

La vaccination et l'approche One Health

Actualisation des connaissances en vaccinologie clinique
Les Pensières, Veyrier-du-Lac, 3 avril 2025



Pr Lelièvre Jean-Daniel
Université Paris Est Créteil - Vaccine Research Institute - DIM One Health 2.0

Liens d'intérêt dans les 5 dernières années

Liens d'intérêt avec les laboratoires pharmaceutiques

Aucun

Liens d'intérêt non financier en lien avec la vaccination

Membre de la CTV de la HAS

Membre de l' IVIR-AC de l'OMS

Président du SAG Vaccine de l'EMA

Expert vaccinal pour ECDC, HCSP, ANSM

Directeur de la HIV Vaccine Enterprise (IAS)

Directeur de la recherche clinique au sein du VRI

Participation projets européens vaccinaux:

EHVA (vaccin contre le VIH),

VACCELERATE, SOLVE (vaccin contre la COVID19)

EU-JAV (couverture vaccinale)

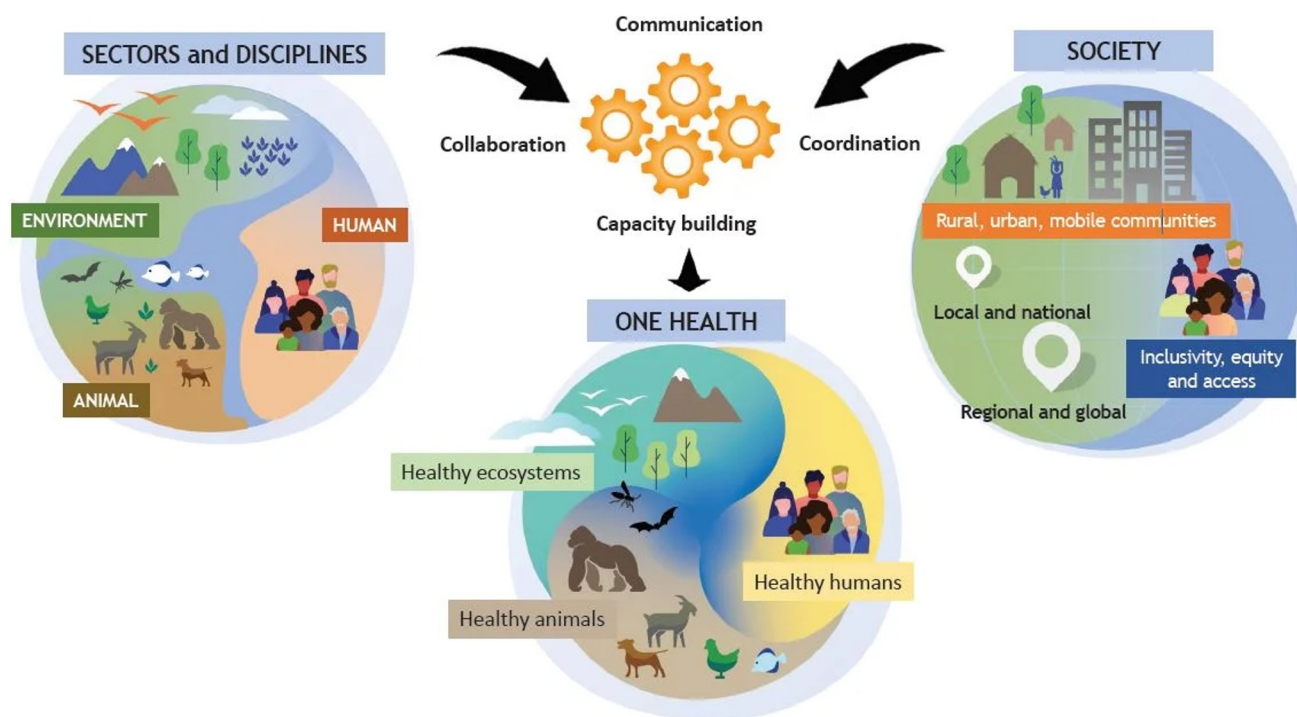
RÉSILIENCE (vaccins contre les poxvirus)

Plan

1. Le concept « One Health »
2. Spécificités de la vaccination vétérinaire
3. Impacts de l'approche One Health pour la vaccination
4. Vaccination One Health et sécurité alimentaire
5. Vaccination One Health et prévention des zoonoses
6. Vaccination One Health et lutte contre l'antibiorésistance
7. Vaccination One Health contre les maladies non transmissibles
8. Approche One Health pour la compréhension des réponses immunologiques
9. Conclusion

Le concept One Health

« Le concept One Health -Une seule santé »



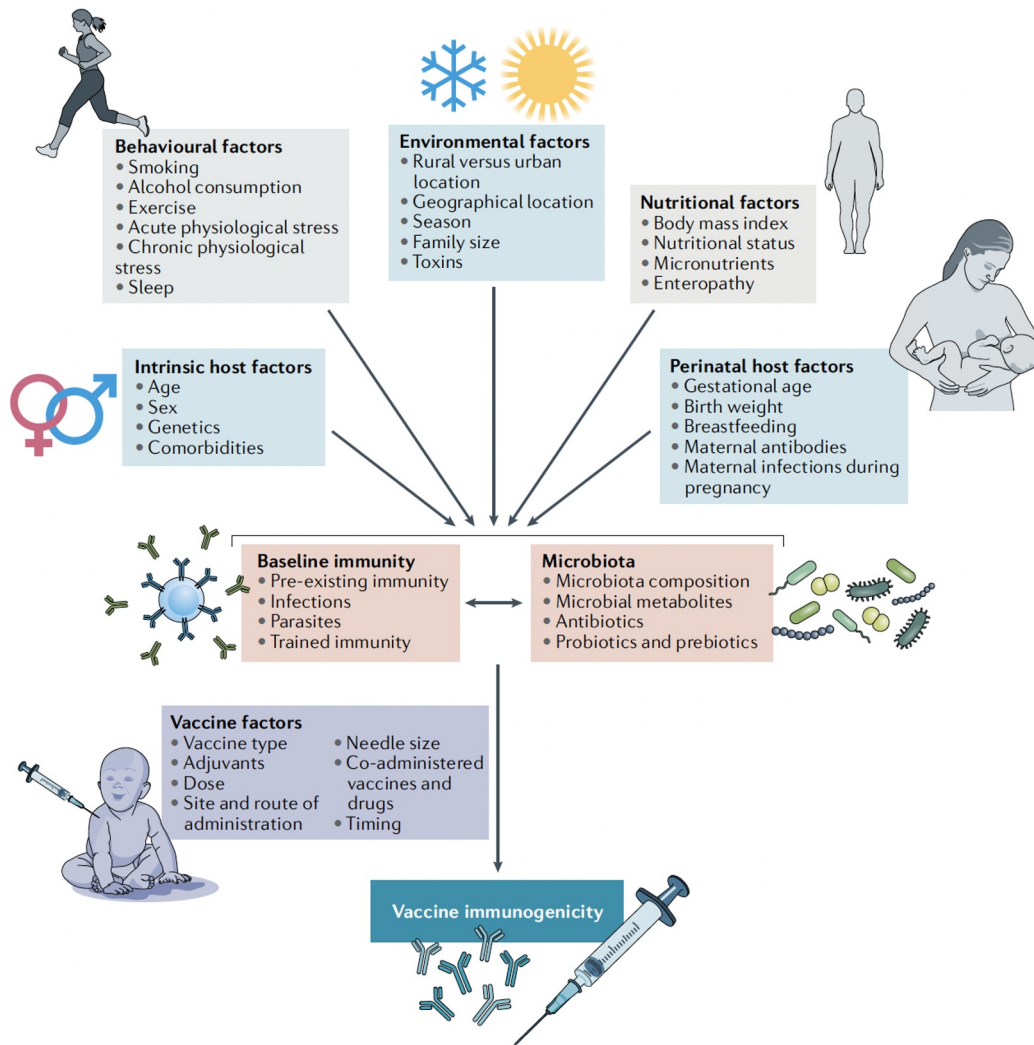
L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE), le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ont donné une nouvelle définition opérationnelle du principe

« Une seule santé »

formulée par leur groupe consultatif, le Groupe d'experts de haut niveau pour l'approche Une seule santé (OHHLEP),

*Le principe « **Une seule santé** » consiste en une approche intégrée et unificatrice qui vise à équilibrer et à optimiser durablement la santé des personnes, des animaux et des écosystèmes. Il reconnaît que la santé des humains, des animaux domestiques et sauvages, des plantes et de l'environnement en général (y compris des écosystèmes) est étroitement liée et interdépendante. L'approche mobilise de multiples secteurs, disciplines et communautés à différents niveaux de la société pour travailler ensemble à fomentier le bien-être et à lutter contre les menaces pour la santé et les écosystèmes. Il s'agit également de répondre au besoin collectif en eau potable, en énergie propre, en air pur, et en aliments sûrs et nutritifs, de prendre des mesures contre le changement climatique et de contribuer au développement durable.*

Facteurs influençant la réponse à la vaccination



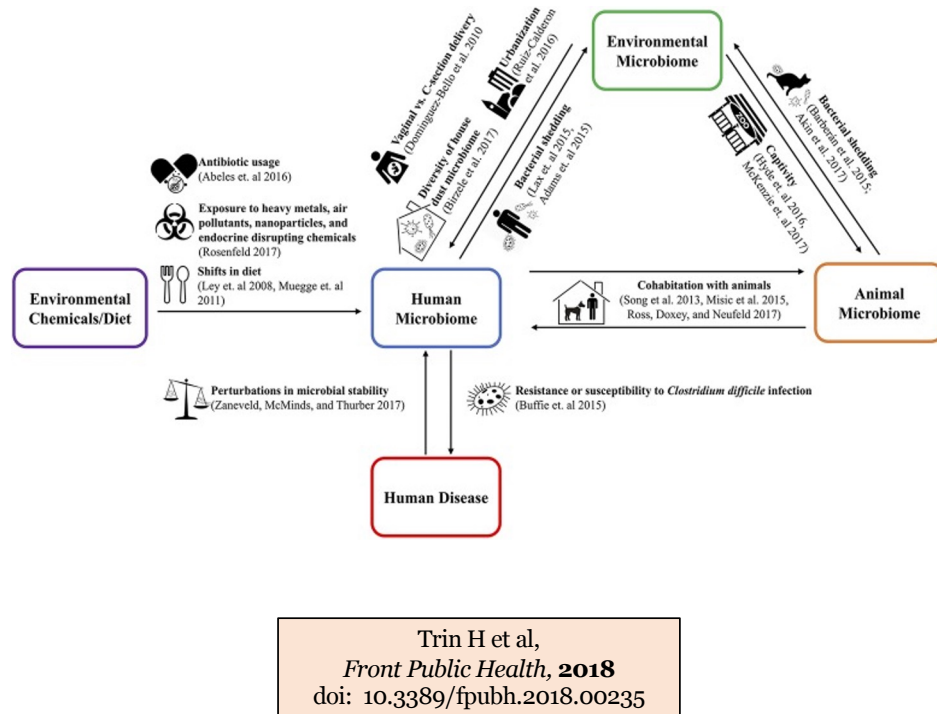
De **nombreux facteurs** dont des facteurs environnementaux influencent la réponse vaccinale

La vaccinologie comporte **en soi une dimension One Health**

Toutefois la vaccination One Health envisage essentiellement l'impact sur la **transmission des pathogènes ou des maladies** bien que des bénéfices beaucoup plus larges puissent résulter de la prise en considération de ces dimensions multiples

Lynn D et al., *Nat Rev Immunol*, 2022
doi: 10.1038/s41577-021-00554-7

Interconnexions entre la santé humaine, animale et environnementale

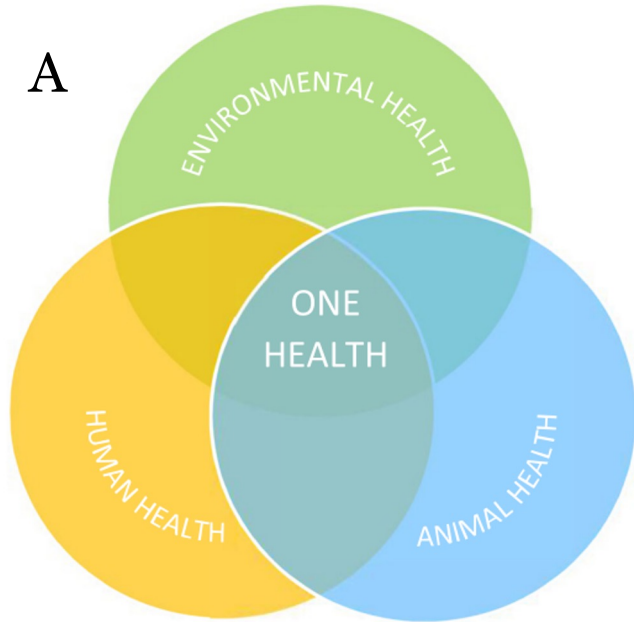


Les environnements naturels et modifiés par l'homme interagissent de manière complexe avec la santé des humains et des animaux, rendant les stratégies fragmentées inefficaces

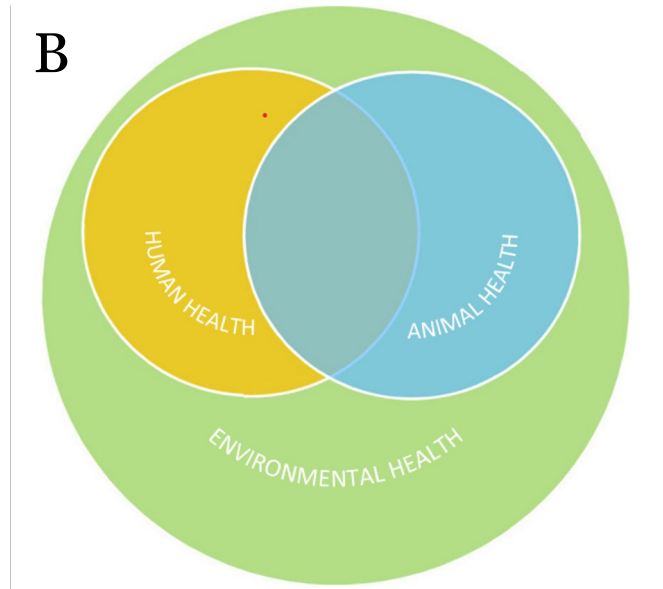
1. **LA SANTÉ HUMAINE** : Les maladies humaines sont souvent le résultat de **contacts directs ou indirects avec des animaux ou des éléments environnementaux contaminés**. Le contrôle de la pandémie de COVID-19 a nécessité une approche intégrée incluant la surveillance et la gestion de la faune et de l'environnement en parallèle des efforts pour limiter la transmission humaine.
2. **LA SANTÉ ANIMALE** : Les animaux sont des **réservoirs potentiels** de nombreuses infections, et certaines de ces maladies peuvent être transmises aux humains. Une bonne gestion de la santé animale, notamment par la vaccination et la surveillance épidémiologique, est donc essentielle pour limiter les risques pour l'homme.
3. **LA SANTÉ ENVIRONNEMENTALE** : Les écosystèmes jouent un rôle crucial dans la propagation des maladies. Des environnements dégradés ou perturbés peuvent créer des conditions propices à l'émergence de nouvelles zoonoses. De plus, le **changement climatique, la déforestation et la pollution** influencent la transmission des pathogènes entre les animaux et les humains. Les **maladies vectorielles** comme le paludisme et la dengue, qui dépendent des conditions environnementales, illustrent bien cette dynamique.

Représentations et réalité de l'approche One Health

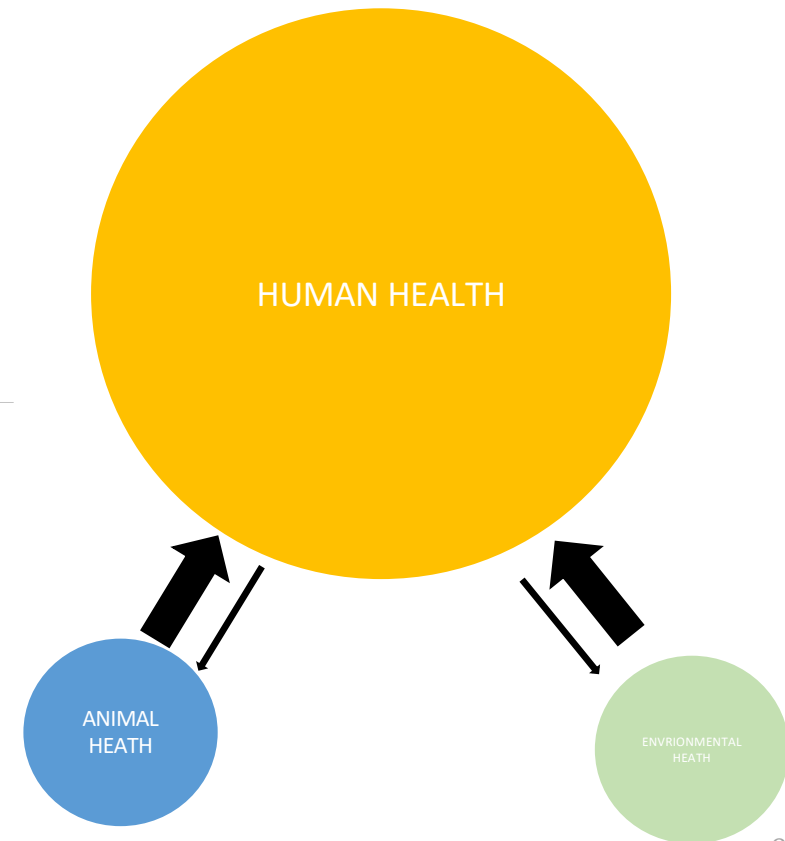
A



B



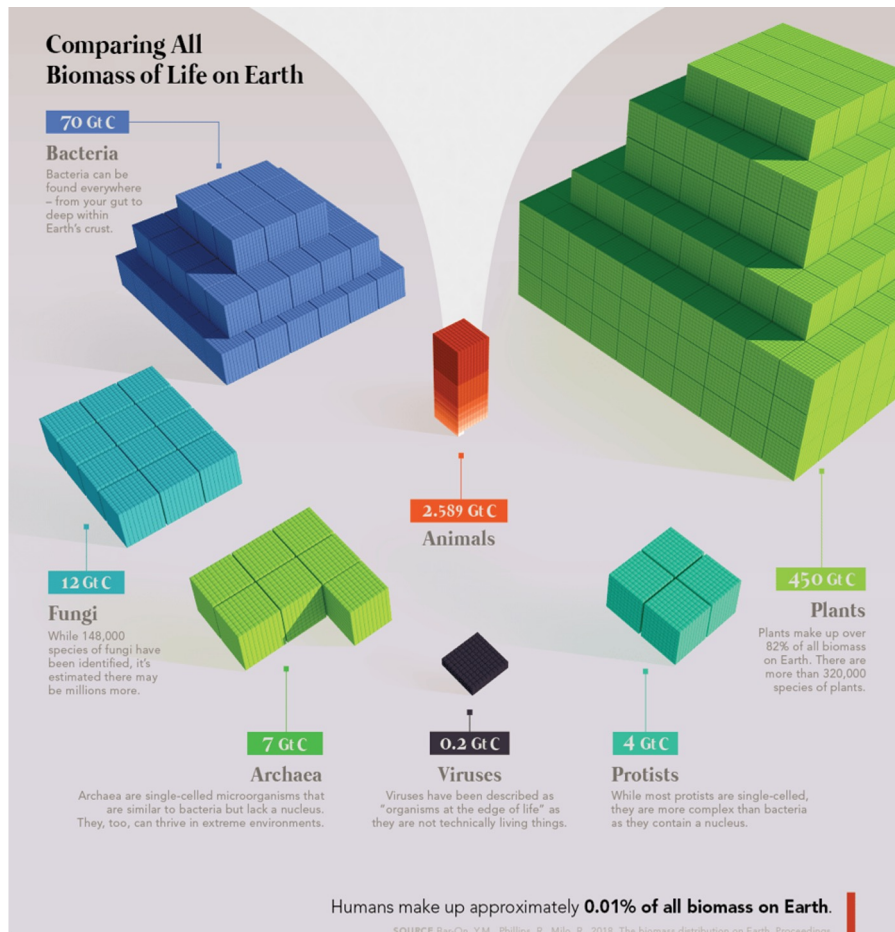
C



- A. Représentant classique** du « One Health » qui est au centre, l'homme et l'animal sont très externes à l'environnement ce qui n'est pas la réalité.
- B. Représentation proposée par F Selter et S Salloch** l'environnement englobe tout le One Health
- C. Représentation de fait** où la préoccupation majeure reste la santé humaine

Selter F & Salloch S, *Bioethics*, 2023
doi: 10.1111/bioe.13192

La biomasse terrestre

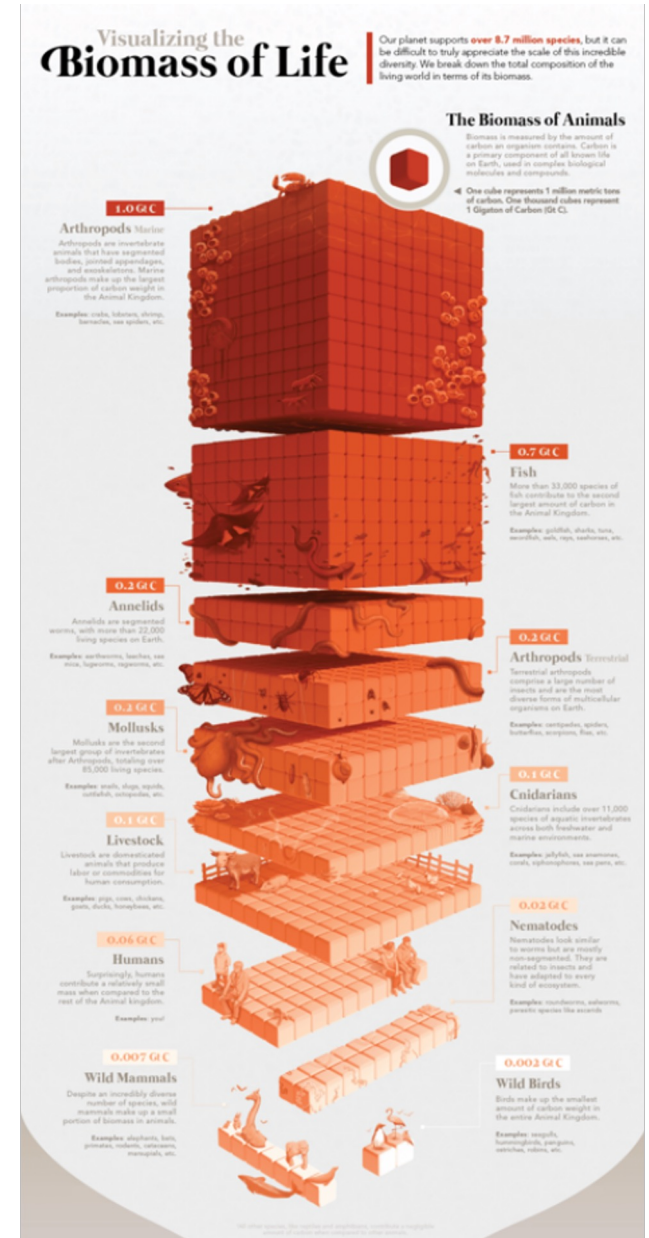


<https://www.visualcapitalist.com/all-the-biomass-of-earth-in-one-graphic/>

**8,7 millions
d'espèces
sur la Terre**

**Les plantes
représentent la part la
plus importante
de la biomasse
450 GtC**

**Les animaux ne
représentent que
2,6 GtC
parmi ceux-ci le poids
le plus important est
porté par les
arthropodes
1 GtC**



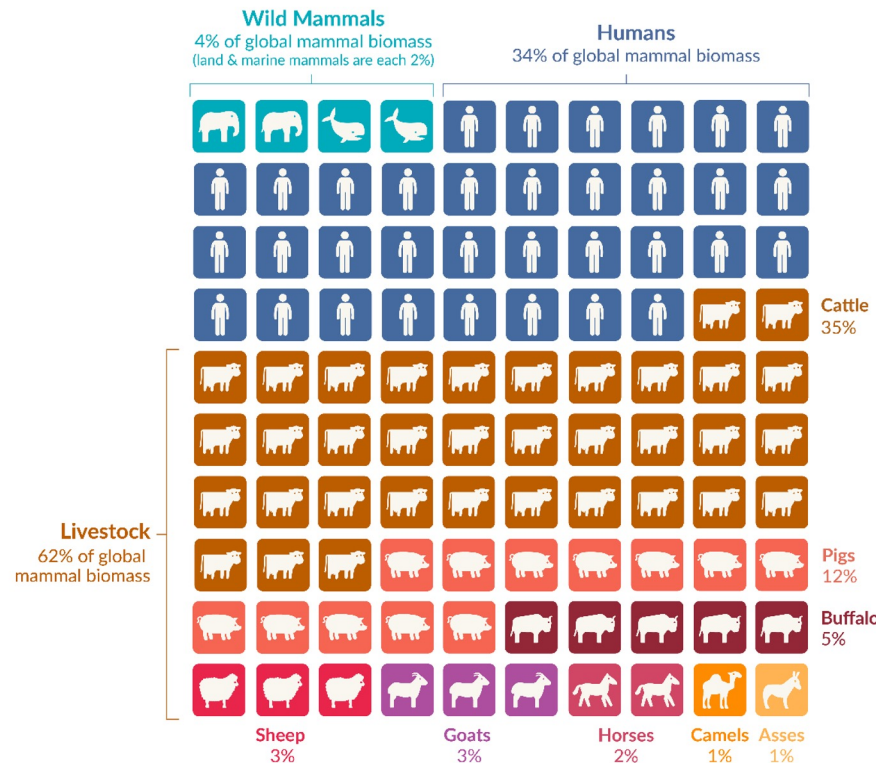
Spécificités de la vaccination vétérinaire

Parts respectives des espèces animales dans la biomasse

Distribution of mammals on Earth

Mammal biomass is measured in tonnes of carbon, and is shown for the year 2015. Each square corresponds to 1% of global mammal biomass.

Our World
in Data



Note: An estimate for pets has been included in the total biomass figures, but is not shown on the visualization because it makes up less than 1% of the total.

OurWorldinData.org — Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the authors
Hannah Ritchie and Klara Auerbach.

Répartition biomasse des mammifères

Mammifères sauvages
4%

Hommes
34%

Animaux de rente
63%

Répartition biomasse des oiseaux

Oiseaux d'élevage
71%

Oiseaux sauvages
29%

<https://ourworldindata.org/wild-mammals-birds-biomass>

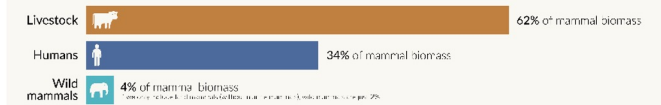
Wild mammals and birds are just a fraction of humans and our livestock

Our World
in Data

Animals are compared in terms of biomass, measured in tonnes of carbon.

Mammals

All mammals – including land and marine – have a combined biomass of around 174 million tonnes of carbon. Wild mammals are just 4% of global mammal biomass.



Birds

All birds have a combined biomass of around 7 million tonnes of carbon. Poultry – mostly chickens – biomass weigh more than twice that of wild birds.



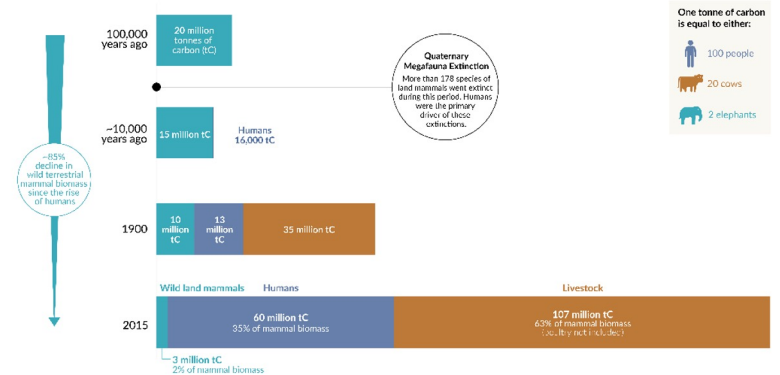
Source: Bar-On et al. (2018). The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

OurWorldinData.org — Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Klara Auerbach.

Changing distribution of the world's land mammals

Mammals are compared in terms of biomass, measured in tonnes of carbon.

Our World
in Data

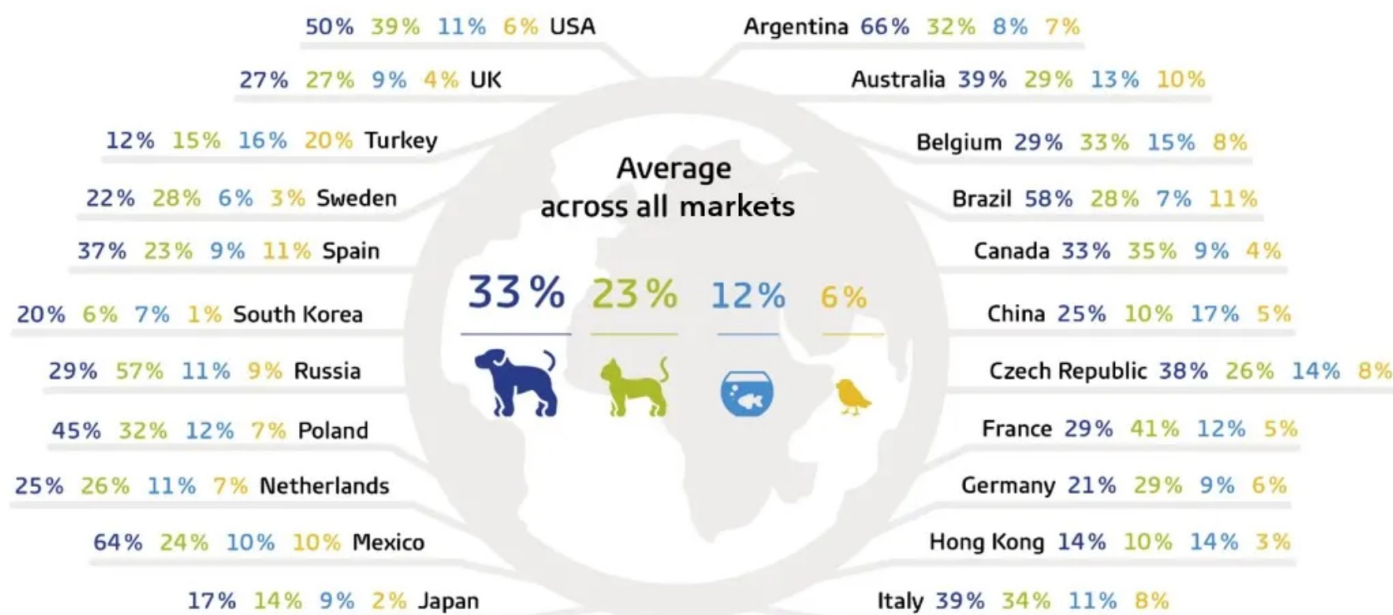


Note: Estimates of long-term biomass come with significant uncertainty, especially for wild mammals 100,000 and 10,000 years ago.

Sources: Barnosky (2008); Smil (2011); and Bar-On et al. (2018).

OurWorldinData.org — Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Klara Auerbach.

Importance des animaux de compagnie



<https://nielseniq.com/global/en/insights/report/2016/mans-best-friend-global-pet-ownership-and-feeding-trends/>

Enquête Mars Global Pet Parent Study 2024

Près d'un milliard d'animaux de compagnie dans le monde

48% des humains possèdent un animal de compagnie

Enquête 2011-2012 États-Unis

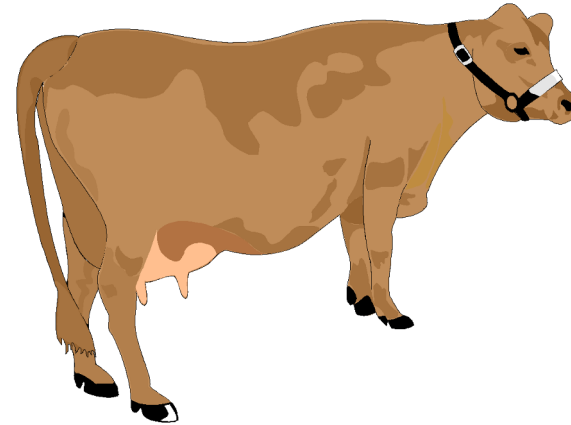
72,9 millions de foyers (62 % de la population,) possèdent un animal de compagnie

chiens (78,2 millions)
chats (86,4 millions)
oiseaux (16,2 millions),
reptiles (13 millions)
petits animaux (16 millions)

Pourquoi vacciner dans contexte vétérinaire ?



Pour protéger l'animal

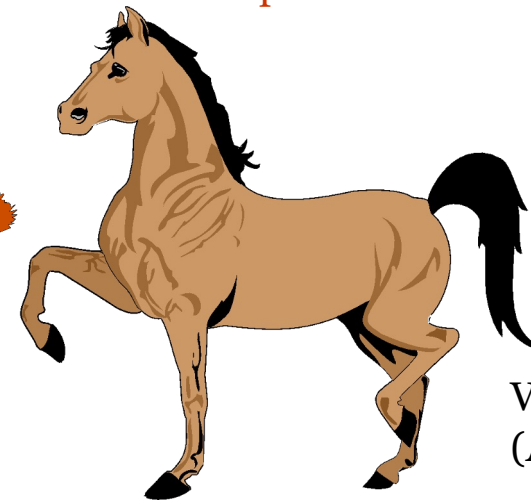


Pour éviter des pertes économiques



Rage

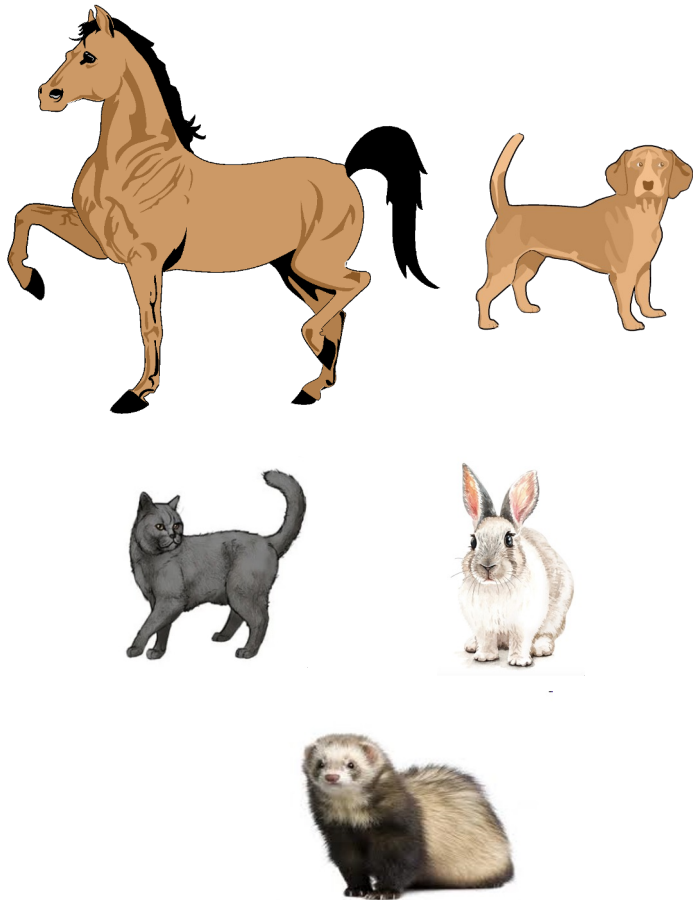
Pour protéger contre une zoonose



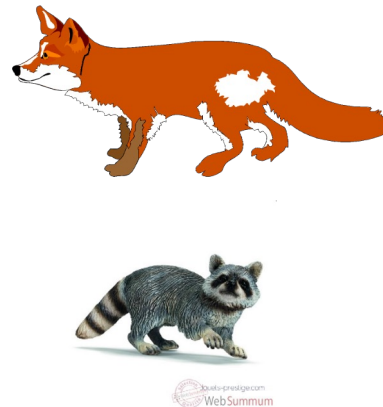
V. Hendra
(Australie)

Quels animaux vaccine t'on ?

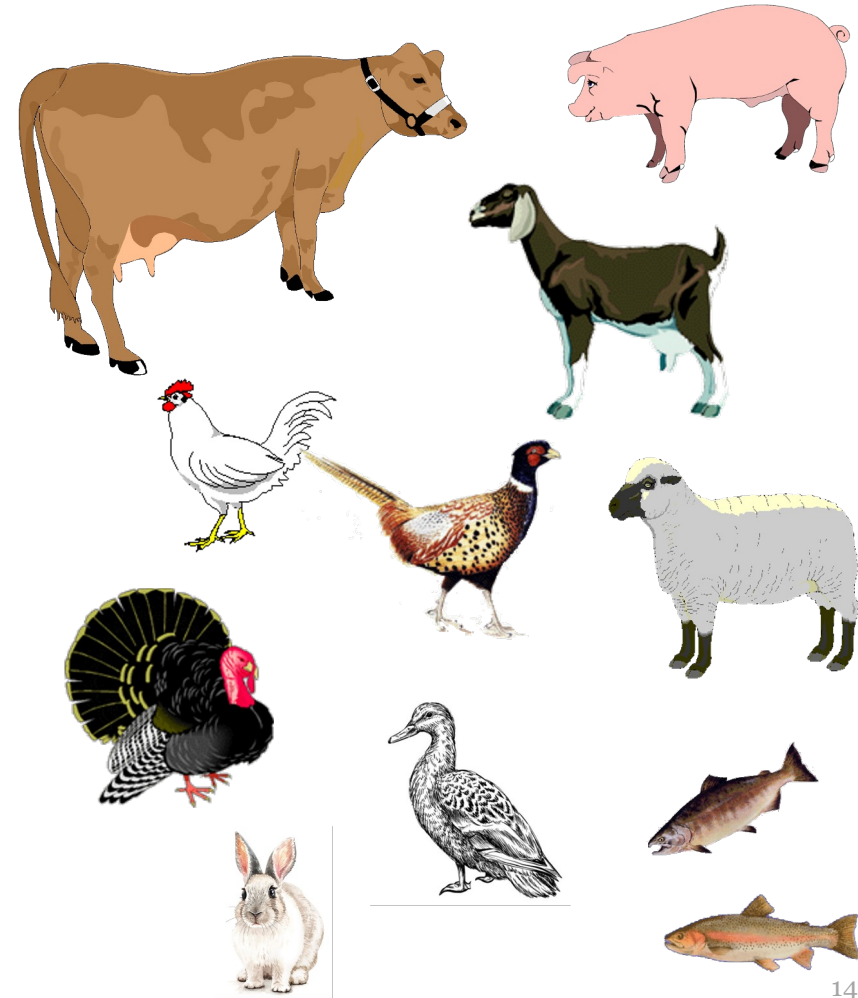
Animaux de compagnie et loisirs



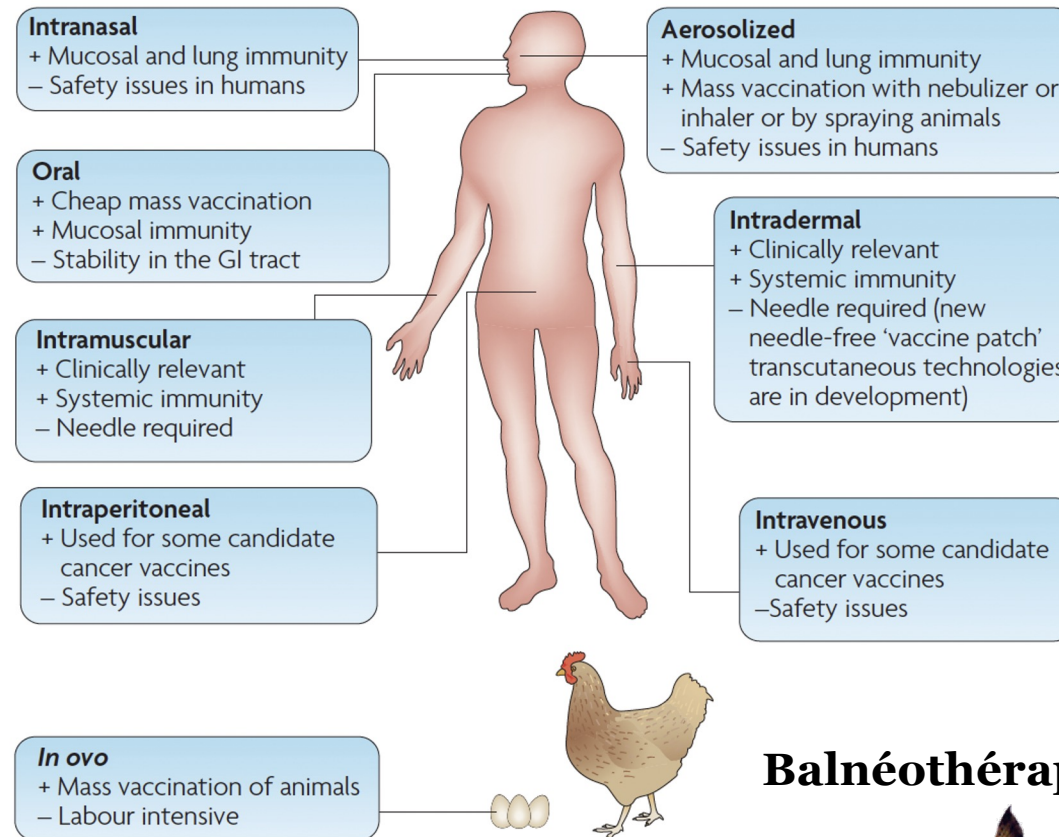
Faune sauvage (USA)



Animaux de rente



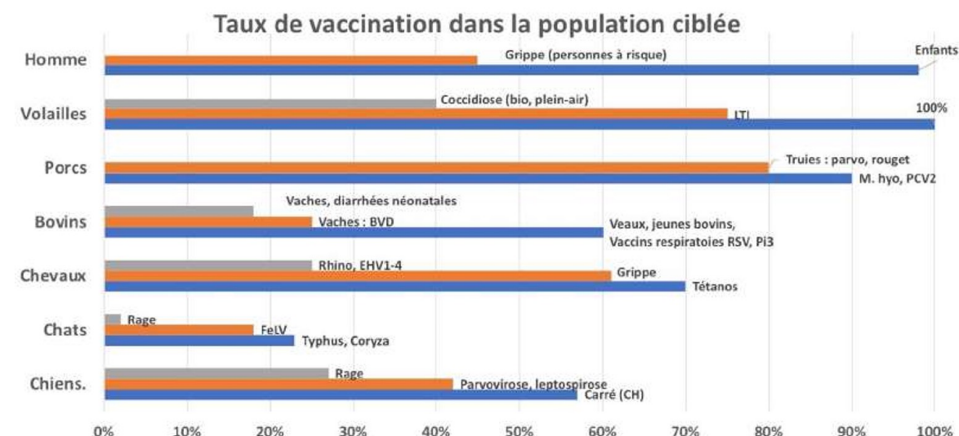
Voies d'administration chez l'homme et l'animal



Draper, S & Heeney, J *Nat Rev Microbiol*, **2010**
doi: 10.1038/nrmicro2240

Vaccins disponibles et couverture vaccinale

Espèces	Nombres de pathologies/ pathogènes	Nombres de spécialités
Bovins	23	65
Chats	10	32
Chevaux	12	32
Chèvres	4	8
Chiens	11	66
Furets	2	5
Homme	33	> 200
Lapin	2	7
Moutons	16	28
Poissons	2	3
Porcs	27	85
Renards	1	4
Visons	4	3
Volailles	27	133

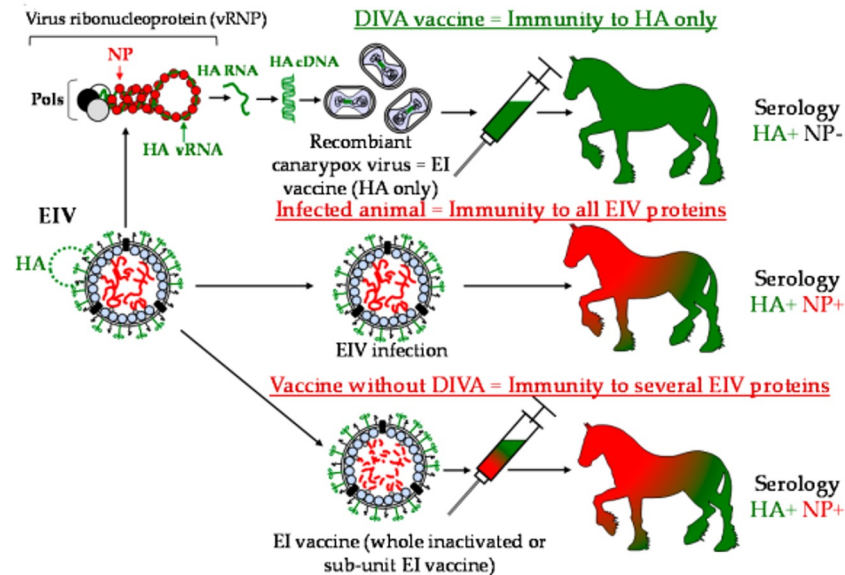


Estimation du taux de pénétration de la vaccination en médecine vétérinaire en France
(Source : Dr E. Vandaële, Conférence annuelle du SIMV en 2020).

Ridremont B, Bull. Acad. Vét. France, 2022
<http://www.academie-veterinaire-defrance.org/>

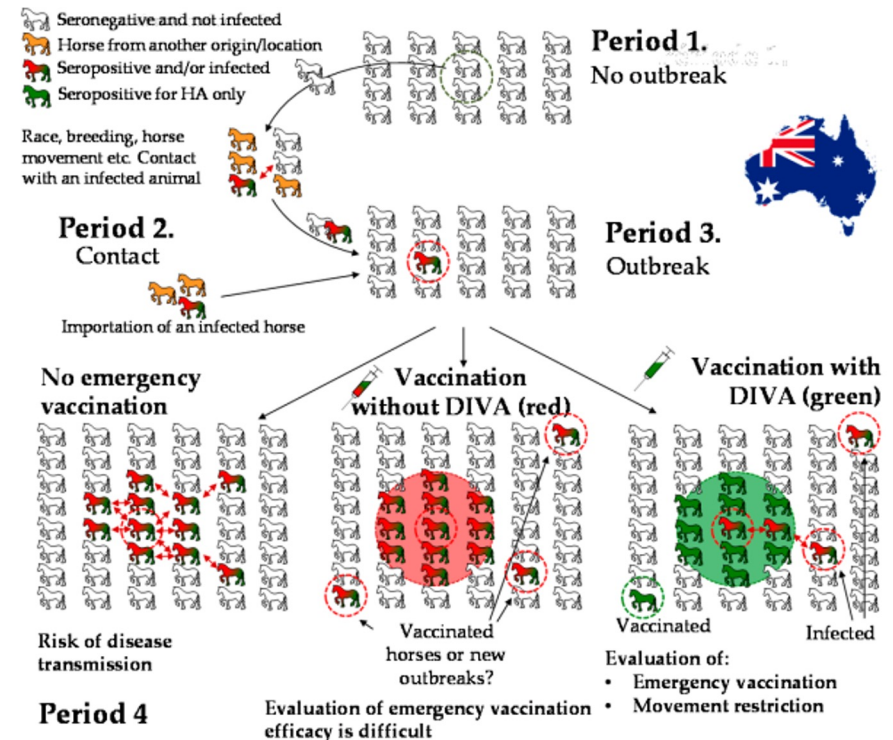
<https://www.pei.de/EN/medicinal-products/veterinary/veterinary-node.html>

Importance de différencier les animaux infectés des animaux vaccinés (DIVA)



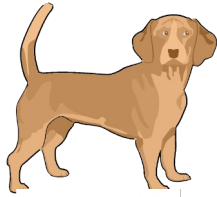
Le vaccin contre l'influenza équin (IE) est un vecteur viral canarypox exprimant le gène de l'hémagglutinine de EIV (**vert**). Ce vaccin induit une **séroconversion limitée à l'antigène EIV HA** après l'immunisation .

Paillot R et al, *Vaccines* **2017**,
doi:10.3390/vaccines5040046.



L'utilisation d'un vaccin contre l'IE avec capacité **DIVA** (**vaccin vert**) permet de **suivre la propagation de l'infection** par le virus à l'intérieur de la zone tampon de vaccination, **d'identifier les foyers réels d'EI** et les **chevaux vaccinés et infectés** (chevaux verts + rouges) à l'extérieur de la zone tampon de vaccination et de contrôler la mise en œuvre de mesures spécifiques telles que la restriction des mouvements.

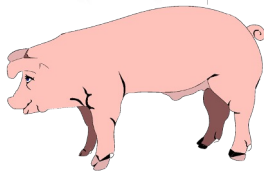
Vaccins inactivés et protéiques



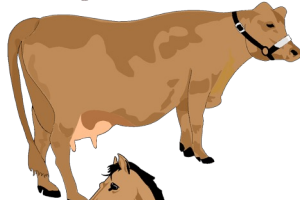
Rage, leptospirose, Bordetella bronchiseptica



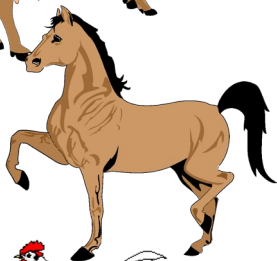
Rage, Infections à calicivirus, leucose féline, Chlamydiose féline



Maladie d'Aujeszky, grippe



Rage, rhinotrachéite infectieuse



Rage, grippe, rhinopneumonie



Grippe, Bronchite infectieuse, Newcastle

Vecteurs viraux

Table 3 | **Viral vector veterinary vaccines licensed for commercial use**

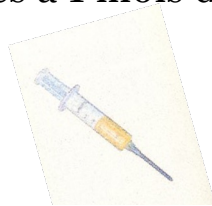
Recombinant viral vector	Target pathogen	Target species	Target antigen	Brand name	Distributor
ALVAC (plus tetanus toxoid and Carbopol adjuvant)	Equine influenza virus	Horses	HA (Kentucky and Newmarket strains)	ProteqFlu-Te (Europe) Recombitek (USA)	Merial
ALVAC	West Nile Virus (WNV)	Horses	PreM–Env	Recombitek Equine WNV	Merial
ALVAC	Rabies virus	Cats	Glycoprotein G	Purevax Feline Rabies	Merial
ALVAC	Feline leukaemia virus (FeLV)	Cats	Env, Gag–Pol	Purevax FeLV	Merial
ALVAC	Canine distemper virus	Dogs	HA and F	RECOMBITEK rDistemper	Merial
ALVAC	Canine distemper virus	Ferrets	HA and F	Purevax Ferret Distemper	Merial
Fowlpox virus (FPV)	Avian influenza virus and FPV	Poultry	H5 HA	Trovac AI H5	Merial
FPV	Newcastle disease virus (NDV) and FPV	Poultry	HN and F	Vectormune FP-N	Biomune
Vaccinia virus	Rabies virus	Wildlife	Glycoprotein G	Raboral	Merial
NDV (LaSota strain)	Avian influenza virus and NDV	Poultry	H5 HA	NewH5	Avimex
Flavivirus YFV-17D (live chimeric virus)	WNV	Horses	preM–Env of WNV in YFV-17D backbone	PreveNile	Intervet
HVT (live chimeric virus)	IBDV and Marek's disease virus	Poultry	VP2 of IBDV in HVT backbone	Vaxxitek HVT + IBD	Merial

ALVAC, attenuated canarypox virus; Env, envelope protein; Gag, group-specific antigen; F, fusion antigen; H5 HA, HA from influenza virus H5; HA, haemagglutinin; HN, haemagglutinin–neuraminidase protein; HVT, Turkey herpesvirus; IBDV, infectious bursal disease virus; Pol, polymerase; preM, pre-membrane protein; VP2, viral protein 2; YFV-17D, attenuated yellow fever virus strain 17D.

Draper, S & Heeney, J *Nat Rev Microbiol*, **2010**
doi: 10.1038/nrmicro2240

Vaccins ARNm : grippe aviaire

Injection intramusculaire: 2
doses à 1 mois d'intervalle

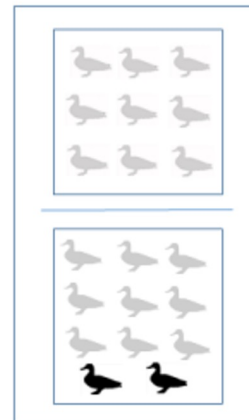


ARNm de la protéine H5

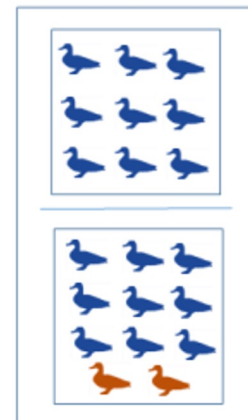


ANSES, 2025
<https://www.anses.fr/fr/content/ceva-respons-ai-h5-suspension-congelee-et-diluant-pour-injection-o>

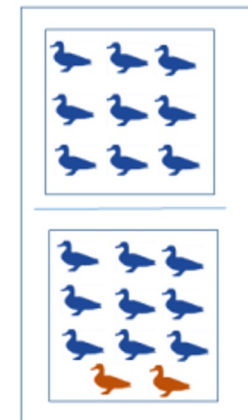
Témoin non-vacciné



VacA



VacB



10⁶DIE50
/animal

A/chicken/France
/D2107428/2021
(H5N1) IAHP



Canards non-vaccinés, inoculés



Canards contact non-vaccinés

Inoculation

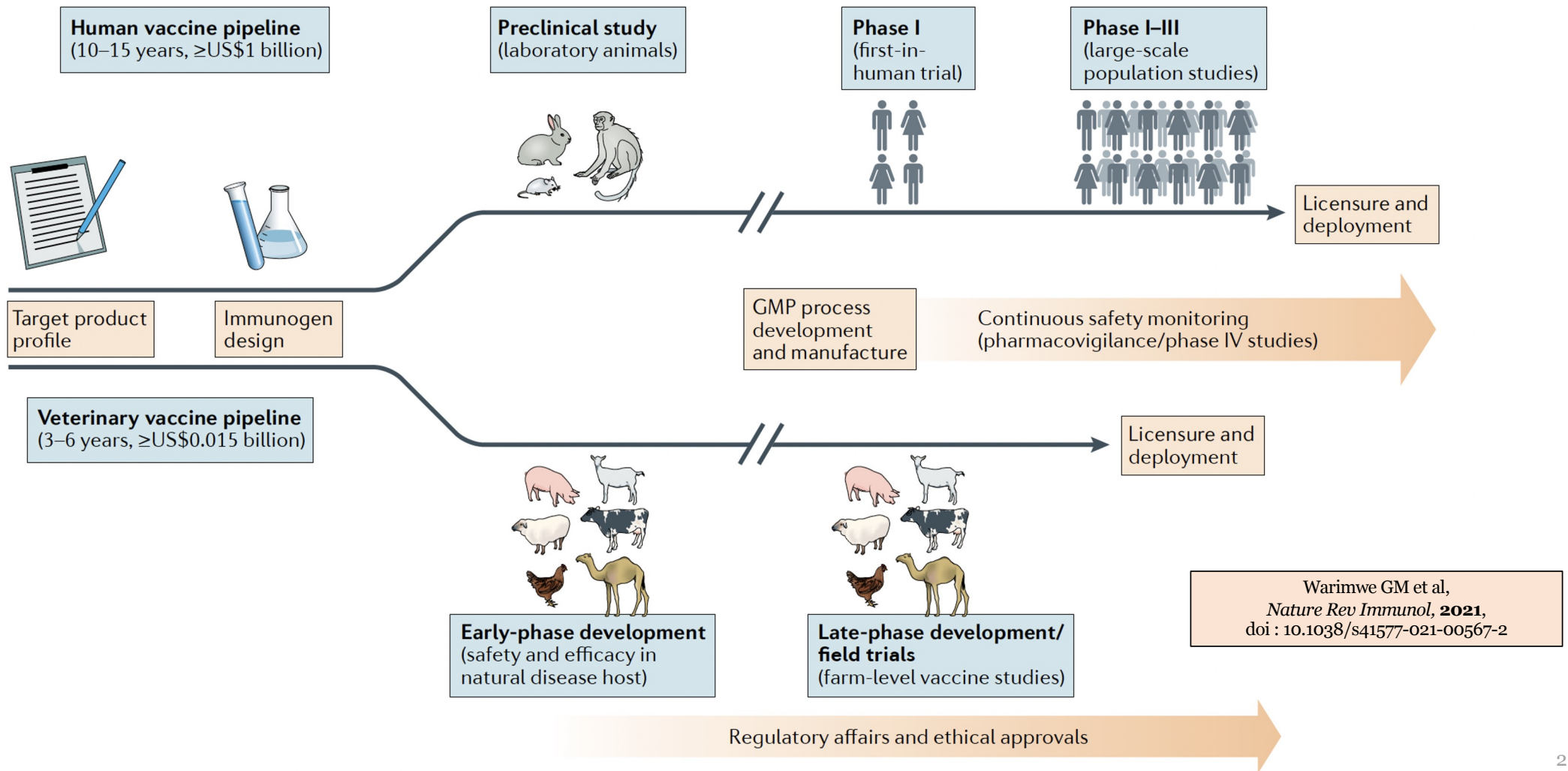


Canards vaccinés, inoculés



Canards contact vaccinés

Le développement vaccinal est plus court et moins cher chez l'animal



Vaccines with reported price data	No. of reported procurements	Vaccine price per dose* (US\$)			
		Minimum	Maximum	Median	WAP
DT-IPV	1	8.10	8.10	N/A	N/A
Influenza_paediatric	1	5.46	5.46	N/A	N/A
Men AC	1	17.62	17.62	N/A	N/A
YF	1	16.23	16.23	N/A	N/A
OPV	12	0.14	7.67	0.22	0.26
DTwP	8	0.10	3.08	0.38	1.03
BCG	18	0.06	12.50	0.39	0.29
MR	2	0.52	0.60	0.56	0.58
TT	7	0.08	4.02	0.61	0.83
Td	20	0.10	22.29	1.57	4.34
DT	10	0.11	16.51	1.81	0.36
Measles	3	1.44	5.98	2.09	1.80
DTwP-Hib-HepB	11	2.14	2.95	2.70	2.39
Rotavirus	6	2.46	15.57	2.73	9.80
HepB_paediatric	21	0.16	11.95	3.41	1.48
Influenza_adult	11	2.73	14.29	4.62	4.55
MMR	26	0.98	14.38	6.56	5.06
IPV	9	4.94	12.94	7.21	6.32
Typhoid fever	2	4.22	13.88	9.05	4.24
DTaP	7	2.65	22.58	9.15	5.58
Hib	6	4.03	19.26	9.42	6.55
HepB_adult	8	1.11	19.58	11.71	7.19
TdaP	8	10.42	24.04	12.67	11.23
Pneumo_ps	3	10.38	22.39	13.68	10.40
Men ACWY	3	12.19	42.76	14.21	41.48
DTaP-IPV	9	8.72	30.23	14.68	10.20
DTaP-Hib-IPV	12	7.98	44.49	17.20	13.16
MenC_conj	5	10.76	28.88	19.19	18.76
HepA	6	7.45	34.26	23.21	7.91
HepAHepB	3	26.96	45.16	36.57	36.69
Varicella	5	17.35	50.46	41.17	19.87
HPV	11	20.94	93.40	41.38	36.86
DTaP-Hib	2	21.21	41.67	43.39	37.21
DTaP-Hib-HepB-IPV	9	22.85	59.15	43.39	37.21
PCV	15	3.53	66.28	43.96	35.12

Le prix final d'un vaccin en médecine vétérinaire est plus bas

Pour les vaccins vétérinaires, le coût idéal par dose pour les ruminants devrait être inférieur à **0,5 USD** pour permettre une utilisation rentable dans les LMIC

Le coût par dose des **vaccins humains** tend à être beaucoup plus élevé et très variable d'un produit à l'autre (cf ci contre)

Warimwe GM et al,
Nature Rev Immunol, **2021**,
doi : 10.1038/s41577-021-00567-2

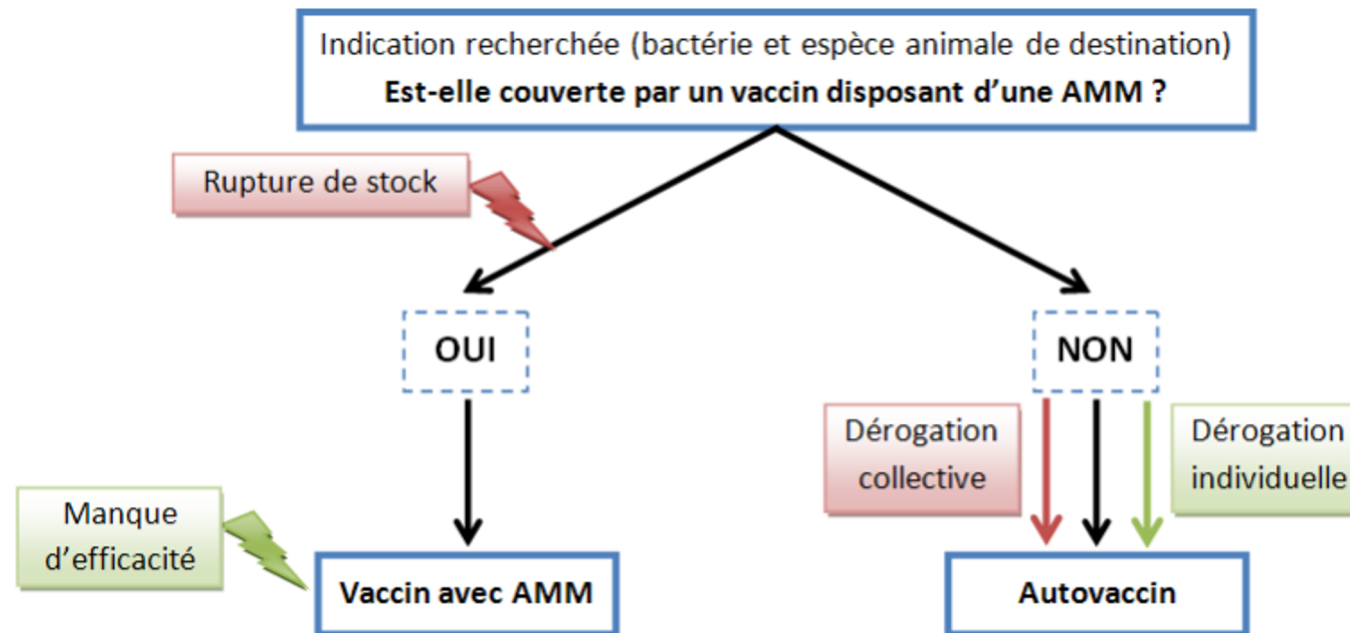
WHO European Region Member States.
Review of vaccine price data
WHO, 2013

Particularité : les auto-vaccins

Définition: Préparation vaccinale obtenue à partir d'agents pathogènes isolés sur un animal malade puis administré à cet animal et autres animaux du même élevage

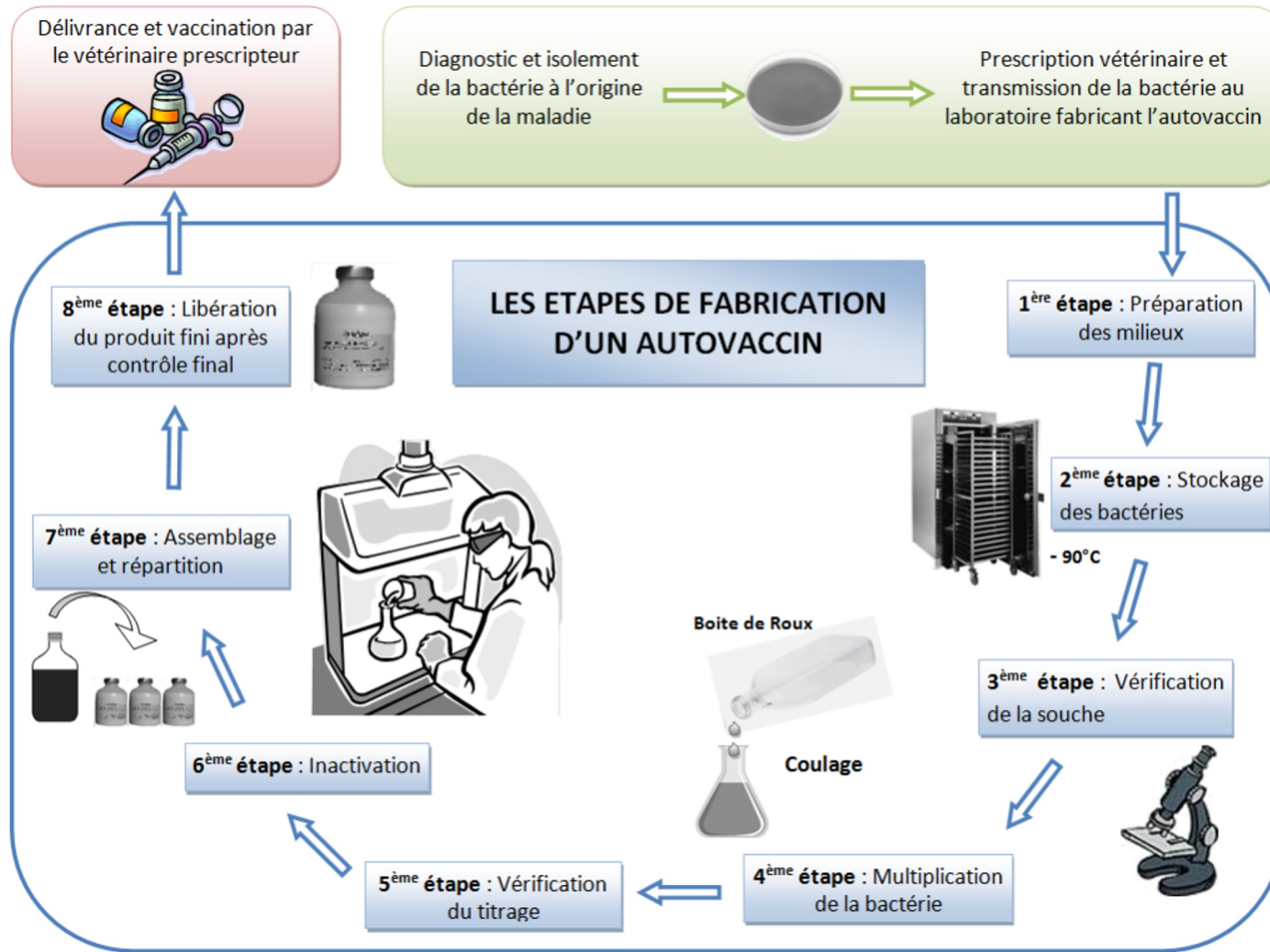
En France uniquement vaccins bactériens, inactivés,

Utilisation surtout pour les « indications mineures et espèces mineures » (MUMS)



Lacroix AS **2013**,
Thèse d'exercice
vétérinaire

Fabrication et indications des auto-vaccins



Espèce	Indications
Porcs	Actinobacilloses Colibacilloses Diarrhées post-natales à Entérocoques Maladie de Glässer (<i>H.parasuis</i>) Streptococcies Salmonelloses Staphylococcies Pasteurelloses
Volailles	Colibacilloses Ornithobactérioses Pasteurelloses Riemerelloses Salmonelloses Staphylococcies
Lapins	Bordetelloses Colibacilloses Mycoplasmoses Pasteurelloses Staphylococcies
Poissons	Aeromonoses Edwardsielloses Flavobactérioses Lactococcoses Yersinioses
Chevaux	Colibacilloses Klebsiellooses Rhodococcoses Staphylococcies Streptococcies

Depuis janvier 2017, autorisation des autovaccins chez les ruminants

Lacroix AS **2013**, Thèse d'exercice vétérinaire

Impacts de l'approche One Health pour la vaccination

Les différents impacts possibles de la vaccination One Health

La vaccination dans un contexte One Health peut s'envisager comme un outil de

1. Protection de la **sécurité alimentaire** et de l'économie agricole

Exemple : Vaccination contre la peste Bovine

2. Prévention des **zoonoses**

Exemple : Vaccination contre la rage

3. Lutte contre la **résistance aux anti microbiens**

Exemple : Vaccination contre les pneumocoques

4. Prévention de **maladies non transmissibles**

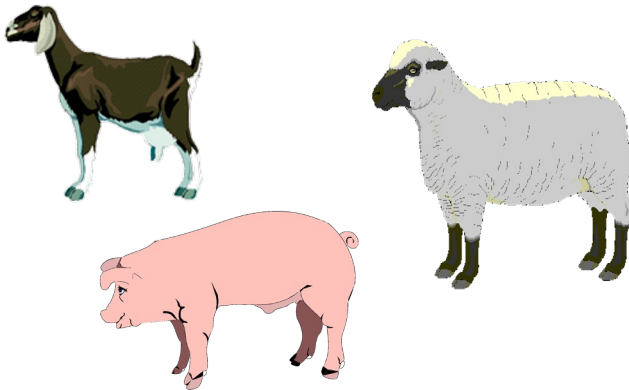
Exemple : Vaccination contre l'allergie aux poils de chat

5. Accélération de la **compréhension de l'immunité** contre les agents pathogènes

Exemple : Vaccination contre les coronavirus

Vaccination One Health et sécurité alimentaire

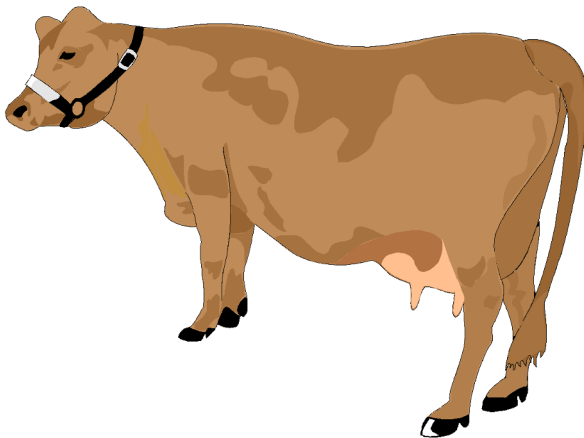
Vaccination contre la peste bovine (1)



Portage asymptomatique/ réservoir

Souches peu pathogènes

Souches hypervirulentes 100% mortalité



maladie virale infectieuse
des **bovins** (domestiques et bovins sauvages) causée par
Morbillivirus pecoris virus de la famille des *Paramyxoviridae*



- **1761:** Fondation de l'école vétérinaire de Lyon directement liée à la peste bovine
- **1774:** **F. Vicq d'Azir** *Observations sur les moyens que l'on peut employer pour préserver les animaux sains de la contagion et pour en arrêter les progrès*, Bordeaux : Impr. de M. Racle, 1774, in-12, 108
- **1941:** vaccin vivant atténué par passage sur chèvre
- **1960:** vaccin vivant atténué produit en culture cellulaire
- **1990:** vaccin vivant atténué thermostable

Vaccination contre la peste bovine (2)

IMPACT DE LA VACCINATION

- Des campagnes de vaccination massive ont été lancées à partir des années 1960 sous l'égide de la FAO et de l'OIE.
- Le programme ***Global Rinderpest Eradication Programme (GREP)*** a permis d'éliminer progressivement la maladie, avec une déclaration officielle d'éradication en **2011**, marquant la ***seconde éradication mondiale d'une maladie infectieuse après la variole humaine*** (FAO, 2011).

IMPACT ONE HEALTH

- **Sécurité alimentaire et économique** : L'élimination de la peste bovine a stabilisé la production de viande et de lait, réduisant la précarité des agriculteurs.
- **Réduction des pertes animales** : Avant la vaccination, la peste bovine causait des pertes atteignant **90 % du bétail** dans certaines régions d'Afrique.
- **Réduction des abattages et des interventions sanitaires coûteuses** : Grâce à la vaccination, il a été possible d'éviter les campagnes d'abattage massif.



Vaccination contre la grippe aviaire

- La grippe aviaire (H5N1, H5N8) entraîne des pertes massives dans l'industrie avicole et présente un risque potentiel pour l'homme
- Campagnes de vaccination ont été menées dans plusieurs pays, notamment en Chine, en Égypte, au Vietnam en Indonésie et plus récemment en France
- Réduction des pertes économiques liées à l'abattage de masse.
- Amélioration de la disponibilité des œufs et de la viande de volaille
- Réduction du risque de transmission aux humains, limitant ainsi les impacts sanitaires.

*“Il est certain que le coût économique de l'échec de la lutte contre l'infection est considérable. Aux États-Unis, **41,4 millions d'oiseaux ont été abattus en raison de leur exposition à la grippe en décembre et janvier.** En novembre 2024, le gouvernement américain aura dépensé entre **1,25 milliards de dollars en indemnités** et compensations versées aux éleveurs, et le **prix des œufs aura grimpé en flèche.***

D'autres exemples montrent que les pratiques agricoles peuvent être modifiées face aux pressions commerciales, afin de donner la priorité à la santé animale et humaine.

*Face à l'inquiétude suscitée par l'augmentation de la résistance aux antimicrobiens, plusieurs pays ont mis en place des politiques et des législations **visant à réduire la consommation d'antibiotiques chez les animaux,** malgré les avantages commerciaux immédiats d'une utilisation libérale des antibiotiques.*

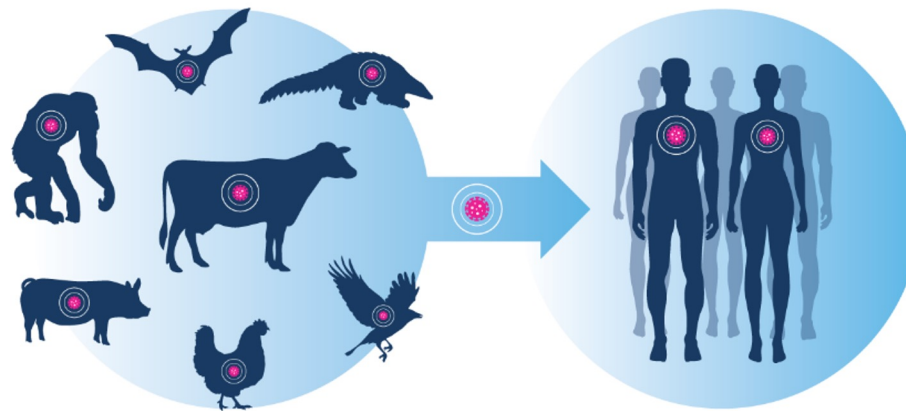
H5N1 avian influenza: technical solutions, political challenges
The Lancet, **2025**, Volume 405, Issue 10480, 671

Vaccination One Health et prévention des zoonoses

Les zoonoses

Importance des zoonoses

Zoonoses such as COVID-19 are diseases that are transmitted from animals to humans



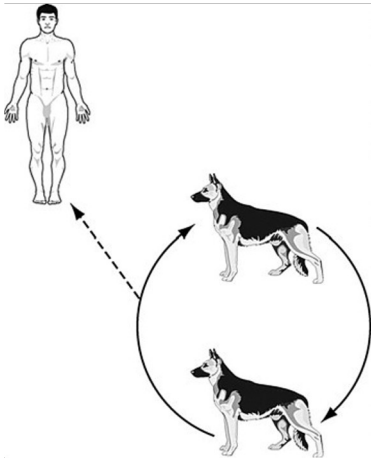
75% of newly emerging infectious diseases are zoonoses

60% of infectious diseases in humans are spread from animals

Zoonotic diseases are responsible for an estimated **2.5 billion cases of illness** and **2.7 million deaths** worldwide, each year

<https://www.weforum.org/stories/2022/07/zoonotic-disease-virus-covid/>

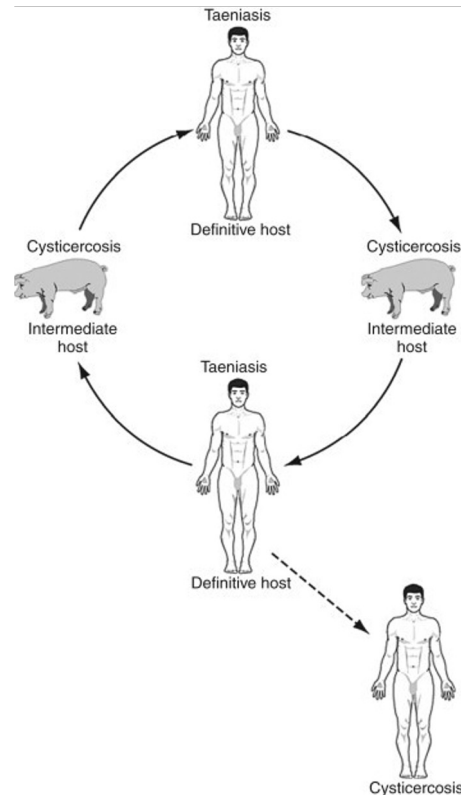
Les anthroponozoonoses



Orthozoonoses

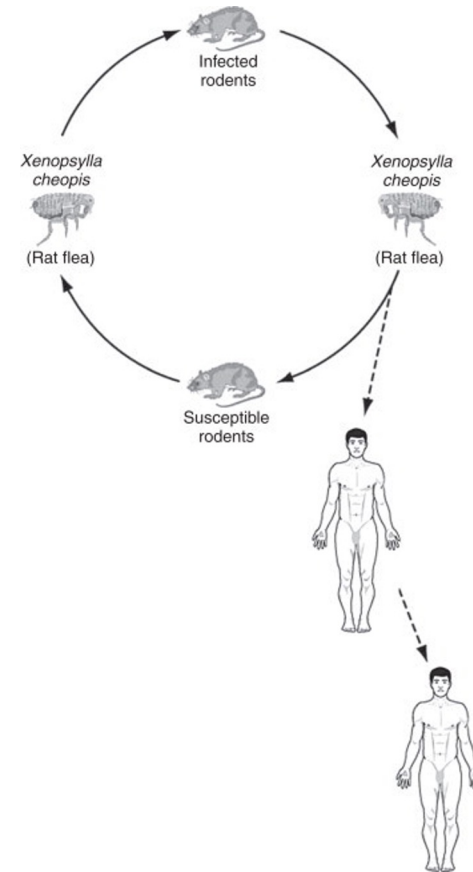
se transmettent d'un hôte vertébré infecté à un hôte vertébré sensible par contact direct, par contact avec un fomite ou par un vecteur mécanique. (ex: *Rage*)

Chomel BB,
Encyclopedia of Microbiology, 2009
doi: 10.1016/B978-012373944-5.00213-3



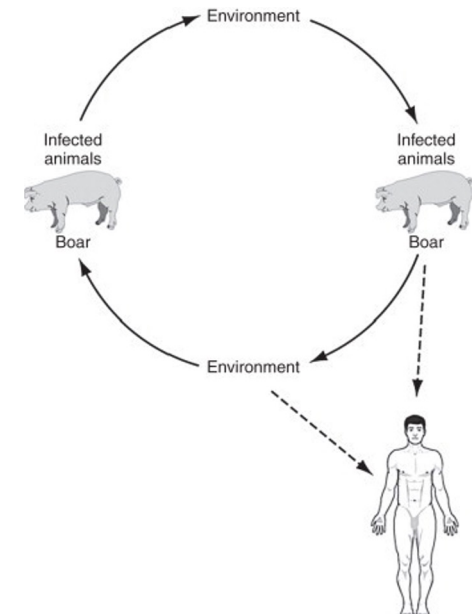
Cyclozoonoses

nécessitent plus d'une espèce vertébrée, mais pas d'hôte invertébré, pour achever le cycle de développement de l'agent pathogène (ex: *Taenia Solium*)



Pherozoonoses

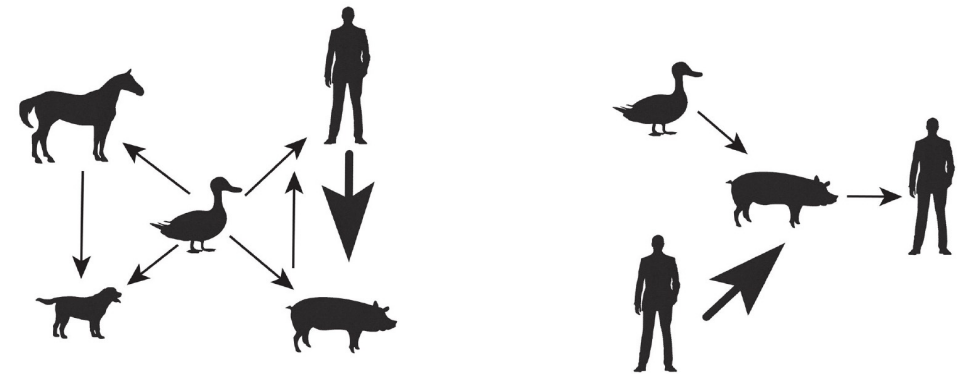
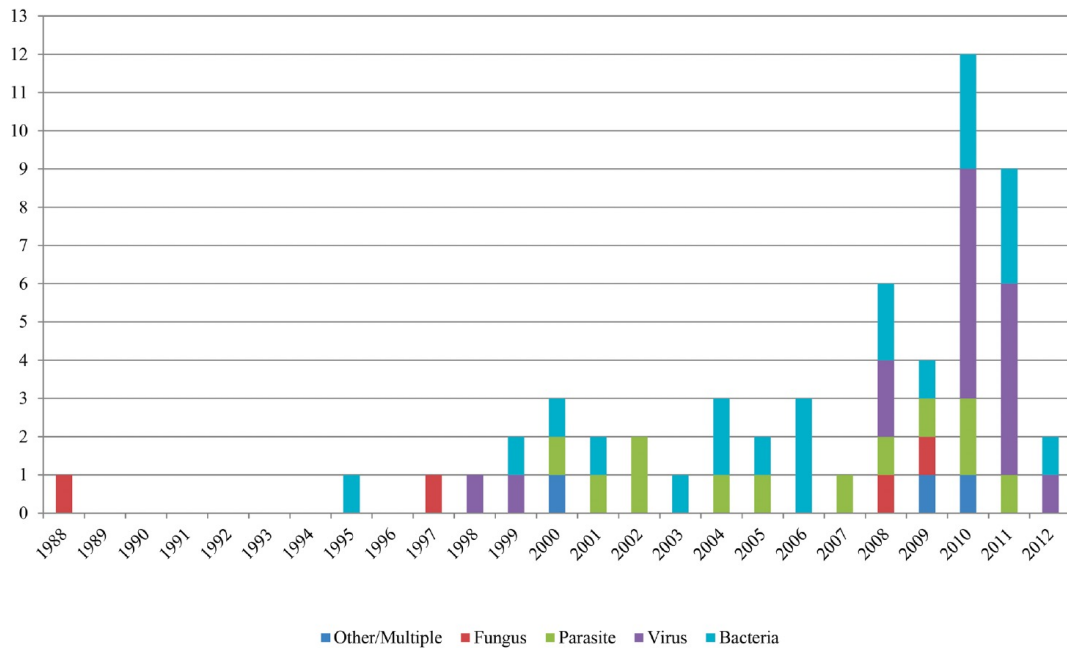
ont besoin de vertébrés et d'invertébrés pour accomplir leur cycle infectieux (ex: *Peste*)



Saprozoonoses

ont à la fois un hôte vertébré et un site de développement ou un réservoir inanimé (ex: *Rouget du porc*)

Les zoonoses inverses



Nelson MI & Vincent AL *Trends Microbiol*, **2015**
doi: 10.1016/j.tim.2014.12.002

Messenger AM et al, *PLoS One*, **2014**
doi: 10.1371/journal.pone.0089055

Accroissement des relations entre l'homme et l'animal :

- pratiques d'élevage,
- croissance du marché des animaux de compagnie
- changement climatique et perturbation des écosystèmes
- développement anthropogénique des habitats
- voyages
- commerce à l'échelle mondiale

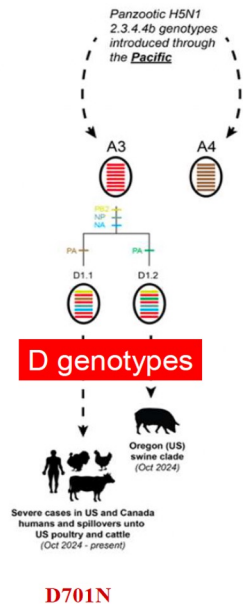
Impliquent *tous les types de pathogènes*

- **Parasites**: transmission de *Giardia dudodenalis* au Lycaon en Afrique ([Ash A et al, Vet Parasitol, 2010, doi: 10.1016/j.vetpar.2010.08.034](#))
- **Virus** : transmission des virus aviaires et humains au porc (cf ci-dessus)
- **Bactéries**: transmission souche humaine *Escherichia coli* O25:H4-ST131 CTX-M-15 ([Ewers C et al, J Antimicrob Chemother, 2010, doi: 10.1093/jac/dkq004.](#))

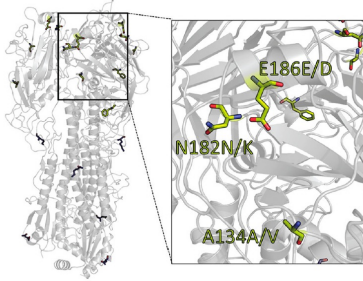
Vaccins différents chez l'homme et l'animal ciblant des variants du même pathogène

Les nouveaux virus H5N1

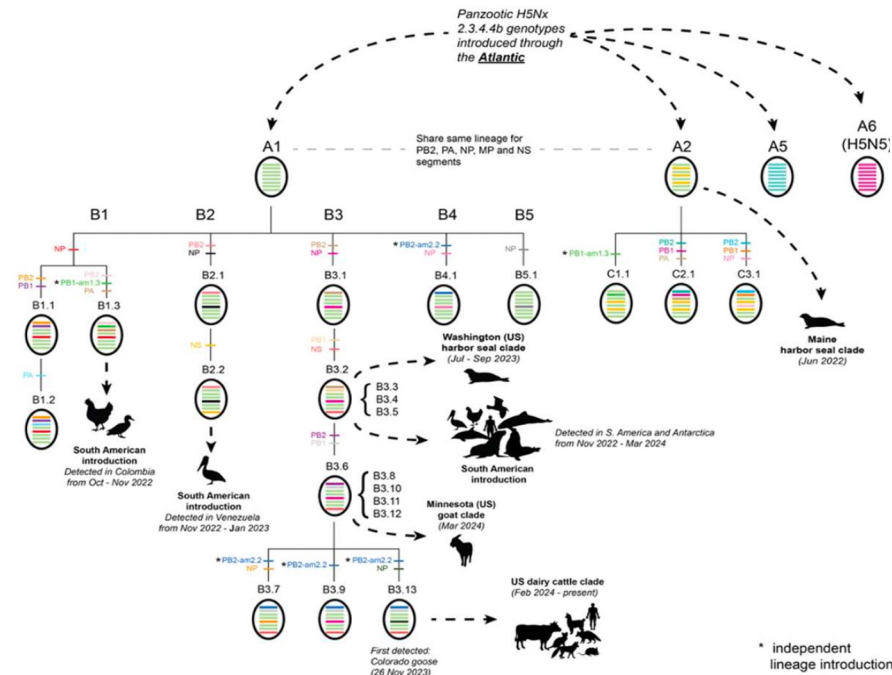
Genotype D1.1



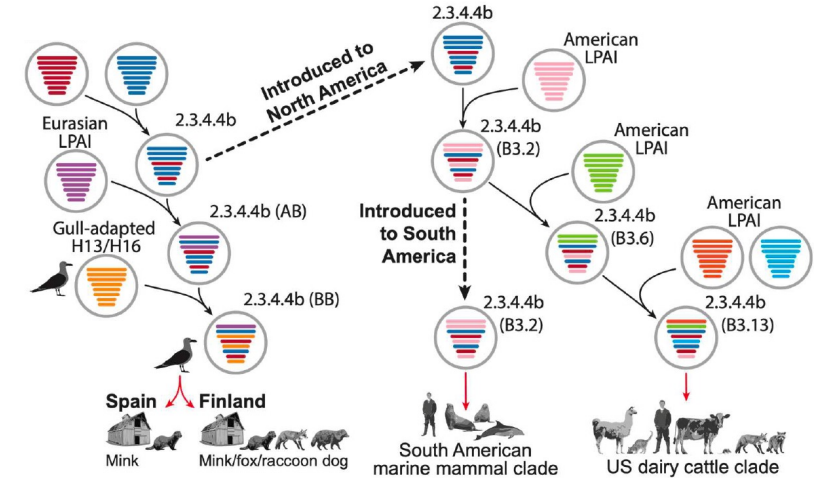
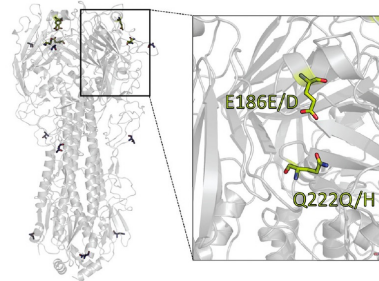
A/Louisiana/12/2024



Genotype B3.13



A/British Columbia/PHL_2032/2024



Réassortiment entre le 2.3.4.4b H5N8 et les virus de l'influenza aviaire faiblement pathogène (IAFP) ont généré le virus panzootique 2.3.4.4b H5N1 (Europe ou en Asie centrale vers 2020).

Réassortiments ultérieurs H5N1/LPAI en Europe → génotypes AB et BB21,32

Nouveaux génotypes réassortis en Amérique tels que B3.2 et B3.13 qui ont infecté des mammifères marins d'Amérique du Sud et des vaches laitières américaines,

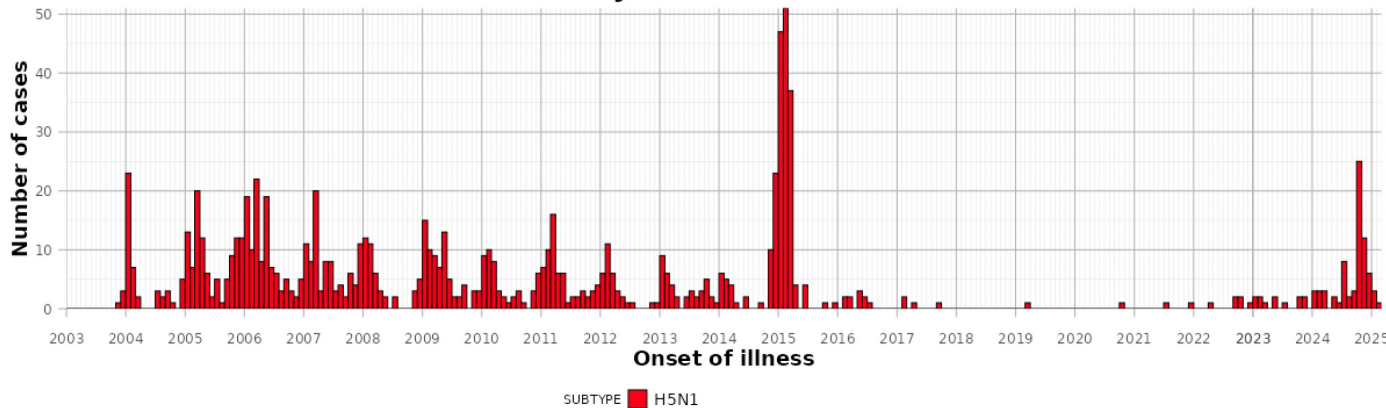
Peacock Nature 2025
Doi : 10.1038/s41586-024-08054-z

Krammer F et al, J Virol 2025
Doi : 10.1128/jvi.02209-24

Epidémiologie des virus H5N1

WHO- Meeting on H5N1 – mars 2025

Monthly incidence of cases



Virus H5N1 confiné à l'Asie et aux volailles, s'est **répandu dans le monde entier** et dans de **nouvelles espèces de mammifères**

En 2020, H5N1 **clade 2.3.4.4b** s'est rapidement propagé chez les oiseaux sauvages de l'Europe vers l'Afrique, l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud et l'Antarctique

Depuis 2022 bien que les États-Unis **aient abattu environ 90 millions d'oiseaux domestiques** les foyers de grippe aviaire continuent d'être réimplantés à partir d'oiseaux sauvages. Les oiseaux sauvages ont également transmis le virus H5N1 au **bétail laitier et aux mammifères marins**

Human cases in since September 2024

Country	Subtype (clade)	Cases	Clinical severity	Exposure	Age
Cambodia	H5N1 (2.3.2.1e/previously 2.3.2.1c)	2	Fatal	Poultry	28 and 2
Canada	H5N1 (2.3.4.4b)	1	Severe	Unknown	<18
United Kingdom	H5N1 (2.3.4.4b/unknown)	2	Asymptomatic/mild	Poultry	adults
United States of America	H5N1 (2.3.4.4b)	59	Mild to fatal	Bovine/poultry/unknown	range
Viet Nam	H5	1	Severe	Poultry	18

Plus de **900 cas de grippe A(H5N1)** chez l'homme signalés dans plus de 20 pays depuis 2003 - sporadique avec exposition directe ou indirecte à des animaux infectés ou à des environnements contaminés - les infections peuvent être graves, voire mortelles - les séquences génétiques disponibles du virus provenant des cas humains sont similaires à celles des animaux locaux - **aucune transmission interhumaine durable**

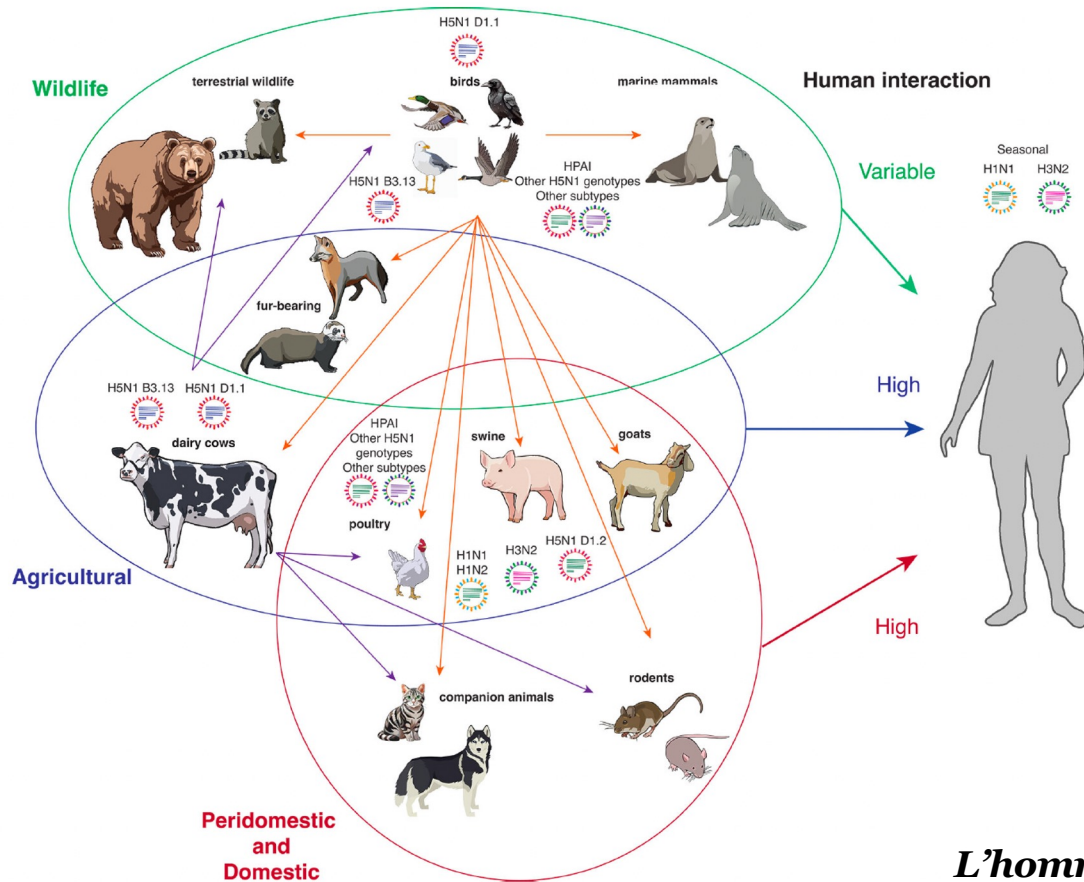
Cross réactivité Ac avec H1N1

- **génotype B3.13** : oui car porteurs d'une NA N1 aviaire, qui a une longue tige, plus susceptible d'être ciblée par Ac cross neutralisants (*Daulagala P et al, Emerg Infect Dis* 2024, doi: 10.3201/eid3001.230756)
- **Génotype D1.1** : ?

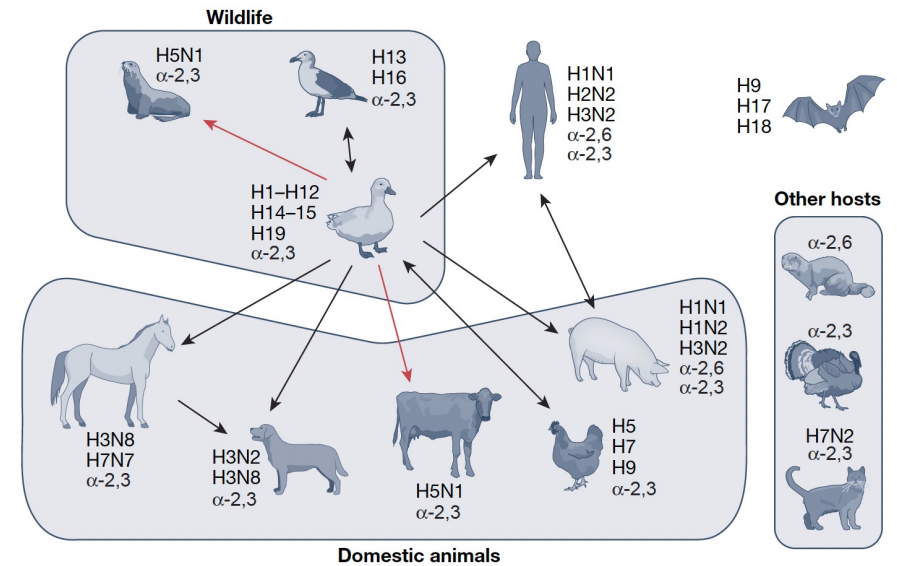
Cas Humains nouveaux H5N1

- 100 cas
- Sévérité : 7%
- Mortalité 2%

Transmission des virus H5N1



Krammer F et al, *J Virol* **2025**
Doi : 10.1128/jvi.02209-24



Peacock *Nature* **2025**
Doi : 10.1038/s41586-024-08054-z

L'homme et les porcs représentent des hôtes particuliers (mixing vessels) car ils expriment les acides sialiques α 2,3 et α 2,6 les rendant susceptibles aux virus humains (α 2,6) et aviaires (α 2,3)

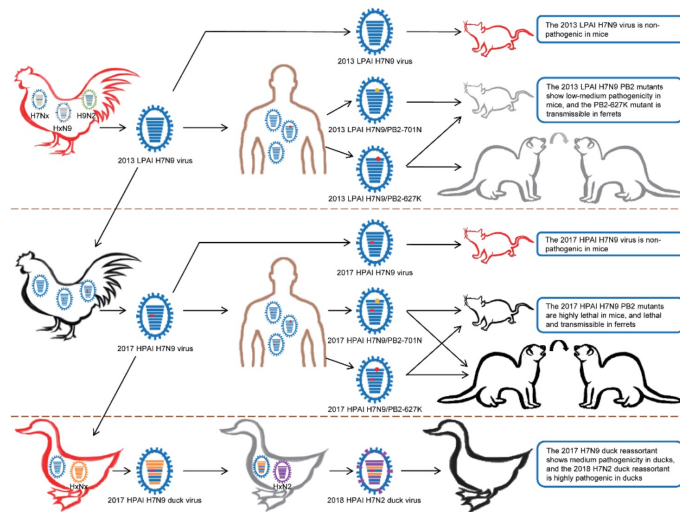
Risques liés à la vaccination antigrippale chez l'animal



- Possibilité d'une **excrétion virale chez les oiseaux vaccinés** (Poetri O et al, *Research in Veterinary Science*, 2014, doi : [10.1016/j.rvsc.2014.09.013](https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2014.09.013).)
- Risque d'**utilisation exclusive de la vaccination**
- **Faux sentiment de sécurité** entraînant une sous-estimation de signes cliniques mettant en péril la détection immédiate de l'IAHP dans les élevages vaccinés (Vergne T et al, *Emerging Infectious Diseases*, 2012, doi: [10.3201/eid1812.120616](https://doi.org/10.3201/eid1812.120616).)
- **Impact commercial potentiel** sur les produits à base de volaille (Pongcharoensuk P et al., *Health Policy and Planning*, 2012, doi: [10.1093/heapol/czr056](https://doi.org/10.1093/heapol/czr056))
- Emergence de souches présentant une **variabilité antigénique** (Cattoli G et al, *Vaccine*, 2011, doi: [10.1016/j.vaccine.2011.09.127](https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2011.09.127)).

Krammer F et al
WHO- Meeting on H5N1 – mars 2005

Vaccination H7N9 chez l'animal en Chine

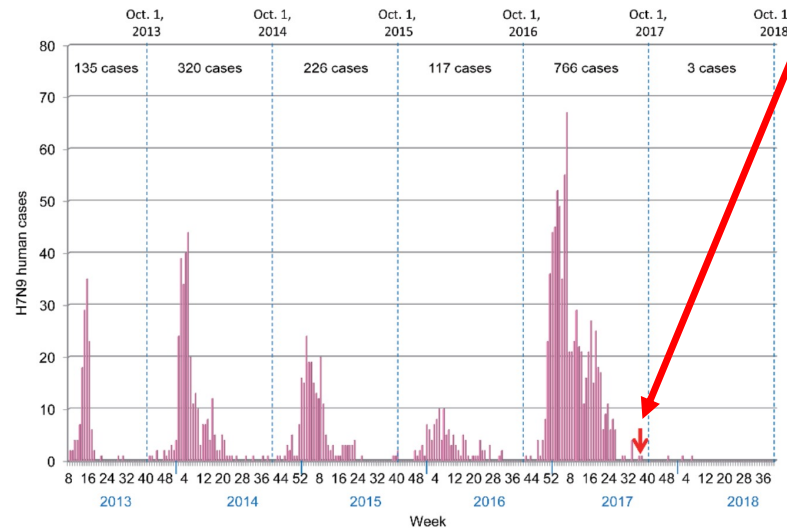


Virus H7N9 en Chine

- 2013: apparition en tant que virus faiblement pathogènes chez les poulets
- 2017: mutation IAHP
- Depuis 2013: 567 infections humaines, (mortalité >30 %)

Vaccin inactivé bivalent H5/H7

- *Impact chez poulets* : réduction mise en évidence du virus du 93,3 % après l'inoculation des poulets avec le vaccin H5/H7.
- *Impact chez l'Homme* seuls trois cas humains de H7N9 ont été signalés depuis le 1er octobre 2017.

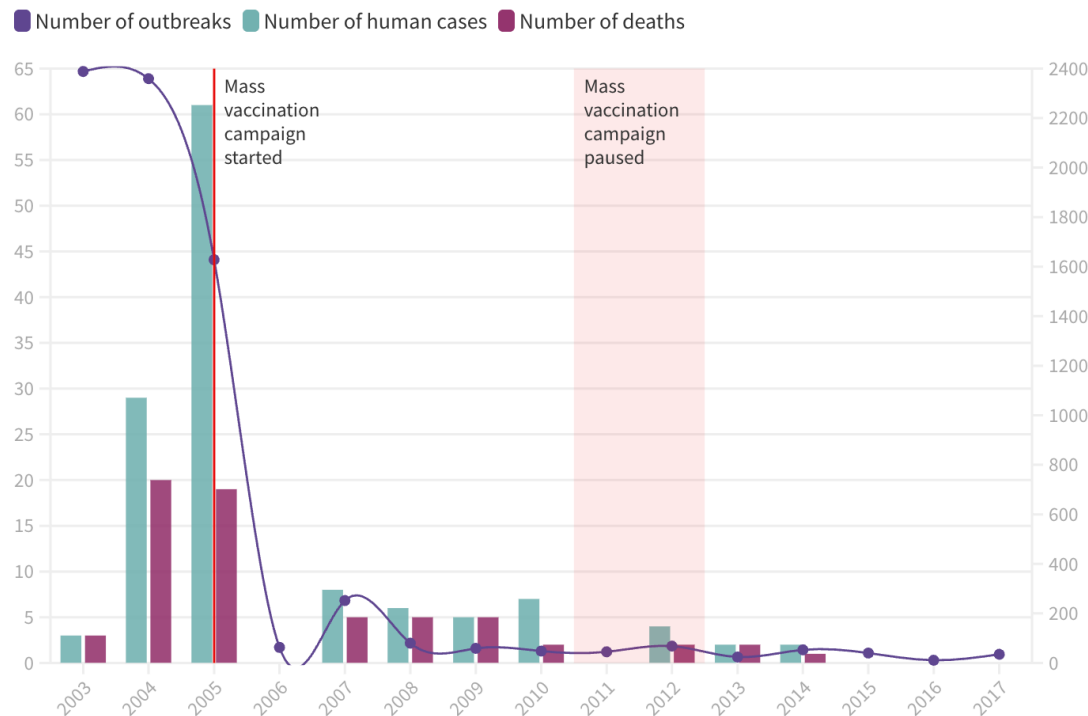


Problèmes

- Adaptation au canard: difficultés vaccination canards en Chine
- Mutations

Zeng X et al, *Sci China Life Sci*, **2018**
doi: 10.1007/s11427-018-9420-1

Vaccination grippe aviaire chez l'animal au Vietnam



Source: World Organization for Animal Health, FAO, Department of Animal Health (Vietnam)

Vietnam → *vaccination massive des volailles* pour tenter d'éliminer la grippe aviaire depuis 2005 par crainte d'une propagation à l'homme

Impact de l'infection sur

- *Stocks de volailles: diminution de près de 15 %* dans l'ensemble du pays.
- *Propagation à l'homme: dizaines de personnes* ont infectées taux de *mortalité d'environ 50 %*

Depuis le lancement de la politique de vaccination de masse en 2005 → **diminution drastique du nombre de cas humains**

Plan national de prévention de la grippe aviaire du gouvernement vietnamien pour 2019-2025 → vaccination de 80 % des volailles du pays.

Problème adéquation du vaccin aux souches circulantes

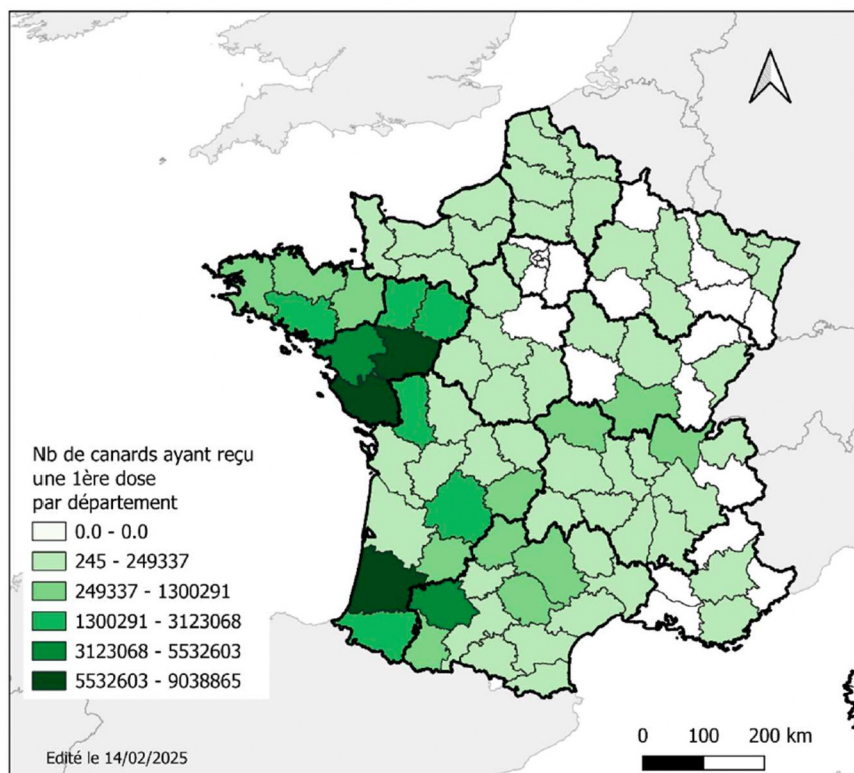
En 2011 et 2012, résultats de l'évaluation de l'efficacité du vaccin par le gouvernement → vaccination non protecteur (100% poulets test décédés)

Vaccination H5N1 des canards en France

Espèce	Etage production	Etage reproduction
Canards	Vaccination obligatoire	Vaccination interdite pour les cheptels dont les produits (œufs à couver et canetons d'un jour) sont exportés vers un autre Etat Membre et les pays tiers
Gallus	Vaccination interdite	Vaccination interdite
Autres espèces	Vaccination interdite	Vaccination interdite

VOLVAC B.E.S.T. AI + ND Vaccin inactivé sous-unitaire contenant l'hémagglutinine H5 du virus de l'Influenza Aviaire Souche H5N1 produite sur le système d'expression Baculovirus (Baculovirus Expression System Technology (B.E.S.T.)) et souche La Sota du virus de la maladie de Newcastle inactivée.

CEVA RESPONS AI H5, ARN auto-amplifiant, codant l'hémagglutinine virale du virus de l'influenza aviaire H5



Les chiffres clés de la campagne de vaccination 2023-2024 :

VACCINATION :

- Nombre de canards vaccinés : **61 569 272** (canards ayant reçu une première dose de vaccin)
- Nombre d'établissements ayant déclaré au moins une vaccination : **2 317 établissements**

SURVEILLANCE POST-VACCINATION :

- Nombre d'analyses réalisées dans le cadre de la surveillance post-vaccination passive renforcée (poolage jusqu'à 5 prélèvements) : **21 282**
- Nombre d'analyses réalisées dans le cadre de la surveillance post-vaccination active (poolage de 5 prélèvements) : **206 223**
- Aucun résultat virologique IAHP positif n'a été détecté via la surveillance post-vaccination pour la période.

BILAN DE LA SITUATION ÉPIDÉMIOLOGIQUE DURANT LA CAMPAGNE DE VACCINATION

- Seuls 15 foyers ont été confirmés dont 14 foyers dans des élevages commerciaux et 1 foyer dans une basse-cour, face aux plus de 400 foyers confirmés la saison précédente.
- Parmi ces 15 foyers, deux foyers ont été mis en évidence dans des élevages de canards vaccinés, par la surveillance événementielle.

Plan de vaccination officiel influenza aviaire hautement pathogène (IAHP)
Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire

Impact sélectif de la vaccination

Vaccine 29 (2011) 9368–9375



Contents lists available at [SciVerse ScienceDirect](#)

Vaccine

journal homepage: www.elsevier.com/locate/vaccine



Evidence for differing evolutionary dynamics of A/H5N1 viruses among countries applying or not applying avian influenza vaccination in poultry

Giovanni Cattoli^{a,*}, Alice Fusaro^a, Isabella Monne^a, Fethiye Coven^b, Tony Joannis^c, Hatem S. Abd El-Hamid^d, Aly Ahmed Hussein^e, Claire Cornelius^f, Nadim Mukhles Amarin^g, Marzia Mancin^a, Edward C. Holmes^{h,i}, Ilaria Capua^a

^a Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Research & Development Department, OIE/FAO and National Reference Laboratory for Newcastle Disease and Avian Influenza, OIE Collaborating Centre for Diseases at the Human–Animal Interface, Viale dell'Università 10, 35020, Legnaro, Padova, Italy

^b Bornova Veterinary Control and Research Institute, İzmir, Turkey

^c National Veterinary Research Institute, P.M.B. 01 VOM, Plateau State, Nigeria

^d Faculty Veterinary Medicine Dammanhour University, Egypt

^e Faculty Veterinary Medicine, Cairo University, Giza, Egypt

^f US Naval Medical Research Unit No. 3, Cairo, Egypt

^g Boehringer Ingelheim, Regional Technical Manager, Dubai, United Arab Emirates

^h Center for Infectious Disease Dynamics, Department of Biology, The Pennsylvania State University, Mueller Laboratory, University Park, PA 16802, USA

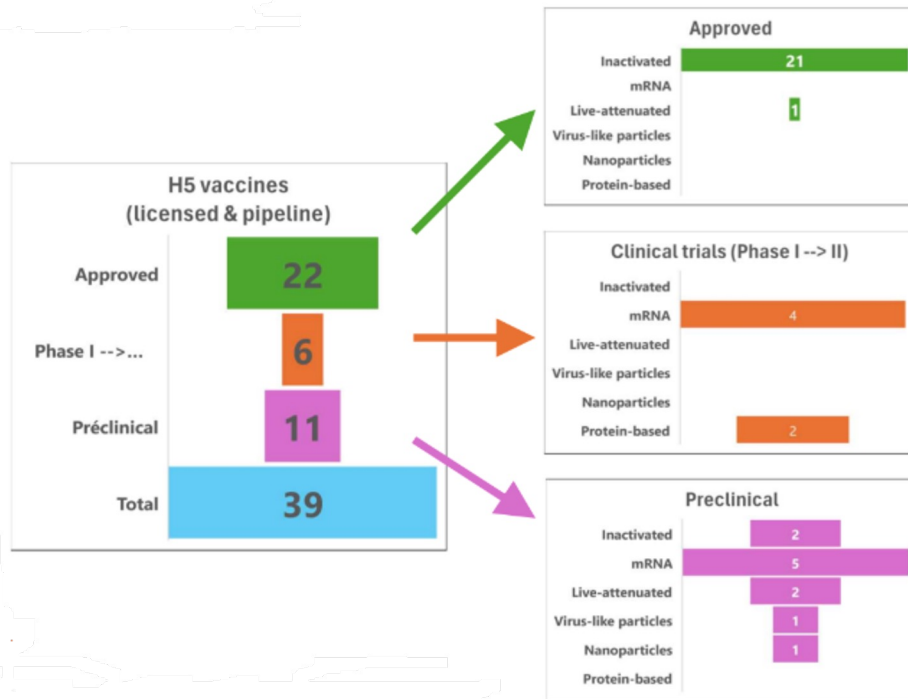
ⁱ Fogarty International Center, National Institutes of Health, Bethesda, MD 20892, USA

Comparaison des pays où la **vaccination H5N1 chez les volailles a été mise en place** (Égypte et Indonésie) à ceux où **elle ne l'a pas été** (Nigeria, Turquie et Thaïlande).

Etude de **751 séquences** (Égypte n = 309, Indonésie n = 149, Nigeria n = 106, Turquie n = 87, Thaïlande n = 100) du cadre de lecture ouvert complet de l'hémagglutinine (HA)

→ les taux d'évolution et le nombre de sites positivement sélectionnés étaient **plus élevés dans les populations de virus circulant dans les pays où la vaccination a été mise en place**

Vaccins H5N1 disponibles chez l'homme



16 vaccins (15 inactivés, 1 VVA) - 36 pays ont autorisé les vaccins H5
Depuis 2019, 700 millions de doses de vaccin contre la pandémie ont été engagées avec différents pays

Un seul (encadré rouge) à une H5 qui correspond à la souche zoonotique actuelle mais avec N8

Un seul pays (la Finlande) a mis en place un **programme de vaccination contre le virus A(H5) pour les groupes à risque** (éleveurs de volailles et de visons, vétérinaires, autres personnes exposées)

	Manufacturer location	Vaccine name	Subtype	Vaccine type	Adjuvant	Age group indication*	Licensing authority
AstraZeneca	UK	Pandemic influenza vaccine H5N1 AstraZeneca	H5N1	LAIV, egg based	None	Children†	EMA
Denka Seiken	Japan	Adsorbed influenza vaccine (H5N1) "Seiken"	H5N1	IIV, egg based	Aluminium-based	Information unavailable	PMDA
GC Biopharma	South Korea	GCFLU H5N1	H5N1	IIV, egg based	Aluminium-based	Healthy adults	MFDS
GlaxoSmithKline	UK	Adjuvanrix	H5N1	IIV, egg based	AS03	Healthy adults, children, older adults	EMA
GlaxoSmithKline	UK	Q Pan/Influenza A (H5N1) virus monovalent vaccine, adjuvanted	H5N1	IIV, egg based	AS03	Healthy adults, children, older adults	FDA
Daiichi Sankyo	Japan	Adsorbed cell culture-derived influenza vaccine H5N1	H5N1	IIV, cell based	Aluminium-based	Healthy adults, children, older adults	PMDA
Daiichi Sankyo	Japan	Adsorbed influenza vaccine (H5N1) "HOKKEN"	H5N1	IIV, egg based	Aluminium-based	Healthy adults	PMDA
KM Biologics	Japan	Emulsion-adjuvanted cell-culture derived influenza HA vaccine	H5N1	IIV, cell based	AS03	Healthy adults	PMDA
Sanofi Pasteur	France	Influenza virus vaccine, H5N1	H5N1	IIV, egg based	None	Healthy adults	FDA
CSL Seqirus	Australia	Audenx	H5N1	IIV, cell based	MF59	Healthy adults, children, older adults	FDA
CSL Seqirus	Australia	Foclivia	H5N1	IIV, egg based	MF59	Healthy adults, children, older adults	EMA
CSL Seqirus	Australia	Panvax H5N1 influenza vaccine	H5N1	IIV, unknown	Information unavailable	Information unavailable	TGA
CSL Seqirus	Australia	Celdemic	H5N1	IIV, cell based	MF59	Healthy adults, children, older adults	TGA/EMA
CSL Seqirus	Australia	Incellipan	H5N1	IIV, cell based	MF59	Healthy adults, children, older adults	EMA
CSL Seqirus	Australia	Zoonotic influenza vaccine, Seqirus	H5N8	IIV, egg based	MF59	Healthy adults, older adults	EMA
CSL Seqirus	Australia	Panvax H5N8 influenza vaccine	H5N8	IIV, egg based	Aluminium-based	Healthy adults, children, older adults	TGA
CSL Seqirus	Australia	Aflunov	H5N1	IIV, egg based	MF59	Healthy adults, children, older adults	TGA/EMA
Sinovac Biotech	China	Panflu	H5N1	IIV, egg based	Aluminium-based	Healthy adults	SFDA
Takeda Pharmaceutical	Japan	Cell cultured influenza vaccine (H5N1) "TAKEDA"	H5N1	IIV, cell based	None	Information unavailable	PMDA
The Research Foundation for Osaka University	Japan	Adsorbed influenza vaccine (H5N1) "BIKEN"	H5N1	IIV, egg based	Aluminium-based	Healthy adults	PMDA

IIV=inactivated influenza virus vaccine. LAIV=live-attenuated influenza virus vaccine. EMA=European Medicines Agency. PMDA=Pharmaceuticals and Medical Devices Agency. MFDS=Ministry of Food and Drug Safety. FDA=US Food and Drug Administration. TGA=Therapeutic Goods Administration. SFDA=State Food and Drug Administration. *Healthy adults generally aged between 18 years and 64 years, with a few exceptions either starting at age 20 years, or ending at age 60 years; infants and children generally aged between 6 months and younger than 18 years, with a few exceptions ending at age 20 years; older adults typically aged 65 years and older, with a few exceptions older than 60 years (depending on the country). †Children aged between 12 months and younger than 18 years.

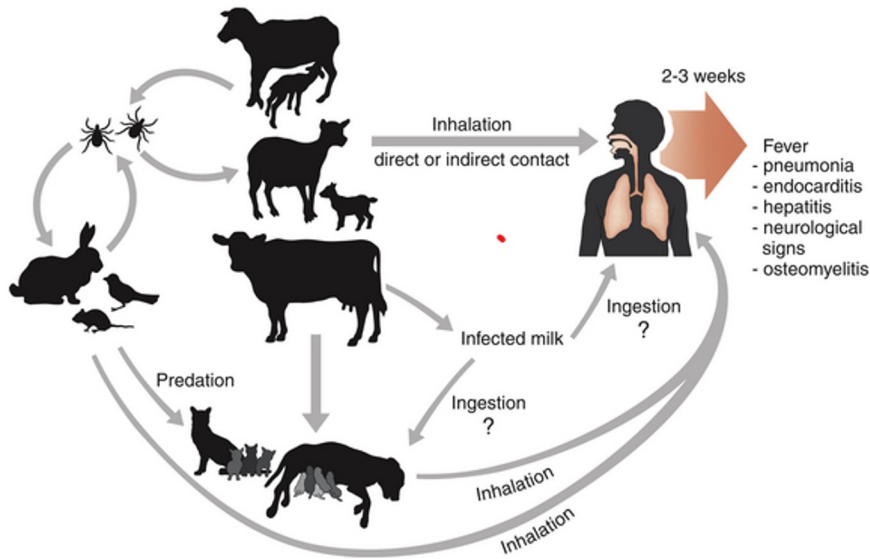
Table: Key characteristics of licensed influenza A(H5) vaccines

Taaffe J et al, *Lancet Respir Med*, 2025
doi: 10.1016/S2213-2600(25)00052-9

Zang W
WHO- Meeting on H5N1 – mars 2025

Vaccins différents chez l'homme et l'animal mais ciblant le même pathogène

Vaccination contre la Fièvre Q



La **fièvre Q ou coxiellose** est une maladie causée par *Coxiella burnetii*.

Bactéries détectées chez les bovins, les moutons, les chèvres et autres mammifères tels que les chats et les chiens.

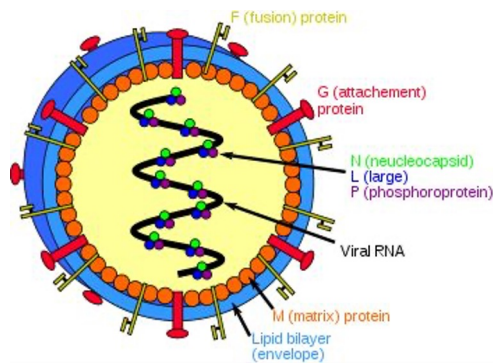
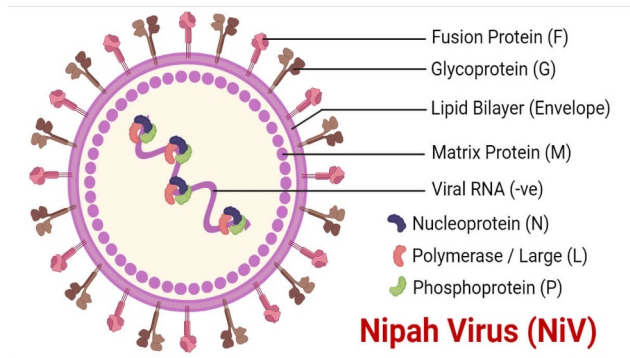
Chez l'homme infection potentiellement grave

Séroprévalence chez les bovins 60 % en Europe, 10 % avaient des signes cliniques (avortement, infertilité, métrites)

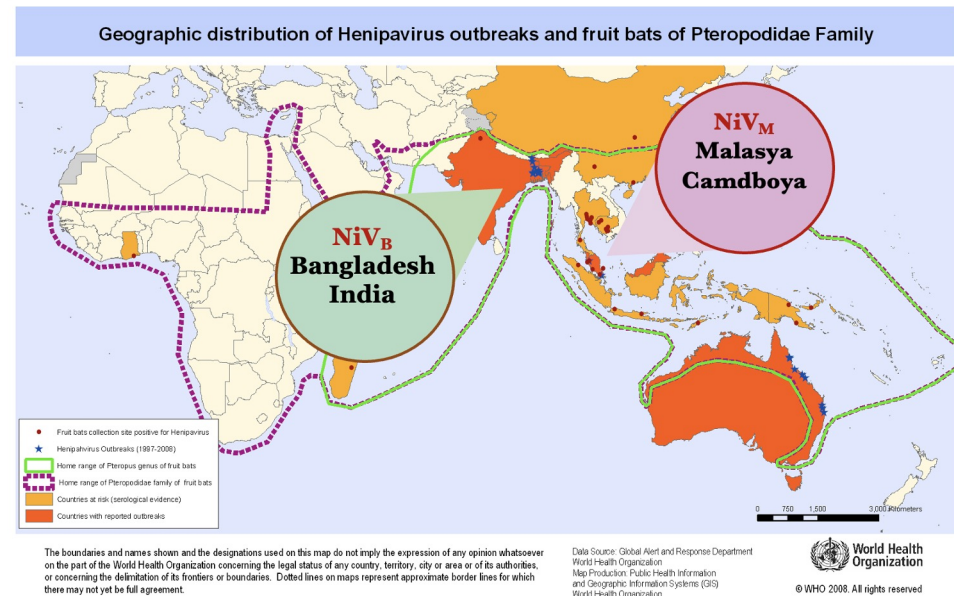
Q-VAX® (suspension purifiée de *Coxiella burnetii* inactivée par le formol, préparée à partir de la souche de Henzerling (phase I) seul vaccin préventif **humain** actuel contre la fièvre Q, réponses réactogènes chez les individus présensibilisés (mécanismes que partiellement compris). Disponible uniquement en Australie

Coxevac® (*Coxiella burnetii* inactivé, souche Nine Mile) est le vaccin **vétérinaire** approuvé par l'EMA pour la protection des bovins et des caprins contre la fièvre Q

Les vaccins contre les virus Nipah et Hendra



Gazal S et al, *Pathogens*, **2022**
doi: 10.3390/pathogens11121419



Les virus Nipah et Hendra sont étroitement liés et appartiennent au genre *Henipavirus* de la famille des *Paramyxoviridae*.

Deux souches différentes : NiV Malaysia (NiV-M) et NiV Bangladesh (NiV-B).

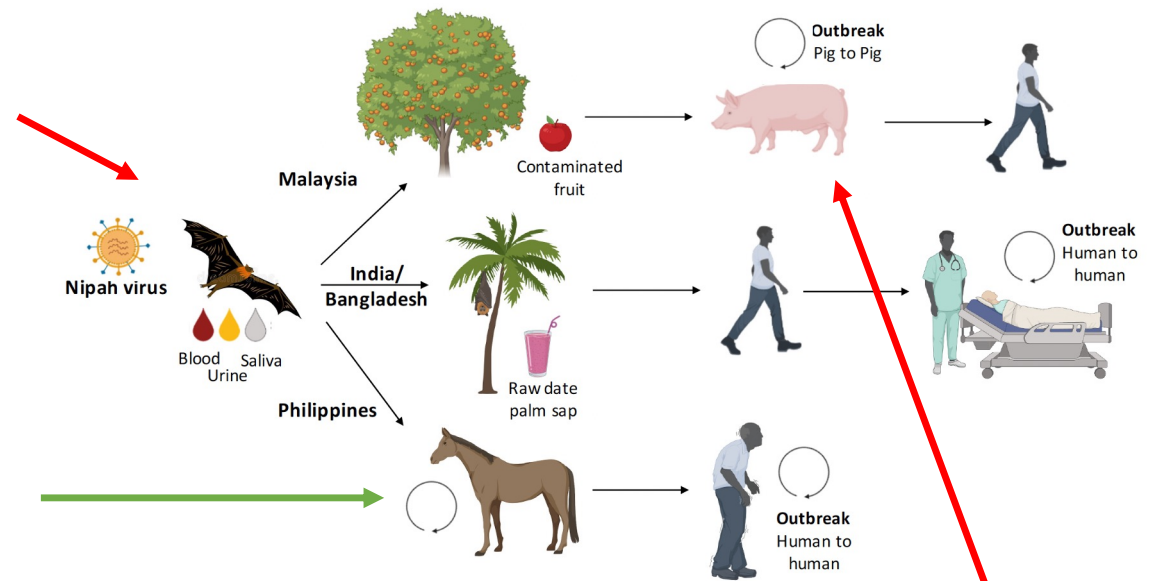
Taux de létalité estimé entre 40 % et 75 % pour le virus Nipah

Implication de **nombreuses espèces d'hôtes intermédiaires**, dont les porcs, les chèvres, les vaches, les chats et les chiens

Approche « One Health » - Vaccin contre le virus Hendra

Mécanisme de transmission du HeV des chauves-souris aux chevaux complexe et dépend de facteurs socio-économiques, environnementaux et écologiques Pas de solution pour prévenir la transmission.

Vaccin sous unitaire (protéine G) adjuvanté contre le virus Hendra disponible pour la **vaccination des chevaux** Equivac® HEV (Middleton D et al. *Emerging Infect Dis.* 2014 doi: 10.3201/eid2003.131159)



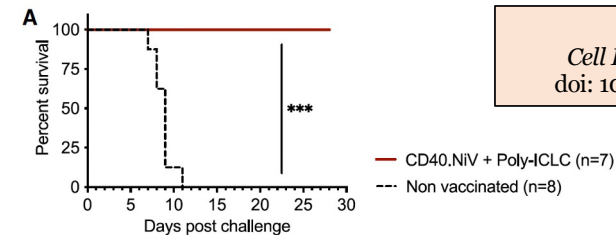
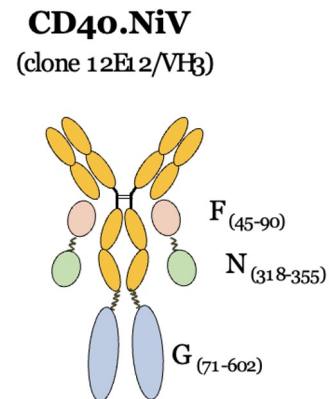
Le HeV et la souche malaise du NiV partagent une **grande homologie** d'acides aminés entre leurs protéines (88 et 83 % respectivement pour les protéines F et G)

Equivac® HEV **protège les furets et les singes verts africains mais ce vaccin ne protège pas les porcs** de l'infection par le HeV (Pickering BS et al, *Vaccine*, 2016,doi: 10.1016/j.vaccine.2016.08.028). Rôle de la réponse T absente avec le vaccin Equivac® HEV et indispensable contre l'infection Nipah?

Les vaccins contre le virus Nipah

Mild cases or SURVIVORS							Severe cases or NON-SURVIVORS						
Cytokine release	IFN	Reactive Oxygen species (ROS)	T cell responses	B cell responses	Lymphopenia	Neutralizing antibodies	Cytokine release	IFN	Reactive Oxygen species (ROS)	T cell responses	B cell responses	Lymphopenia	Neutralizing antibodies

Escudero-Perez B et al
Front Immunol, **2023**
 doi: 10.3389/fimmu.2023.1156758

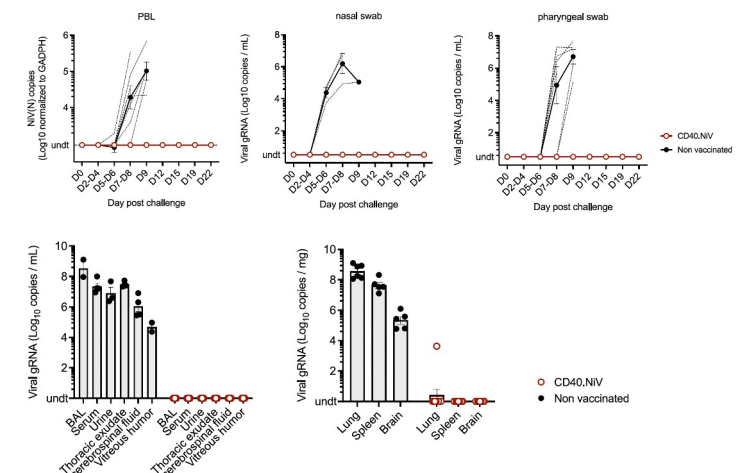
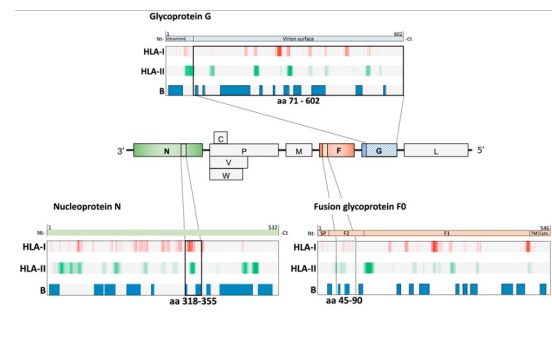


Pastor Y et al
Cell Reports Medicine, **2024**
 doi: 10.1016/j.xcrm.2024.101467

Nombreuses plateformes

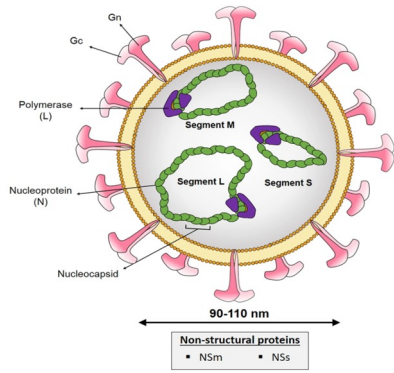
Phase 1 chez l'homme

- ARNm-1215 codant pour forme préfusion de F lié à monomère G (NCT05398796)
- Protéique glycoprotéine G soluble recombinante (NCT04199169)
- Vecteur viral VSVΔG GP-NiVG (NCT06221813)



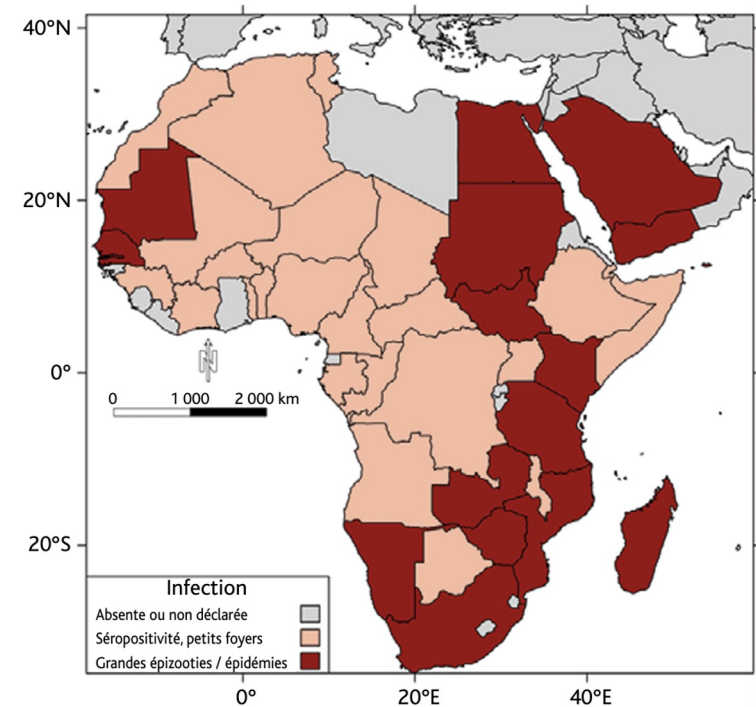
Vaccins identiques chez l'homme et l'animal

Fièvre de la vallée du Rift



Virus de la FVR est un virus ARN membre du genre *Phlebovirus* de la famille des *Phenuiviridae*, qui appartient à l'ordre des *Bunyavirales*.

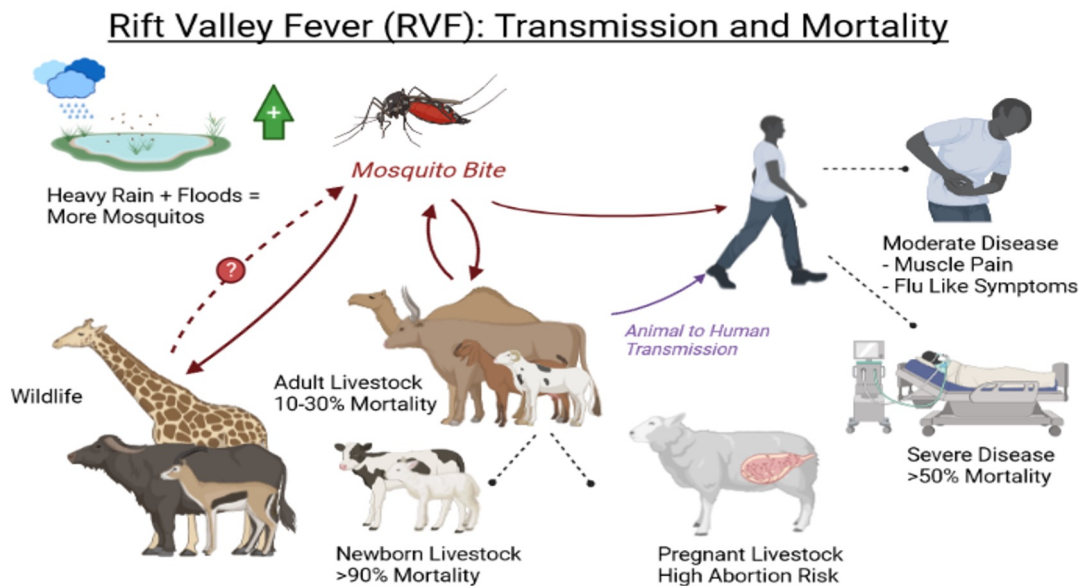
Un seul sérotype mais diversité génétique importante avec 7 à 15 lignées génétiques différentes



Arevska E et al, *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation*, 2016

Alkan C et al,
npj Vaccines, 2023
doi: 10.1038/s41541-023-00769-w

Calvo-Pinilla E et al,
npj Vaccines, 2020
doi: 10.1038/s41541-020-00218-y



Vaccins contre le virus de la fièvre de la vallée du Rift

TPP (*Target Product Profile*) vaccin FVR - OMS 2019

- vaccins humains à usage d'urgence
- vaccins humains pour la protection des personnes à haut risque
- vaccins vétérinaires pour les ovins, les bovins, les caprins et les chameaux/dromadaires

Réponses Ac neutralisantes contre protéines Gc et Gn importantes

Expériences de prévention par prophylaxie passive dans le modèle murin

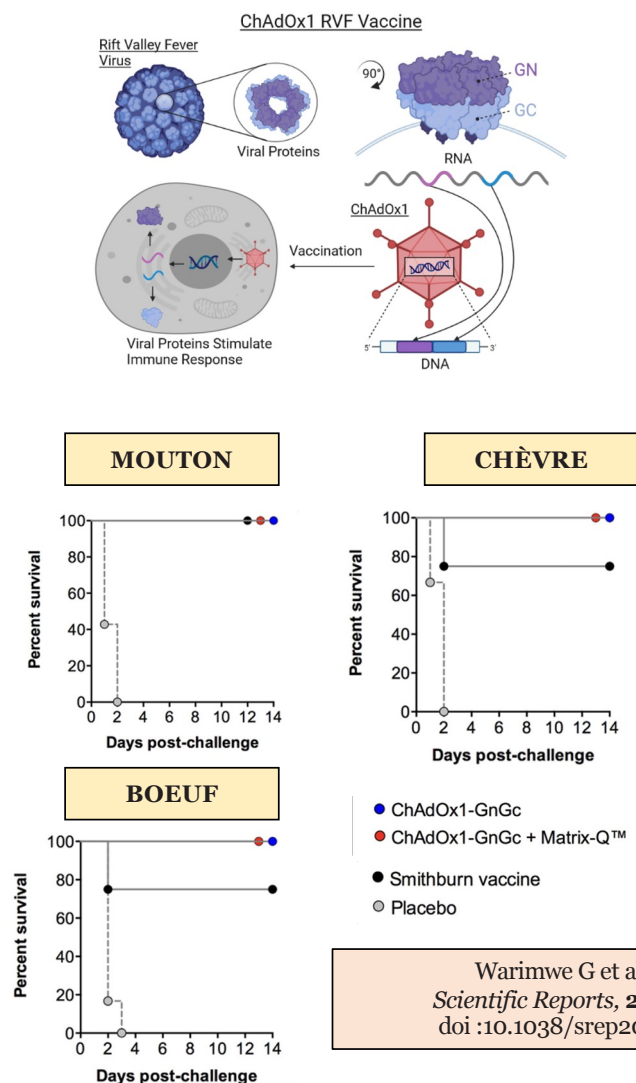
Vaccins vivants atténués (VFVR clone 13, MP 12) **ou inactivés** (TSI-GSD-200) disponibles chez l'homme et l'animal mais problème de tolérance de production de non-différentiation infection/vaccination, risque de diffusion souche par moustique (VVA)

Vaccins vivants atténués avec délétion par génétique inverse , vaccins à réplicon, vaccins sous unitaires, vaccins VLP, vaccins ADN

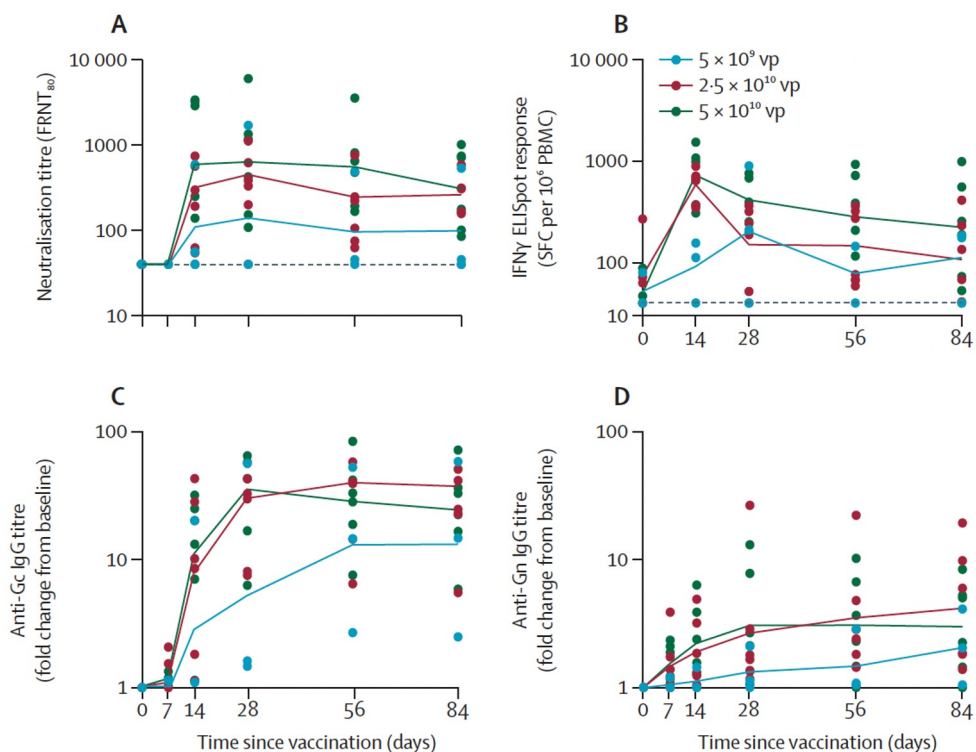
Essais chez l'Homme

- Vaccin inactivé TSI-GSD 200 : 3 doses (90% efficacité)
- Vaccin atténué RVF :développement uniquement vétérinaire
- Vaccin atténué hRVFV-4s (vaccin à quatre segments clone naturel (Clone 13 délétion 69% du gène NSs) :en cours
- Vaccin chAdOX1

Vaccin contre le virus de la fièvre de la vallée du Rift – One Health



Warimwe G et al
Scientific Reports, 2023
doi :10.1038/srep20617



Jenkin D et al, *Lancet Infect Dis*, 2023
doi :10.1016/S1473-3099(23)00068-3

Approche One Health avec le vaccin ChAdOx1-GnGc

- Protection conférée après challenge infectieux chez l'animal
- Essai de phase 1 chez l'homme (n=15) bonne immunogénicité

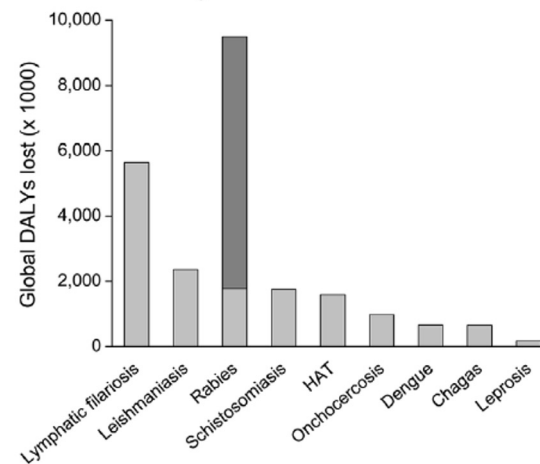
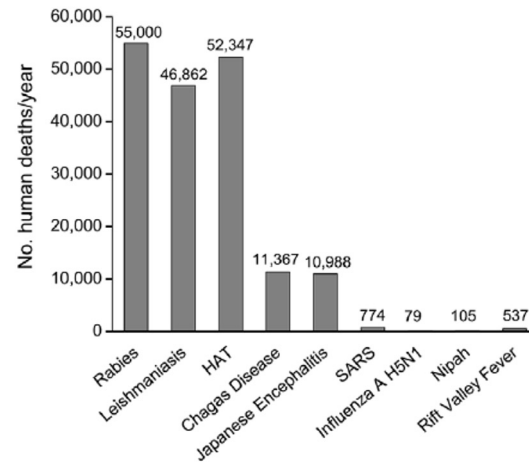
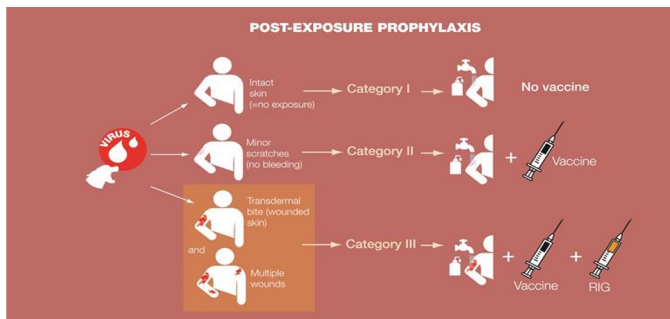
Principales maladies pour lesquelles des programmes de vaccination inter-espèces sont envisageables

Human disease	Key domestic animal hosts	Licensed human vaccines available?	Licensed veterinary vaccines available?
Rabies	Dogs	Yes	Yes
Rift Valley fever	Sheep, goats, cattle, camels	No	Yes
Brucellosis	Sheep, goats, cattle, camels	No	Yes
Crimean–Congo haemorrhagic fever	Sheep, goats, cattle, camels	No	No
Middle East respiratory syndrome	Camels	No	No
Tuberculosis	Cattle	Yes	No
Q fever	Sheep, goats, cattle, camels	Yes	No
Nipah virus infection	Pigs	No	No
Hendra virus infection	Horses	No	Yes

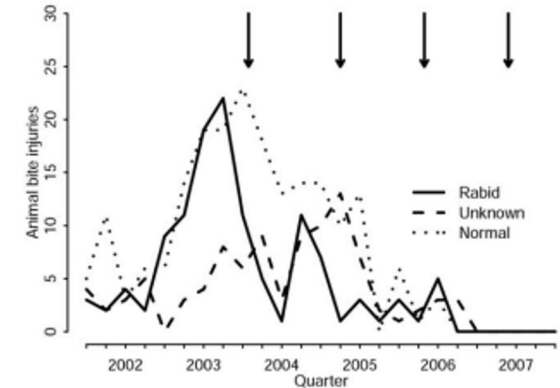
Vaccination faune sauvage pour prévenir les zoonoses

Vaccination contre la rage

- Le **virus de la rage** appartient à l'ordre des *Mononegavirales*, famille des *Rhabdoviridae*, genre *Lyssavirus*.
- Problème de santé publique** dans plus de 150 pays et territoires (Asie et en Afrique ++)
- Dizaines de milliers de décès** chaque année (40 % parmi les enfants de moins de 15 ans)
- 99 % des cas de rage humaine occasionnés par des **griffures ou des morsures de chien**
- vaccins antirabiques** préparés sur cultures cellulaires concentrés et purifiés, ou préparés sur œufs embryonnés (VCCOE)



Lembo T et al,
PLoS Neglected Trop Dis, 2010
 doi: 10.1371/journal.pntd.0000626

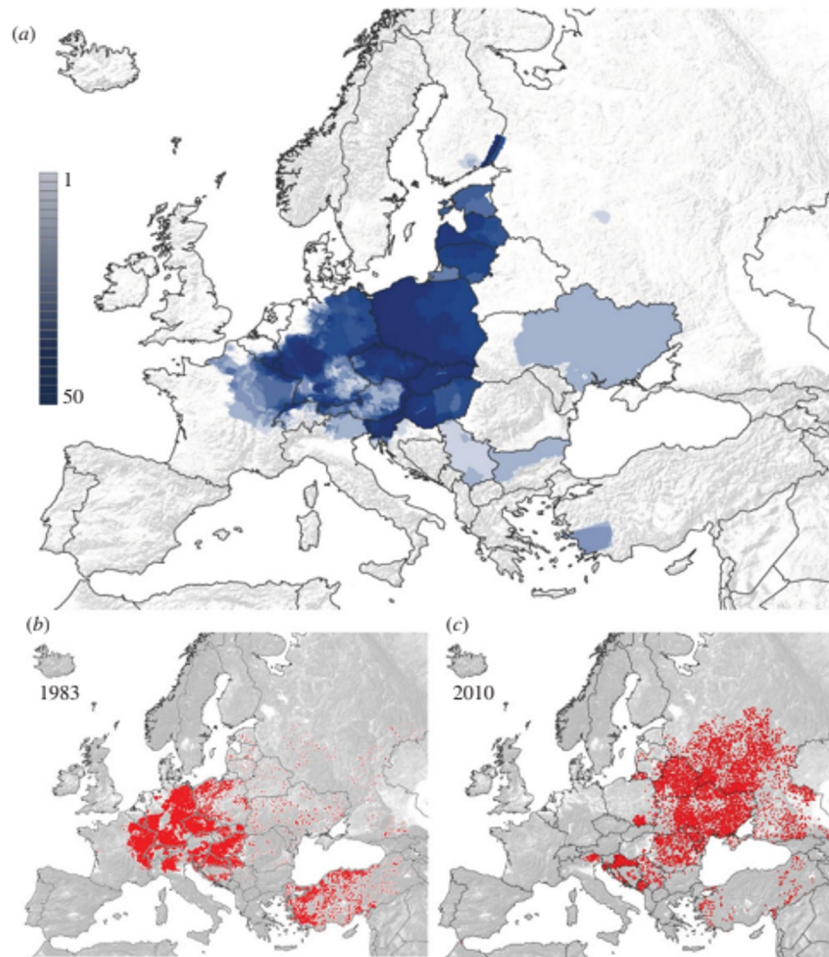


De nombreux pays (Thaïlande, le Vietnam, Sri Lanka) réduction du nombre de décès dus à la rage chez l'homme via utilisation accrue de la **PPE**, mais à un **coût très élevé** (27 millions de dollars par an au Vietnam)

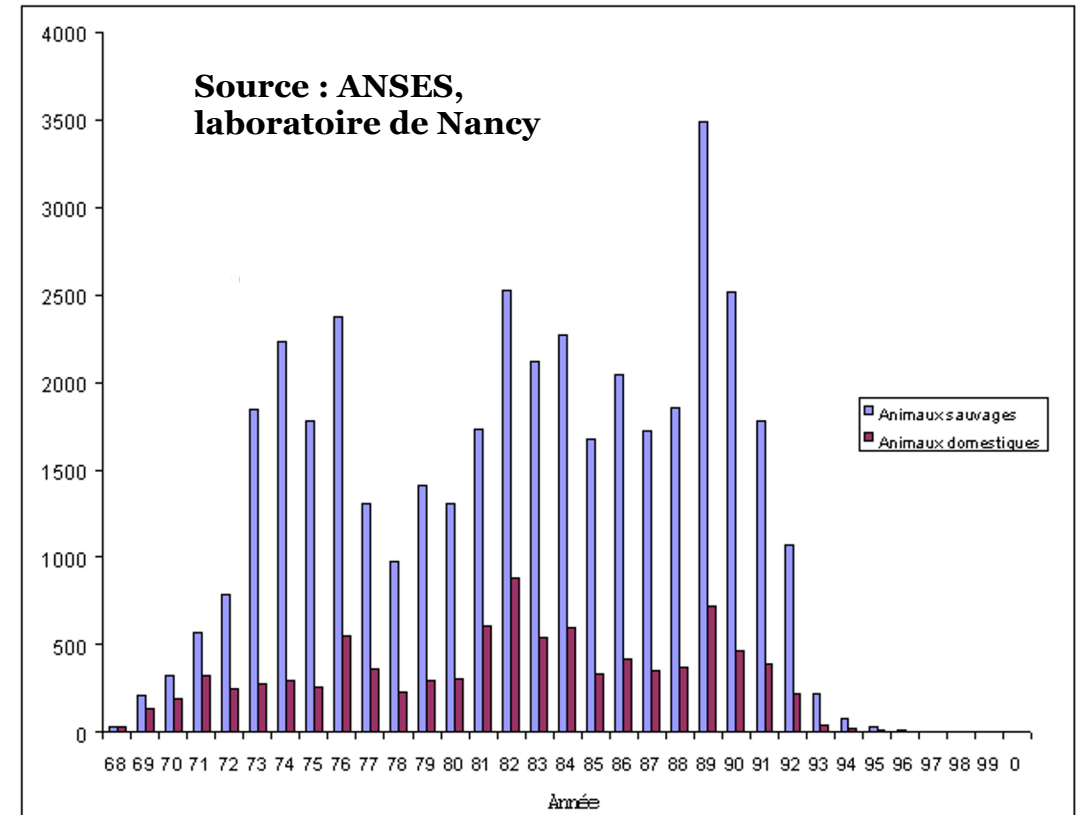
Les coûts par chien vacciné sont généralement estimés **faibles** (Thaïlande, 1,3 \$) → études préliminaires suggèrent que **vaccination des chiens serait très rentable** (US \$25/DALY)

Problèmes : Vaccinations souvent gérées par des **structures différentes** (ministère de la Santé vs Ministère Agriculture)

Succès de la vaccination contre la rage en Europe



Freuling C et al, *Phil Trans R Soc*, 2012
doi: 10.1098/rstb.2012.0142



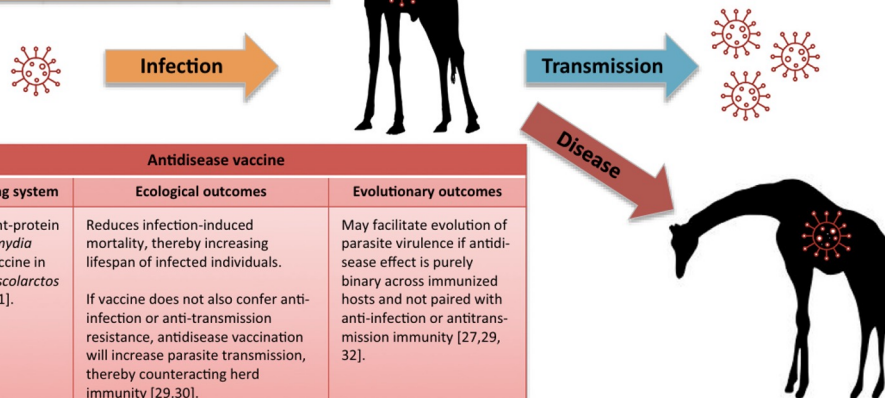
Au cours des trois dernières décennies, la mise en œuvre de programmes de vaccination des renards avec un vaccin oral dans 24 pays a ***permis d'éliminer la rage dans de vastes régions d'Europe occidentale et centrale.***

Quelles espèces animales sauvages faudrait-il vacciner?

Anti-infection vaccine		
Exemplifying system	Ecological outcomes	Evolutionary outcomes
<i>Mycobacterium bovis</i> bacille Calmette-Guérin (BCG) vaccine in Australian brushtail possums (<i>Trichosurus vulpecula</i>) [33].	Reduces infection, and subsequently infection-induced mortality and onward parasite transmission. Contributes to herd immunity [28].	If protection is binary, virulence evolution is not favored and may even select for reduced virulence [28,34]. If protection is partial, selection for increased virulence may occur [25].

Antitransmission vaccine		
Exemplifying system	Ecological outcomes	Evolutionary outcomes
<i>Batrachochytrium dendrobatidis</i> prototype vaccine for amphibians [15].	Reduces parasite transmission. Contributes to herd immunity [28].	If protection is binary, virulence evolution is not favored and may even select for reduced virulence [28, 34]. If protection is partial, selection for increased virulence may occur [25].

Antidisease vaccine		
Exemplifying system	Ecological outcomes	Evolutionary outcomes
Recombinant-protein based <i>Chlamydia pecorum</i> vaccine in koalas (<i>Phascogale cinereus</i>) [31].	Reduces infection-induced mortality, thereby increasing lifespan of infected individuals. If vaccine does not also confer anti-infection or anti-transmission resistance, antidisease vaccination will increase parasite transmission, thereby counteracting herd immunity [29,30].	May facilitate evolution of parasite virulence if antidisease effect is purely binary across immunized hosts and not paired with anti-infection or antitransmission immunity [27,29, 32].



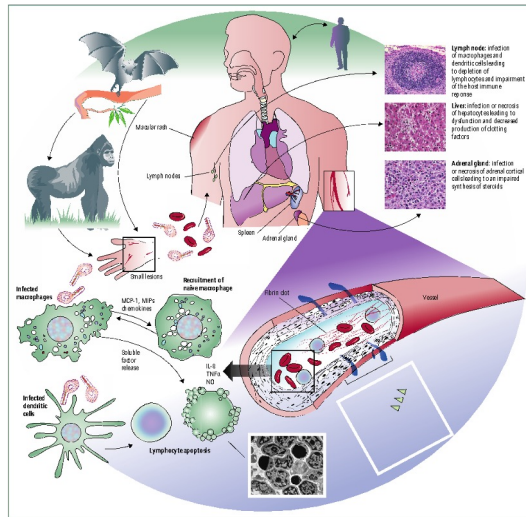
Barnett K & D Civitello, *Trends in Parasitology*, 2020
doi 10.1016/j.pt.2020.08.006

Motivation pour le programme de vaccination	Maladie	Espèces sauvages ciblées
Impacts sur la santé publique	Rage	raton laveur, coyote, renard, mouffette, chauves-souris, chien viverrin, chacal doré
	Lyme	Souris sylvestre
	Peste sylvatique	Chiens de prairie, rongeurs
	Tuberculose bovine	Cerf de Virginie, blaireau eurasiens, opossum à queue en brosse, sanglier
Effets économiques sur l'industrie de l'élevage	Fièvre porcine classique	sanglier
	Rage	Chauve-souris vampire
	Brucellose	Bison, wapiti
Préoccupations en matière de conservation des espèces sauvages	Peste sylvatique	Putois d'Amérique, chien de prairie
	Syndrome du museau blanc	Chauves-souris en hibernation
	Rage	Loup d'Ethiopie
	Maladie de Carré	Tigres, lions, lycaons d'Afrique, Loup d'Ethiopie

Rachel C. Abbott, College of Veterinary Medicine, Cornell, 2020
<https://cwhl.vet.cornell.edu/article/wildlife-vaccination-growing-feasibility>

Au delà des problèmes de faisabilité la vaccination des animaux sauvages, certains auteurs s'inquiètent de possibles effets délétères conduisant à bien cibler les pathogènes et les espèces

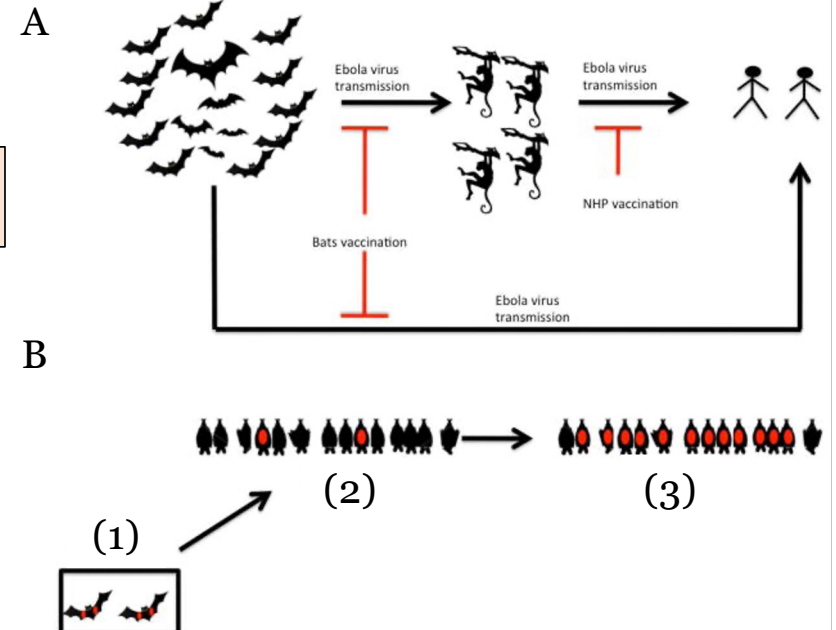
Vaccination contre Ebola



Fausther-Bovendo H et al *Curr Opin Virol.* **2012**
doi: 10.1016/j.coviro.2012.04.003

Feldmann H et Gesibert TW, *Lancet*, **2011**
doi: 10.1016/S0140-6736(10)60667-8

Plateforme	Valence	Statut approuvé
Ad5	EBOV (Makona)	Chine Russie (avec VSV)
Ad26*	EBOV (Mayinga)	Europe (avec MVA)
ChAd3	EBOV (Mayinga)	Phase 2 (avec MVA)
MVA**	EBOV GP TAFV NP SUDV GP MARV GP	Europe (avec Ad26)
VSV***	EBOV (Kitwit)	US, Europe



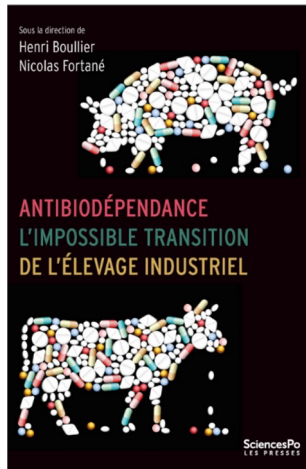
A La vaccination des grands singes pourrait prévenir les épidémies humaines causées par la transmission des à l'homme → problèmes logistiques et éthiques.

B – Immunisation à grande échelle des chauves-souris grâce à l'utilisation de chauves-souris porteuses :

- (1) les chauves-souris sont capturées et une vaseline contenant le vaccin contre Ebola est appliquée avant d'être relâchées.
- (2) Le contact étroit entre les chauves-souris porteuses et les autres chauves-souris de la colonie ciblée entraîne
- (3) la diffusion du vaccin, qui est ensuite ingéré lorsque les chauves-souris se nettoient

Vaccination One Health et lutte contre l'antibiorésistance

Vaccination One Health et lutte contre l'antibiorésistance (AMR)



65 à 75 % des antibiotiques sont prescrits en médecine humaine
25 à 35 % sont destinés à l'usage vétérinaire.

Antibiorésistance résulte notamment de ***l'utilisation inappropriée*** des antibiotiques:

- *En médecine humaine*

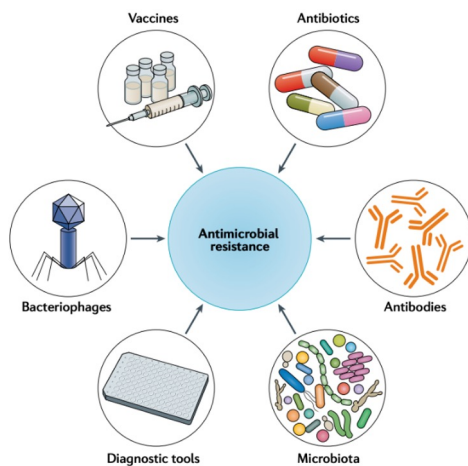
Usage excessif, notamment pour des infections virales ou en automédication, arrêt trop précoce des traitements

- *En médecine vétérinaire*

Utilisation en prophylaxie, stimulation de croissance (pratique de plus en plus réglementée).

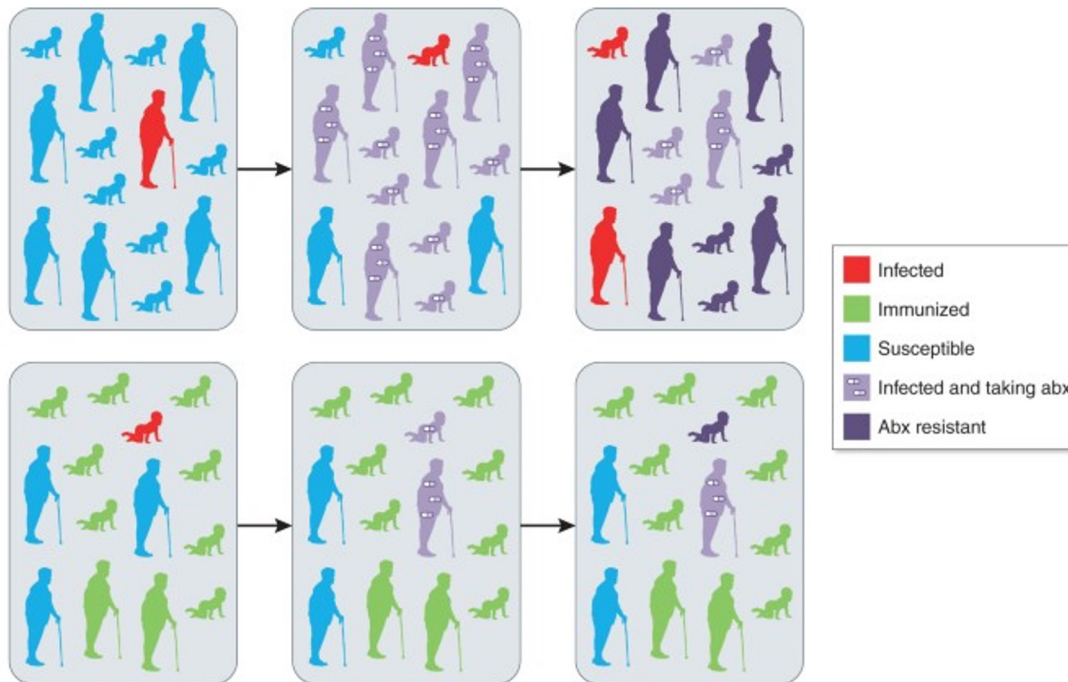
Stratégies pour lutter contre l'antibiorésistance

- *Utilisation raisonnée*
- *Surveillance*
- *Alternatives*: probiotiques, ***vaccinations***



Micoli F et al, *Nat Rev Microbiol*, **2021**
doi: 10.1038/s41579-020-00506-3.

Vaccination One Health et lutte contre l'antibiorésistance (AMR)

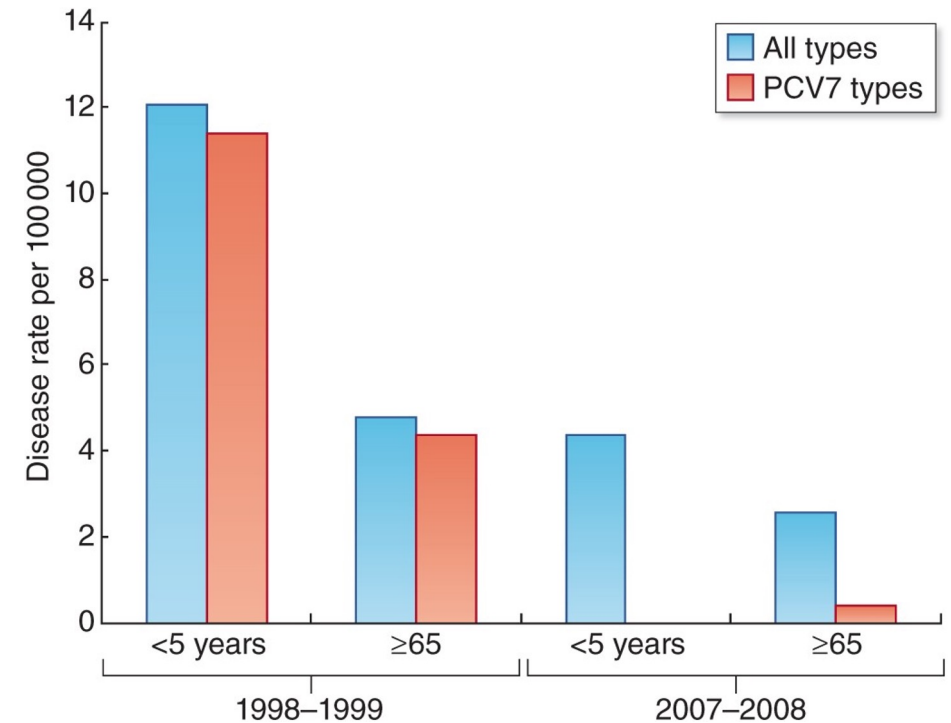


Vaccin contre le Hib

diminution significative des souches β -lactamase-positives après l'introduction vaccination (Heilmann KP, *Antimicrob. Agents Chemother*, 2005 doi: 10.1128/AAC.49.6.2561-2564.2005.).

Vaccin contre le Pneumocoque

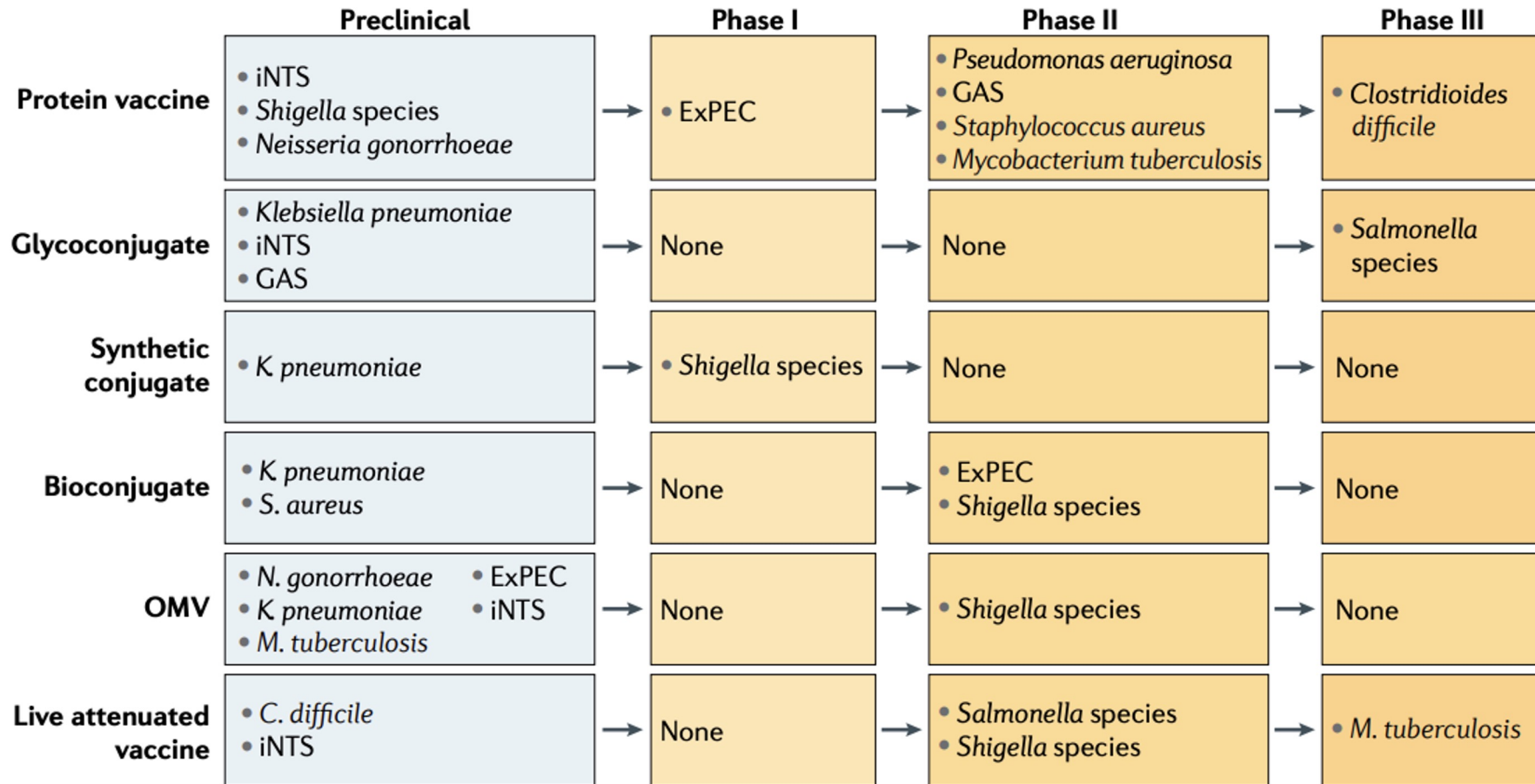
diminution significative des souches non susceptible à la pénicilline après l'introduction vaccination (Hampton LM, *J. Infect. Dis*, 2012 doi: 10.1093/infdis/jir755.)



Evolution de la sensibilité des souches de pneumocoques à la pénicilline avant et après l'introduction du vaccin PCV7

Jansen K et al, *Nat Medicine*, 2018
doi: 10.1038/nm.4465.

Vaccins en développement chez l'homme pour lutter contre l'AMR



Micoli F et al, *Nat Rev Microbiol*, 2021
doi: 10.1038/s41579-020-00506-3.

Utilisation potentielle de vaccins chez les bovidés pour lutter contre l'AMR

Syndrome Maladie clé	Pathogènes	Utilisation d'antimicrobiens	Vaccin commercial
Respiratoires	Mannheimia haemolytica	Élevée	Oui
	Pasteurella multocida (BRD)	Élevée	Oui
	Mycoplasma mycoides subsp. mycoides small colony	Élevée	Oui
	Histophilus somni	Élevée	Oui
	Bovine Virus Diarrhoea Virus	Élevée	Oui
Mastites	Mycoplasma bovis	Moyenne	Oui
	Streptococcus agalactiae	Élevée	Oui
	Streptococcus uberis	Élevée	Oui
	Coagulase negative Staphylococci	Élevée	Oui
Boiterie	Staphylococcus aureus	Élevée	Oui
	Fusobacterium necrophorum	Élevée	Oui
	Fusobacterium necrophorum	Élevée	Oui
	Salmonella enterica subsp. enterica	Élevée	Oui
	Enterotoxigenic Escherichia coli	Élevée	Oui
	Rotavirus	Élevée	Oui
	Helminth enteric parasites	Moyenne	Non
	Cryptosporidium parvum	Moyenne	Non
	Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis	Moyenne	Oui
	Eimeria spp.	Moyenne	Non
Digestives	Bovine coronavirus	Moyenne	Oui
	Fusobacterium necrophorum	Élevée	Oui
	Salmonella enterica subsp. enterica	Élevée	Oui
	Enterotoxigenic Escherichia coli	Élevée	Oui
	Rotavirus	Élevée	Oui
	Helminth enteric parasites	Moyenne	Non
	Cryptosporidium parvum	Moyenne	Non
	Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis	Moyenne	Oui
	Eimeria spp.	Moyenne	Non
	Bovine coronavirus	Moyenne	Oui

<https://www.woah.org/app/uploads/2021/09/ahg-amur-vaccines-ruminants-may2018.pdf>

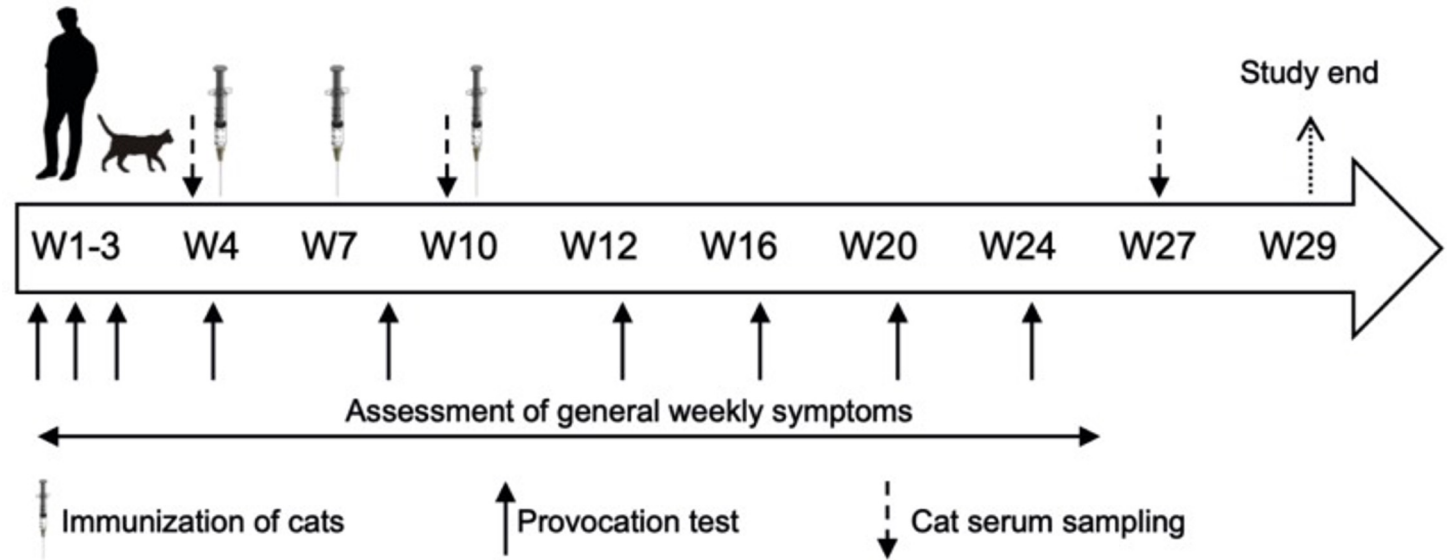
Vaccination One Health contre les maladies non transmissibles

Vaccination One Health et prévention des maladies non transmissibles (1)

Allergie aux chats : prévalence de 10 à 30 % dans la population occidentale

10 allergènes de *Feline domesticus* (Feld), Feld1, étant considéré comme le principal

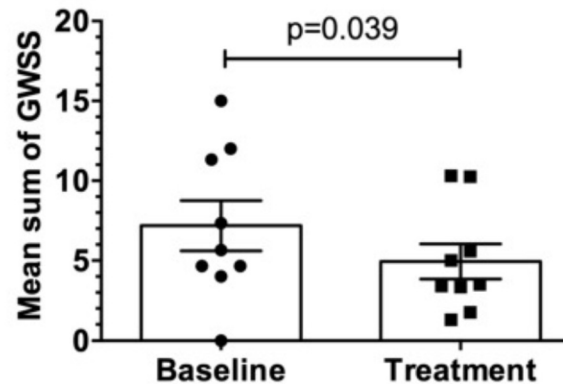
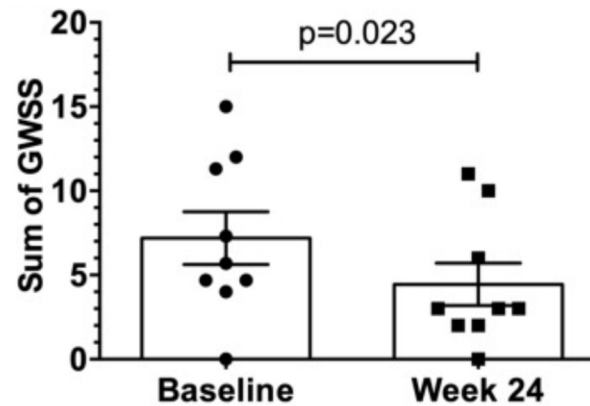
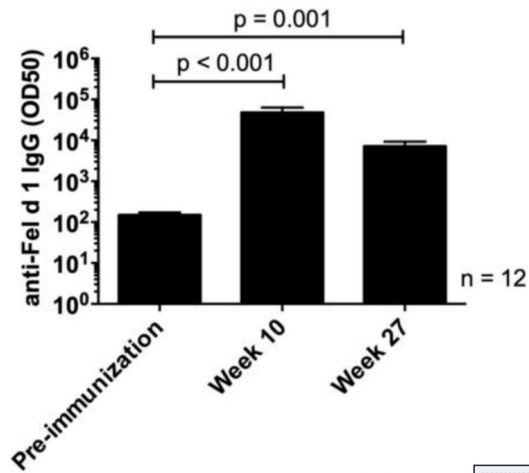
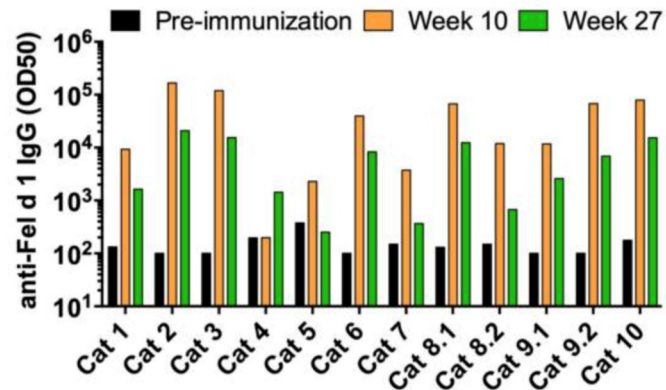
94 % des patients allergiques aux chats ont des IgE spécifiques à Feld1



- Avant la vaccination de leurs chats (n=13), **évaluation initiale des symptômes** allergiques des participants (n=10)
- Au cours de l'étude, **test de provocation toutes les quatre semaines.**
- **Vaccination des chats** : trois injections SC de 100 µg de Fel-CuMV à S4, S7, S10
- Prélèvements chez les animaux avant vaccination à S10 et S27

Thoms F et al, *Viruses*, 2020
doi: 10.3390/v12030288

Vaccination One Health et prévention des maladies non transmissibles (2)



Vaccin immunogénique
mais avec pour l'instant
assez peu d'impact clinique

Thoms F et al, *Viruses*, 2020
doi: 10.3390/v12030288

Angany announces First-in-Human Clinical
Study on ANG-101, a Vaccine Candidate to
Treat Cat Allergy
October 5, 2023

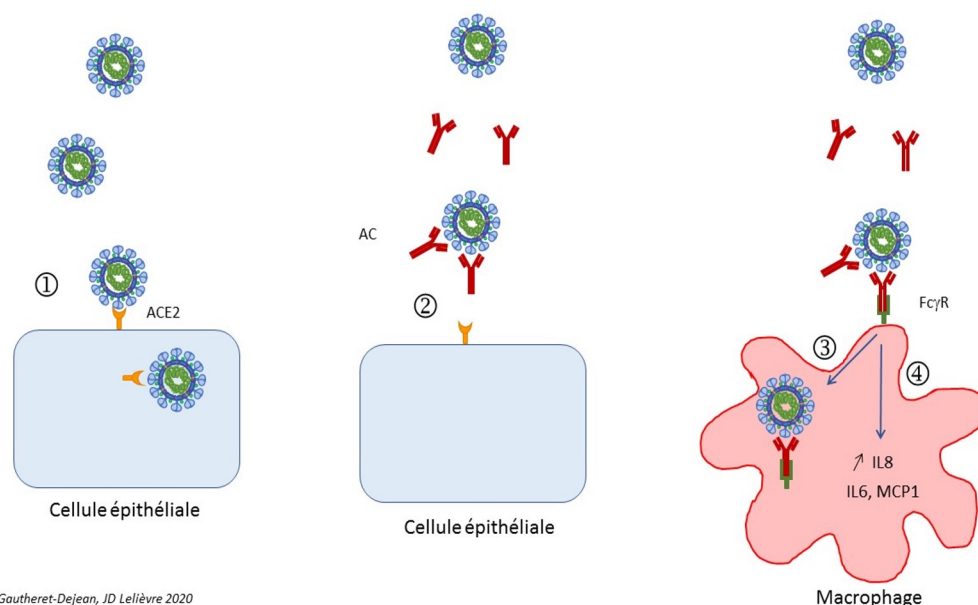
Phase 1 to test safety & immunogenicity

Approche One Health pour la compréhension des réponses immunologiques contre pathogènes proches

L'exemple de la vaccination contre les coronavirus

Toutes les principales espèces animales domestiques sont susceptibles d'être infectées par des coronavirus (signes respiratoires ou gastro-intestinaux)

Plusieurs vaccins vétérinaires homologués contre les maladies associées au CoV sont disponibles



© A. Gautheret-Dejean, JD Lelièvre 2020

Lelièvre JD 2020 , et al https://www.has-sante.fr/jcms/p_3221567/fr/aspects-immunologiques-et-virologiques-de-l-infection-par-le-sars-cov-2

Principales observations relatives à l'utilisation vétérinaire des vaccins contre les coronavirus chez l'animal

- Les anticorps neutralisant le virus et dirigés contre la **protéine de surface (S)** jouent un rôle majeur dans l'immunité protectrice. (2)
- La durée de l'immunité induite par le vaccin est **courte**

Les vaccins peuvent conférer une protection élevée contre les **maladies graves** résultant d'une infection par le CoV, mais ne confèrent qu'une protection limitée contre les maladies ou les infections légères

- Le **transfert passif d'anticorps maternels** provenant de mères vaccinées peut conférer une immunité protectrice
- Certains Ac peut avoir un **effet délétère (ADE coronavirus péritonite infectieuse du chat)** (3)
- L'émergence de **variantes de la protéine spike** peut avoir un impact sur la performance des vaccins,
- La **réponse T CD8** joue un rôle important dans la protection contre la sévérité de la maladie

Conclusion et perspectives

Vaccinations One Health

- Un grand nombre d'infections sont des anthroponoses avec des risques importants d'émergence
- Antibiorésistance est partagée entre l'homme et les animaux
- Consommation de viandes (41,8 kg/hab en croissance) de lait, d'œufs nécessitant de préserver les animaux de rente

→ Nécessité vision globale : plusieurs projets initiatives pour approche One Health dans le domaine vaccination (cf vaccin FVR) et en dehors (grippe H5N1)

- Projets restent peu nombreux
- Peu interactions entre médecine humaine et médecine animale
- Vision très anthropocentrée
- Difficultés pour cibler la faune sauvage
- Problèmes des pathogènes évoluant rapidement (grippe) avec risque d'une vaccination non optimale

