



École Pratique
des Hautes Études



L'état de l'environnement, les maladies infectieuses d'origine animale et la covid-19

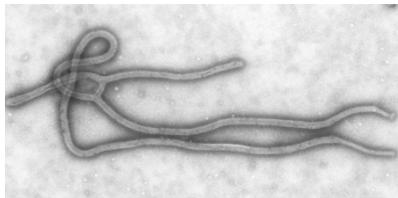
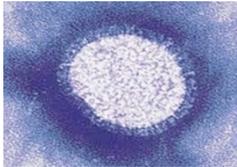
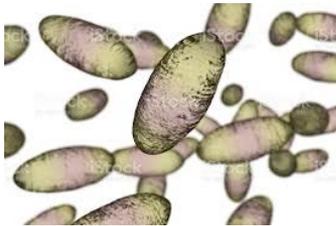
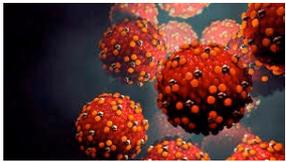
Philippe Grandcolas
Directeur de recherche CNRS

Directeur, Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité (ISYEB)
Muséum national d'Histoire naturelle, CNRS, Sorbonne Université
EPHE, Université des Antilles

pg@mnhn.fr

Les maladies infectieuses émergentes : de nombreuses zoonoses

Nous sommes frappés par l'émergence de maladies ou par les épidémies/pandémies et nous les associons à des questions d'intérêt humain bien différentes



Rougeole : maladie infantile prétendument bénigne

Grippe : saisonnier, peut être mauvaise !

Peste : Historique (rats et puces !) ...

SIDA : présumé récent, transmissible sexuellement

Ebola : maladie très virulente en Afrique

SRAS : trafics d'animaux en Chine

Ce sont toutes des zoonoses

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

Les maladies infectieuses émergentes : de nombreuses zoonoses

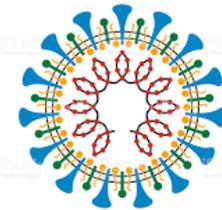
En fait, environ 60% des maladies infectieuses humaines sont des zoonoses :
peste, rage, rougeole, grippes, SIDA, Ebola, SRAS, Covid-19, etc.



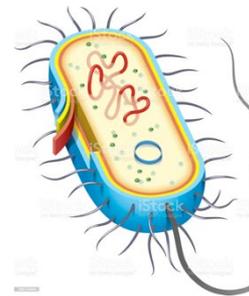
Les maladies infectieuses émergentes : de nombreuses zoonoses

Les agents pathogènes sont variés :

- Virus : un support de l'hérédité et quelques protéines autour

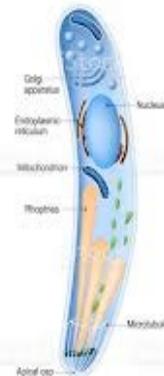


- Bactéries : des êtres unicellulaires Procaryotes



- Protozoaires : des êtres unicellulaires Eucaryotes

Plasmodium



etc.

Un schéma général pour les zoonoses

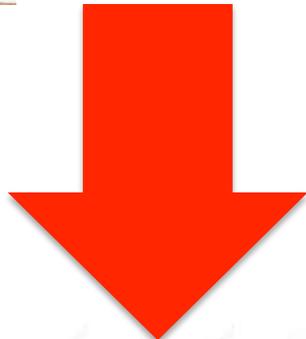
Réservoir animal



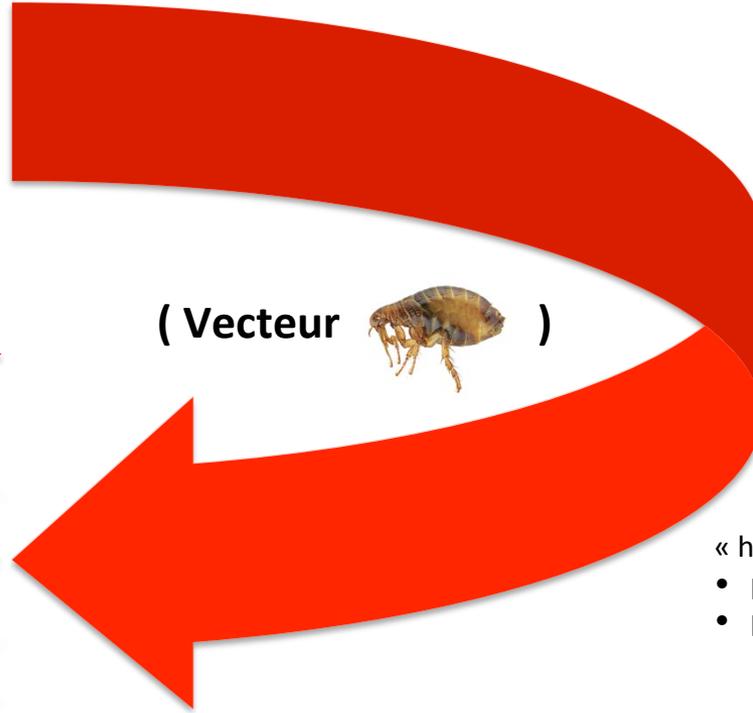
Hôte intermédiaire



(Vecteur )

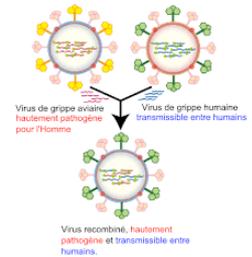


Humains



- « humanise » l'agent pathogène
- par **sélection** de proche en proche
 - par **recombinaison** entre deux agents

Les flèches représentent contaminations ou évolution biologique



Les maladies infectieuses émergentes : de nombreuses zoonoses

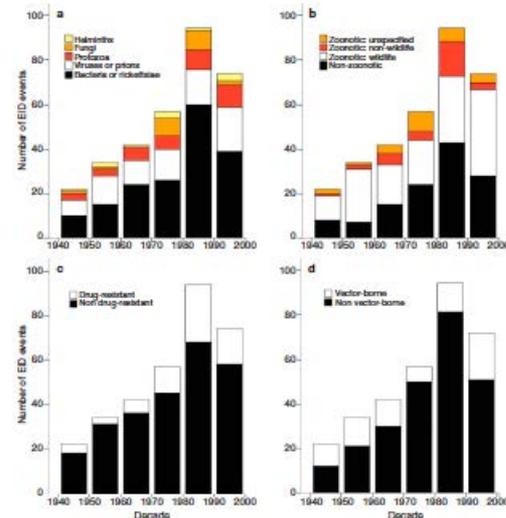
De nombreuses zoonoses sont anciennes :

- sédentarisation, domestication, et élevage (bovins, cochons, poules, etc.)
- commensaux (chiens, chats, rongeurs, etc.)

Mais il y a une forte augmentation récente des Zoonoses depuis 1940:

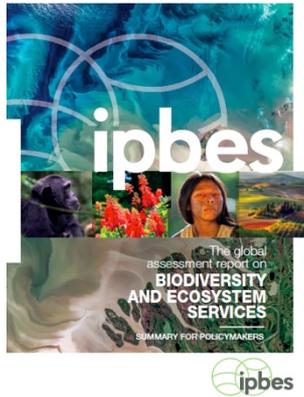
- nombre d'émergences,
- nombre d'épidémies

Quelles causes à cette augmentation ?



Jones K.E., Patel N.G., Levy M.A., Storeygard A., Balk D., Gittleman J.L. & Daszak P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451, 990-993.

Le lien entre zoonoses et état de l'environnement était connu



IPBES, 2019 « Les maladies infectieuses émergentes de la faune, des animaux domestiques, des plantes ou des personnes peuvent être exacerbées par les activités humaines telles que le défrichement et la fragmentation de l'habitat »

Synthèse SRAS 2007 « La présence d'un réservoir important de virus de type SARS-CoV dans les chauves-souris Rhinolophidae combiné avec l'élevage pour la consommation de mammifères exotiques dans le sud de la Chine est une bombe à retardement. »

AMERICAN SOCIETY FOR MICROBIOLOGY | Clinical Microbiology Reviews

Home Articles For Authors About the Journal Subscribe

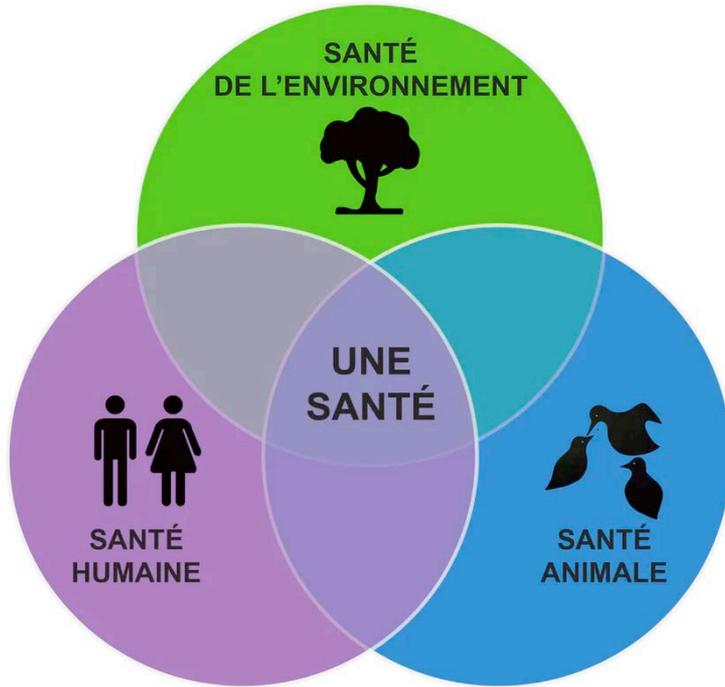
Review

Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus as an Agent of Emerging and Reemerging Infection

Vincent C. C. Cheng, Susanna K. P. Lau, Patrick C. Y. Woo, Kwok Yung Yuen

DOI: 10.1128/CMR.00023-07

Et plus largement dans l'initiative One Health – Une Santé

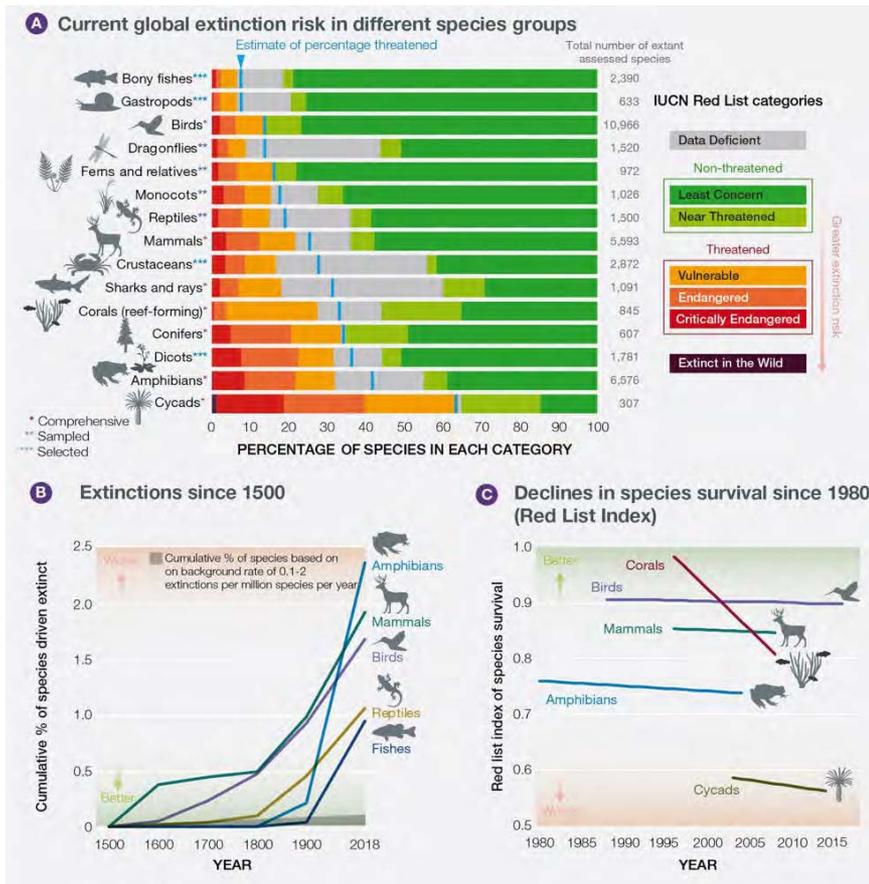


Nous ne sommes pas isolés

Nous sommes en contact avec un environnement comportant des organismes vivants dont plusieurs sont domestiqués

- Attention aux agents pathogènes qui peuvent être transmis ou évoluer
- Nos aliments doivent être contrôlés au plan sanitaire
- Nous ne devons pas susciter d'antibiorésistance

L'état désastreux de l'environnement et de la biodiversité



L'IPBES a défini cinq grands déterminants de crise

Changements d'usages des terres ou des mers

200 millions d'hectares de forêts tropicales perdus de 1980 à 2020

zones humides réduites de 85% depuis l'époque industrielle

Exploitation directe

pêche et surpêche (33% des stocks surexploités)
trafics d'animaux colossaux
bois extrait des forêts a augmenté de 45% depuis 1970

Changement climatique

réefs coralliens à 50%, évènements extrêmes

Pollutions

10 x plus de rejets de matière plastique depuis 1980

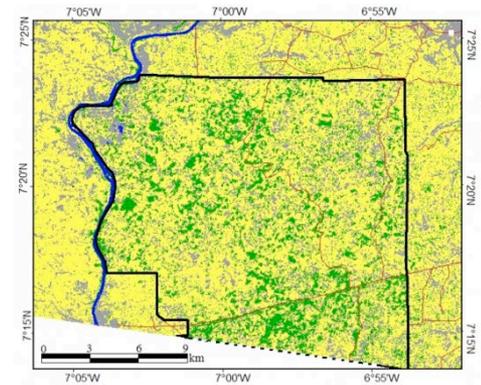
Espèces exotiques envahissantes.

50% de signalements en plus depuis 1980

Pourquoi plus d'émergence ou d'épidémies de zoonoses ?

Conversion des milieux : Déforestation

-> surface d'échange plus grande
(braconnage, trafics, habitat rural, etc.)



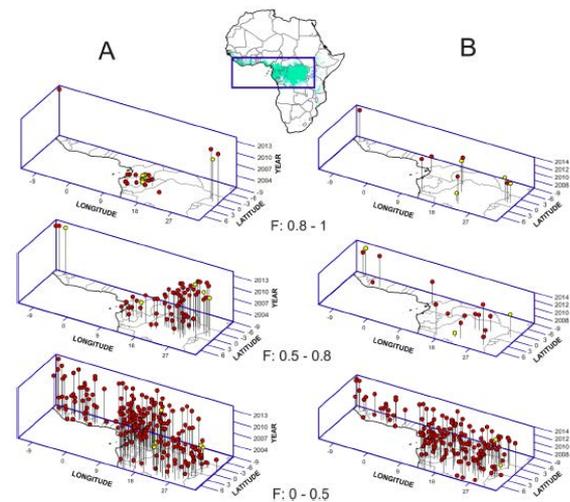
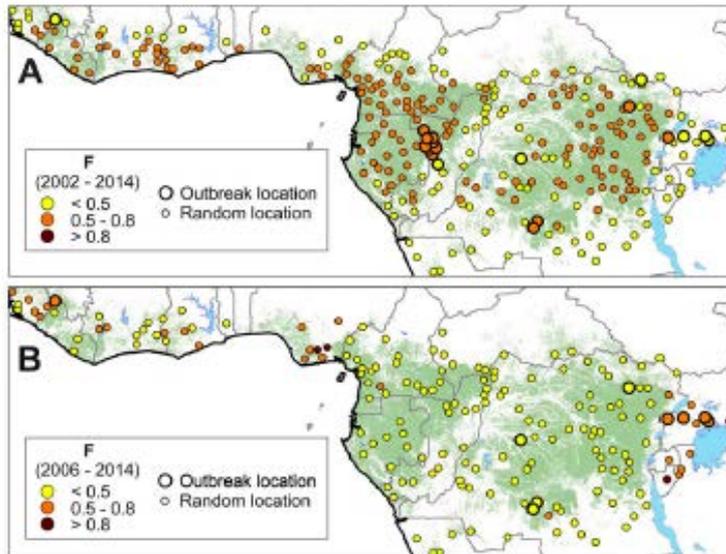
-> réservoirs animaux « déséquilibrés »
fourragement extra-forestier
charge pathogène plus forte



Pourquoi plus d'émergence ou d'épidémies de zoonoses ?

Le rôle de la déforestation pour le virus d'Ebola en Afrique (chauve souris)

Forêts coupées ou fragmentées récemment + chauve-souris + densités humaines



SCIENTIFIC REPORTS

OPEN Recent loss of closed forests is associated with Ebola virus disease outbreaks

Received: 19 May 2017
Accepted: 16 October 2017
Published online: 30 October 2017

Jesús Olivero¹, John E. Fa^{2,3}, Raimundo Real¹, Ana L. Márquez², Miguel A. Farfán², J. Mario Vargas³, David Gaveau⁴, Mohammad A. Salim⁵, Douglas Park⁶, Jamison Suter², Shona King⁷, Siv Aina Leendertz^{8,9}, Douglas Shell⁸ & Robert Nasi⁷

Pourquoi plus d'émergence ou d'épidémies de zoonoses ?

Fragmentation forestière et maladie de Chagas en Amérique du Sud

Opossums/tatous et punaises hématophages transmettant un Protozoaire

Habitations proches de fragments forestiers :
contacts avec animaux et vecteurs



Pourquoi plus d'émergence ou d'épidémies de zoonoses ?

Déforestation combinée avec élevages domestiques

Virus Nipah en Malaisie :
chauve-souris frugivores
+ élevages de porcs



#PARCEQUENOUSMANGEONSDESANIMAUX

NIPAH

1998

TRANSMISSION

Les premiers foyers de la maladie sont le fruit d'un contact direct entre l'homme et des porcs vivants infectés, ou avec de la viande de porc contaminée. La transmission d'homme à homme est rare, mais possible. Une cure d'isolation de patients ou de contacts en raison de leur proximité avec des patients infectés ont été signalés.

DÉCÈS: 389

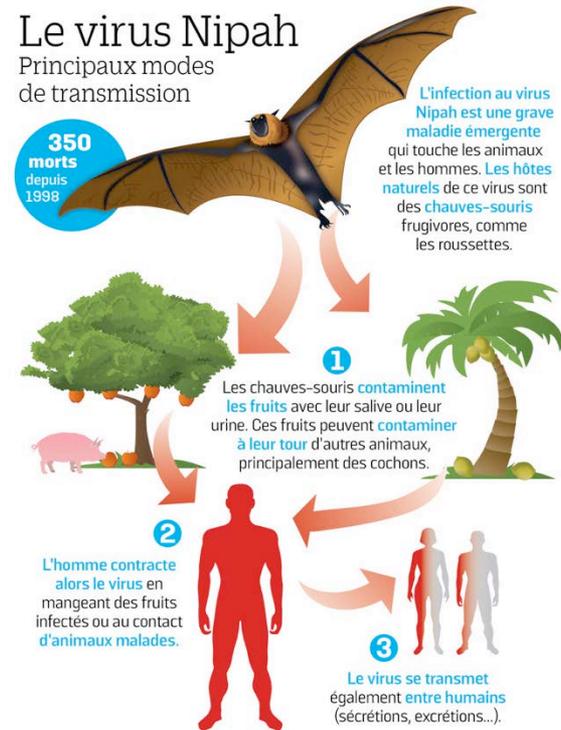
PERSONNES INFECTÉES: 828

MORTALITÉ: 59%

PAYS TOUCHÉS

FONDATION FRANZ WEIBER

Le virus Nipah Principaux modes de transmission



Les symptômes

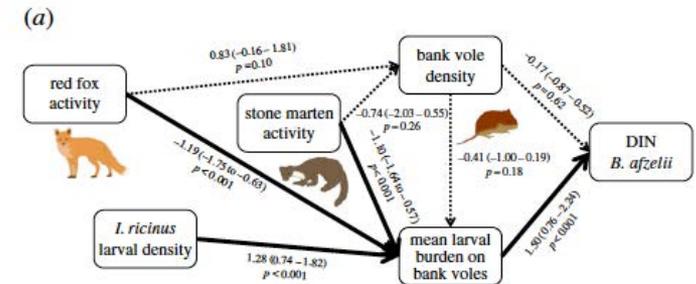
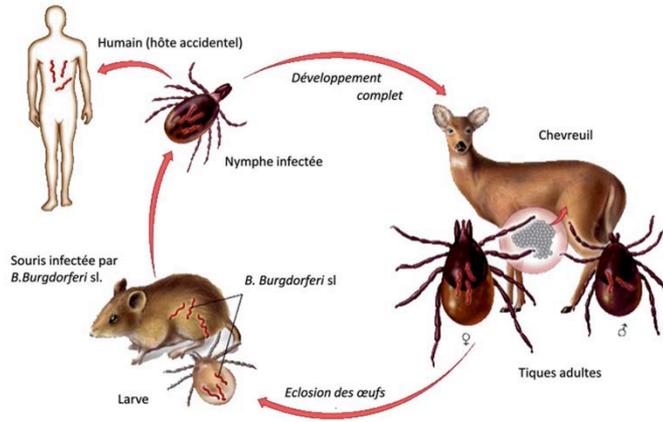
- Chez l'homme, le virus peut provoquer une infection, un syndrome respiratoire aigu ou même une encéphalite (inflammation du cerveau) mortelle.
- Fièvre
 - Maux de tête
 - Douleurs musculaires
 - Vomissements
 - Maux de gorge
- Et aussi...
- Somnolence
 - Vertiges
 - Problèmes respiratoires
 - Coma
- Décès (dans 40 à 75 % des cas)**

Pourquoi plus d'émergence ou d'épidémies de zoonoses ?

Réseaux alimentaires perturbés et espèces invasives :

Maladie de Lyme : réservoirs rongeurs, cervidés
tiques transmettant les bactéries *Borellia*

Réservoirs favorisés par faible prédation ou mauvaise gestion des populations
Introduction d'espèces exotiques réservoirs



Gérer des populations d'animaux impliqués dans les zoonoses

Attention à la tentation du simplisme

1^{ère} fausse bonne idée : **supprimer** le réservoir ou l'hôte intermédiaire

- matériellement impossible
- dommages collatéraux graves (réseaux alimentaires)
- non éthique ...



2^{ème} fausse bonne idée : **diminuer** les populations incriminées

- plus difficile qu'il n'y paraît
- effets contre-intuitifs démographiques
- provoque des comportements favorisant la transmission



3^{ème} fausse bonne idée : mettre tout **sous cloche** (notamment élevages)

- densités trop élevées, homogénéité génétique
- accidents mineurs à conséquences majeures
- favorise circuits longs animaux et nourriture

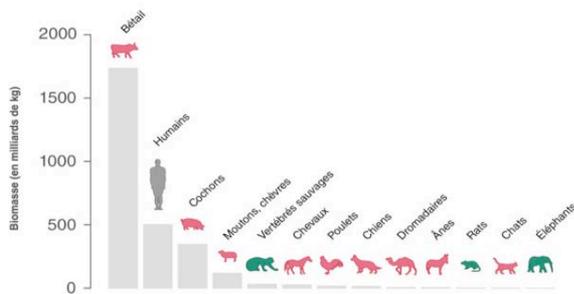


D'autres activités humaines très impactantes : l'élevage

Des animaux domestiques sont réservoirs ou intermédiaires
Or la production animale a été x 6 en 50 ans !

3 – LES ANIMAUX DOMESTIQUES DOMINENT LA PLANÈTE

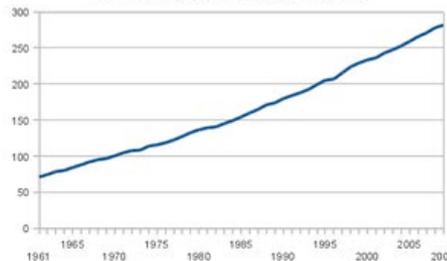
(Morand & Lajaunie, 2017, données de Vaclav Smil)



Morand S. 2016. La prochaine peste. Fayard, Paris

Evolution de la production mondiale de viande de 1961 à 2009

En millions de tonnes (source: FAOSTAT)



FAO Statistiques



Un problème complexe :

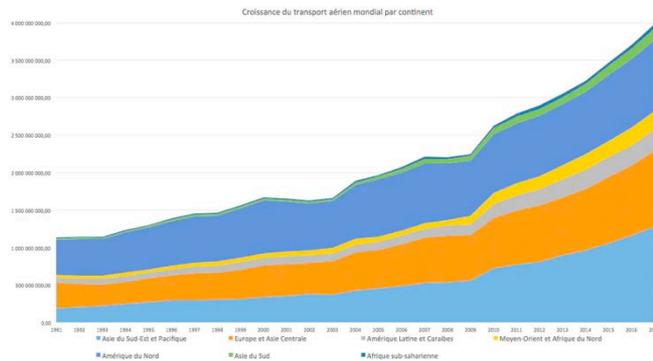
- petits élevages proches des habitats naturels et contaminables, mais OK si locaux
- grands élevages plus étanches (peuvent être mal gérés aussi ...)
 - mais génétiquement trop homogènes
 - densités trop élevées
 - liés au circuits longs
 - nourriture favorisant déforestation (ex: soja)



D'autres activités humaines impactantes : les transports

Les maladies se répandent soit avec le transport des réservoirs, des vecteurs ou des humains malades

Or les transports aériens ont été x 10 en 50 ans !



Beaucoup trop de circuits longs, le plus souvent absurdes

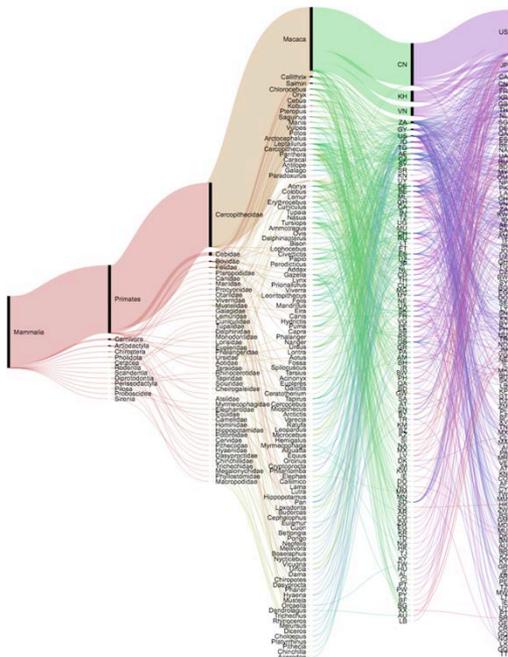
... La démographie humaine n'explique et ne justifie pas tout

D'autres activités humaines impactantes : les trafics d'animaux

Le contacts entre animaux et humains peuvent être dérégulés avec les trafics (alimentation, pharmacopées naïves, récréation, etc.)

Braconnage/trafics illégaux : **>500 millions d'animaux / an**
marché de 14,5 Milliards €

3^{ème} après drogues et prostitution en termes de revenus illégaux ...

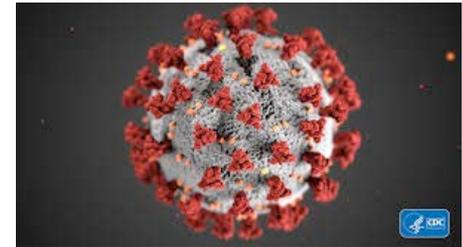


**Lié fortement aussi
à la déforestation
et aux transports**

Can & Macdonald (2019). Dealing in deadly pathogens: Taking stock of the legal trade in live wildlife and potential risks to human health. *Global Ecology and Conservation*, 17, e00515.

La covid-19 s'inscrit dans la problématique des Zoonoses

*La **covid-19** est causé par un Coronavirus, le SARS-Cov-2 qui s'attaque à nos voies respiratoires (présent aussi chez quelques animaux)*

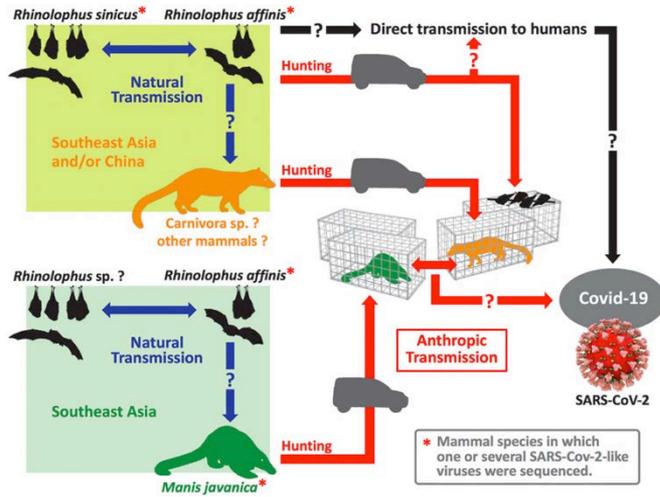


Des virus apparentés sont trouvés chez les Mammifères notamment (chauve-souris, pangolin, carnivores)



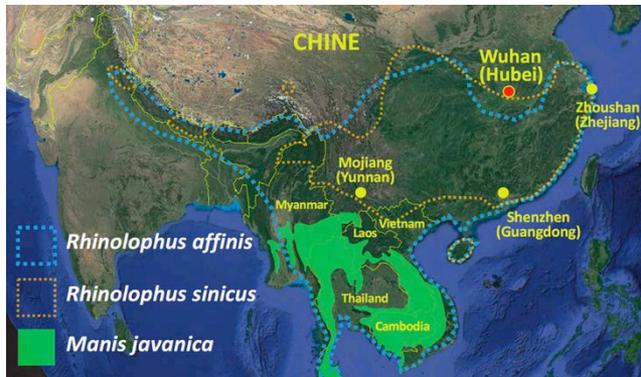
? Visons, porcs

Ce que l'on présume savoir à propos de la covid-19



Recombinaisons possible entre des virus notamment issus de :

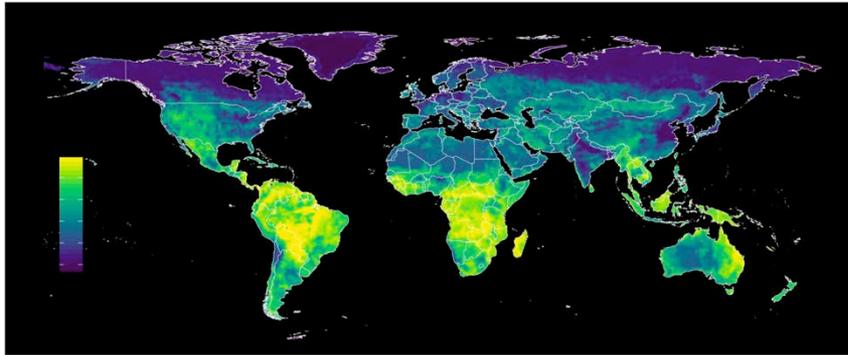
- chauve-souris rhinolophes (péridomestiques)
- pangolin malais (braconnage/trafics)



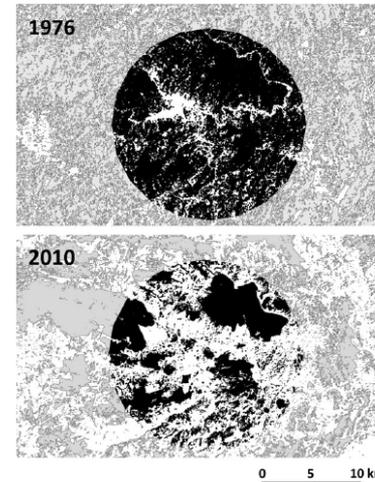
Ce qui expliquerait :

- similarité et caractère composite de son ARN
- capacité à entrer dans les cellules humaines

Covid-19 : ce qui est cohérent entre hypothèses et situation mondiale



Allen et al. (2017). Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases. *Nature Communications*, 8, 1124.



Sreekar et al. (2015). The use of species–area relationships to partition the effects of hunting and deforestation on bird extirpations in a fragmented landscape. *Diversity and Distributions*, 21, 441-450.



Zone géographique à danger : riche en biodiversité, perturbée, peuplée en humains

Déforestation importante augmentant les contacts en Asie tropicale

20 tonnes de pangolin trafiquées chaque année

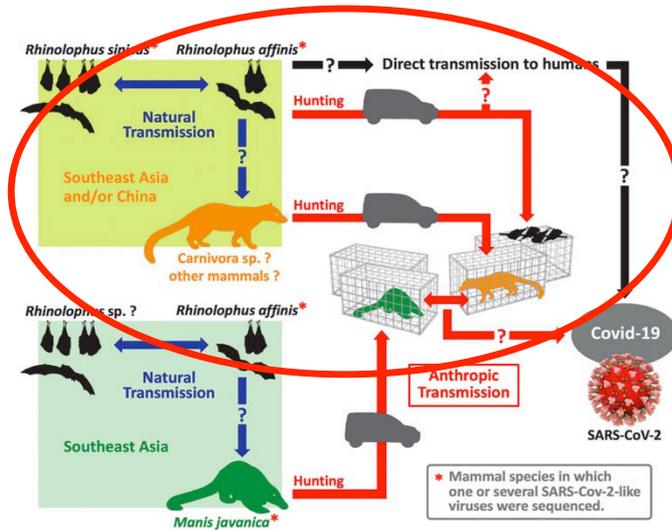
De nombreux carnivores élevés ou également trafiqués

Covid-19 : ce qui est cohérent entre hypothèses et situation mondiale

Synthèse SRAS 2007 « La présence d'un réservoir important de virus de type SARS-CoV dans les chauves-souris Rhinolophidae combiné avec l'élevage pour la consommation de mammifères exotiques dans le sud de la Chine est une bombe à retardement. »



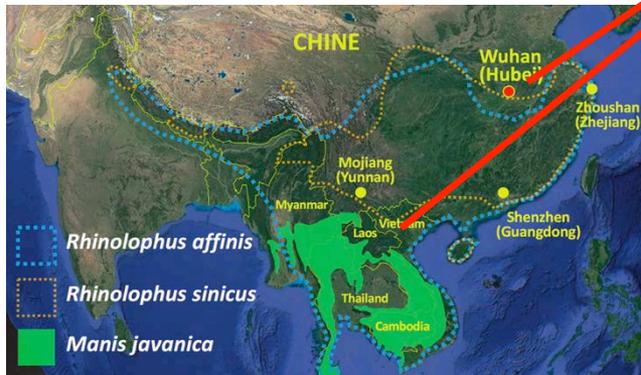
Ce qui interroge et intrigue à propos de la covid-19



* d'autres hôtes intermédiaires : Carnivores (civette, chien viverrin, visons) ou Suidés (porcs) ?

* Maigres données sur les analyses des animaux réservoirs

-> Distance entre réservoirs et "zones d'émergence"



Autres hypothèses possibles :

* scientifiques contaminés sur le terrain ou virus (naturels) échappés de labos

AUCUN ELEMENT PROBANT AUJOURD'HUI

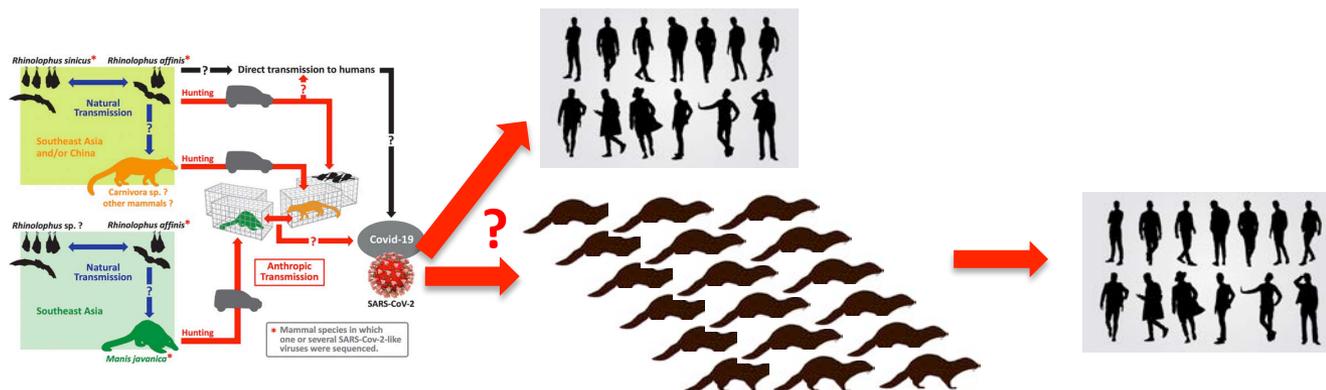
Pangolins, Visons ou Porcs : hypothèses non contradictoires

Le rôle des élevages de visons (encore des carnivores comme les civettes ou les chiens viverrins) ou même de porcs en élevage a été mis en avant



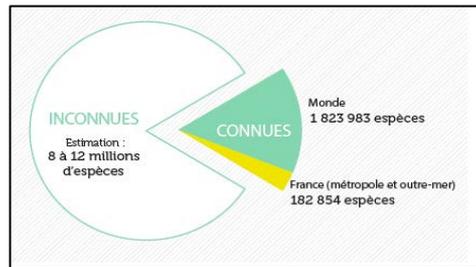
Les **pangolins** hébergent bien des virus apparentés comme les chauve-souris et la recombinaison entre virus a pu être à l'**origine** de SARS-Cov-2

Aucune donnée **pour le moment** que les **visons** abritent de virus antérieur à SARS-Cov-2, donc rôle uniquement **d'amplification** de l'épidémie, en favorisant sa circulation

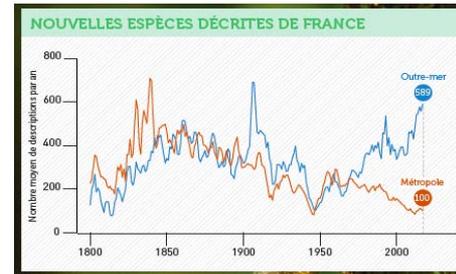


La biodiversité est trop mal connue pour conclure facilement

L'étude des zoonoses est limitée par notre manque de connaissances
2 Millions d'espèces décrites par la science ... sur plus de 10 millions



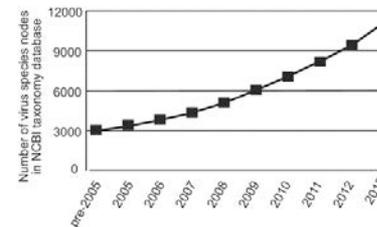
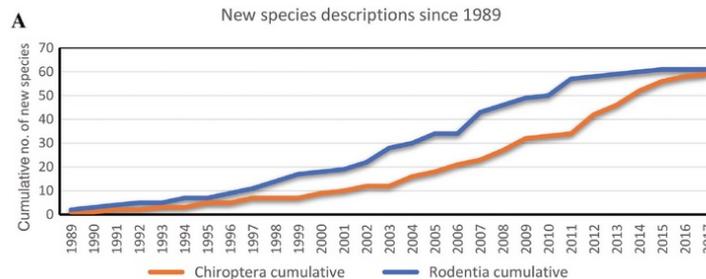
INPN, 2019



INPN, 2019

Chaque année, 500-600 espèces sont décrites de France

Pour mémoire, >1200 espèces de chauve souris ... et des milliers de virus



Perspectives : comment diminuer les risques

Distinguer Danger et Risque

La biodiversité peut être dangereuse

Ne pas créer de Risques



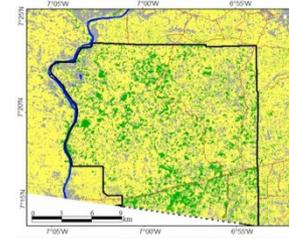
One Health - Une Santé

Bien traiter les écosystèmes et les animaux :

Une stratégie gagnant-gagnant

Perspectives : comment diminuer les risques

Diminuer les surfaces de contact
entre forêts et humains ...
surtout dans points chauds



Mieux gérer les populations de
réservoirs (ni détruire, ni laisser
en contact)



Eradiquer les trafics d'animaux



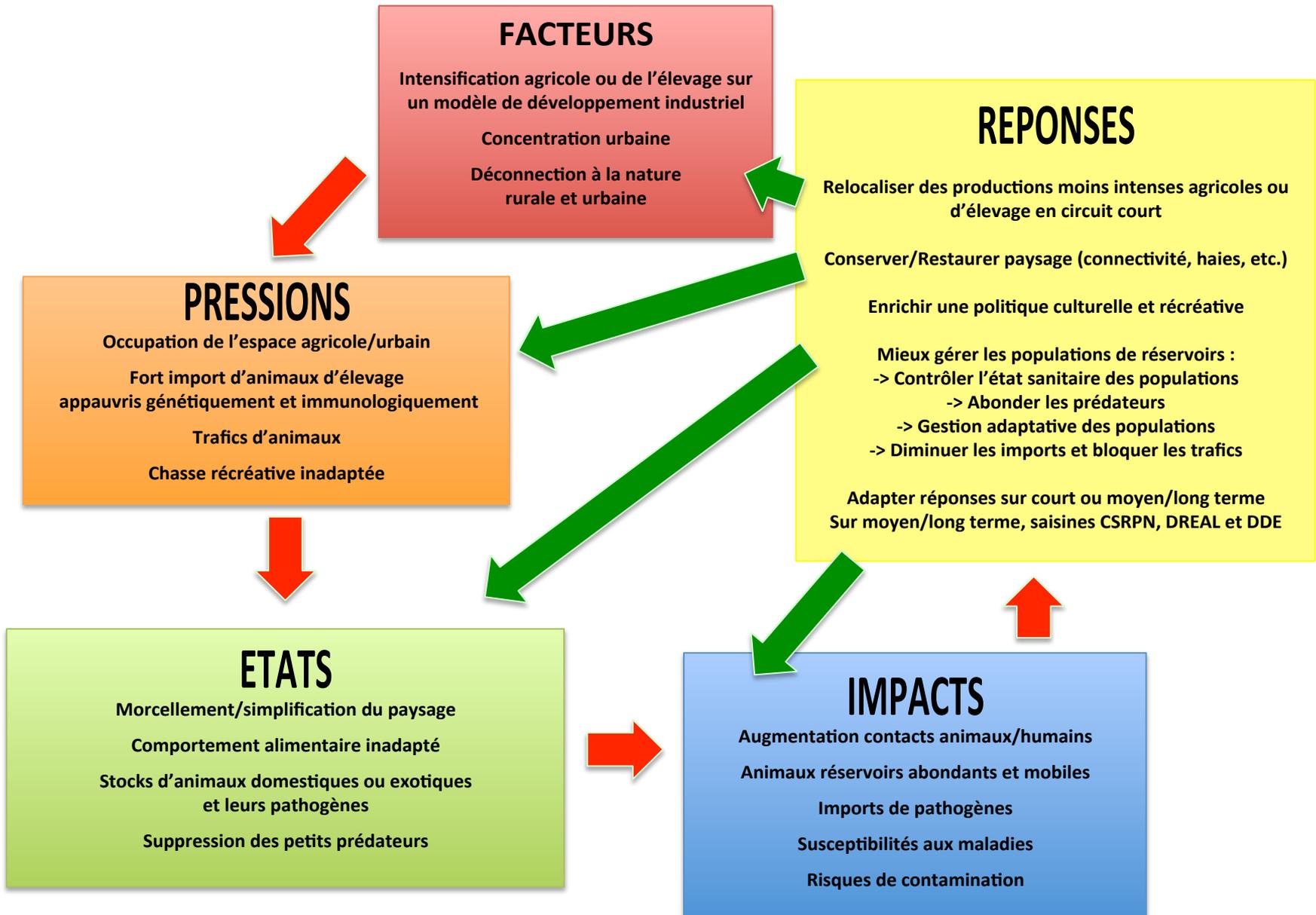
Produire mieux et moins
d'animaux d'élevage



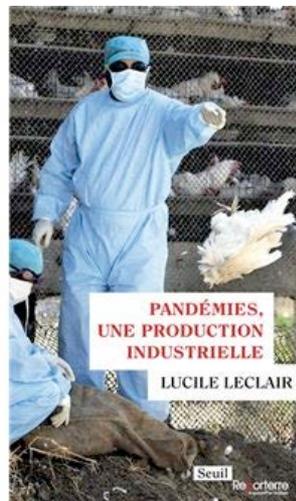
Favoriser les circuits courts



Perspectives : Intégration dans une stratégie FPEIR (DPSIR)



Merci pour votre attention - quelques lectures :



Et les rapports de :

- la FRB : Fondation pour la recherche sur la biodiversité

- l'IPBES : Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

