



Changements environnementaux et émergence de zoonoses

François Moutou
SFMTSI



The banner features the logos of the Tunisian Society of Infectious Disease and the World Health Organization. It also includes text about the 1st Congress in Middle East North Africa region of Clinical Microbiology and Infectious disease, and the 34th National congress of Tunisian Society of Infectious Disease.

Société Tunisienne de Pathologie Infectieuse

The Tunisian Society of Infectious Disease organizes with the collaboration of The World Health Organization

World Health Organization

the 1st Congress in Middle East North Africa region of Clinical Microbiology and Infectious disease

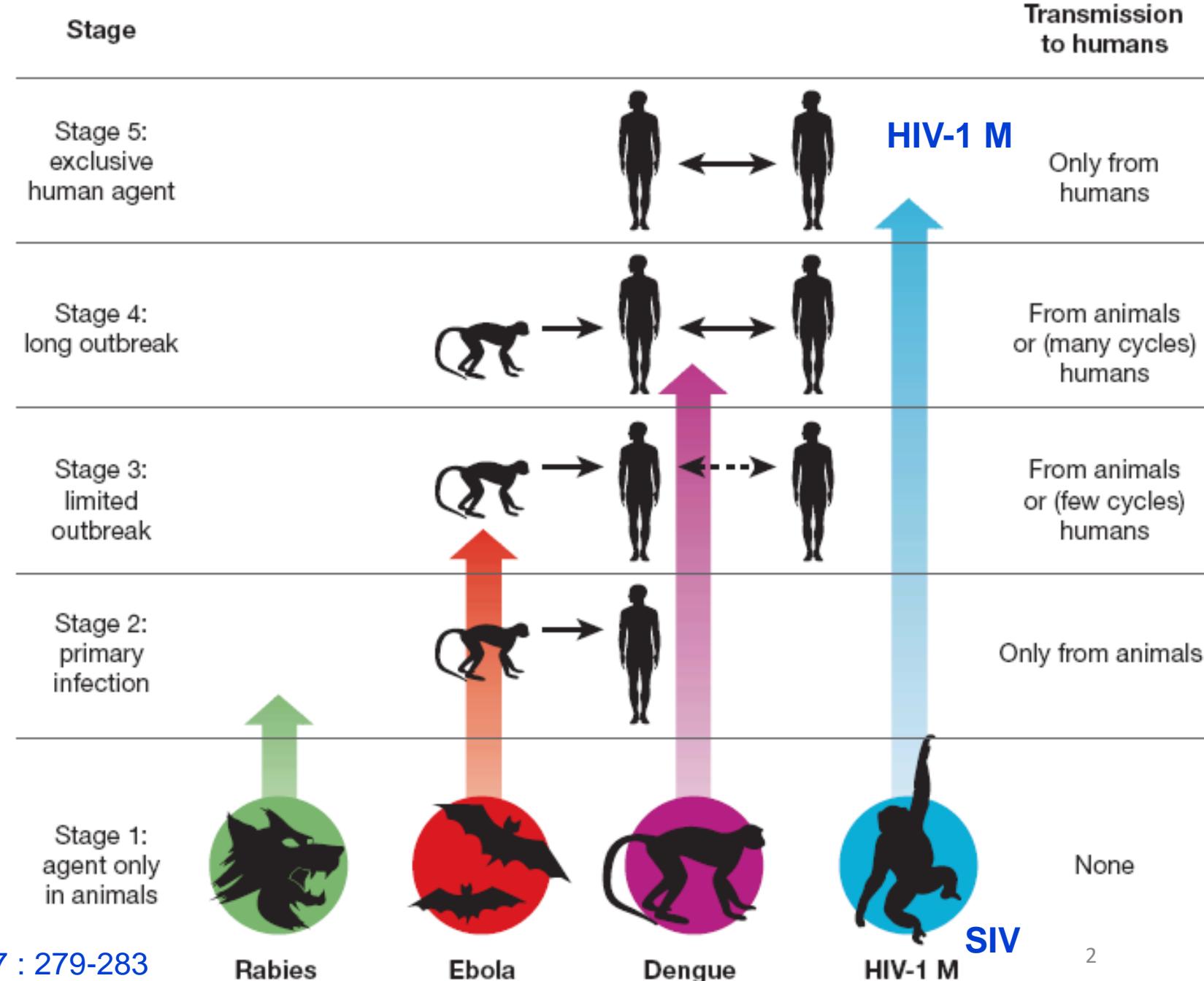
the 34th National congress of Tunisian Society of Infectious Disease

Hammamet 23 mai 2025

- Maladie animale
 - Zoonose
- Maladie d'origine animale
- Maladie humaine

Quels schémas de transmission ?

ZOONOSE :
 « *maladie dont l'agent responsable circule régulièrement entre animaux et humains, et réciproquement* »





CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX

Démographie

Agriculture

Changement usage des sols

Pollution

Evolution du climat

Transports

....

Espèces réservoirs

Types de vecteurs

Catégories de microorganismes

Modes de transmission

Faune sauvage / domestique

....

DIRECTS / INDIRECTS
CAUSES / CONSÉQUENCES

The 2024 report of the *Lancet* Countdown on health and climate change: facing record-breaking threats from delayed action

1 Health hazards, exposures, and impacts

1.1 Heat and health

1.1.1 Exposure of vulnerable populations to heatwaves

1.1.2 Heat and physical activity

1.1.3 Change in labour capacity

1.1.4 Rising night-time temperatures and sleep loss

1.1.5 Heat-related mortality

1.2 Health and extreme weather-related events

1.2.1 Wildfires

1.2.2 Drought

1.2.3 Extreme precipitation

1.2.4 Sand and dust storms

1.2.5 Extreme weather and sentiment

1.3 Climate suitability for infectious disease transmission

1.3.1 Dengue

1.3.2 Malaria

1.3.3 Vibrio

1.3.4 West Nile virus

1.4 Food security and undernutrition

SOURCES DES DONNÉES ?

Lancet 2024; 404: 1847–96

Published Online October 30, 2024

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)01822-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01822-1)

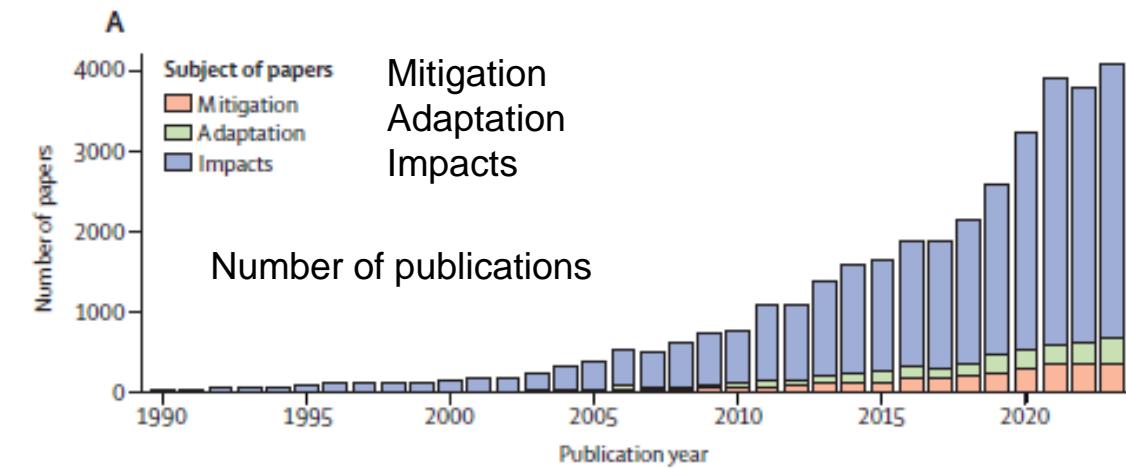
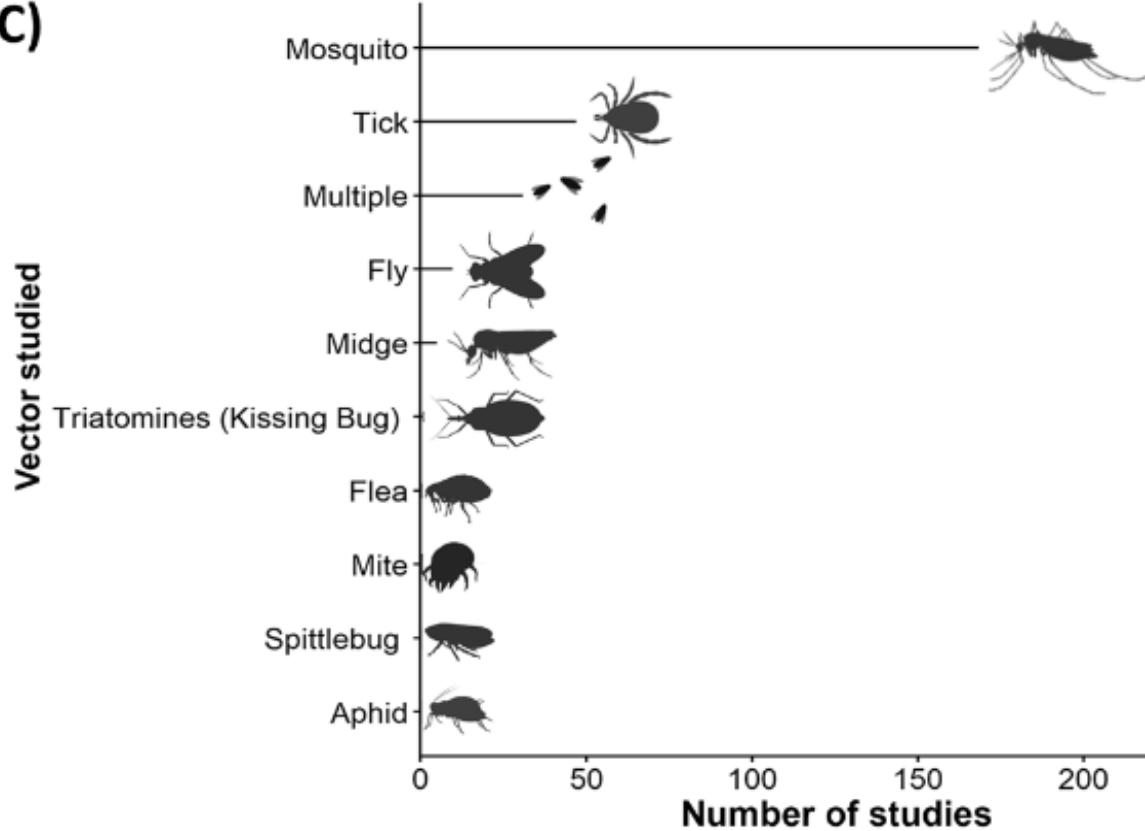


Figure 15: Scientific publications on the nexus of climate and health
(A) Number of publications on the nexus of climate and health. (B) Locations of studies on the nexus of climate and health in 2023.

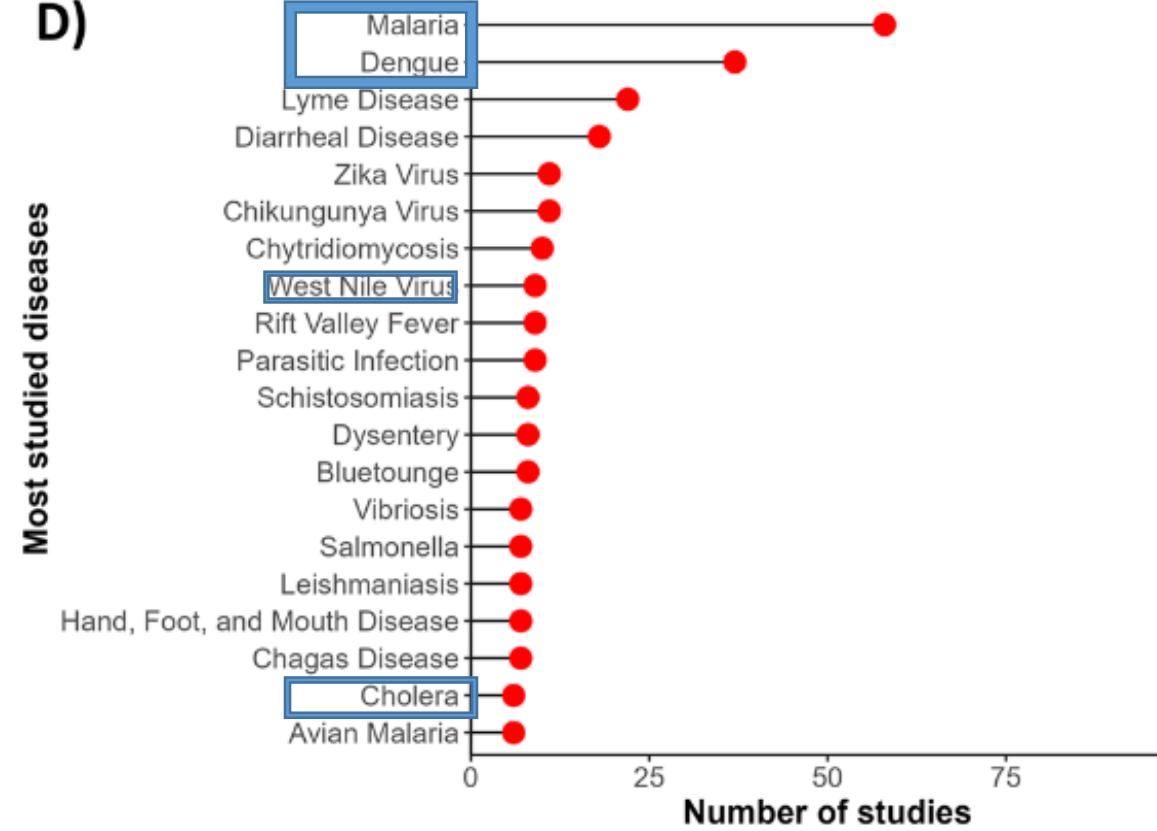
Van de Vuurst & Escobar (2023) **Climate change and infectious disease**: a review of evidence and research trends.

Infectious Diseases of Poverty. 12:51. <https://doi.org/10.1186/s40249-023-01102-2>

C)

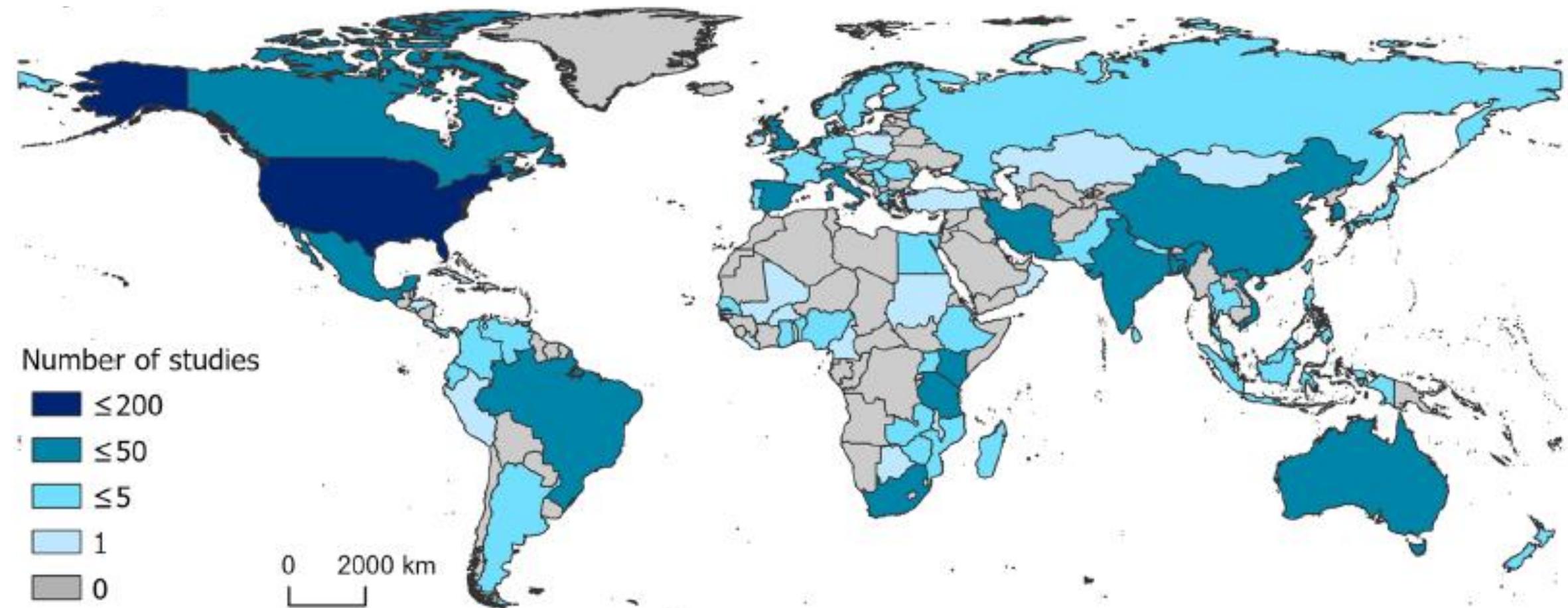


D)



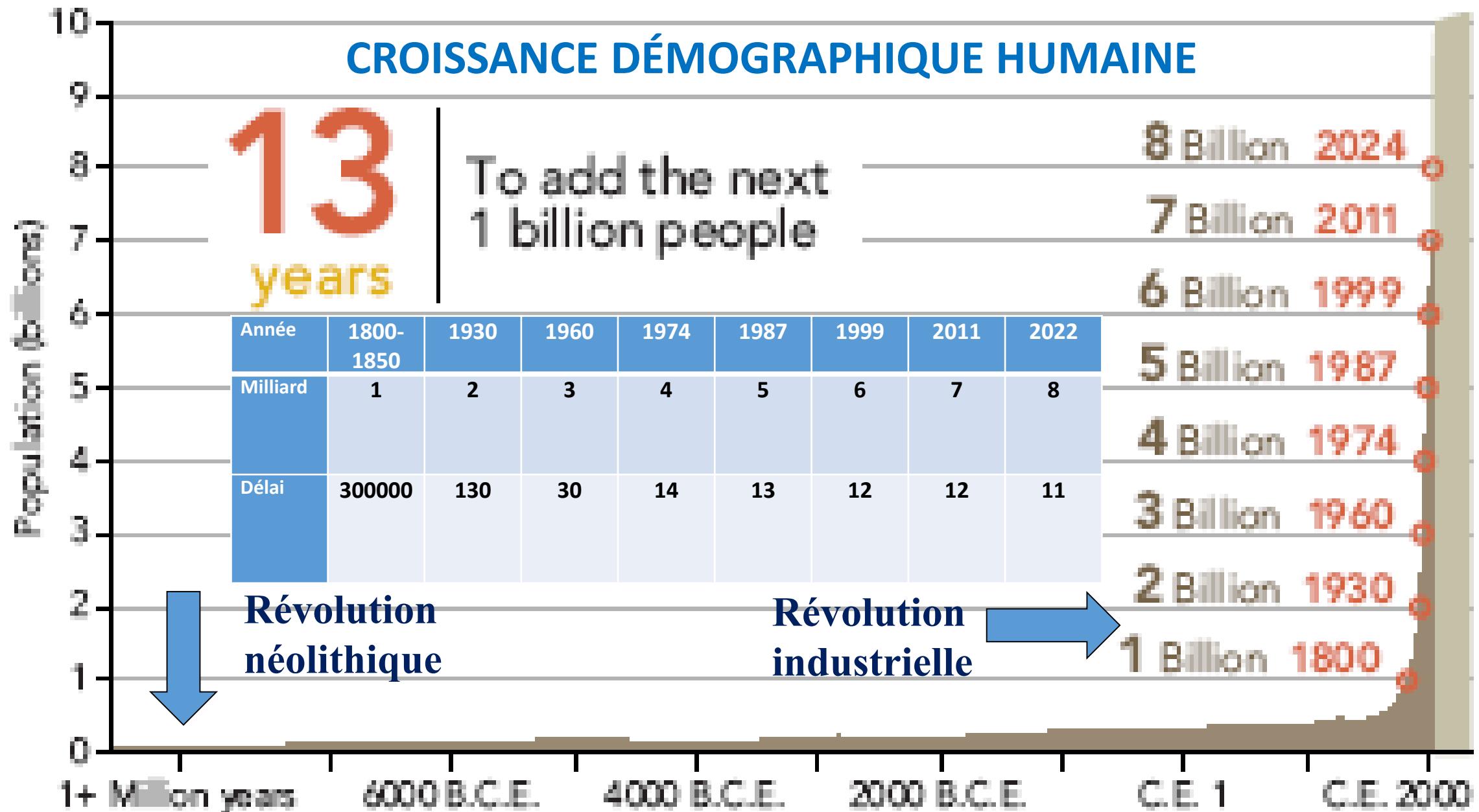
Nombreux biais : sujets étudiés, pays couverts, pathologies suivies

Carte des sites d'étude par pays. Représentation géographique de là où les études ont été menées, c'est à dire les pays d'où les données analysées sont issues, de 2015 à 2020, sur le thème changement climatique et maladies infectieuses.



Historic and Projected Population Growth

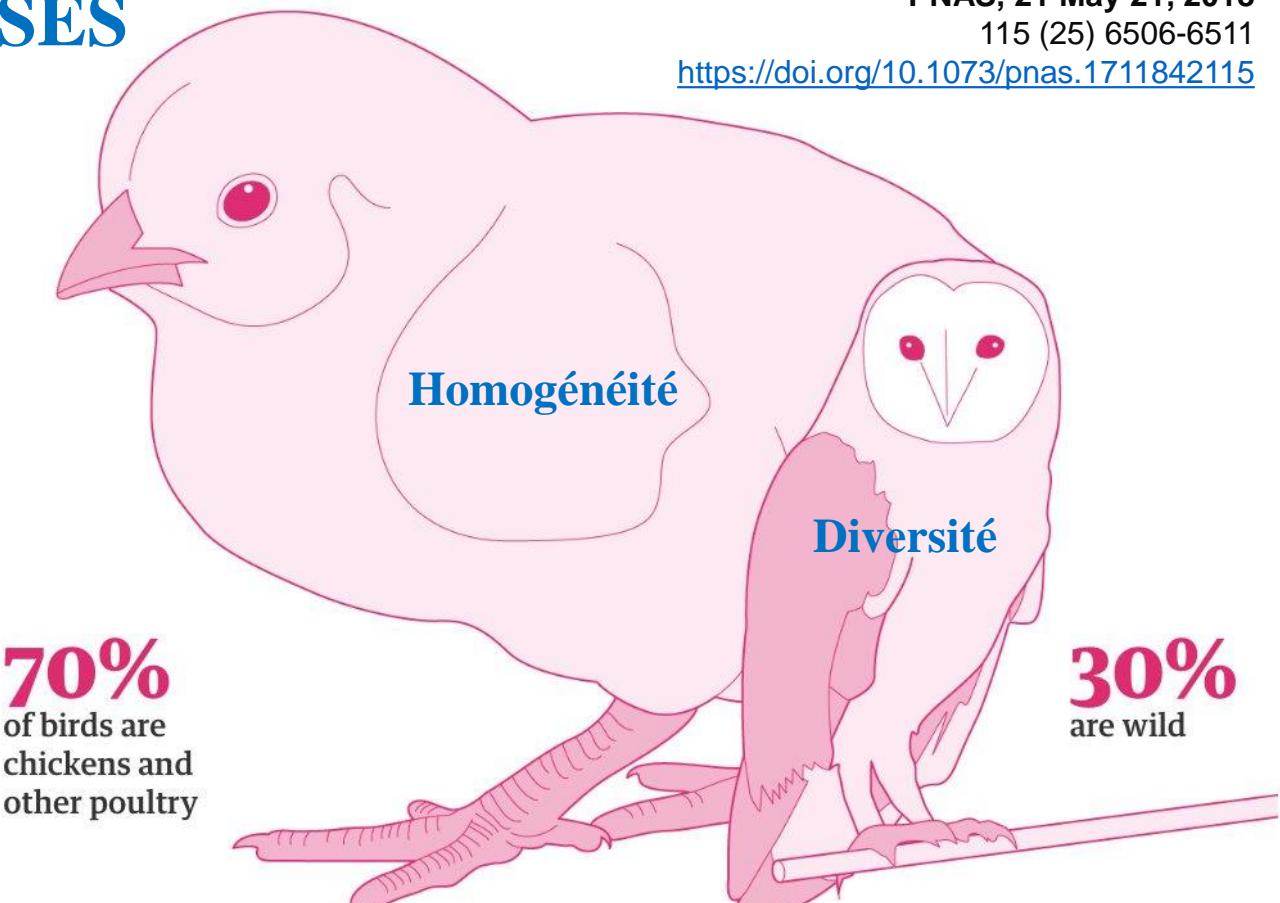
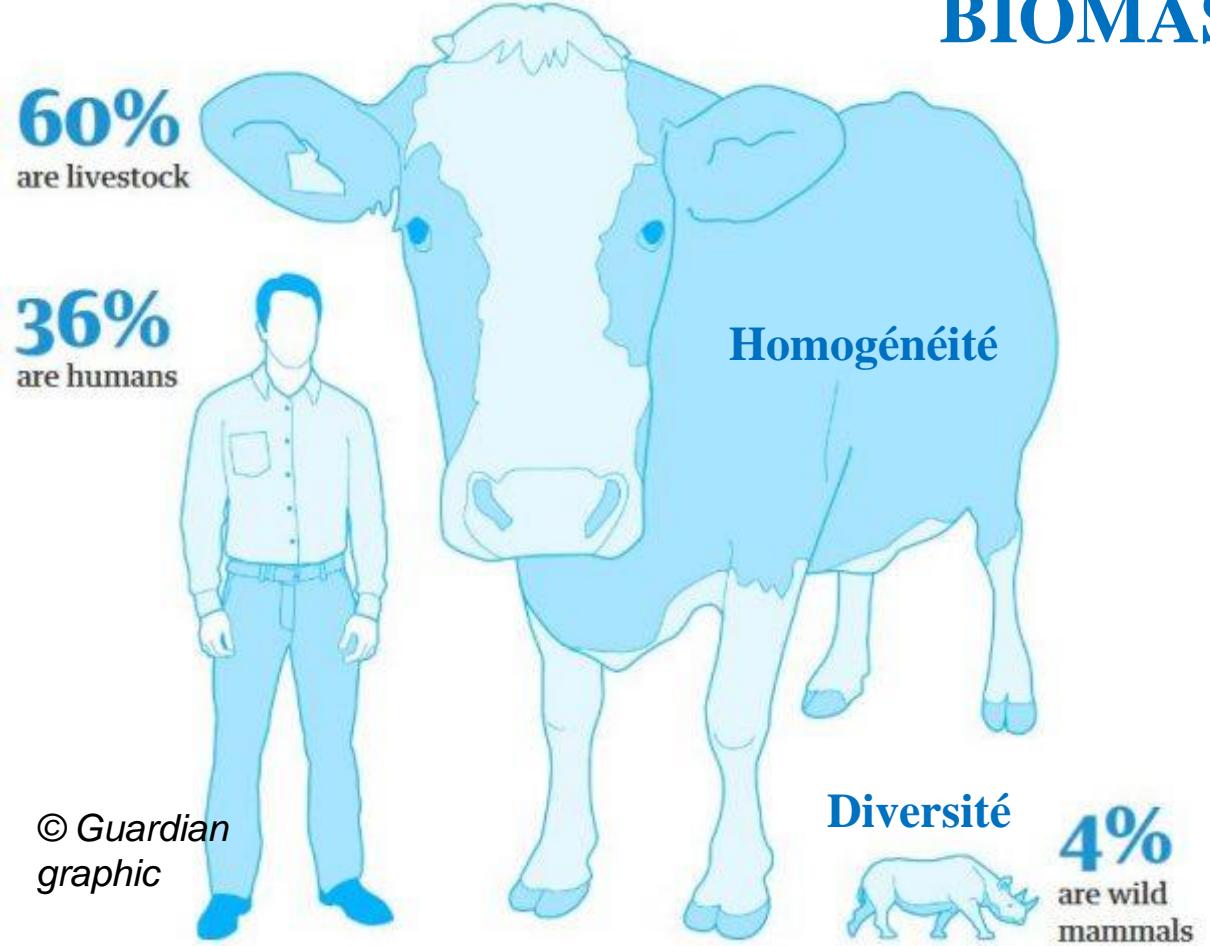
© Science 29 July 2011



DÉMOGRAPHIES HUMAINE ET ANIMALES



BIOMASSES



PNAS, 21 May 21, 2018
115 (25) 6506-6511

<https://doi.org/10.1073/pnas.1711842115>

Brucellose des bouquetins du Bargy (Alpes), France



Depuis 2011-2012

PARTAGE DE L'ESPACE

Relations
domestiques
sauvages

©JM Gourreau

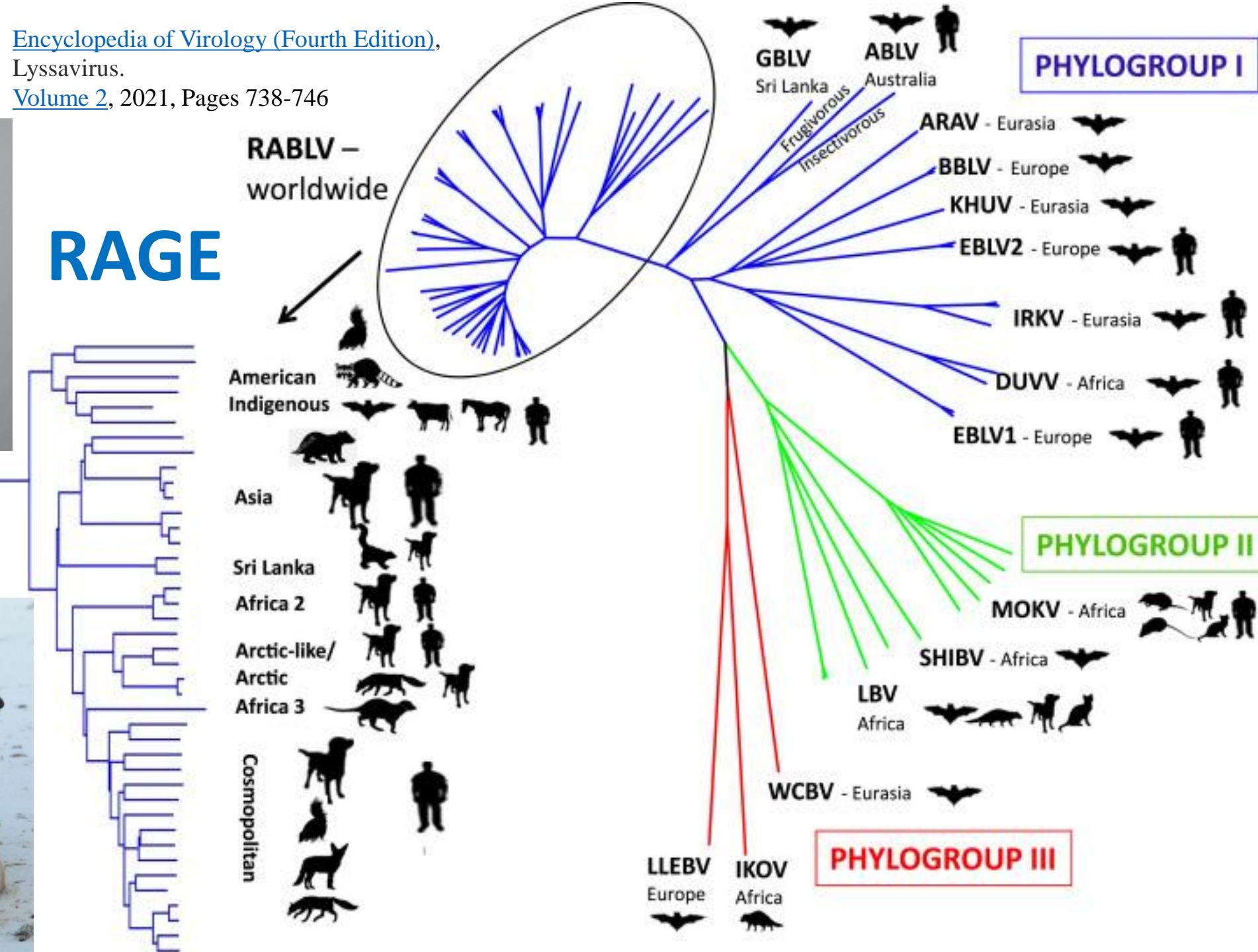


Transmission directe



Encyclopedia of Virology (Fourth Edition),
Lyssavirus.
[Volume 2](#), 2021, Pages 738-746

RAGE



World Vet J, 11(3): 319-326,
September 25, 2021

200 millions
chiens errants
(OMS)



INFLUENZAVIRUS ?



OISEAUX DE CAGE
ET DE VOLIÈRE

OISEAUX SAUVAGES



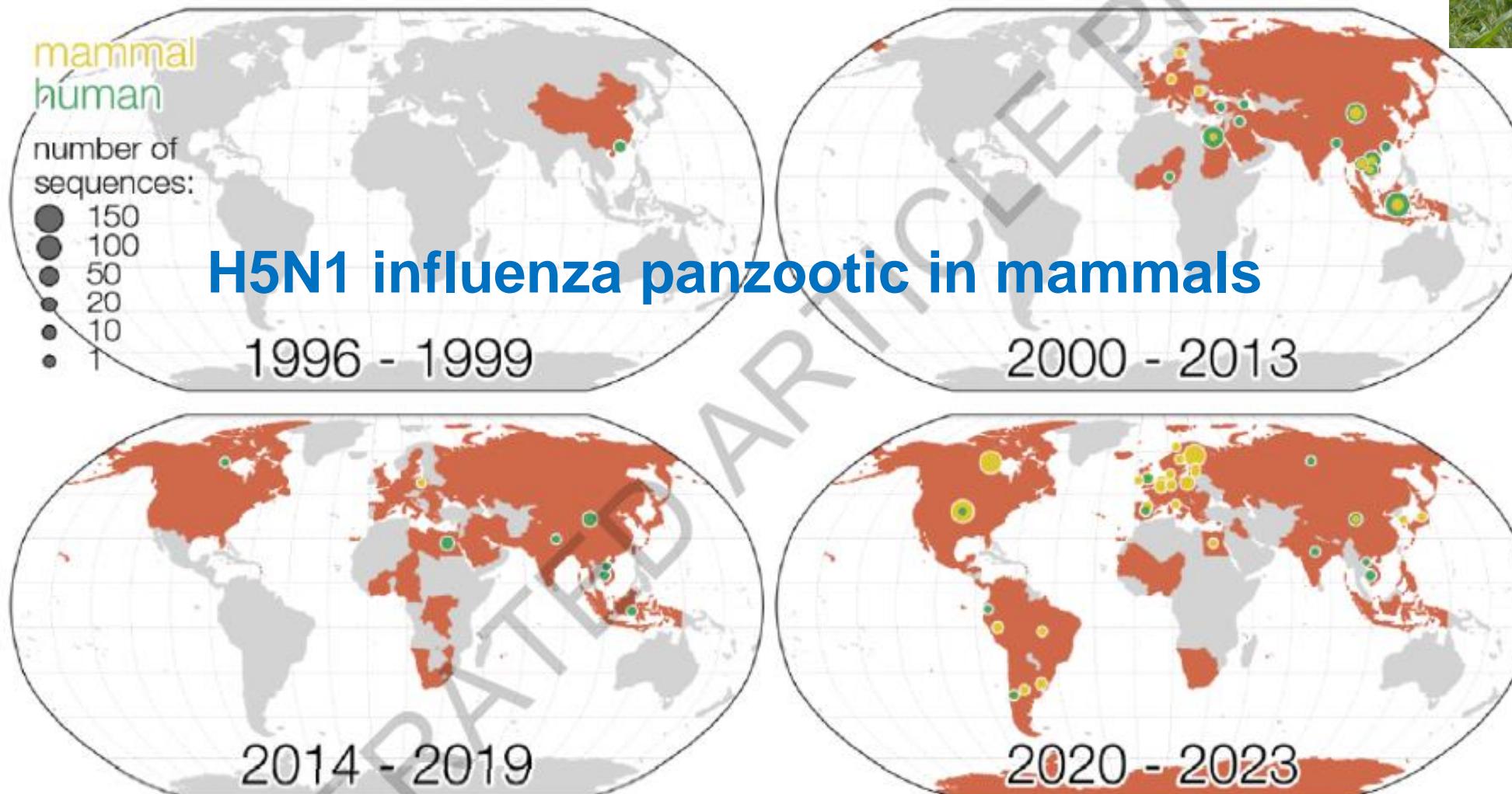
©DR

Souches humaines pathogènes pour les humains : H1N1, H3N2

Souches aviaires pathogènes pour les humains :

H5N1 (464+[49%]/954) dans le monde 2003-2024

H7N9 (616+[39%]/1568) zone pacifique 2013-2019



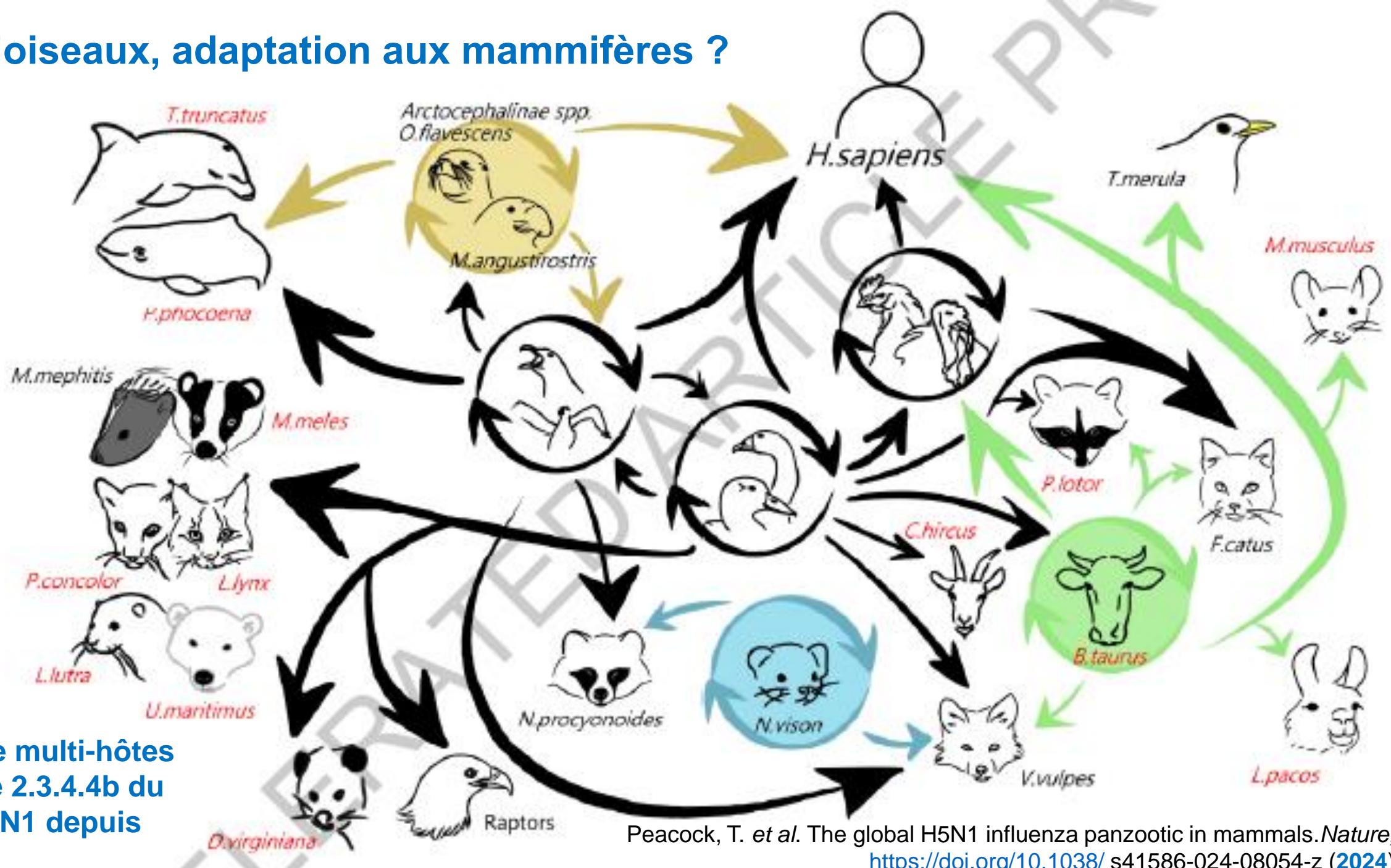
Elevages, densités,
concentrations

Biosécurité
Vaccination

Jusqu'où aller ?

Peacock, T. et al.
The global H5N1
influenza panzootic
in mammals. *Nature*,
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08054-z> (2024)

Virus d'oiseaux, adaptation aux mammifères ?

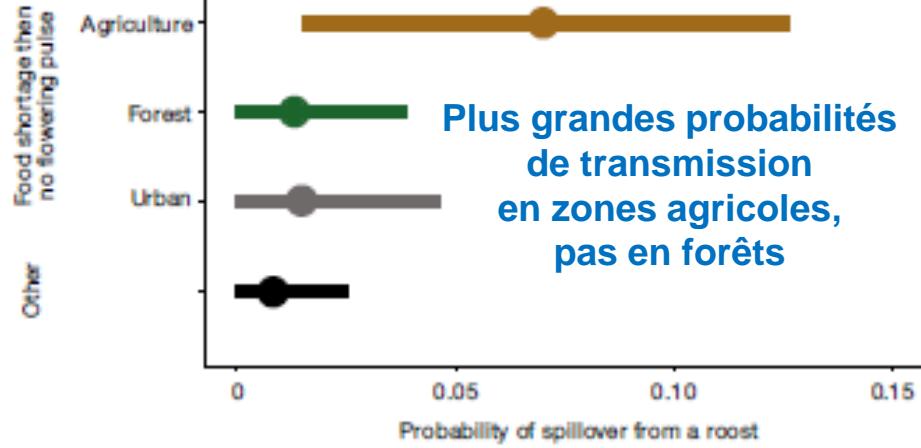


Écologie multi-hôtes
du clade 2.3.4.4b du
virus H5N1 depuis
2020

Peacock, T. et al. The global H5N1 influenza panzootic in mammals. *Nature*,
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08054-z> (2024)

Virus Hendra et roussette à tête grise (*Pteropus poliocephalus*)

- El Nino
- Fragmentation
- Floraison hivernale
- Rapprochement des habitations
- Analyse 25 ans



P. Eby et al. (2022) *Nature*,
<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05506-2>

D.J. Becker et al. (2022) Ecological conditions predict the intensity of Hendra virus excretion over space and time from bat reservoir hosts. *Ecology Letters*

Le virus Hendra, du renard volant à l'homme

➊ Eclatement du groupe

La dégradation de leur écosystème fait éclater le groupe, une partie des individus se mettant à la recherche d'un gîte plus proche de la nourriture



➋ Sécrétion du virus

En état de famine, les chauves-souris éprouvent un stress nutritionnel qui les fait sécréter deux fois plus de virus qu'en temps normal, notamment par l'urine, la salive ou les matières fécales



➌ Infection des chevaux

Les chevaux sont infectés dans les pâtures contaminées, à travers l'eau ou l'herbe souillée. Le taux de mortalité est de 75 %



➍ Transmission mortelle à l'homme

La transmission des chevaux aux humains se fait par contact étroit (fluide corporel). Le taux de mortalité est de 57 %



Avant les européens ? Gestion du risque ?

© Le Monde 04 janvier 2023

IMPORTANT HEALTH MESSAGE

Grey-headed Flying-foxes and other bat species can carry a rabies-type infection called Australian Bat Lyssavirus.

- ➊ NEVER attempt to touch or handle any bats - living or dead.
- ➋ FIRST AID: If you are scratched or bitten by a bat, or come into contact with bat saliva IMMEDIATELY:
 - Clean the wound/ contact area thoroughly with soap and water.
 - Apply an antiseptic solution (if available).
 - Contact a doctor or hospital emergency department straight away for further assessment.

If you observe a Flying-fox that is dead, injured or behaving aggressively, please report this immediately to:

Fauna Rescue 24 hour Wildlife Volunteer Helpline: 08 8289 0896





Civette palmiste
masquée (2003)

SARS 1, SARS 2

**Le virus responsable
de chaque maladie
humaine n'est pas le
virus identifié chez
les chauves-souris**

**SARS-CoV-1 et
SARS-CoV-2
d'origine animale
mais non/peu
zoonotiques**



Rhinolophe des Célèbes



Ferme de civette palmiste masquée
(*Paguma larvata*) sud de la Chine



ORIGINE SARS ET COVID-19 ?

Marché
Guangzhou
Août 2003



MALADIES TRANSMISES PAR LES RONGEURS

RONGEURS
COMMENSAUX

CYCLE SAISONS

FIÈVRE DE
LASSA
NIGERIA

Mastomys sp.

HANTAVIRUS
EUROPE
Clethrionomys sp.



PLUVIOMÉTRIE
SÉCHERESSE
RYTHME
DES SAISONS

Usages et
gestion de l'eau

Leptospirose
Giardiose
et rongeurs amphibiés

ZOONOSES VECTORISÉES,

INSECTES



TIQUES



DÉFORESTATION EN AMAZONIE ?

Amazonie : “Arc de deforestation”. Chiens et tatous à neuf bandes cibles majeures des phlébotomes suggérant un réservoir domestique et sauvage, facilitant une transmission zoonotique chez les humains au contact de la forêt tropicale impactée.

Massey AL et al. (2025). *PLoS Negl Trop Dis* 19(3): e0012925.
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012925>

LEISHMANIOSE



PAYSAGE MÉDITERRANÉEN ESPAGNE

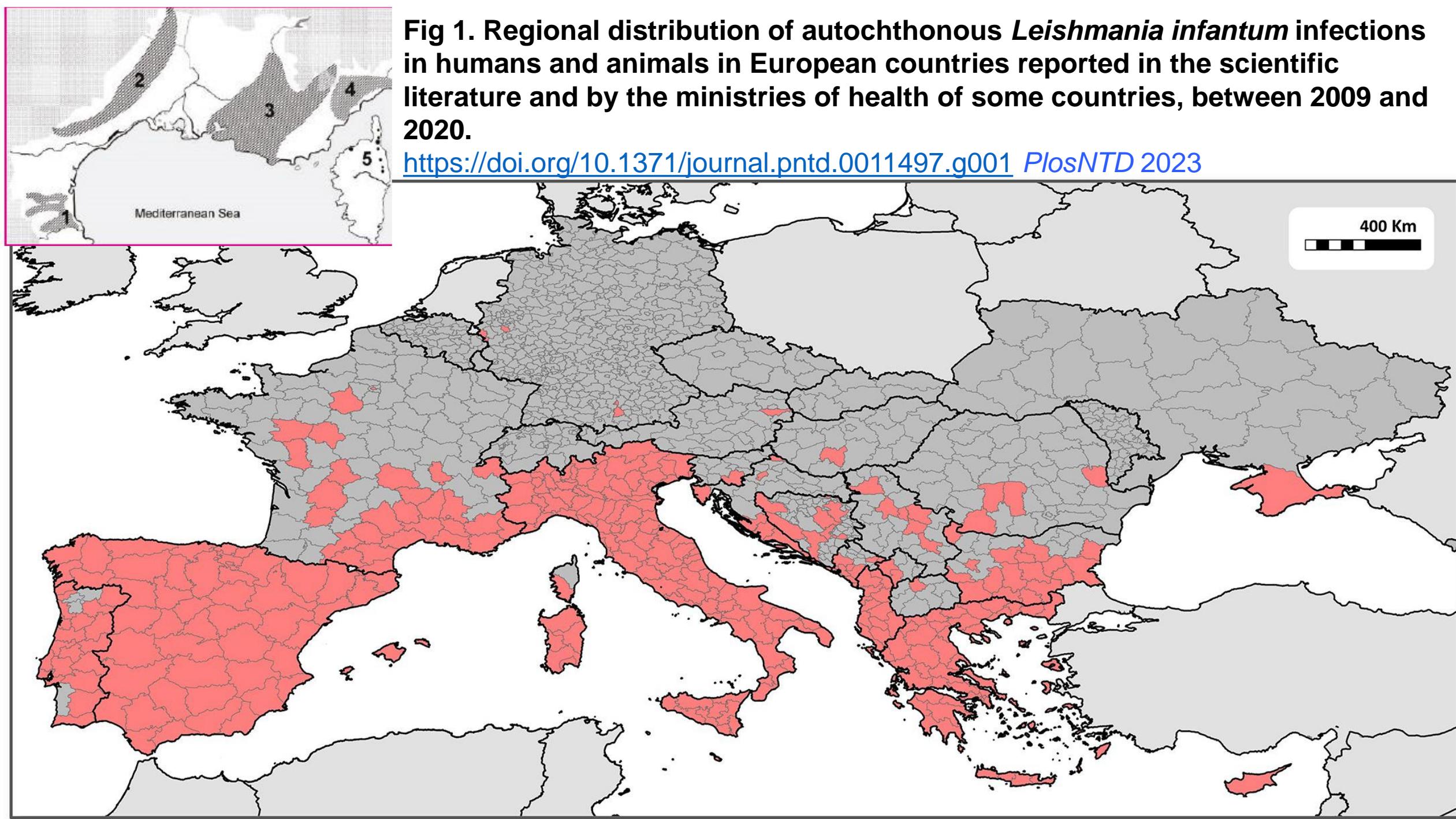
LIÈVRES ET CHIENS
EXPANSION
VERS LE NORD

Cabezón, O.:

Martínez-Orellana, P. et al. (2024)
. *Animals*. 14, 1080.
[https://doi.org/10.3390/
Ani14071080](https://doi.org/10.3390/Ani14071080)

Fig 1. Regional distribution of autochthonous *Leishmania infantum* infections in humans and animals in European countries reported in the scientific literature and by the ministries of health of some countries, between 2009 and 2020.

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011497.g001> PlosNTD 2023



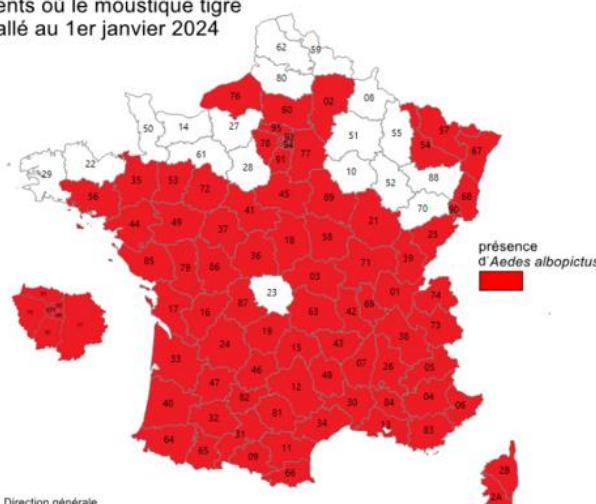


Aedes albopictus

Janvier 2024

<https://sante.gouv.fr/>

France Métropolitaine
Départements où le moustique tigre
est installé au 1er janvier 2024

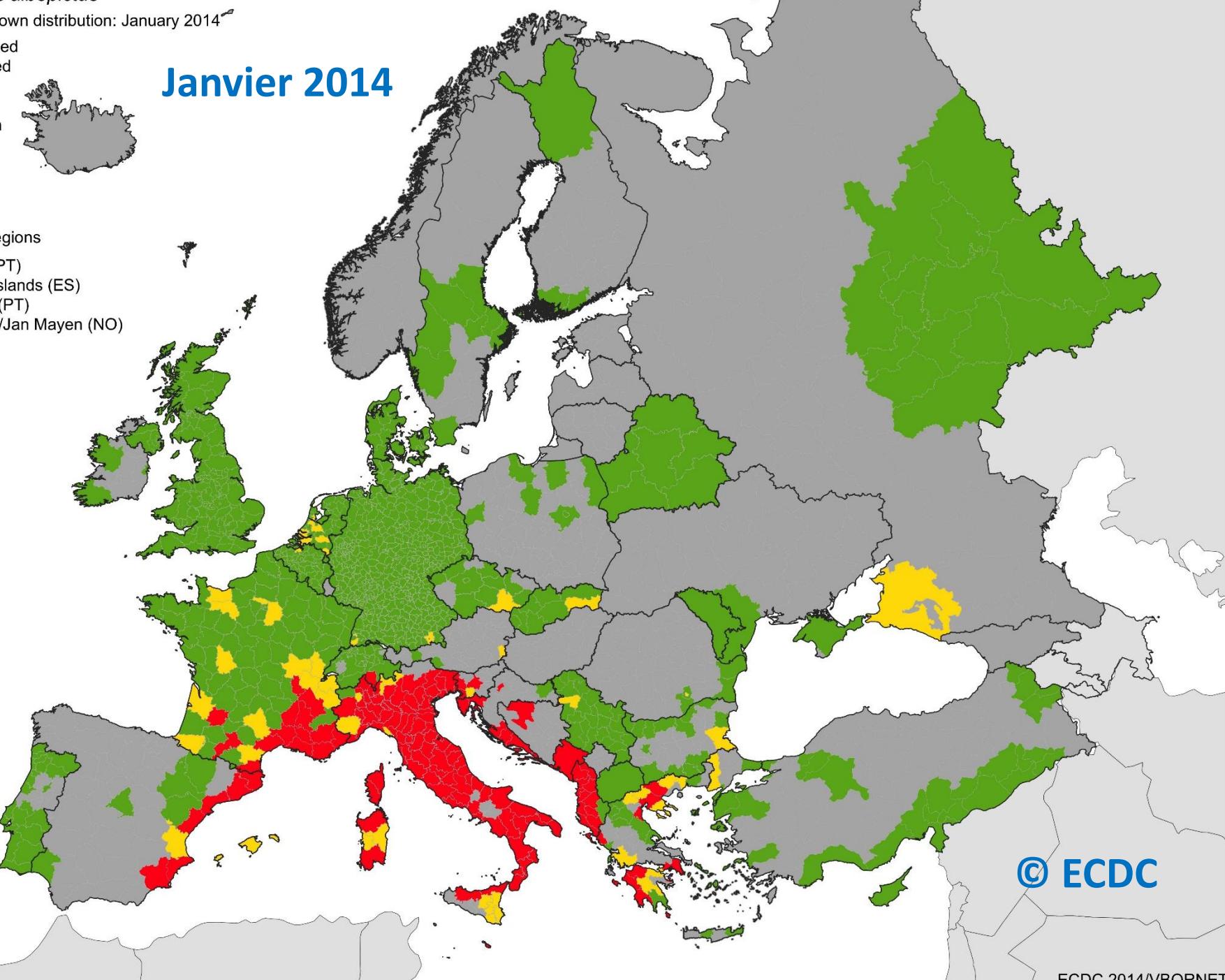


Aedes albopictus
Current known distribution: January 2014
■ Established
■ Introduced
■ Absent
■ No Data
■ Unknown

Janvier 2014

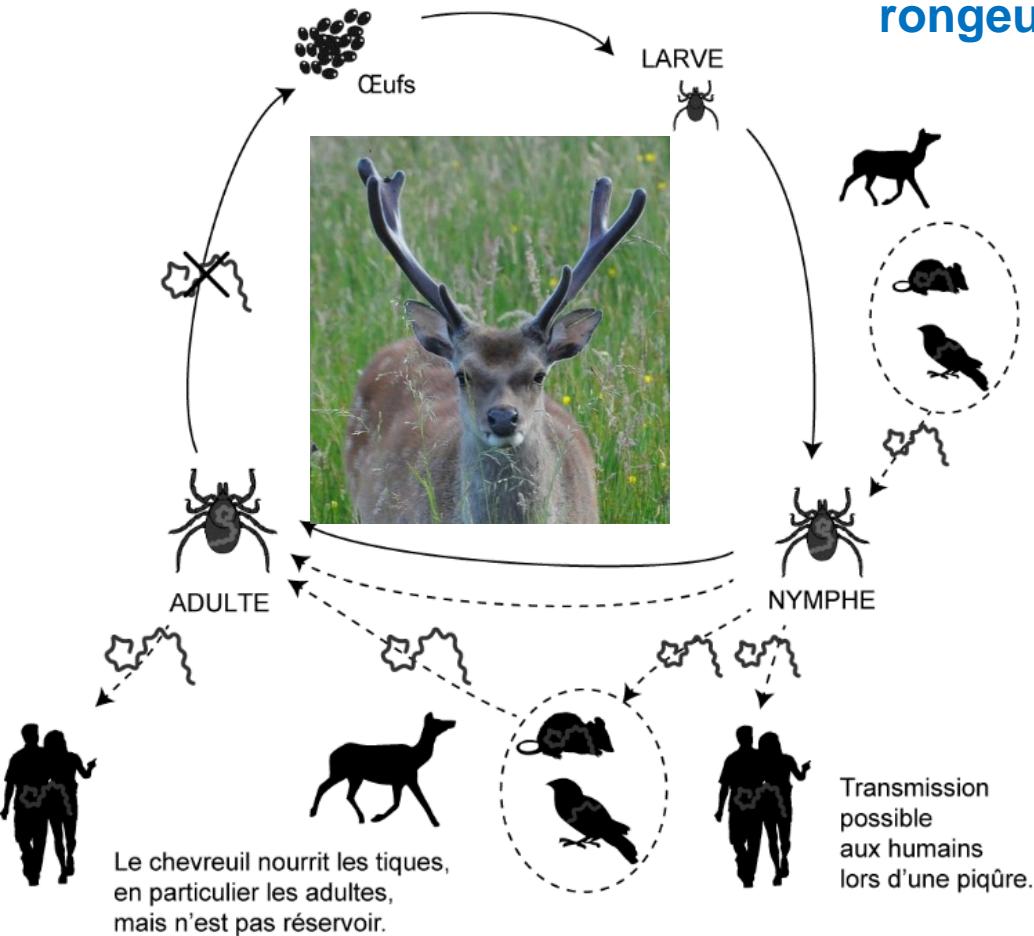
Outermost regions

- Azores (PT)
- Canary Islands (ES)
- Madeira (PT)
- Svalbard/Jan Mayen (NO)



MALADIE DE LYME

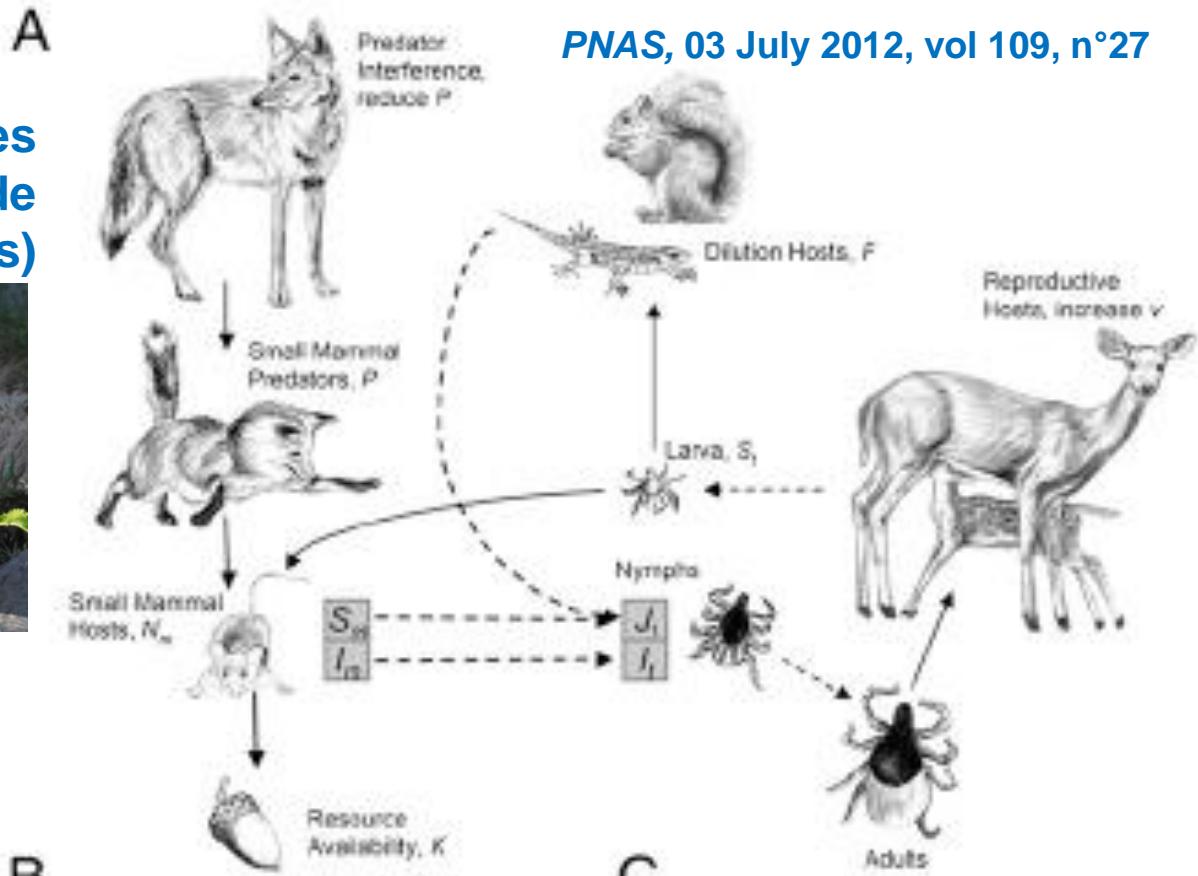
PNAS, 03 July 2012, vol 109, n°27



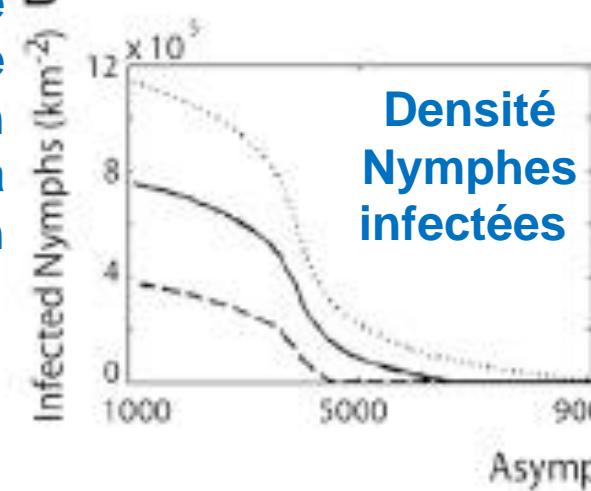
© Vourc'h et al. 2021, Quae

Importance des carnivores sur les populations de rongeurs (réservoirs)

Densité de nymphes de tiques infectées augmente avec une diminution de la prédatation

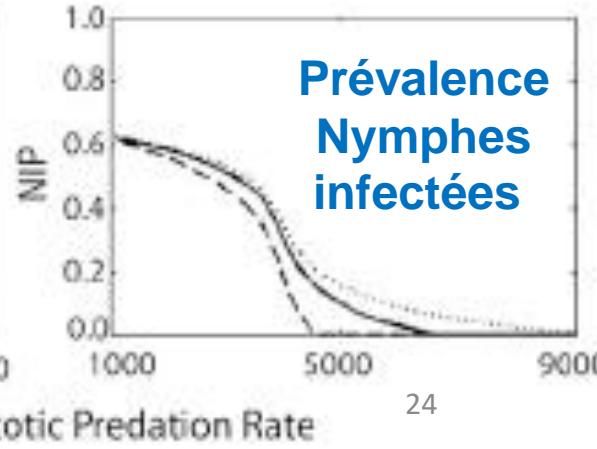


B



Densité Nymphes infectées

C



Prévalence Nymphes infectées



Installation de la tique *Hyalomma marginatum*, vectrice du virus de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo, en France continentale

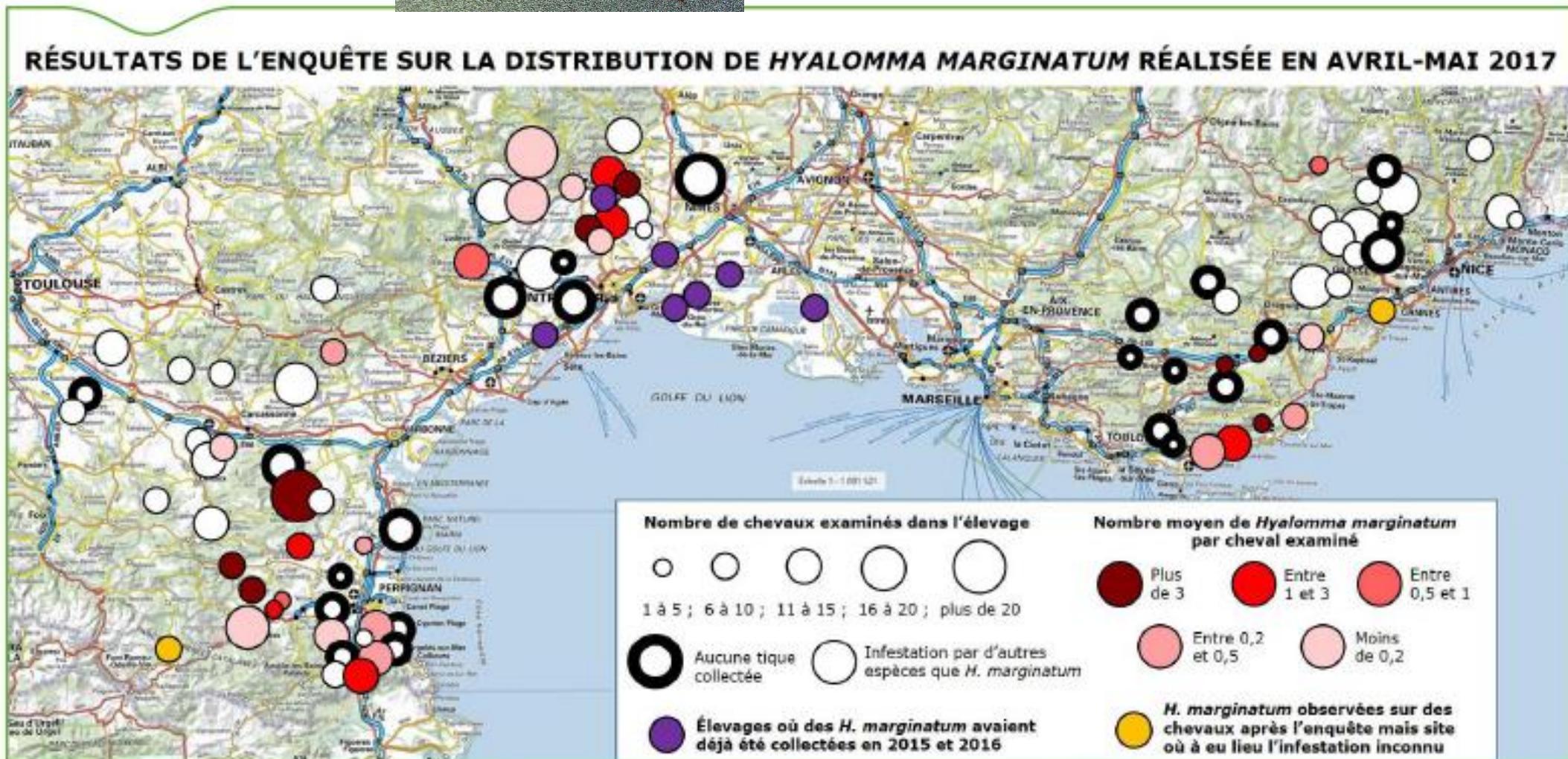
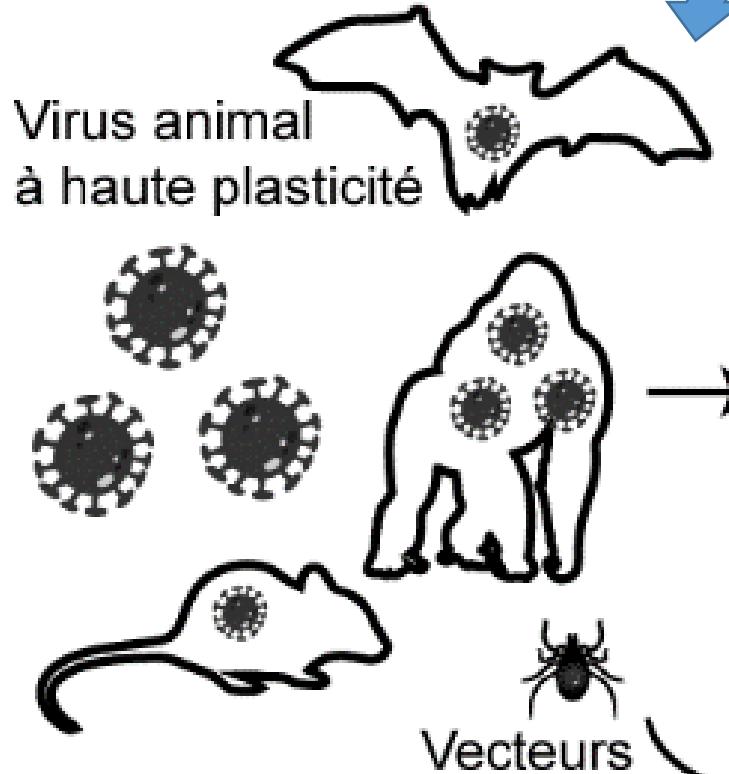


Figure 2. Distribution actuelle connue de la tique *Hyalomma marginatum* en France continentale

Les agents pathogènes font partie de la biodiversité et du fonctionnement des écosystèmes.



DANGER/RISQUE

Passage aux humains
à l'occasion de contacts

DESTRUCTION

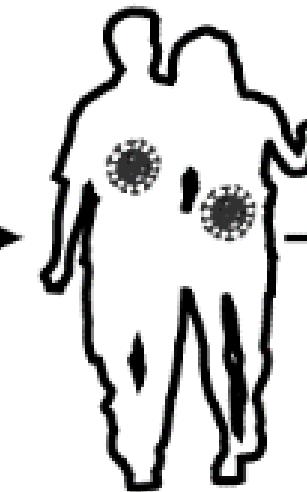
DOMESTICATION

Virus animal
à haute plasticité

Adaptation
à la transmission
interhumaine

Acteur principal ?

MONDIALISATION



Changement
climatique

Diffusion

(augmentation drastique
des densités, des effectifs
et de la rapidité
des déplacements
des populations humaines)

Mondialisation Globalisation

Phénomène ancien
Accélération
Ports - Aéroports



Table 1
Search terms used in the literature review.

Health terms

Zoonosis
Malaria
West Nile virus or WNV
Dengue fever

Leishmaniasis
Lyme disease
Tick-borne encephalitis or TBE
Schistosomiasis
Campylobacteriosis
Salmonellosis
Plague
Hantavirus infection
Hantavirus pulmonary syndrome or HPS
Highly Pathogenic Avian Influenza or HPAI

Vector-borne zoonosis
Mosquito-borne zoonosis
Sand fly-borne zoonosis
Tick-borne zoonosis
Waterborne zoonosis
Foodborne zoonosis
Rodent-borne zoonosis
Airborne zoonosis

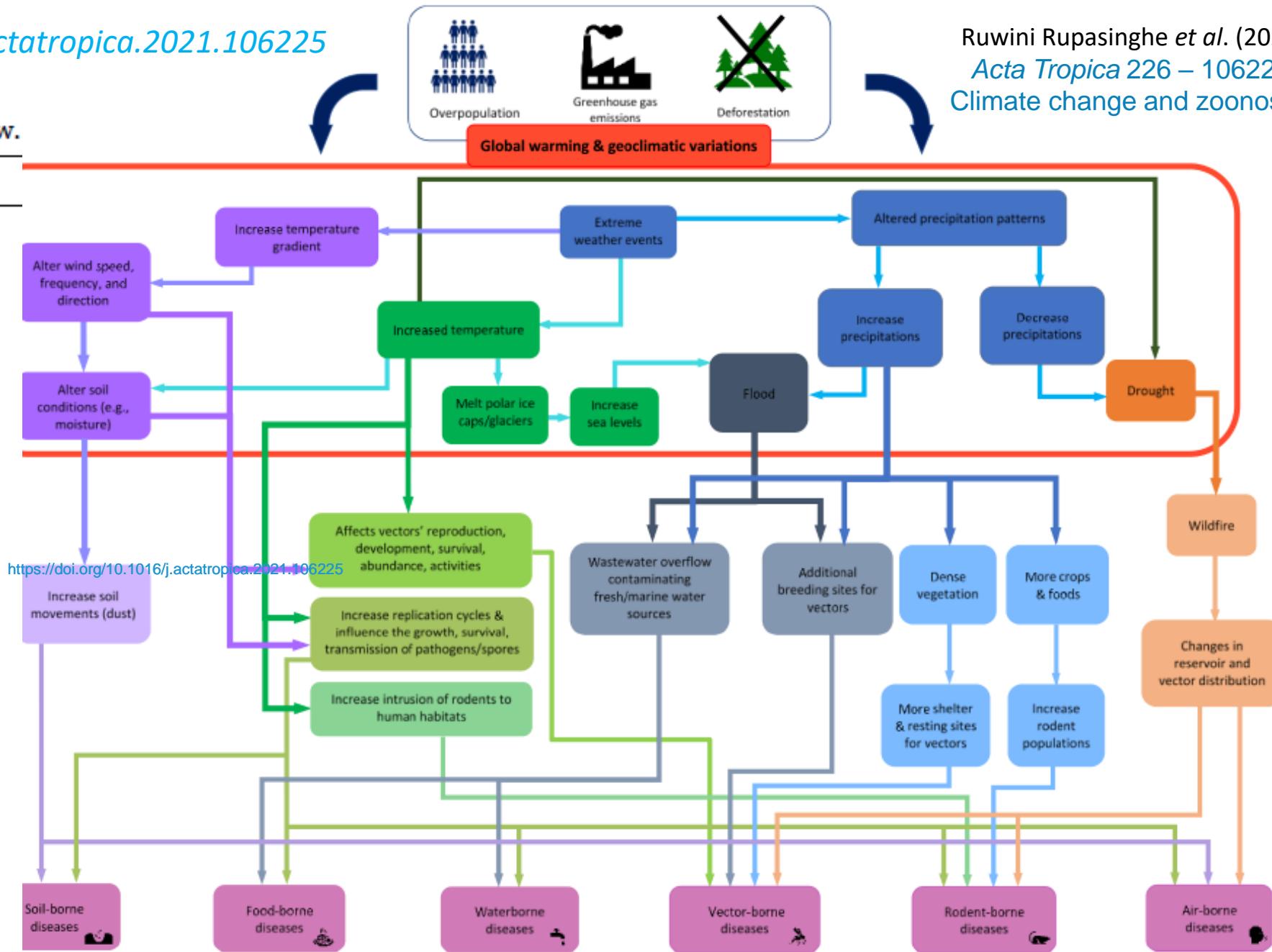


Fig. 1. Impacts of global warming and geoclimatic variations on zoonoses.

Un seul monde Une seule santé

One Health Ecohealth Global Health Planetary Health



© Munir et al. 2020
Emerging Microbes & Infection

Medical & Health Care Professionals,
Veterinarians, Environmentalists & Researchers