



**HAL**  
open science

## Facteurs de risque d'émergence des zoonoses

Elsa Jourdain

► **To cite this version:**

Elsa Jourdain. Facteurs de risque d'émergence des zoonoses. Perte de biodiversité et pandémies, Association Université des Biens Communs de Clermont-Ferrand, May 2022, Clermont-Ferrand, France. hal-03693191

**HAL Id: hal-03693191**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03693191>**

Submitted on 10 Jun 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

# Perte de biodiversité et pandémies

➤ Facteurs de risque d'émergence des zoonoses

**Elsa JOURDAIN**

UMR Épidémiologie des maladies animales et zoonotiques (EPIA)

Conférence de l'Université des Biens Communs de Clermont-Ferrand

18 mai 2022

# ➤ Biodiversité... aussi à l'échelle microbienne

© Shutterstock.com/watchara



« Loin d'être isolé en tant qu'individu, l'être humain est au cœur d'un réseau d'interactions avec notamment les microbes qu'il héberge : il est une entité composite »

Éric Bapteste | 28 septembre 2020

[DOSSIER POUR LA SCIENCE N° 109](#)

## Notre organisme

### ➔ interactions permanentes avec le monde microbien

- $10^{12}$  micro-organismes dans le tube digestif soit 2 à 3 fois plus que le nombre de cellules de notre corps !
- > 3 000 milliards de virus
- Endovirus dans notre génome >> jusqu'à 8%

### ➔ le fruit d'une longue co-évolution

- Placenta des mammifères (retrovirus)
- Mitochondries qui permettent la respiration (bactérie)
- Noyau des cellules eucaryotes (procaryote)

# ➤ La biodiversité, un ensemble d'interactions

La biodiversité, c'est « *le tissu vivant de notre planète* »

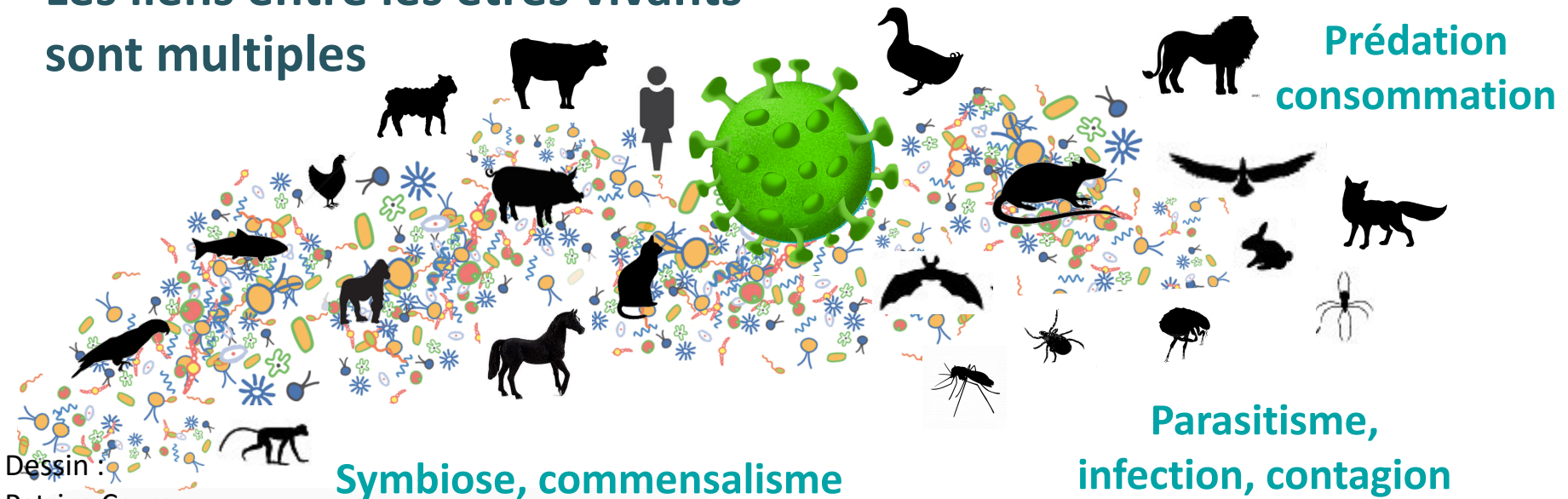
→ **notion dynamique**

« *L'ensemble des interactions reliant entre eux la totalité des êtres vivants : animaux, végétaux, bactéries, archées, ... et ici on peut ajouter les virus* »

<https://www.ecologie.gouv.fr/biodiversite-presentation-et-informations-cles>

Francois Moutou  
Santé et biodiversité à l'ère  
de l'anthropocène  
AEEMA 2021

## Les liens entre les êtres vivants sont multiples



Dessin :  
Patrice Cayre

**INRAE**

Conférence organisée par l'Université des Biens Communs de Clermont-Ferrand  
18 mai 2022 / Clermont-Ferrand

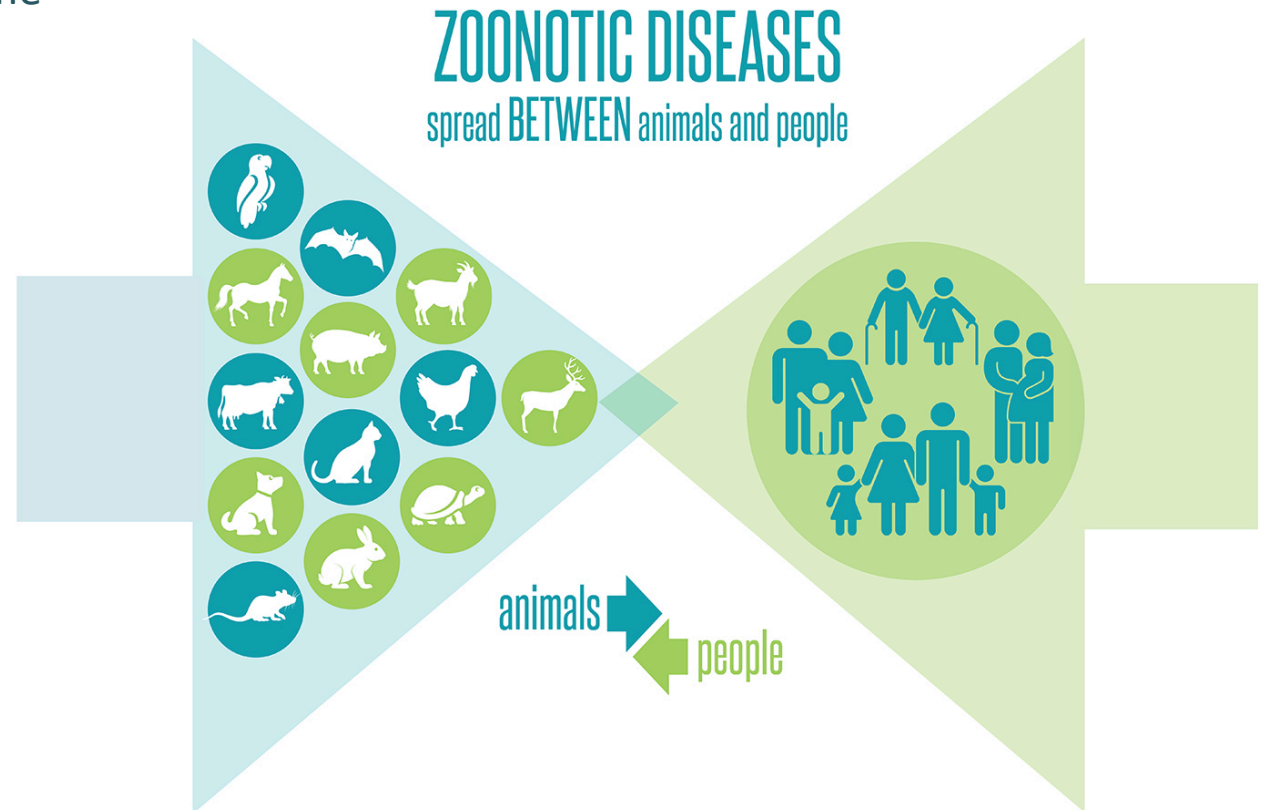


# ➤ ZOOZOSES

du grec zôon « animal » et nosos « maladie »

**Site OMS 2020** : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/zoonoses>

Une zoonose est une maladie ou une infection **naturellement transmissible** des **animaux vertébrés** à l'homme



INRAE

Conférence organisée par l'Université des Biens Communs de Clermont-Ferrand  
18 mai 2022 / Clermont-Ferrand

# ➤ Étapes historiques pour les zoonoses

## Il y a ~10 000 ans : domestication

- Source directe de nouveaux agents pathogènes
- Sédentarisation/augmentation taille des communautés

## Années 1960-1980 : phase d'optimisme

- Alimentation
- Hygiène
- Antibiotiques
- Vaccins



Parchemin certifiant  
l'éradication de la  
variole - Genève  
1979

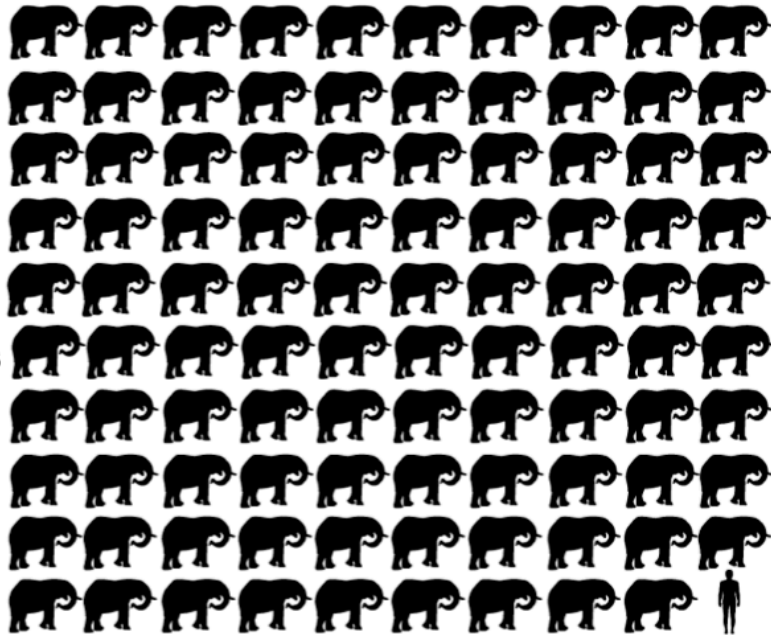


## Depuis 1980 : maladies émergentes

- « Nouveaux » agents pathogènes (surtout virus et surtout zoonoses)
  - SIDA, prions (« vache folle »), Ebola, SARS-CoV...
- Résistance aux antibiotiques
  - Salmonelles, staphylocoques multi-résistants...

# ➤ Evolution de la biodiversité en proportion de « zoomasse »

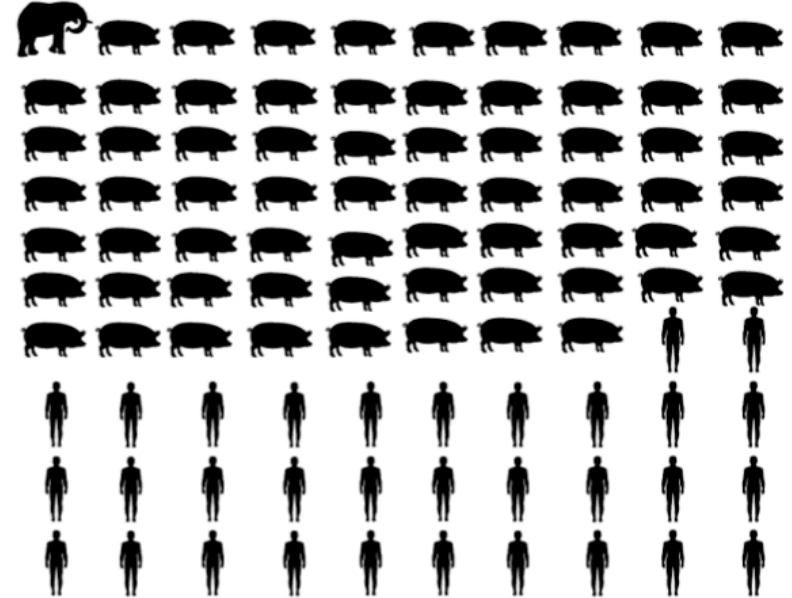
## Il y a 10 000 ans (Néolithique)



99% d'espèces de mammifères sauvages

1% d'humains

## Actuellement



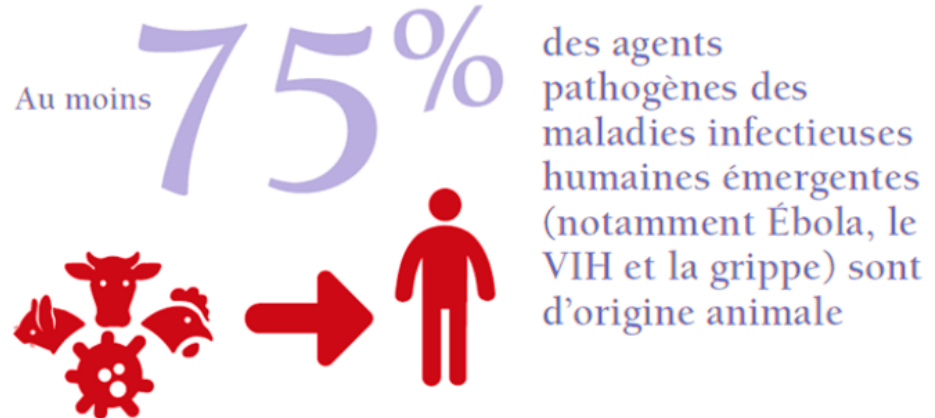
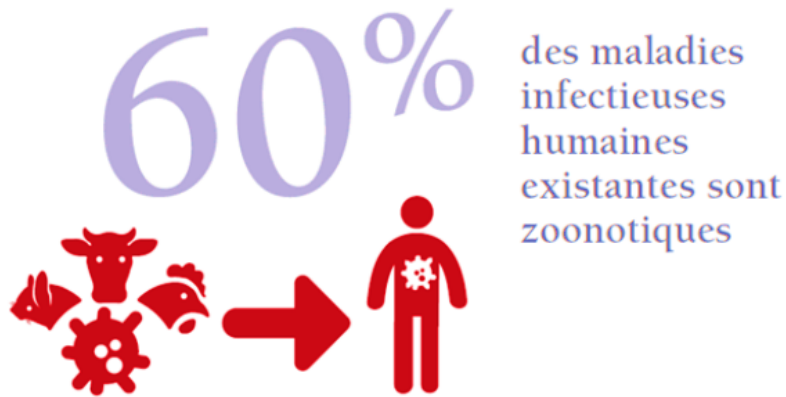
1% d'espèces de mammifères sauvages

67% de bétail

32% d'humains



## ➤ Importance des maladies zoonotiques



Exemple : site de l'Organisation Mondiale de la Santé Animale  
(OIE pour Office International des Epizooties)

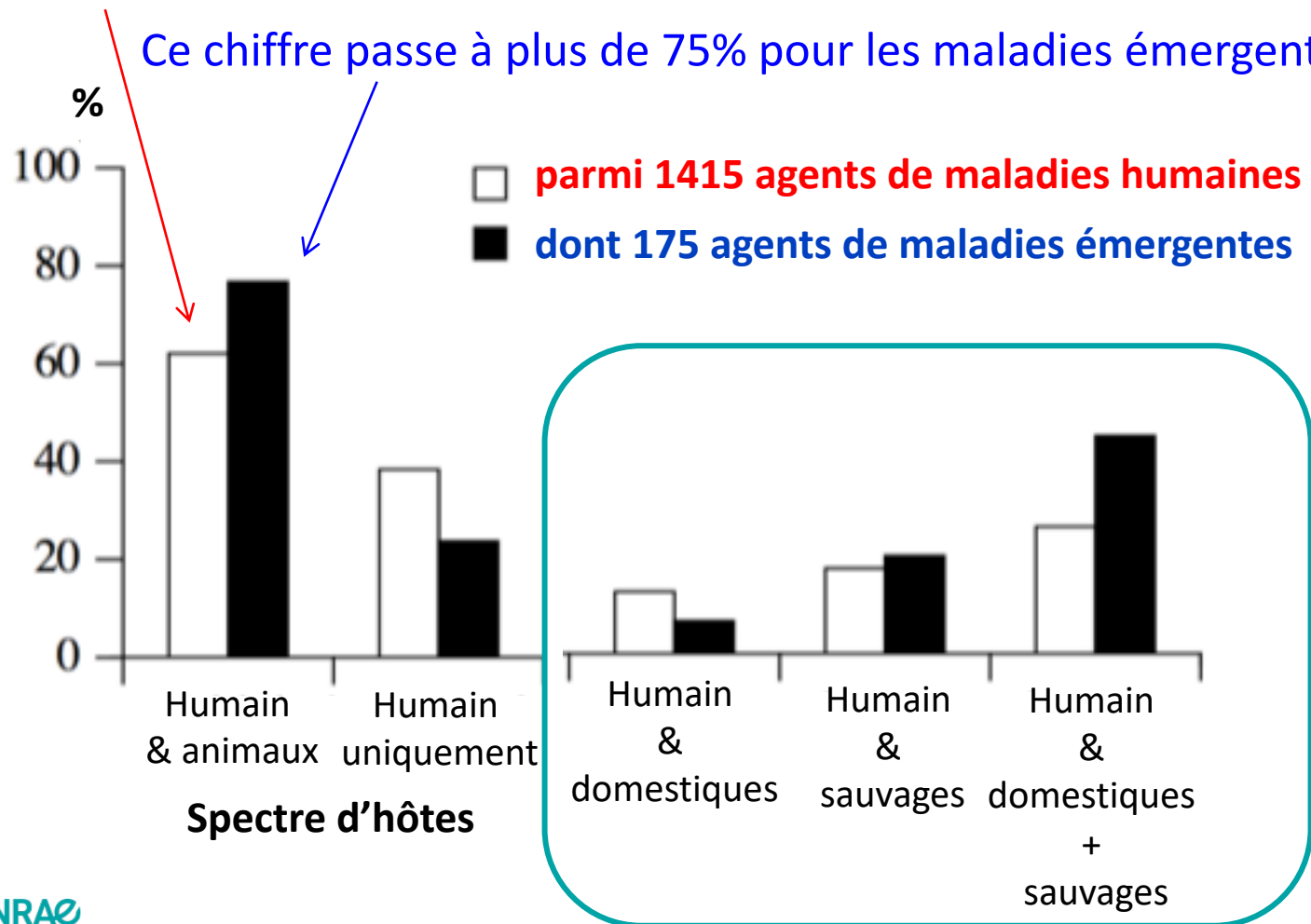
<https://www.oie.int/app/uploads/2021/03/who-oie-operational-framework-final2.pdf>

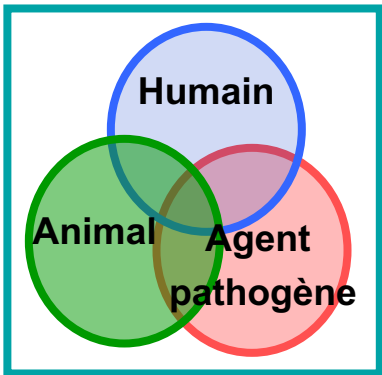
➔ D'où viennent ces chiffres repris un peu partout ?

# Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence

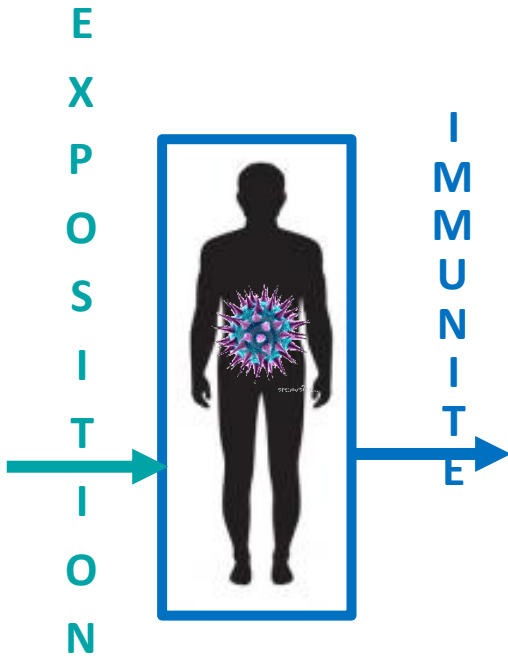
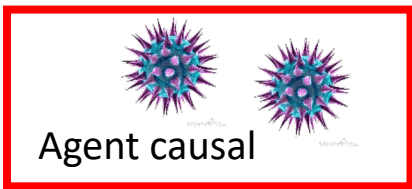
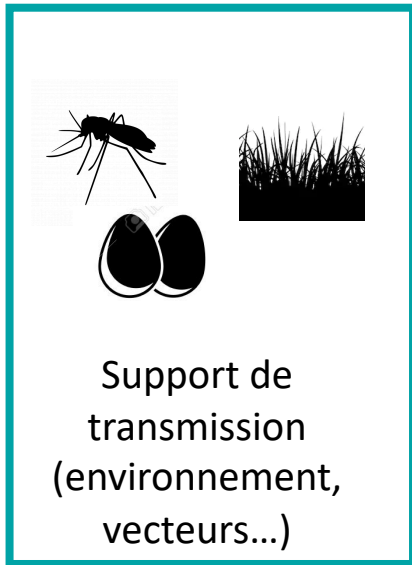
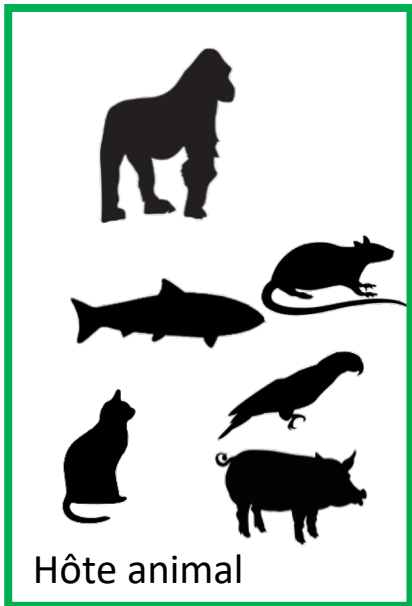
Environ 60% des maladies infectieuses (et parasitaires) humaines sont zoonotiques

Ce chiffre passe à plus de 75% pour les maladies émergentes





## ➤ Les acteurs de la transmission zoonotique



= Source  
Danger

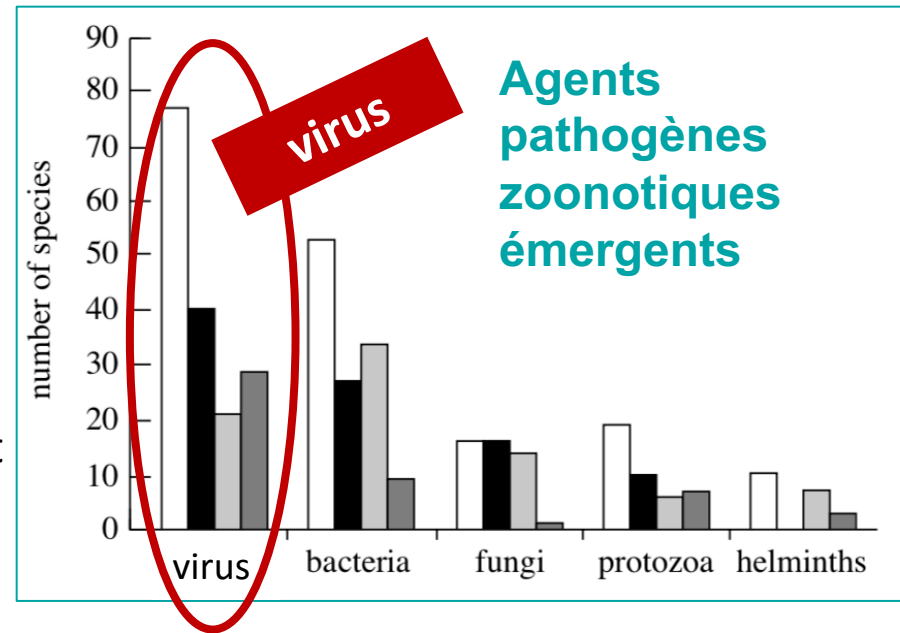
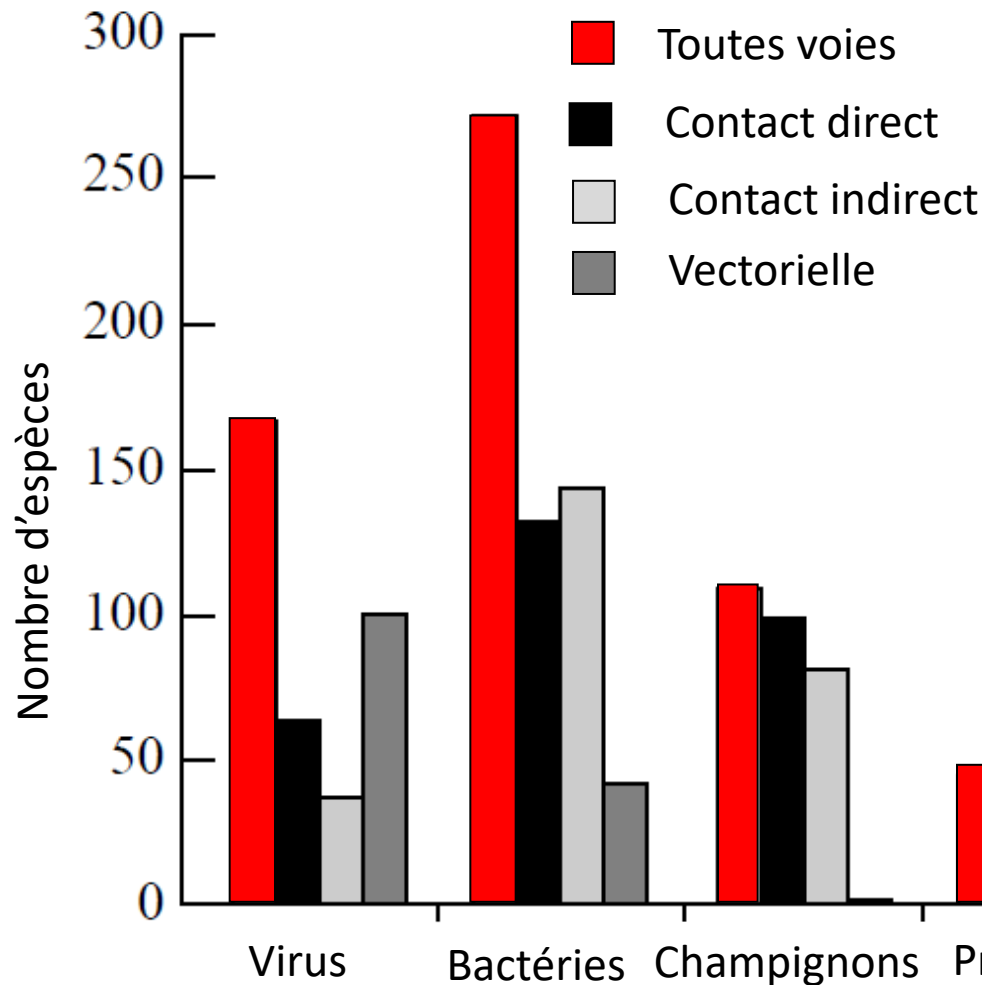
= Cible  
Réceptivité

= Malade  
Sensibilité



INRAE

# ➤ Taxonomie et voies de transmission des agents pathogènes zoonotiques



**En considérant 868 agents pathogènes zoonotiques**  
 ( $N_{\text{total agents pathogènes humains}} = 1415$ )



**INRAE**

Conférence organisée par l'Université des Biens Communs de Clermont-Ferrand  
 18 mai 2022 / Clermont-Ferrand

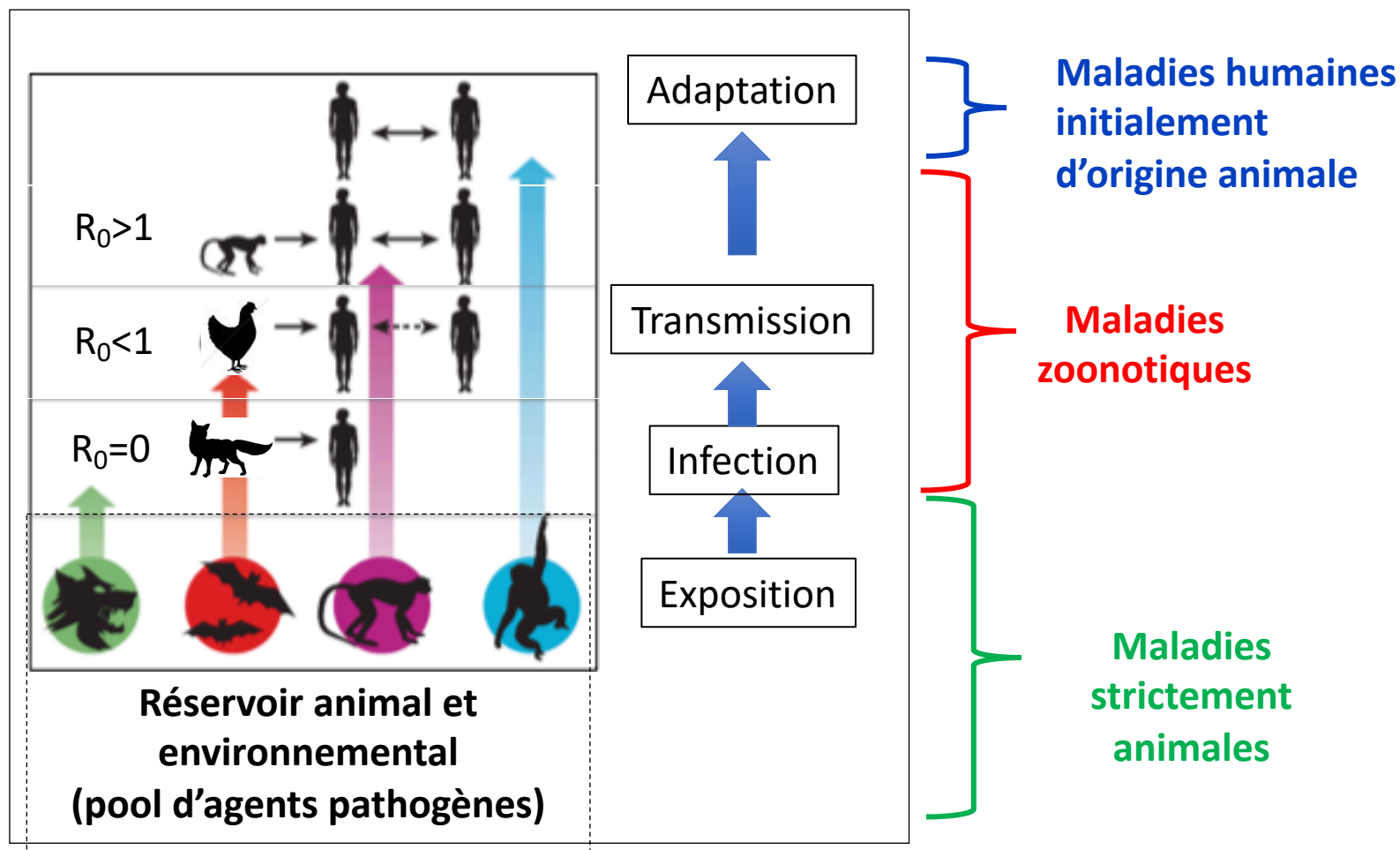
Taylor et al. 2001 *Proc. Roy. Soc. Lond. B*



# ➤ Une histoire co-évolutive

Étapes nécessaires à l'émergence chez un nouvel hôte (humain)

Pyramide des agents pathogènes zoonotiques



INRAE

Conférence organisée par l'Université des Biens Communs de Clermont-Ferrand  
18 mai 2022 / Clermont-Ferrand

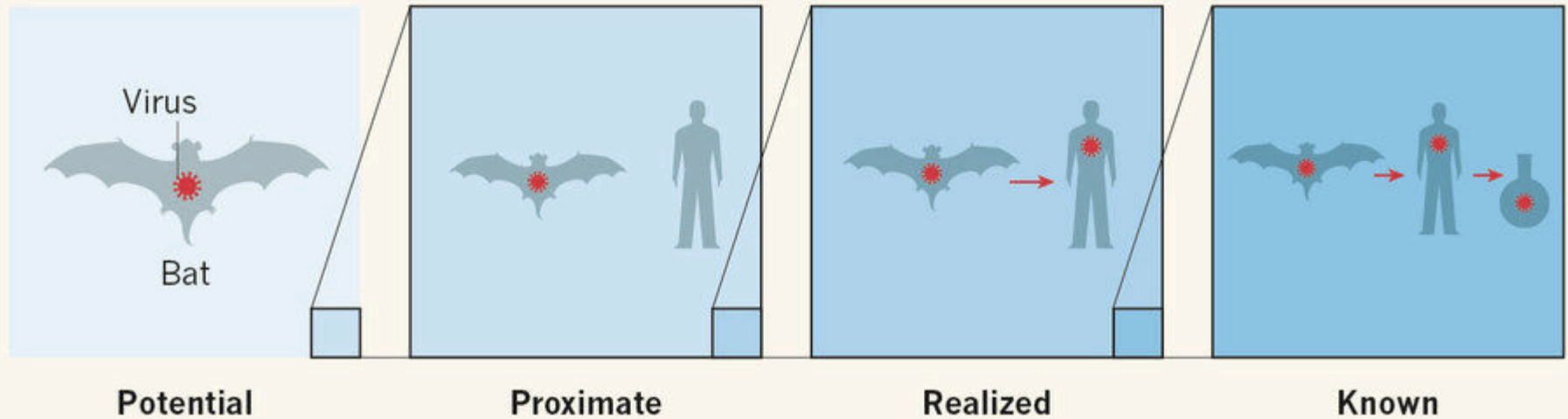
Wolf et al. 2007 *Nature*, Olival et al. 2017 *Nature*  
Parrish et al. 2008 *Microbiology and Molecular Biology*

# ➤ De nombreux réservoirs de zoonoses restent à découvrir

Infectious diseases: Predictions of virus spillover across species

James O. Lloyd-Smith

Nature 546, 603–604 (29 June 2017) | doi:10.1038/nature23088



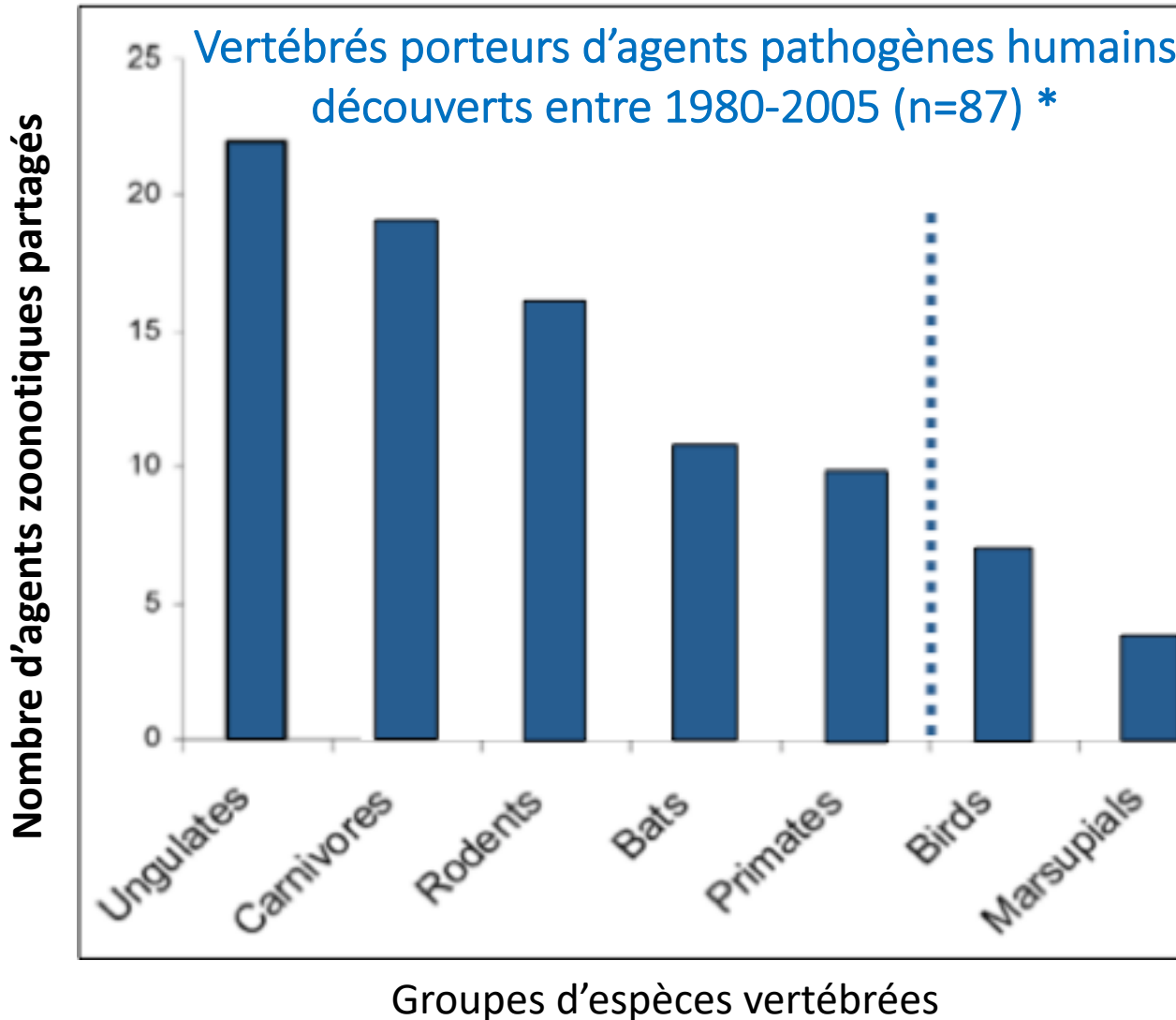
➔ Les espèces animales réservoirs de zoonoses ont-elles des points communs qui permettraient d'aider à les identifier ?



INRAE

Conférence organisée par l'Université des Biens Communs de Clermont-Ferrand  
18 mai 2022 / Clermont-Ferrand

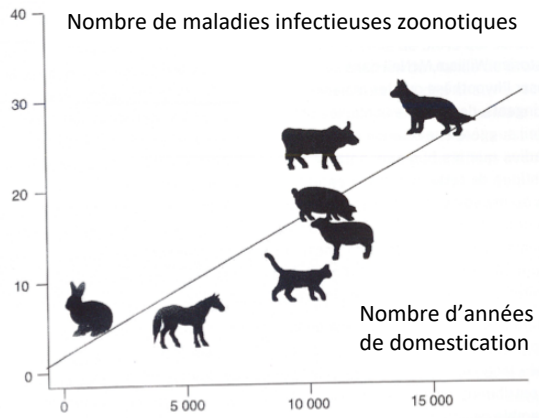
# ➤ Quels sont les principaux animaux réservoirs de zoonoses ?



\* Données indicatives car le réservoir n'a pas toujours été formellement identifié

Woolhouse & Gaunt  
Crit Rev Microbiol  
2007

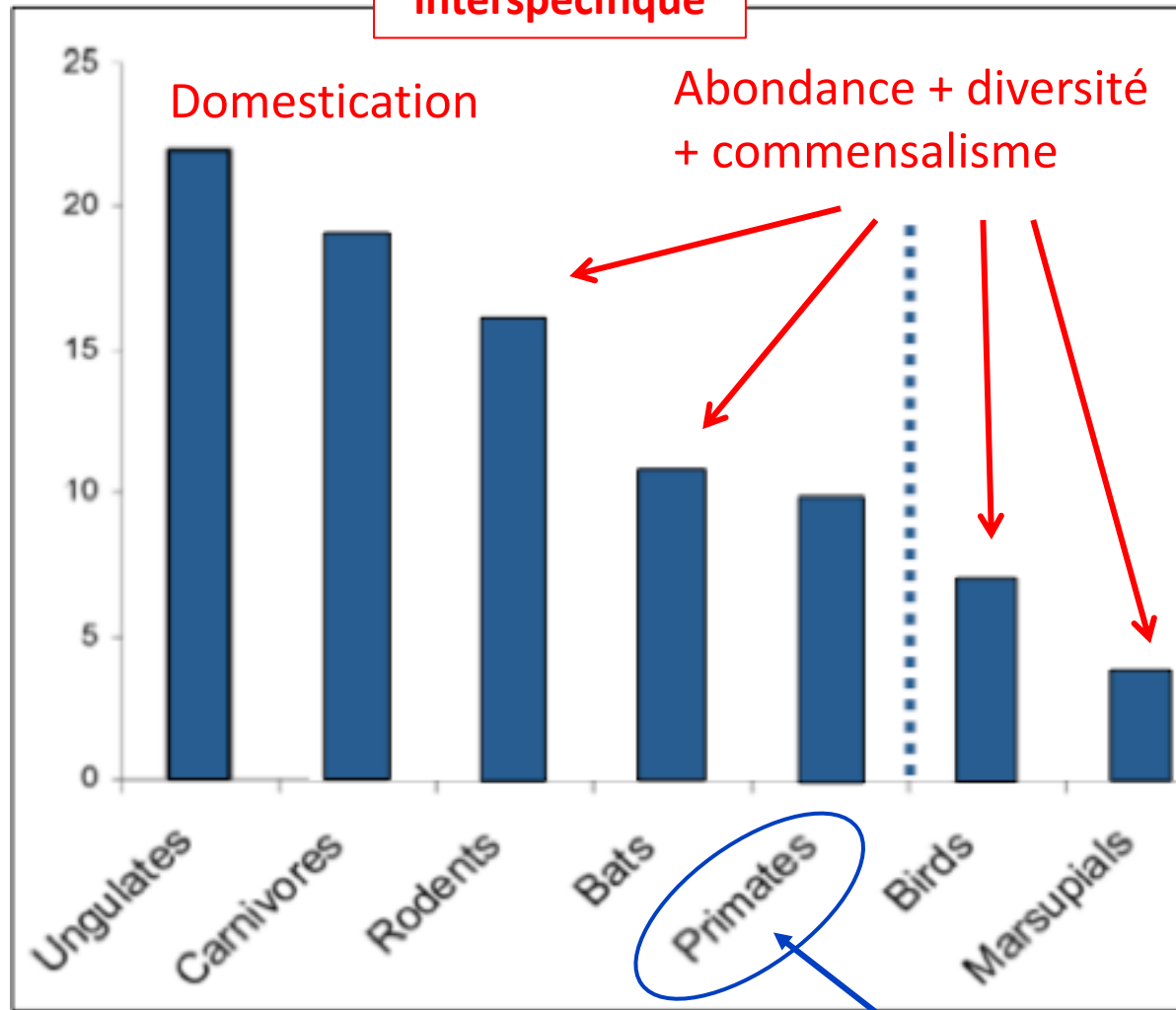
# Quels sont les principaux animaux réservoirs de zoonoses ?



Morand & Figuié 2016

Nombre d'agents zoonotiques partagés

**Contact interspécifique**



Woolhouse & Gaunt Crit Rev Microbiol 2007

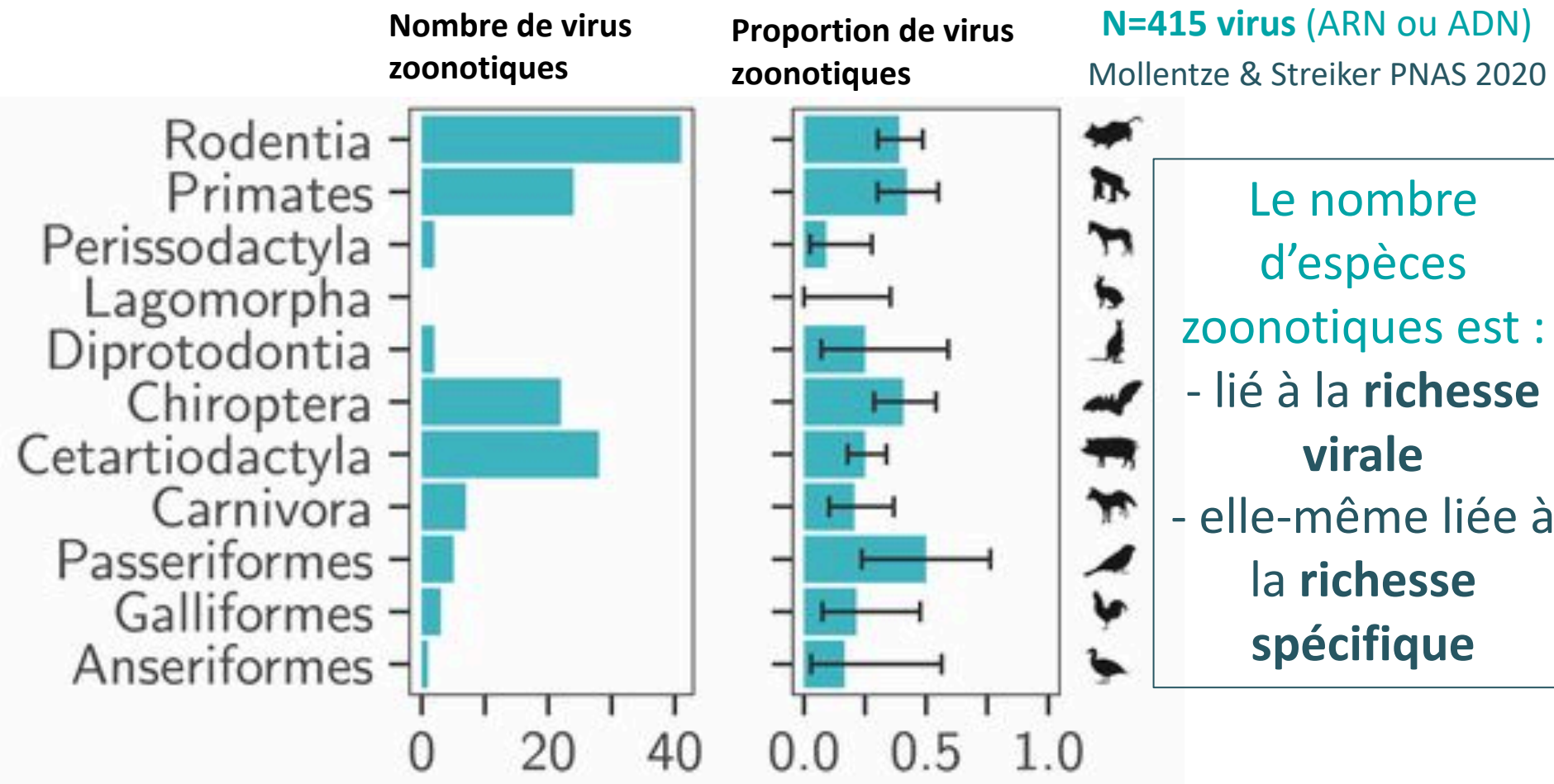
Groupes d'espèces vertébrées

**Distance phylogénétique**



**INRAE**

# ➤ Diversité des espèces et de leurs agents pathogènes



Le nombre d'espèces zoonotiques est :  
- lié à la **richesse virale**  
- elle-même liée à la **richesse spécifique**

➔ **Pas de justification à cibler préférentiellement des groupes d'espèces hôtes pour surveiller l'émergence de nouveaux virus zoonotiques**



**INRAE**

Conférence organisée par l'Université des Biens Communs de Clermont-Ferrand  
18 mai 2022 / Clermont-Ferrand

## ➤ Espèces animales sources de zoonoses ?

**Séparation génétique**  
entre hôtes « sources »  
et hôtes « récepteurs »



**Intensité et  
fréquence des  
contacts**  
entre hôtes « sources »  
et hôtes « récepteurs »  
++++

*Nous sommes dans une **épidémie d'épidémie**.*

*Depuis 2021, nous avons une **augmentation** des maladies **zoonotiques, vectorielles**, affectant les **animaux d'élevage**. Une augmentation des maladies qui touchent les **plantes**. Le changement climatique affecte la relation. »*

**Serge Morand**

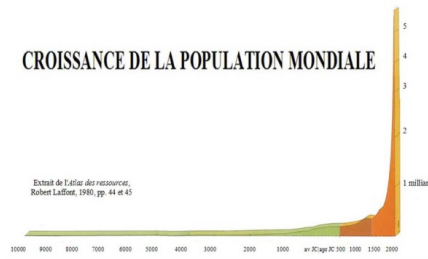
## ➤ Principaux facteurs de risque d'apparition et d'expansion des zoonoses émergentes

- l'augmentation de la démographie humaine
- les échanges internationaux
- le changement climatique
- les modifications des écosystèmes
- le commerce légal et illégal d'animaux sauvages

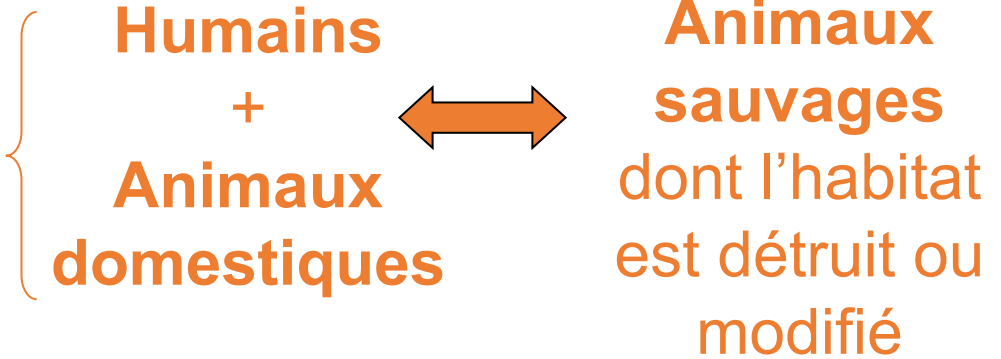


# ➤ Destruction des habitats

## Hausse exponentielle de la population humaine



Conséquences : ↗ contacts



### ■ Nipah virus

- Malaysia 1998 – Encéphalites – Éleveurs de porcs  
Source = chauves-souris frugivores



### ■ Fièvres hémorragiques

- États-Unis – Hantavirus – Rongeurs



### ■ Maladie de Lyme

- États-Unis – *Borrelia* – Cervidés hôtes de tiques



# ➤ Chasse et capture d'animaux sauvages

**Intensification** (armes, trafic international...)

Or, zones à forte biodiversité

→ forte diversité d'agents pathogènes potentiels



## ■ Primates

- HIV → Précurseur: SIV (simian immunodeficiency); ≥ 8 sauts d'espèce

## ■ Autres espèces vertébrées

- SARS CoV



## ➤ Le commerce d'animaux légal et illégal



### ■ Animaux exotiques (animaleries + zoos + recherche)

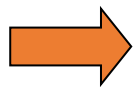
- Transport simultané de diverses espèces
  - possibilité de co-infection/recombinaison
- Ex: Marburg, H5N1

### ■ Bétail

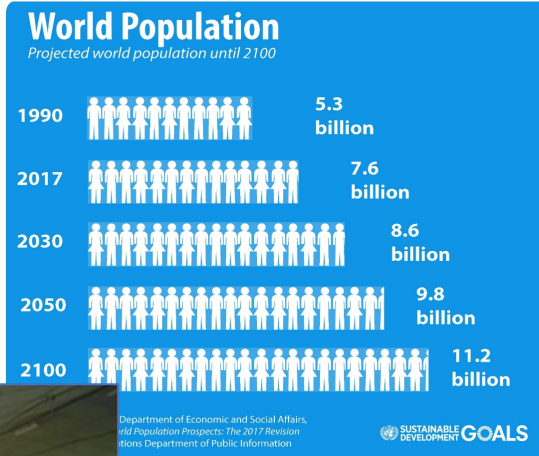
- Naissance / engraissement / abattage → lieux (pays) différents
- Transport = stressant + promiscuité
  - Favorise la transmission d'agents pathogènes
  - Excrétion décalée d'agents zoonotiques
- Dissémination à longue distance
  - Ex : H5N1

# ➤ L'industrialisation de l'élevage

Hausse de la population  
+ revenu + urbanisation

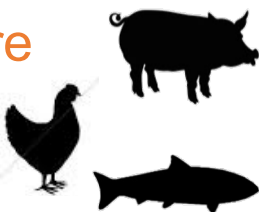


Hausse de la consommation de  
viande, œufs, produits laitiers



## ■ Agriculture intensive

- Nombre élevé d'animaux
- Génotype similaire
- Espace confiné
- Animaux jeunes



- Produits alimentaires d'origine animale
- Déchets animaux et fumiers



## ■ Ex 1 – Zoonoses alimentaires

- Bactéries entériques multi-résistantes aux antibiotiques, vache folle

## ■ Ex 2 – Influenza aviaire hautement pathogène

INRAE

Conférence organisée par l'Université des Biens Communs de Clermont-Ferrand  
18 mai 2022 / Clermont-Ferrand

Greger 2007 *Critical Reviews in Microbiology*

# ➤ LES HUMAINS

## Des hôtes vertébrés particuliers ?

### Espèce humaine

- invasive +++
- mobile +++
- modification des environnements +++
- modification du climat +++



### Concept d'Anthropocène (ère de l'Homme)

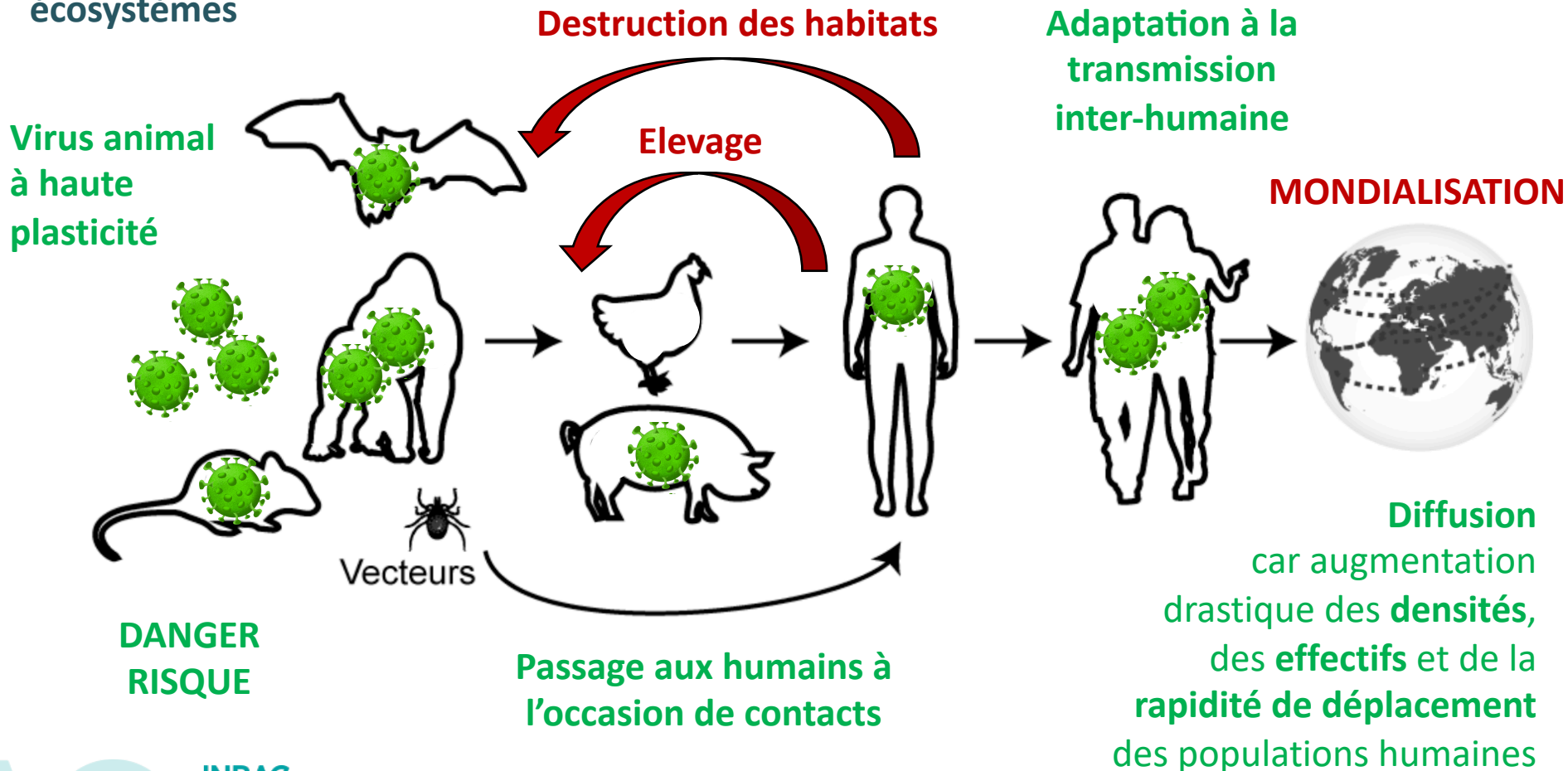
= nouvelle période géologique (suggérée) où l'activité humaine est devenue la **contrainte géologique dominante** devant toutes les autres forces géologiques et naturelles qui avaient prévalu jusque-là



# ➤ Biodiversité et émergence d'une zoonose qui devient pandémique chez les humains

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

Perturbation des équilibres environnementaux



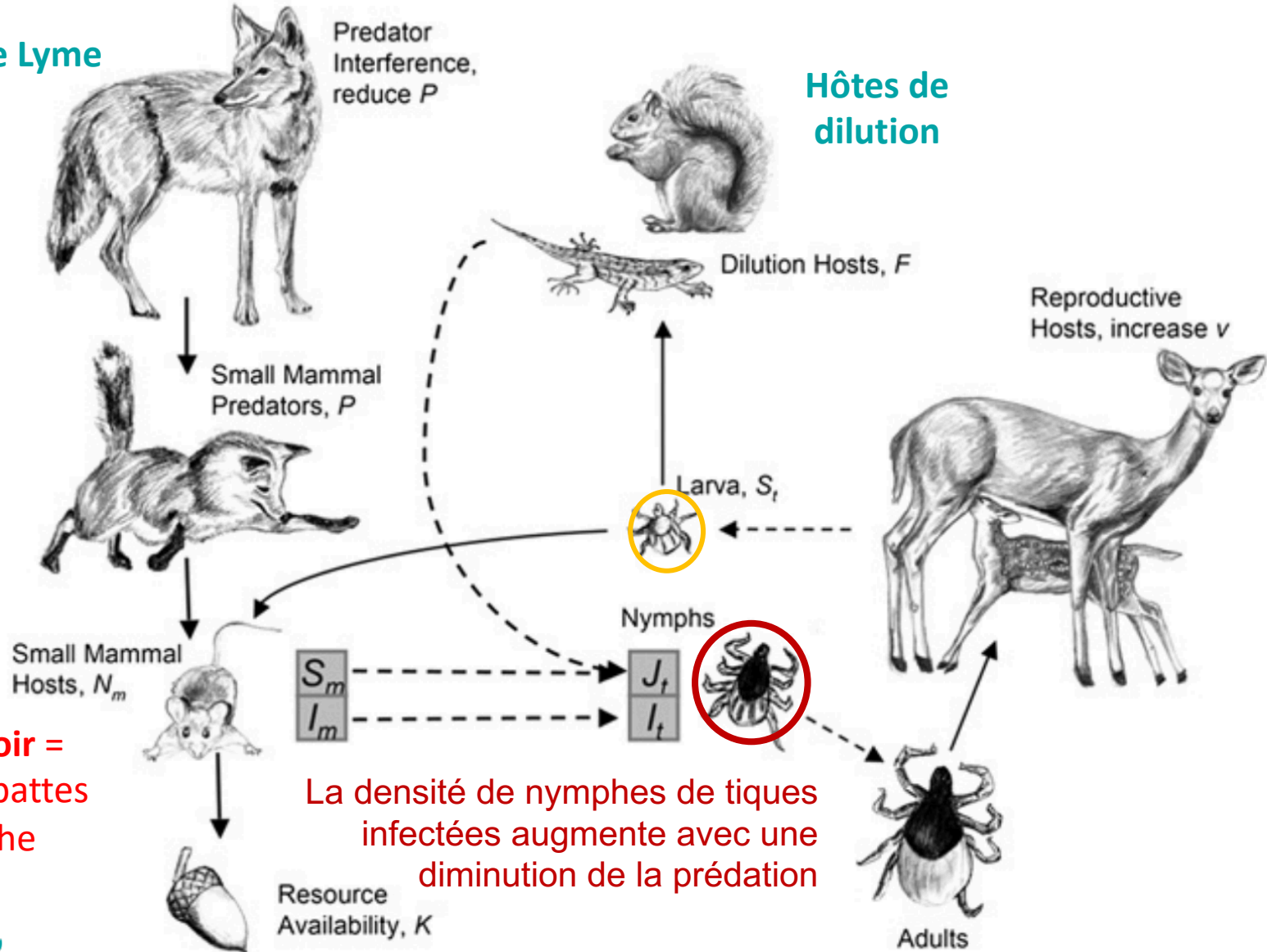
# ➤ Rôle de « l'effet dilution » »

Cas de la maladie Lyme aux États-Unis

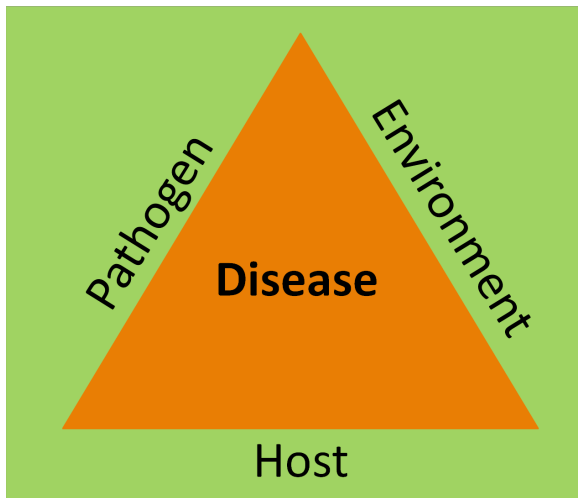
Importance des carnivores sur les populations de rongeurs (réservoirs)

Réservoir = souris à pattes blanche

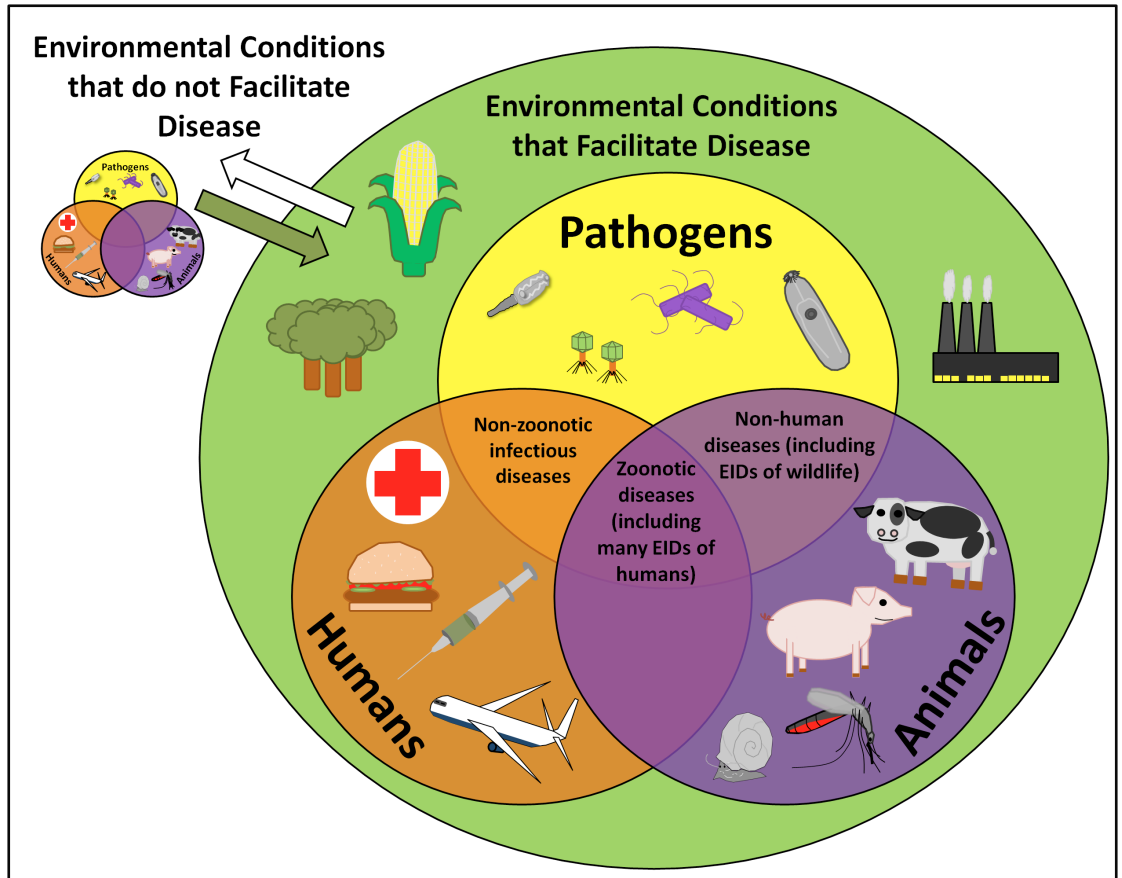
La densité de nymphes de tiques infectées augmente avec une diminution de la prédation







## The Disease Triangle and the One Health Concept



Un seul monde  
Une seule santé

One Health  
Ecohealth  
Global Health  
Planetary Health



© Munir *et al.* 2020  
*Emerging Microbes & Infection*

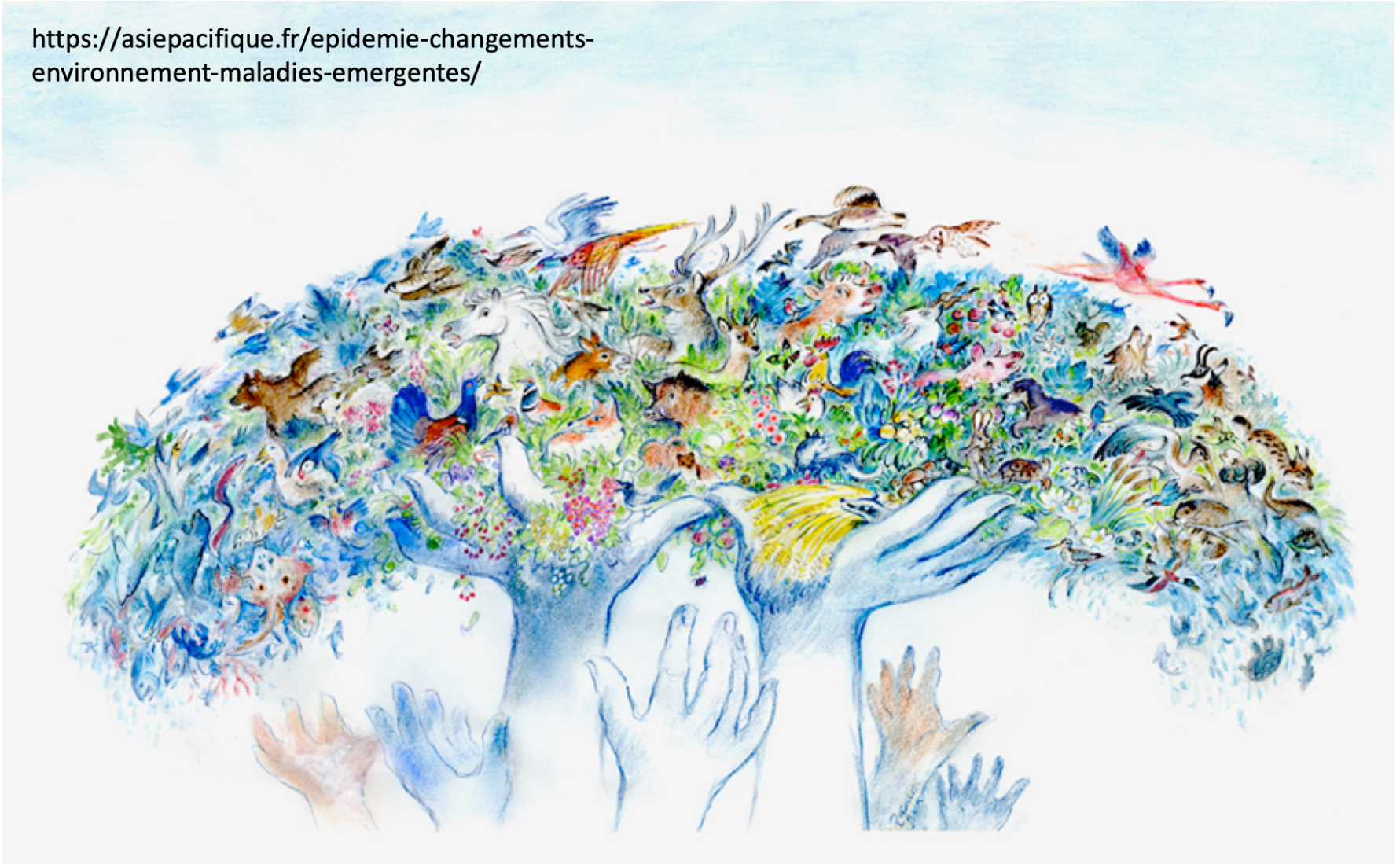
Medical & Health Care Professionals,  
Veterinarians, Environmentalists & Researchers

INRAE

Conférence organisée par l'Université des Biens Communs de Clermont-Ferrand  
18 mai 2022 / Clermont-Ferrand

Merci pour votre attention

<https://asiepacifique.fr/epidemie-changements-environnement-maladies-emergentes/>



**INRAE**

Conférence organisée par l'Université des Biens Communs de Clermont-Ferrand  
18 mai 2022 / Clermont-Ferrand