbain, les zones particulièrement à risque sont les zones forestières, avec notamment les bordures de chemins étroits ou des pistes carrossables en forêt (milieu fermé). Il est important de noter que les bordures de ces chemins sont pourtant régulièrement tondues ou débroussaillées. Dans les études précédemment réalisées en Europe dans les parcs, les zones les plus à risques étaient les lisières. La description précise de ce que recoupe ce terme n'est pas détaillée (48,51), mais cela reste en rapport avec un couvert boisé.

Ces résultats sont en accord avec ce qui est observé en milieu plus naturel et notamment avec le site témoin. Le parc de Lacroix-Laval a le biotope le plus favorable pour les tiques avec un couvert forestier majoritairement de feuillus et des ronces en sous-bois. (12) *A contrario*, le parc de Parilly a un couvert boisé beaucoup plus clairsemé et essentiellement composé de résineux, assorti à une politique en faveur de l'élimination des ronces pour des raisons liées à l'insécurité. Le parc de Lacroix-Laval est le seul parc exploré à héberger une population de chevreuils, qui sont les principaux hôtes nourriciers des tiques adultes d'*Ixodes*. La présence de ces ongulés sur le site peut jouer un rôle dans l'entretien de la population de tiques et la circulation d'agents pathogènes (53,54).

Le parc du Brétillod est une voie verte en continuité avec les parcs de la Feyssine et de Miribel-Jonage situés en amont sur la rive droite du Rhône. A ce jour, une seule tique a été prélevée à cet endroit. Cet espace est géré le plus naturellement possible. La présence de ragondins a été rapportée. Il est par ailleurs très fréquenté par les promeneurs de chien. Or il semblerait que les chiens qui vont dans le parc de la Feyssine attrapent des tiques (propos rapportés). Cela confirme que le corridor écologique identifié est à l'heure actuelle très altéré. Par ailleurs, le sol est très sablonneux et ne conserve par beaucoup l'humidité. Il ne constitue peut-être pas un biotope très favorable à la réhydratation des tiques contrairement à une couche d'humus.

#### D. Perspectives

Ces résultats ne portent que sur deux mois de collecte. Il convient de les confirmer dans les mois qui suivent mais aussi de maintenir une veille sur plusieurs années (55). C'est le cas en particulier pour les parcs urbains où pour l'instant les densités relevées sont nulles à très faibles comparées à celles du milieu naturel. De même, la superficie échantillonnée reste relativement faible en proportion de la surface des parcs.

L'autre point à souligner est la volonté des pouvoirs publics d'accélérer le verdissement des villes et de rétablir des corridors écologiques les plus fonctionnels possibles grâce aux

trames verte et bleue. Il existe ainsi un risque de réintroduire des espèces nuisibles et notamment des rongeurs, voir des grands ongulés (chevreuils ou sangliers), qui sont respectivement les hôtes nourriciers des tiques au stade de nymphe et d'adulte. Un projet existe dans ce sens pour le parc de Parilly, et le risque sera donc à réévaluer en conséquence.

Seule une diagnose pour déterminer le genre et la stase est prévue dans cette étude. Les tiques récoltées (nymphe et adultes mâles et femelles du genre *Ixodès*) ne sont pas analysées pour la recherche et l'identification d'agents pathogènes. Le risque d'infestation des tiques par des agents pathogènes comme *Borrelia burgdorferi s.l.* peut être supérieur dans les zones urbaines anthropisées par rapport aux zones rurales (47). En Suisse, le risque d'infestation des tiques urbaines est équivalent à celui des zones rurales avec une tendance à la polyinfestation (bactéries, virus, parasites) (49). Les tiques étant conservées dans l'éthanol à 70%, des analyses moléculaires pour la caractérisation des agents pathogènes (bactéries et protozoaires) pourront être réalisées ultérieurement.

## CONCLUSION

A la lecture des premiers résultats en termes d'abondance de tiques, une dichotomie semble se dessiner entre les parcs urbains et le parc périurbain. Néanmoins, il convient de rester en veille sur ces derniers, car l'absence de la preuve n'est pas la preuve de l'absence. Les conditions peuvent évoluer dans les mois prochains ou d'une année sur l'autre, mais également avec la politique urbaine actuelle en faveur de la biodiversité et de la réouverture de corridors écologiques potentiels. Outre l'exploration des parcs urbains, il serait intéressant d'étendre cette étude aux jardins et en particulier aux jardins partagés qui se multiplient en ville. Par ailleurs, l'enquête qualitative sociologique en cours permettra de mieux comprendre la composante comportementale de ce risque et les facteurs d'exposition.

## BIBLIOGRAPHIE

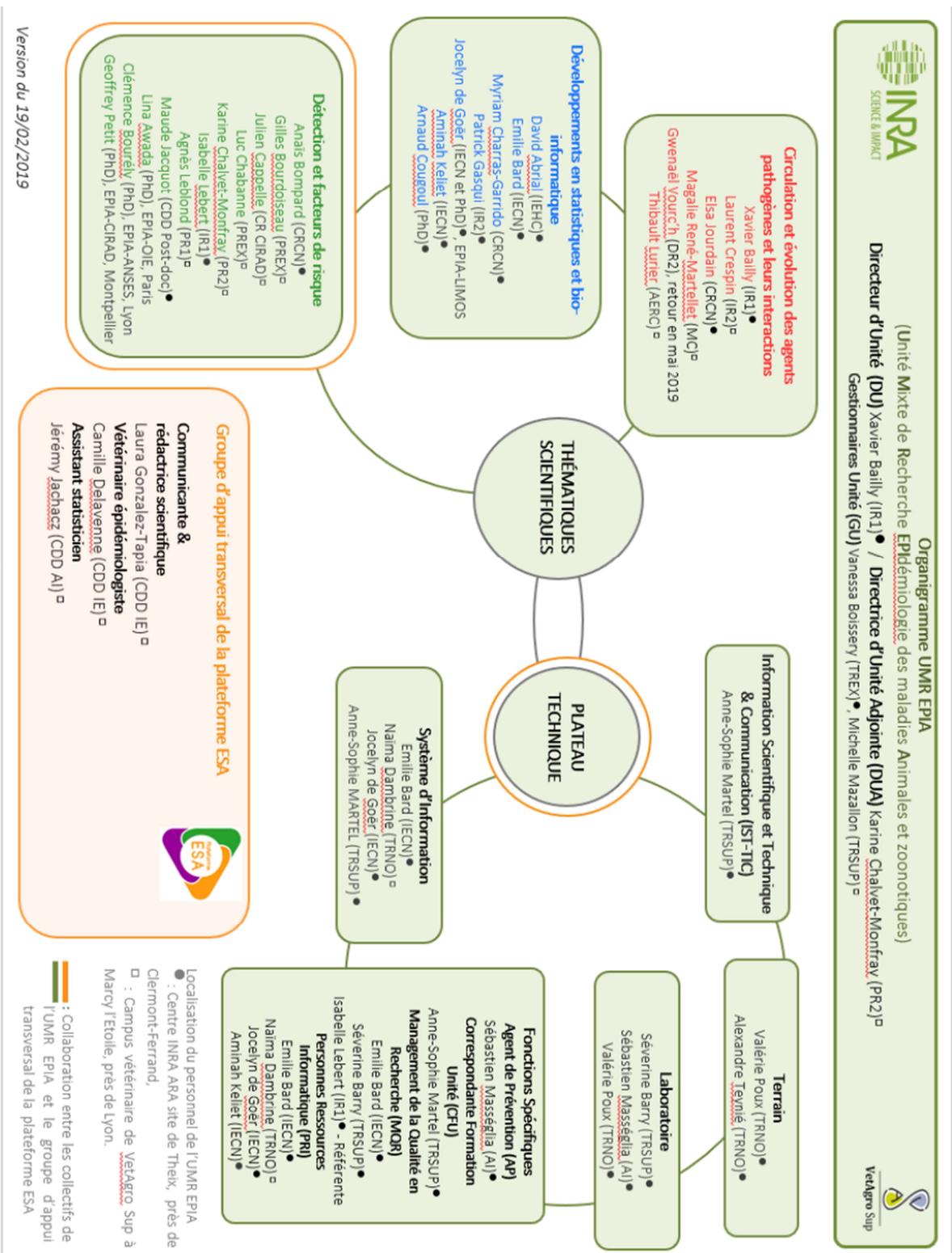
1. UMR EPIA - Unité Mixte de Recherche d'Épidémiologie des maladies Animales et zoonotiques - Unité [Internet]. [cité 3 mai 2019]. Disponible sur: <https://www6.ara.inra.fr/epia/UMR-EPIA/Unite>
2. René-Martellet M. Tiques et risques associés à une piqûre de tiques en région ARA. Communication orale présentée à : Direction de l'Ecologie Urbaine, Lyon 6ème.
3. Pérez-Eid C. Les tiques : identification, biologie, importance médicale et vétérinaire. Editions Tec et doc et Editions médicales internationales. Paris et Cachan, France: Lavoisier; 2007. 314 p. (Monographies de microbiologie).
4. Gilot B, Perez-Eid C. Bio-écologie des tiques induisant les pathologies les plus importantes en France. *Med Mal Infect.* 28(N°spécial):325-34.
5. Mc Coy K, Boulanger N. Tiques et maladies à tiques : biologie, écologie évolutive et épidémiologie. IRD. Marseille, France; 2015. 336 p.
6. Tack W, Madder M, De Frenne P, Vanhellemont M, Gruwez R, Verheyen K. The effects of sampling method and vegetation type on the estimated abundance of *Ixodes ricinus* ticks in forests. *Exp Appl Acarol.* 1 juill 2011;54(3):285-92.
7. Millins C, Gilbert L, Medlock J, Hansford K, Thompson DB, Biek R. Effects of conservation management of landscapes and vertebrate communities on Lyme borreliosis risk in the United Kingdom. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 5 juin 2017;372(1722).
8. Paul REL, Cote M, Le Naour E, Bonnet SI. Environmental factors influencing tick densities over seven years in a French suburban forest. *Parasit Vectors* [Internet]. 27 mai 2016 [cité 4 avr 2019];9. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4884405/>
9. Boehnke D, Gebhardt R, Petney T, Norra S. On the complexity of measuring forests microclimate and interpreting its relevance in habitat ecology: the example of *Ixodes ricinus* ticks. *Parasit Vectors.* 6 nov 2017;10(1):549.
10. Hauser G, Rais O, Morán Cadenas F, Gonseth Y, Bouzelboudjen M, Gern L. Influence of climatic factors on *Ixodes ricinus* nymph abundance and phenology over a long-term monthly observation in Switzerland (2000–2014). *Parasit Vectors* [Internet]. 8 mai 2018 [cité 24 avr 2019];11. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5941567/>
11. Berger KA, Ginsberg HS, Dugas KD, Hamel LH, Mather TN. Adverse moisture events predict seasonal abundance of Lyme disease vector ticks (*Ixodes scapularis*). *Parasit Vectors.* 14 avr 2014;7:181.
12. Tack W, Madder M, Baeten L, De Frenne P, Verheyen K. The abundance of *Ixodes ricinus* ticks depends on tree species composition and shrub cover. *Parasitology.* sept 2012;139(10):1273-81.
13. Chalvet-Monfray K. Bilan de 5 ans de suivi mensuel d'un réseau d'observatoires d'*Ixodes ricinus*. Communication orale présentée à: Réunion annuelle du groupe de travail « Tiques

- et maladies à tiques » du « Réseau Ecologie des Interactions durables »; 2019 mai 22; Montpellier, France.
14. Vaissière E. Encéphalites à tiques : enquête autour des premiers cas d'acquisition locale dans le massif du Livradois-Forez. Communication orale présentée à: 20èmes journées nationales d'infectiologie; 2019 juin 5; Lyon, France.
  15. Chabanne L. Maladie de Lyme et anaplasmose granulocytaire : deux associés potentiels, un seul vecteur. *Dépêche Tech.* 2013;(113):8-11.
  16. René-Martellet M, Cosson J-F, Chalvet-Monfray K. Tiques et maladies à tiques : les grands enjeux d'aujourd'hui et de de main. *Dépêche Tech.* 2018;(168):6-12.
  17. Durand J. CiTIQUE, les sciences participatives au service tous. Communication orale présentée à: Tiques et maladies à tiques : session tiques et société; Montpellier, France.
  18. Figoni J. Surveillance de la borréliose de Lyme en France entre 2005 et 2017. Communication orale présentée à: Réunion annuelle du groupe de travail « Tiques et maladies à tiques » du « Réseau Ecologie des Interactions durables »; 2019 mai 23; Montpellier, France.
  19. René-Martellet M. Développement d'un outil de prédiction du risque d'exposition à *Ixodes ricinus*, vecteur de la Borréliose de Lyme en France. Réunion annuelle du groupe de travail « Tiques et maladies à tiques » du « Réseau Ecologie des Interactions durables »; 2016 mars 9; Sète, France.
  20. Lebert I. Développement d'un outil de prédiction du risque d'exposition à la tique *Ixodes ricinus* et aux agents de la Borréliose de Lyme en France. 14ème rencontre des Microbiologistes du Pôle Clermontois; 2017 avr 11; Clermont-Ferrand, France.
  21. Bilan de la surveillance des morsures de tiques via TiquesNet en 2018 [Internet]. *sciensano.be*. [cité 6 juin 2019]. Disponible sur: <https://www.sciensano.be/fr/coin-presse/bilan-de-la-surveillance-des-morsures-de-tiques-tiquesnet-en-2018>
  22. René-Martellet M. Intérêt des données de téléphonie mobile et des sciences participatives pour l'estimation et la compréhension du risque de transmission de maladies liées à l'environnement : application aux maladies transmises par les tiques. Communication orale présentée à: Réunion annuelle du groupe de travail « Tiques et maladies à tiques » du « Réseau Ecologie des Interactions durables »; 2019 mai 23; Montpellier, France.
  23. Bulletin de veille sanitaire - N°2 / Juin 2018. CIRE ARA [Internet]. [cité 3 mai 2019]. Disponible sur: [https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/system/files/2018-06/BVS\\_Lyme\\_ARA\\_vf.pdf](https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/system/files/2018-06/BVS_Lyme_ARA_vf.pdf)
  24. Données épidémiologiques / Borréliose de lyme / Maladies à transmission vectorielle / Maladies infectieuses / Dossiers thématiques / Accueil [Internet]. [cité 3 mai 2019]. Disponible sur: <http://invs.santepubliquefrance.fr//Dossiers-thematiques/Maladies-infectieuses/Maladies-a-transmission-vectorielle/Borreliose-de-lyme/Donnees-epidemiologiques>
  25. Plan national de prévention et de lutte contre la maladie de Lyme et les maladies transmissibles par les tiques [Internet]. Ministère des Solidarités et de la Santé. 2019 [cité

- 26 avr 2019]. Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr/actualites/presse/communiqués-de-presse/article/plan-national-de-prevention-et-de-lutte-contre-la-maladie-de-lyme-et-les>
26. Pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages? [Internet]. 2016-1087 août 8, 2016. Disponible sur: <https://legifrance.gouv.fr/eli/loi/2016/8/8/2016-1087/jo/texte>
27. GT1, compte-rendu du 24 mai 2018.
28. ORS Rhône-Alpes. Evaluation d'impact sur la santé Parc Zénith Lyon. [Internet]. 2016 [cité 6 mai 2019]. Disponible sur: [http://www.ors-auvergne-rhone-alpes.org/pdf/EIS\\_Parc\\_Zenith\\_Lyon.pdf](http://www.ors-auvergne-rhone-alpes.org/pdf/EIS_Parc_Zenith_Lyon.pdf)
29. Colloque Santé/Biodiversité : notre santé dépend-elle de la biodiversité? Synthèse de l'atelier D. Ville, santé et biodiversité. In [cité 12 mars 2019]. Disponible sur: <http://sante-biodiversite.vetagro-sup.fr/wp-content/uploads/SYNTHESE-Atelier-D-050115.pdf>.
30. Gautier A, Pinasseau M. Le nexus biodiversité-santé : Rapport n°1 pour une cartographie des acteurs et des enjeux sur les interfaces biodiversité-santé. 2018 p. 39-42 ; 64-9.
31. Plan National Santé Environnement N°3, 2015-2019. [Internet]. Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/les-plans-d-action-nationaux/article/le-plan-national-sante-environnement-pnse3-2015-2019>
32. Balon C. Crises sanitaires impliquant la faune sauvage. 2017.
33. Marchant A, Le Coupanec A, Joly C, Perthame E, Sertour N, Garnier M, et al. Infection of *Ixodes ricinus* by *Borrelia burgdorferi* sensu lato in peri-urban forests of France. PLoS ONE [Internet]. 28 août 2017 [cité 4 avr 2019];12(8). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5573218/>
34. Papillon P, Dodier R. Periurban forests shifting from recreation to wellness. J Alp Res [Internet]. 2011; Disponible sur: <http://journals.openedition.org/rga/1633>
35. Dernat S, Johany F. Tick Bite Risk as a Socio-Spatial Representation—An Exploratory Study in Massif Central, France. Land. 2019;8(46):1-30.
36. Rizzoli A, Silaghi C, Obiegala A, Rudolf I, Hubálek Z, Földvári G, et al. *Ixodes ricinus* and Its Transmitted Pathogens in Urban and Peri-Urban Areas in Europe: New Hazards and Relevance for Public Health. Front Public Health. 2014;2:251.
37. Lyon : des risques d'attraper la maladie de Lyme dans les parcs publics ? [Internet]. [cité 3 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.lyoncapitale.fr/politique/lyon-des-risques-d-attraper-la-maladie-de-lyme-dans-les-parcs-publics/>
38. PARC LE BRETILLOD (R2015) | Label Ecojardin [Internet]. [cité 30 avr 2019]. Disponible sur: <http://www.label-ecojardin.fr/site/parc-le-bretillod-r2015>
39. Parc de Parilly - La Métropole de Lyon [Internet]. [cité 27 avr 2019]. Disponible sur: <https://www.grandlyon.com/a-vivre/parcs-et-jardins/parc-de-parilly.html>

40. Le domaine de Lacroix-Laval, un parc remarquable aux portes de Lyon [Internet]. Lyon Historique. 2016 [cité 29 avr 2019]. Disponible sur: <http://lyonhistorique.fr/parc-de-lacroix-laval/>
41. CiTIQUE - un projet de science participative [Internet]. Citique. [cité 3 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.citique.fr/>
42. CHRONIMED J-PL-. Lyme : les tiques attaquent aussi en ville. [Internet]. Chronimed. [cité 3 mai 2019]. Disponible sur: <http://www.psychstrategy.net/lyme-les-tiques-attaquent-aussi-en-ville>
43. Falco RC, Fish D. Potential for exposure to tick bites in recreational parks in a Lyme disease endemic area. *Am J Public Health*. janv 1989;79(1):12-5.
44. Mead P, Hook S, Niesobecki S, Ray J, Meek J, Delorey M, et al. Risk factors for tick exposure in suburban settings in the Northeastern United States. *Ticks Tick-Borne Dis*. 2018;9(2):319-24.
45. Noden BH, Loss SR, Maichak C, Williams F. Risk of encountering ticks and tick-borne pathogens in a rapidly growing metropolitan area in the U.S. Great Plains. *Ticks Tick-Borne Dis*. 2017;8(1):119-24.
46. Corrain R, Drigo M, Fenati M, Menandro ML, Mondin A, Pasotto D, et al. Study on ticks and tick-borne zoonoses in public parks in Italy. *Zoonoses Public Health*. nov 2012;59(7):468-76.
47. Buczek A, Ciura D, Bartosik K, Zając Z, Kulisz J. Threat of attacks of *Ixodes ricinus* ticks (Ixodida: Ixodidae) and Lyme borreliosis within urban heat islands in south-western Poland. *Parasit Vectors* [Internet]. 11 déc 2014 [cité 4 avr 2019];7. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4268813/>
48. Nelson C, Banks S, Jeffries CL, Walker T, Logan JG. Tick abundances in South London parks and the potential risk for Lyme borreliosis to the general public. *Med Vet Entomol*. 2015;29(4):448-52.
49. Oechslin CP, Heutschi D, Lenz N, Tischhauser W, Péter O, Rais O, et al. Prevalence of tick-borne pathogens in questing *Ixodes ricinus* ticks in urban and suburban areas of Switzerland. *Parasit Vectors*. 9 nov 2017;10(1):558.
50. Bord S. Estimation Bayésienne de l'abondance par « removal sampling » en présence de variabilité du taux d'échantillonnage : application aux tiques *Ixodes ricinus* en quête d'hôtes [Internet] [thesis]. Clermont-Ferrand 2; 2014 [cité 15 juin 2019]. Disponible sur: <http://www.theses.fr/2014CLF22463>
51. Hansford KM, Fonville M, Gillingham EL, Coipan EC, Pietzsch ME, Krawczyk AI, et al. Ticks and *Borrelia* in urban and peri-urban green space habitats in a city in southern England. *Ticks Tick-Borne Dis*. 1 mars 2017;8(3):353-61.
52. Pangrácová L, Derdáková M, Pekárik L, Hviščová I, Vichová B, Stanko M, et al. *Ixodes ricinus* abundance and its infection with the tick-borne pathogens in urban and suburban areas of Eastern Slovakia. *Parasit Vectors*. 16 août 2013;6(1):238.

53. Ehrmann S, Liira J, Gärtner S, Hansen K, Brunet J, Cousins SAO, et al. Environmental drivers of *Ixodes ricinus* abundance in forest fragments of rural European landscapes. *BMC Ecol* [Internet]. 6 sept 2017 [cité 4 avr 2019];17. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5586062/>
54. Hofmeester TR, Sprong H, Jansen PA, Prins HHT, van Wieren SE. Deer presence rather than abundance determines the population density of the sheep tick, *Ixodes ricinus*, in Dutch forests. *Parasit Vectors* [Internet]. 19 sept 2017 [cité 18 avr 2019];10. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5606071/>
55. Lauterbach R, Wells K, O'Hara RB, Kalko EKV, Renner SC. Variable Strength of Forest Stand Attributes and Weather Conditions on the Questing Activity of *Ixodes ricinus* Ticks over Years in Managed Forests. *PLoS ONE* [Internet]. 25 janv 2013 [cité 4 avr 2019];8(1). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3555926/>



**ANNEXE B : principales maladies humaines et animales transmises par les tiques des genres *Ixodes* et *Dermacentor* en région AURA**

<b>MALADIES HUMAINES</b>				
<b>Vecteur</b>	<b>Agent pathogène</b>	<b>Maladie</b>	<b>Importance en AURA</b>	
<i>Ixodes ricinus</i>	Bactéries spirochètes	<i>Borrelia burgdorferi</i> s. l.	Maladie de Lyme	
	<i>Flavivirus</i>	Virus de l'encéphalite à tiques	Encéphalite à tique	
	Bactéries rickettsies	<i>Rickettsia helvetica</i>	Syndrome fébrile	Possible
		<i>Anaplasma phagocytophylum</i>	<i>Anaplasmosé granulocytaire</i>	Possible
	Parasite	<i>Ehrlichia walkerie</i>	<i>Ehrlichiose humaine</i>	Possible
		<i>Babesia divergens</i>	<i>Babésiose</i>	Possible
<i>Dermacentor reticulatus</i>	?	<i>Lymphadénopathie</i>	Possible	
<i>Dermacentor marginatus</i>	Bactéries rickettsies	<i>Rickettsia slovacca</i>	Syndrome de <i>Tibola</i>	
<b>MALADIES ANIMALES</b>				
<i>Ixodes ricinus</i>	Bactéries spirochètes	<i>Borrelia burgdorferi</i> et <i>afzelli</i>	Maladie de Lyme sur diverses espèces animales	
	Bactéries rickettsies	<i>Anaplasma phagocytophylum</i> (= <i>Ehrlichia equi</i> )	<i>Anaplasmosé granulocytaire</i> sur les ruminants, les équidés et les chiens	
	Parasite	<i>Babesia divergens</i>	<i>Babésiose bovine</i>	
<i>Dermacentor reticulatus</i>	Parasite	<i>Babesia canis</i>	<i>Babésiose canine</i>	
<i>Dermacentor marginatus</i>	Parasite	<i>Babesia caballi</i>	<i>Babésiose équine</i>	
	Parasite	<i>Theileria equi</i>	<i>Theilériose équine</i>	

D'après Pérez-Fid

## PREVENTION DES PIQURES DE TIQUES DANS LE CADRE DU PROTOCOLE

### Quelques rappels

- Les tiques aiment l'humidité mais pas la sécheresse
- La piqûre d'une tique est indolore
- La transmission d'agents pathogènes se fait plutôt à la fin du repas sanguin (plusieurs jours), plus vite la tique est enlevée moins le risque est élevé

### Au cours du ramassage

- Porter des habits longs, couvrants et fermés
- Chaussettes par-dessus le pantalon dans des bottes ou des chaussures de rando
- Inspection régulière de ses mains et de ses avant-bras pendant la collecte

### Au retour

- Enfermer les draps usagés dans des sacs poubelles pour le trajet retour
- Douche et inspection systématique du bas vers le haut sans oublier la nuque, le cuir chevelu, et les zones chaudes du corps (aisselle, derrière les genoux)
- Utiliser un miroir pour le dos et les autres zones visuellement peu accessibles
- Changer de vêtements
- Laver les vêtements utilisés ou les laisser dans un sac dans une voiture au soleil pendant 24 h

### En cas de piqûre

- Utiliser un tire-tique pour « dévisser » la tique sans l'écraser, puis désinfecter
- Repérer et surveiller la zone de piqûre pendant plusieurs semaines
- Consulter un médecin en cas de doute et si apparition d'un érythème migrant (tâche rouge) et/ou fièvre et /ou autres symptômes

<b>PARC DE LA TETE D'OR-BRETILLOD</b>			
<p>Bois de la Tête d'Or « espace nature »</p>		<p>Ripisylve du Brétillod « espace nature »</p>	
<p>Sente de la ripisylve du Brétillod « espace nature »</p>		<p>Bord de chemin de prairie du Brétillod « espace nature »</p>	
<p>Pelouse de la Tête d'Or « espace à vivre »</p>		<p>Pelouse sous couvert arboré « espace à vivre »</p>	

PARC DE PARILLY		
Bois des Balmes « espace naturel rustique »		
Sente bois des Balmes « espace naturel rustique »		
Prairie « espace nature »		
Pelouse « terrains de sport »		
Pelouse sous couvert arboré « espace récréatif de transition »		

**ANNEXE F : couverts végétaux échantillonnés dans le parc de Lacroix-Laval**

<b>PARC DE LACROIX-LAVAL</b>			
Forêt (milieu fermé)		Lisière de forêt	
Bordure de chemin forestier (milieu fermé)		Bordure de sente forestière (milieu fermé)	
Pelouse (milieu ouvert)		Bordure de chemin de prairie ou pelouse (milieu ouvert)	

