



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...

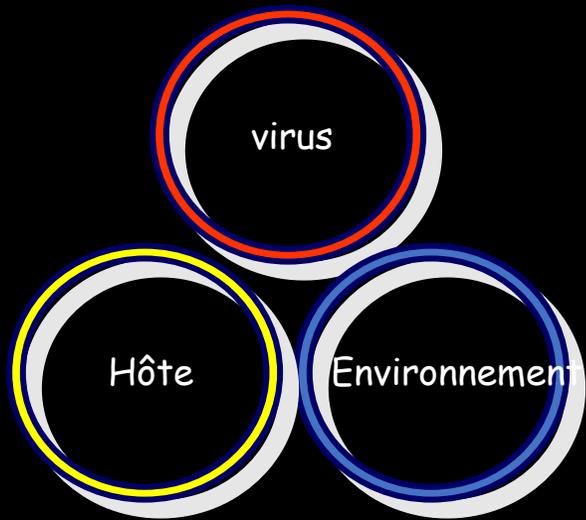
## Environnement

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

## Comportement humain

promiscuité, mobilité, migrations, guerres...

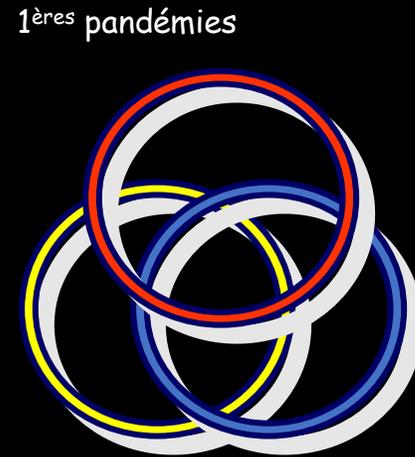
# Conditions de l'émergence



Latence



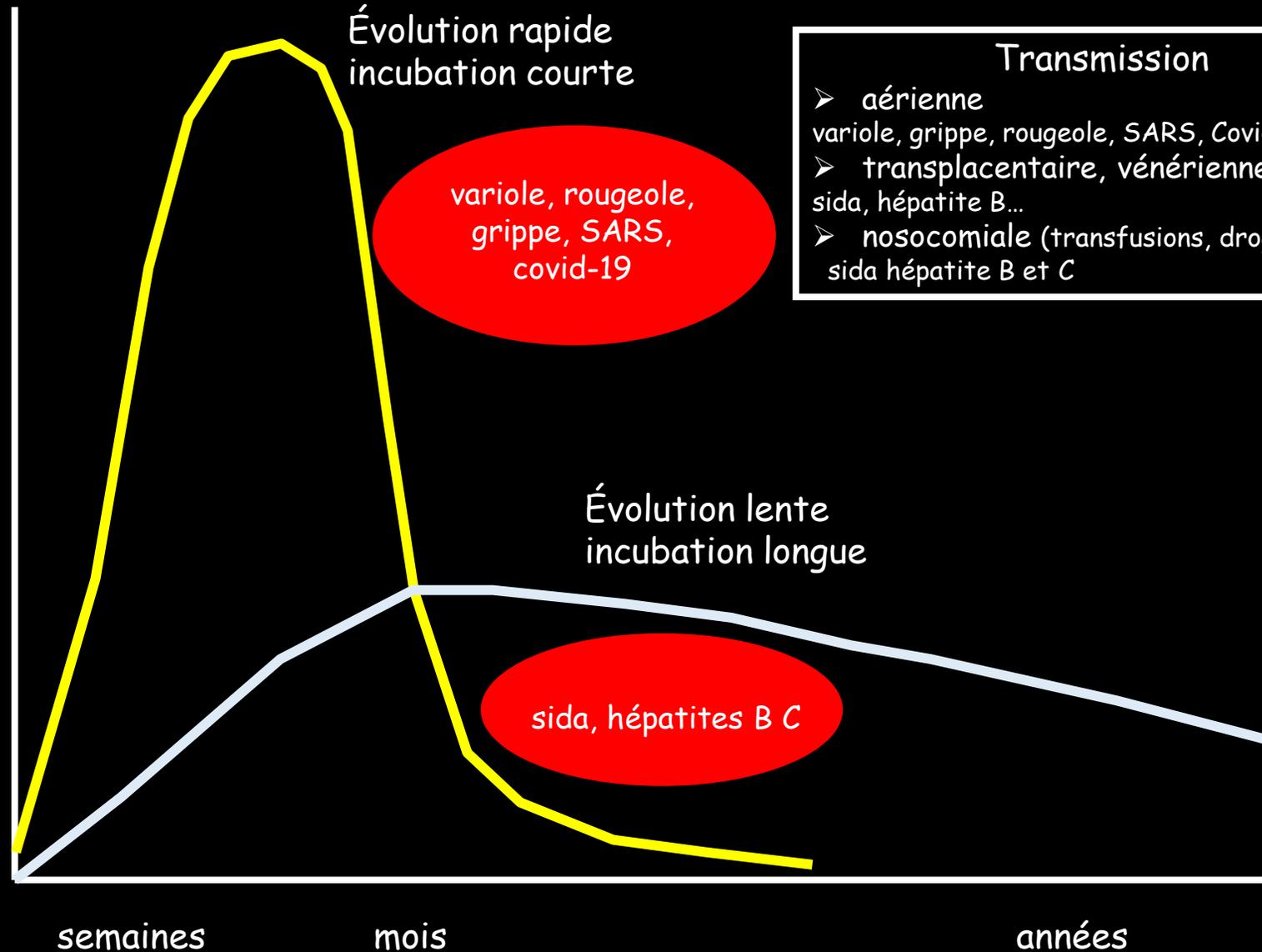
Émergence  
Endémie



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



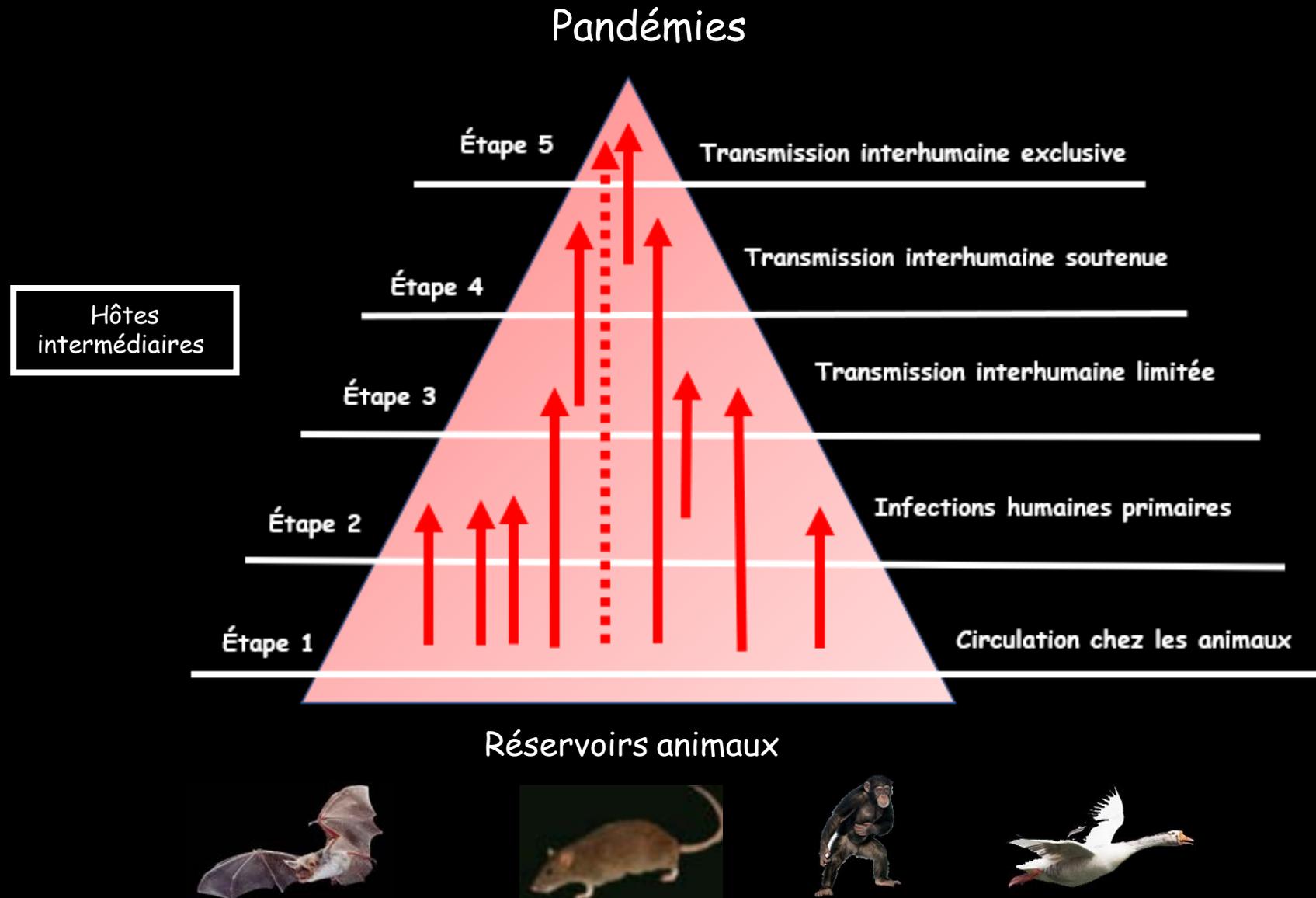
**diphthérie, coqueluche, rougeole,** kala-azar, gastrites et ulcères...

## Oiseaux



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

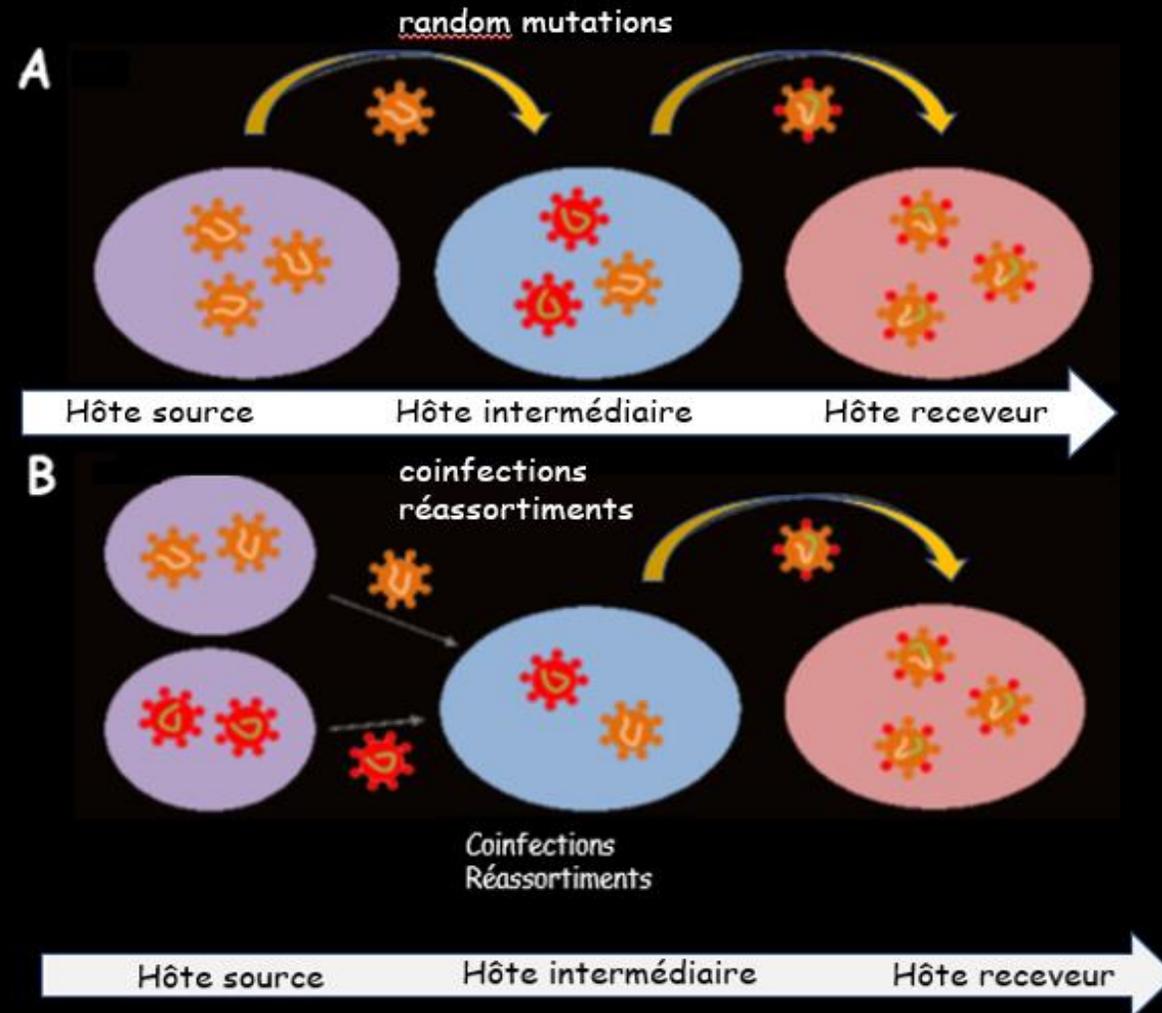
# Le franchissement de la barrière d'espèce



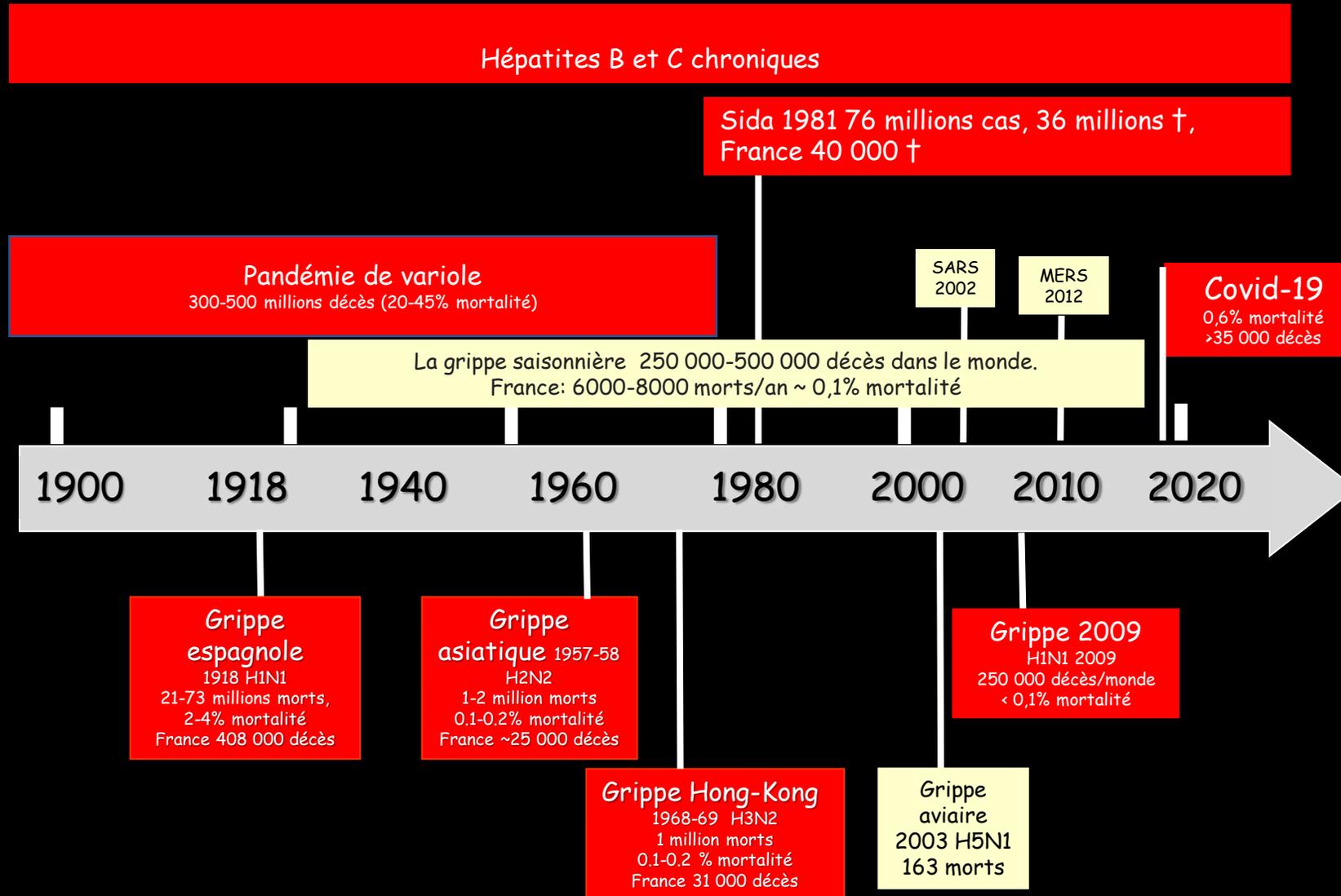
# Le franchissement de la barrière d'espèces

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<sup>e</sup> et XXI<sup>e</sup> siècles



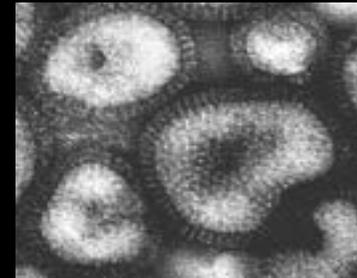
# Les pandémies contemporaines à transmission aérienne



Smallpox virus

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

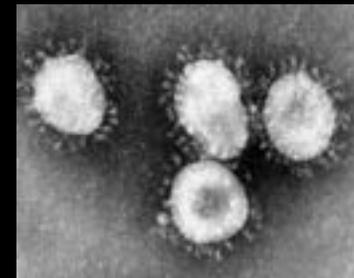
$R_0$  3



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<sup>ère</sup> année de vie ainsi que les revaccinations des 10<sup>e</sup> et 21<sup>e</sup> années (jusqu'en 1984)

# Bénéfice-risque

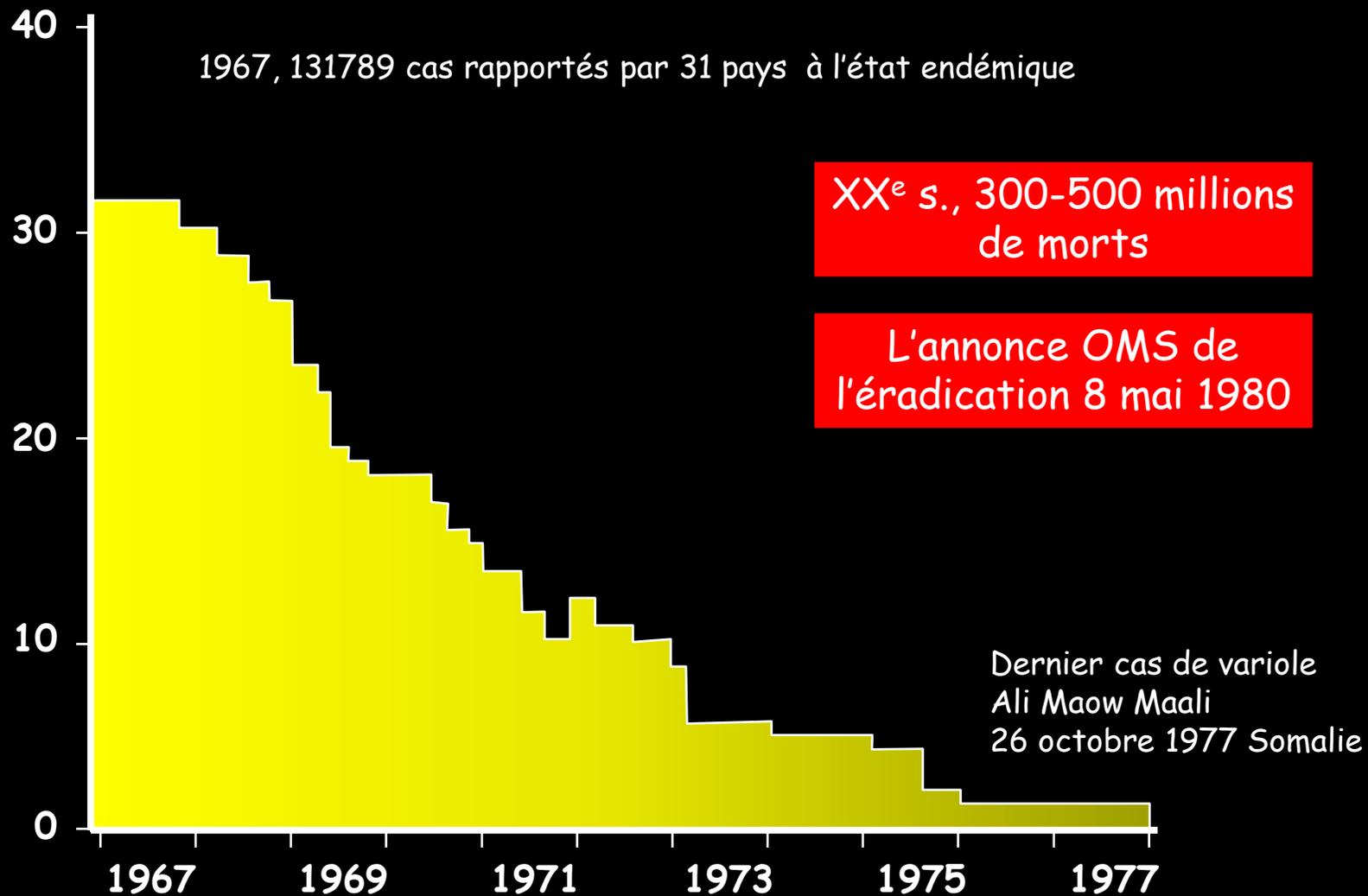
## Vaccination contre la variole



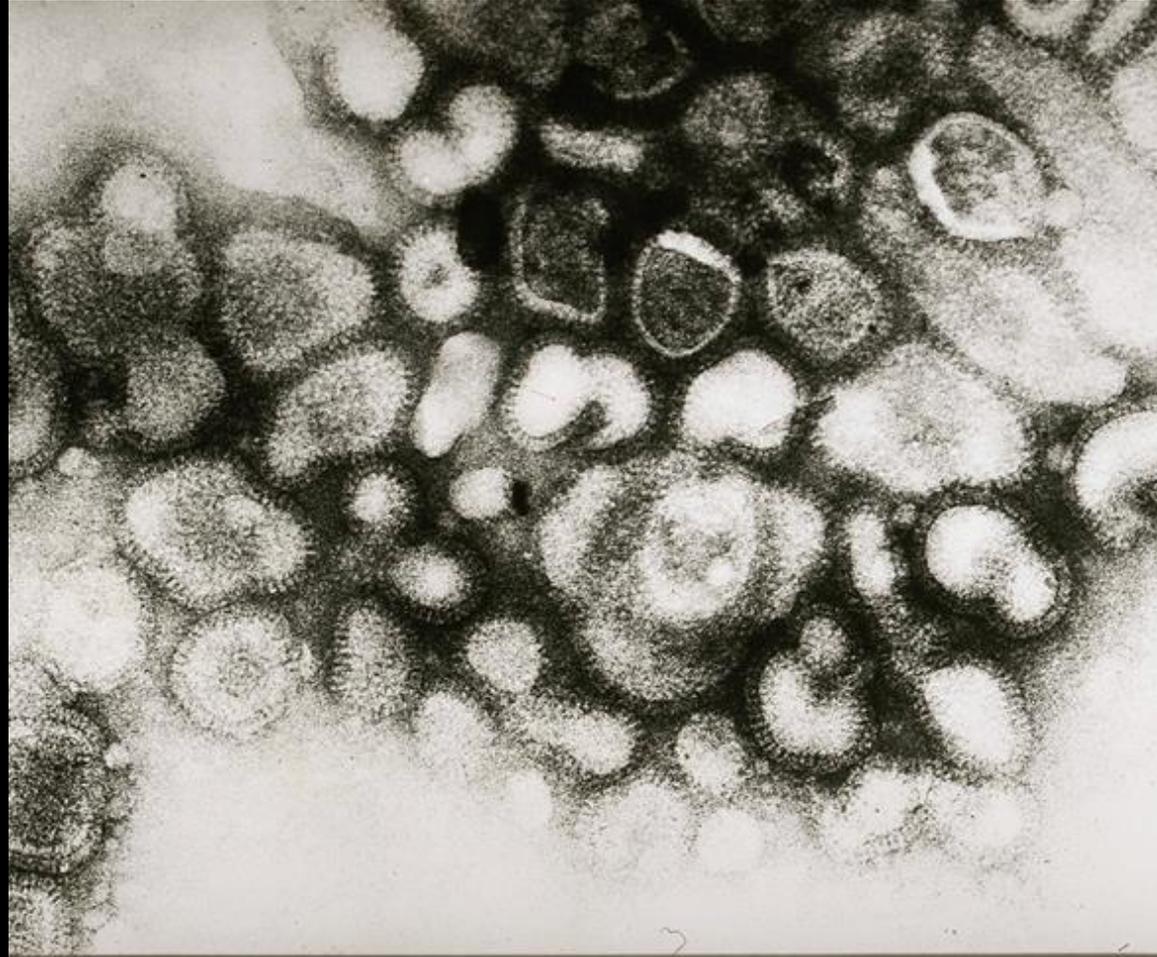
New York 1947

# 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 ».

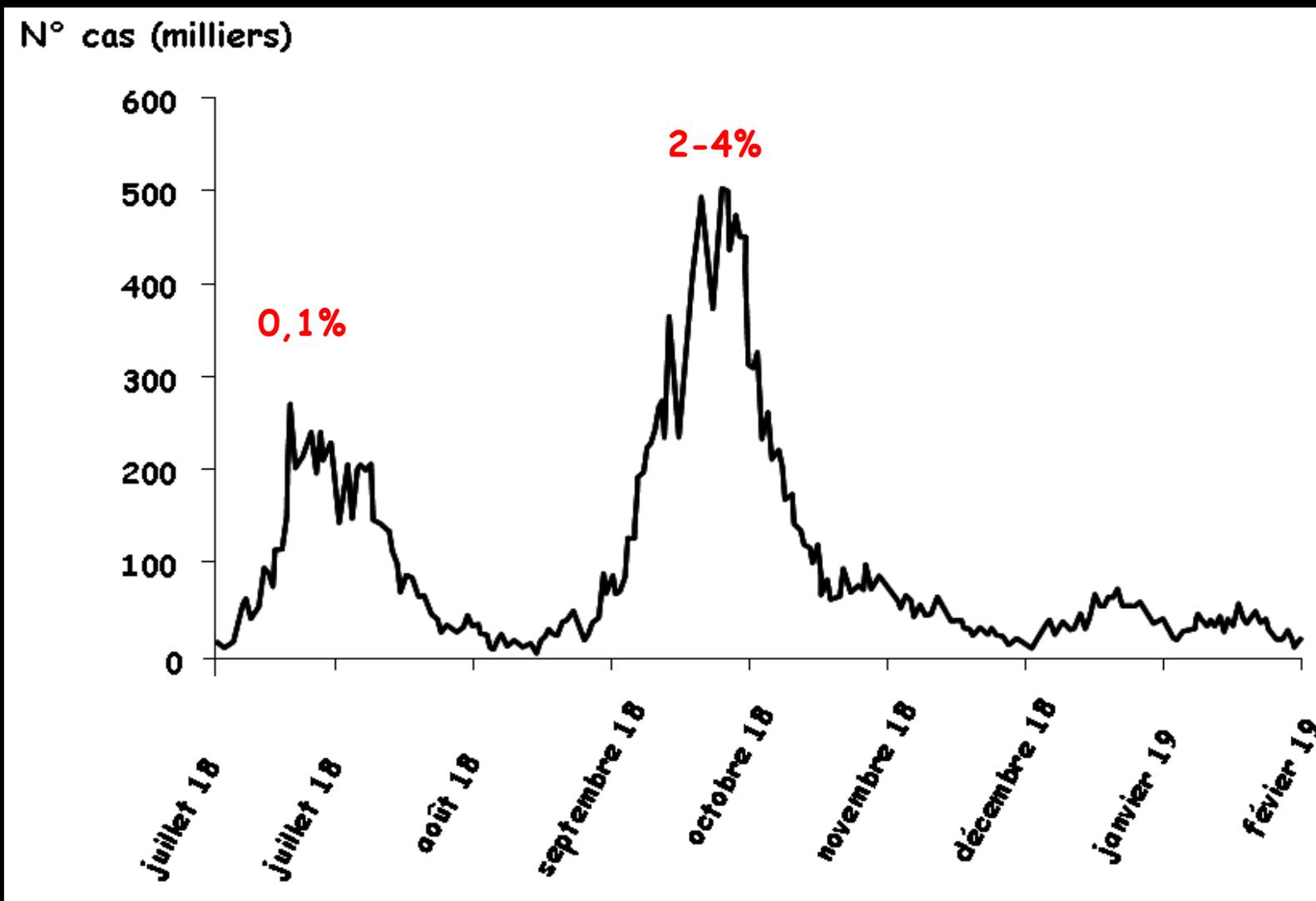
Grippe maligne: fièvre 40-41°C, frissons, céphalées, courbatures, nausées, maux de gorge, toux sèche avec crachats sanglants, prostration, léthargie, délire, cyanose, mousse sanglante (cyanose héliotrope). Mort en 10 j, parfois en 48 h.

# La grippe espagnole 1918-1919



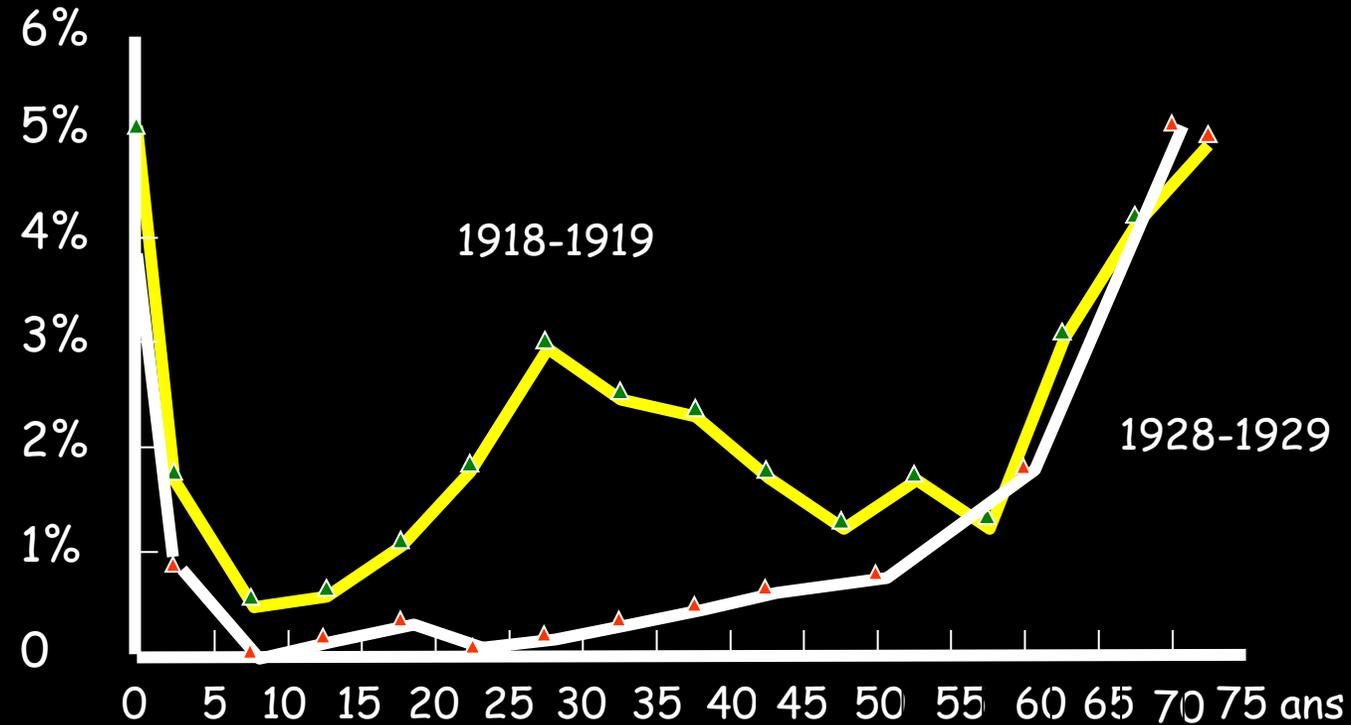
Le virus influenza H1N1

# 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)

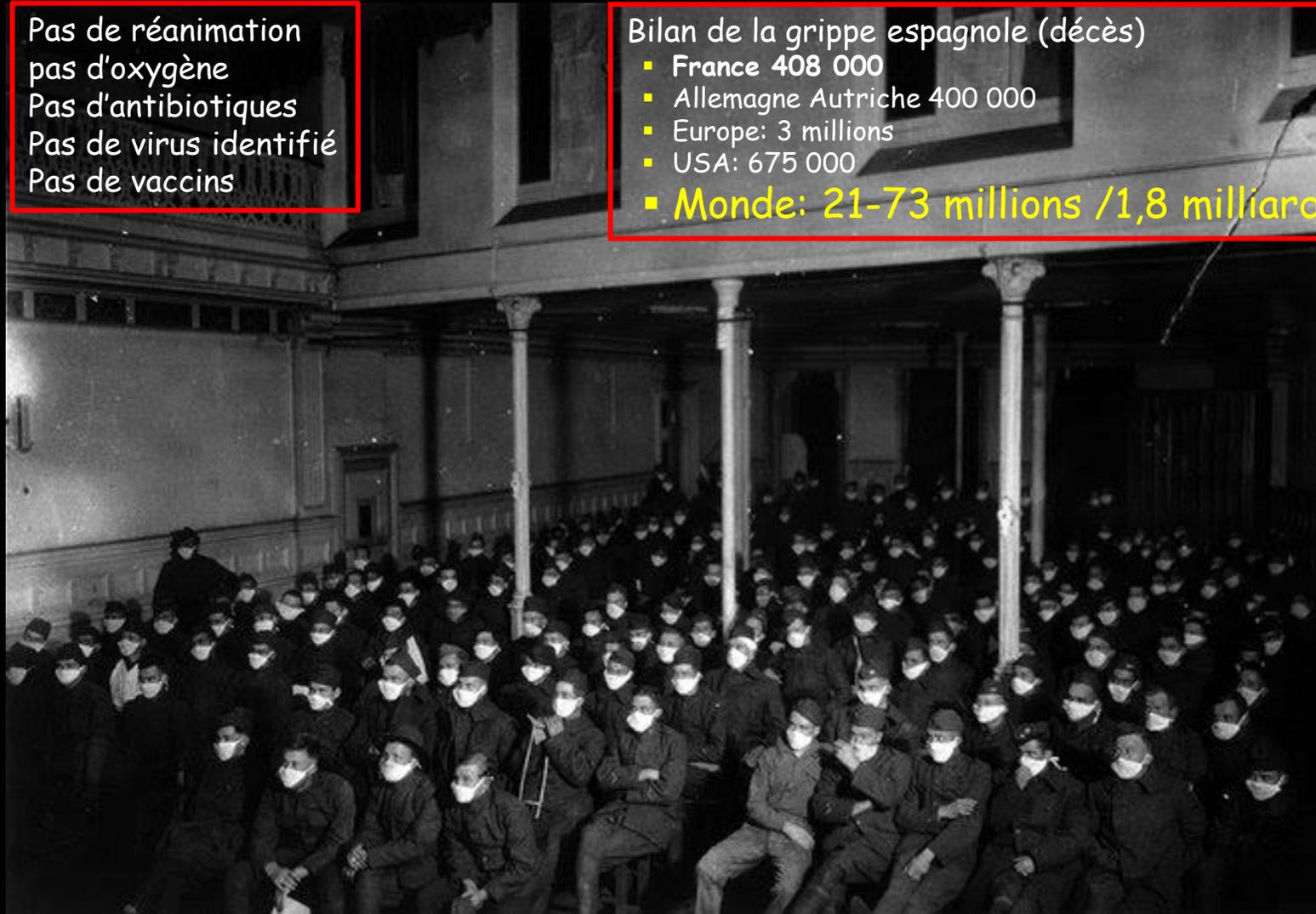
- 8,5 millions/monde
- France, 1,6 millions
- Allemagne, 2 millions.

# 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**

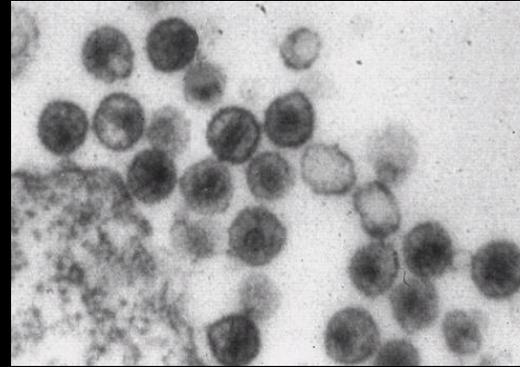


Bilan de la guerre (décès) :8,5 millions/monde; France, 1,6 millions; Allemagne, 2 millions.

# Les pandémies transmission vénérienne et/ou nosocomiales

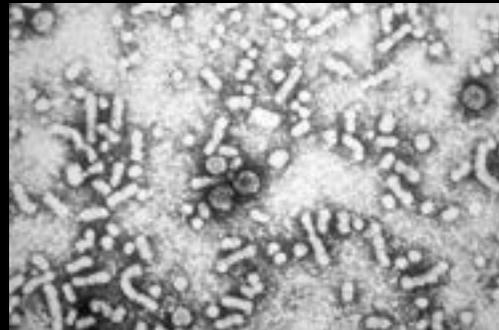


## VIH



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

## Virus hépatite B



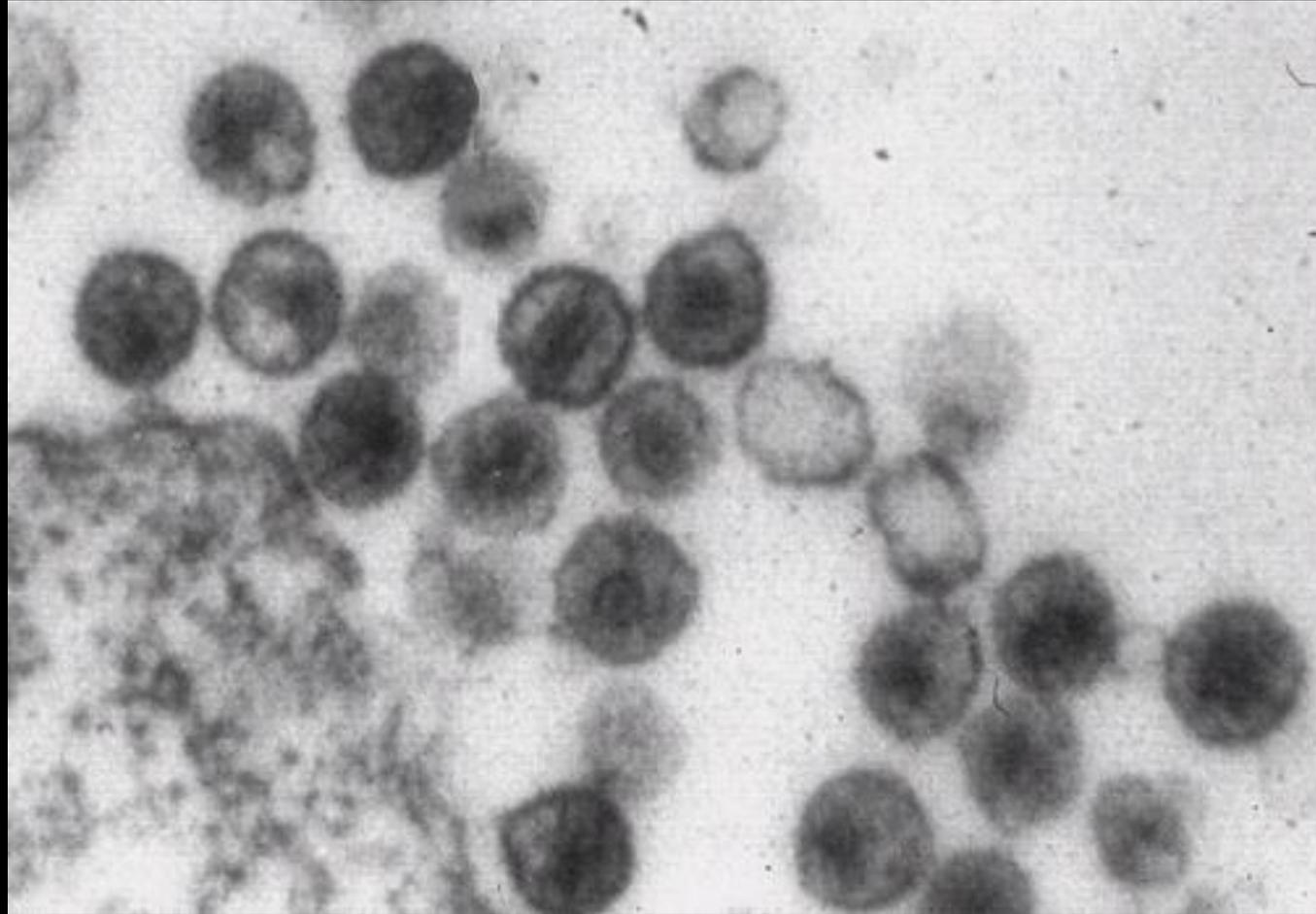
Incubation longue  
DNA  
chronicité  
vaccin

## Virus hépatite C



Incubation longue  
ARN  
Chronicité  
Létalité

# Virus de l'immunodéficience acquise VIH



# Le syndrome d'immunodéficience acquise SIDA



Sarcome de Kaposi

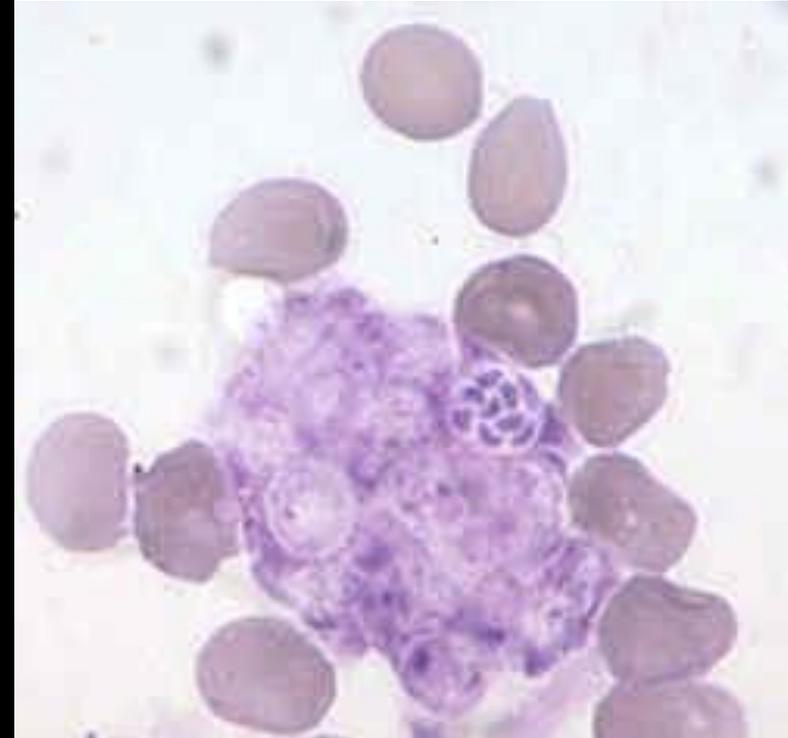
38,4 millions de personnes vivent avec VIH  
1,5 million nouveaux infectés/ an.  
Bilan 40,1 millions † depuis 1982    650 000 † / an

# 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.

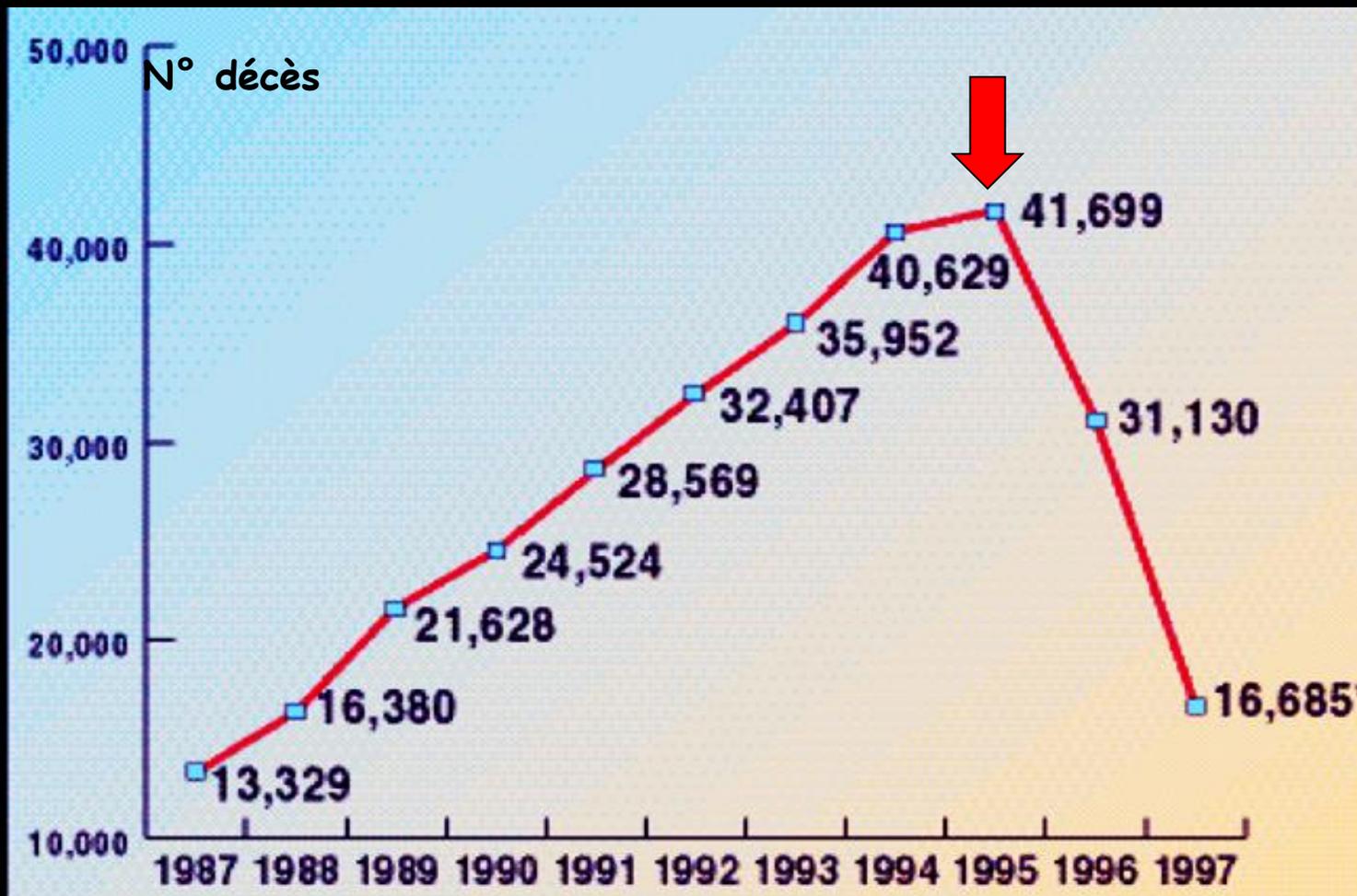


*Pneumocystis carinii*

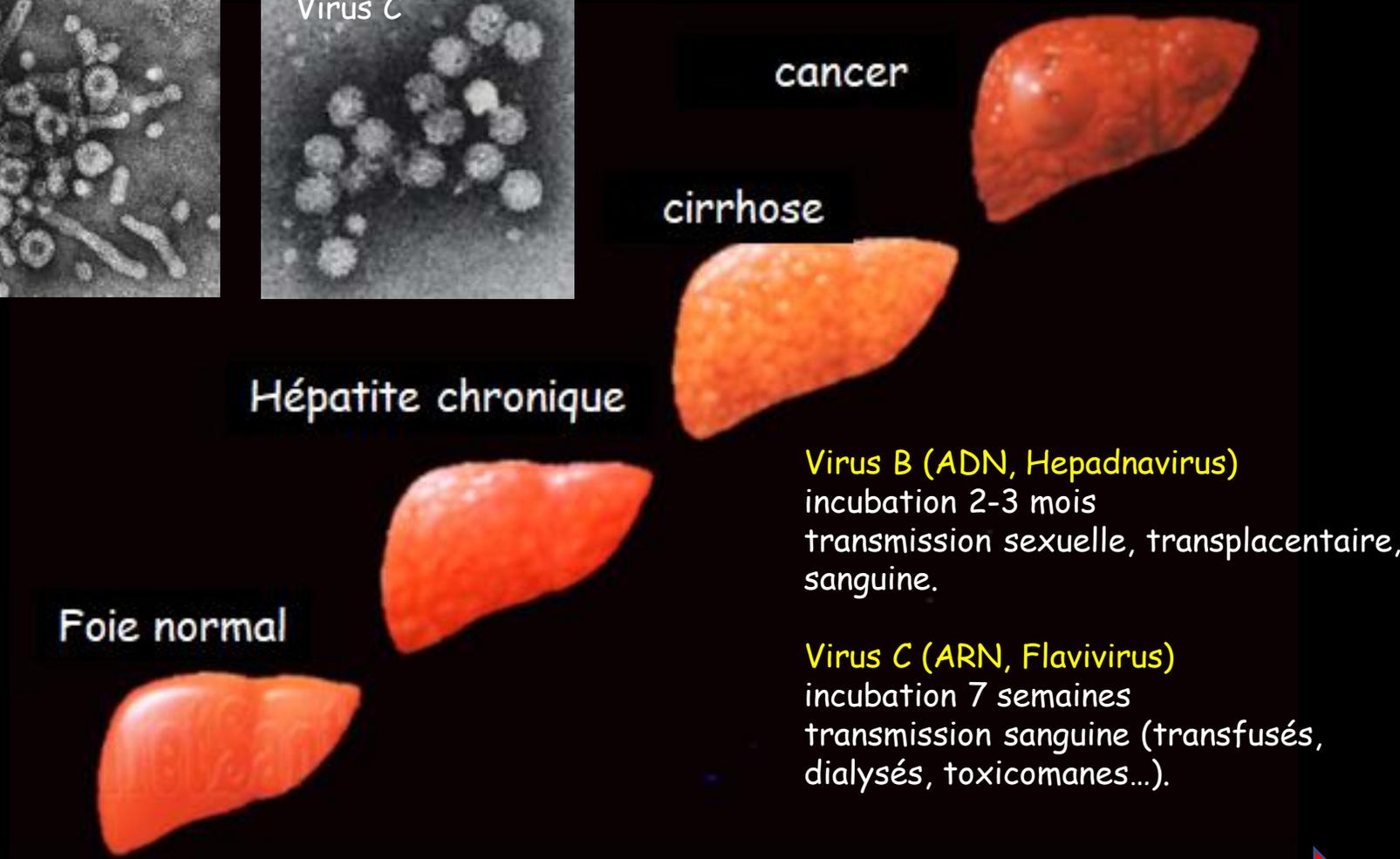
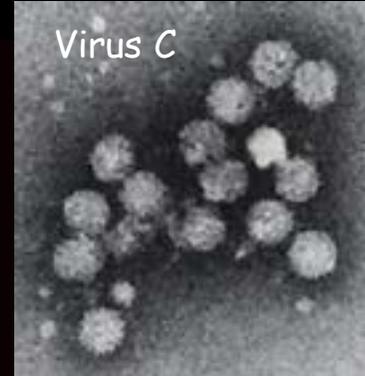
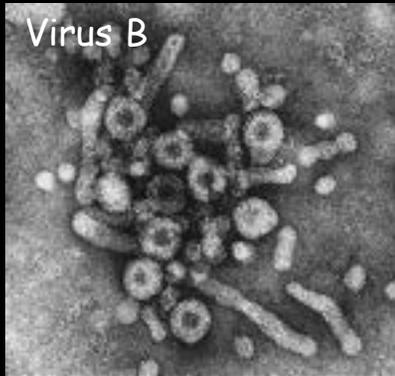
- Les CDC d'Atlanta détectent une demande accrue de pentamidine pour traiter les pneumocystoses, dues à un champignon, chez des immunodéprimés (chimiothérapies pour greffes ou cancers).
- De 1967 et 1979, le CDC a reçu de New York 2 demandes pour des adultes, contre 9 demandes en avril 1981. Les patients: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



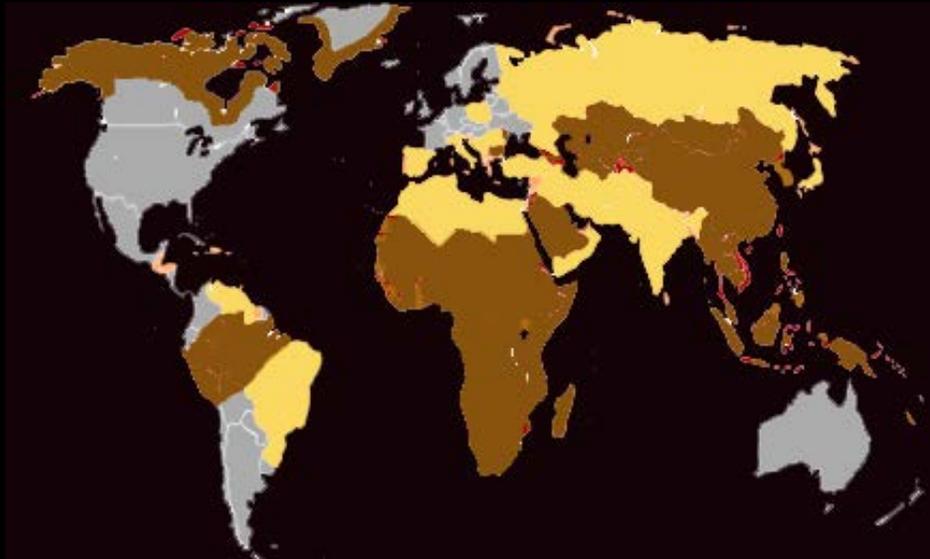
**Virus B (ADN, Hepadnavirus)**  
incubation 2-3 mois  
transmission sexuelle, transplacentaire,  
sanguine.

**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

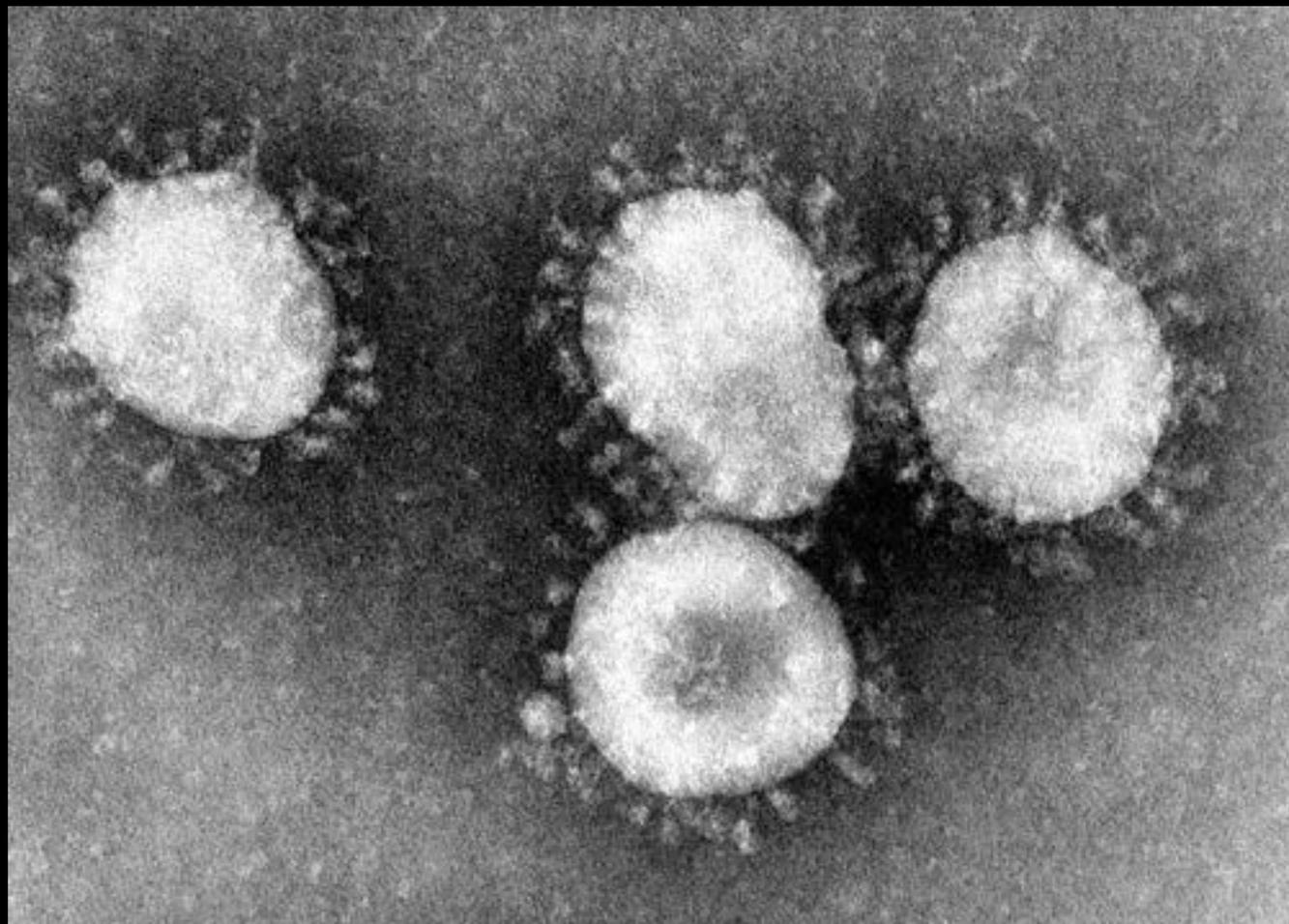
2000: 170 millions porteurs 700 000 † /an

**2017: 71 millions de porteurs**

**440 000 †/an**

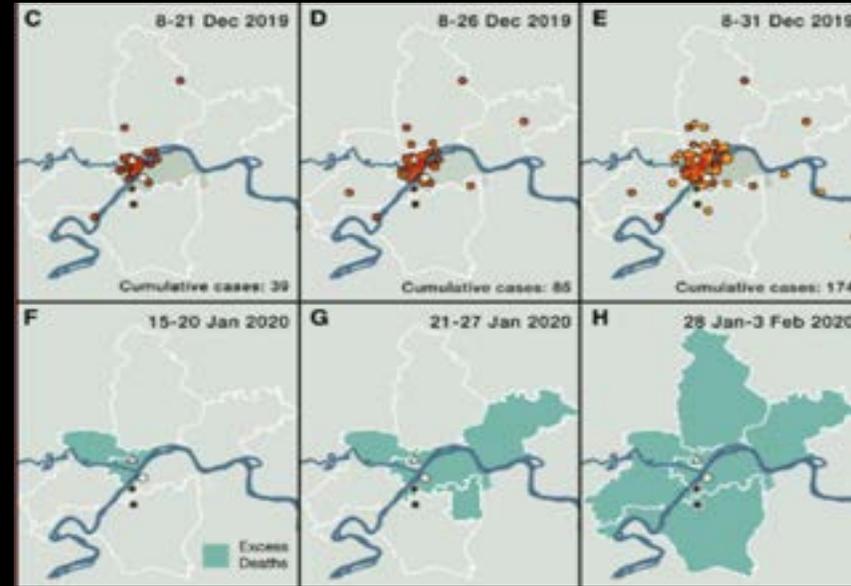
Transmission sanguine (transfusés, dialysés, toxicomanes...).

# La pandémie de la Covid-19



Virus SARS-CoV-2

# La pandémie de Covid-19 émerge à Wuhan

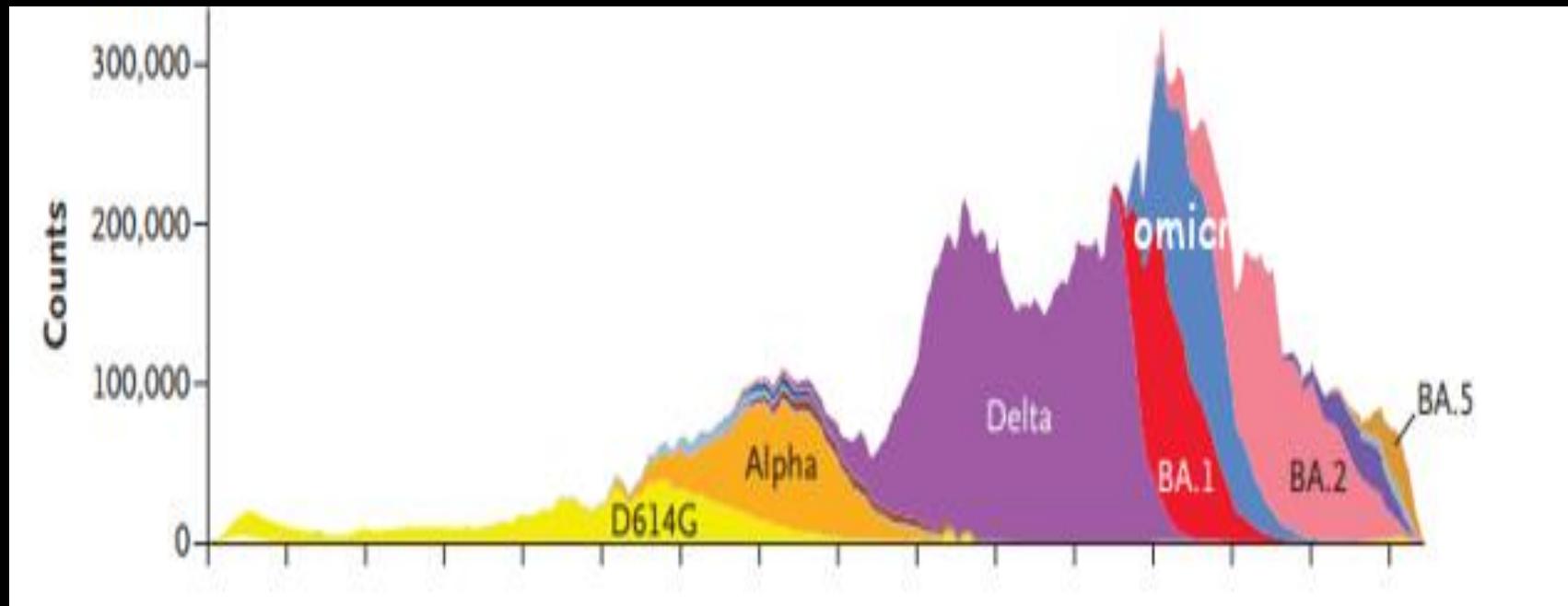


# La pandémie de Covid-19

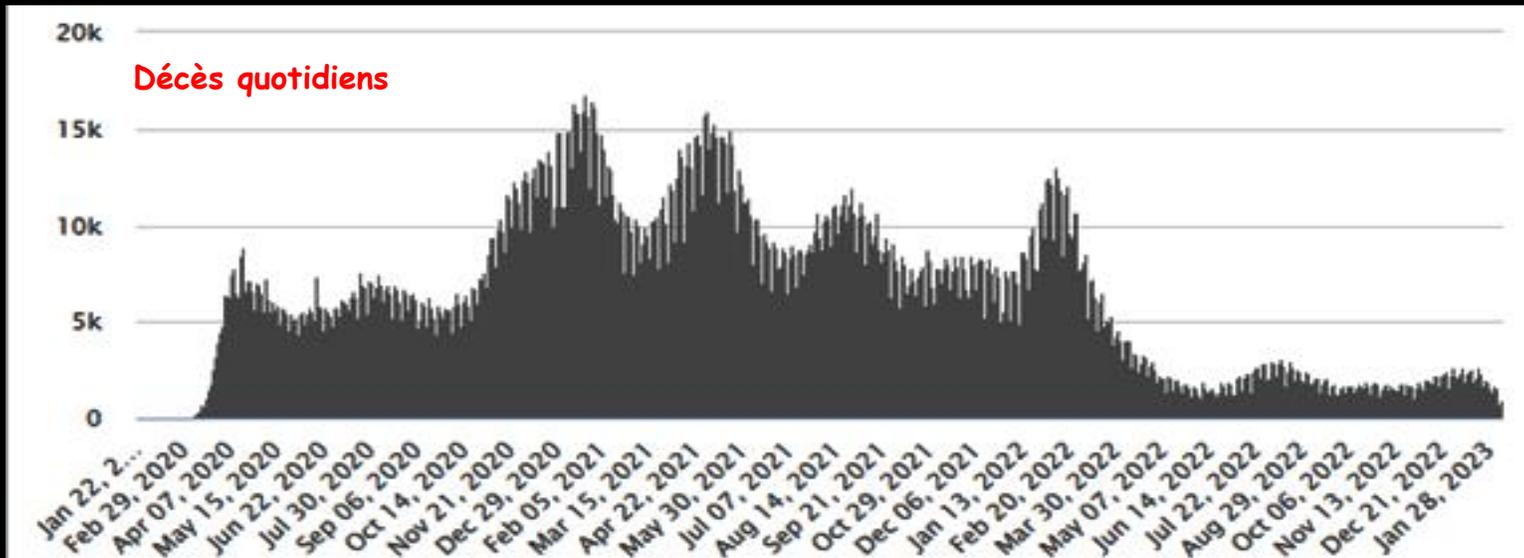
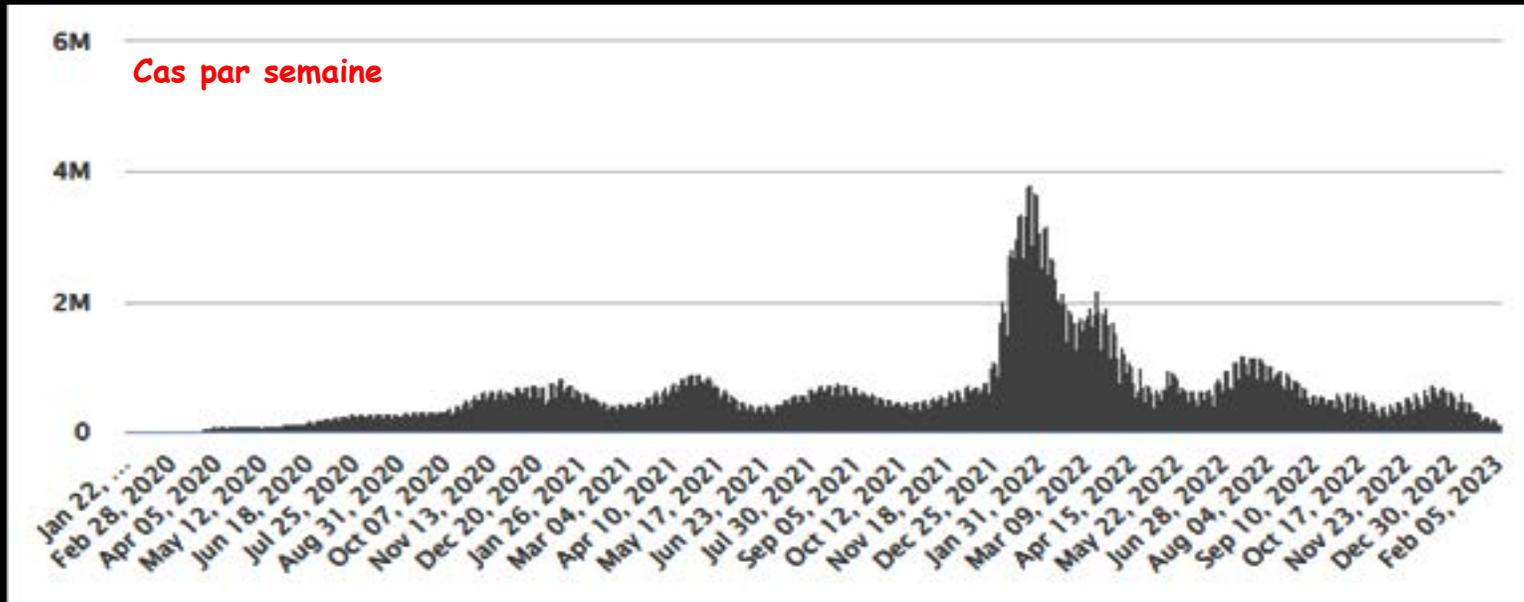


# Cinétique des Variants SARS-CoV-2

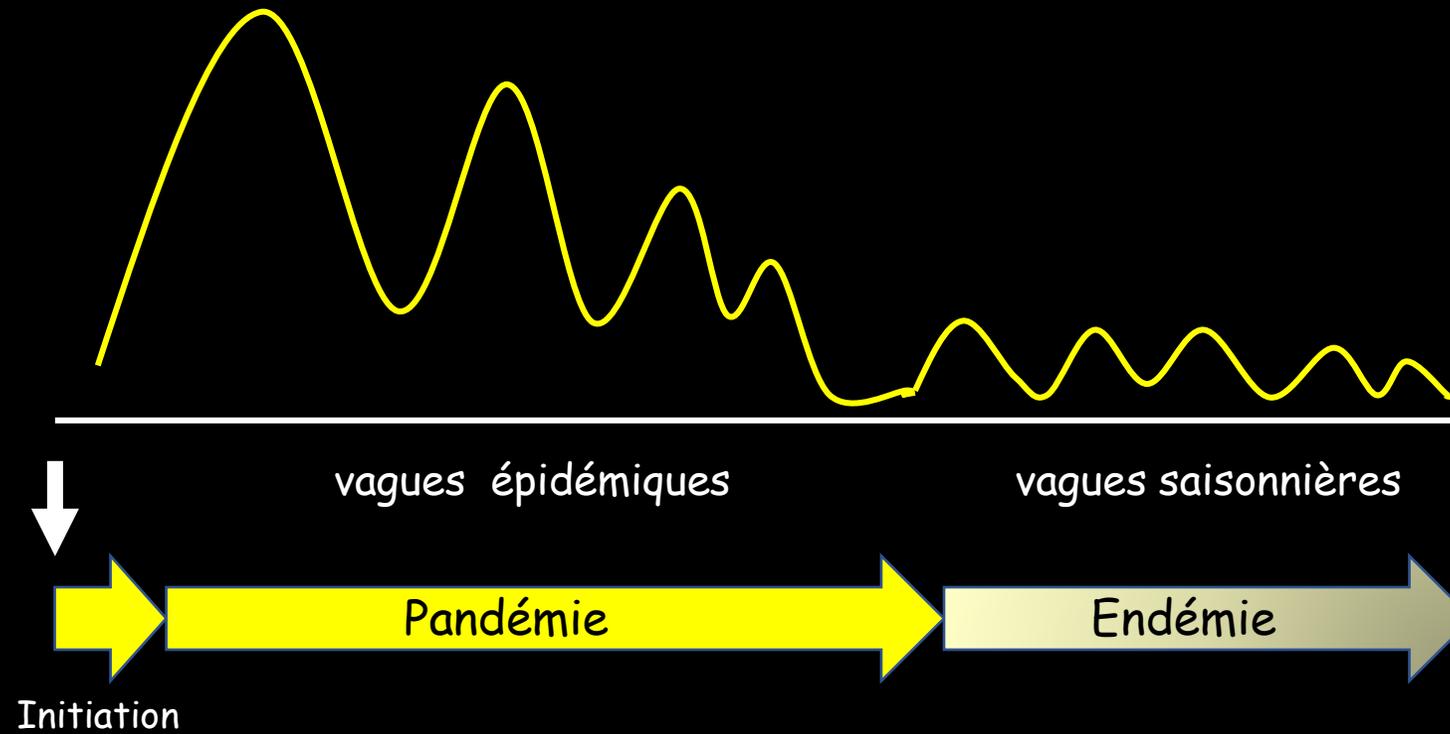
variants (Wuhan, alpha, delta, omicron BA-1, BA-2, BA-5...)



# Evolution mondiale des cas et des décès 2020-2022

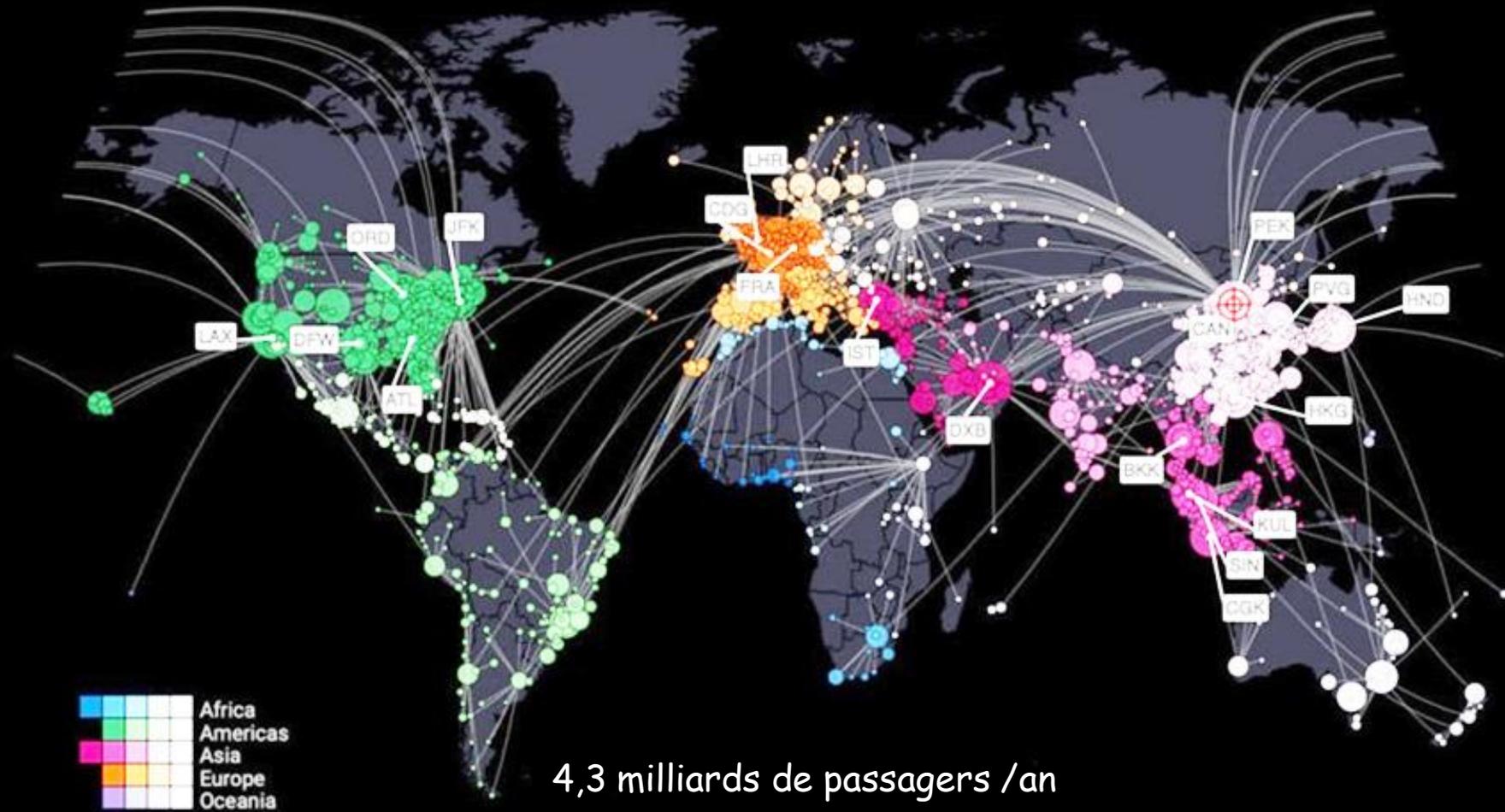


# Evolution des pandémies

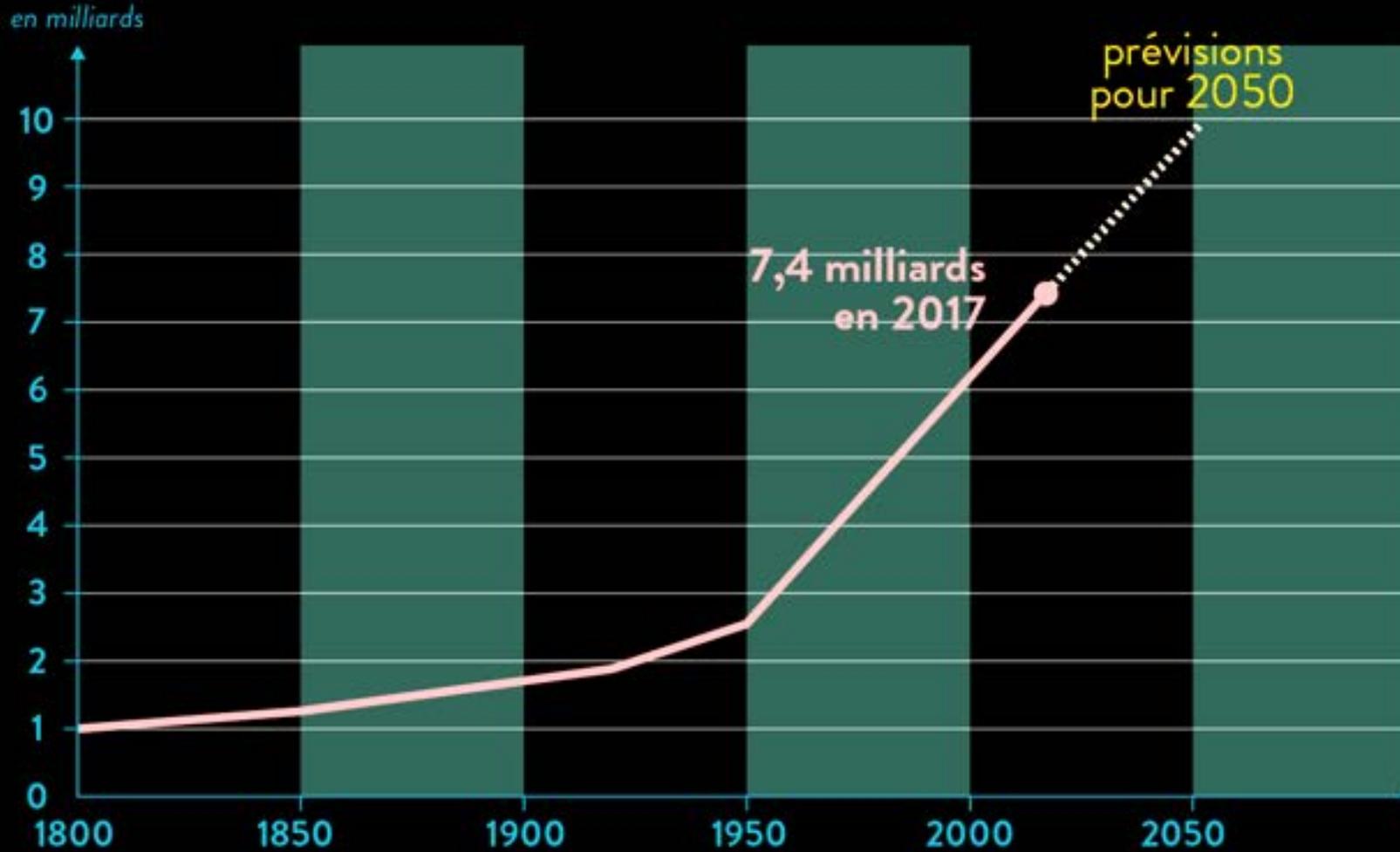


Facteurs de risques  
contemporains des pandémies

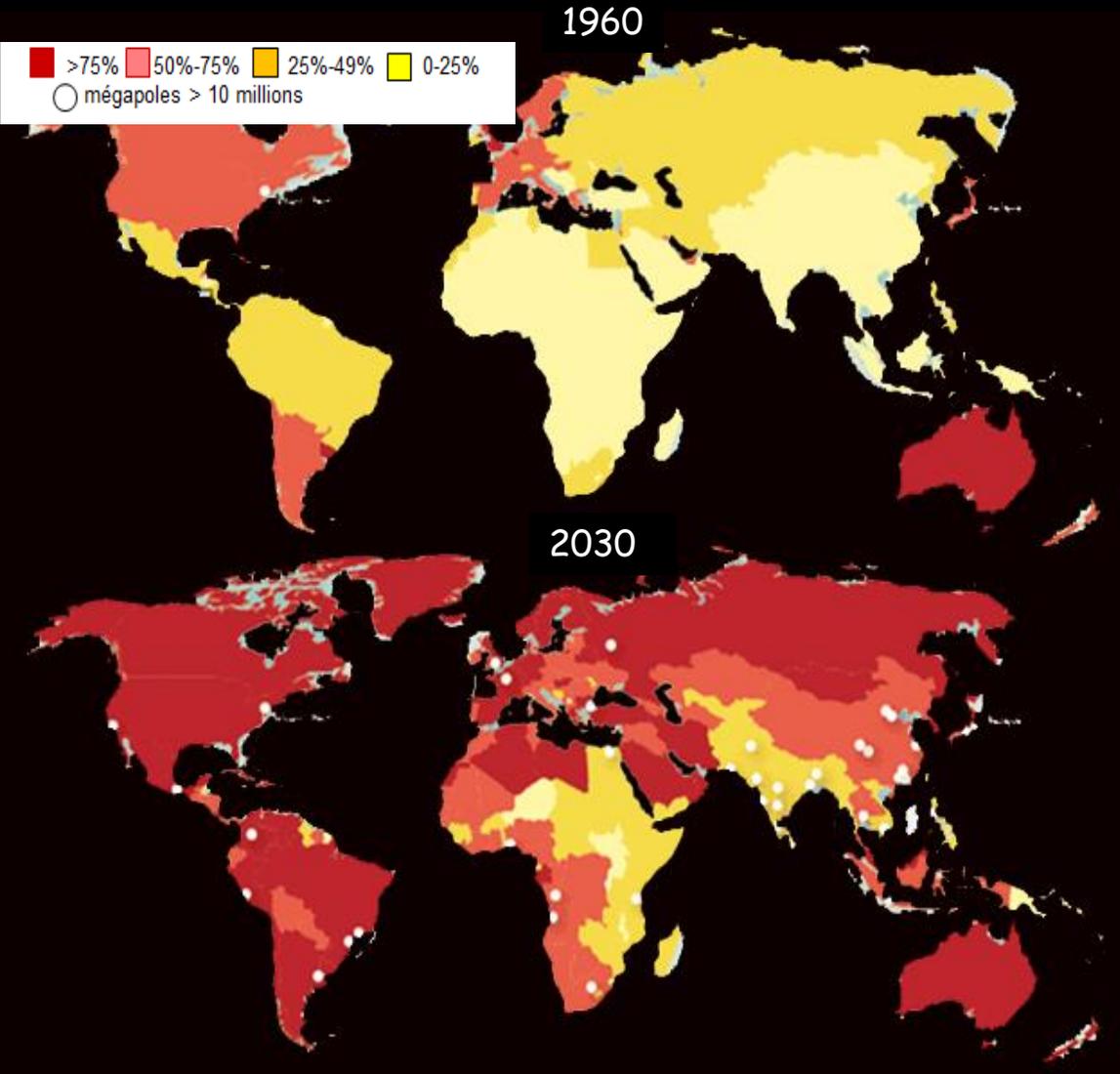
# Transports aériens mondiaux 2019



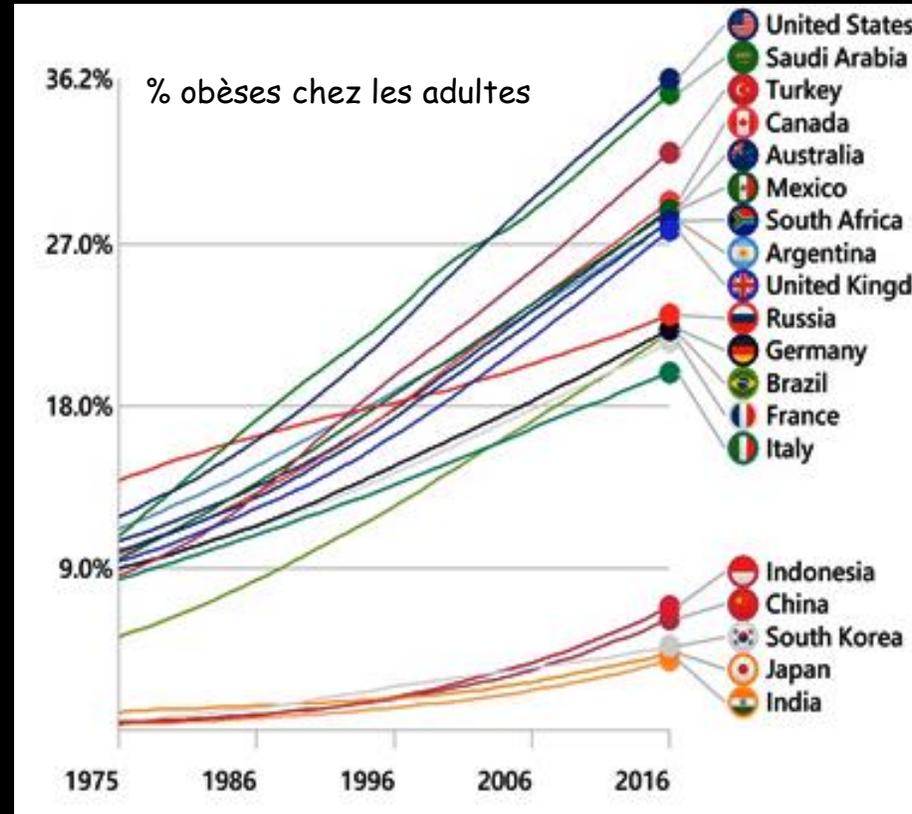
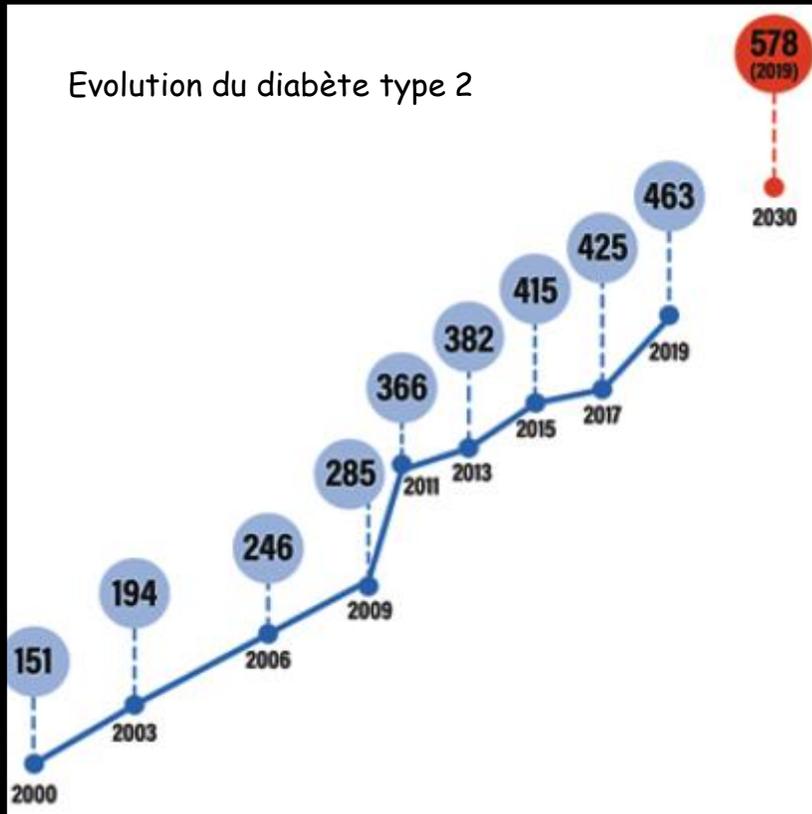
# Croissance démographique



# Urbanisation et mégapôles



# Pandémies silencieuses non-transmissibles

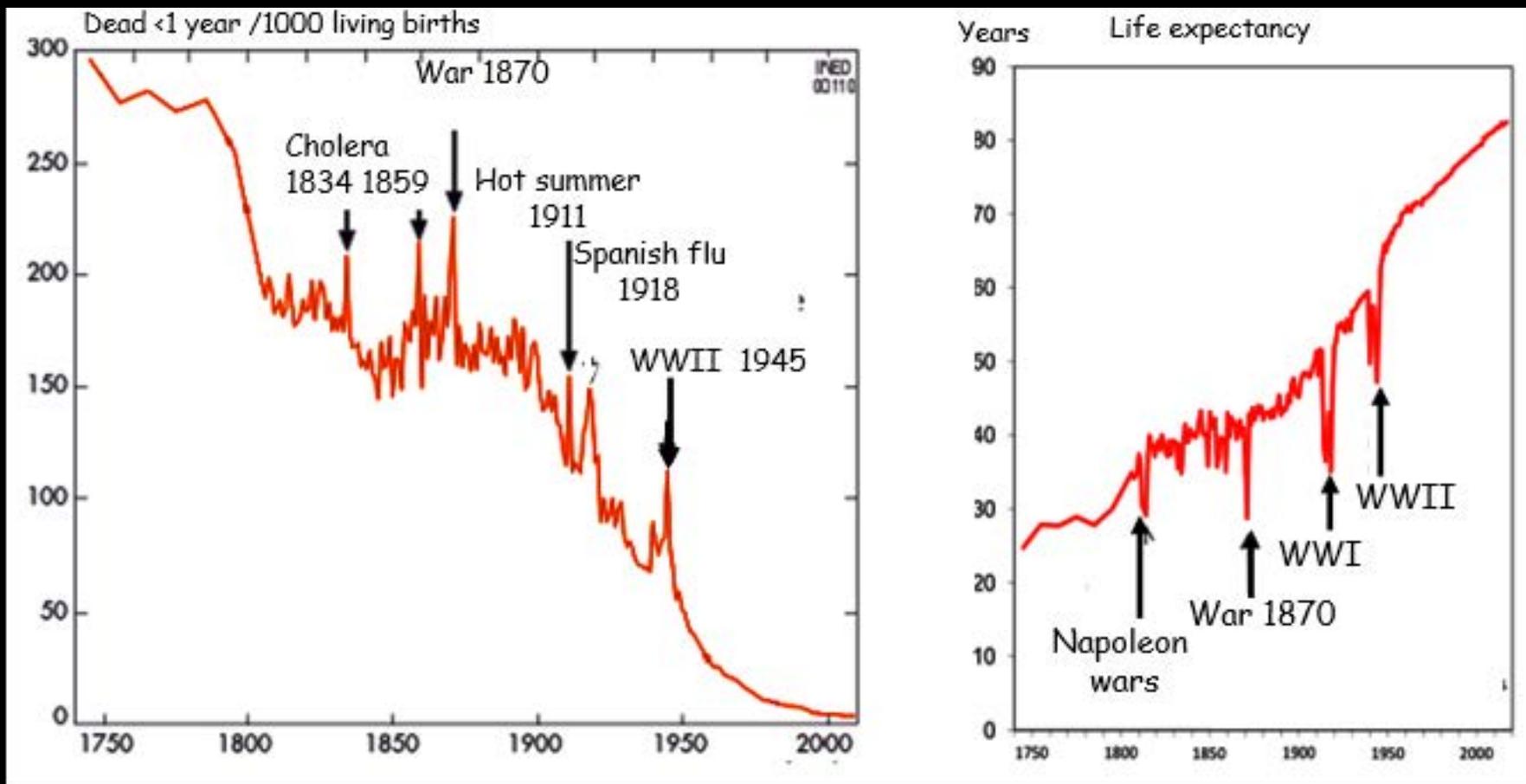


Pandémies résultant de facteurs nutritionnels, toxiques et socio-économiques (pauvreté)



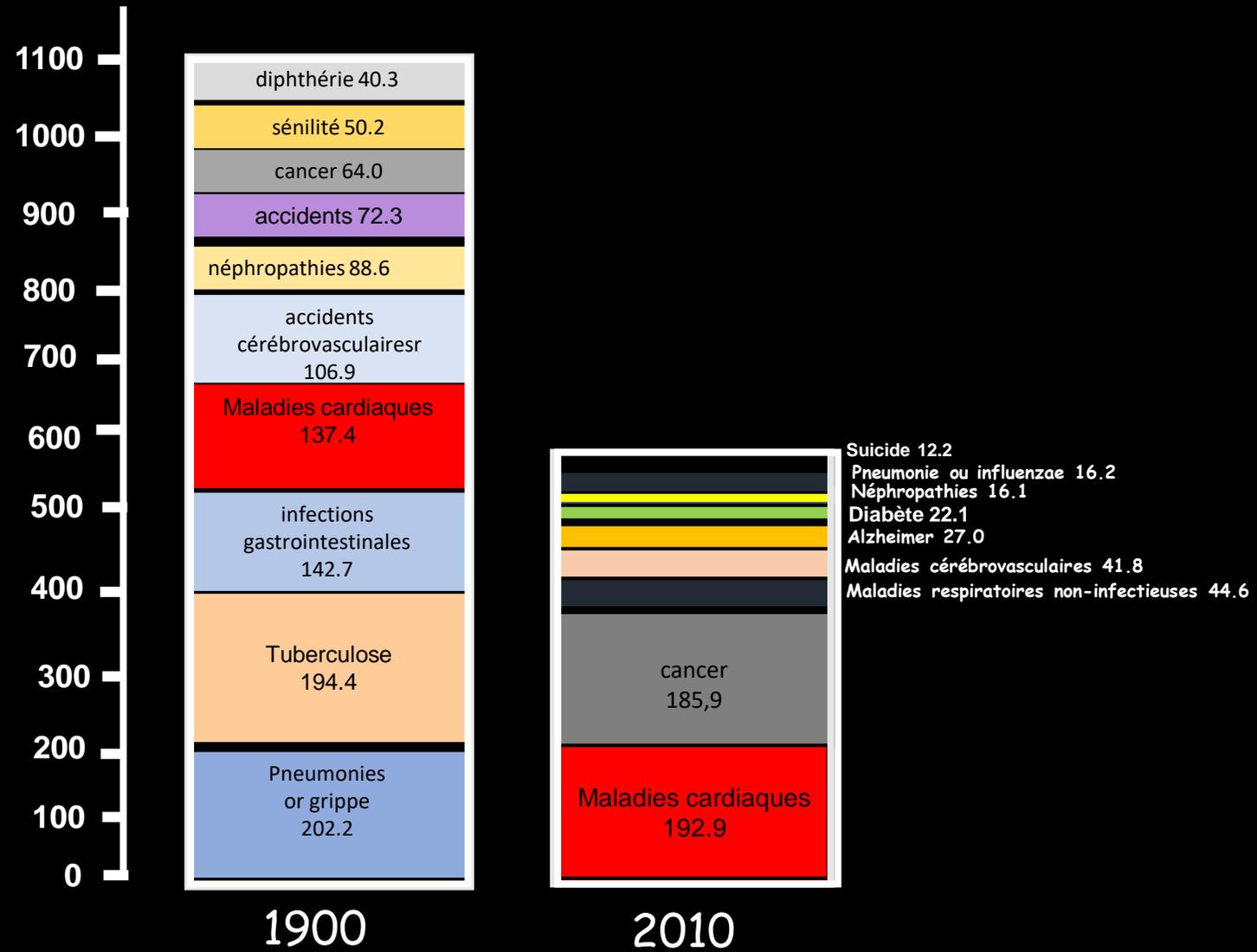
Diabète 463 millions,  
Obésité 650 millions  
Surpoids 1,9 milliard  
HTA 1 milliard  
BPCO 175 millions  
Cancers 18,1 millions nx cas/an

# Espérance de vie en France



# Mortalité mondiale selon la cause

N° décès /100 000



## Concept de *syndémie* appliqué à la Covid-19

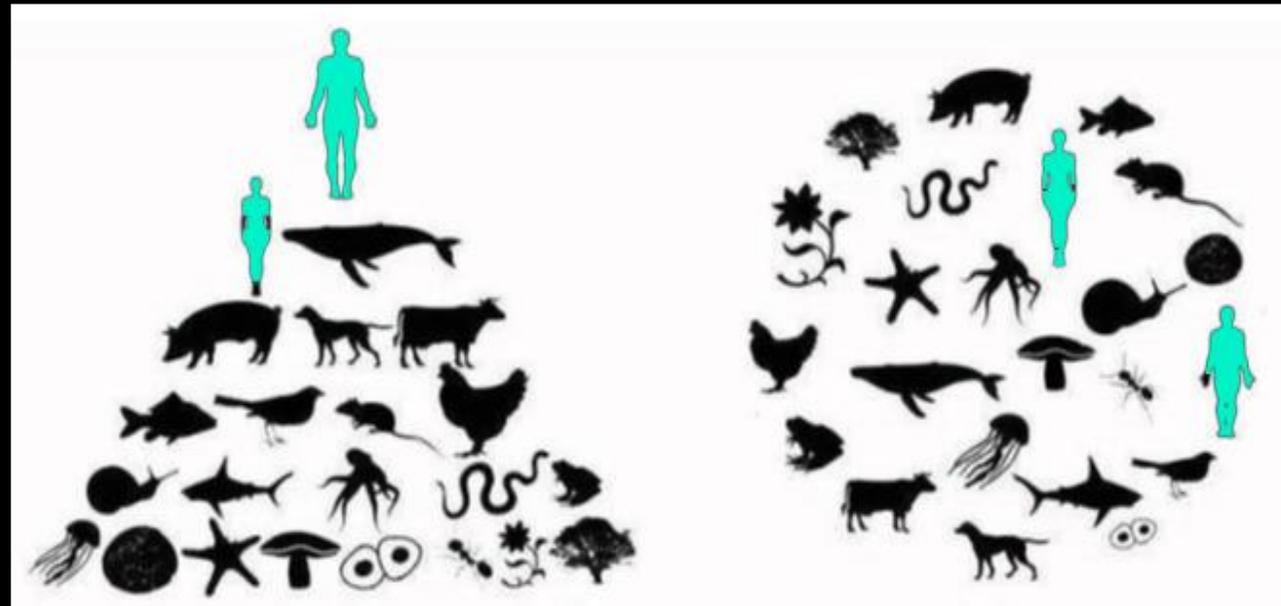
- **Les maladies ne sont pas indépendantes** : il existe des interactions synergiques entre elles, qui ont une importance considérable sur la mortalité des pandémies.
- **La pandémie de Covid-19 se superpose à d'autres pandémies** infectieuses (SIDA, malaria, tuberculose) et à d'autres pandémies chroniques "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