



# Maladies vectorielles animales (et humaines) A quoi doit-on s'attendre ?

Claire Garros (Cirad, UMR ASTRE, RIVOC) et  
Didier Fontenille (IRD, UMR MIVEGEC, RIVOC)



Conseil régional d'orientation de la politique sanitaire animale  
et végétale (CROPSAV), **jeudi 29 novembre 2024**



# De quel type de maladies et d'épidémies parle-t-on ?

Animal, humain, végétal ?

Infectieux – non infectieux ?

Lié à l'exposum (chimique, physique, biologique, social) ?

*Par exemple* : maladies cardiovasculaires, obésité, maladies liées à la pollution, accidents de trottinettes, covid, grippe, dengue, MHE

**Je ne vais parler que d'épidémies et  
épizooties à transmission vectorielle**

**Défis  
Clés**  
OCCITANIE



**RIVOC**  
Risques infectieux et Vecteurs - Occitanie

- Région Occitanie : 15 Défis clés depuis 2021
- Initiative de la Région Occitanie pour des filières d'excellence de recherche dans des domaines clés, en lien avec les ambitions régionales du Pacte Vert
- **RIVOC : Risques infectieux et vecteurs en Occitanie (2021-2024)**
- Santé humaine, animale et des plantes
- 40 unités de recherche Montpellier/Toulouse/Perpignan, MSH Toulouse/Montpellier, agences et fédérations de santé humaine, animale et végétale, pôles de compétitivité (SATT), entreprises du secteur

**Dernier projet financé par RIVOC : VECTOCLIM**  
***Changement Climatique et Risque Vectoriel en Région Occitanie***

***Culicoides***, moucheron vecteurs des virus FCO  
(fièvre catarrhale ovine) **et MHE** (maladie hémorragique  
épizootique des ruminants)



et

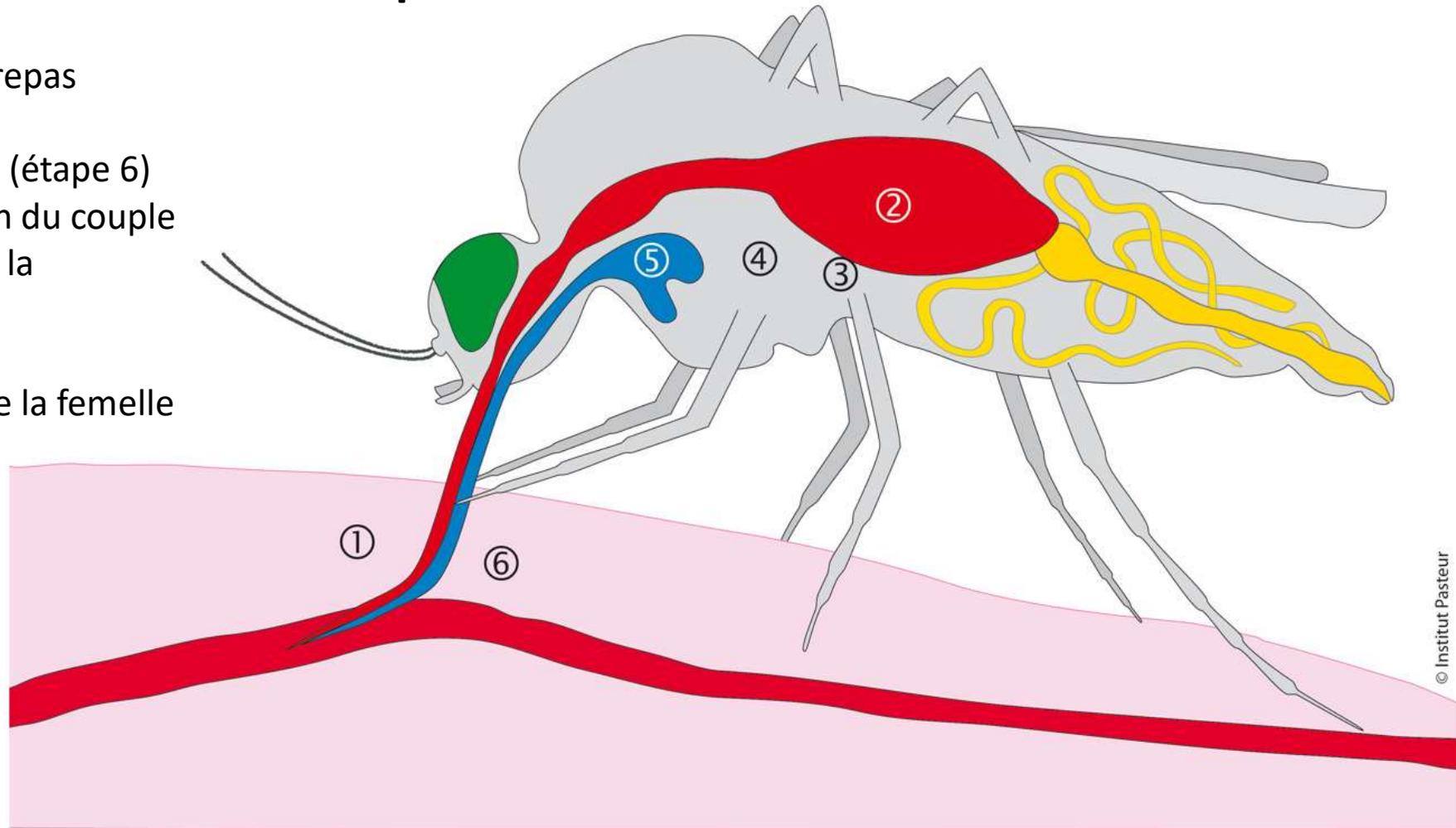
***Moustique tigre, Aedes albopictus***



## Le « circuit » du virus chez le diptère vecteur

➤ Période entre le repas infectant (étape 1) et la salive infectée (étape 6) variable en fonction du couple vecteur/virus et de la température

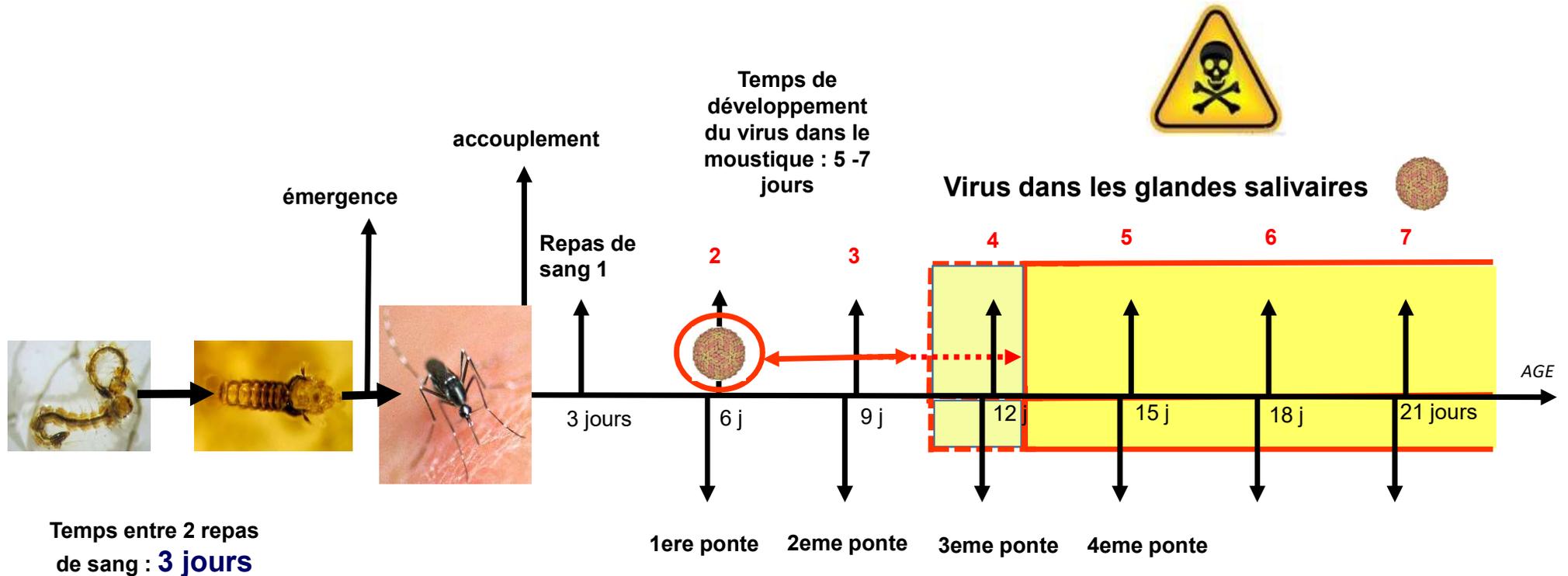
➤ Infection à vie de la femelle



- ① ingestion du virus sur un hôte en phase de virémie
- ② entrée du virus dans les cellules de l'intestin
- ③ libération des virus dans la cavité générale après réplication

- ④ dissémination du virus dans différents tissus et organes internes
- ⑤ infection des glandes salivaires
- ⑥ libération du virus par la salive

# Seuls les vieux moustiques femelles sont dangereux



La durée du cycle de développement du virus dans le moustique dépend du vecteur, du virus, **de la température**

La durée entre deux pontes/piqûres dépend **de la température, humidité relative**

# Diapositive Valérie Masson Delmotte, Haut Conseil pour le Climat :

## Dans le monde, le changement climatique dû à l'influence humaine affecte de manière négative la santé physique et mentale



### Stress thermique

*Mortalité, morbidité  
Productivité au travail  
Activité physique, bien-être  
Performances cognitives*



### Evènements extrêmes

*Santé physique et mentale  
Accès aux services de santé  
Pathogènes aquatiques*



**Production agricole**  
*Insécurité alimentaire  
Malnutrition*



### Aires de répartition

*Vecteurs de maladies*



**Polluants atmosphériques**  
**Allergènes**



### Santé mentale

*Traumatismes évènements extrêmes / déplacement  
Pertes de repères culturels  
Chagrin environnemental (solastalgie)  
Par procuration (éco-anxiété)*



## 2022 : UNE ANNÉE EMBLÉMATIQUE DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

France  
2013-2022

+ **1.9**°c

2022

+ **2.9**°c

Cette année exceptionnellement chaude dans le climat actuel (avec 10 % de probabilité d'avoir une année encore plus chaude) atteint le niveau de température moyen que la France connaîtrait vers 2050-2060 si le réchauffement planétaire atteint +2°C.

\* par rapport à la période 1900-1930

Monde  
2013-2022

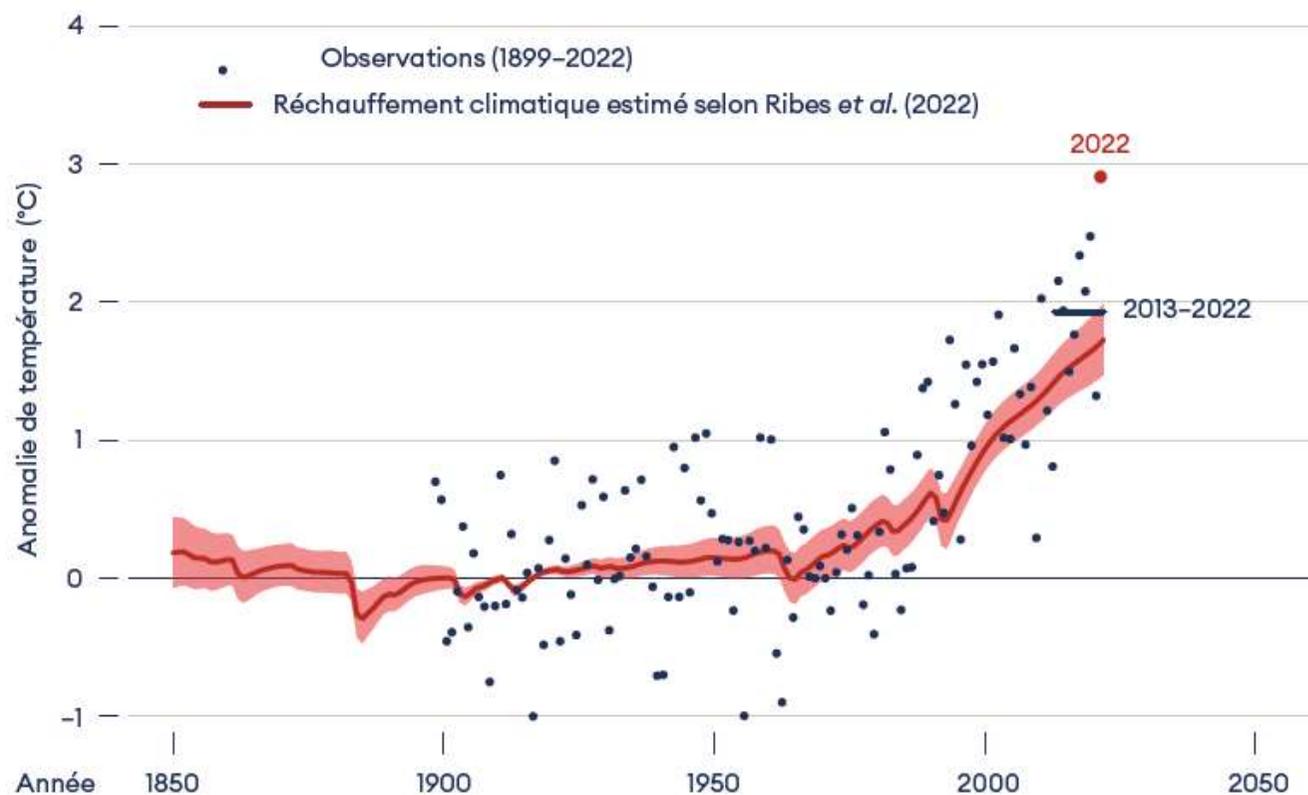
+ **1.15**°c

Les années 2015 à 2022 ont été les 8 années les plus chaudes jamais enregistrées sur la surface de la Terre.

\*\* par rapport à la période 1850-1900

**Haut Conseil pour le Climat**

Figure 1.1a – Anomalie de température  
en moyenne annuelle observée en France métropolitaine

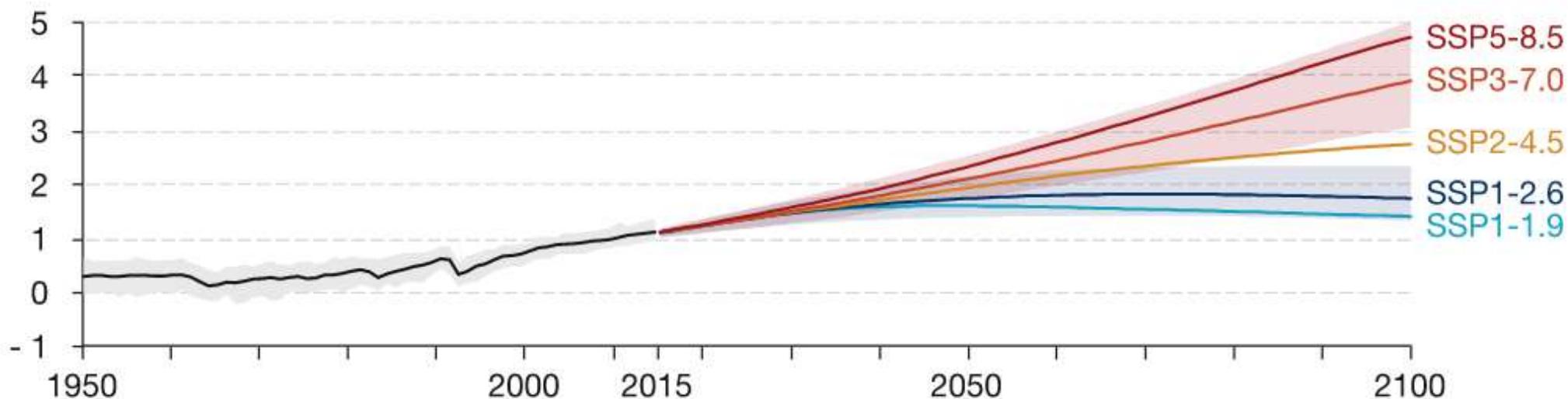


Anomalie de température en moyenne annuelle observée en France métropolitaine entre 1899 et 2022 (points noirs), et réchauffement dû aux activités humaines et influences externes connues (tels les volcans) estimé sur la période 1850-2022 en combinant modèles et observations (courbe marron) par rapport à la moyenne 1900-1930 (adapté de Ribes et al. 2022)<sup>21</sup>.

Source : Météo-France d'après Ribes et al. 2022

## Projection de la variation de température moyenne mondiale par rapport à la période 1850-1900

En °C

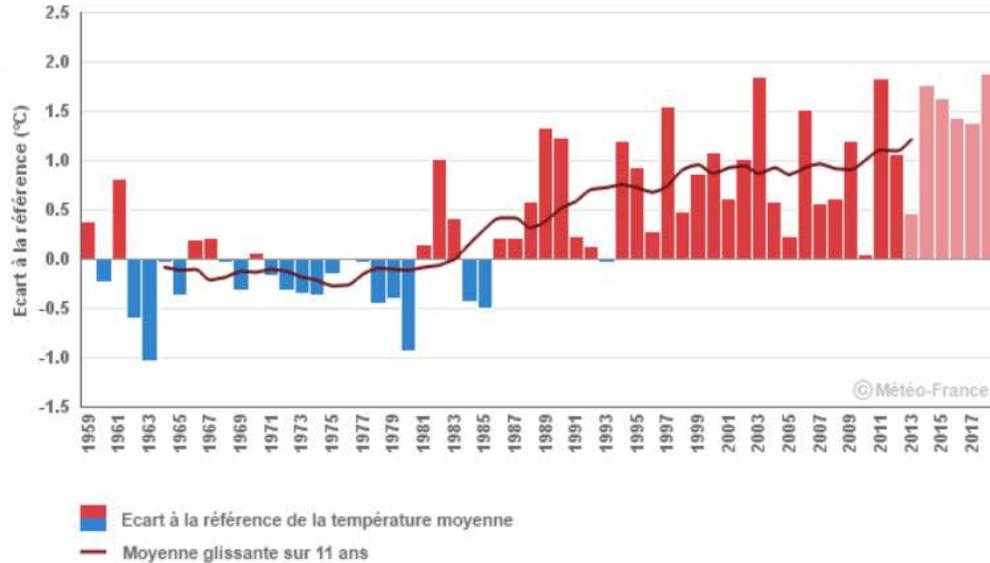


Source : Giec, 1<sup>er</sup> groupe de travail, 2021

**Mais aussi niveau de la mer, pluviométrie / sécheresse, évènements extrêmes**

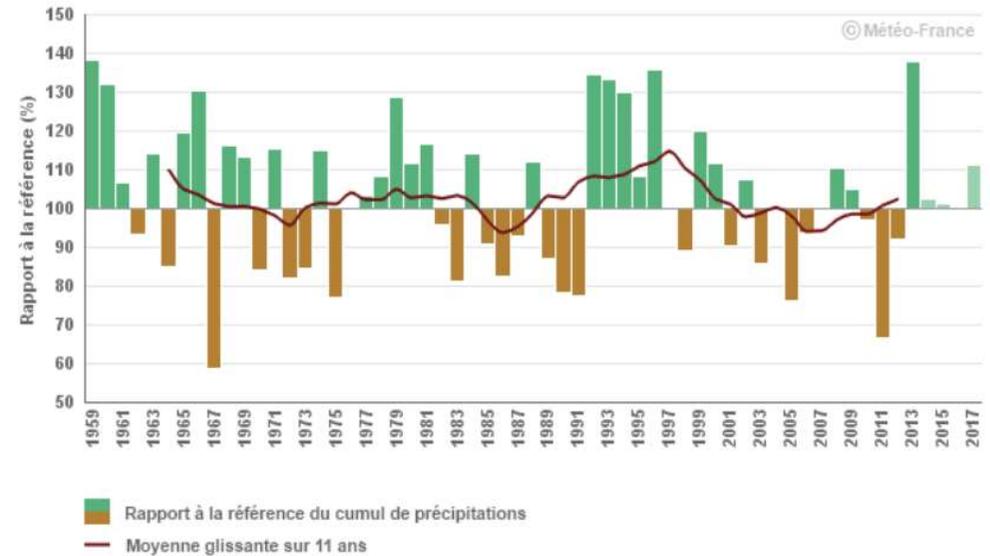
# L'évolution récente en région Occitanie

Température moyenne annuelle : écart à la référence 1961-1990  
Toulouse-Blagnac



- L'évolution des températures moyennes annuelles en Occitanie montre un net réchauffement depuis 1959

Cumul annuel de précipitations : rapport à la référence 1961-1990  
Montauban



- Grande variabilité temporelle des précipitations
- Légère baisse des cumuls annuels
- Augmentation des sécheresses depuis 1958

Figures de Pierre Etchevers, 2019. Météo-France, Evolution climatique et ressources en eau de surface en Occitanie

# Emergence ou réémergence ?

JF Bricaire, 2018, **Maladies infectieuses émergentes et réémergentes**. revue du praticien

*Pour une maladie, le concept d'émergence ou de réémergence évoque la notion d'**apparition** ou de **réapparition** d'un phénomène infectieux*

- *exprime soit la nouveauté de quelque chose jusqu'ici inconnu*
- *met en lumière une infection déjà connue mais qui devient davantage exprimée ou visible, dont l'incidence augmente*
  
- **Evolution** phénotypique et génétique d'un **agent pathogène** existant, ou **modification** de sa transmission, générant des infections nouvelles ou une augmentation de l'incidence
  
- Le caractère nouveau de l'infection tient à un **changement** d'hôte, de vecteur, de pathogénicité ou de souche de l'agent infectieux, des interactions pathogènes – hôtes (dont vecteur)

## Pourquoi de nouvelles épidémies ?

De tout temps il y a eu des épidémies, mais le monde change plus vite

- Changement climatique
- Urbanisation
- Usage des sols et les pratiques d'élevage
- Perte de biodiversité et déforestation
- Augmentation du « chimique »
- Déplacements et transports
- Aspirations sociétales (revenus, consommateurs)

Cependant

- Meilleure éducation à la santé animale et humaine
- Surveillance et diagnostics meilleurs
- Nouvelles méthodes de contrôle (Lutte antivectorielle, vaccins, médicaments)
- Prise en charge (chez l'homme) meilleure

**Risque d'une nouvelle maladie/épidémie**  
**=**  
**danger x exposition x vulnérabilité**

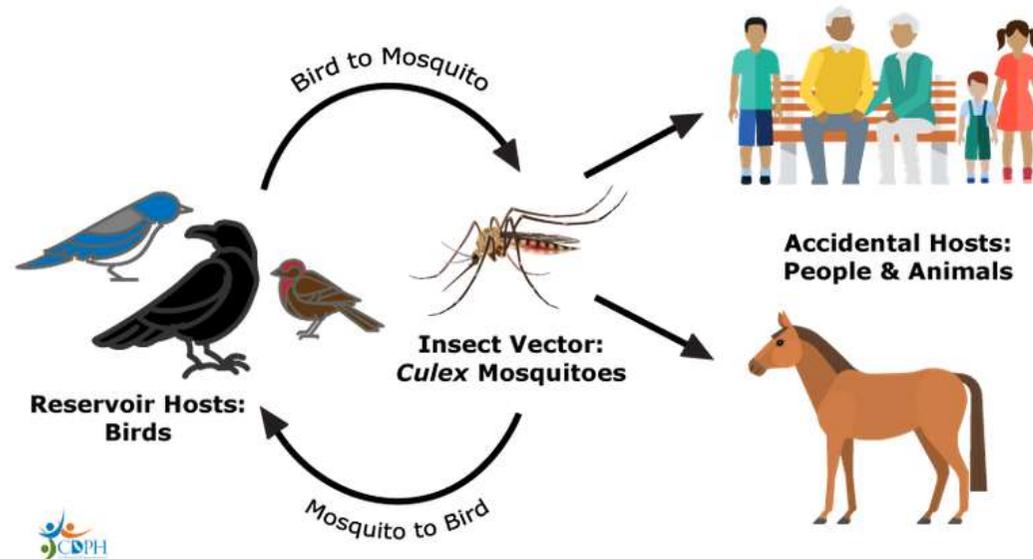
Vecteurs  
Agents infectieux

Contacts du danger avec  
humains ou animaux

Possibilité d'avoir des  
symptômes, mourir

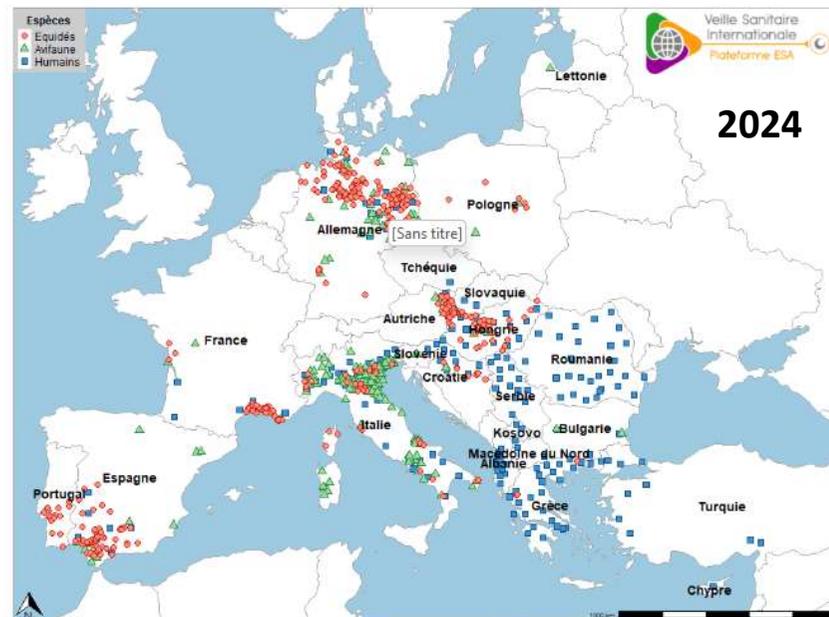
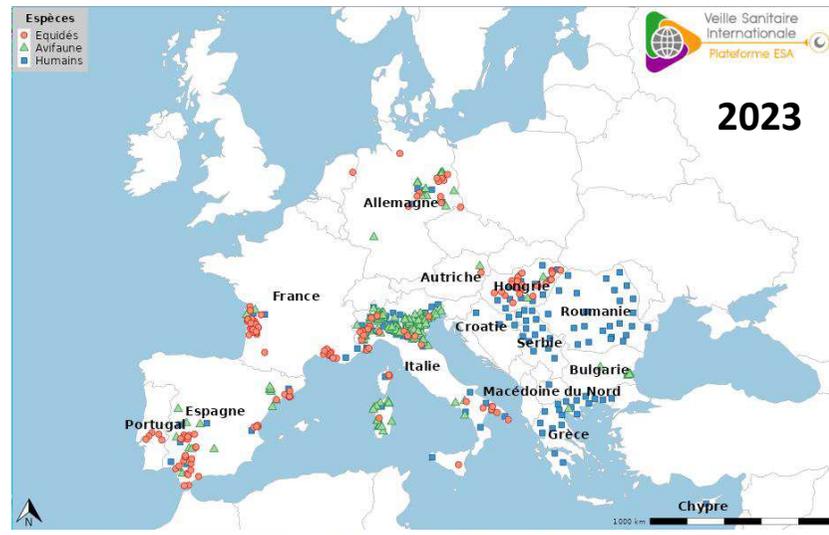
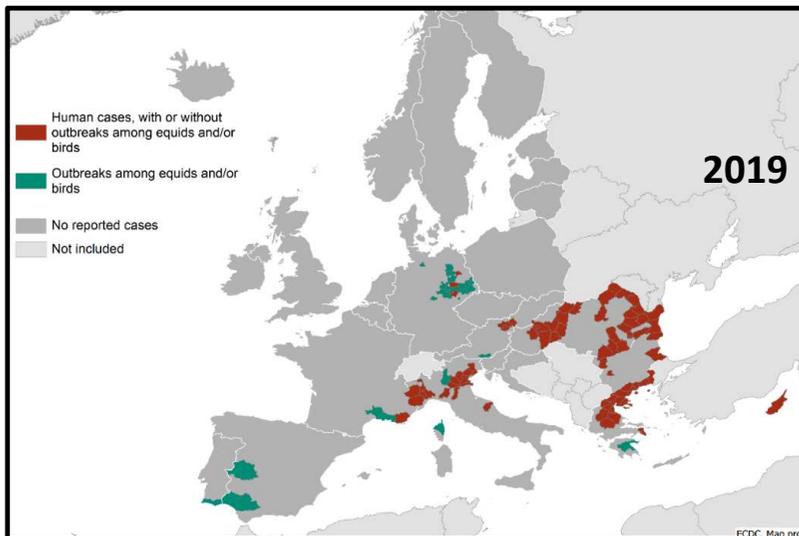
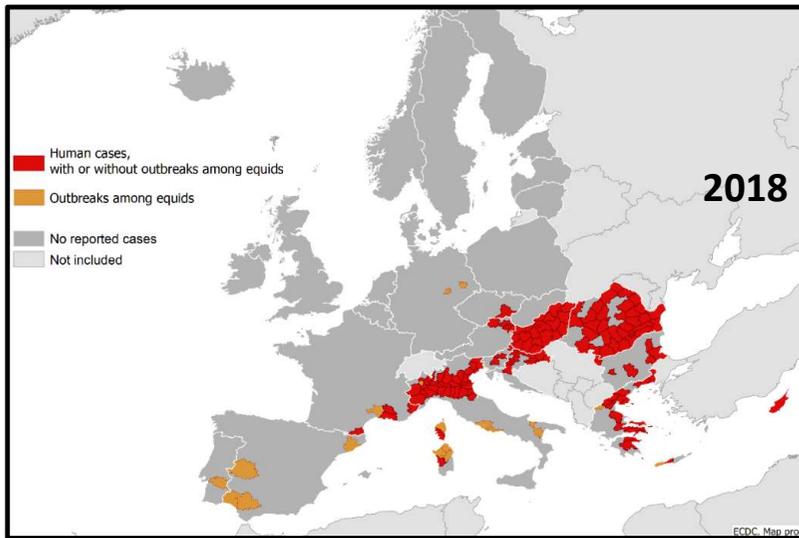
# Les moustiques *Culex* et la fièvre à virus West Nile (et Usutu)

## West Nile Virus Transmission Cycle



Saint Gilles - Camargue – (Ph G. Legoff)





Onze cas en Occitanie ont été confirmés dans les communes de Vauvert, Baillargues, Lattes, Vendargues, Restinclières, Teyran et Junas dont une forme neuro-invasive (SPF, 05/11/2024)

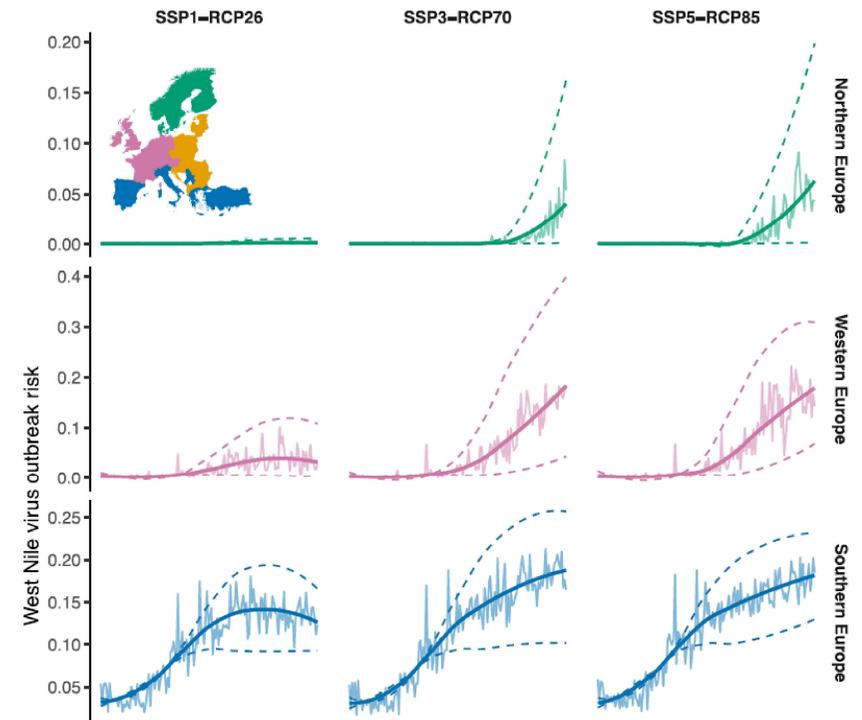
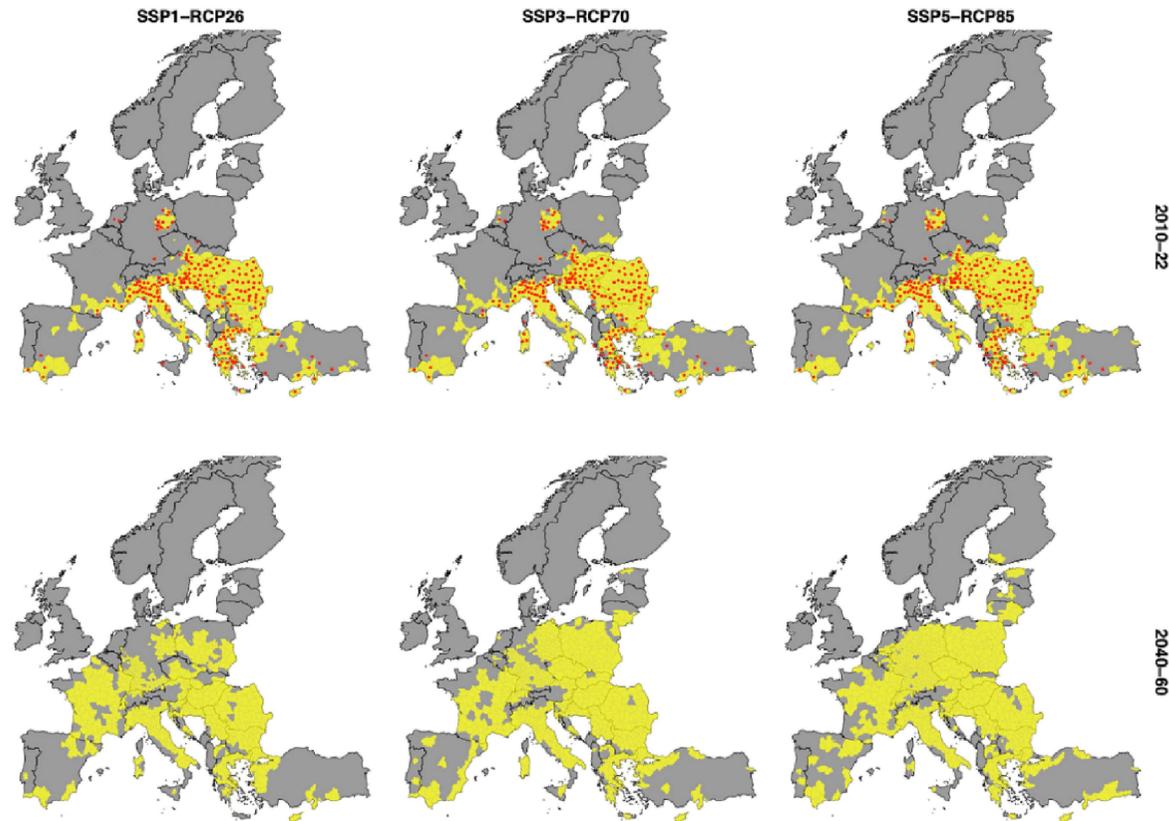
74 foyers d'équidés ont été déclarés en Charente-Maritime, dans le Var, les Bouches-du-Rhône, le Gard, l'Hérault, La Haute-Corse, la Vendée et la Corse-du-Sud (CE ADIS, 13/11/24)

Figure 1. Carte d'Europe montrant la distribution de West Nile en 2023 et les foyers (avec animaux) pour les années écoulées.

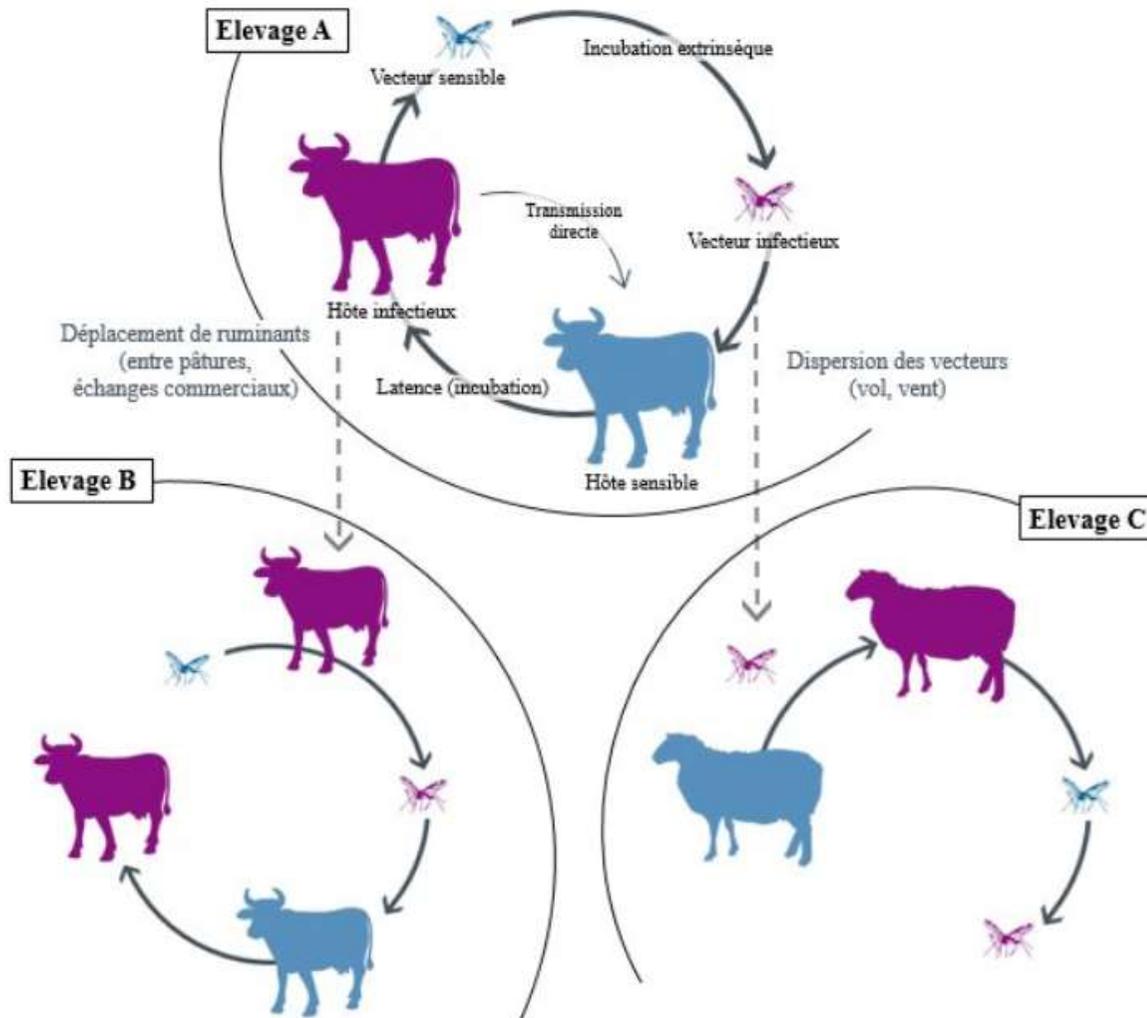
# Les scénarios pour l'avenir : changement climatique, oiseaux en ville

Z. Farooq et al.

One Health 16 (2023) 11



# Culicoides et virus transmis



# La maladie hémorragique des ruminants (MHE)

Menu Recherche Li

Politique International Idées et Débats Culture JO 2024 CheckNews Société En

Accueil / Environnement / Agriculture

## Maladies émergentes

### Les élevages français en proie à une maladie hémorragique épidémiologique dopée par le changement climatique

Article réservé aux abonnés

La biodiversité dossier ▾

En réponse à l'épidémiologie qui frappe les élevages depuis septembre, Gabriel Attal a promis ce mercredi un soutien financier rapide aux éleveurs. Cette crise, inédite en France et favorisée par le réchauffement du climat, pourrait reprendre à partir du printemps et s'étendre à la faune sauvage.

MA VILLE SPORT FAITS DIVERS ACTU LOISIRS ANNONCES AVIS DE

Midi Libre

Accueil > Economie > Agriculture

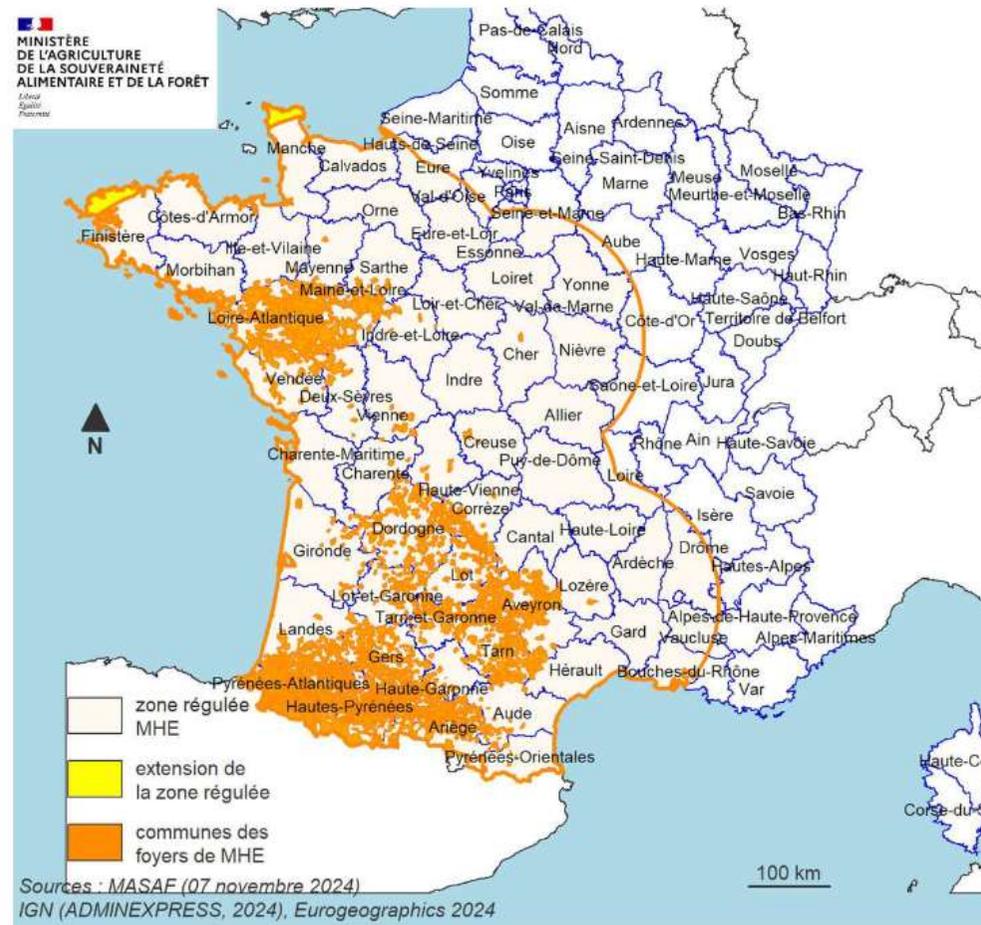
### La maladie hémorragique épidémiologique se rapproche de la Lozère, les éleveurs en alerte



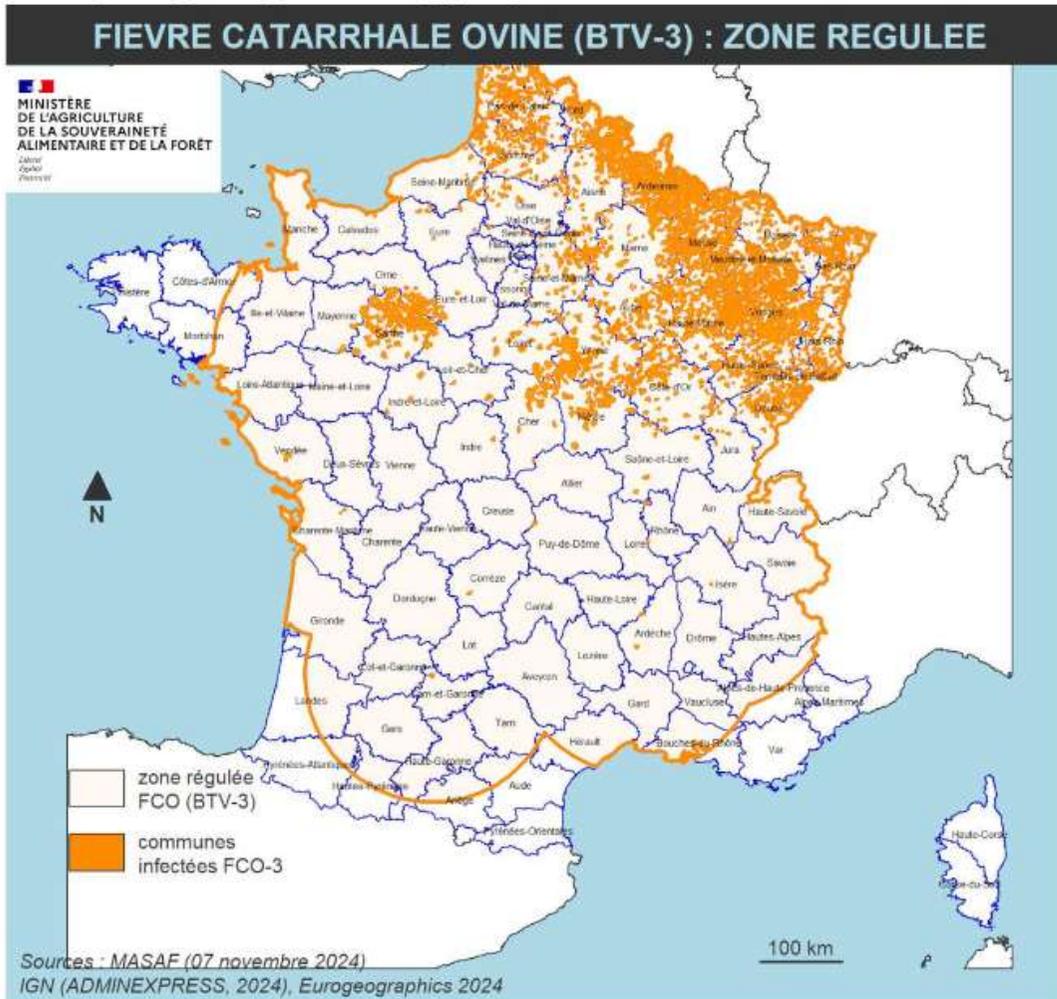
145 des 152 Communes de Lozère ont intégré la zone réglementée après qu'un cas de MHE a été découvert da / MIDI LIBRE - GUIGNARD CELIAN

Ski tout-compris by Club Med

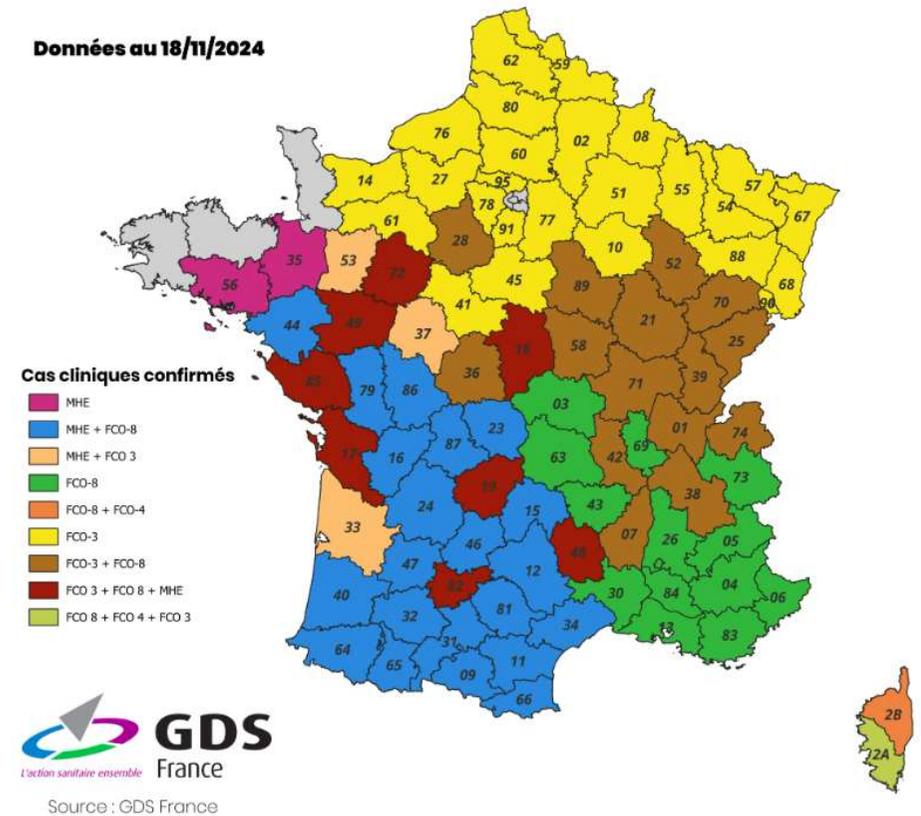
Horribles accidents hors-ski, les jours de pluie, fofos.



# La fièvre catarrhale ovine : sérotype 3 et 8 variant



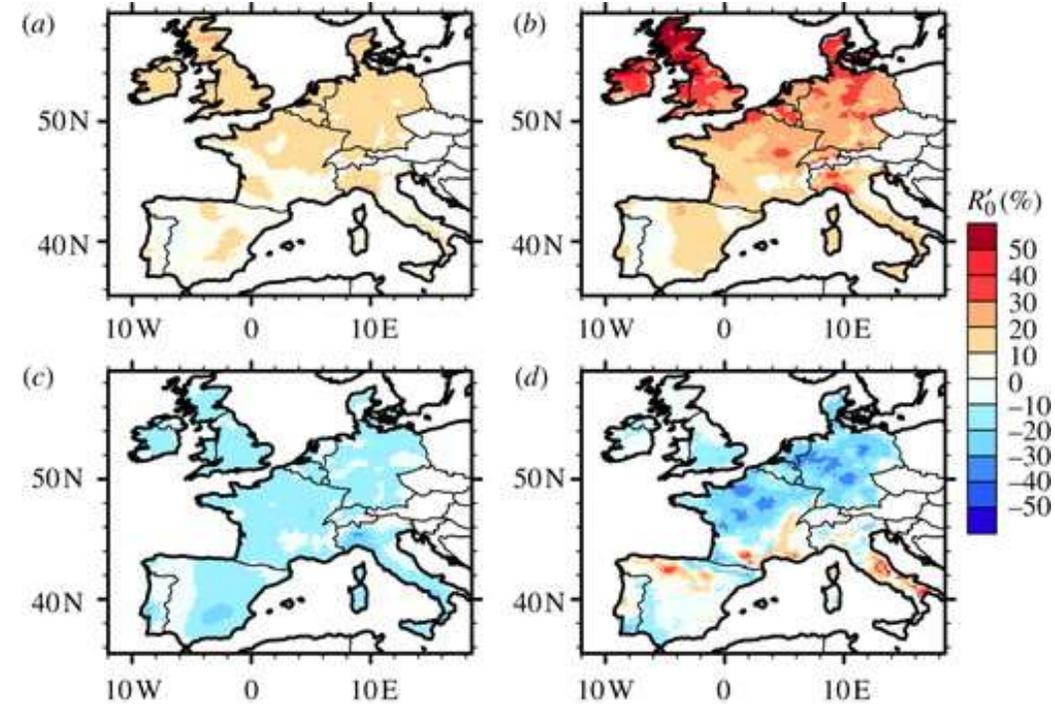
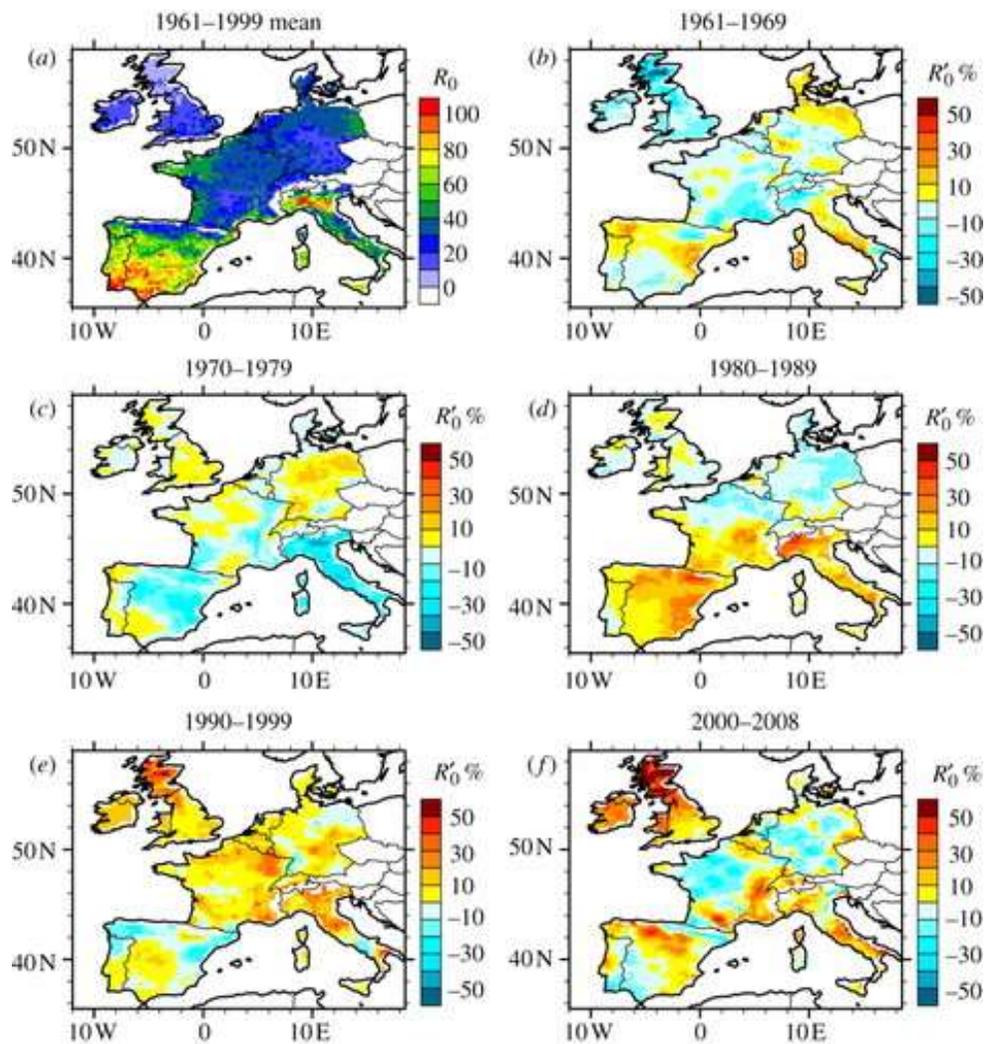
Données au 18/11/2024





## Quel est l'impact du changement climatique sur le risque de transmission FCO et MHE en Europe ?

- Très peu d'études scientifiques modélisent l'impact du changement climatique sur la dynamique des populations de vecteurs, l'abondance ou la phénologie et encore moins sur le risque vectoriel associé ( $R_0$ )
- Modèle qui simule les variations de  $R_0$ , en incluant les paramètres sensibles aux variations climatiques, et 2 compartiments ruminants (bovins et ovins) et 2 zones entomologiques
- **Simulations sur les événements passés (1960-2008)**



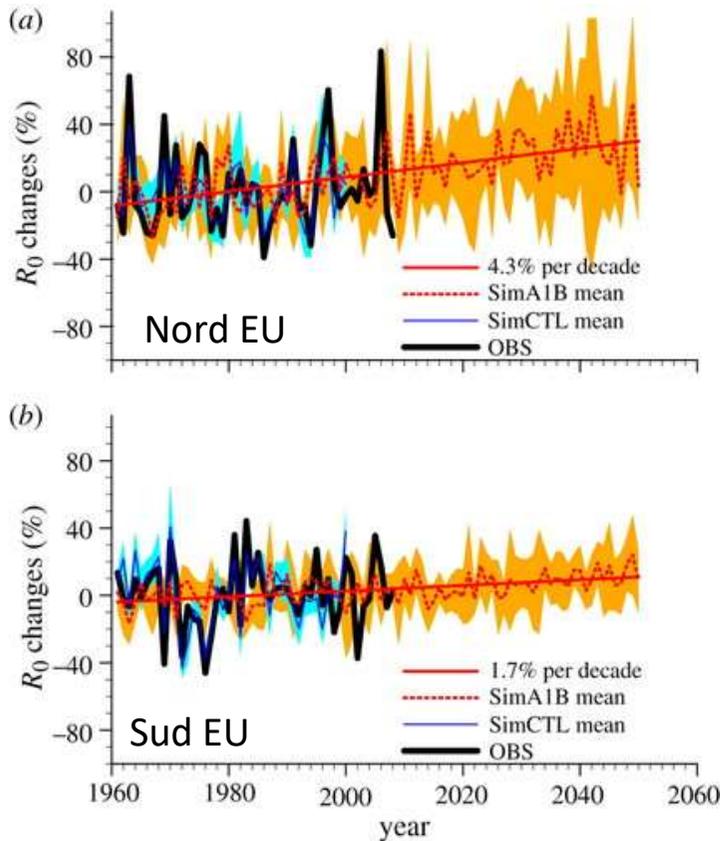
All parameters are assumed to be constant except one in each panel: in (a) the biting rate; in (b)  $1/\text{mean extrinsic incubation period}$ ; in (c) the vector mortality rate; and in (d) the vector-to-host ratio ( $m$ )

- Les conditions climatiques en Europe du Nord étaient favorables à la transmission de la FCO 15 ans avant son émergence en 2006
- L'augmentation du risque est liée à une diminution du temps nécessaire à la réplication du virus dans les *Culicoides* en Europe du Nord, alors qu'en Europe du Sud c'est plutôt l'augmentation du ratio vecteur-hôte

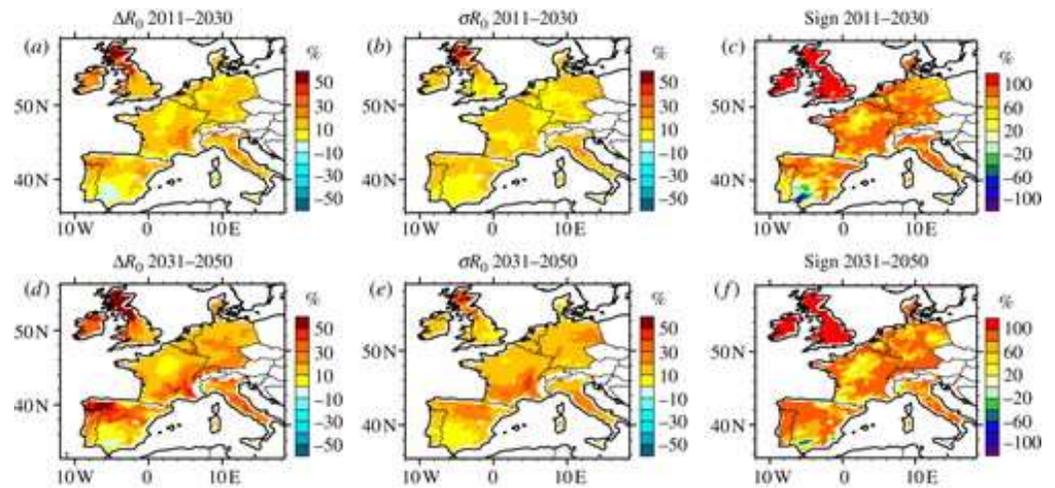
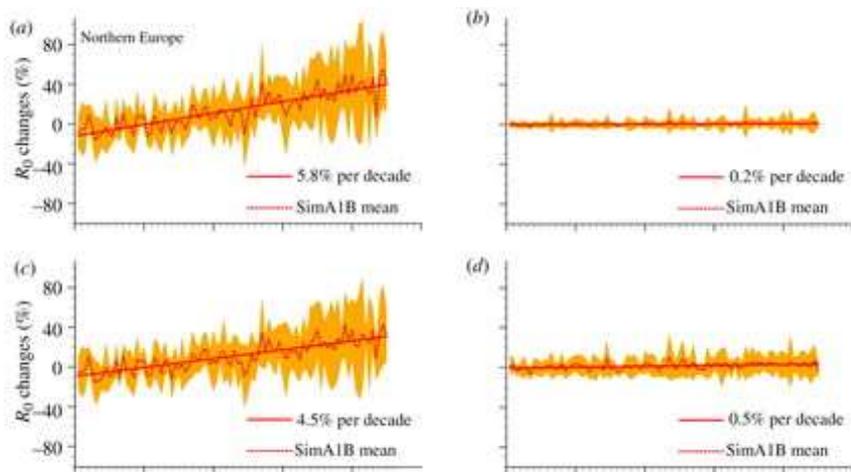


# Quel est l'impact du changement climatique sur le risque de transmission FCO et MHE en Europe ?

## ■ Simulation pour le futur (2030-2050)



- Les modèles suggèrent que
  - le  $R_0$  aura augmenté de 30 % dans le nord-ouest de l'Europe et de 10 % dans le sud-ouest, par rapport aux niveaux de risque modélisés moyens de 1961-1999 dans chacune des deux régions
  - Néanmoins, même en 2050, le risque absolu de transmission de la FCO reste deux fois plus élevé dans le sud-ouest que dans le nord-ouest de l'Europe
  - Le  $R_0$  moyen dans les 11 scénarios est simulé pour augmenter progressivement entre le présent et 2050, mais plus rapidement dans le nord-ouest que dans le sud-ouest de l'Europe (4,3 % contre 1,7 % par décennie)



➤ Pour l'Europe du Nord-Ouest, les anomalies de  $R_0$  sont principalement dues à des changements de température, en particulier via son influence sur la période d'incubation extrinsèque et, dans une moindre mesure, sur le taux de pique

- L'ensemble de MRC SimA1B simule une augmentation de  $R_0$  dans la majeure partie de l'Europe occidentale
- Pour la période 2011-2030, les changements climatiques devraient induire une augmentation significative de  $R_0$  en Irlande, au Pays de Galles, dans le sud-est de la France et dans le nord-ouest de la péninsule ibérique, ce qui est cohérent entre les différents modèles climatiques en termes de direction, et avec un écart modéré dans l'ampleur projetée
- Pour la période 2031-2050, l'Irlande, une grande partie de la Grande-Bretagne et le nord-ouest de la péninsule ibérique présentent des schémas similaires
- En revanche, une zone limitée du sud de l'Espagne présente une légère diminution de  $R_0$  qui est cohérente entre les modèles et pour les deux périodes

Le **COVARS** (*Comité de Veille et d'Anticipation des Risques Sanitaires*) a rendu le 3 avril 2024, aux Ministres de la Santé et de la Recherche, un avis sur « **les Risques de Situations Sanitaires Exceptionnelles (SSE) majeures pour la santé humaine en France au cours des années 2025-2030** »

[https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/avis\\_covars-risquessituations\\_sanitaires\\_exceptionnelles.pdf](https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/avis_covars-risquessituations_sanitaires_exceptionnelles.pdf)

- Le risque de SSE majeure [pour les humains] est principalement lié aux **zoonoses** que sont les **infections respiratoires pandémiques** (grippe zoonotique et nouveaux coronavirus) et aux **arboviroses** (**dengue** et infection à virus **West-Nile**) selon une répartition différente entre métropole et outre-mer.
- La survenue possible d'une **maladie « X »** figure dans cette classe ainsi que les **infections respiratoires aiguës** hivernales dont le fardeau récurrent devrait décroître au cours des prochaines années grâce aux mesures de prévention disponibles.
- À un niveau de risque moindre mais proche : trois autres **maladies vectorielles**, dont deux arboviroses, **Zika** et **Chikungunya**, et la **fièvre hémorragique de Crimée-Congo (CCHF)**, ainsi que les **infections à bactéries multi-résistantes**.
- **Les risques environnementaux de SSE majeure** sont liés principalement, ou favorisés par le **changement climatique**. Les autres facteurs ...sont répartis de façon plus homogène dans le temps : **pollution atmosphérique**,.. risques liés aux **agents chimiques** (cancers, maladies cardiovasculaires, métaboliques, endocriniennes ou neurodégénératives).

## CONCLUSION

**Question: *Allons-nous vers de nouvelles épidémies animales et humaines en zone méditerranéenne ?***

**Réponse : OUI**

**En 1932, Charles Nicolle, prix Nobel, écrivait prophétiquement**

**« Il y aura des maladies infectieuses nouvelles. C'est un fait fatal. Un autre fait, aussi fatal, est que nous ne saurons jamais les dépister dès leur origine. Lorsque nous aurons notion de ces maladies, elles seront déjà toutes formées, adultes pourrait-on dire... Il y aura donc des maladies infectieuses nouvelles et nous n'en saurons pas plus sur la naissance de ces maladies que sur l'origine première de celles dont nous souffrons aujourd'hui et dont certaines sont plus vieilles que l'histoire »**



Charles Nicolle, *Destin des maladies infectieuses*, Librairie Félix Alcan, Paris, 1933

  
MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA SOUVERAINETÉ  
ALIMENTAIRE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# Merci de votre attention

Claire Garros (Cirad, UMR ASTRE, RIVOC) et  
Didier Fontenille (IRD, UMR MIVEGEC, RIVOC)

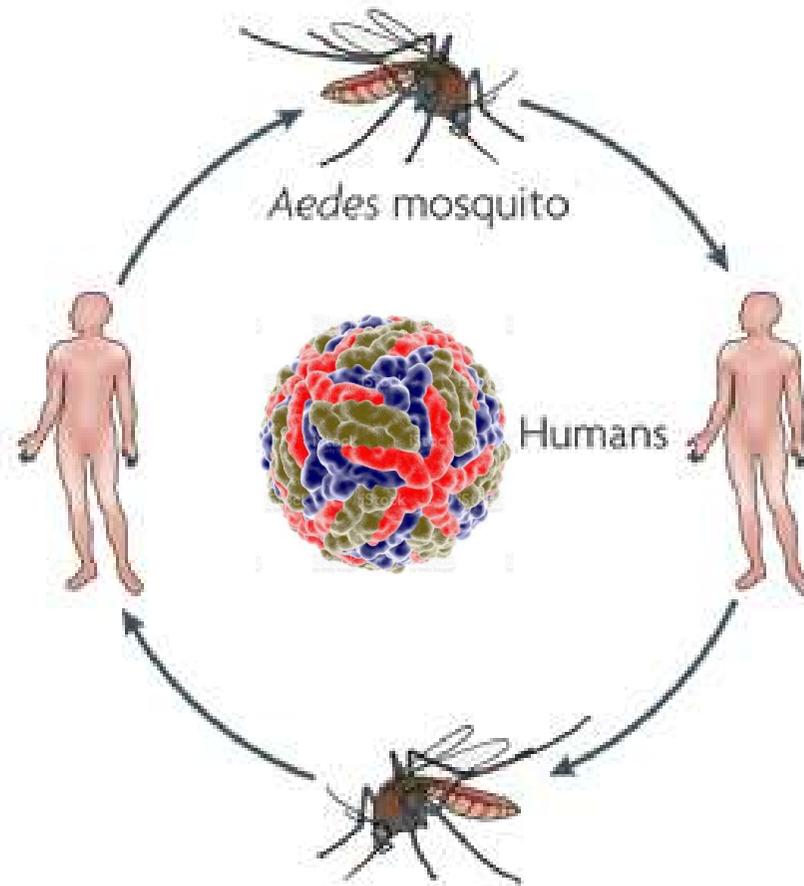


Conseil régional d'orientation de la politique sanitaire animale  
et végétale (CROPSAV), **jeudi 29 novembre 2024**



# C'est quoi une maladie à transmission vectorielle – un vecteur ?

le cycle de transmission de la dengue



# C'est quoi une maladie vectorielle – un vecteur ?

## ANIMALS

### Diseases - vectors

Bluetongue	Culicoides
African Horse sickness	Culicoides
Borrelioses	tiques Ixodidae
Babesiosis	tiques
Theileriosis	tiques
Crimean Congo Haemorrhagic fever	tiques
African swine fever	tiques (Ornithodoros)
<i>Nagana</i>	Tse tse mouches (Glossina)
Rift valley fever	moustiques
Canine Leishmaniasis	phlébotomes
Anaplasmosis	tiques et transmission mécanique



## HUMANS

### Diseases - vectors

Dengue, Zika, Chikungunya	moustiques (Aedes)
Rift Valley fever	moustiques (Aedes, Culex)
Japanese encephalitis, West Nile, Usutu	moustiques (Culex)
Malaria	moustiques (Anopheles)
Typhus	poux
Rickettsiosis	puces, tiques
Plague	puces
Onchocerciasis	mouches noires (Simuliids)
Loase	Tabanides (Chrysops)
Lymphatic filariasis	moustiques
Sleeping sickness	Tse tse mouches (Glossina)
Chagas diseases	Réduves (Triatomes)
Leishmaniasis	phlébotomes
Tick borne encephalitis	tiques (Ixodes)
Tick b. haemorrhagic fever	tiques (Hyalomma)



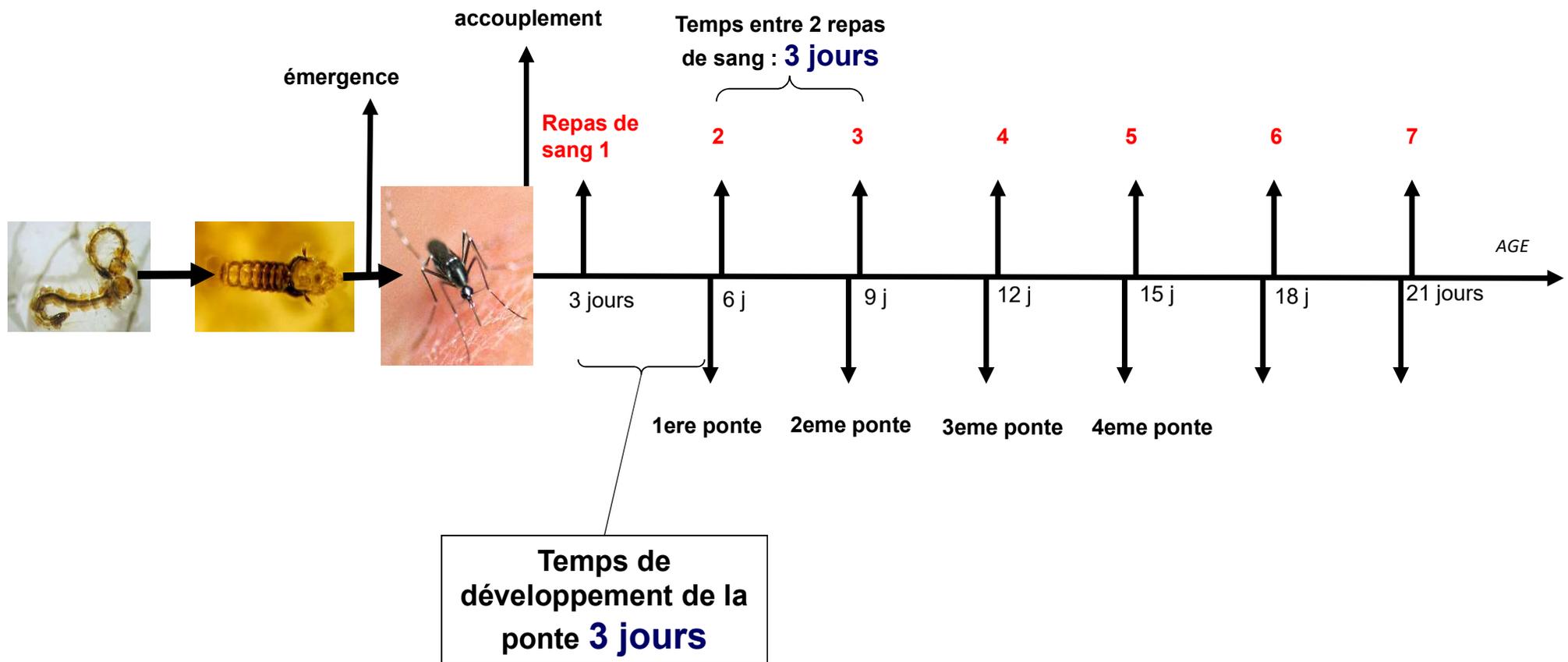
## PLANTS

### Diseases - vectors

Sharka (Plum pox)	Pucerons
Apricot chlorotic leafroll	Psylle
Flavescence dorée of grapevine	Cicadella
Banana bunchy top	pucerons
Tungro rice disease	Cicadella
Cacao swollen-shoot disease	Coccoidea
<i>Xylella fastidiosa</i> (incl Pierce's disease)	Cercopoidea



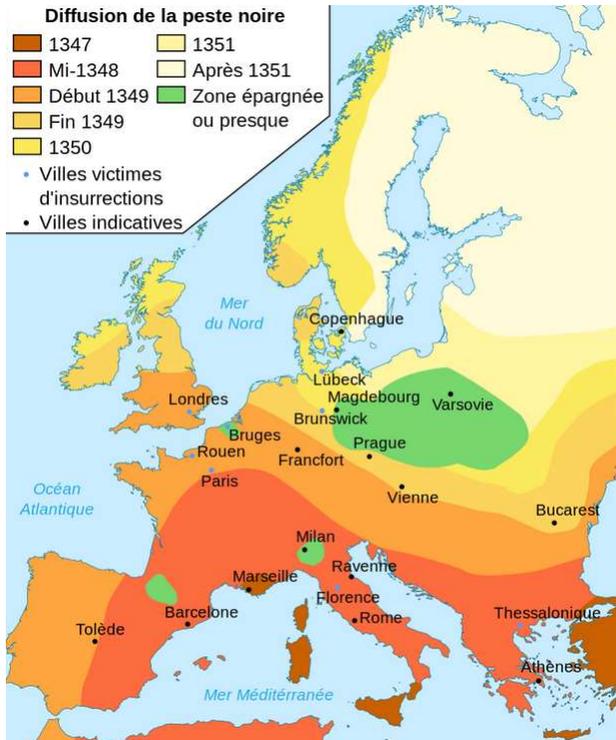
# La vie monotone d'une femelle de moustique



# Un exemple historique de nouvelle maladie au moyen âge

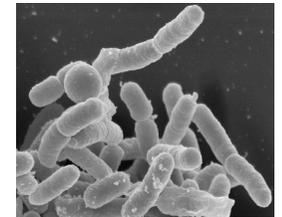
## LA PESTE HUMAINE

3 « types de pestes » : peste bubonique (puces), peste septicémique et peste pulmonaire (voie aérienne).



### Les ACTEURS

**RATS:** « domestiques » : *Rattus rattus*, *rattus norvegicus*, rongeurs sauvages (gerbilles, spermophiles chiens de prairies, ..)



**PUCES** du rat : *Xenopsylla cheopis*, *Nosopsyllus fasciatus* (peu la puce de l'homme, *Pulex irritans*)



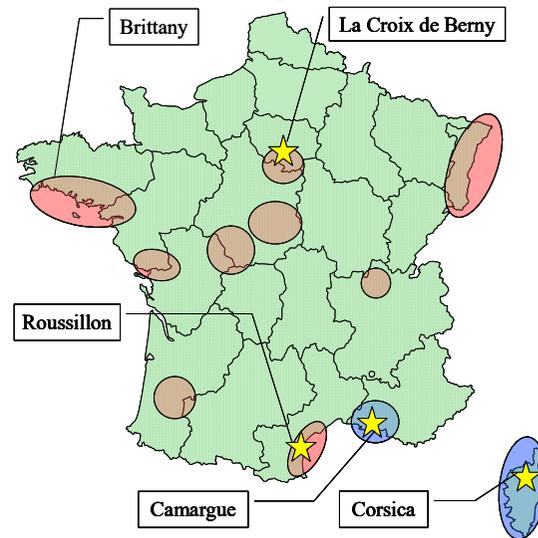
**BACTERIES** : *Yersinia pestis*



+ un **ENVIRONNEMENT** favorable aux contacts (villes, villages)



# Une nouvelle épidémie en zone méditerranéenne, au 19eme siècle: le paludisme

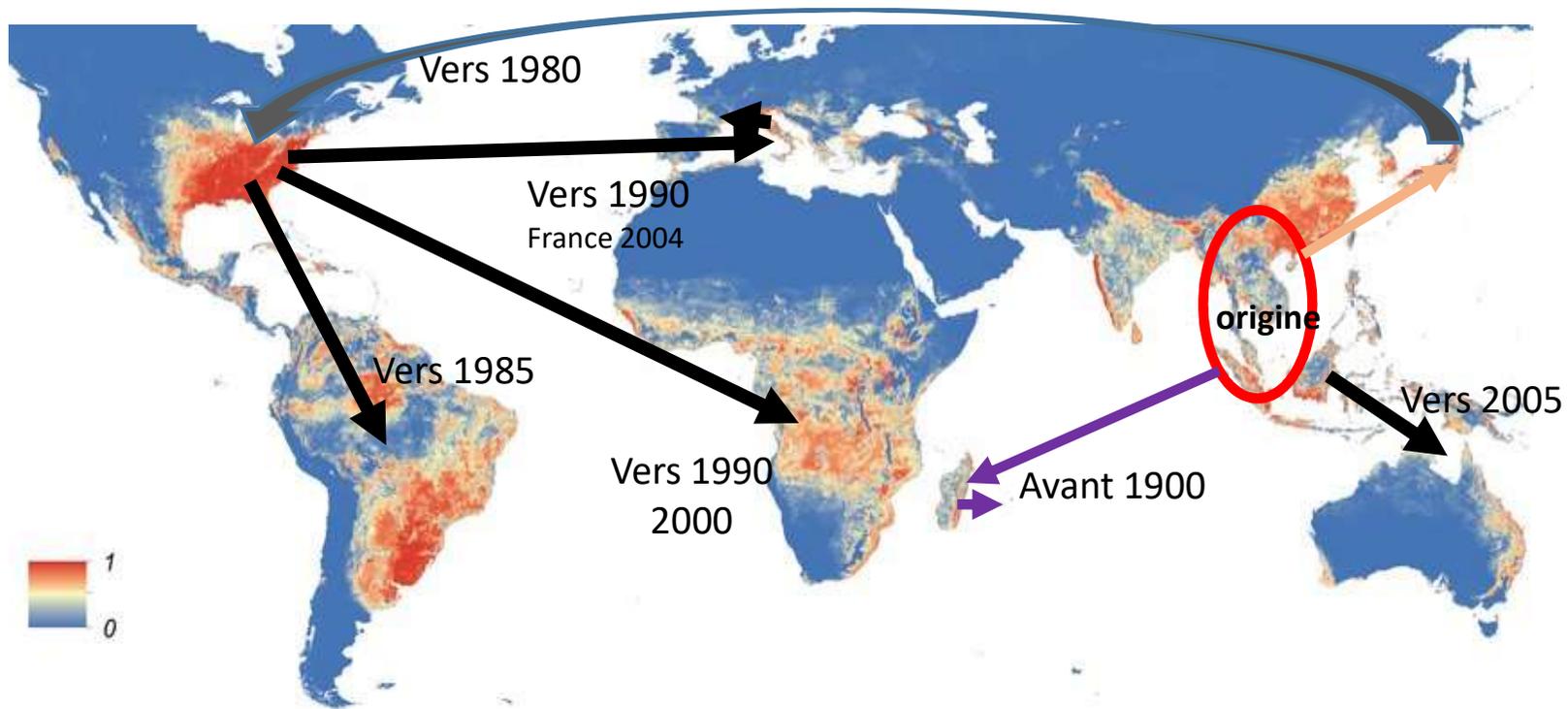


- Régions endémiques importantes au 19<sup>ème</sup> siècle
- Régions impaludées 20<sup>ème</sup> siècle juste avant la seconde guerre mondiale
- ★ Dernières épidémies en France

Anophèles et paludisme, Note d'Alphonse Laveran à l'Académie , séance du 6 avril 1903

» La ville d'Aigues-Mortes est salubre, mais l'endémie palustre règne encore avec une assez grande intensité dans la campagne voisine. Tous les Culicides capturés dans la ville étaient des *Culex* (*C. pipiens*); au contraire, dans plusieurs localités qui m'avaient été signalées comme insalubres, j'ai trouvé des *Anopheles*; il s'agissait, dans tous les cas, de *A. maculipennis* Meigen.

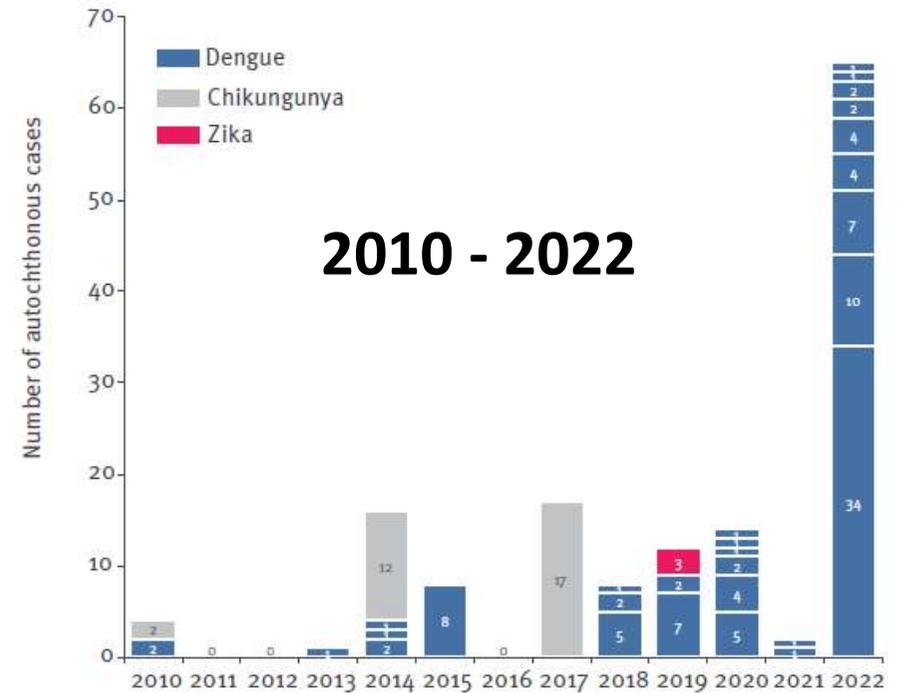
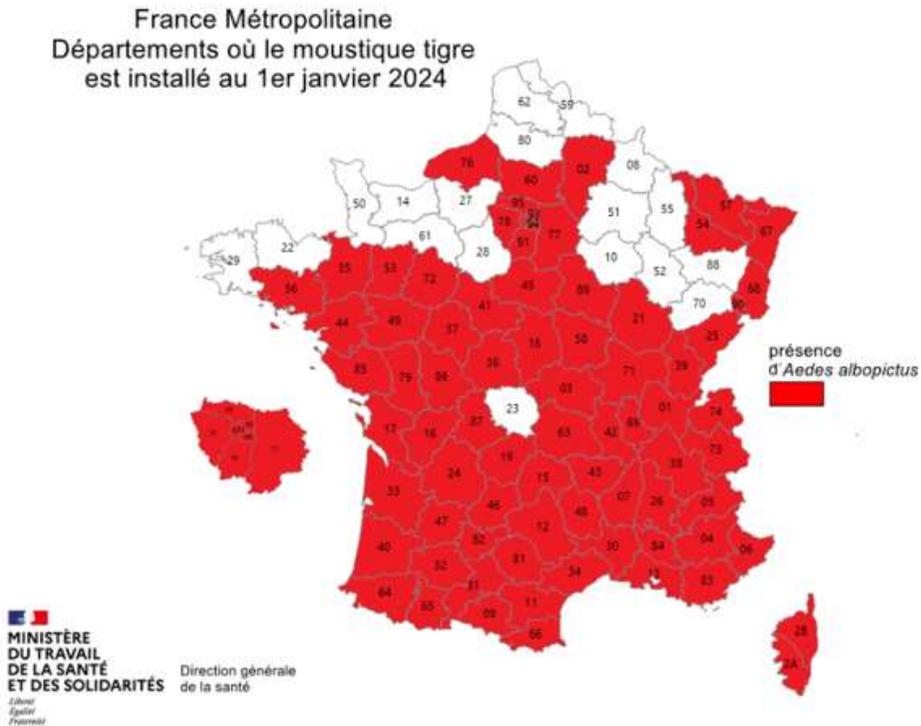
# Histoire récente du moustique tigre , *Aedes albopictus*



Photos EID-Git. Jeannin

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

# Zika, Chikungunya et dengue en France métropolitaine



Avant 2022, maximum de 65-70 cas AUTOCHTONES détectés pour les trois virus

## Un nombre de cas importés inégalé en 2023-24

Figure 4. Courbe des cas de dengue par mois importés en France hexagonale  
2006 – 2024 données de 2024 arrêtés au 18 avril 2024



Source : Santé publique France

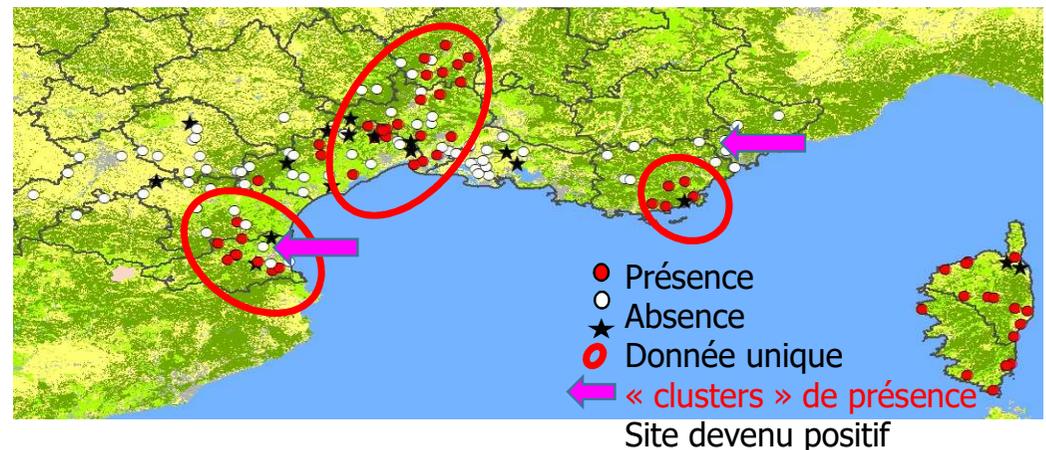
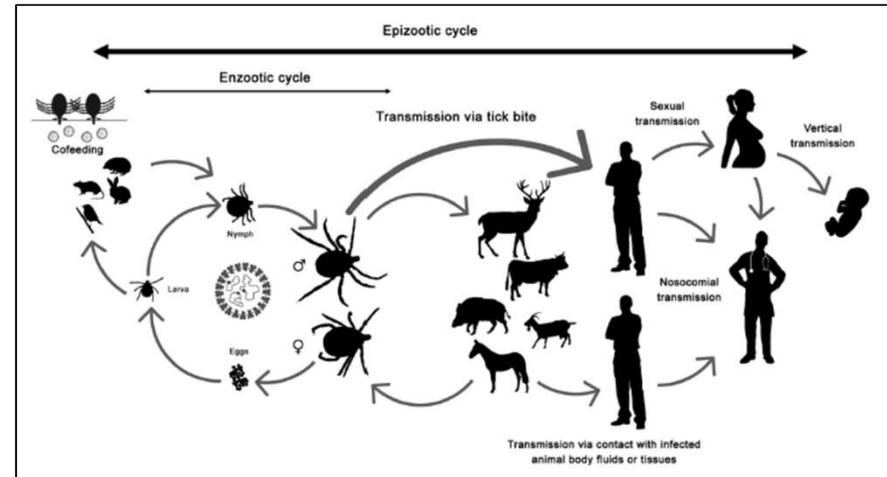
# La fièvre hémorragique de Crimée Congo et la tique *Hyalomma marginatum*



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



Cas humains en Espagne  
Présence de CCHF en France  
Mise en évidence du virus sur tiques de bovins  
des Pyrénées Orientales,  
et  
Enquêtes sérologiques (par ex en Corse)



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)