

# Émergences vectorielles

Didier FONTENILLE, Mivegec IRD, Montpellier  
avec la contribution de Laurence VIAL, Astre, CIRAD

## Déclaration d'intérêts de 2014 à 2020

- Intérêts financiers : Aucun
- Liens durables ou permanents : Aucun
- Interventions ponctuelles : Aucun
- Intérêts indirects : Aucun

## Déclaration de liens d'intérêt avec les industries de santé en rapport avec le thème de la présentation (loi du 04/03/2002) :

**Intervenant** : Didier FONTENILLE

**Titre** Emergences vectorielles

L'orateur ne souhaite pas répondre

- Consultant ou membre d'un conseil scientifique
- Conférencier ou auteur/rédacteur rémunéré d'articles ou documents
- Prise en charge de frais de voyage, d'hébergement ou d'inscription à des congrès ou autres manifestations
- Investigateur principal d'une recherche ou d'une étude clinique

OUI  NON

OUI  NON

OUI  NON

OUI  NON

# Émergences au-delà du COVID-19 : Émergences vectorielles

## Un vecteur c'est quoi ?

*Un vecteur est tout organisme qui transmet activement un agent infectieux d'un hôte à un autre (animal ou végétal).*

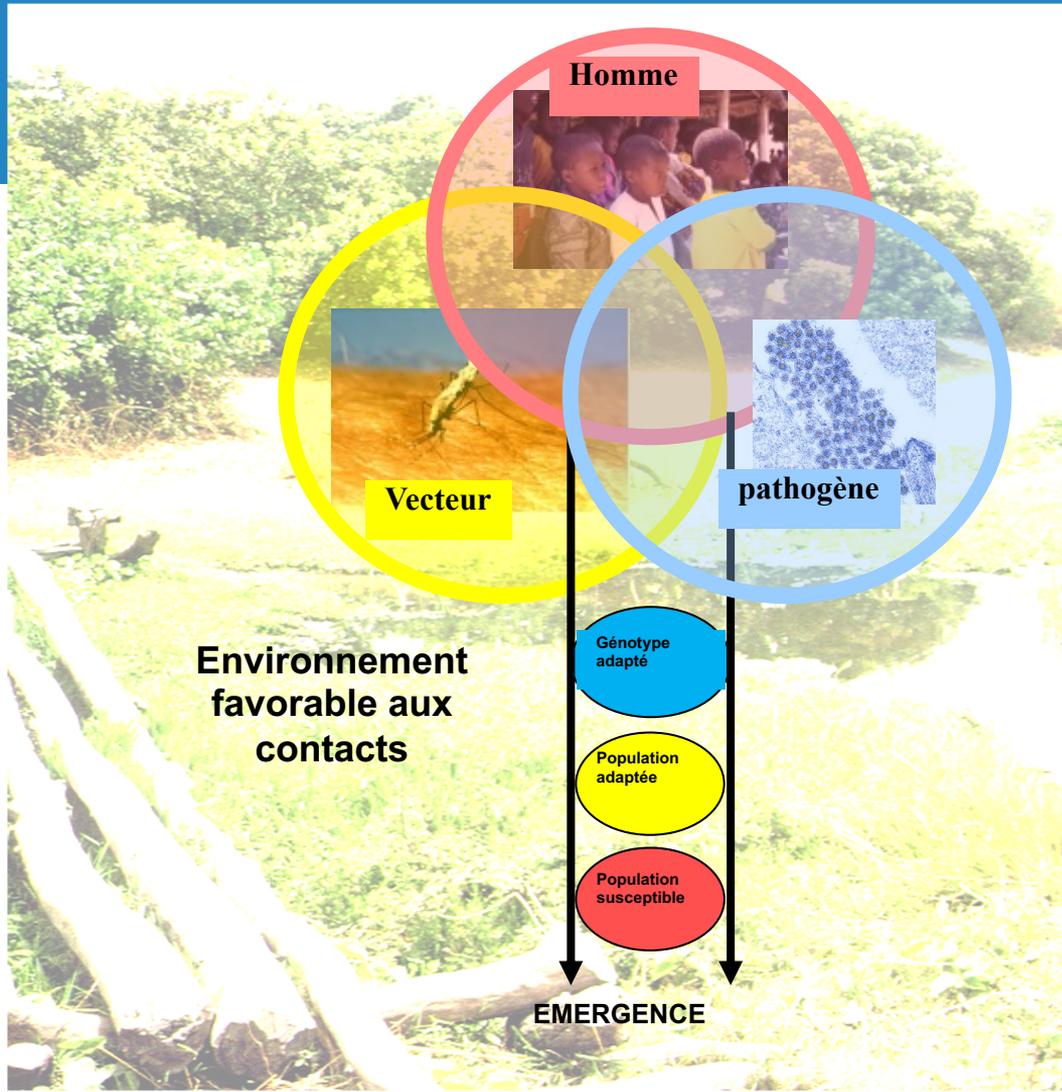
*Le concept de transmission active exige que le vecteur, par son comportement, permette la transmission d'un agent infectieux en le prenant chez un hôte et en le transmettant à un autre hôte.*

*L'agent infectieux peut, ou non, se multiplier dans le vecteur.*

(Fontenille et al. 2020. Compte rendus Biologie Académie des Sciences)

### Human Diseases - vectors

Dengue, Zika, Chikungunya	Mosquitoes (Aedes)
Rift Valley fever	Mosquitoes (Aedes, Culex)
Japanese encephalitis, West Nile, Usutu	Mosquitoes (Culex)
Malaria	Mosquitoes (Anopheles)
Typhus	Lice
Rickettsiosis	Fleas, Ticks
Plague	Fleas
Onchocerciasis	Black flies (Simuliids)
Loase	Tabanids (Chrysops)
Lymphatic filariasis	Mosquitoes
Sleeping sickness	Tse tse flies (Glossina)
Chagas diseases	Bugs (Triatoms)
Leishmaniasis	Sand flies
Tick borne encephalitis	Ticks (Ixodes)
Tick b. haemorrhagic fever	Ticks (Hyalomma)



### ***CLIMAT***

Rainfall, Temperature, Relative humidity  
Evapotranspiration , Sunlight exposure

### ***ENVIRONNEMENT***

Forest/savannas/urbanization  
Soil  
Predators, competitors, parasites

### ***SOCIO-ECO FACTORS***

Human density, Human behaviour  
Vector and pest control  
Agricultural practices, Irrigation  
Traffic and Pathogen importation  
Drugs and Health care access  
Resistance to insecticides and drugs

### ***INTRINSIC FACTORS (Vector, Pathogen, Host)***

Genetic, epigenetic, immunity  
microbiome

# Émergences au-delà du COVID-19 : Émergences vectorielles

- **Un peu d'histoire**

- La peste : puces, rats et *Yersinia pestis*



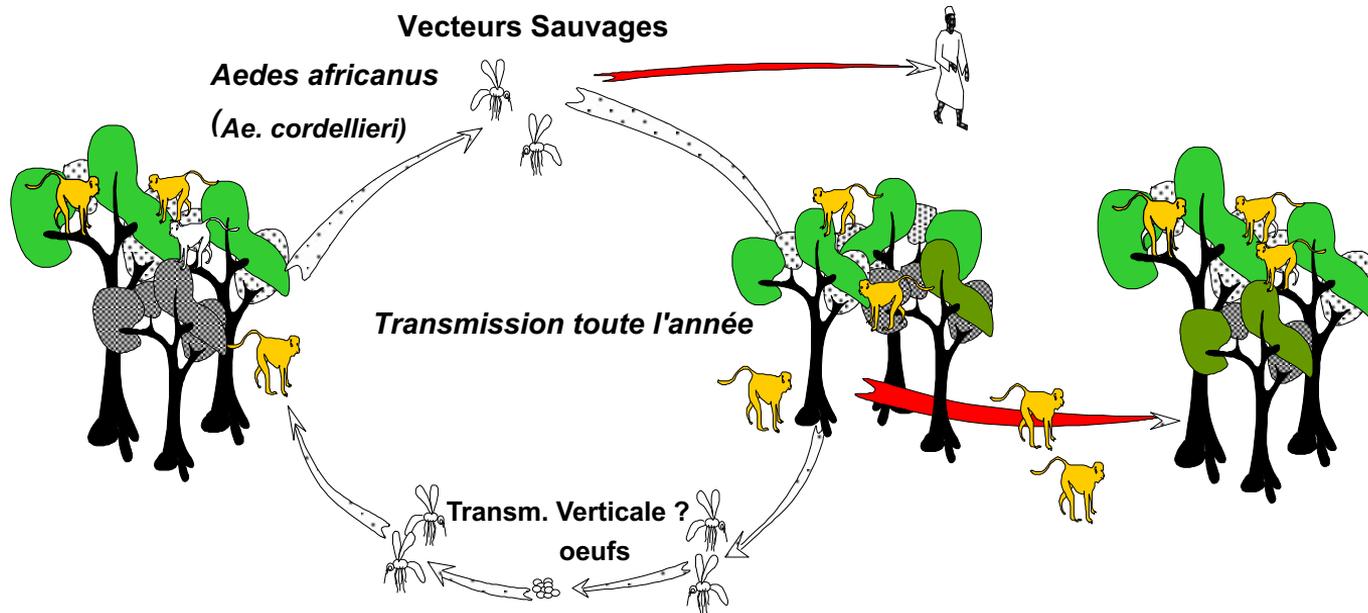
Gravure de la fin du XIXe siècle représentant l'épidémie de peste à Paris en 1544.  
© Apic/Getty Images

- La fièvre jaune: moustiques, primates, virus



Faucheuse au smiley  
Blansky, 2010.  
*Smiley reaper*

# Un peu d'histoire ancienne : Il était une fois la Fièvre jaune

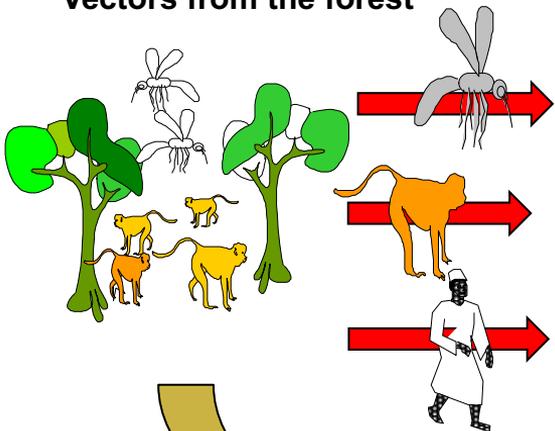


## LE CYCLE DU VIRUS DE LA FIEVRE JAUNE, EN FORET HUMIDE AFRICAINE

# L'émergence de la Fièvre jaune

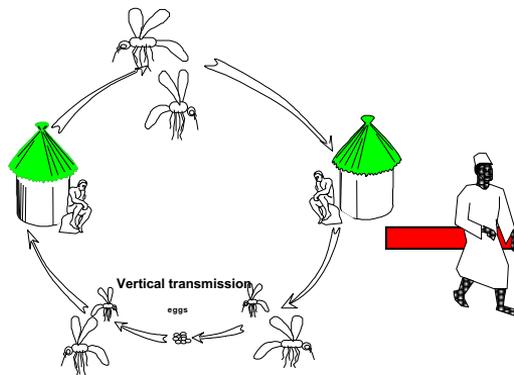
## ENDEMIC

Vectors from the forest



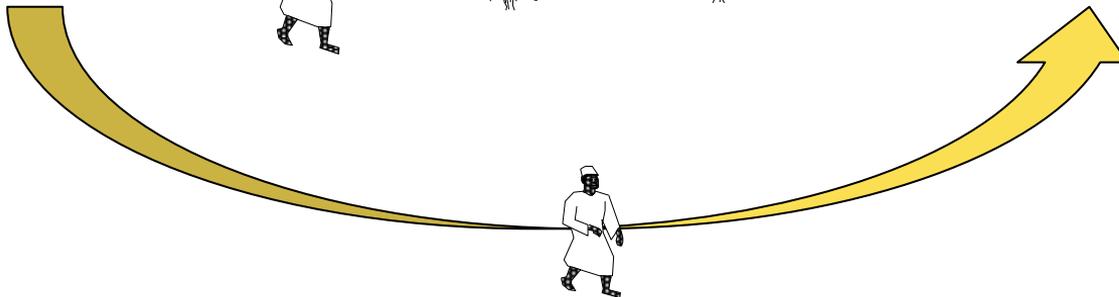
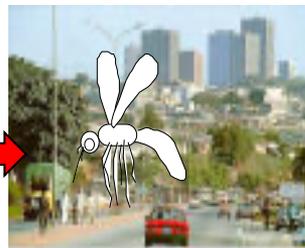
## EMERGING

Vectors from the village

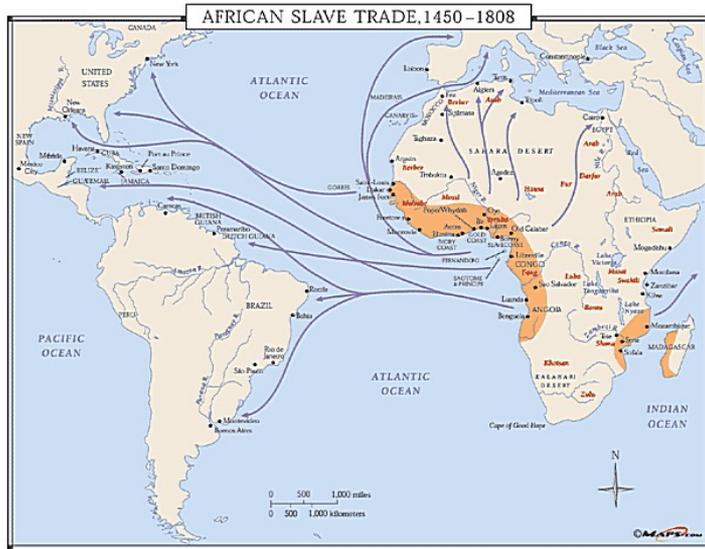


## EPIDEMIC

Vectors from the city  
(*Ae. aegypti*)



# Un peu d'histoire ancienne : Il était une fois la Fièvre jaune



Virus **YF** et *Aedes aegypti* introduits à partir d'Afrique lors de la traite transatlantique des esclaves il y a **500 ans**  
Premier foyer documenté dans la péninsule du Yucatan en 1648

Cycle enzootique **sylvatique** dans les bassins de l'Amazone, de l'Araguaia et de l'Orénoque, avec les moustiques *Haemagogus* et *Sabethes* comme vecteurs

Circule maintenant dans les forêts d'Amérique du Sud, peu dans les villes (sauf parc boisés).  
2016-2017 épidémie d'été austral au Minas Gerais, **Brésil** >750 morts (un vaccin existe !)



Figura 5 - Mosquito *Haemagogus janthinomys* principal transmissor da febre amarela na América do Sul (foto gentilmente cedida por Dr. Nicolas Dégallier, © IRD, 2001).

# Émergences au-delà du COVID-19 : Émergences vectorielles

- Deux exemples récents en France hexagonale
  - Le moustique *Aedes albopictus* (moustique tigre)
  - La tique *Hyalomma marginatum* (tique à patte rayée)

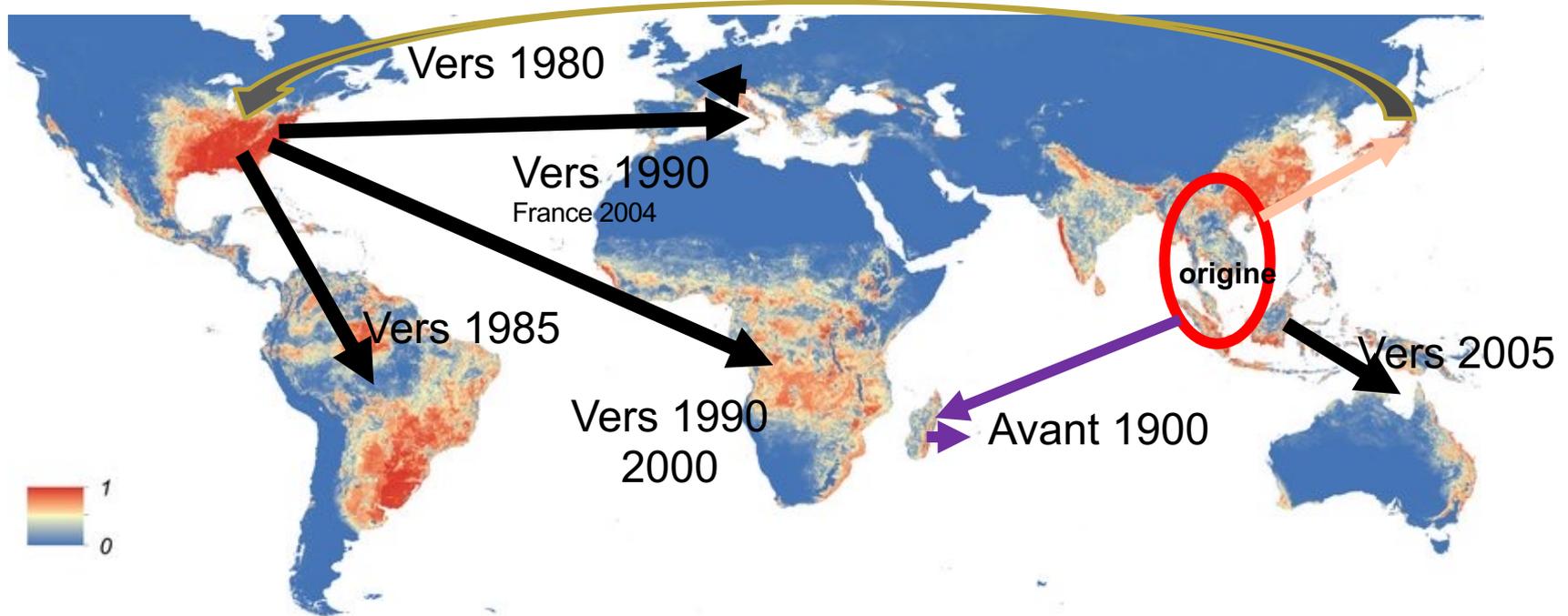


M. Dukhan, IRD



F. Stachurski, CIRAD

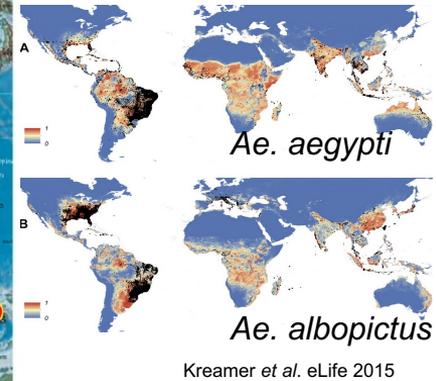
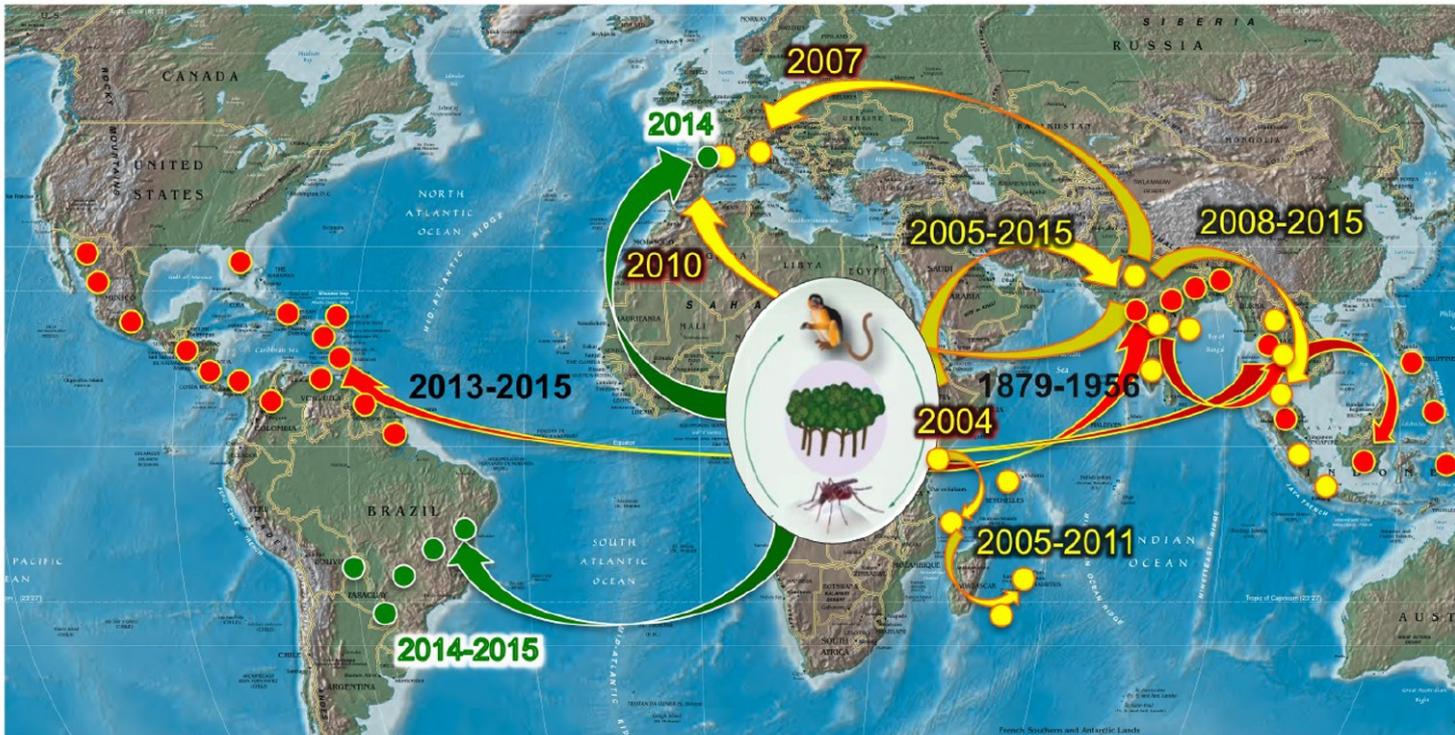
# *Aedes albopictus* , le moustique tigre



Distribution prédite d'*Aedes albopictus*, et routes probables de migrations historiques et récentes

# La récente pandémie de Chikungunya

Map showing the known historic spread of Chikungunya virus based on phylogenetic reconstructions



ECSA lineage, Asian lineage, Indian Ocean Lineage

Weaver and Forrester, 2015

# L'expansion d'*Aedes albopictus* en France hexagonale

Aujourd'hui en France

## Alerte au moustique-tigre

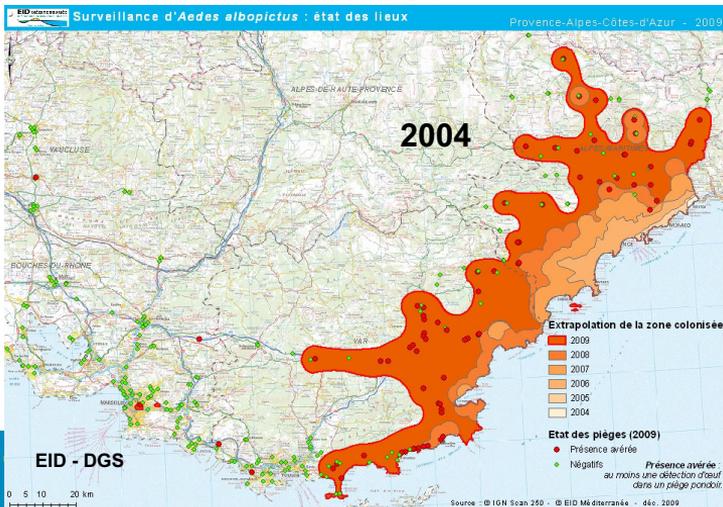
**SANTÉ.** Pour la première fois, le moustique-tigre, qui propage des maladies tropicales graves, a été détecté à Marseille.

« Consulter son médecin traitant en cas de fièvre brutale et de douleurs articulaires »

Le plan gouvernemental consiste à utiliser des insecticides pour éradiquer le moustique dans les zones où il s'implante, notamment en Camargue. Un appel à la population locale est aussi lancé : il est particulièrement conseillé « de supprimer les eaux stagnantes qui contiennent des larves de moustiques, à l'intérieur et

Le moustique-tigre, dont le nom savant est *Aedes albopictus*, est souvent présent dans les gouttières et dans les pneus usagés. Les autorités sanitaires ont également décidé de recenser les cas de chikungunya chez les voyageurs qui reviennent de régions du monde où le virus circule de façon importante. « Des mesures de démonstration autour de ces cas » sont prévues afin d'éviter une contamination de leur entourage. Sur Internet, certains parents s'inquiètent des piqûres que le tigre peut occasionner : « Ma fille s'est fait piquer par un moustique, la cloque rouge est tout de suite devenue très

Le ministère de la Santé vient de décider de renforcer son dispositif de lutte estivale contre le moustique-tigre qui propage le virus du chikungunya, une maladie tropicale

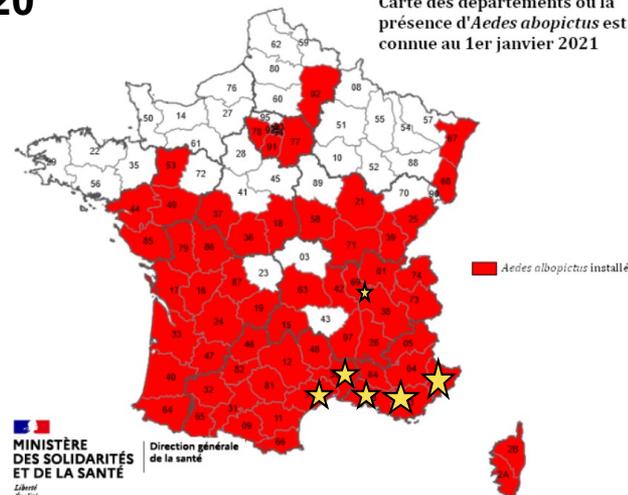


## Carte de présence des moustiques vecteurs *Aedes albopictus*

Fin 2020, 64 départements sont colonisés par le moustique vecteur *Aedes albopictus* (sur les 96 départements métropolitains)

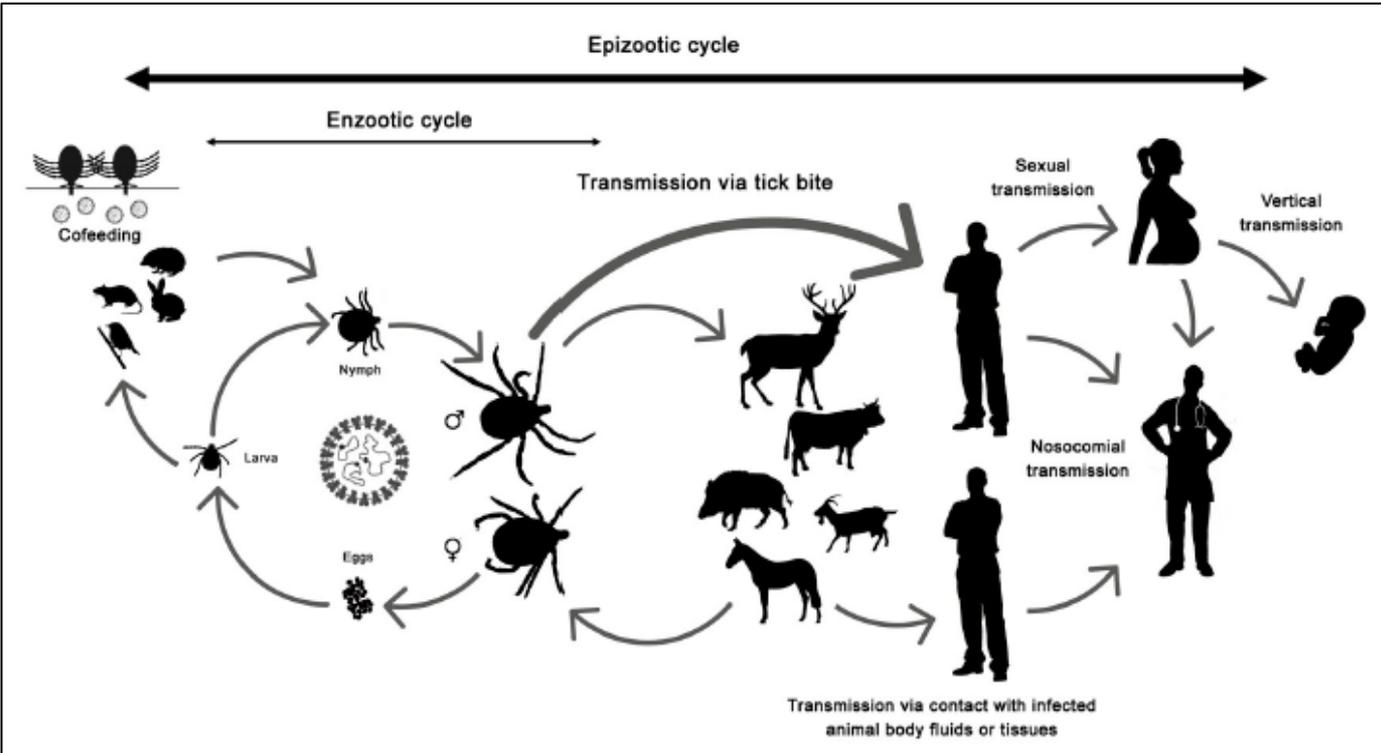
2020

Carte des départements où la présence d'*Aedes albopictus* est connue au 1er janvier 2021



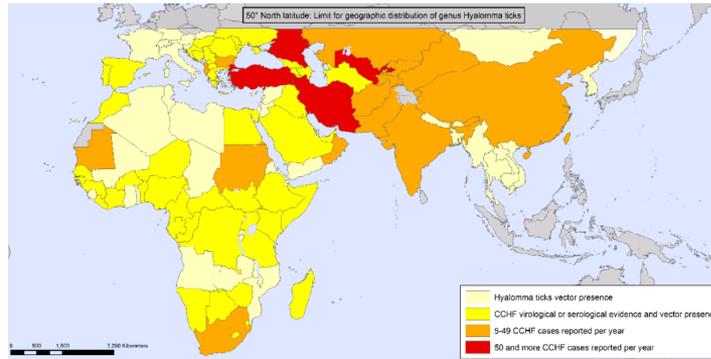
Transmission autochtone et foyers de Dengue, Chikungunya, Zika  
Ce n'est que le début (sauf si ...)

# une zoonose, la fièvre hémorragique de Crimée Congo (CCHF), et les tiques *Hyalomma*



F. Stachurski, CIRAD

# Tiques *Hyalomma* et virus CCHF (fièvre hémorragique de Crimée Congo)



Circulation de CCHF dans l'Ancien Monde (OMS, 2017)

Casos humanos



8 cas humains en **Espagne** →  
Dernier cas le **19 avril 2021** près  
**de Salamanque**



*Note d'expertise, 20 août 2020*



En France hexagonale, un vecteur avéré *Hyalomma marginatum* qui s'installe et s'étend...

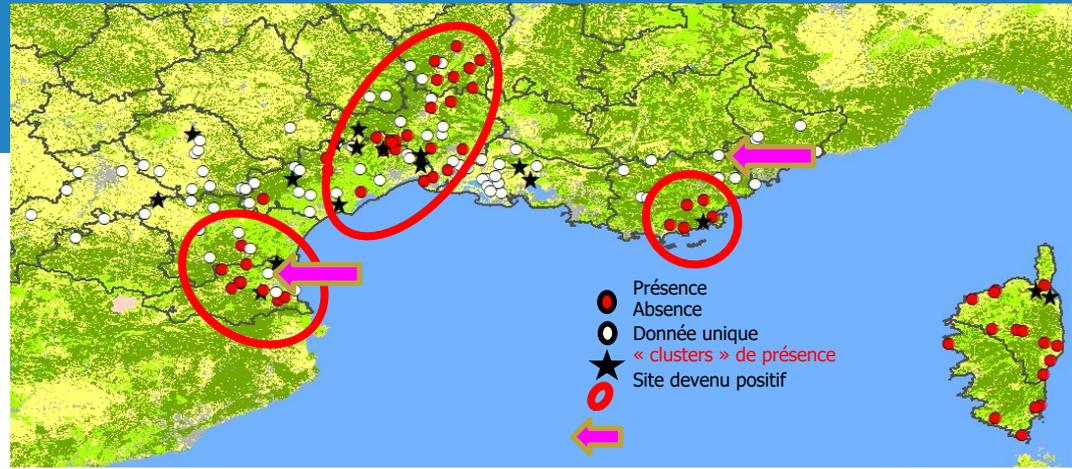


**Forte présomption de circulation de CCHF**  
(enquête sérologique en Corse)

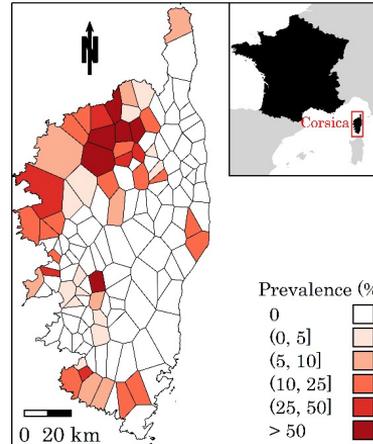
13% bovins et 2-3% petits ruminants avec des anticorps contre le virus CCHF  
(jusqu'à 80% d'animaux séropositifs dans certaines fermes au nord-est de l'île)



22<sup>es</sup> JNI, Montpellier du 30/08 au 1<sup>er</sup>/09/2021



Sites de collecte de *H. marginatum* en structures équestres (2017-2019) 9 départements infestés sur le pourtour méditerranéen (Vial et al., 2016 et com. perso)



Grech-Angelini et al., 2020

Diapo Laurence Vial, CIRAD

# Émergences au-delà du COVID-19 : Déterminants des émergences vectorielles

- **Pourquoi, comment, quand, que faire ?**

Il faut un vecteur (présence, abondance)

Il faut un pathogène (présence, abondance, stade infectieux)

Le vecteur doit rencontrer le pathogène (chez un hôte vertébré)

Le vecteur et le pathogène doivent être compatibles (co-adaptés, rôle de co-évolution)

Le vecteur doit survivre au-delà de la durée de développement du pathogène

Le vecteur doit transmettre à un vertébré (non immun) =>  $R_0 > 1$

## Déterminants

Entomologiques

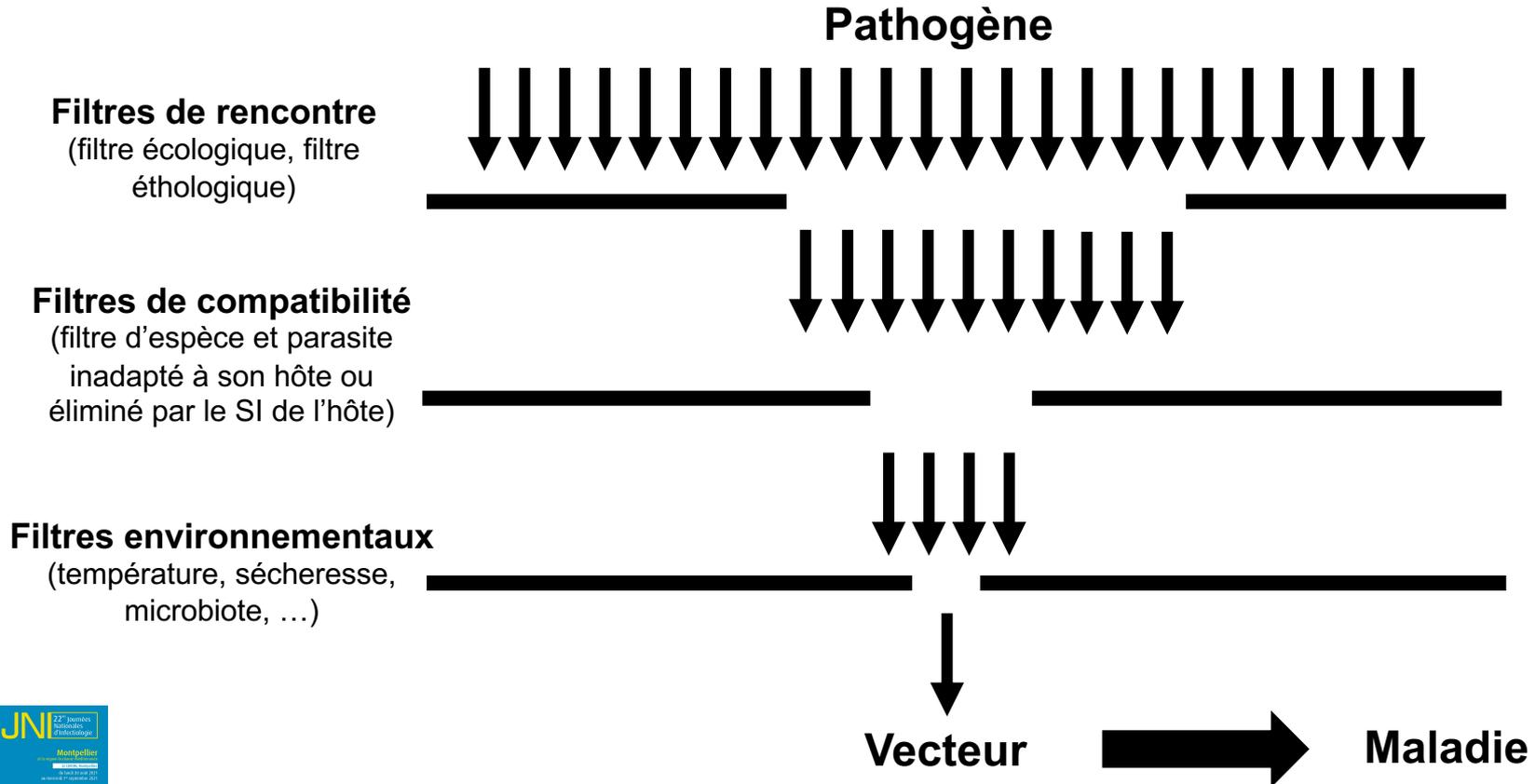
Parasitologiques s.l.

Liés aux hôtes vertébrés

Environnementaux

Liés aux humains : anthropologiques, socio-économiques (y compris surveillance et lutte)

# Un certain nombre de filtres doivent être passés par un pathogène pour qu'un vecteur le transmette et qu'une maladie s'exprime



# QUE FAIRE ?

**Surveiller les vecteurs**

**Éviter les vecteurs**

**Lutter contre les vecteurs: des stratégies très différentes**

**Selon les objectifs et les cibles**

- Santé publique majeur (paludisme africain en zone de résistance)
- Santé publique mineur (foyers de dengue en France métropolitaine)
- Santé vétérinaire (foyers de West Nile chez les chevaux)
- Confort (nuisance diurne ou nocturne)

**Selon les vecteurs,**

- Moustiques diurnes/nocturnes, tiques, phlébotomes, culicoïdes,

**Selon les biotopes,**

- En ville
- En milieu rural
- En zones naturelles

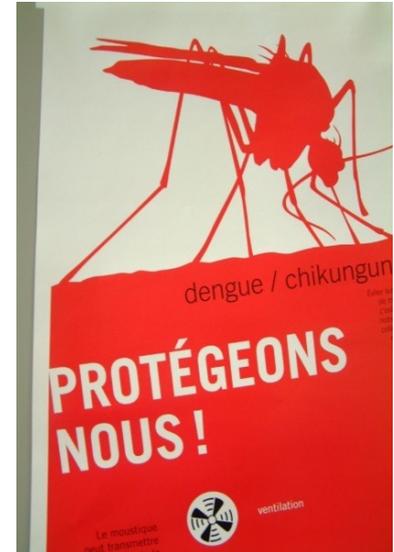
**Selon les impacts**

- Pollutions, chaînes alimentaires

**Selon l'acceptabilité**

**Selon le coût**

**Selon les structures d'intervention** (ARS ou collectivités, public ou privés)



# Merci de votre attention

## Pour en savoir plus

Fontenille D, Cruaud A, Vial L, Garros C. 2020. Understanding the role of arthropod vectors in the emergence and spread of plant, animal and human diseases. A chronicle of epidemics foretold in South of France. *Comptes rendus – Biologies Académie des sciences (CRAS)*, 343, (3): 311-344. (article aussi en français)

Fontenille D, Powell J. 2020. From Anonymous to Public Enemy: How Does a Mosquito Become a Feared Arbovirus Vector?, *Pathogens* 9 (4), article no. 265.



# Pourquoi pas de cas humains en France, comme en Espagne ou en Turquie?

## L'approche One Health/Eco Health permet d'émettre de premières hypothèses...

Turquie

+ **Autres espèces vectrices**

Même vecteur majeur supposé  
*H. marginatum*

Corse

Vecteurs majeurs supposés différents  
*H. marginatum* ≠ *H. lusitanicum*

Espagne

- Déprise agricole puis retour

→  +++

→ **Contacts**  /  +++

- **Hôtes** principaux  
Amplificateurs viraux +++

→ Infection tiques +++

- **Souches** virales  
Europe (clade V)

→ Virulence accrue ?

→ Adaptation aux tiques ?

- **Hôtes** principaux  
Amplificateurs viraux ---



+  +  +  ?  
→ Infection des tiques ---

Cerfs 3-4 fois plus  
séropositifs que les bovins

- **Hôtes** principaux  
Amplificateurs viraux +++



+  +  ?  
→ Infection tiques +++

- **Souches** virales  
Afrique (clade III) + autres?