# Introduction

# Méthodologie

## Signalement tique / Citique

## Collecte des données météo : DSK / MF

## Activité / Biologie des tiques et météo dans la littérature

Si les données qui vont être présentées ici sont bien des données qui caractérisent et/ou influencent le comportement humain, elles caractérisent aussi l’interaction entre les tiques à l’affût et les hôtes potentiels qui fréquentent leur biotope. Elles ne permettent probablement pas de reprendre in extenso l’intégralité des données climatiques accumulées dans la littérature scientifique sur les tiques, mais nous pouvons faire l’hypothèse de la transposabilité de certains des paramètres connus comme significatifs, issus de ces articles, pour apporter un éclairage sur les conditions de la rencontre hôte-tique, en fonction de la météorologie de cette interaction ou de celle qui la précède.

Les principaux paramètres météorologiques dont il est question dans la littérature scientifique sont la température et l’humidité. Ces paramètres abiotiques sont connus depuis longtemps pour les principales espèces de tiques, en particulier pour Ixodes ricinus sur le continent européen et Ixodes scapularis sur le continent américain. Pour ces tiques du genre Ixodes, il est connu depuis longtemps que le fonctionnement métabolique est conditionné par la température du milieu tout au long de l’année (Lees and Milne, 1951 ; Macleod, 1932). Que ce soit dans les phases de développement ou dans les phases de survie, la littérature scientifique recense un grand nombre de paramètres relatif à la température et à l’humidité relative. Le temps de développement est minimal autour de 15°C pour les femelles gorgées et de 20°C pour les larves et nymphes gorgées (Campbell, 1948, Ogden et al., 2004), en deçà et au-delà, ce temps de développement augmente.

L’activité d’Ixodes ricinus ne démarre réellement qu’à partir de 5°C. C’est à partir de cette température qu’elle accumule de l’énergie pour initier son développement (Campbell, 1948). Hauser et ses collègues retiennent une température de 7°C calculée avec une moyenne mobile sur 5 jours (Hauser, 2018). De même, si la survie est courte en dessous de 0°C (Aeschlimann, 1972 ; Herrmann and Gern, 2013), les températures chaudes ne leur sont guère favorables. Il y a cependant peu d’études, même en laboratoire, qui dépassent les 25°C, d’après une recension réalisée par Julie Cat pour sa thèse (Cat, 2017). Toujours sur le principe des moyennes mobiles sur 5 jours, Hauser et ses collègues retiennent une température de 27°C au-delà de laquelle la densité des nymphes décroît significativement (Hauser, 2018). Il est donc courant de retenir un optimal de température compris entre 10 et 20°C.

Comme les tiques s’hydratent par l’humidité atmosphérique, les valeurs d’humidité relative citées comme minimales pour assurer leur développement et leur survie doivent atteindre ou dépasser 80% en milieu naturel (Gray, 1998). Julie Cat, dans la recension précédemment citée, évoque « *Une humidité relative au moins supérieure à 75%* […] *pour que les tiques puissent s’hydrater pour les phases en développement comme pour les phases actives* (Kahl, 1991, in Cat, 2017) ».

Hormis la température et l’humidité relative, la littérature scientifique recèle peu d’informations sur d’autres paramètres météorologiques. Eventuellement les précipitations ou le déficit de saturation (Hauser, 2018). Il s’agit donc ici de défricher un domaine apparemment vierge combinant signalements de piqûres et d’autres facteurs climatiques en plus des températures et des taux d’humidité.

# Résultats

Le premier résultat présenté concerne la répartition des signalements sur la période d’étude, soit 995 jours répartis du 15 juillet 2017, date officielle du lancement de l’opération de collecte collaborative, jusqu’au 4 avril 2020. Cette date de fin correspond à deux évènements. Le premier est lié à la conjoncture économique et à la vie des entreprises. Apple a racheté DarkSky le 31 mars 2020 et commence une politique de fermeture d’accès[[1]](#footnote-1). Le deuxième évènement est lié à la baisse caractérisée des signalements. Baisse qu’il est légitime d’attribuer au confinement, dû au Covid19 en France, intervenu le 17 mars, soit 15 jours plus tôt. Cette combinaison d’évènement nous a persuadé qu’un cycle s’achevait et qu’il n’était pas judicieux d’attendre le changement d’interface de l’application Signalement-tique, le 18 mai 2020[[2]](#footnote-2), pour clore la première phase de l’étude et produire une première analyse.

Un histogramme reprenant l’ensemble des signalements sur les humains est présenté en figure n°3. La répartition des signalements, tronqués pour les années 2017 et 2020, permet de constater sur les deux années entières qu’elles diffèrent très peu l’une de l’autre (différence non significative à tester) et que le petit pic d’automne caractéristique des régimes de piqûres du nord des îles britanniques ou d’Europe centrale n’est pas ou peu présent. La distribution des signalements en France sur cette période ressemble plus nettement au profil-type de l’activité d’*Ixodes ricinus* au sud des îles britanniques ou de l’Irlande (cf. fig. n°4).

### Fig. n° 3 – Répartition des signalements sur les 995 jours de collectes.

Sources : données du programme Citique (en accès sur plateforme ?)

### Fig. n° 4 – Profil-type de l’activite d’I. ricinus sur une année.

Sources : Kurtenbach et al., 2006 (in Cat, 2017)

Pour comparer les conditions météorologiques caractérisant les signalements de piqûres et les conditions météorologiques générales, il était indispensable de connaître quotidiennement en tous points du territoire métropolitain la valeur des principaux paramètres météorologiques. La logique aurait voulu que l’on se tourna vers l’opérateur national français, Météo France. Or, en 2017, lorsque nous avons initié ce projet, les échanges que nous avons eus avec les services concernés de Météo France nous ont incité à nous tourner vers un autre fournisseur. Nous avons retenu le fournisseur Dark Sky dont les données ont été comparées, pour information, à celle de Météo France pour les stations synoptiques pour lesquelles il était aisé d’obtenir un jeu de données[[3]](#footnote-3).

Les comparaisons ont été menées sur les données qui étaient en commun dans les deux jeux constitués à partir de la base synoptique Météo France et de la base Dark Sky. Il s’agit des données quotidiennes moyennes comme : la couverture nuageuse (Cloud Cover), le point de rosé (Dew Point), le taux d’humidité (Humidity), l’intensité des précipitations (Precipitation intensity), la pression ramenée au niveau de la mer (Pressure at sea level), la température (Temperature), la visibilité (Visibility), les rafales de vents (Wind Gust) et la vitesse du vent (Wind Speed). Ces paramètres ont été traités comme des données appariées sur lesquelles nous avons appliqué le test de Wilcoxon [wilcox.test()] dans R (version 4.0.3). Les résultats des tests sont regroupés dans le tableau n°2.

### Tab. n°2 – Comparaison de la moyenne quotidienne de 9 paramètres météorologiques pour 42 stations synoptiques de Météo France et leur équivalent Dark Sky (France, July 2017 – April 2020, soit 995 jours).

Dans la mesure où les données Dark Sky sont une combinaison de plusieurs sources de données[[4]](#footnote-4) nous pensions trouver un décalage important entre les deux jeux de paramètres. Seuls cinq d’entre eux sur neuf diffèrent significativement. Il s’agit des : couverture nuageuse (Cloud Cover), taux d’humidité (Humidity), intensité des précipitations (Precipitation intensity), visibilité (Visibility) et rafales de vents (Wind Gust). En revanche, pour : le point de rosé (Dew Point), la pression ramenée au niveau de la mer (Pressure at sea level), la température (Temperature) et la vitesse du vent (Wind Speed), la p-value du test de Wilkinson est trop élevée pour que l’on puisse conclure à une différence significative entre les jeux de données Météo France et Dark Sky. Cette proximité de comportement nous a donc incité à poursuivre avec la donnée Dark Sky.

### Fig. n°6 – Profils météorologiques associés aux 14 657 lieux et dates de signalements comparés à ceux des mêmes dates mais pour un semis de lieux aléatoires (France, July 2017 – April 2020, soit 995 jours).

|  |  |
| --- | --- |
| Fig. n°6.1 – Average temperatures | Fig. n°6.2 – High temperatures |
|  |  |
| Fig. n°6.3 – Average Humidity | Fig. n°6.4 – Average Dew point |
|  |  |
| Fig. n°6.5 – Average Atmospheric Pressure | Fig. n°6.6 – Average Wind speed |
|  |  |
| Fig. n°6.7 – Average Visibility | Fig. n°6.8 – Average Cloud Cover |
|  |  |
| Fig. n°6.9 – Average Wind gust | Fig. n°6.10 – Average UV Index |
|  |  |

Sources : données du programme CiTIQUE, en gris (en accès sur plateforme ?), données météo https://darksky.net/

Les profils météorologiques présentés sur les figures n°6 ont été obtenus en croisant deux séries statistiques collectées sur une même source de données, les données météo de Dark Sky. Comme expliqué au chapitre méthodologique, à chaque couple de coordonnées géographiques de signalement d’une piqure est associé un jeu de variables météorologiques caractéristique de la journée de signalement (température moyenne, taux d’humidité…). Pour chaque journée de signalements - certains jours en comportent plusieurs d’autres aucun - un jeu témoin, représentatif du territoire métropolitain, des mêmes paramètres météorologiques est collecté. Celui-ci est donc constitués de points tirés selon une grille systématique (cf. Fig. n°2) qui échantillonnent 700 valeurs de chaque paramètres équi-répartis sur l’ensemble du territoire métropolitain. Ils serviront à comparer les paramètres météorologiques des lieux de signalements avec ceux, témoins, caractéristiques de la « France entière » au même moment. L’objectif est bien de savoir comment se positionne la météo du signalement par rapport à une météo quotidienne « standard » !

### Tab. n° 3 – Paramètres météorologiques associés aux 14 657 lieux et dates de signalements comparés à ceux des mêmes dates mais pour un semis de lieux aléatoires (France, July 2017 – April 2020, soit 995 jours).

Sources : données du programme CiTIQUE, en gris (en accès sur plateforme ?), données météo https://darksky.net/

Dans le tableau des paramètres météorologiques associés aux 14 657 lieux et dates de signalements comparés à ceux des mêmes dates mais pour un semis de lieux aléatoires (cf. Tab. n°3), pour chaque variable, trois indicateurs ont été calculés et présentés : le 1er décile, la moyenne et le 9ème décile. La comparaison des moyennes du paramètre météorologique pour les signalements et pour le cas témoin aurait pu suffire pour pointer les différences, mais il nous a paru intéressant de montrer également l’amplification du décalage selon que l’on s’intéresse aux 10 p.100 des valeurs les plus faibles (température, humidité, autre) ou aux 10 p.100 des valeurs les plus élevées de la variable car il y a bien souvent un rattrapage d’un pied de courbe à l’autre !

Ces trois indicateurs par variable ont été obtenus par simulation en échantillonnant avec remise selon la méthode de ré-échantillonage publiée pour la première fois par B. Efron (Efron, 1979) dite du « bootstrap ». Plusieurs bibliothèques dans R sont disponibles, comme « boot », « bootstrap »…, voire la fonction « boot.ci » pour obtenir directement les intervalles de confiance (Carpenter and Bithelle, 2000). Nous avons toutefois préféré programmer nos itérations à partir de de la formule de R. Poinsot (Poinsot, 2005). Les scripts sous R sont disponibles sur la plateforme.

Quelle est la particularité des températures associées aux signalement par rapport aux températures témoins ? Comme c’est visible sur la figure n°6.1, les signalements (Reporting) se produisent pour des températures nettement plus chaudes que pour les températures témoins (Random). Pour la température quotidienne moyenne, l’écart est de presque 6°C en faveur du signalement (cf. Tab. n°3). La température moyenne des signalements est de 17.6 °C (intervalle de confiance à 95 p.100 de [16.3 °C ; 18.9 °C]) alors qu’elle n’est que de 11.7 °C (intervalle de confiance à 95 p.100 de [9.8 °C ; 13.4 °C]) pour les températures témoins moyennes pour les mêmes périodes (cf. Tab. n°3). Pour le premier décile, l’écart est encore plus significatif avec une différence de 8.2°C. La température moyenne au 1er déciles des signalements est de 11.5 °C (intervalle de confiance à 95 p.100 de [8.7 °C ; 14 °C]) alors qu’elle n’est que de 3.3 °C (intervalle de confiance à 95 p.100 de [0.9 °C ; 5.8 °C]) pour les températures témoins moyennes au 1er décile pour les mêmes périodes (cf. Tab. n°3). Du fait du l’amplitude des données témoin (Random), il y a un rattrapage dans les hautes valeurs de températures de la courbe témoin sur la courbe des signalements. Les intervalles de confiance des températures moyennes du 9ème décile ne sont plus significativement différentes entre les témoins et les signalements, elles se chevauchent (intervalle de confiance à 95 p.100 de [21.3 °C ; 24.8 °C] pour les signalements et [17.8 °C ; 23.6 °C] pour les témoins).

# Discussion

Changement climatique et Ixodes ricinus [Cat thèse p.43-50 *(Cat 2017)*]

Ce sont ici les :

* Humidité atmosphérique *(Paltridge, Arking, and Pook 2009)*
* Climate humidity dans le rapport chercher Willet surface humidity ? *(Arndt et al. n.d.)*
* Effet des températures et hausse des températures *(Greenfield 2011)*
* Climatic data et le fameux saturation deficit (SD) *(Hauser et al. 2018)*
* Using volunteered observations to map human exposure to ticks (collecte de piqûres a posteriori)(Garcia-Marti et al. 2018)
* Biais du niveau de motivation

# Conclusion

Biais du niveau de motivation

# Bibliographie

Lees, A. D., et A. Milne. « The Seasonal and Diurnal Activities of Individual Sheep Ticks (Ixodes Ricinus L.) ». *Parasitology* 41, no 3‑4 (décembre 1951): 189‑208. <https://doi.org/10.1017/S0031182000084031>.

1. <https://blog.darksky.net/> (consulté le 09/03/2021) [↑](#footnote-ref-1)
2. <https://www.citique.fr/signalement-tique/> (consulté le 09/03/2021) [↑](#footnote-ref-2)
3. <https://donneespubliques.meteofrance.fr/?fond=produit&id_produit=90&id_rubrique=32> (consulté le 17/03/2021) [↑](#footnote-ref-3)
4. <https://darksky.net/attribution> (consulté le 17/03/2021) [↑](#footnote-ref-4)