

VECTOr-borne diseases and CLIMate change in Occitanie (projet VECTOCLIM)

Changement Climatique et Risque Vectoriel en Région Occitanie et en Europe : passé, présent et futur

La région Occitanie fait face à deux évolutions biologiques liées à des insectes vecteurs, aux conséquences sanitaires, économiques, environnementales et sociales majeures : (1) le développement du moustique tigre (*Aedes albopictus*), nuisance importante et vecteur d'arbovirus comme la dengue, Zika, chikungunya, (2) l'introduction et le développement de deux arboviroses des ruminants, la fièvre catarrhale ovine (virus BT) et la fièvre épizootique hémorragique des ruminants (virus EHD) transmises par un moucheron culicoides.

Le moustique tigre, *Ae. albopictus*, originaire de zones tropicales d'Asie du Sud-Est, a été introduit en Europe dans les années 1980-90, profitant de la mondialisation des échanges, et de sa capacité génétique d'adaptation à des climats différents. Il est considéré comme l'une des espèces les plus invasives à l'échelle globale. Depuis son introduction en Italie, il s'est propagé rapidement pour maintenant recouvrir une grande partie de l'Europe continentale. Ce moustique est extrêmement bien armé et adapté pour survivre en milieu urbain ; il peut pondre ses œufs dans des trous d'arbre, pots, vases et tout récipient manufacturé pouvant contenir de l'eau. C'est un vecteur opportuniste qui peut piquer les humains et d'autres mammifères, et qui est compétent pour de nombreuses arboviroses (dengue, fièvre jaune, Zika et chikungunya). Ses piqûres sont aussi une nuisance pour les humains et peuvent causer des allergies sévères. Sa propagation en France métropolitaine fut rapide, et probablement facilitée en toile de fond par le réchauffement climatique (Caminade et al., 2012) et par une dispersion via le réseau routier. Les tendances récentes sont inquiétantes avec une augmentation significative des cas de dengue autochtones en 2022 et 2023 en France métropolitaine, en particulier en Occitanie ; des épidémies modérées de chikungunya à Ravenne en 2007 et à Lazio en 2017 en Italie, et à Montpellier en 2014. Une recrudescence de cas de dengue a été rapportée en Europe pendant l'été-automne 2023 et de très nombreuses villes françaises ont été obligées d'utiliser la fumigation contre le moustique tigre pendant l'été 2023, autour des cas de dengue importés ou autochtones, pour limiter la diffusion de l'arbovirose en zone urbaine. Etant donné les tendances observées récentes du réchauffement climatique, comme des hivers plus doux, des saisons estivales en extension, et des extrêmes en précipitations et températures en augmentation, il est nécessaire d'évaluer l'impact du réchauffement climatique récent et futur sur l'abondance, l'activité, le comportement, l'évolution du moustique tigre, qui est une menace croissante pour la santé publique en Europe.

Les *Culicoides* sont des petits mouchérons responsables principalement de la transmission de virus aux ruminants sauvages et domestiques. Un seul virus est décrit à ce jour affectant les populations humaines (virus Oropouche distribué en Amérique centrale et du Sud). Les 25 dernières années ont montré que presque toutes les terres émergées ont une faune de *Culicoides* capable de transmettre des virus et sont donc des zones à risque d'émergence avec des conséquences pour les productions animales et les populations humaines (émergence de sérotypes exotiques en Europe méditerranéenne à partir de 2000, émergence des sérotypes 1 et 8 de la fièvre catarrhale ovine (FCO) entre 2006 et 2011 en Europe de l'Ouest, émergence du virus Schmallenberg en 2011, réémergence du sérotype 8 du virus FCO en 2015 en France, foyers du virus Oropouche en Guyane en 2020, émergence de la peste équine en 2020 en Thaïlande et en Malaisie). Très récemment, en 2022-2023, l'Europe du Nord et méditerranéenne a notifié pour la première fois une épizootie de maladie hémorragique épizootique (MHE) avec un front d'émergence dans le sud de la France, un

nouveau front de BT sérotype 8-like pour lequel des manifestations cliniques chez les bovins sont observées et une émergence de sérotype 3 depuis les Pays-Bas. Ces événements d'émergence ou de réémergence sont souvent observés après des étés chauds et des automnes doux et longs.

En l'absence de vaccins pour certains sérotypes de FCO ou de MHE, il est important de mieux comprendre l'impact du climat sur la transmission des virus et l'abondance des communautés d'espèces présentes en région méditerranéenne et nord paléarctique [*C. Imicola* et *C. Obsoletus*]. Par exemple, les premiers travaux montrent que dans le nord de l'Europe, le climat ne semble pas avoir favorisé les densités des *Culicoides* paléarctiques du complexe *Obsoletus* (Guis et al., 2012). L'estimation du R0 dans le cas de la FCO en Europe a ainsi permis de mieux comprendre les mécanismes en jeu lors des épizooties passées et de quantifier les risques futurs : le risque semble plus fort dans le sud que dans le nord de l'Europe mais son accroissement sous l'effet du climat pourrait être plus important dans le nord (4,3 % d'accroissement par décade) que dans le sud (1,7 % d'accroissement par décade).

Objectifs du projet :

VECTOCLIM propose d'évaluer l'impact du réchauffement climatique récent et futur sur la transmission du virus de la dengue (et par extension des virus Zika et chikungunya) par le moustique tigre, *Ae. albopictus* en Occitanie et en France métropolitaine/Europe et des virus de la fièvre catarrhale ovine et de la fièvre épizootique hémorragique des ruminants par les *Culicoides*.

En s'appuyant sur des observations entomologiques de terrain, des expérimentations déjà réalisées, et des données de la littérature, les objectifs sont de :

1 – Modéliser et valider la variabilité saisonnière et interannuelle de l'abondance d'*Aedes albopictus*, et des *Culicoides* pour le climat récent (1981-2023) en France métropolitaine et en Occitanie.

2 – Estimer les changements d'activité saisonnière, d'abondance et de capacité vectorielle futurs du moustique tigre et des *Culicoides* en se servant des scénarios climatiques types du GIEC. Différents scénarios d'émission (« RCP ») et de population (« SSP ») seront utilisés pour estimer la répartition probable du moustique et des *Culicoides*, et estimer les populations à risque pour le court terme (2030-2050), milieu du siècle (2040-2060) et fin du siècle (2080-2100).

3 – Réfléchir aux scénarios d'évolution génétique du moustique tigre et des *Culicoides* sous pression de sélection climatique, et si possible les modéliser.

4 – Modéliser le risque récent et futur de transmission d'arboviroses par *Ae. albopictus*, et les *Culicoides*, en France métropolitaine et en Occitanie.

5- Proposer des stratégies de lutte contre le moustique tigre et les *Culicoides*, tenant compte des différents scénarios. Ces modèles, lorsqu'ils représentent de manière satisfaisante les phénomènes observés dans le temps et l'espace, sont également utilisés pour évaluer l'impact des mesures de contrôle telles que la lutte antivectorielle ou la vaccination.

6 – Vulgariser et communiquer les résultats importants du projet aux décideurs de santé (ARS, ANSES, Santé Publique France, DGAL, GDS, région Occitanie, groupe COVARS, ministère de la santé, etc..).

Chercheurs responsables :

- Pachka Hammami, responsable du volet *Culicoides* et du risque fièvre catarrhale ovine et de la fièvre épizootique hémorragique des ruminants.
- Andrea Radici, responsable du volet *Ae. albopictus*, et du risque de dengue, Zika, chikungunya.

Coordinateurs :

- Cyril Caminade, Chercheur sénior, Abdus Salam International Center for Theoretical Physics, Trieste, Italie
- Claire Garros, Chercheuse ASTRE, CIRAD, Montpellier, France
- Florence Fournet, Directrice de recherche (DR) et Didier Fontenille, DR émérite, MIVEGEC, Institut Recherche et Développement, Montpellier, France