Auteurs : ***Salomé Bled, Chaire BEA***
Contributeurs : ***Haoues Alout, François Meurgey***
Infographies : ***Noÿa Broise***
DOI : ***10.5281/zenodo.23953988***

https://chaire-bea.vetagro-sup.fr



Juillet 2026

Les moustiques sont-ils inutiles ?

Non...

même s'ils présentent des contraintes pour les humains ! Les moustiques ont plusieurs fonctions au sein des écosystèmes, mais peuvent aussi représenter un risque pour la santé humaine et une source importante de nuisances pour les humains. Leur gestion implique donc de trouver un équilibre entre santé publique, confort humain et préservation des écosystèmes.

À RETENIR

- La France compte environ 65 espèces de moustiques, parmi lesquelles on retrouve le moustique tigre dont la présence progresse d'année en année.
- Le moustique transmet des maladies à l'humain et aux animaux, mais constitue aussi une ressource alimentaire et a une fonction de filtre biologique dans les écosystèmes aquatiques.
- Réduire les populations de moustiques reste nécessaire face aux risques sanitaires, à condition de privilégier des méthodes de lutte ciblées et respectueuses des écosystèmes.

L'ennemi public n°1

Vrombissement aigu, piqûres nocturnes, nuits écourtées… le moustique est probablement l'animal le plus universellement détesté de la planète. En France, difficile de passer un été sans en croiser. S'il est source de problèmes et de nuisances pour les humains, le moustique présente-t-il un intérêt pour les écosystèmes ?

Moustiques

Le moustique tigre, détecté pour la première fois en France hexagonale en 2004, est bien loin d'être la seule espèce de moustiques présente en France ! Il existe en réalité environ 65 espèces différentes présentes sur le territoire[1].

Le saviez-vous ?

Il existe près de 3 500 espèces de moustiques dans le monde. Parmi celles-ci, quelques centaines piquent les humains ! [2]

📌 Un très gros moustique ?

Le « cousin » ou « tipule » est un insecte ressemblant à un gros moustique mais qui ne pique pas. Il est totalement inoffensif : ne le tuez pas !

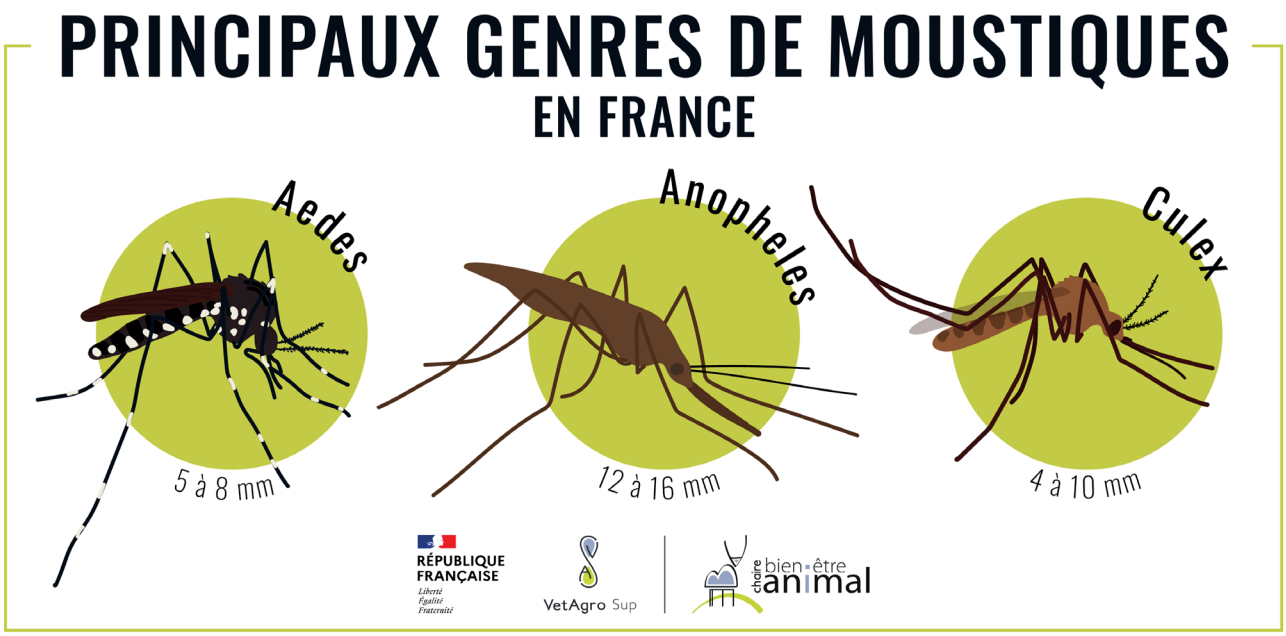
Qui m'a piqué ?

Trois Genres principaux de moustiques sont présents sur le territoire français.

Les *Aedes*, dont fait partie le moustique tigre (*Aedes albopictus*), piquent le jour et plutôt en extérieur. Arrivé en France d'abord probablement via des cargaisons de pneus venant des USA ou du Japon, puis de l'Italie par les échanges routiers[3], le moustique tigre est originaire d'Asie du Sud-Est et est classé comme espèce exotique envahissante.

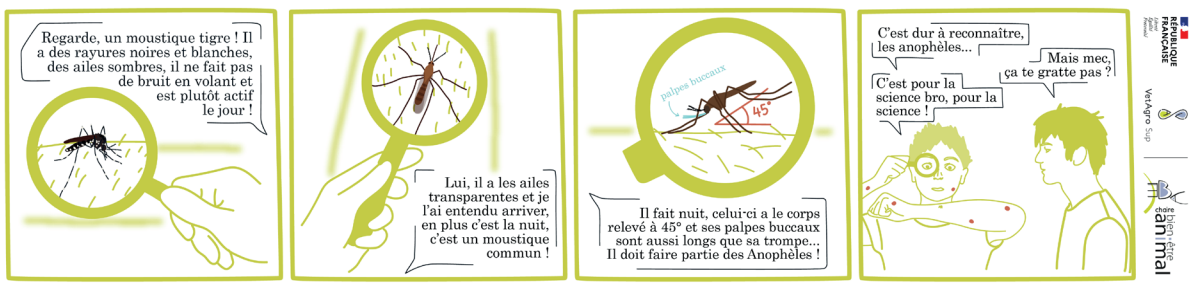
Les *Anophèles* sont actifs principalement la nuit. Les espèces du complexe *Anopheles maculipennis s.l.* (groupe composé de plusieurs espèces se ressemblant beaucoup), sont présentes dans les zones rurales et périurbaines en Europe et au Moyen-Orient.

Les *Culex*, dont le moustique commun (*Culex pipiens*) est le principal représentant en France hexagonale, sont actifs la nuit et se retrouvent régulièrement à l'intérieur des maisons.



📌 Comment les différencier ?

- Il fait du bruit et pique la nuit : c'est un moustique commun !
- Il est silencieux et pique la journée : c'est un moustique tigre !
- Plus dur à différencier, les Anophèles ont une posture particulière au repos : ils gardent le corps relevé à 45°, avec l'abdomen pointé vers le haut. Et contrairement à la plupart des autres moustiques, les palpes buccaux autour de leur trompe sont aussi longs que celle-ci !



Quelques espèces de moustiques en France hexagonale :

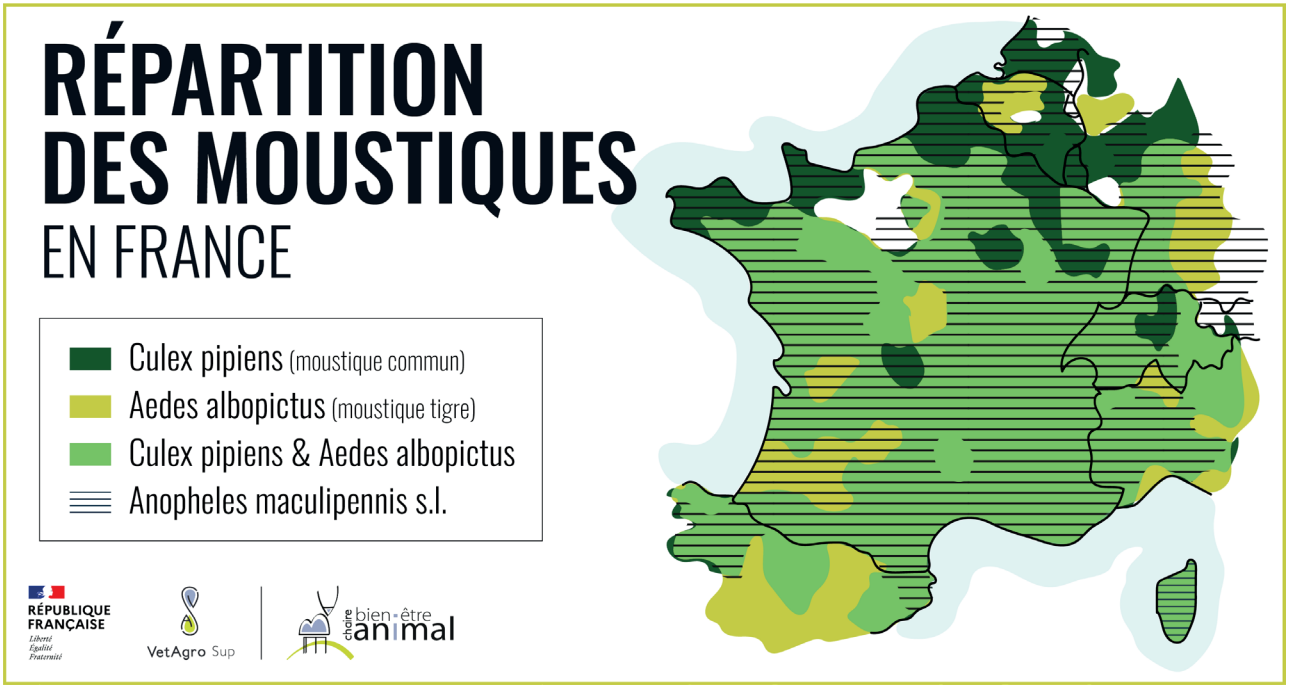
Espèce	Lieu d'activité	Heure d'activité[3]	Principaux hôtes
Moustique tigre (*Aedes albopictus*)	Principalement extérieur	Durant la journée et la soirée	Humains, autres mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens[5]
Anopheles maculipennis s.l.[6]	Intérieur et extérieur	Durant la nuit	Mammifères domestiques et humains
Moustique commun (*Culex pipiens*)	Principalement intérieur	Durant la soirée et la nuit	Humains et autres mammifères, oiseaux

Répartition géographique

Depuis janvier 2026, le moustique tigre est implanté dans 83 départements de l'Hexagone. Il est également présent à La Réunion, à Mayotte, en Guadeloupe, en Martinique et en Guyane[7],[8].

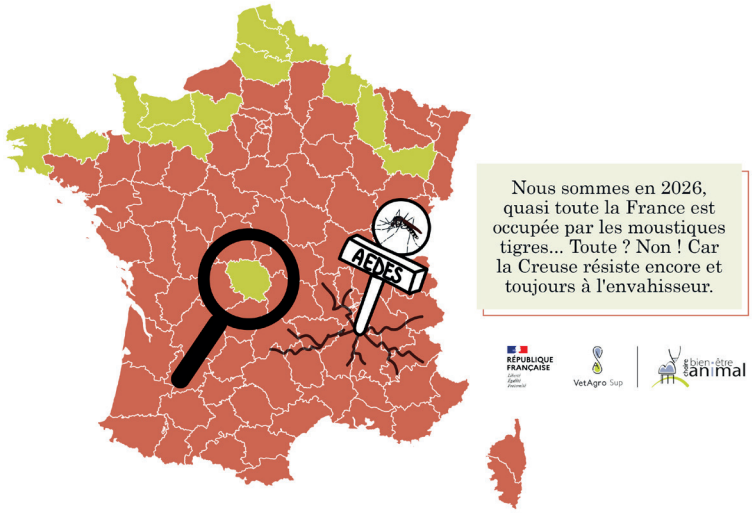
Anopheles maculipennis s.l. est présent dans le sud de la France, sur le littoral atlantique, en Corse et dans certaines zones humides du centre[9].

Culex pipiens, quant à lui, est présent sur l'ensemble du territoire hexagonal[10] et son homologue *Culex quinquefasciatus* est présent dans tous les territoires d'Outre-Mer.



Pourquoi y a-t-il autant de moustiques, et de plus en plus ?

La prolifération des moustiques, et notamment la progression du moustique tigre en France, s'explique par sa grande adaptabilité aux écosystèmes urbains, ses capacités compétitives face aux espèces locales, mais surtout par des facteurs humains : mondialisation des échanges commerciaux et des flux humains, manque de contrôle sanitaire aux frontières, et changement climatique qui étend progressivement les zones favorables à son installation et leur permet de plus longues périodes d'activité à l'année, notamment car les automnes sont plus doux.



Certaines conditions météorologiques, comme les épisodes de fortes pluies, peuvent entraîner la mise en eau de nombreux micro-gîtes urbains (soucoupes de pots de fleurs, gouttières, eaux stagnantes, etc.), qui favorisent une augmentation rapide des populations de moustiques tigres en ville.

Impact sur l'humain

On estime le nombre de morts annuels causés par des animaux vecteurs de maladies (moustiques, tiques, puces…) à environ 700 000 dans le monde. Le paludisme, transmis par les Anophèles, a été responsable à lui seul de 610 000 décès en 2024[11]. Ainsi, le moustique est l'animal à l'origine du plus grand nombre de décès humains dans le monde, même si le nombre de victimes reste proche de celui causé par les humains (homicides et conflits armés)[12],[13],[14].

Le saviez-vous ?

En France hexagonale, le risque de contracter une maladie grave via un moustique est très faible. Les quelques cas de dengue, de chikungunya ou de paludisme recensés sont quasi exclusivement liés à des voyageurs revenus de zones tropicales, ou à des moustiques infectés transportés par avion.

À chacun ses virus !

Toutes les espèces de moustiques ne transmettent pas les mêmes maladies, et tout moustique n'est pas nécessairement porteur d'un virus.



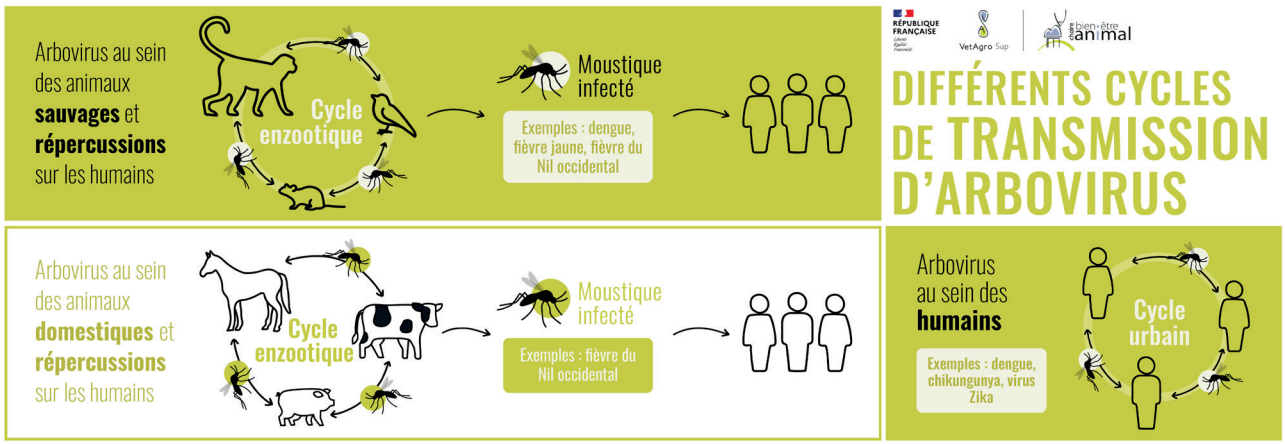
Le saviez-vous ?

Les arbovirus sont les virus transmis par les arthropodes piqueurs (moustiques, tiques, puces, etc.). Par exemple, la dengue et le chikungunya sont des arbovirus. Les cycles naturels sont différents d'un arbovirus à l'autre, avec toujours une étroite interrelation entre un réservoir animal (vertébré), un vecteur qui se nourrit de sang (moustique, tique, etc.) et l'humain.
D'une façon générale, 80 % des infections par un arbovirus sont asymptomatiques, et 20 % se manifestent sous forme de syndromes grippaux, souvent associés à une éruption cutanée[15].

Les *Aedes* peuvent transmettre de nombreuses maladies émergentes aux humains comme la dengue, le chikungunya ou le virus Zika.

Les *Anophèles* étaient quant à eux historiquement vecteurs du paludisme, mais aujourd'hui, seuls quelques cas sont recensés par an en France[16].

En France, le virus du Nil Occidental (West Nile Virus, WNV) est transmis principalement par les moustiques du genre *Culex*.



D’autres animaux se font-ils piquer ?

La plupart des moustiques se nourrissent aussi du sang d’autres animaux que les humains : mammifères, amphibiens, oiseaux, reptiles…

Le saviez-vous ?

Face à un repas de sang animal et un repas de sang humain, le moustique tigre aura une préférence pour le sang humain ! [17]

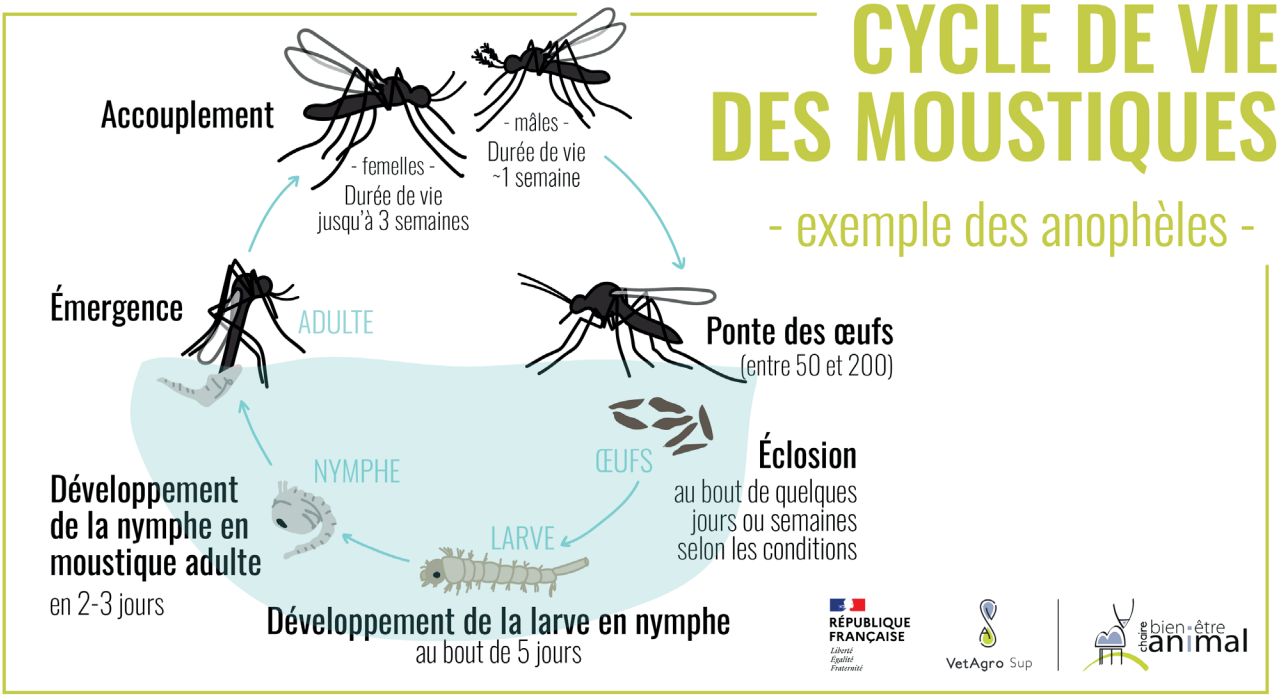
Les moustiques peuvent donc également transmettre des maladies aux animaux. Chez le chien, le chat et le furet, la dirofilariose est une maladie parasitaire causée par des vers qui se développent dans les artères pulmonaires et parfois dans la partie droite du cœur. Les larves de ces parasites sont transmises lors de la piqûre d’un moustique infecté. Cette maladie peut avoir des conséquences graves, allant jusqu’à provoquer une insuffisance cardiaque et, dans certains cas, la mort de l’animal. Plusieurs espèces de moustiques peuvent transmettre la dirofilariose, dont le moustique tigre.

Le virus du Nil Occidental transmis par les Culex, peut causer une méningo-encéphalite (inflammation au niveau du cerveau) chez les équidés et les humains. De nombreux chevaux développent une infection légère ou asymptomatique, mais chez certains individus, le virus peut quitter la circulation sanguine et pénétrer dans le cerveau et la moelle épinière. Il provoque une inflammation et perturbe le fonctionnement du système nerveux central, pouvant entraîner une maladie grave, voire la mort de l’animal. En France hexagonale, les régions les plus touchées sont le pourtour méditerranéen (Occitanie, Provence-Alpes-Côte d’Azur), la Corse et la façade atlantique sud (Nouvelle-Aquitaine), mais des cas ont également été recensés en Île-de-France[18]. Il existe un vaccin contre la fièvre du Nil Occidental qui est recommandé pour tous les équidés présents ou voyageant dans les régions les plus touchées.

Le virus du Nil Occidental peut également se retrouver chez d’autres espèces d’animaux domestiques (ovins, porcs, bovins, volailles, chiens et parfois chats) mais la très grande majorité de ces animaux ne présentent pas de symptômes[19].

Le cycle de vie des moustiques

Le cycle de vie d’un moustique comprend quatre stades : œuf, larve, nymphe et adulte. La durée des différentes étapes varie selon les espèces et les conditions environnementales.



Si on prend l'exemple des Anophèles, après fécondation, la femelle va pondre entre 50 et 200 œufs à la surface d'une eau stagnante. Les œufs éclosent en quelques jours ou semaines selon la température de l'eau, la nourriture à disposition et l'espèce du moustique, donnant naissance à des larves aquatiques. Après 5 jours, la larve se transforme en nymphe qui restera encore quelques jours dans l'eau[20]. Emerge ensuite un moustique adulte qui recommencera ce cycle !

Les mâles vivent environ une semaine et les femelles peuvent survivre jusqu'à 3 semaines dans la nature, en fonction de la température, de l'humidité et de leur capacité à trouver leur nourriture principale : le sang.

Seules les femelles moustiques piquent. Elles piquent généralement après l'accouplement, quand elles ont été fécondées. Le sang récupéré lors de la piqure est une source de protéines pour le développement des œufs. Cependant, les moustiques ne se nourrissent pas que de sang ! Ils se nourrissent également de nectar des fleurs qui est d'ailleurs la seule source de nourriture pour les moustiques mâles.

Que deviennent les moustiques l'hiver ?

Les moustiques ne disparaissent pas vraiment en hiver. Les stratégies varient selon les espèces : les Aedes pondent des œufs qui entrent en **diapause**[7], et peuvent résister au froid et à la sécheresse[21]. Les femelles Culex et Anophèles fécondées quant à elles, passent l'hiver à l'abri en dormance, dans des caves, greniers ou autres abris urbains[22]. Ce n'est donc pas parce qu'on ne les voit plus en hiver que les moustiques ont disparu !

[7] *La diapause est une forme de vie ralentie, génétiquement déterminée, une phase d'arrêt du développement pendant des périodes défavorables de l'environnement.*

Et pour la biodiversité[?] ?

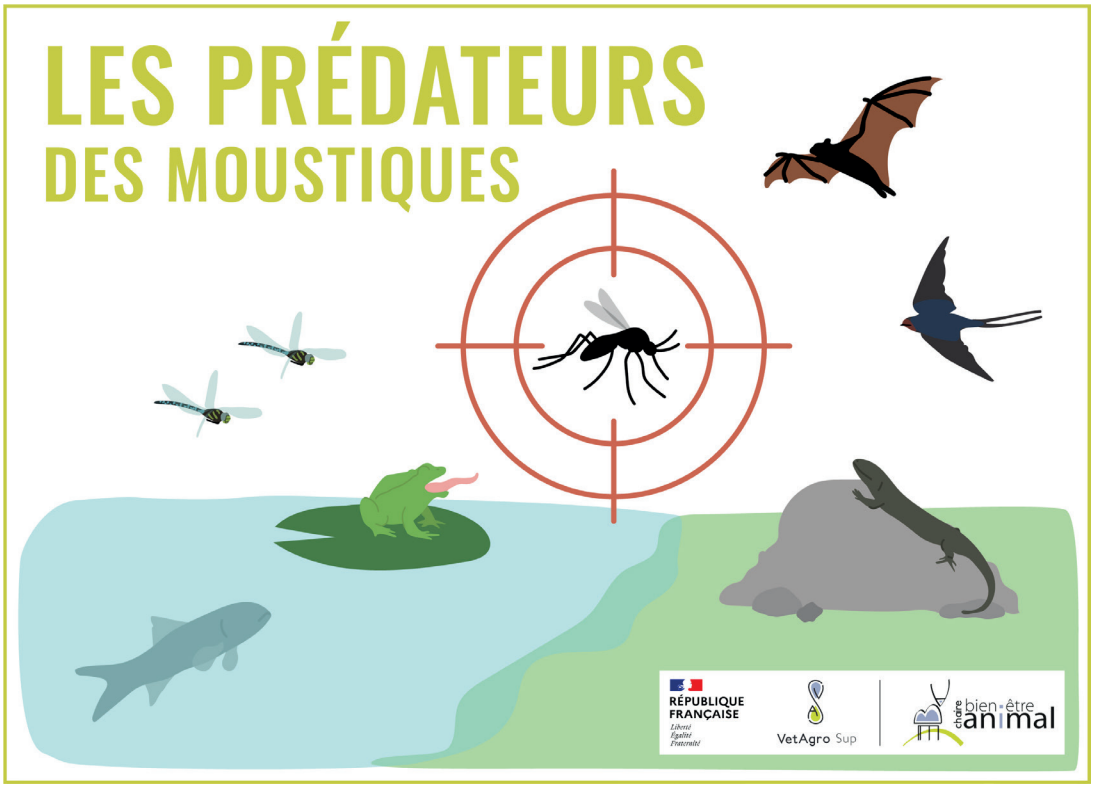
Un rôle de pollinisateur marginal

Les moustiques adultes se nourrissent en partie de nectar de fleurs et peuvent donc, en théorie, participer à la pollinisation de certaines plantes. Cependant, la plupart des plantes visitées ne dépendent pas d'eux pour leur reproduction : elles sont pollinisées par de nombreux autres insectes, souvent plus efficaces. De leur côté, les moustiques ne sont pas sélectifs et butinent un grand nombre d'espèces végétales, ce qui rend leur rôle dans le transfert de pollen souvent limité ou peu déterminant.

Les moustiques vecteurs majeurs de maladies humaines, comme *Aedes aegypti*, ont un rôle encore plus marginal. Lorsqu'ils participent au transport de pollen, cela concernerait surtout des plantes associées à des milieux perturbés ou des espèces invasives, comme la fausse camomille (*Parthenium hysterophorus*) qui est invasive en Océanie[23].

Une ressource alimentaire

Les moustiques constituent toutefois une source de nourriture pour de nombreux animaux : poissons, insectes aquatiques, amphibiens, reptiles, oiseaux et chauves-souris.

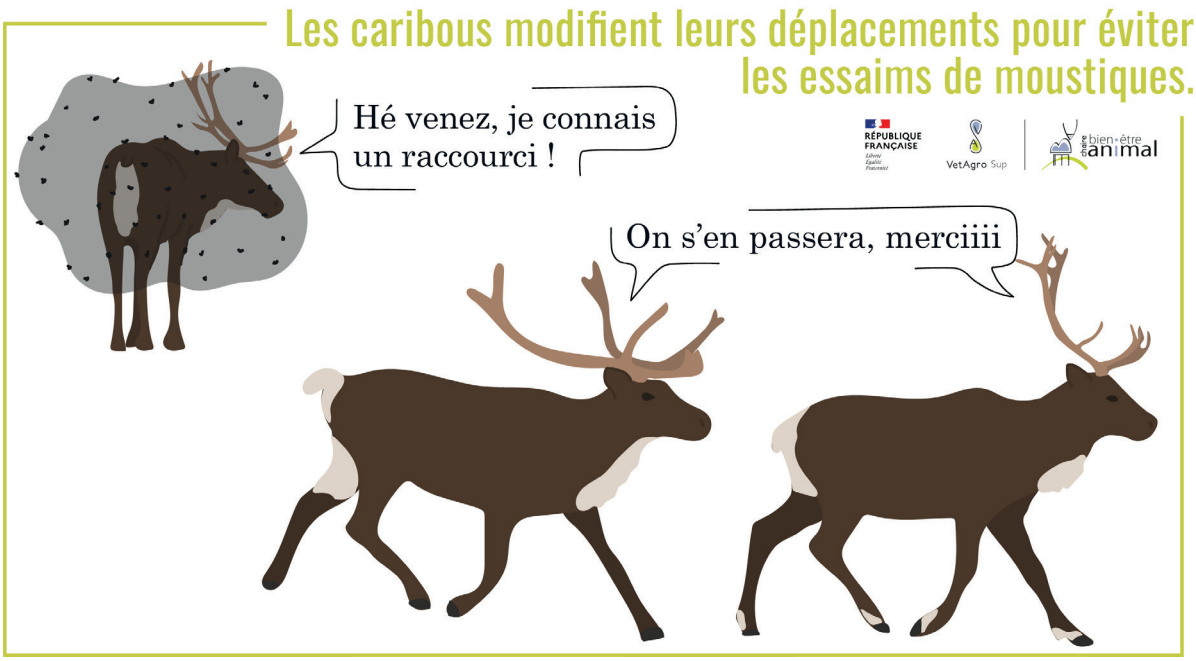


[?] *La biodiversité correspond à la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes.*

Ils sont notamment les insectes les plus abondants en tant que ressource alimentaire dans et autour des milieux humides et constituent, à ce titre, l'une des principales sources de nourriture pour de nombreuses espèces. Une disparition des moustiques entrainerait une réduction des ressources alimentaires disponibles, avec des effets en cascade sur certains écosystèmes. Des études montrent ainsi qu'une diminution du nombre de moustiques dans une zone géographique donnée peut réduire le succès reproducteur de certains oiseaux insectivores[24].

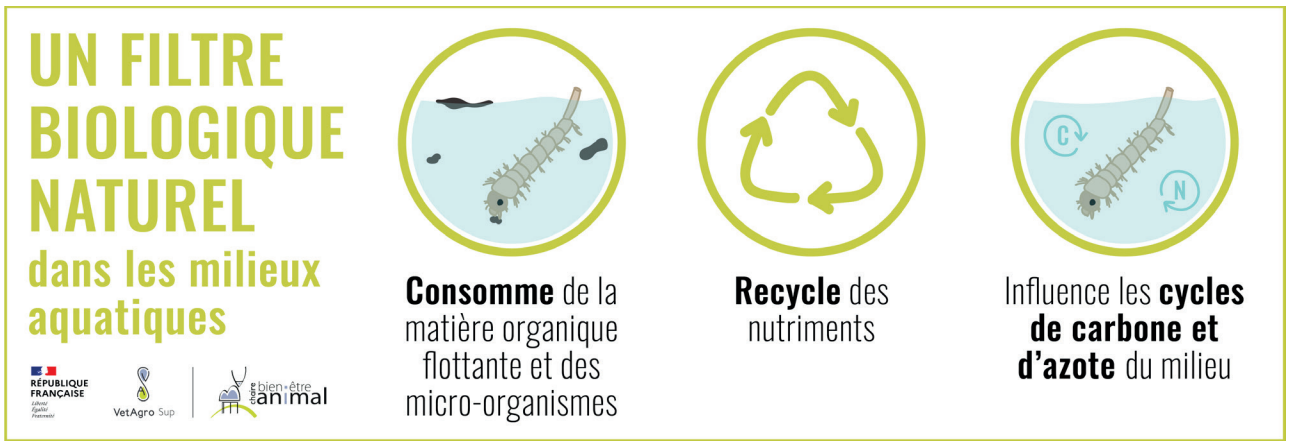
📌 Un impact marqué en Arctique

Du Canada à la Russie, les moustiques forment d'immenses essaims estivaux et constituent une source de nourriture essentielle pour les oiseaux migrateurs. Pour les éviter, les caribous modifient même leurs déplacements. Le passage de milliers de caribous façonne les écosystèmes arctiques : ils piétinent le sol, consomment des lichens, transportent des nutriments et sont chassés par les loups. Un petit changement d'itinéraire peut donc avoir des conséquences importantes sur ces milieux ![25]



Un rôle de filtre biologique

Au stade larvaire, les moustiques jouent un rôle au sein des écosystèmes aquatiques, notamment dans les zones humides. Les larves aquatiques se nourrissent de matière organique en décomposition (feuilles mortes, débris organiques) ainsi que de micro-organismes. Par ce biais, elles adoptent un rôle de « filtre biologique » naturel. En consommant la matière organique flottante et les micro-organismes, elles participent au recyclage des nutriments et influencent les cycles du carbone et de l'azote dans les milieux aquatiques. Ce processus est important dans le fonctionnement global des zones humides, et relie indirectement les systèmes aquatiques aux systèmes terrestres lorsque les moustiques émergent à l'âge adulte.



En France hexagonale cependant, la plupart de ces fonctions écologiques semblent limités : les moustiques n'y occuperaient pas de **niche écologique**[7] unique. Faut-il pour autant conclure que leur disparition serait souhaitable ? Pas nécessairement. Les méthodes de gestion des populations peuvent, elles-mêmes, avoir des effets importants sur la biodiversité. Par ailleurs, mieux comprendre la sensibilité et les capacités d'apprentissage des moustiques permet de développer des stratégies de lutte plus ciblées et plus adaptées pour limiter leur propagation.

La sensibilité et les capacités cognitives des moustiques

Que sait-on de ce que ressent un moustique ? Les recherches sur la sensibilité des insectes à la douleur sont encore limitées. On sait toutefois que les insectes possèdent des nocicepteurs, des récepteurs sensibles aux stimuli douloureux, et présentent des comportements d'évitement face à des stimuli négatifs. La question de leur capacité à ressentir quelque chose d'analogue à la douleur reste discutée mais le niveau de preuves est jugé comme fort pour les moustiques[26], même si d'autres études scientifiques sont nécessaires pour le confirmer.

[7] *La niche écologique correspond à une fonction particulière exercée au sein d'un écosystème équilibré par une espèce animale ou végétale, du fait de son régime alimentaire, de son biotope, de ses rythmes annuels, etc.*

📌 Des moustiques capables d'apprendre

Une étude publiée en 2026 a cherché à comprendre pourquoi le DEET, l'un des répulsifs antimoustiques les plus utilisés, agissait comme répulsif sur les moustiques. Pour ce faire, des chercheurs ont conditionné des moustiques en leur faisant associer l'odeur du DEET à un repas de sang ou de sucre. Après cet apprentissage, les moustiques sont devenus attirés par cette odeur qu'ils percevaient initialement comme désagréable : une expérience positive a modifié leur interprétation d'un signal olfactif !

La prochaine étape pour les chercheurs est de comprendre ce qu'il se passe dans le « cerveau » des moustiques : quelles odeurs ils détectent, comment leur « cerveau » combine ces signaux, et comment une expérience positive ou négative peut modifier cette interprétation[27].

Cette étude montre que les moustiques, comme tous les animaux, sont capables d'apprendre et d'adapter leur comportement à leur environnement !

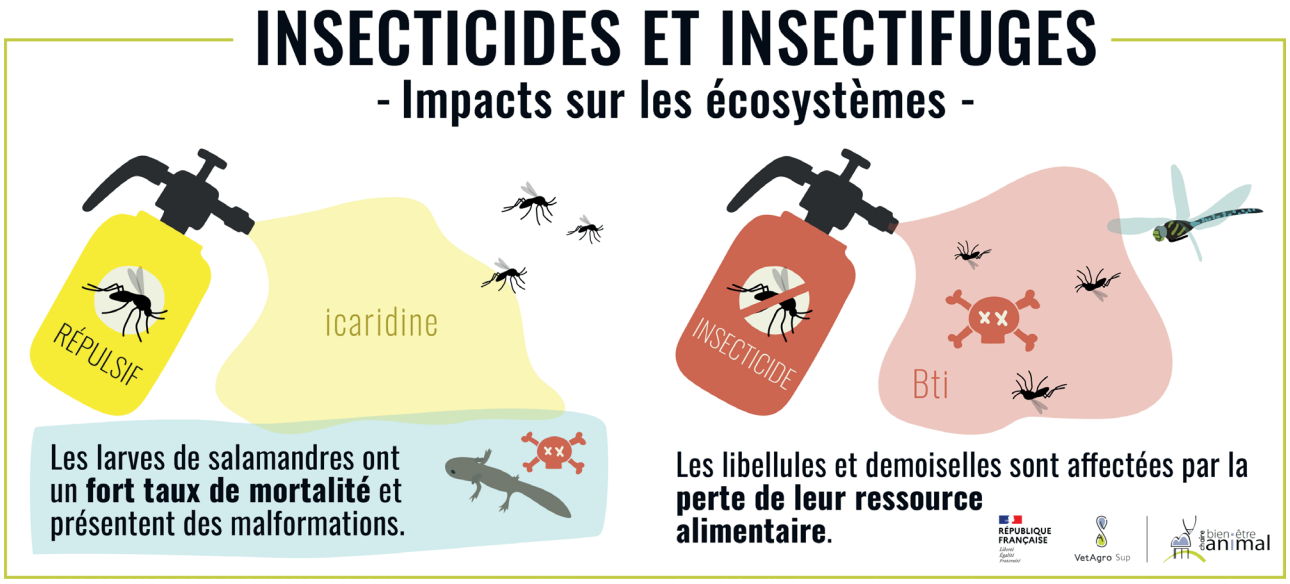
Quelles solutions pour limiter leur impact sans nuire aux écosystèmes ?

Insecticides, insectifuges : efficaces, mais pas que contre les moustiques !

Les insecticides (substance pouvant tuer les insectes, leurs larves et/ou leurs œufs) et insectifuges (substance qui éloigne les insectes des humains et animaux) sont largement utilisés pour lutter contre les moustiques et limiter les risques de transmission de maladies. Leur objectif principal est donc de protéger la santé et le confort humain (réduction des piqûres, des nuisances nocturnes, prévention des épidémies), ils peuvent néanmoins affecter de nombreuses espèces d'insectes et d'amphibiens ainsi que la santé humaine.

Une étude a montré que les larves de salamandres ont un fort taux de mortalité et présentent des malformations lorsqu'elles sont exposées à des concentrations d'icaridine (un composé chimique répulsif) similaires à celles rencontrées dans un environnement où l'on aurait utilisé un répulsif contenant cette substance[28].

L'épandage de certaines formules commerciales de Bti, une toxine bactérienne utilisée comme insecticide, aurait un effet létal sur certains organismes aquatiques non ciblés, ainsi qu'un impact négatif sur l'ensemble des chaînes alimentaires et le fonctionnement des écosystèmes. Une étude réalisée en Camargue a notamment montré que les épandages de Bti affectent localement nombre d'espèces telles que les Odonates (libellules et demoiselles) adultes en réduisant leurs ressources alimentaires. Le Bti reste néanmoins actuellement l'agent le plus sélectif et le moins toxique pour lutter contre les moustiques[29].



L'enjeu est donc de réduire les populations de moustiques, notamment dans les zones à forte présence humaine et limiter la propagation des espèces invasives sans dégrader les écosystèmes qui nous nourrissent et nous protègent naturellement et au sein desquels les moustiques ont une fonction.

Quelques stratégies alternatives

Pour lutter contre les moustiques, favoriser la présence de chauves-souris peut être une solution efficace. Les chauves-souris étant de grandes consommatrices de moustiques, leur présence permettrait ainsi de réguler les populations dans une zone donnée, même si peu d'études ont été menées à ce jour en Europe pour quantifier leur consommation de moustiques. Leur installation peut être encouragée par plusieurs mesures : mise en place de nichoirs adaptés, réduction de l'éclairage nocturne, maintien de zones arborées et limitation de l'usage de pesticides ou de produits toxiques pour le traitement du bois.

Tous les points d'eau ne favorisent pas la prolifération de moustiques. Bien conçues, les mares peuvent au contraire contribuer à réguler leurs populations et peuvent accueillir de nombreux prédateurs naturels des moustiques. Les larves de libellules, par exemple, se nourrissent de larves de moustiques, tandis que les libellules adultes peuvent consommer jusqu'à une centaine d'insectes par jour. Les mares attirent également des amphibiens, des oiseaux insectivores, qui participent eux aussi à cette régulation. Elles doivent être toutefois bien pensées et entretenues, car une mare laissée sans suivi peut perdre son équilibre écologique.

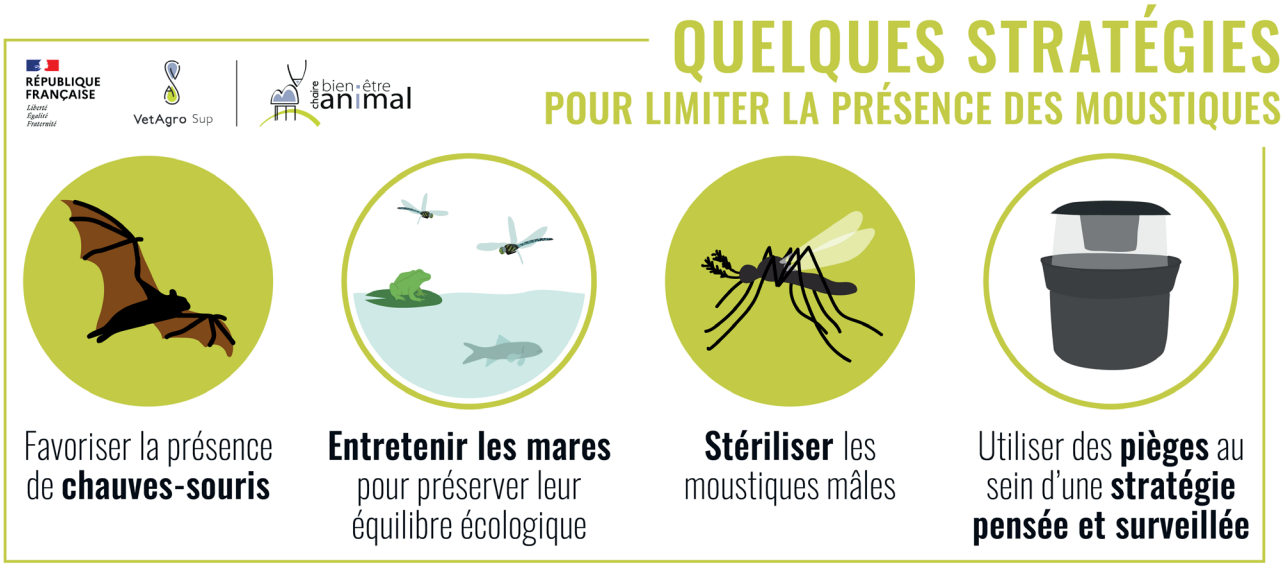
La stérilisation des moustiques mâles est une autre solution récemment testée en ville. Le principe consiste à introduire des moustiques mâles stérilisés dans un milieu. Ces mâles, qui ne piquent pas et ne transmettent pas de maladies, sont élevés, stérilisés par rayons X puis relâchés en grand nombre. Une fois libérés, ces mâles stériles cherchent à s'accoupler avec les femelles sauvages. Comme les femelles ne s'accouplent qu'une fois dans leur vie, les œufs résultant de ces unions seront stériles, interrompant ainsi le cycle de reproduction. Cela permettrait une baisse de la population locale de moustiques dès la première année d'intervention. Les résultats d'une étude menée en Italie montrent que les lâchers de mâles stériles (900 à 1 600 mâles/ha/semaine) entraînent une augmentation significative de la stérilité dans la population locale mesurée par la réduction de la densité des œufs. Les auteurs estiment qu'un seuil minimal d'environ 80 % de stérilité serait nécessaire pour réduire la population locale de moustiques adultes[30], entrainant une logistique et un coût financier important.

L'utilisation de pièges (pondoirs létaux et/ou pièges à femelles en quête d'hôte à piquer) pour réduire les populations de moustiques peut également s'avérer efficace mais doit être mise en œuvre dans une stratégie de lutte intégrée, en complément de la suppression des gîtes larvaires (eaux stagnantes).

L'ANSES recommande que ces pièges soient :

- Utilisés en combinaison avec d'autres outils, et non seuls.
- Rigoureusement évalués avant déploiement à grande échelle.
- Accompagnés d'une surveillance des impacts sur les espèces non-cibles, notamment en zones écologiquement sensibles (ex. Natura 2000).
- Respectueux des règles de sécurité (gaz, transport, formation des opérateurs).

De plus, l'ANSES recommande que leur utilisation soit limitée aux zones à forte densité de moustiques, aux sites sensibles non traitables par insecticides (hôpitaux, insectariums…) et aux zones urbaines en contexte épidémique[31].



Les gestes du quotidien

À l'échelle individuelle, quelques gestes simples permettent de limiter la prolifération des moustiques, notamment en réduisant le nombre de sites de ponte : changer l'eau des vases régulièrement, vider les arrosoirs et les soucoupes des pots de fleurs ou les remplir de sable, ranger les seaux et récipients à l'abri de la pluie, couvrir les récupérateurs d'eau de pluie d'un filet ou entretenir les gouttières pour faciliter le drainage.

Conclusion

Les moustiques ont plusieurs fonctions au sein des écosystèmes qui varient largement d'un environnement à l'autre ! En France hexagonale, aucune espèce animale ou végétale ne dépend exclusivement des moustiques pour se nourrir ou pour être pollinisée. Les larves ont néanmoins un rôle de filtre biologique, et les adultes restent une ressource alimentaire importante pour les chauves-souris, libellules, hirondelles ou martinets. Supprimer une ressource alimentaire, même secondaire, peut affecter à plusieurs niveaux un écosystème et les moyens utilisés pour le faire peuvent également avoir des conséquences. Certains insecticides, y compris le *Bti*, considéré comme sélectif, peuvent affecter des organismes non ciblés autres que les moustiques et avoir des effets délétères sur un écosystème. Ces insecticides et insectifuges améliorent le bien-être humain en réduisant les nuisances et les risques sanitaires, mais peuvent en même temps affecter l'équilibre des écosystèmes en perturbant certaines espèces et interactions naturelles.

Lutter contre les populations de moustiques reste nécessaire, en particulier face à la progression du moustique tigre et aux risques sanitaires qu'il porte. Les moustiques ont longtemps été étudiés presque exclusivement sous l'angle sanitaire et l'on commence seulement à s'intéresser à leur capacité sensorielle et d'apprentissage. Mieux comprendre ces mécanismes est aussi un moyen de réfléchir à des stratégies de lutte plus ciblées, plus efficaces et plus respectueuses de l'environnement. Ces enjeux s'inscrivent plus largement dans la logique « une seule santé » (One Health), en tenant compte d'un ensemble d'arbitrages entre confort humain, risques sur la santé publique et équilibre des écosystèmes.

Pour résumer

Le moustique semble être uniquement source de nuisances pour les humains.

Il peut transmettre de nombreuses maladies aux humains et aux animaux !



MAIS IL N'EST PAS INUTILE, LOIN DE LÀ !



Il est donc nécessaire de trouver un équilibre entre santé publique, confort humain et préservation des écosystèmes.

Voici quelques stratégies pour lutter contre les moustiques sans nuire aux écosystèmes :



Favoriser la présence de **chauves-souris**



Préserver l'équilibre des mares



Stériliser les moustiques mâles



Utiliser des **pièges** au sein d'une **stratégie surveillée**

*Merci à **Haoues Alout**, chercheur à l'INRAE au sein de l'UMR ASTRE et à **François Meurgey**, entomologiste au Muséum d'Histoire Naturelle de Nantes pour leur relecture !*

Références

[1] Liste des espèces de Culicidae par territoire

[2] Institut Pasteur – Qui sont les moustiques dangereux ? Espèces, maladies principales et zones à risque

[3] Scholte, E. J. (2007). Waiting for the tiger: establishment and spread of the Aedes albopictus mosquito in Europe. In Emerging pests and vector-borne diseases in Europe (pp. 241-260). Wageningen Academic.

[4] Turell, M. J., Dohm, D. J., Sardelis, M. R., O'guinn, M. L., Andreadis, T. G., & Blow, J. A. (2005). An update on the potential of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) to transmit West Nile virus. Journal of medical entomology, 42(1), 57-62.

[5] Eritja R, Escosa R, Lucientes J, Marques E, Roiz D, Ruiz S. Worldwide invasion of vector mosquitoes: present European distribution and challenges in Spain. Biol Invasions. 2005;7(1).

[6] Sinka, M. E., Bangs, M. J., Manguin, S., Coetzee, M., Mbogo, C. M., Hemingway, J., ... & Hay, S. I. (2010). The dominant Anopheles vectors of human malaria in Africa, Europe and the Middle East: occurrence data, distribution maps and bionomic précis. Parasites & vectors, 3(1), 117.

[7] Santé publique France – Chikungunya, dengue, Zika et West Nile – Données de la surveillance renforcée en France hexagonale 2025

[8] Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (ECDC) – Aedes albopictus – current known distribution: April 2026

[9] Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (ECDC) – Anopheles maculipennis s.l. – current known distribution: April 2026

[10] Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (ECDC) – Culex pipiens group – current known distribution: April 2026

[11] OMS – Vector-borne diseases

[12] Our World in Data – What are the world's deadliest animals, and can we protect ourselves against them?

[13] Our World in Data – Homicides, 1990 to 2023

[14] Our World in Data – Deaths in armed conflicts based on where they occurred

[15] Durand, G. A., Grarda, G., & Leparc-Goffart, I. (2021). Les arbovirus en France métropolitaine : diagnostic et actualités épidémiologiques. Revue Francophone des Laboratoires, 2021(529), 49-57.

[16] European Centre for Disease Prevention and Control – New map shows the presence of Anopheles maculipennis s.l. mosquitoes in Europe

[17] Paupy, C., Delatte, H., Bagny, L., Corbel, V., & Fontenille, D. (2009). Aedes albopictus, an arbovirus vector: from the darkness to the light. Microbes and infection, 11(14-15), 1177-1185.

[18] ARS – Virus du Nil occidental : sept cas autochtones confirmés en Île-de-France

[19] State of Connecticut, department of Agriculture – West Nile Virus In Domestic Animals and Birds

[20] Centers for disease control and prevention (CDC) – Mosquito Life Cycle

[21] Obholz, G., San Blas, G., Fischer, S., & Diaz, A. (2022). Winter survival of Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) eggs at its southern limit distribution. Acta tropica, 231, 106471.

[22] Sauer, F. G., Timmermann, E., Lange, U., Lühken, R., & Kiel, E. (2022). Effects of hibernation site, temperature, and humidity on the abundance and survival of overwintering Culex pipiens pipiens and Anopheles messeae (Diptera: Culicidae). Journal of Medical Entomology, 59(6), 2013-2021.

[23] Foster, W. A. (2024). Mosquito pollination of plants: an overview of their role and an assessment of the possible contribution of disease vectors. Transgenic Research, 33(5), 297-322.

[24] Bhattacharya, S., Pal, S., & Acharyya, D. (2016). Are mosquitoes 'a necessary evil'. Int J Fauna Biol Stud, 3, 124-9.

[25] Fang, J. (2010). Ecology: a world without mosquitoes.

[26] Gibbons, M., Crump, A., Barrett, M., Sarlak, S., Birch, J., & Chittka, L. (2022). Can insects feel pain? A review of the neural and behavioural evidence. Advances in Insect Physiology, 63, 155-229. https://doi.org/10.1016/bs.aiip.2022.10.001

[27] Lazzari, C. R., De Luca, D., Nally, A., Dufour, C., & Vinauger, C. (2026). Associative learning switches DEET valence from aversive to appetitive in Aedes aegypti. Journal of Experimental Biology, 229(10), jeb251935.

[28] Almeida, R. M., Han, B. A., Reisinger, A. J., Kagemann, C., & Rosi, E. J. (2018). High mortality in aquatic predators of mosquito larvae caused by exposure to insect repellent. Biology letters, 14(10).

[29] Jakob, C., & Poulin, B. (2016). Indirect effects of mosquito control using Bti on dragonflies and damselflies (Odonata) in the Camargue. Insect Conservation and Diversity, 9(2), 161-169.

[30] Bellini, R., Medici, A., Puggioli, A., Balestrino, F., & Carrieri, M. (2013). Pilot field trials with Aedes albopictus irradiated sterile males in Italian urban areas. Journal of medical entomology, 50(2), 317-325.

[31] Anses – Efficacité des pièges utilisés contre les moustiques Aedes vecteurs d'arboviroses