



Institut de Recherche
pour le Développement
FRANCE



*Les espèces exotiques envahissantes d'intérêt
médical, vectrices de pathogènes à l'homme*

Frédéric Darriet*

*UMR MIVEGEC, (Université de Montpellier, IRD, CNRS) – IRD, 911 Avenue
Agropolis, BP 64501, 34394 Montpellier Cedex 5

Les espèces exotiques envahissantes (EEE) : une histoire de définition

➔ **Selon la définition de l'Union internationale de la conservation de la nature (UICN):**

« Une espèce exotique envahissante est une espèce allochtone dont l'introduction par l'homme et ses activités (volontaires ou fortuites), l'implantation, la propagation et la prolifération impactent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques, économiques ou sanitaires négatives ».

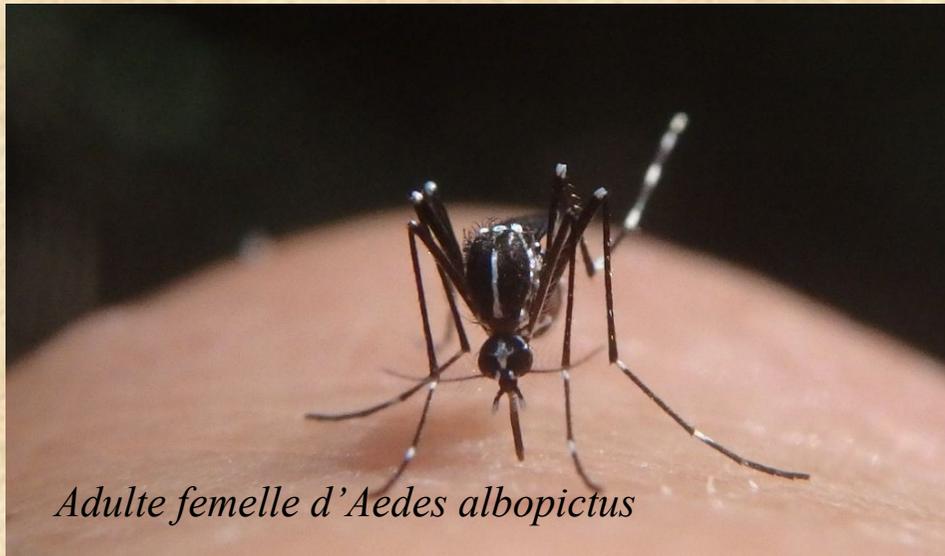
➔ **Pour l'Union européenne,** la définition d'une espèce invasive est pratiquement la même que celle rédigée par l'IUCN, si ce n'est que les conséquences sanitaires induites par la prolifération des organismes invasifs n'est pas prises en compte (règlement UE n°1143/2014). Les États membres de l'Union ont donc choisi de se concentrer sur les seules conséquences écologiques des EEE sur la biodiversité indigène sans tenir compte des impacts sanitaires induits sur l'homme.

Quelques EEE qui répondent aux définitions de l'UICN et de l'UE

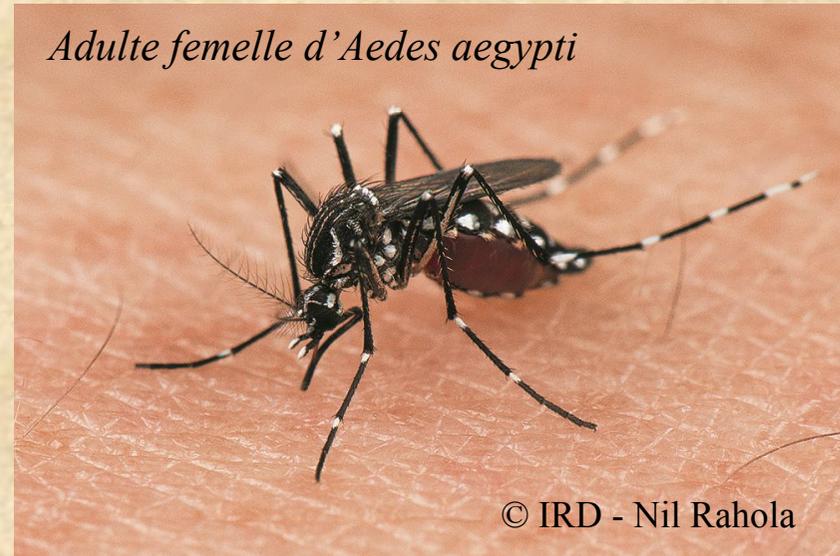


• • •

Quelques espèces exotiques envahissantes qui répondent à la définition de l'UICN mais pas à celle de l'UE



Adulte femelle d'Aedes albopictus



Adulte femelle d'Aedes aegypti

© IRD - Nil Rahola



Adulte femelle d'Aedes japonicus

© CDC – James Gathany



Adulte femelle de Culex quinquefasciatus

© IRD - Serge Landmann

→ En plus des EEE, **certaines espèces d'arthropodes hématophages indigènes** accroissent leurs populations ainsi que leurs aires de distribution avec des impacts négatifs sur l'environnement et la santé des hommes.



Il existe aussi des espèces émergentes à risques et à surveiller

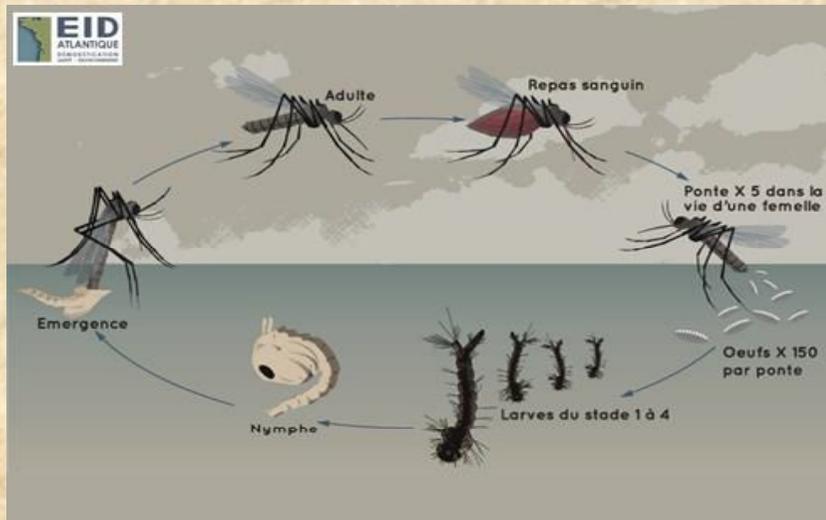
- ➔ Les effets du réchauffement climatique associés à l'anthropisation des écosystèmes naturels créent des conditions écologiques favorables à l'implantation de nouvelles espèces qui peuvent se reproduire et se maintenir sur de nouvelles aires de distribution.



- ➔ Lorsqu'une espèce exotique est récemment introduite dans un nouvel écosystème, sa pression sur l'environnement est peu perceptible. Ce silence écologique qui accompagne la première étape d'une pullulation travaille en faveur de l'espèce envahissante au détriment du milieu qui l'abrite.

Les moustiques (Diptera: Culicidae)

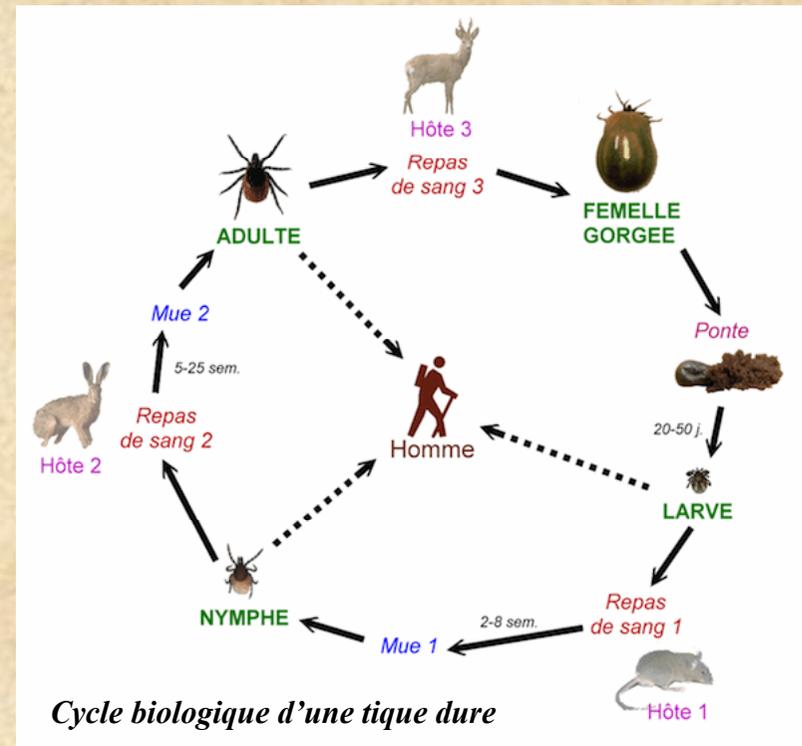
- 3600 espèces,
- les larves et les nymphes sont aquatiques, les adultes aériens,



- ils se rencontrent sous toutes les latitudes et longitudes (excepté les pôles),
- les mâles s'alimentent de nectars et autres substances sucrées,
- les femelles sont hématophages, leur durée de vie est de un mois et demi.

Les tiques (Ixodida)

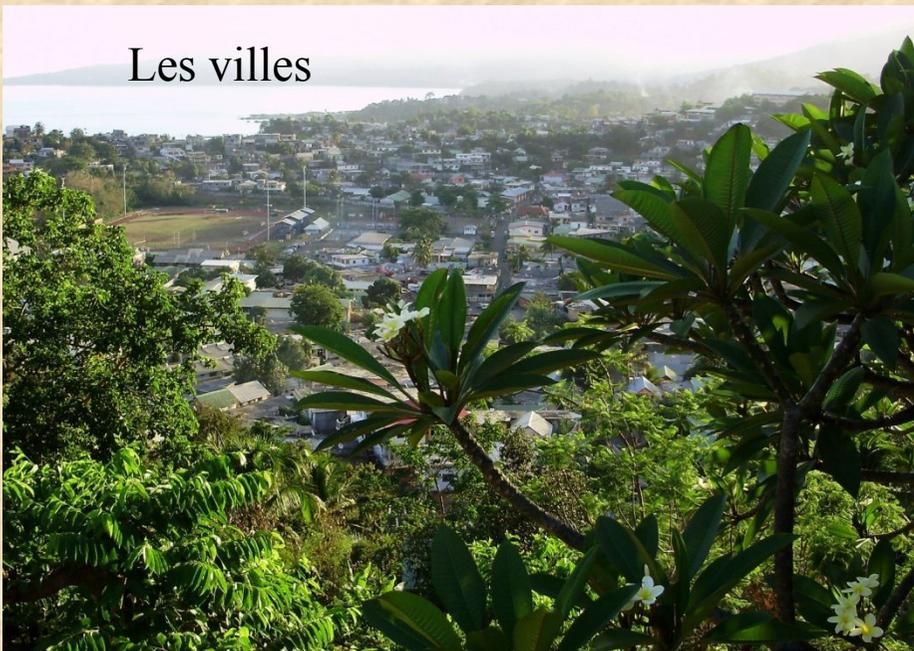
- 896 espèces réparties dans trois familles,
- Tous les stades sont aériens,



- Trois stades de développement : larve, nymphe et adulte. À chaque stade, la tique prend un repas de sang. Les tiques peuvent vivre jusqu'à trois ans.

*L'anthropisation des milieux naturels favorisent
l'implantation des EEE*

Les villes



Les milieux agricoles



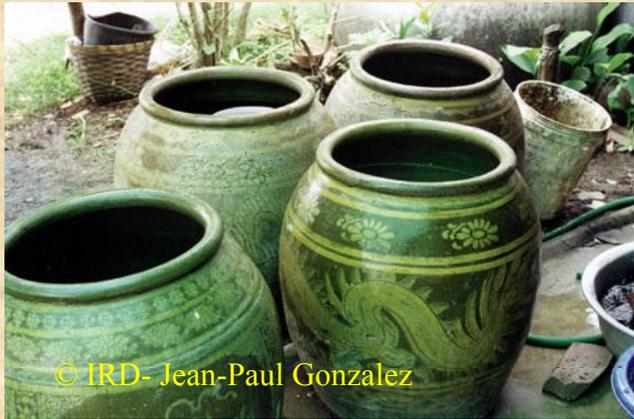
La multiplication des friches



La destruction des forêts



Les activités de l'homme dans les villes



- La négligence humaine entraîne la multiplication des lieux de reproduction et de vie des moustiques,
- les engrais utilisés par les jardiniers amateurs participent à leur prolifération (Darriet F & Corbel V (2008). Influence des engrais NPK sur l'oviposition d'*Aedes aegypti*. *Parasite* 15: 89-92),
- les jardins et les espaces verts peuvent abriter la tique *Ixodes ricinus*, vectrice de la maladie de Lyme.

Les activités de l'homme dans les milieux ruraux



- Les engrais attirent les moustiques à l'endroit précis où ils sont appliqués,
- les engrais augmentent la biomasse (algues, bactéries, champignons) des gîtes larvaires, les larves de moustiques consomment cette biomasse additionnelle (Darriet F (2018) Synergistic effect of fertilizer and plant material combinations on the development of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) and *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology* 55: 496-500),
- les insecticides appliqués sur ces mêmes surfaces sélectionnent les mécanismes de résistance,
- ***L'agriculture intensive favorise l'installation puis la prolifération des moustiques nuisants et vecteurs de pathogènes à l'homme***



La destruction des forêts...



et de leur sous-bois

- favorise la pullulation de nombreuses espèces de moustiques,
- le déboisement facilite le développement de nombreux insectes héliophiles, dont certains sont de redoutables vecteurs de pathogènes à l'homme,
- en forêt, l'activité des hommes favorise l'installation d'*A. gambiae*, vecteur majeur du paludisme en Afrique,
- à l'intérieur des habitations bâties dans les clairières, la température est toujours supérieure à celle des maisons qui sont construites en forêt, ce qui a pour effet de raccourcir la durée des cycles gonotrophiques des femelles de moustiques et d'augmenter leur fécondité.

L'abandon des terres agricoles et l'expansion des espaces forestiers

L'exode rural amorcé au 18^{ème} siècle a eu pour conséquence l'abandon d'une partie des terres agricoles et l'expansion des espaces forestiers.

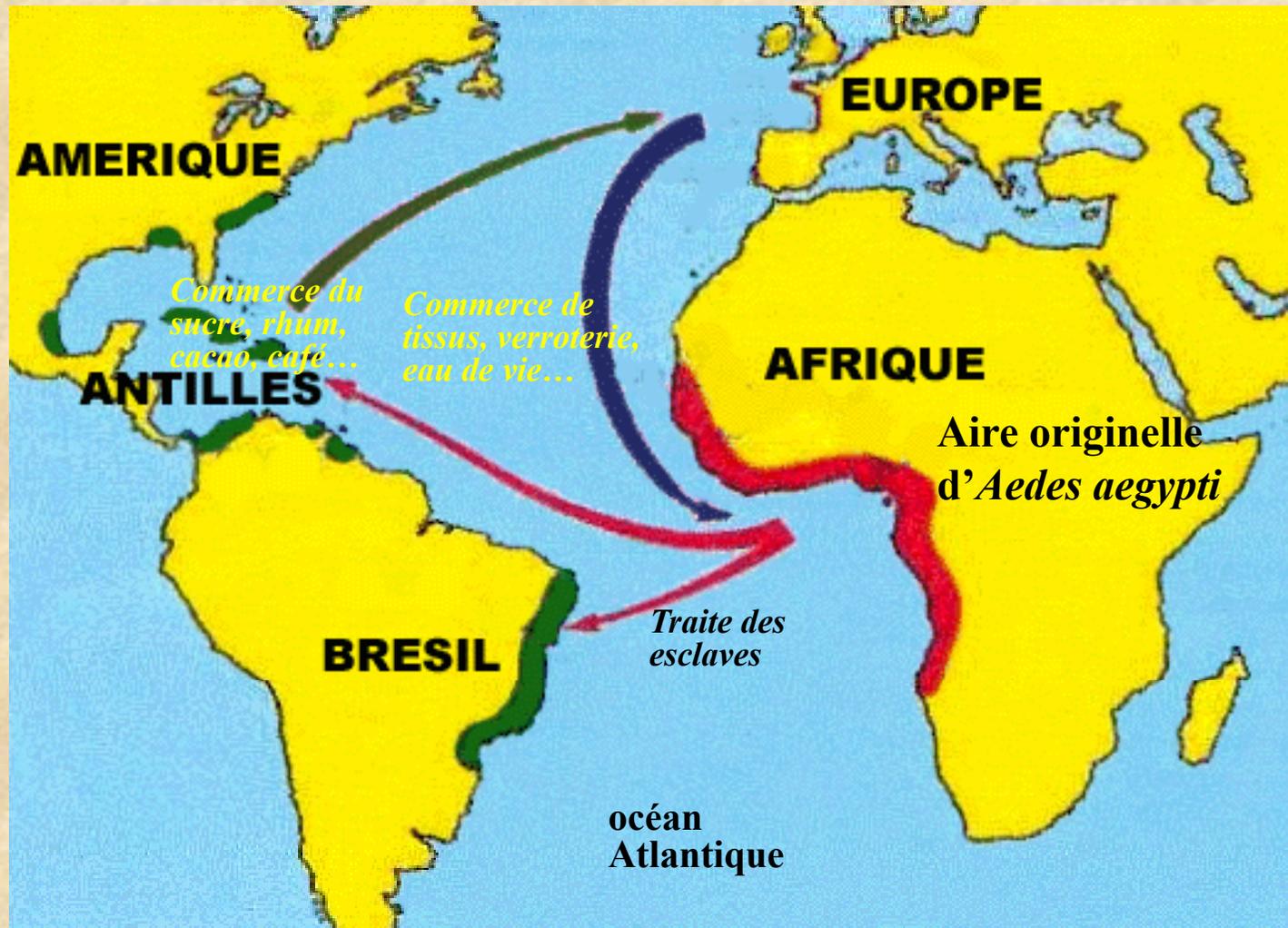


Cette mutation des paysages ruraux a favorisé le développement des animaux sauvages, hôtes privilégiés de la tique *Ixodes ricinus*, vectrice de la maladie de Lyme.



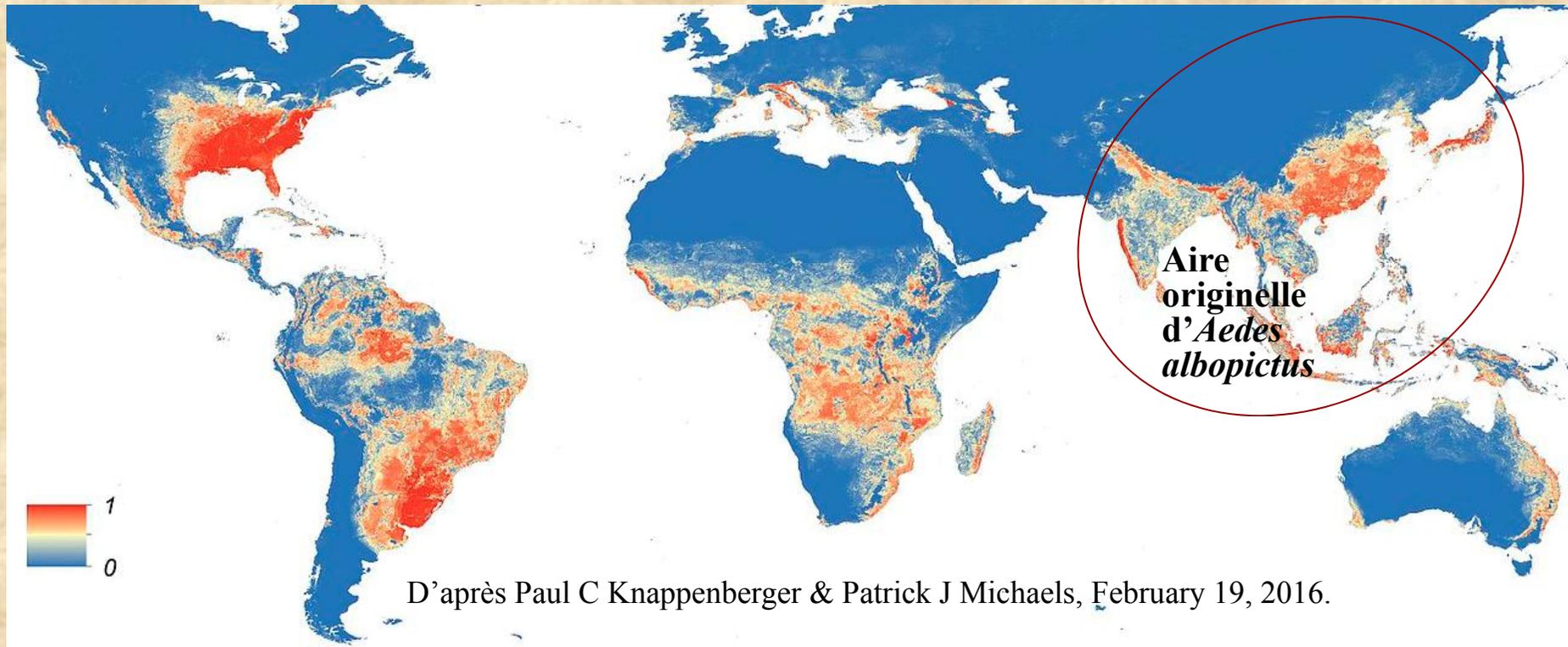
I. ricinus vit dans les forêts mais aussi les prairies. L'aire de répartition d'*I. ricinus* n'a cessé de progresser vers le nord de l'Europe. Son aire de distribution à pratiquement doublée en quinze ans.

*La colonisation des régions tropicales par *Aedes aegypti**



La colonisation des Amériques par *Ae. aegypti* à partir de ses forêts natales d'Afrique s'est déroulée au cours du 17^{ème} siècle en voyageant dans les bateaux à voiles qui sillonnaient l'océan Atlantique.

La colonisation du monde par Aedes albopictus

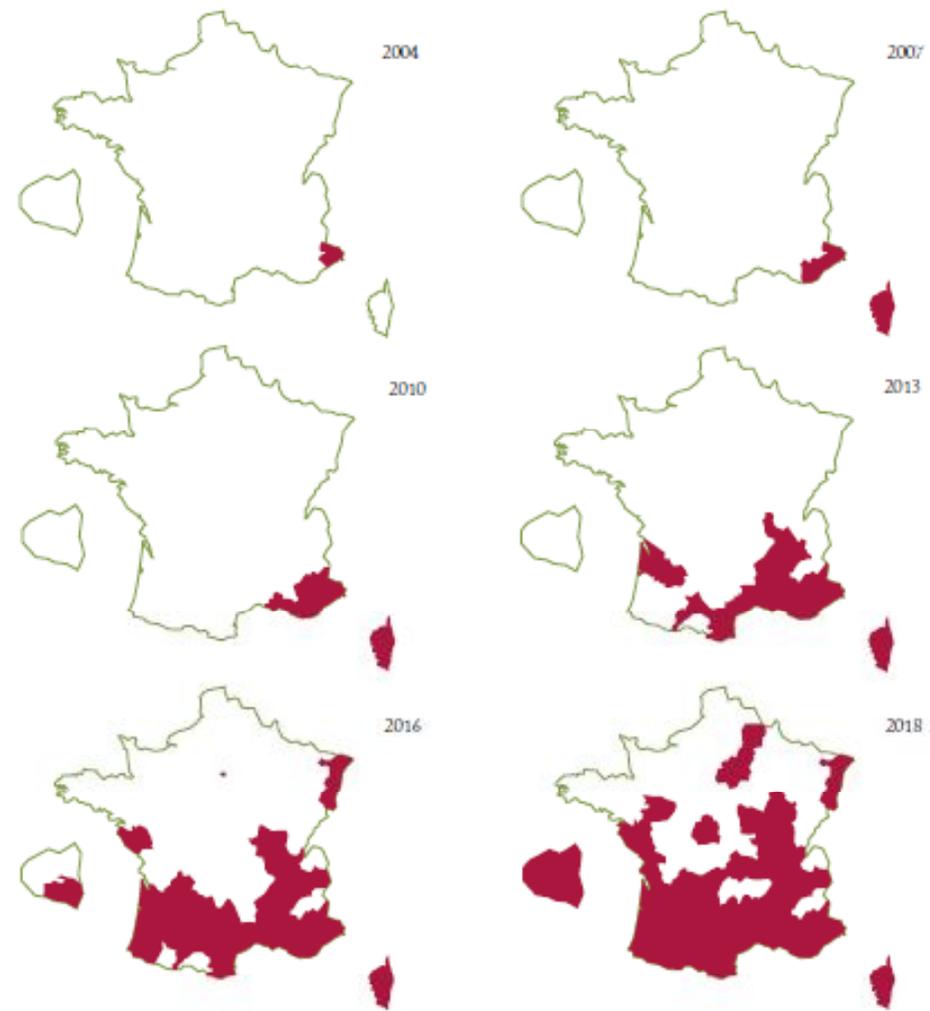


Pour *Ae. albopictus*, il semble qu'il ait été disséminé par les Indonésiens depuis le Sud-est asiatique jusqu'à Madagascar et les îles voisines. Plus récemment, le commerce international des pneus entre l'Asie, les États-Unis et l'Europe a joué un rôle prépondérant dans sa propagation.

La progression d'Aedes albopictus en France³

« Après avoir colonisé le quart sud-est de la France, chaque année, le moustique-tigre double sa surface d'implantation et aura sans doute colonisé l'ensemble du territoire à l'horizon 2030. »
M. Planchenault, chargé de mission à l'EID.

Darriet F (2019). Le moustique tigre: le conquérant. *Espèces* 34: 15-21.



En rouge, les départements colonisés en France métropolitaine par *Aedes albopictus* de 2004 à 2018 (d'après le ministère des Affaires sociales et de la Santé, direction générale de la Santé, A. Godal, L. Peyrebrune).

Les axes de communication facilitent l'expansion géographique d'Aedes albopictus

© Midi Libre



Études comparées des performances trophiques

espèces	IE_{50} (en g/l de matière végétale) (95% CI)	Pente de la droite (\pm SE)
<i>Aedes albopictus</i>	0,61 (0,49-0,76)	1,98 (\pm 0,23)
<i>Aedes aegypti</i>	1,3 (1,0-1,7)	3,4 (\pm 0,7)

→ L' IE_{50} a révélé que pour assurer l'envol de 50% d'adultes, les larves d'*Ae. albopictus* ont besoin de 0,61g de matière végétale par litre d'eau,

→ pour autoriser ce même taux de survie chez *Ae. aegypti*, ses larves doivent vivre dans un environnement deux fois plus riche en nourriture.

Ae. albopictus se développe dans les collections d'eau pauvres en matière organique où *Ae. aegypti* ne survit pas ou que très difficilement.

→ Si les œufs résistants à la dessiccation d'*Ae. aegypti* et d'*Ae. albopictus* ont joué un rôle prépondérant dans leur dispersion planétaire, il est tout à fait probable que leurs larves aient pu aussi survivre aux traversées océaniques.



→ Les performances trophiques exceptionnelles d'*Ae. albopictus* expliqueraient en partie, le caractère invasif de ce moustique ainsi que la disparition progressive de son concurrent *Ae. aegypti* dans les régions du monde où les deux espèces cohabitent.

Les différentes stratégies de lutte

1- L'éducation sanitaire passe par les journaux, la radio, la télévision et les interventions dans les écoles et les mairies.



2- La destruction des gîtes larvaires (mesures physiques)



un acte citoyen

3- Les mesures de lutte antivectorielle personnelles



→ Les moustiquaires imprégnées d'insecticides, les répulsifs, les tortillons, les bombes insecticides, les pièges à adultes...

Stratégies de lutte en période inter-épidémique

→ une lutte dirigée contre les larves



Traitement de tous les macro-gîtes (gîtes hors sol) potentiellement colonisables ou bien déjà colonisés par les larves d'*Aedes* avec des larvicides chimique et/ou d'origine biologique (diflubenzuron, pyriproxyfen, *Bti*, spinosad...)

Stratégies de lutte en période épidémique

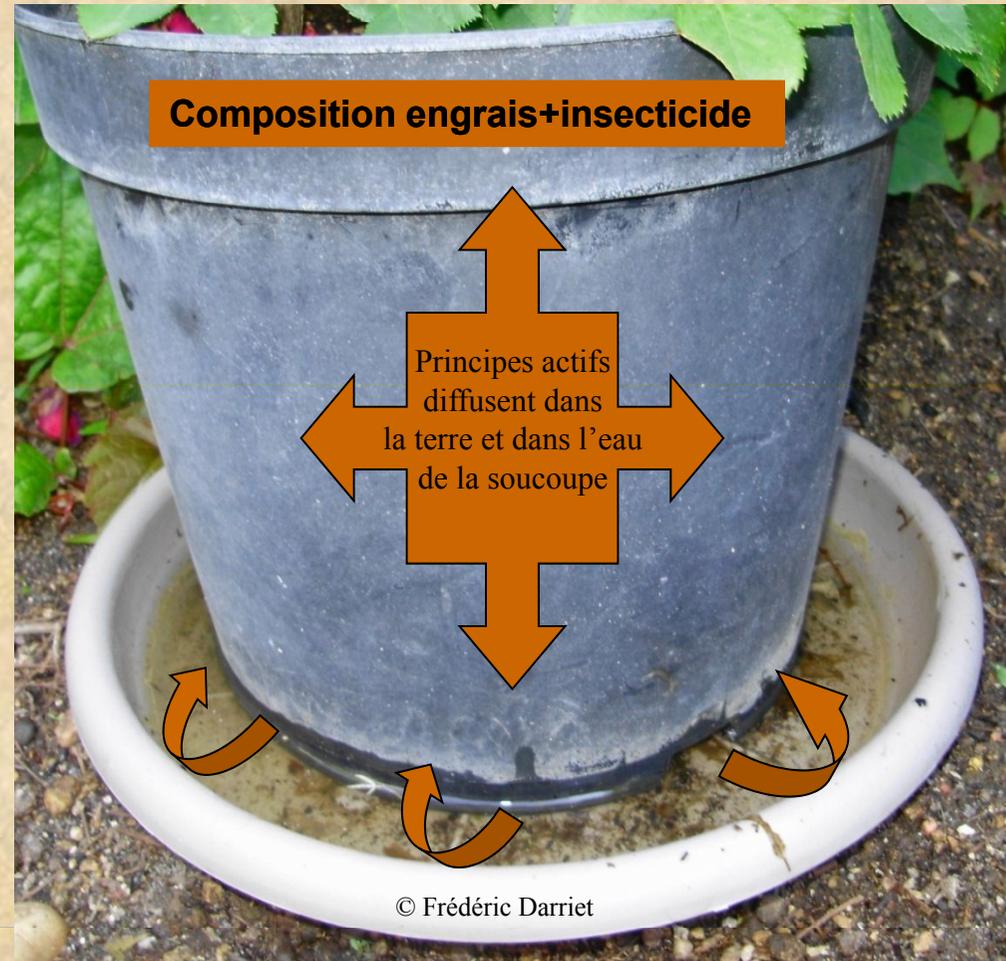
→ Une lutte dirigée contre les adultes



Les traitement des espaces publics sont réalisés sous la forme de pulvérisations spatiales à froid ou à chaud avec des insecticides comme la deltaméthrine et les pyréthrinés. Traiter sur un rayon de 150 mètres autour du lieu de vie d'un cas de dengue, de zika ou de chikungunya.

Une stratégie de lutte antivectorielle personnelle innovante: les combinaison engrais + larvicides

- l'engrais **fertilise** les milieux de croissance des plantes,
- le larvicide assure la **destruction des larves de moustiques** qui vivent dans les coupelles,
- **la combinaison NPK+spinosad 0,5%** reste efficace pendant un mois avec moins de 5% d'émergences imaginale,
- **les combinaisons NPK+pyriproxyfen 0,1% et NPK+diflubenzuron 0,25%** restent actives pendant 1 mois et demi avec moins de 5% d'émergences imaginale.



Évaluation d'un nouveau concept de lutte mixte ravageurs/moustiques



→ concept de lutte mixte AGRIAC : 1- l'engrais fertilise, 2- l'insecticide tue les ravageurs des cultures, 3- le même insecticide tue les larves de moustiques,

→ pour que l'insecticide soit efficace sur les ravageurs des cultures et les moustiques, on incorpore à l'engrais un insecticide systémique ou translaminaire

→ ce concept a été évalué dans les laboratoires du Vectopole du centre IRD de Montpellier.

Darriet F (2021) Laboratory study of an innovative concept to control aphid pests and mosquito vectors of pathogens to humans. *Pest Management Science* doi: 10.1002/ps.6718.

Les EEE d'intérêt médical

- ne représentent pas de danger à l'encontre de la biodiversité animale (interactions biotiques faibles avec les autres espèces),
- leur expansion rapide sur le territoire national français et européen constitue, en revanche, une menace grandissante à l'encontre des populations humaines,
- représentent une menace pour les populations humaines en se faisant les vecteurs de pathogènes dangereux pour l'homme.

Invasive hematophagous arthropods and associated diseases in a changing world

Journal:	<i>Ecosphere</i>
Manuscript ID	ECS21-0709
Wiley - Manuscript type:	Synthesis & Integration
Date Submitted by the Author:	14-Nov-2021
Complete List of Authors:	<p>Darriet, Frédéric; Institut de recherche pour le développement, MIVEGEC Chabrierie, Olivier; University of Picardy Jules Verne</p> <p>Lenoir, Jonathan; University of Picardy Jules Verne</p> <p>Courchamp, Franck; Université Paris-Saclay Faculté des Sciences d'Orsay</p> <p>Claeys, Cecilia; Laboratoire Population Environnement Développement (LPED)</p> <p>Robert, Vincent; Institut de Recherche pour le Développement (IRD), MIVEGEC</p> <p>Jourdain, Frédéric; Institut de Recherche pour le Développement (IRD), MIVEGEC</p> <p>Ulmer, Romain; Université de Picardie Jules Verne</p> <p>Diagne, Christophe; Université Paris-Saclay Faculté des Sciences d'Orsay</p> <p>Ayala, Diego; Maladies Infectieuses et Vecteurs : Ecologie Genetique Evolution et Controle,</p> <p>Simard, Frédéric; Institut de Recherche pour le Développement (IRD), MIVEGEC</p> <p>Morand, Serge; Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University, Bangkok</p> <p>Cuthbert, Ross; GEOMAR,</p> <p>Renault, David; UMR- CNRS 6553 ECOBIO</p>
Abstract:	<p>Biological invasions have increased significantly with the tremendous growth of international trade and transport, both in terms of number of introduced species and of geographical areas invaded. Among invasive species, hematophagous arthropods are vectors of infectious and potentially lethal pathogens and parasites, thus being a growing threat to humans. Today, several major vector-borne diseases, currently described as emerging or re-emerging, are expanding in a world dominated by climate change, ecosystem degradation and intensive transportation of humans and goods. Given the stakes for human health, economic activity and ecosystem functioning, it is now urgent to more thoroughly characterize these invasive hematophagous arthropods and associated emerging vector-borne diseases, whether already existing or expected in the years ahead. In this review, we retrace the history of these invasions to better understand the ecological, physiological and genetic drivers of their success, and their impacts on ecosystems and human health. We also discuss vector control and management strategies to mitigate future risks by harnessing ecology, public health, economics and socio-ethnological considerations.</p>



Aedes albopictus

Il est désormais temps que les pouvoirs publics prennent conscience que les espèces invasives d'intérêt médical – même si leur biologie ne porte pas directement atteinte à la biodiversité indigène – représente une menace pour les populations humaines en se faisant les vecteurs de pathogènes dangereux.

Je vous
remercie de
votre
attention



Aedes aegypti