



Un monde à risques de
pandémies : vers quelle
biorévolution industrielle ?

**Cycle : Pour le Développement des Sciences et de l'Innovation (PDSI)
au service des Transitions**

Jeudi 11 mai à l'Hôtel de l'Industrie

Un monde à risques de pandémies : vers quelle biorévolution industrielle ?



Patrick Berche

Microbiologiste et professeur émérite
de l'université Paris Cité



Chiraz Khayat

Directrice et chef de produit instrumentation pour
la synthèse de l'ADN chez DNA Script.

Modérateur : Patrice Debré, Vice-Président de l'AFAS, Professeur émérite d'immunologie à Sorbonne Université, membre titulaire de l'Académie nationale de médecine



Patrick Berche

Microbiologiste et professeur émérite de l'université Paris Cité

Un monde à risques de pandémies virales



Patrick Berche

11 mai 2023

Association française pour l'avancement des sciences (AFAS)

Pas de conflit d'intérêt

Émergence des épidémies

Agent infectieux

Virulence, transmission,
survie dans l'environnement,
réservoirs animaux...

Hôte

densité démographique,
sensibilité génétique,
immunité collective
malnutrition, comorbidités,
conditions sanitaires...

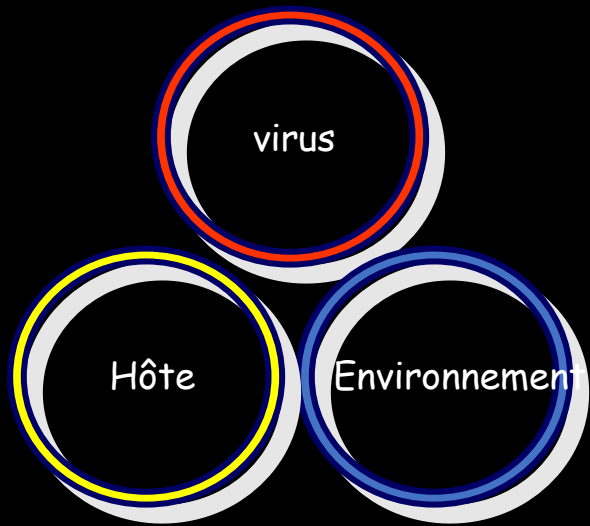
Environnement

climat, saisons, pollution,
catastrophes naturelles,
inondations, tremblements
de terre...

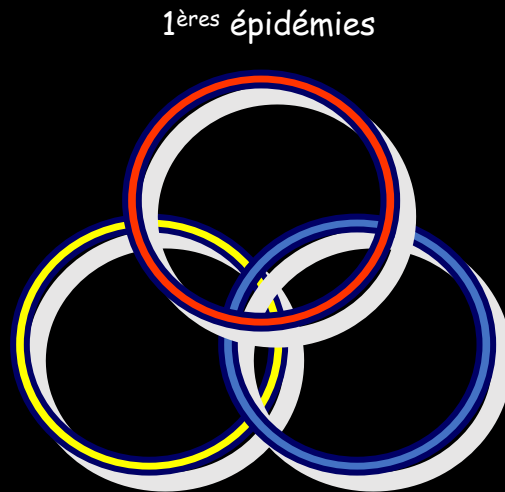
Comportement humain

promiscuité, mobilité, migrations, guerres...

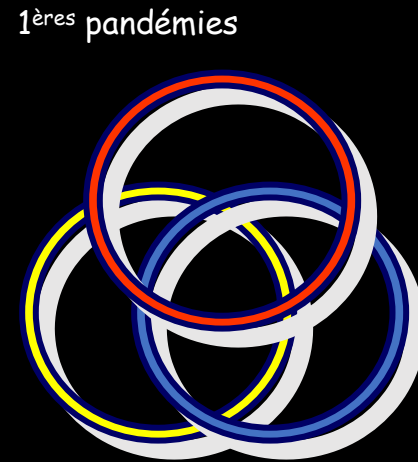
Conditions de l'émergence



Latence



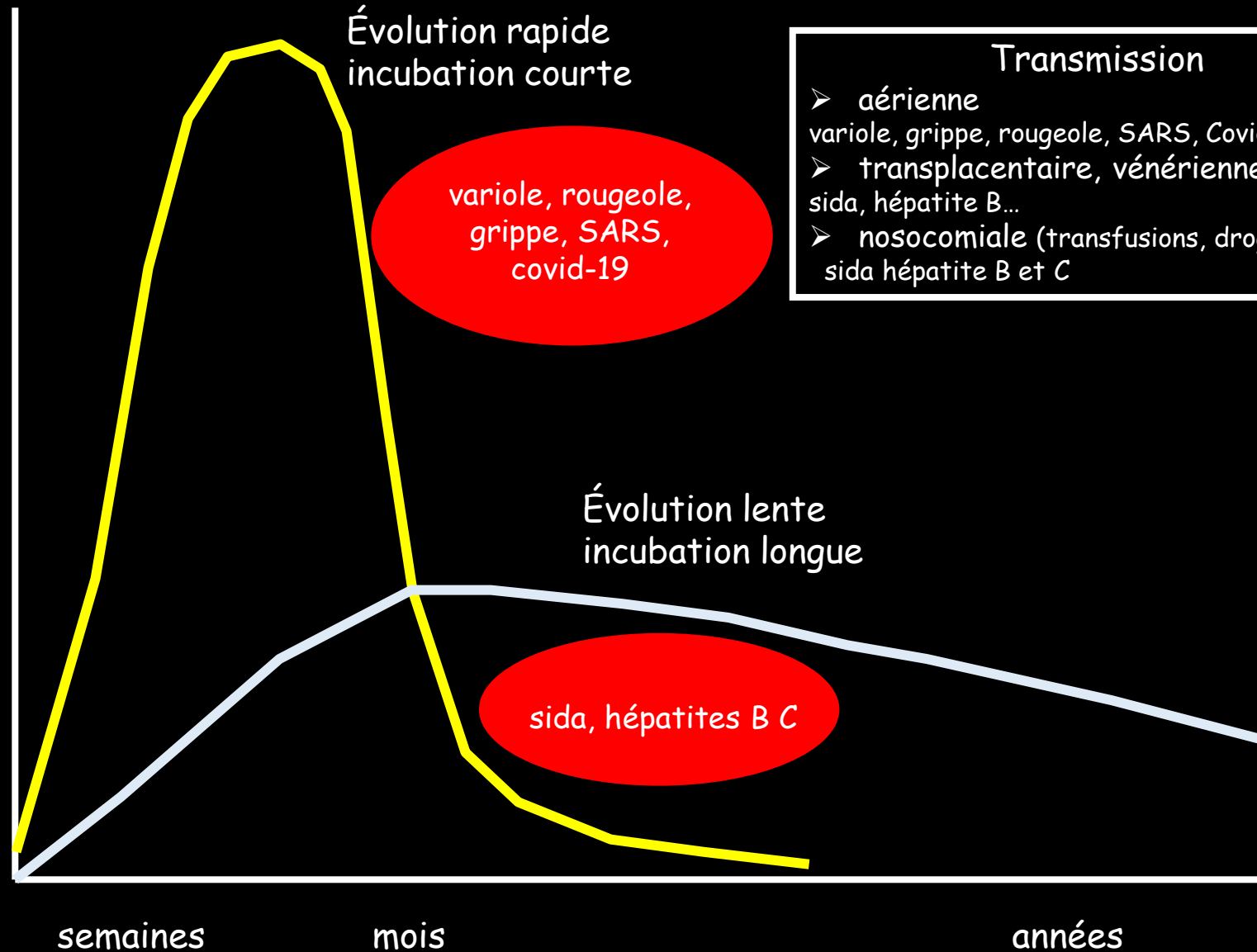
Émergence
Endémie



Épidémie, épizootie
Pandémie, panzootie

Les pandémies virales

Cinétique
de l'épidémie



variole, rougeole,
grippe, SARS,
covid-19

sida, hépatites B C

- Transmission
- aérienne
variole, grippe, rougeole, SARS, Covid-19,
 - transplacentaire, vénérienne
sida, hépatite B...
 - nosocomiale (transfusions, drogues IV...)
sida hépatite B et C

Contact avec un réservoir sauvage

animaux sauvages et domestiques
à l'origine des pandémies

Primates



syphilis, paludisme, sida, fièvre jaune, tuberculose...

Rongeurs

Rats, souris, écureuils...



peste, variole, lèpre, fièvres hémorragiques, maladie de Lyme, typhus, ...

Chauves-souris



SARS, **Covid-19,** rage, fièvres hémorragiques (Ebola, Hantavirus...)

Animaux de compagnie et bétail



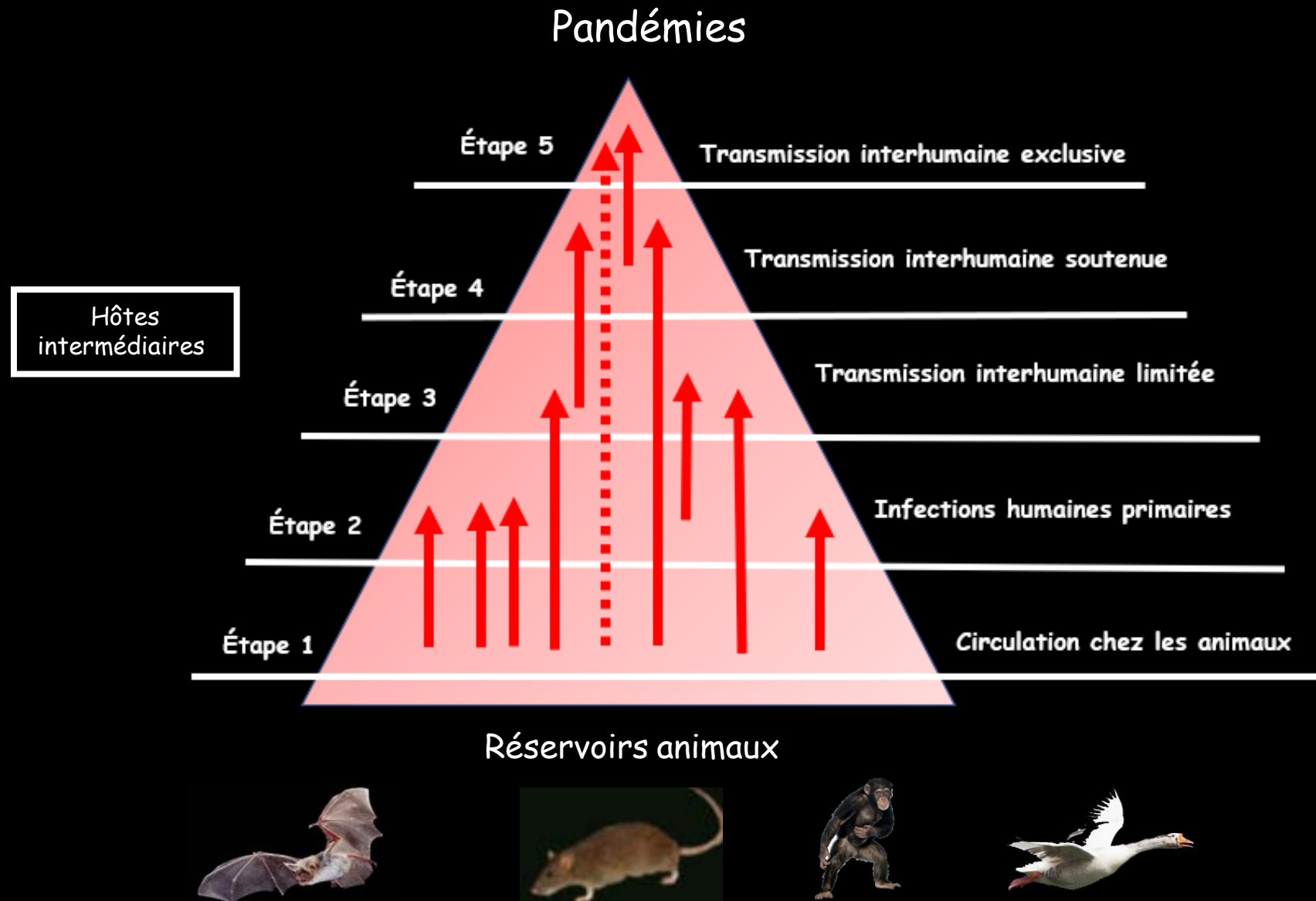
diphthérie, coqueluche, rougeole, kala-azar, gastrites et ulcères...

Oiseaux



grippe (porc) encéphalite à virus West Nile, flavivirus, salmonelloses...

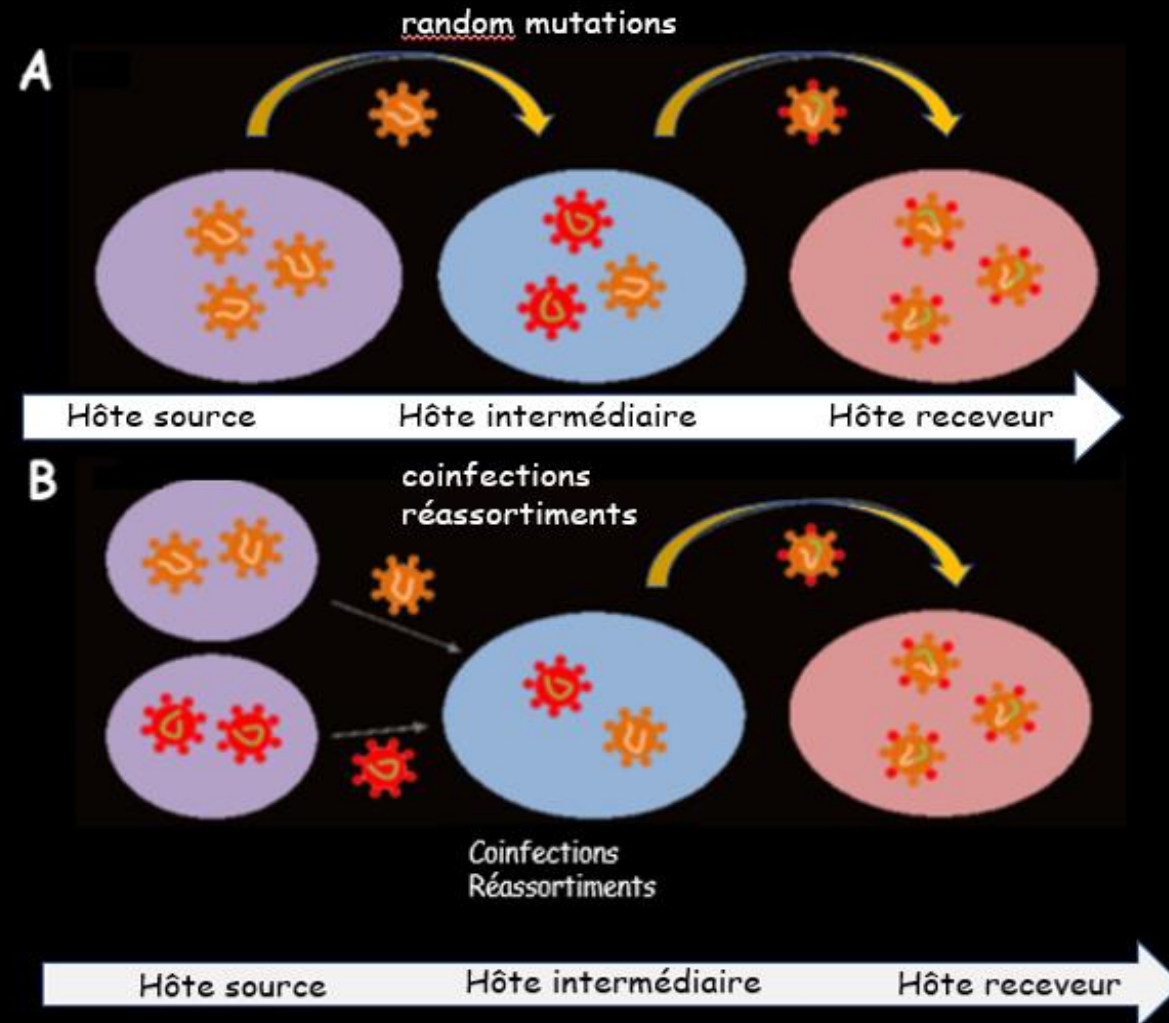
Le franchissement de la barrière d'espèce



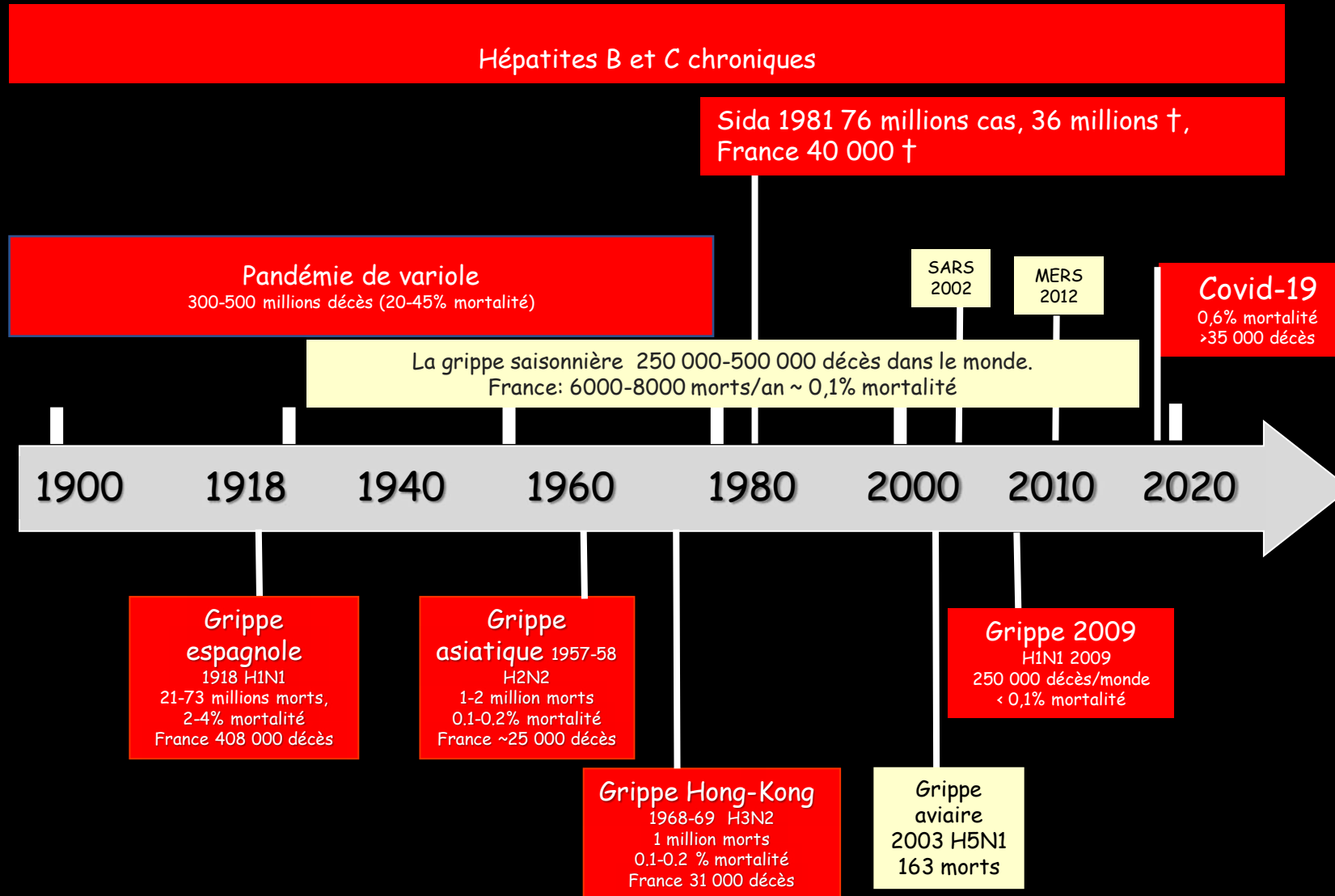
Le franchissement de la barrière d'espèces

Une étape-clé de l'émergence de nouveaux virus
> 70% des épidémies proviennent de zoonoses.

- Les virus sont très adaptés aux espèces animales.
- Une barrière fait obstacle aux passages inter-espèces (distance génétique, plasticité des génomes viraux, degré d'exposition au virus).
- La barrière est liée à l'adaptation des facteurs de virulence aux nouveaux hôtes.
- Le franchissement est un processus séquentiel passant par des hôtes intermédiaires (mutations, réassortiments).



Les pandémies virales des XX^e et XXI^e siècles



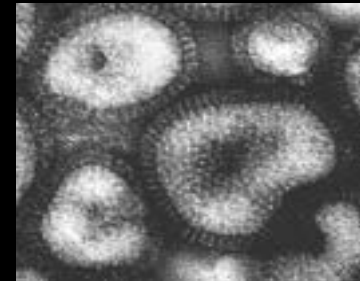
Les pandémies contemporaines à transmission aérienne



Smallpox virus

Incubation 10-14 j
ADN 186 kb
Stable
Létalité 25-45%
éruption
vaccin

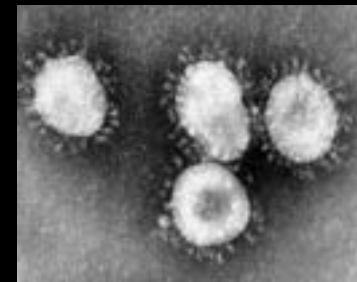
R_0 3



Myxovirus influenzae

Incubation 2-3j
ARN 15 kb segmenté
instable
mutations
Recombinaisons
Létalité 0,1-2-4%
vaccin

R_0 3



SARS-CoV2

Incubation 3-5 j
ARN 30kb
Stable
Létalité 0,6-1%

R_0 3

La variole



Effacité de la vaccination de Jenner



- ❑ Deux enfants de la même classe en contact le même jour par un même cas index, à Leicester en 1900, l'un non vacciné et l'autre vacciné
- ❑ Le 15 février 1902, la loi sur la protection de la santé publique rend la vaccination antivariolique obligatoire au cours de la 1^{ère} année de vie ainsi que les revaccinations des 10^e et 21^e années (jusqu'en 1984)

Bénéfice-risque

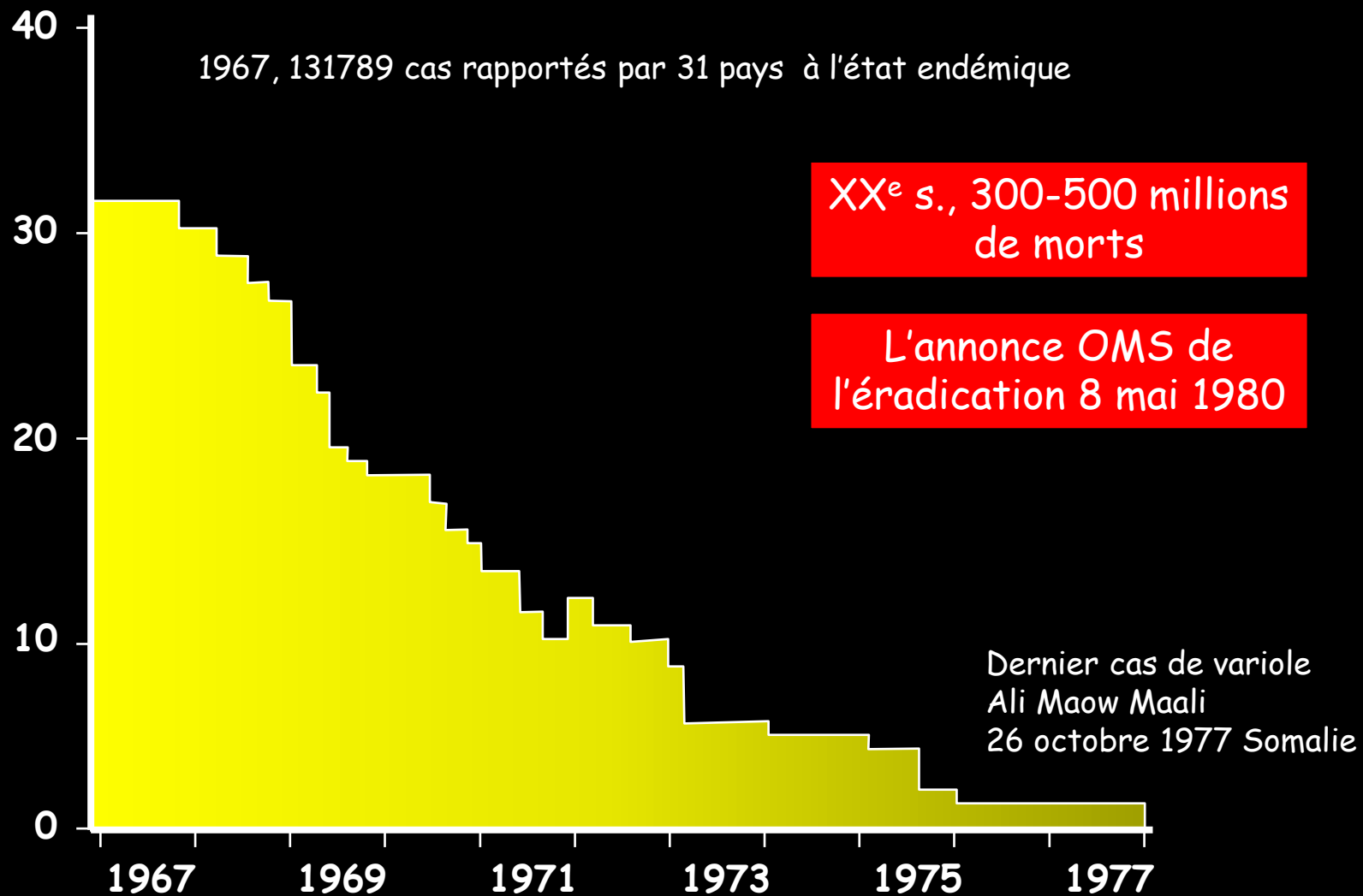
Vaccination contre la variole



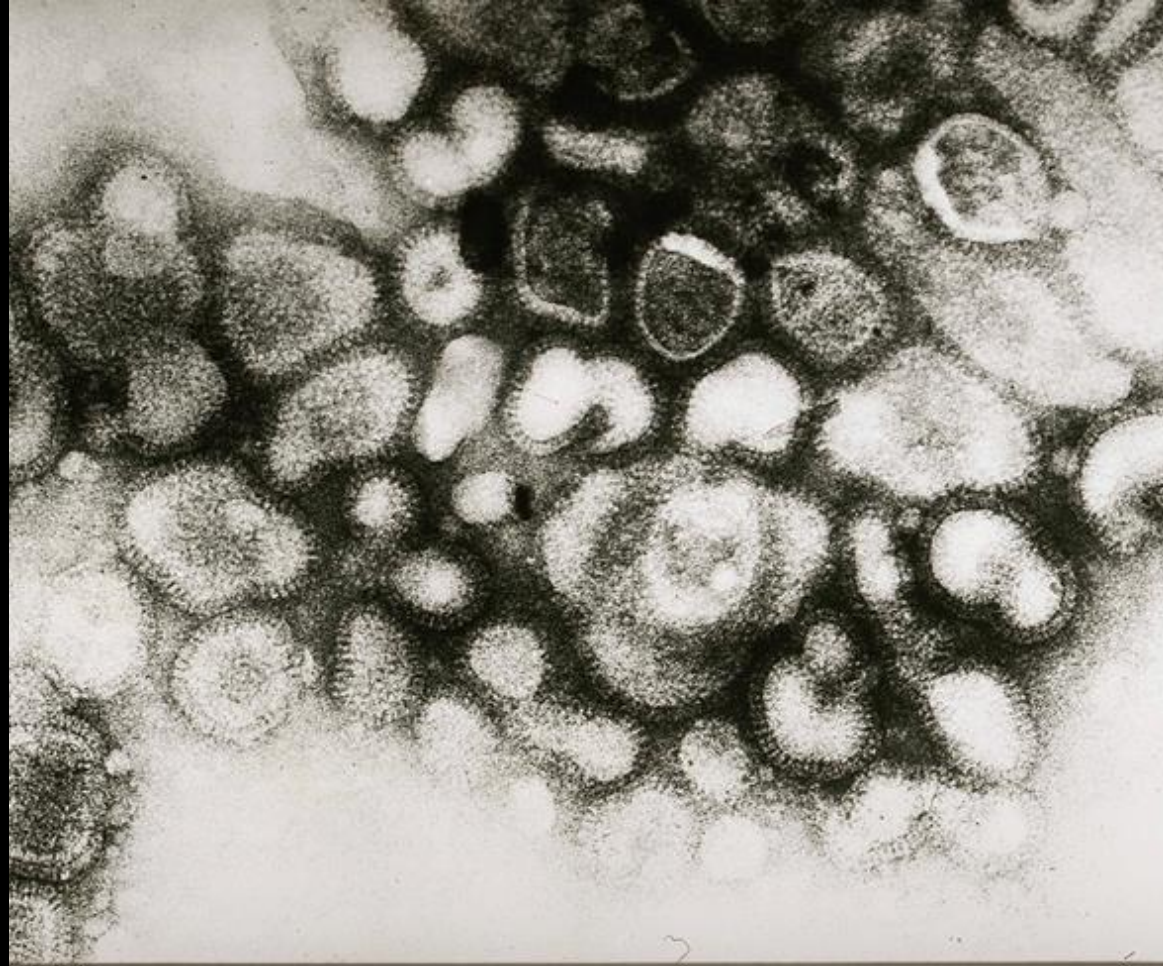
New York 1947

La campagne mondiale d'éradication de la variole (1967-1977)

Nombre de pays
déclarant la variole



Le virus de la grippe



« griffe, croc ou accrochage »

La grippe maligne



À l'autopsie, poumons congestionnés, « mousseux » hémorragiques. On parle de « peste noire ».

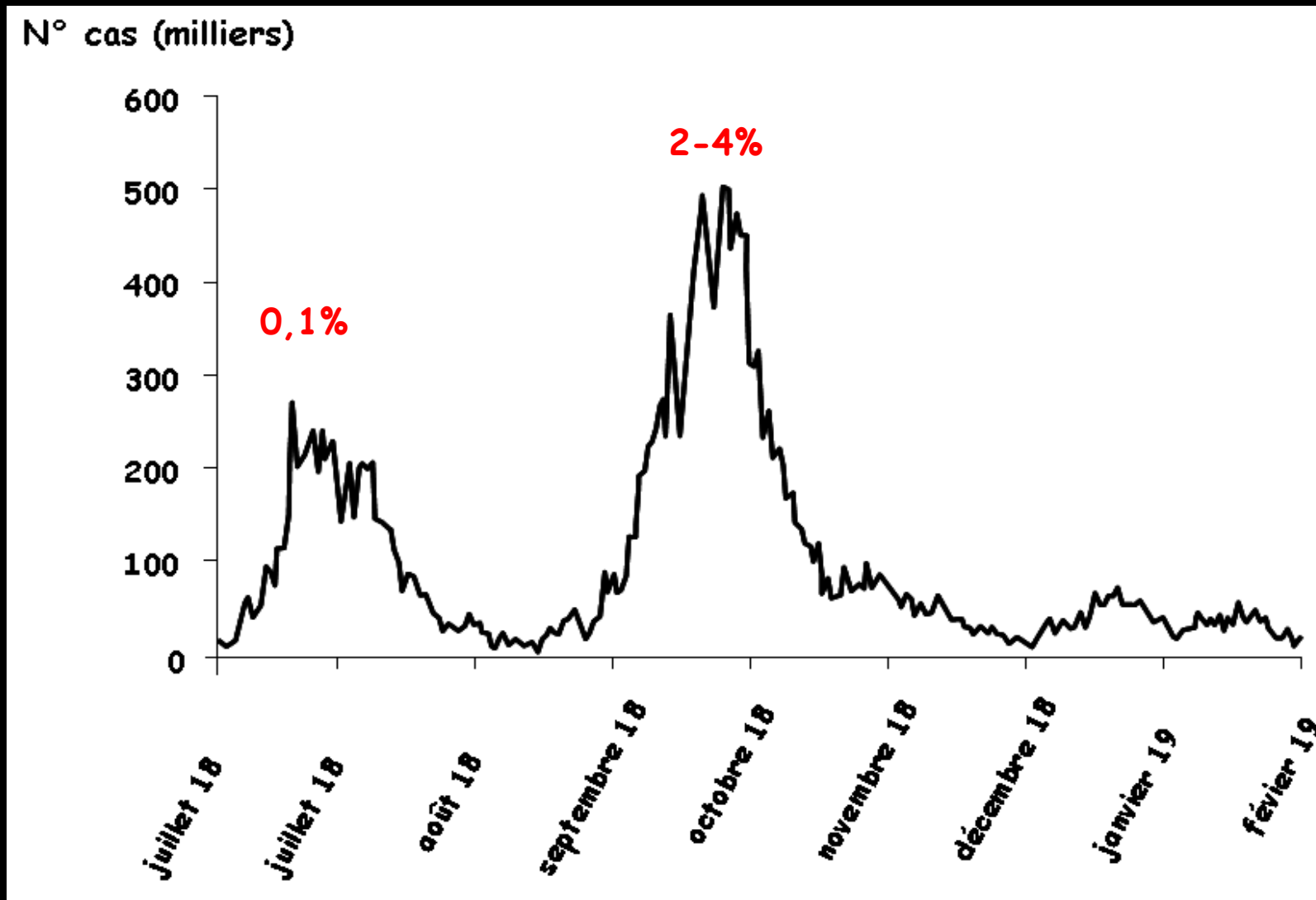
Grippe maligne: fièvre 40-41°C, frissons, céphalées, courbatures, nausées, maux de gorge, toux sèche avec crachats sanglants, prostration, léthargie, délire, cyanose, mousse sanglante (cyanose héliotrope). Mort en 10 j, parfois en 48 h.

La grippe espagnole 1918-1919



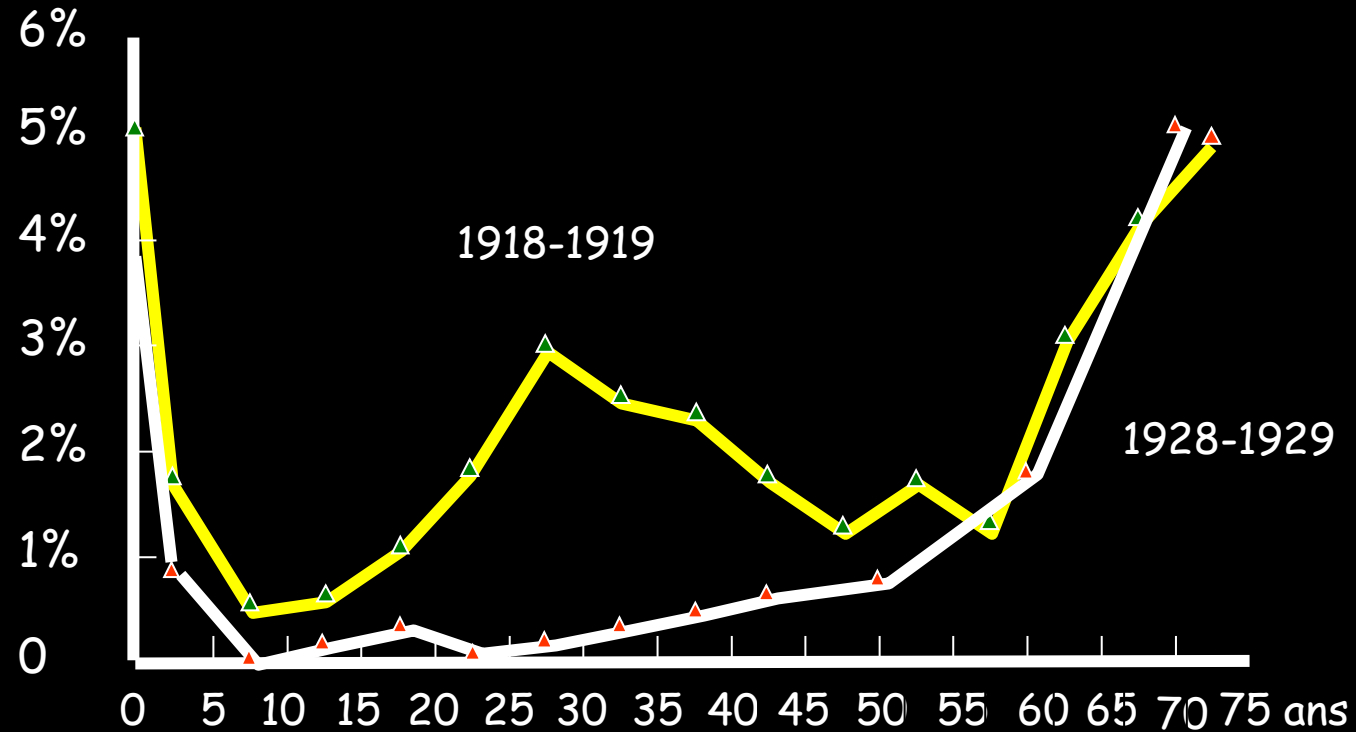
Le virus influenza H1N1

Les vagues épidémiques



Mortalité par grippe dans 8 États des États-Unis

Mortalité



Bilan de la grippe espagnole (décès)

- France 408 000
- Allemagne Autriche 400 000
- Europe: 3 millions
- Monde: 21-73 millions /1,8 milliard

Bilan de la guerre (décès)

- 8,5 millions/monde
- France, 1,6 millions
- Allemagne, 2 millions.

Les masques et le confinement

Pas de réanimation
pas d'oxygène
Pas d'antibiotiques
Pas de virus identifié
Pas de vaccins

Bilan de la grippe espagnole (décès)

- France 408 000
- Allemagne Autriche 400 000
- Europe: 3 millions
- USA: 675 000
- **Monde: 21-73 millions /1,8 milliard**

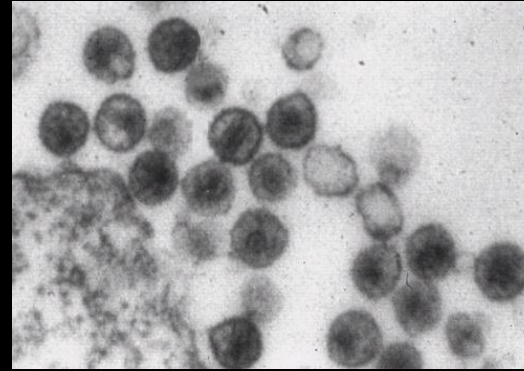


Bilan de la guerre (décès) :8,5 millions/monde; France, 1,6 millions; Allemagne, 2 millions.

Les pandémies transmission vénérienne et/ou nosocomiales

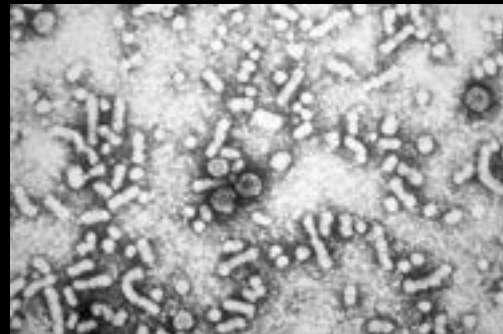


VIH



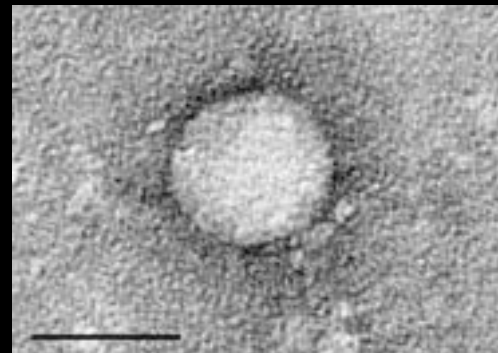
Incubation longue
ARN
Létalité 100%
Anti-protéases
Pas de vaccin

Virus hépatite B



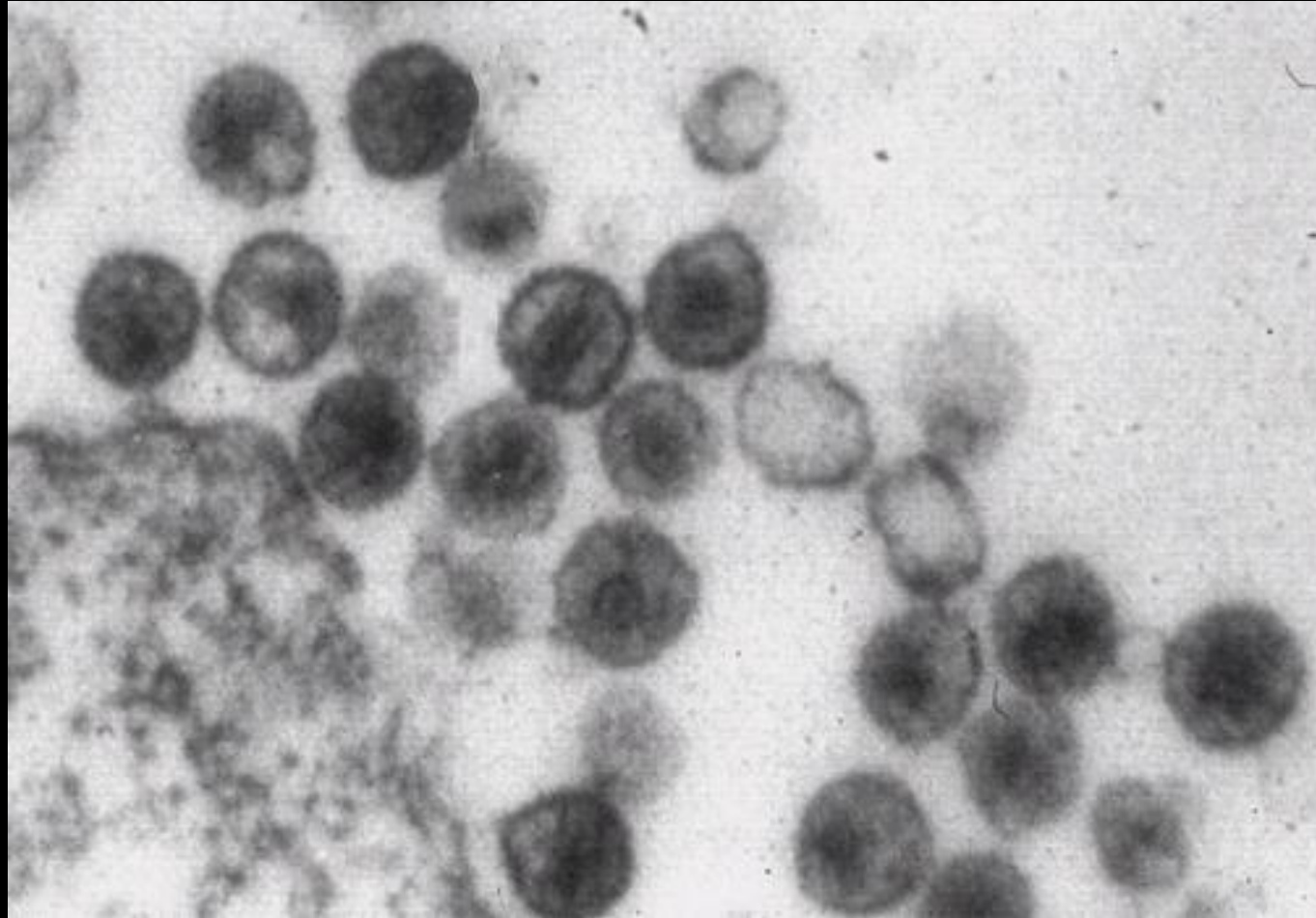
Incubation longue
DNA
chronicité
vaccin

Virus hépatite C



Incubation longue
ARN
Chronicité
Létalité

Virus de l'immunodéficience acquise VIH



Le syndrome d'immunodéficience acquise SIDA



Sarcome de Kaposi

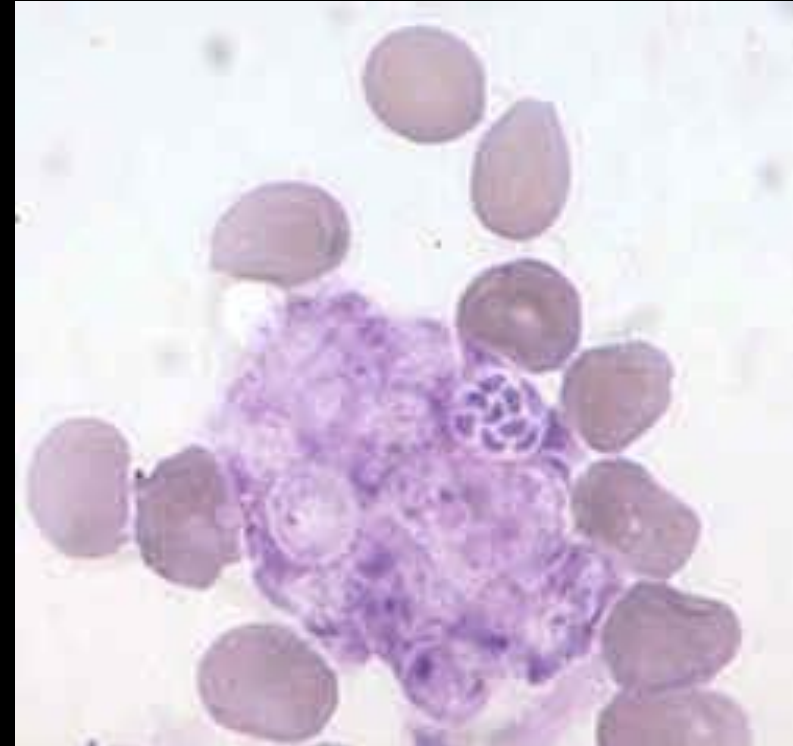
38,4 millions de personnes vivent avec VIH
1,5 million nouveaux infectés/ an.
Bilan 40,1 millions † depuis 1982 650 000 † / an

Premiers signes de la pandémie 1979-1980

L'augmentation de la consommation de pentamidine aux USA



Radiographie du thorax : pneumocystose avec images alvéolo-interstitielles bilatérales.

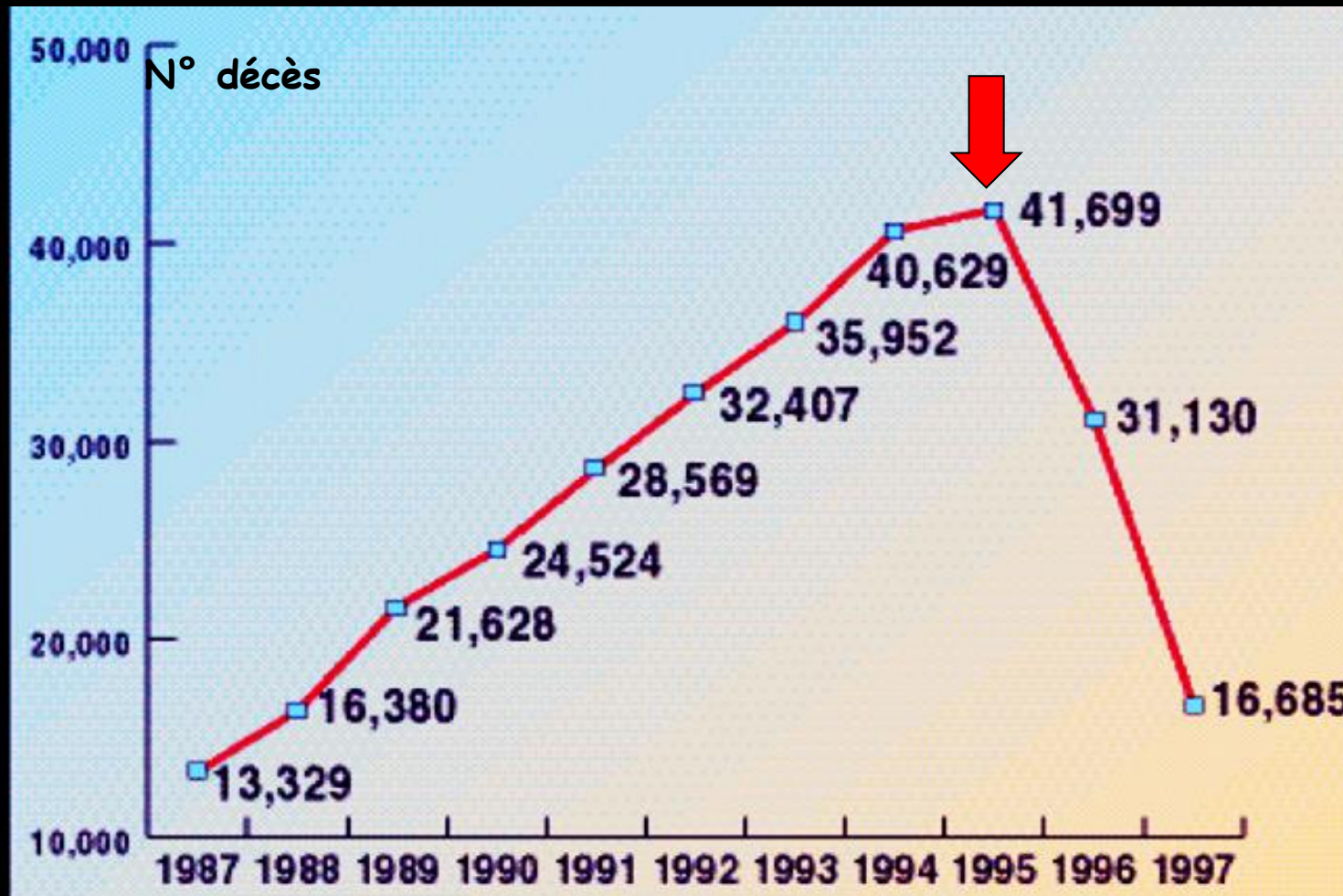


Pneumocystis carinii

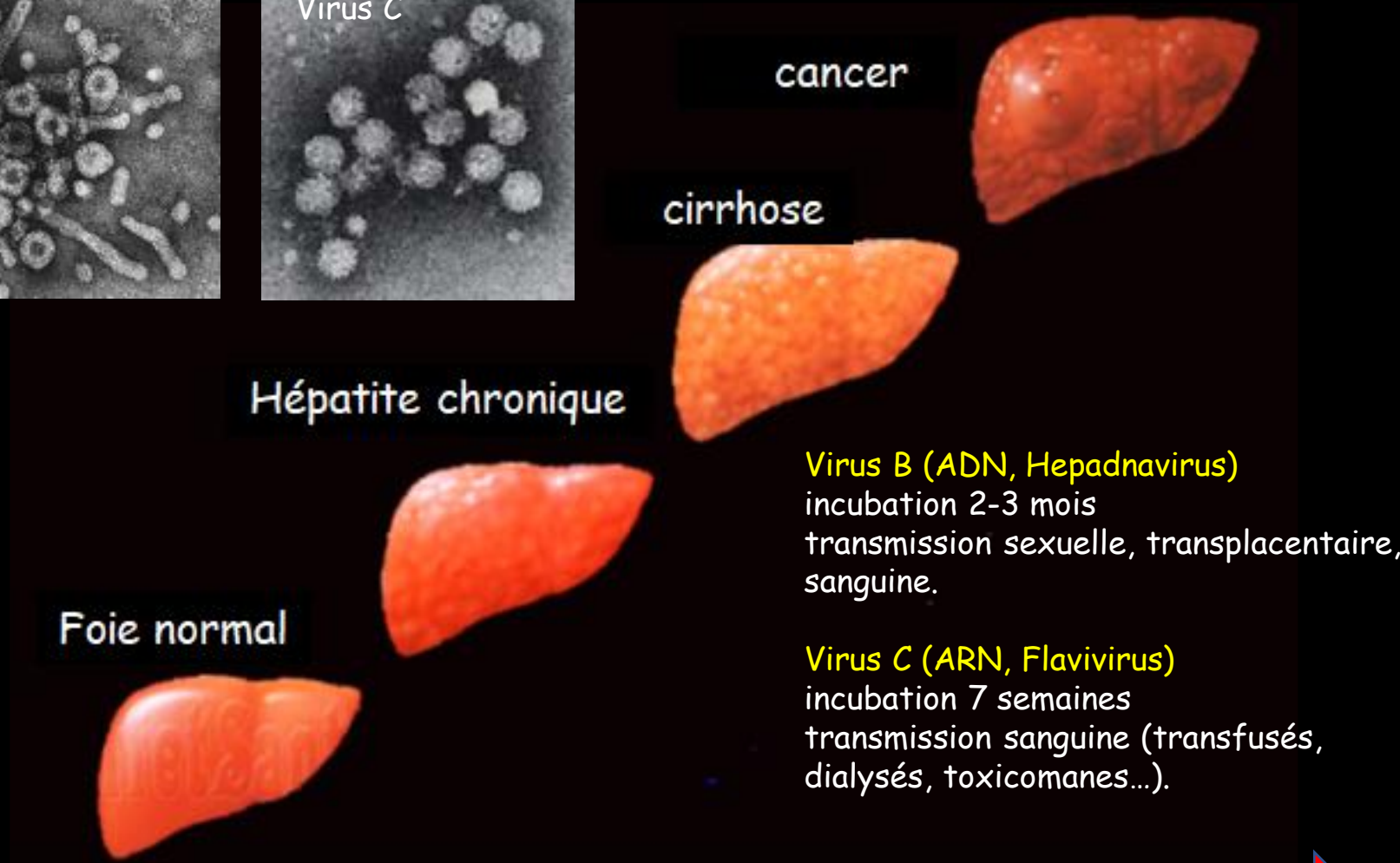
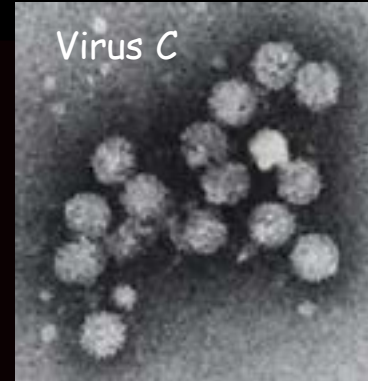
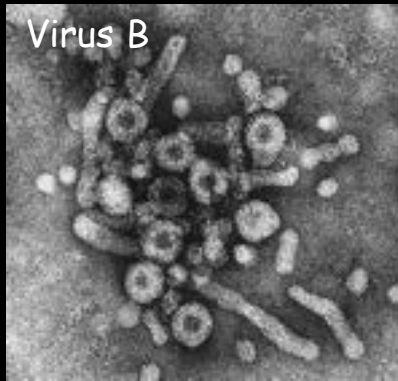
- Les CDC d'Atlanta détectent une demande accrue de pentamidine pour traiter les pneumocystoses, dues à un champignon, chez des immunodéprimés (chimiothérapies pour greffes ou cancers).
- De 1967 et 1979, le CDC a reçu de New York 2 demandes pour des adultes, contre 9 demandes en avril 1981. Les patients: adultes jeunes, homosexuels souffrant d'infections pulmonaires graves.

Évolution de l'épidémie de SIDA aux États-Unis

Découverte des anti-protéases 1996



Virus B et C des hépatites



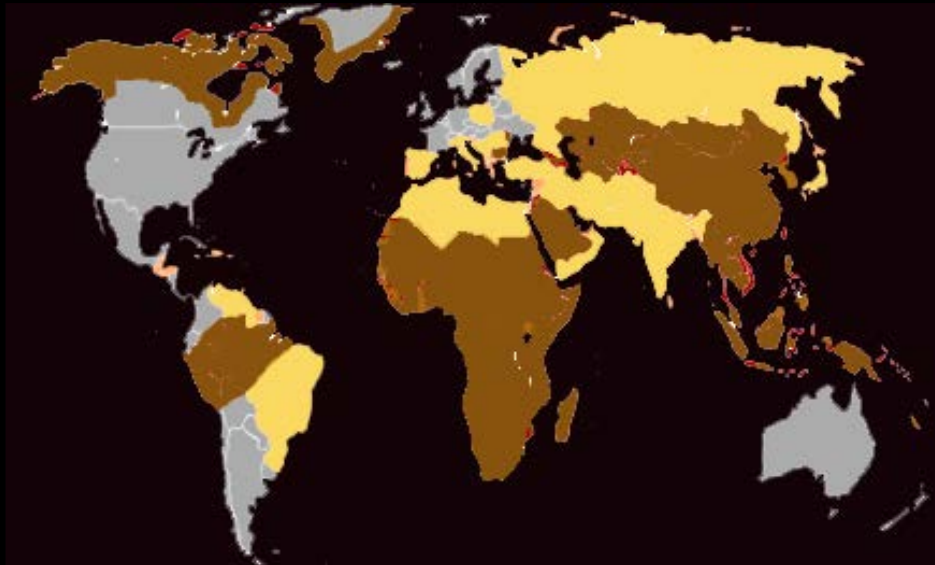
Virus B (ADN, Hepadnavirus)
incubation 2-3 mois
transmission sexuelle, transplacentaire,
sanguine.

Virus C (ARN, Flavivirus)
incubation 7 semaines
transmission sanguine (transfusés,
dialysés, toxicomanes...).

Passage fréquent à la chronicité

Epidémiologie des hépatites B et C

Hépatite B



5% population mondiale

France 0,3%

Incubation 2-3 mois

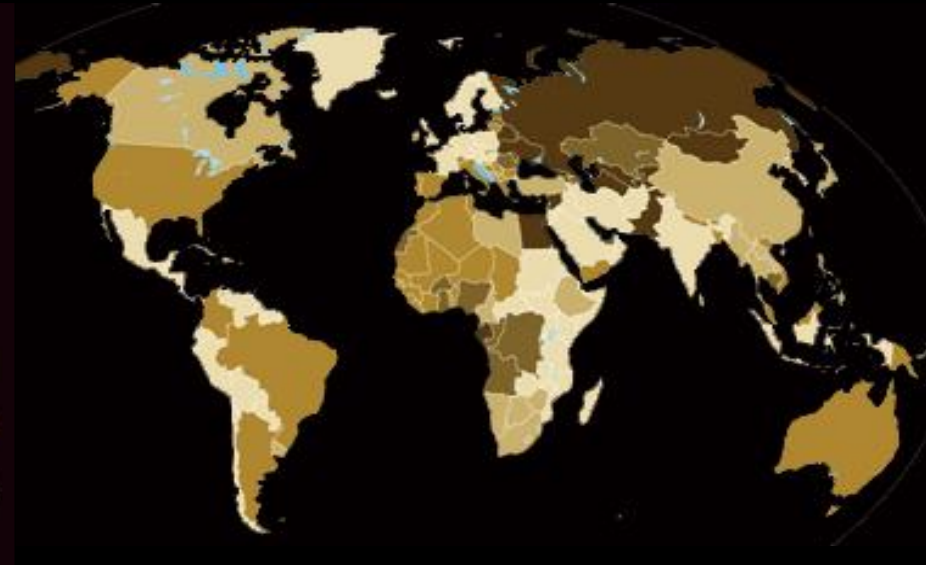
250 millions nouveaux infectés/an

370-400 millions porteurs chroniques

~1 million † /an

Transmission sexuelle, transplacentaire, sanguine.

Hépatite C



1% population mondiale

France < 0,5 %, Afrique Asie >3%

Incubation 7 semaines

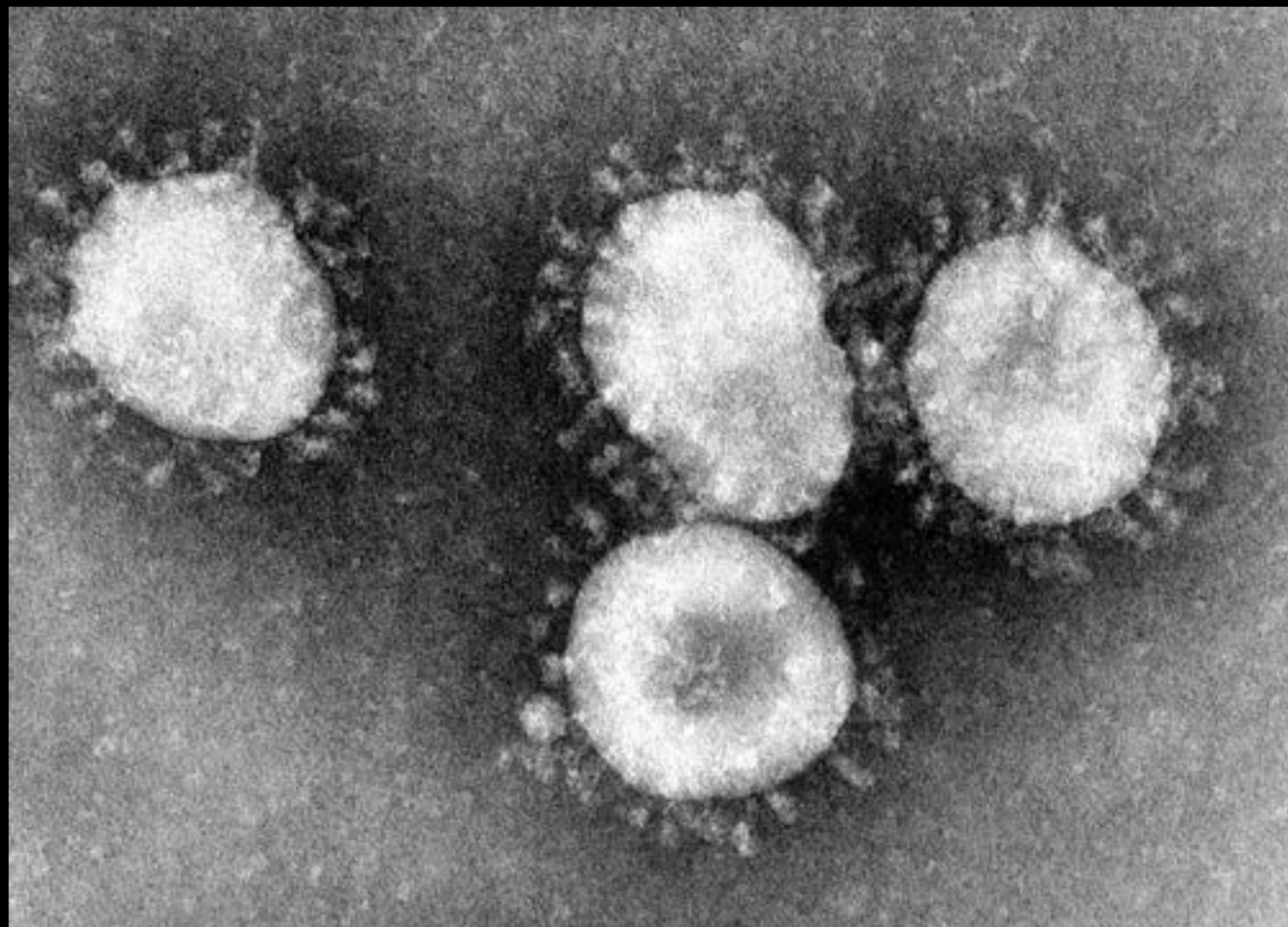
2000: 170 millions porteurs 700 000 † /an

2017: 71 millions de porteurs

440 000 †/an

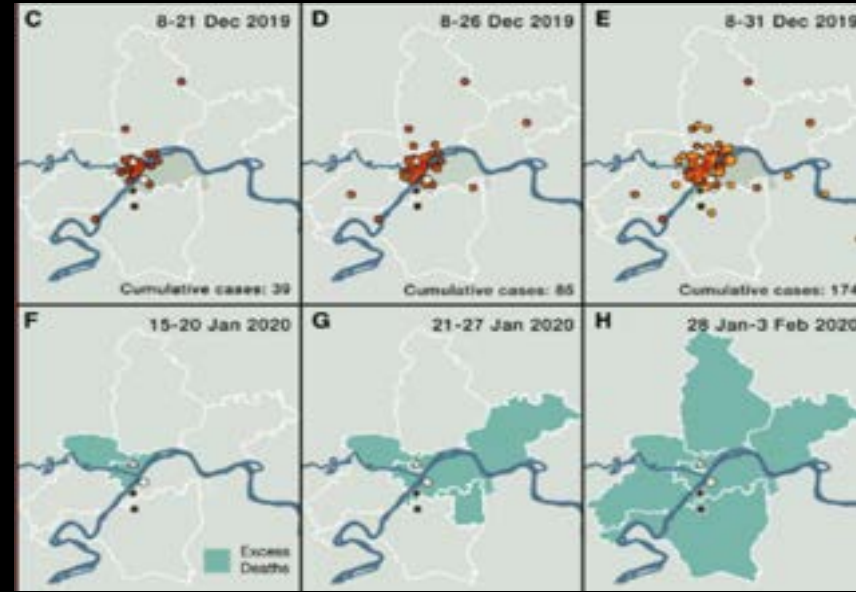
Transmission sanguine (transfusés, dialysés, toxicomanes...).

La pandémie de la Covid-19



Virus SARS-CoV-2

La pandémie de Covid-19 émerge à Wuhan

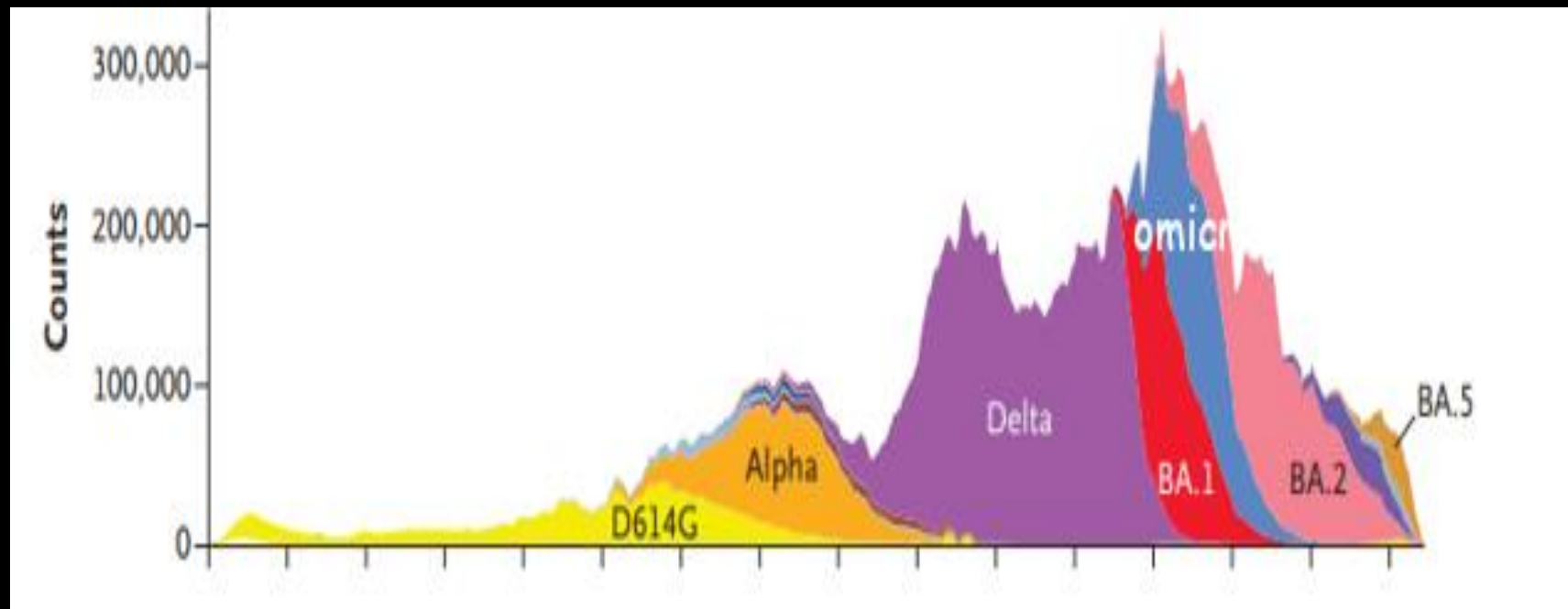


La pandémie de Covid-19

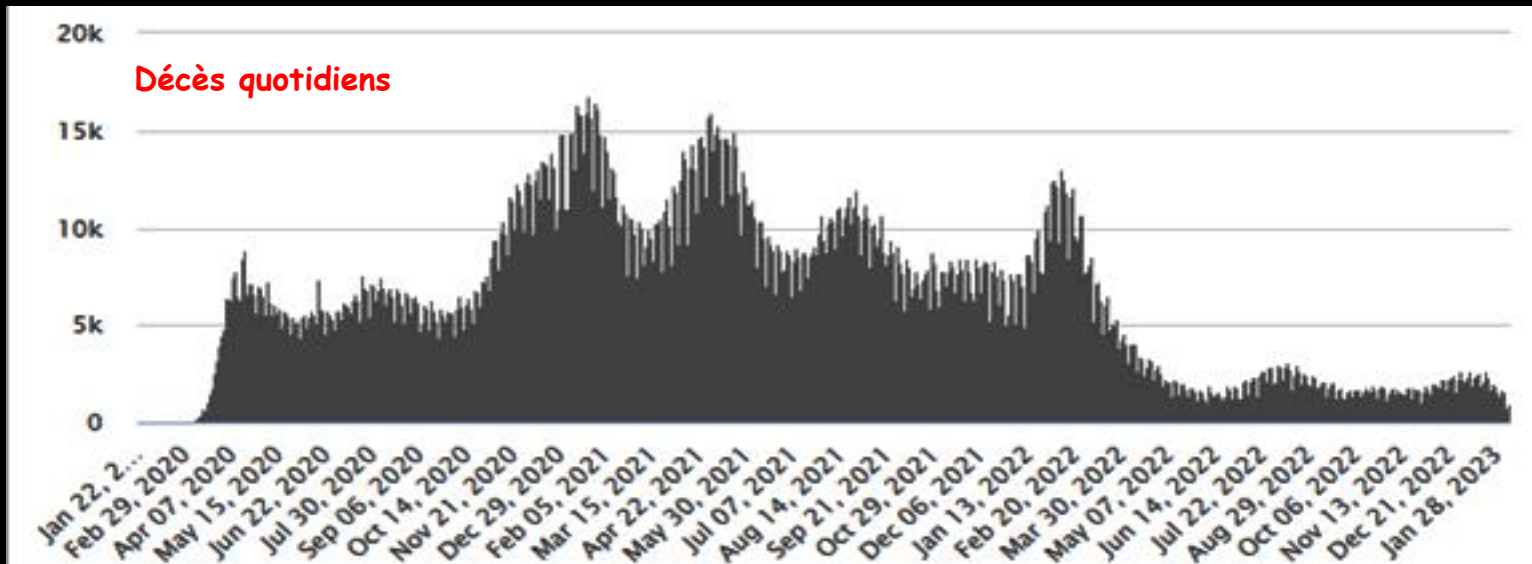
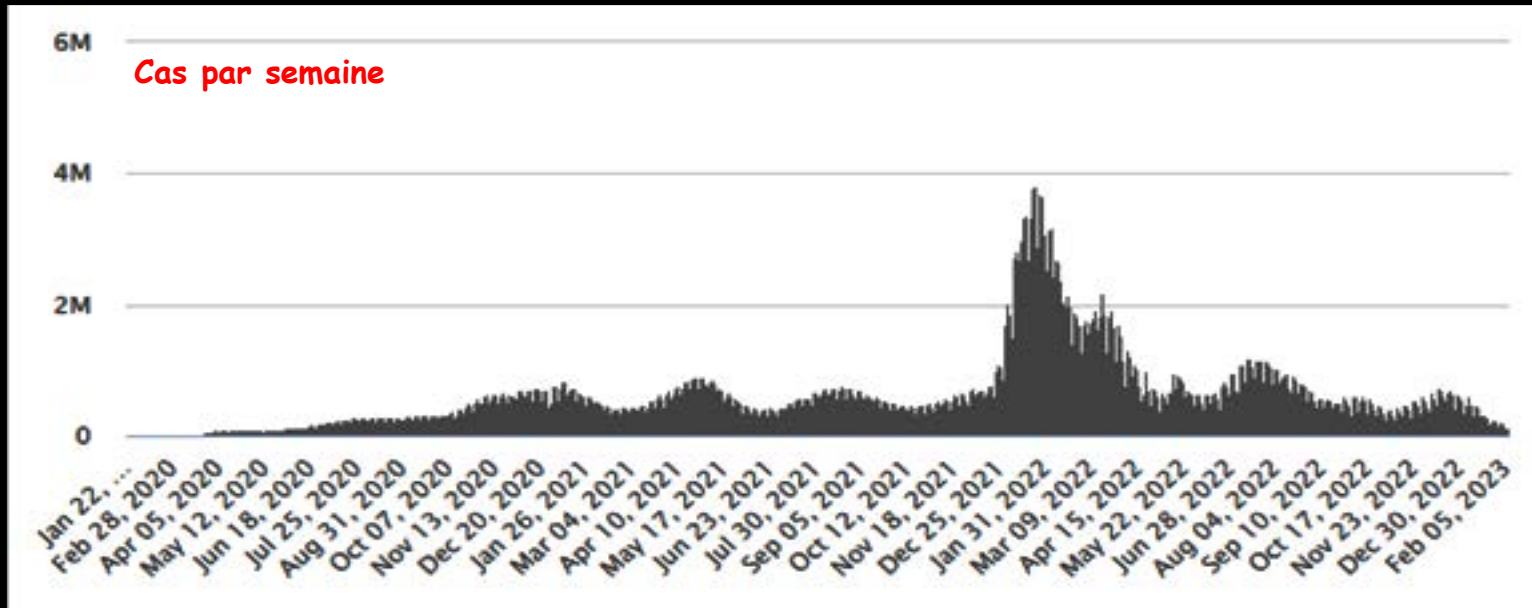


Cinétique des Variants SARS-CoV-2

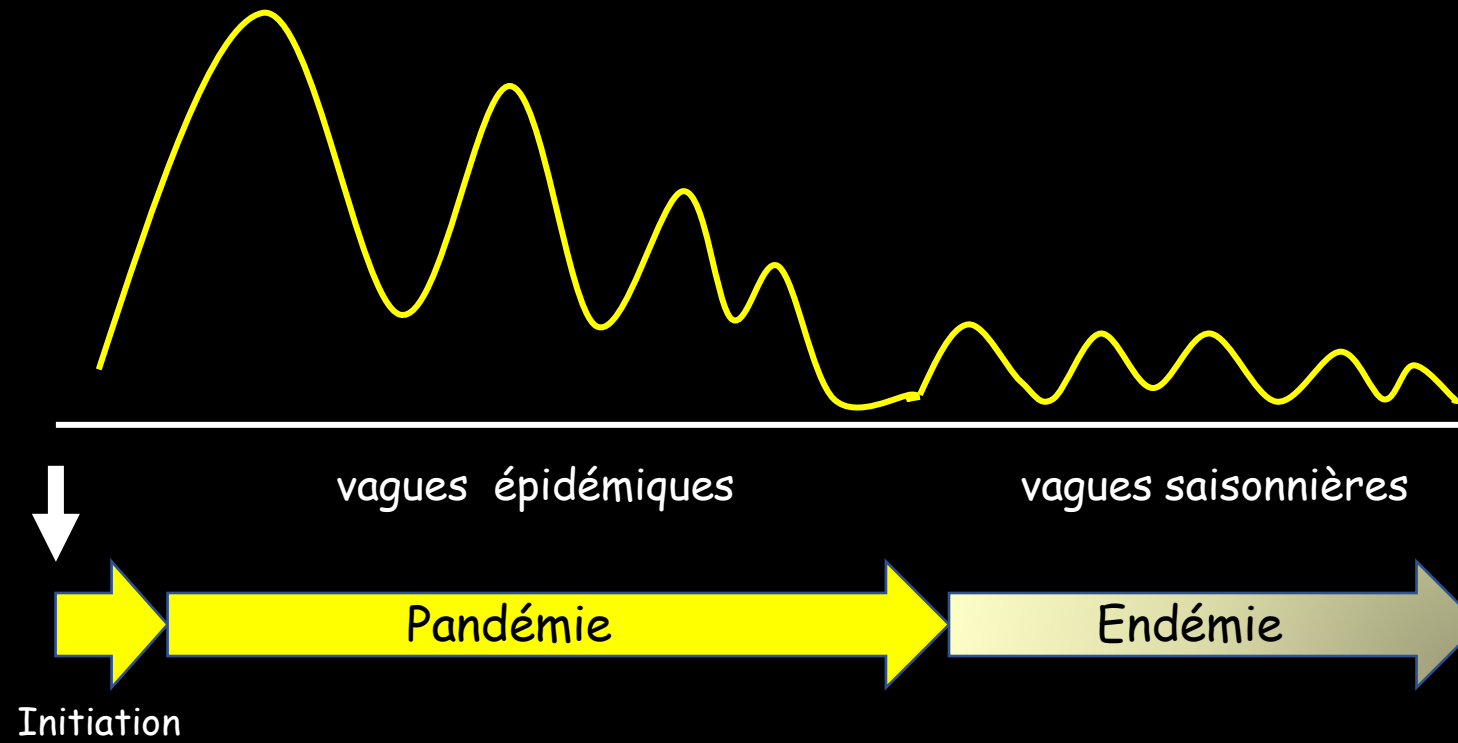
variants (Wuhan, alpha, delta, omicron BA-1, BA-2, BA-5...)



Evolution mondiale des cas et des décès 2020-2022



Evolution des pandémies

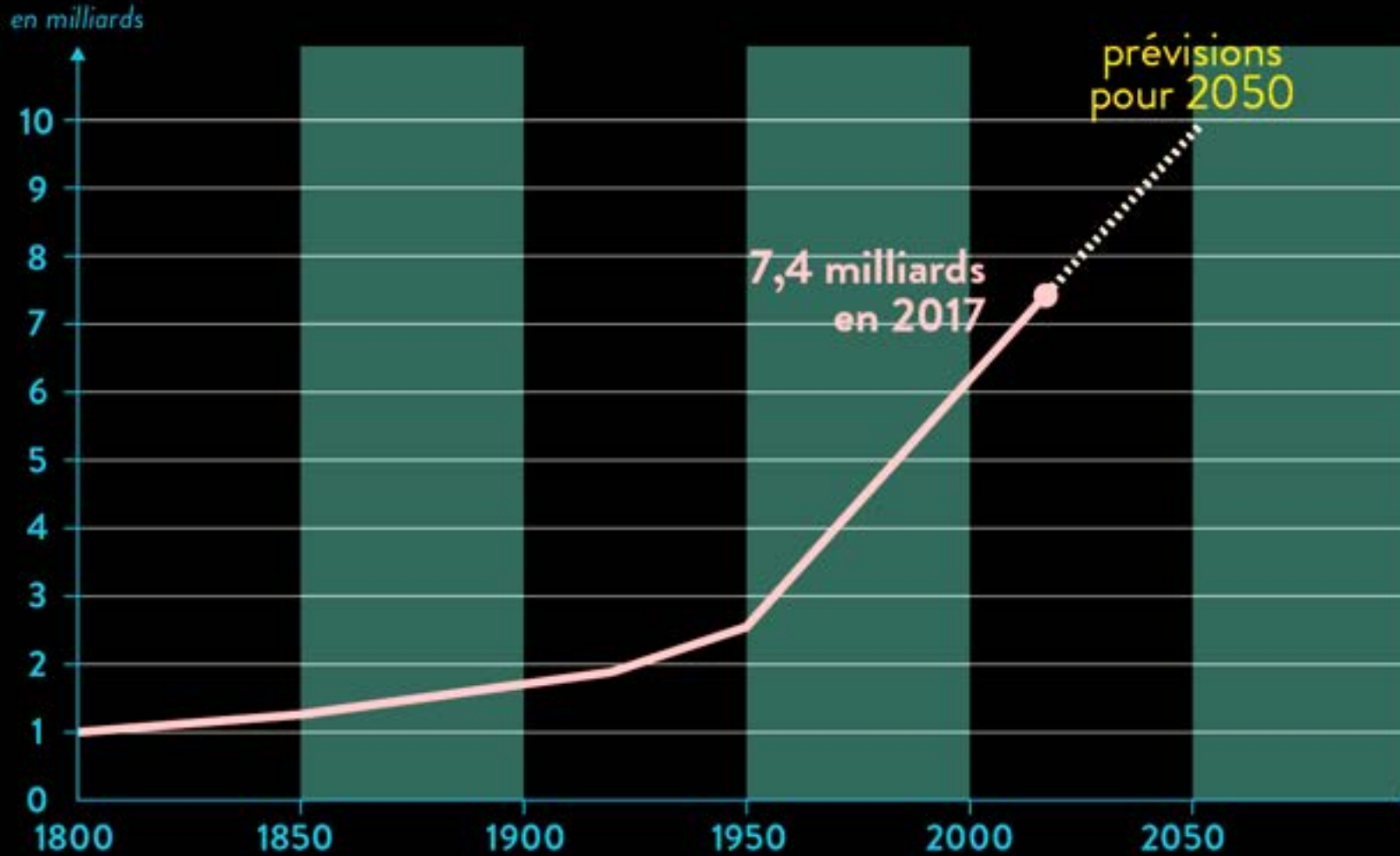


Facteurs de risques
contemporains des pandémies

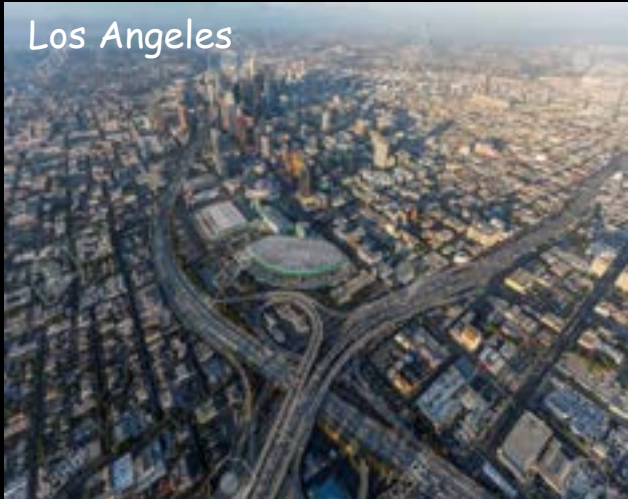
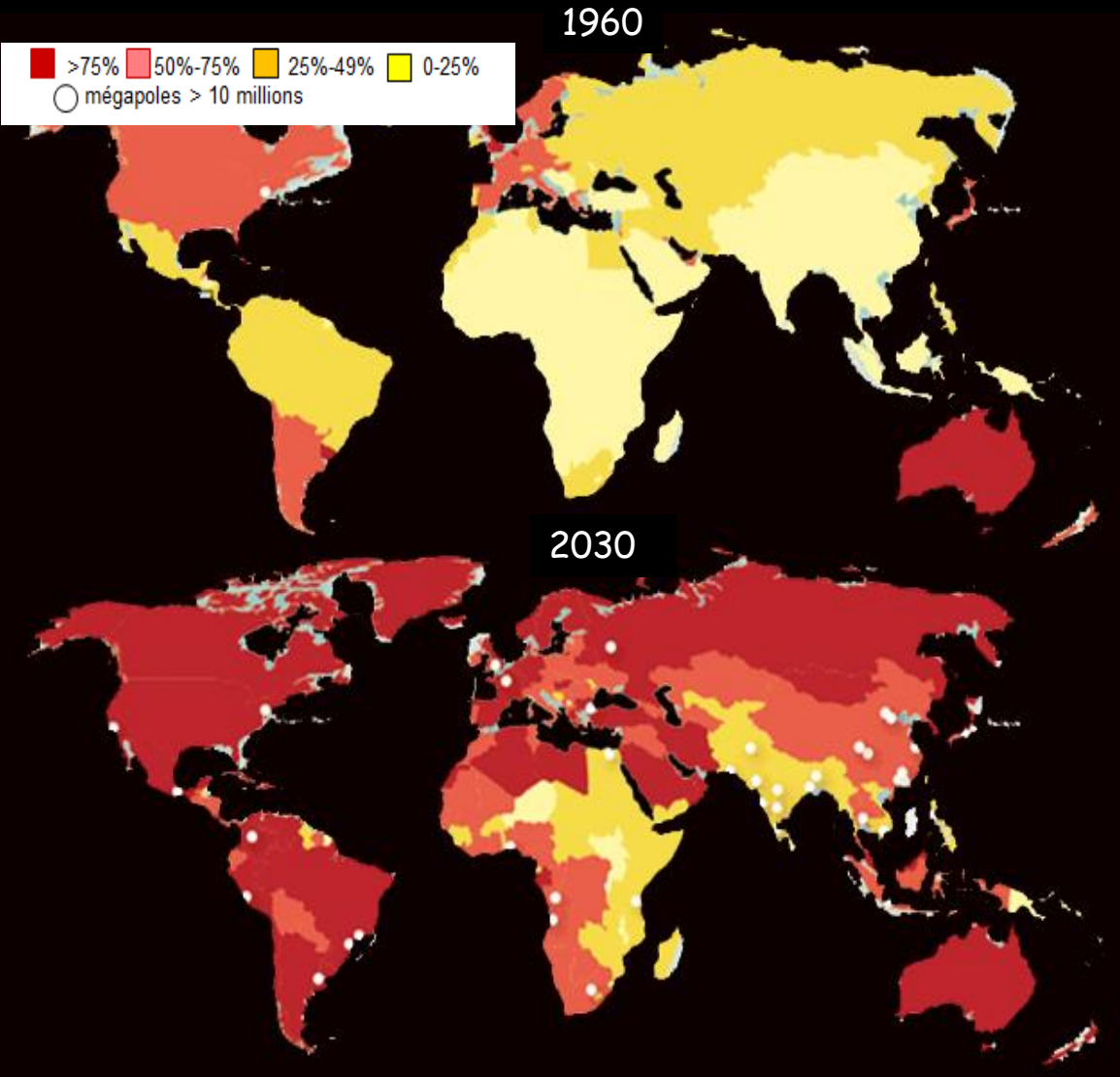
Transports aériens mondiaux 2019



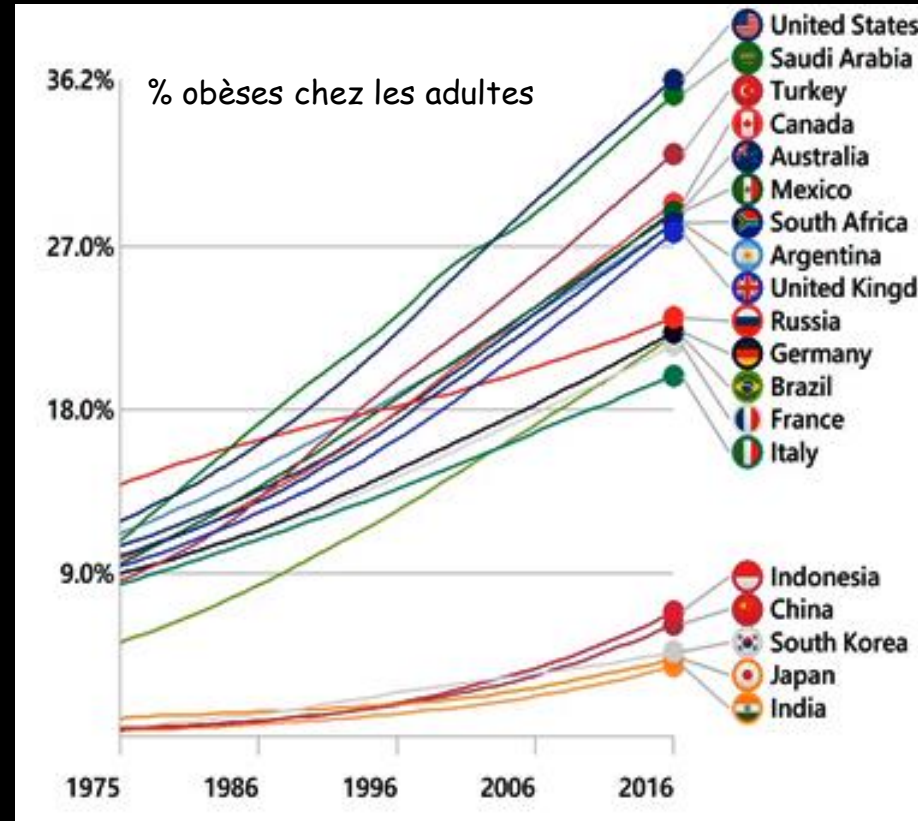
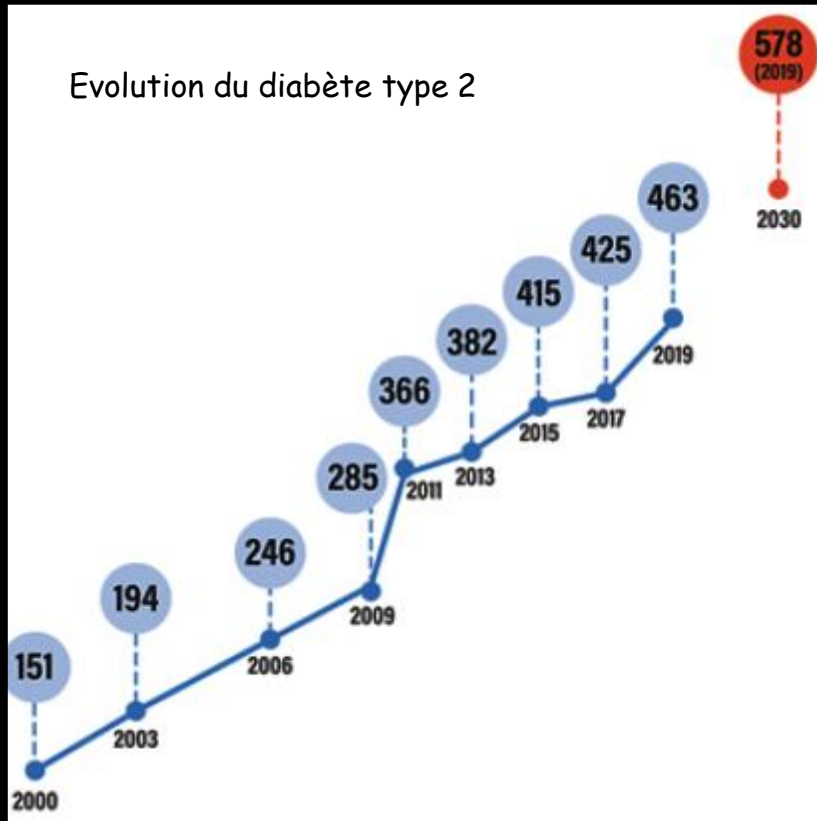
Croissance démographique



Urbanisation et mégapôles



Pandémies silencieuses non-transmissibles

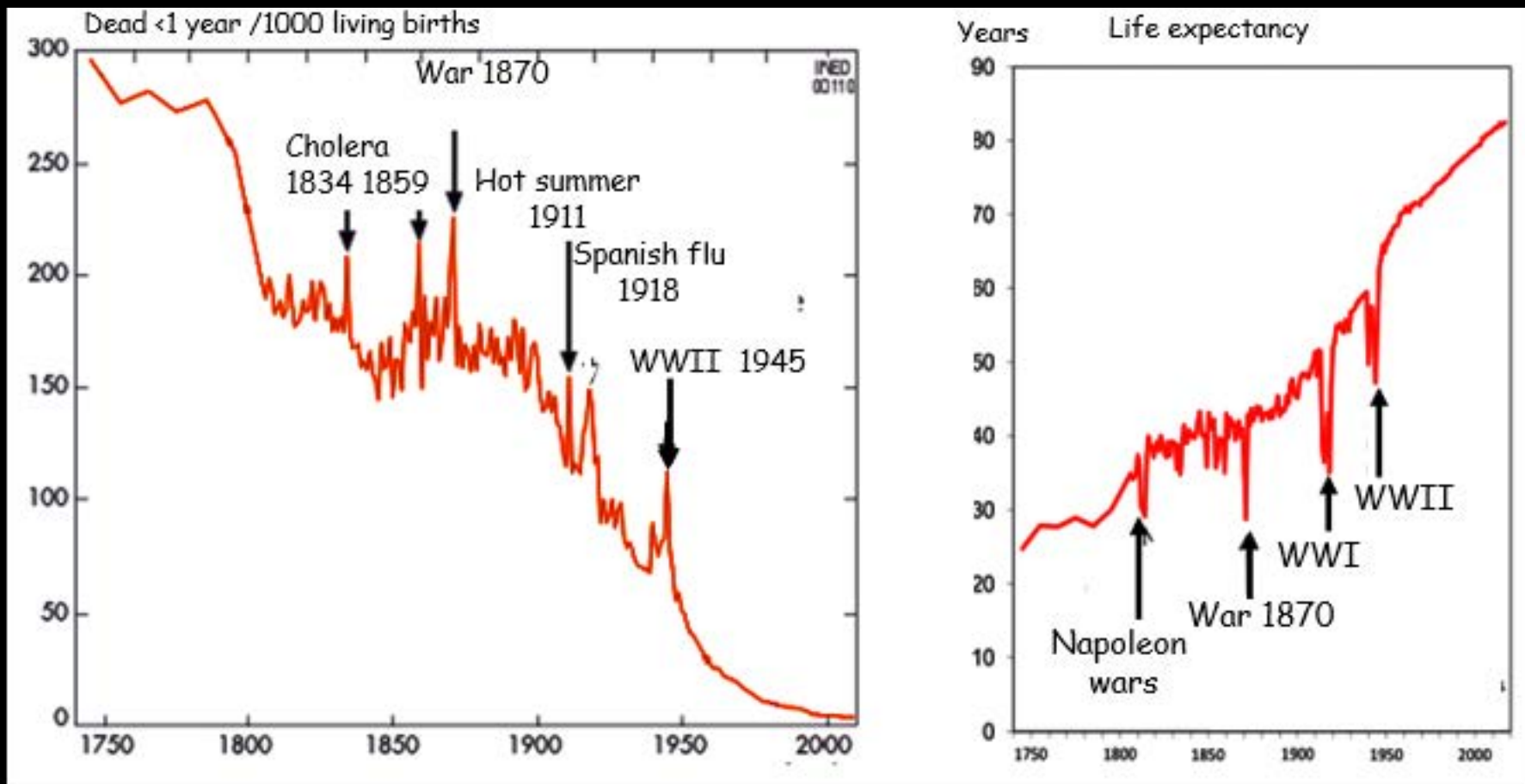


Pandémies résultant de facteurs nutritionnels, toxiques et socio-économiques (pauvreté)



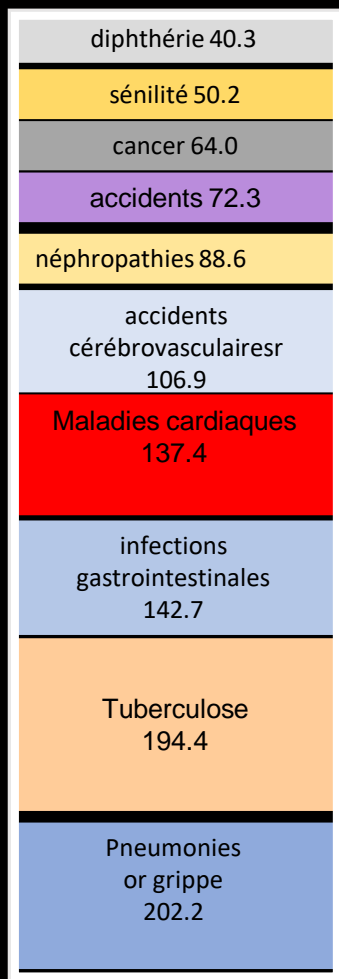
Diabète 463 millions,
Obésité 650 millions
Surpoids 1,9 milliard
HTA 1 milliard
BPCO 175 millions
Cancers 18,1 millions nx cas/an

Espérance de vie en France

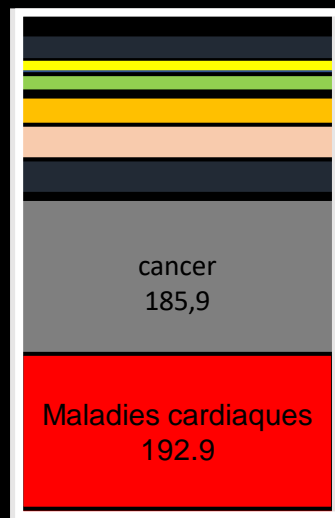


Mortalité mondiale selon la cause

N° décès /100 000



1900



2010

Suicide 12.2
 Pneumonie ou influenzae 16.2
 Néphropathies 16.1
 Diabète 22.1
 Alzheimer 27.0
 Maladies cérébrovasculaires 41.8
 Maladies respiratoires non-infectieuses 44.6

Concept de *syndémie* appliqué à la Covid-19

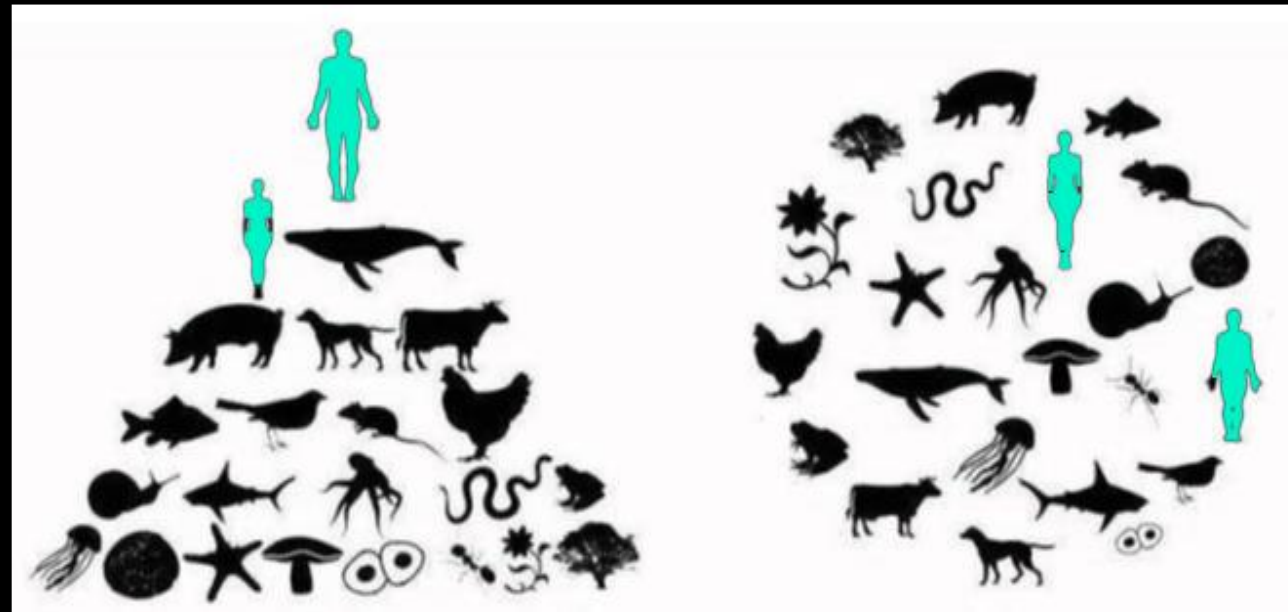
- **Les maladies ne sont pas indépendantes** : il existe des interactions synergiques entre elles, qui ont une importance considérable sur la mortalité des pandémies.
- **La pandémie de Covid-19 se superpose à d'autres pandémies** infectieuses (SIDA, malaria, tuberculose) et à d'autres pandémies chroniques "silencieuses" (diabète, obésité, maladies cardiaques, cancers, bronchite chronique...), ce qui aggrave la mortalité de la pandémie.
- **Une syndémie est une combinaison de maladies interagissant en synergie avec des facteurs biologiques et environnementaux**, aggravant les conséquences de la pandémie sur une population (anthropologue Merrill Singer ~ 1990) : concept d'abord appliqué au le SIDA, à la tuberculose et au paludisme.

La perspective syndémique

- La Covid-19 doit être **considérée globalement**, non seulement au niveau d'un pays mais aussi à celui du monde entier.
- L'approche syndémique peut conduire à des stratégies efficaces de **prévention multi-niveaux** (tenant compte des mentalités, facteurs socio-économiques, comportementaux et environnementaux, changements climatiques, pollution atmosphérique...).
- La réduction des limites entre maladies et santé humaine et animale (**One Health**) encourage les approches intégrées et alignées sur les priorités en matière de santé planétaire.

Vision anthropocentrique

Vision globale



Merci de votre attention

Société
d'Encouragement
pour l'industrie
nationale FONDÉE EN 1881



AFAS



EcO-
Learn

e5t

MR21



Un monde à risques de
pandémies : vers quelle
biorévolution industrielle ?

**MERCI POUR VOTRE
PARTICIPATION !**

**Cycle : Pour le Développement des Sciences et de l'Innovation (PDSI)
au service des Transitions**

Jeudi 11 mai à l'Hôtel de l'Industrie