

Les facteurs et l'évolution de la mortalité

Thème N° 5, 1^e partie

Partie I. La longévité, l'espérance de vie et la mortalité (notions de base)

- Modèles de la mortalité et de survie
- Rapports entre la longévité, la mortalité et l'espérance de vie
- Problèmes de l'estimation (d'observation) de la longévité biologique
- Méthode de l'estimation de l'espérance de vie
- Mesures de la mortalité
- La structure de la mortalité selon l'âge dans le contexte biodémographique
- Facteurs de la mortalité et les causes de décès
- Classification des causes de décès et des maladies
- CIM – La classification internationale des maladies et ses causes de décès
- Mesures de la propagation, la persistance des maladies dans une population.

Partie II. Évolution historique de la situation épidémiologique et des causes de décès

- Quelques concepts de base : l'écologie (la symbiose) des hôtes et des parasites
- Parasitismes et maladies dans les forêts tropicales
- Parasitisme et maladies chez les agriculteurs et les éleveurs (« la révolution néolithique »)
- Les maladies de la civilisation (« maladies civilisées »)
- Aspect nutritionnel
- Transition épidémiologique
- Structure actuelle des causes de décès dans le monde
- Perspectives de la mortalité

Mesures de la propagation, la persistance des maladies dans une population : incidence et prévalence

- L'incidence (ou le taux d'incidence) est le nombre de nouveaux cas d'une pathologie observés pendant une période et dans une population déterminées.
 - un des critères les plus importants pour évaluer la fréquence et la vitesse d'apparition d'une pathologie
- La prévalence est une mesure de la présence d'une (ou plusieurs) pathologie dans une population à un instant donné.
 - Pour une affection donnée, (que le diagnostic ait été porté anciennement ou récemment)

$$\text{la prévalence} = \frac{\text{nombre de cas de maladies présents à un moment donné dans une population}}{\text{effectif de la population totale}}$$

La prévalence est une proportion qui s'exprime généralement en pourcentage

- **La relation entre l'incidence (I) et la prévalence (P) est**

$$P = I \times D$$

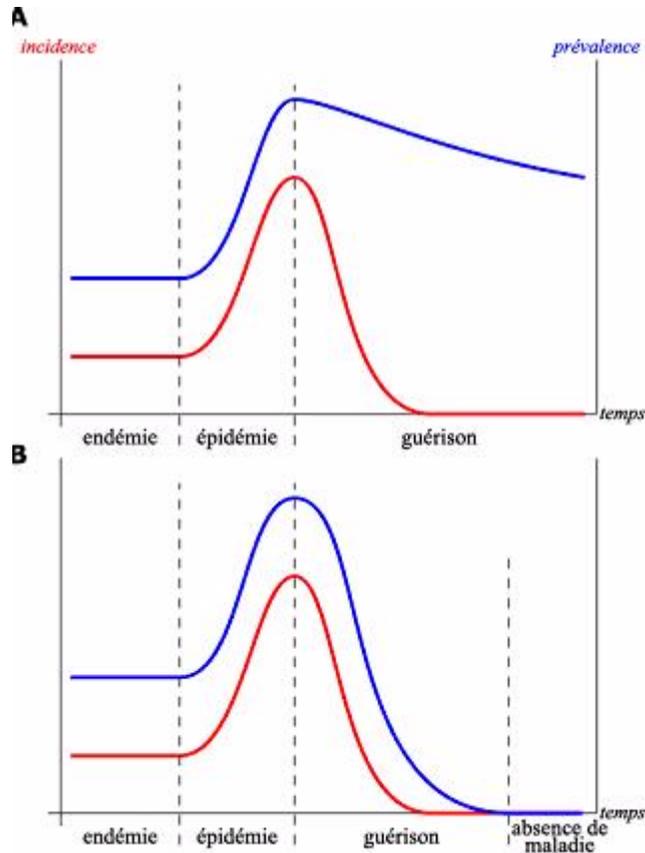
où D est la durée moyenne de la maladie.

Cette relation est valable si la prévalence est faible ($P < 5\%$)

L'endémie, l'épidémie et la pandémie

- **Une endémie** → la présence habituelle d'une maladie dans une zone géographique (prévalence positive, incidence stable)
 - peut se développer en épidémie, si les conditions environnementales le permettent
- **Une épidémie** → l'apparition, le développement ou la propagation rapide d'une maladie infectieuse aux effets significatifs,
 - augmentant l'incidence de la maladie au sein d'une population par rapport à la normale
 - le plus souvent par contagion (transmission directe ou indirecte)
 - peut également surgir sans qu'il y ait d'endémie préalable
 - à la suite de la dissémination du vecteur pathogène dans un environnement où il était jusqu'alors inexistant (prévalence et incidence initialement nulles). Alors seuls quelques cas suffisent pour provoquer un accroissement de l'incidence de la maladie et lui donner le caractère d'épidémique
 - une épidémie peut
 - 1) évoluer en pandémie
 - 2) régresser (l'incidence devenant très faible ou nulle) en endémie
 - 3) la maladie pouvant éventuellement disparaître à la fin.
- **Une pandémie** → une épidémie qui s'étend à la quasi-totalité d'une population d'un ou de plusieurs continents, voire dans certains cas de la planète,
 - soit à l'occasion de l'apparition (ou réapparition) d'un « nouveau » microbe ou virus contagieux, pathogène et non reconnu par le système immunitaire humain,
 - soit à l'occasion de l'émergence d'un sous-type résultant d'une modification génétique majeure.

Deux types d'épidémies



I. L'évolution d'une maladie ayant une faible influence la mortalité:

à la fin de l'épidémie la prévalence décline lentement, la persistance de la maladie (temps nécessaire à la disparition de son agent étiologique) est importante et la guérison de la population est longue.

II. L'épidémie d'une maladie qui

- 1 – soit augmente de façon importante la mortalité,*
- 2 – soit provoque l'immunisation après la guérison (ou les deux) :*

la prévalence décline plus rapidement dès la fin de l'épidémie, sa persistance est moins longue et la guérison de la population (ou la disparition de la maladie) est plus rapide

Modèle d'une épidémie

Soit

N – une population isolée (=10 000)

k – nombre de malades au début de l'épidémie (=10)

m – nombre d'individus susceptibles d'être malade (=9 988)

u – population nécessaire pour qu'un infecté transmette la maladie à un individu susceptible d'être infecté (=5000) → un malade infecte un sur 5 000

v – durée de la maladie (=14 jours)

t – période de mutation de l'agent pathogène /perte d'immunité (=700 jours)

x – population susceptible d'être infectée

y – population malade (porteurs de la maladie)

z – population immunisée (individus guéris et acquis l'immunité)

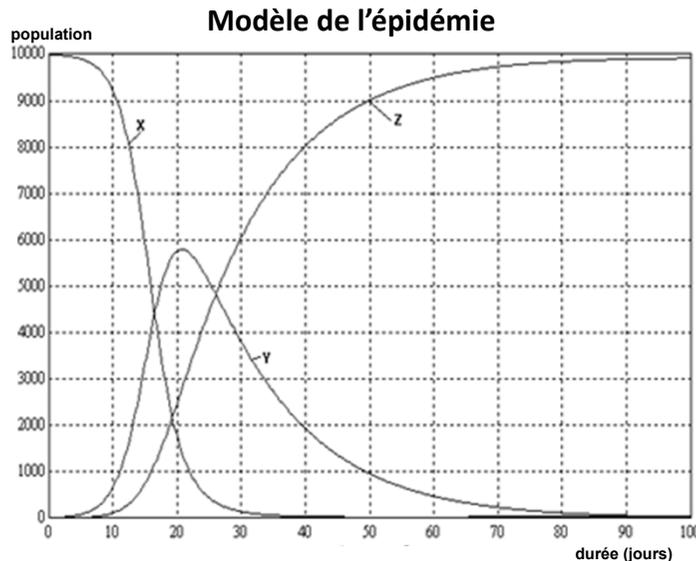
$\beta = 1/u$ – probabilité d'être infecté

$\mu = 1/t^*$ – probabilité de rester immunisé

$\gamma = 1/v$ – probabilité d'être malade

Modèle de l'épidémie en équations différentielles

$$\begin{cases} x' = \mu z - \beta xy & x(0) = m \\ y' = \beta xy - \gamma y & y(0) = k \\ z' = \gamma y - \mu z & z(0) = N - m - k \end{cases}$$



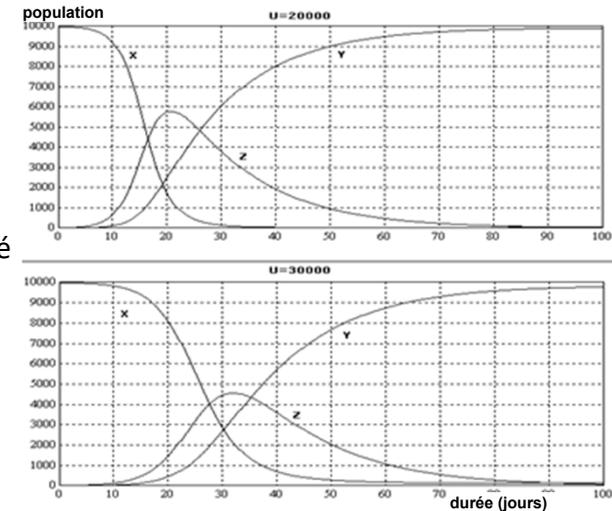
Résultats de la modélisation:

- Durée de l'épidémie = 90 jours
- Pic de l'épidémie, 5792 malades au 21^e jour

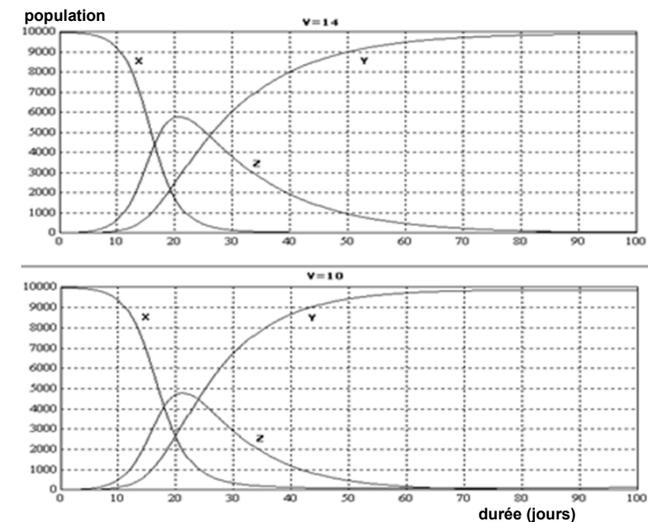
Résultats de la simulation

1. Diminution de la probabilité de contamination = isolation
L'isolation diminue le pic d'épidémie et prolonge sa durée
2. Le traitement (on guérit plus vite) diminue le pic et la durée de l'épidémie

1. Diminution de la probabilité de contamination (isolations des malades)



2. Diminution de la durée de la maladie (traitement, médicaments)



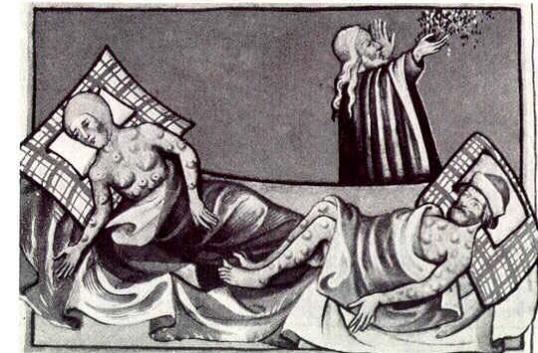
« Les pestes » dans l'histoire de l'humanité

- Égypte pharaonique (« plaie d'Égypte » : la peste ?, ou la maladie du charbon, la variole, la suette ?)
- - 430-429 AC : Athènes (fièvre typhoïde ? variole ?) cf. Thucydide *La guerre de Péloponnèse*, p. II, 48-53 voir annexe)
- 165-180 : peste « antonine » à Rome sous Marc Aurèle (la variole ? rougeole ?)
- 251-266 : peste de St. Cyprien dans l'Empire romain sous Trajan (le typhus ? la variole ? rougeole ?)
- 541-767 : Peste de Justinien – près de 15 épidémies, première pandémie de la peste bubonique provoquée par *Yersinia pestis*, (cf. Harbeck, Häscher et al. *Yersinia pestis* DNA from Skeletal Remains from the 6th Century AD Reveals Insights into Justinianic Plague <http://journals.plos.org/plospathogens/article?id=10.1371/journal.ppat.1003349>)

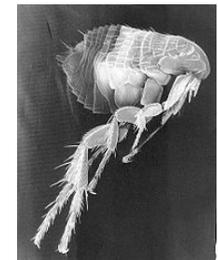


• 1347-1352 : Peste « noire »

→ deuxième pandémie de la peste bubonique en Europe, en Asie et en Afrique a fait mourir de 50 à 70 millions (dont au moins 25 million ou plus de 1/3 de la population de l'Europe)



- 14^e – 19^e siècles : plusieurs épidémies et pandémies
 - ex.: 1771 – émeutes « de peste » à Moscou ;
 - 1894 – la peste de Chine (ravage plus de 50 grands ports, mais c'était la dernière pandémie)
 - Alexandre Yersin découvre le bacille responsable de la maladie - *Yersinia pestis*
 - en 1893 Mordecai-Wolff Harkin propose une vaccine
- 15^e – 16^e siècle : la suette de Tudor (Angleterre 1486, 1507, 1518, 1529 et 1551; Nord de l'Europe 1529)
- 17^e siècle : la suette picarde ou miliaire (France, 1712, 1750-1782, 1830-1880, 1906)



Les routes de pestes en Europe

Trajets des épidémies de peste de Justinien, VIe – VIIIe siècles (d'après M. Rouché)

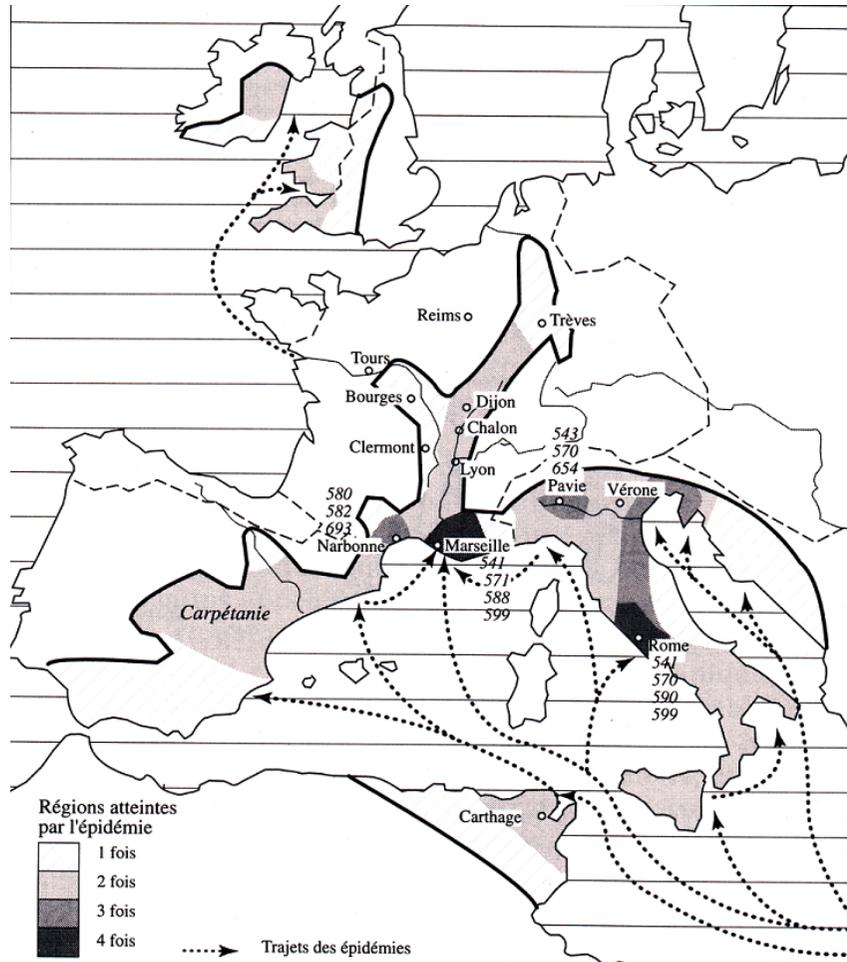


Image reproduite de *l'Histoire des populations de l'Europe* v.1, p.148 (chapitre III de Michel Rouché)

Trajets des épidémies de peste « noire », 1347-1353

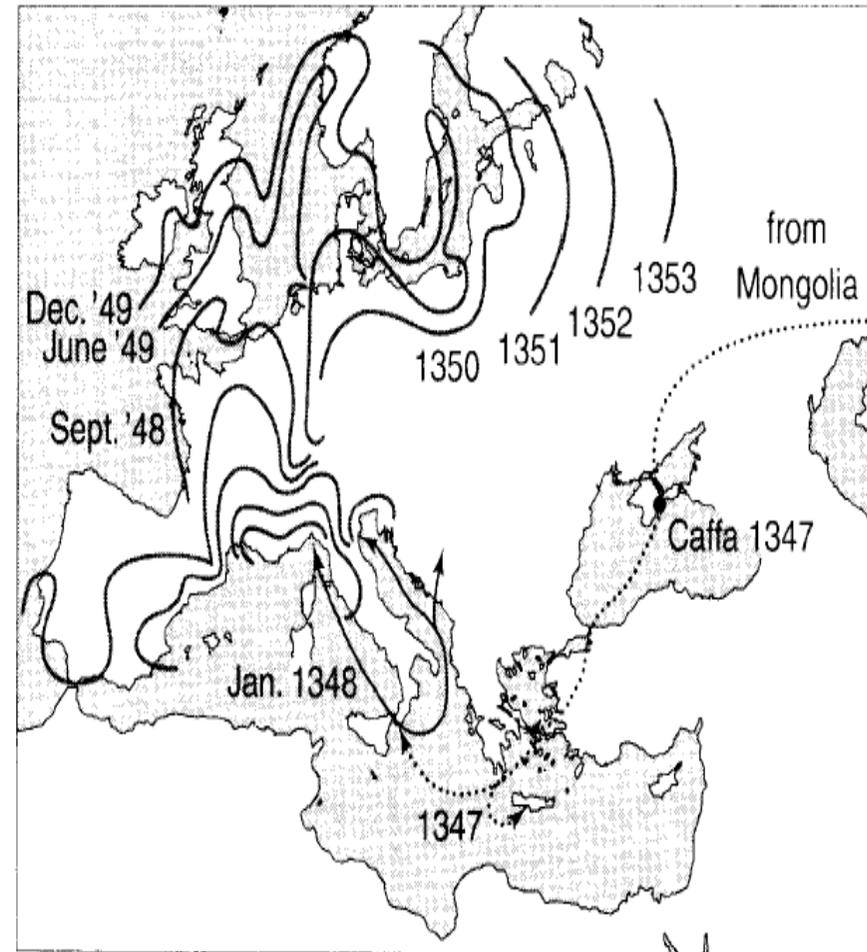
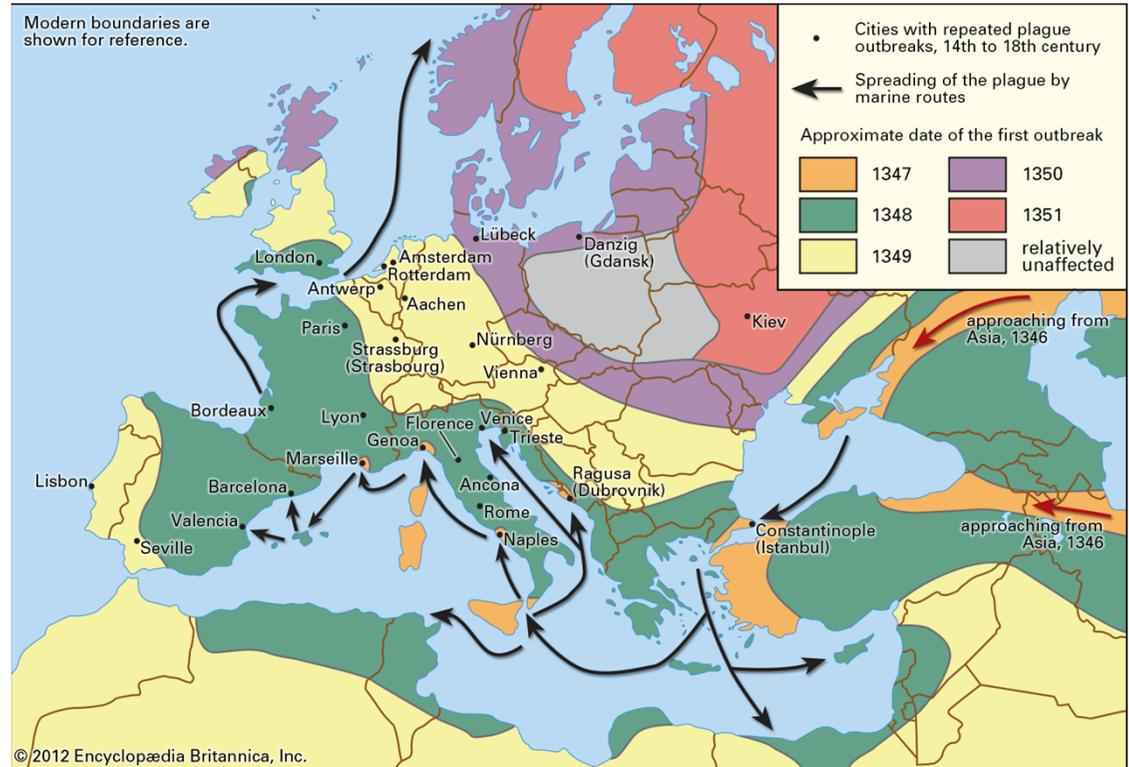


Image reproduite de McEvedy and R.Jones *Atlas of world population history*, 1978, p.25

Peste noire en Europe (deuxième pandémie) : contexte et conséquences



Carte animée "Black Death strikes Europe: 1347-1353" réalisée par Andrei nacu (cf. English Wikipedia)



Origine : les steppes de l'Asie Centrale et de la Mongolie (endémique)

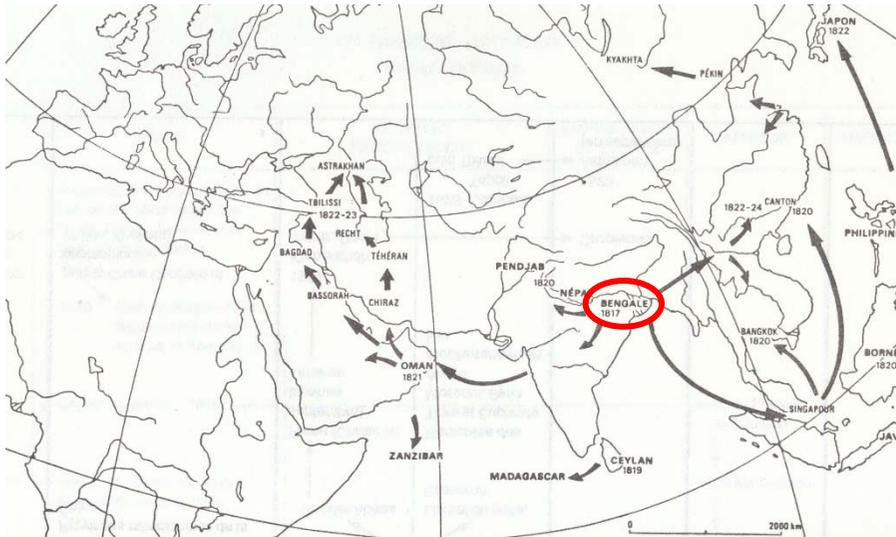
Transportation possible : migration des populations nomades vers les populations sédentaires et les civilisations urbaines (invasions mongoles, commerce par la route de soie)

Débuts de la pandémie : la Chine, 1334 et l'Inde avec ~25 millions de décès, 15 ans après Europe : Caffa, Constantinople, Genes etc... (cf. Kohn, George C. (2008). Encyclopedia of plague and pestilence: from ancient times to the present. Infobase Publishing. p. 31),

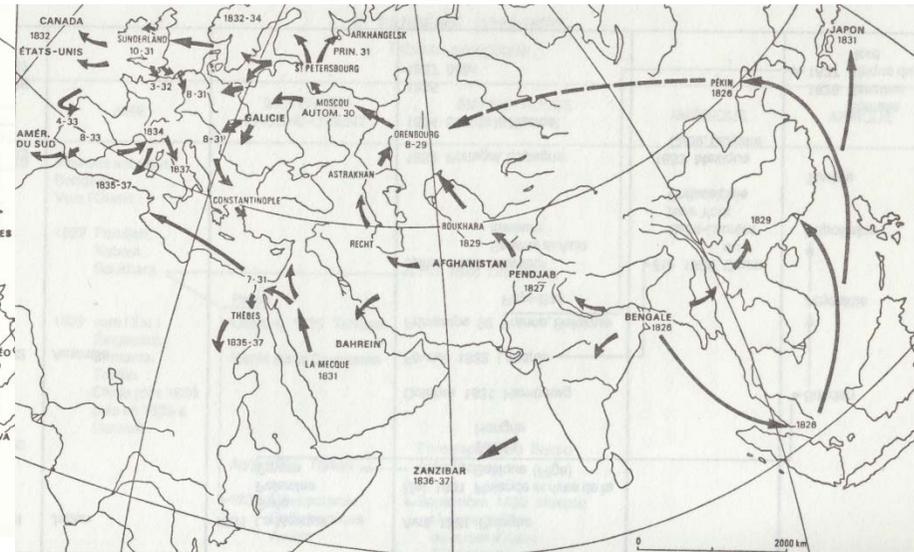
- Diminution importante et rapide probablement de 30 à 50% de la population de l'Europe entre 1347-1353 (ex.g., la moitié de la population londonienne, 2/3 d'étudiants à Oxford)
- Déficit de main-d'œuvre, augmentation du coût de travail
- Diminution des recettes provenant des taxes traditionnelles... etc.
- Introduction des nouvelles taxes, réglementation de la paie de travailleurs, monétisation
- Soulèvements populaires et expiration du système économique féodal (Jacquerie en France, 1353, Révoltes de paysans en Angleterre, 1381,

Les premières pandémies du choléra

1817-1823



1829-1837



Peur bleu (PJ 1912)

- La première description par un Européen en 1503 (lors du voyage de Vasco da Gama) : rapport sur une épidémie mortelle à Calcutta (diarrhée et mort rapide, en 8 heures; 20 000 décès)
- Les premières épidémies en XVII siècle vers l'Indonésie et probablement la Chine
- La première pandémie dès 1817 allant jusqu'à la Russie (Astrakhan)
- La seconde pandémie dès 1829 a déjà frappé l'Europe et l'Amérique du Nord
- Jusqu'à la fin de XIX siècle la nature du choléra (asiatique) est mal connue, on le confond avec le *choléra nostra* (gastro-entérite)
- En 1883 – la découverte du bacille (vibron) cholérique par Robert Koch et son équipe
- En 1892 (18 juillet) le développement d'un premier vaccin contre le choléra par Vladimir Havkin
- Début du XX siècle – javellisation de l'eau (ex.g. Marseille, 1911)
- Actuellement 250 000 – 230 000 cas dans le monde, ~6 000 décès par an



Vladimir Havkin (1860-1930)

Lecture: P. Bourdelais et J.-Y. Raulot (1987) *Une peur bleue. Histoire du choléra en France. 1832-1854*, Payot, Paris (sources des cartes)

Autres grandes épidémies, pandémies

7 pandémies du cholera:

- 1re pandémie (1817-1824) : l'Asie → l'Afrique orientale → l'Asie mineure (1823) → Russie et l'Europe.
- 2e pandémie (1826-1841) : de la Mecque → l'Égypte → l'Europe.
- 3e pandémie (1846-1861) : de la Chine → le Maghreb (en particulier l'Algérie) → l'Europe.
- 4e pandémie (1863-1876) : l'Europe du Nord, Belgique (1866) → France, l'Afrique du Nord → l'Amérique du Sud.
- 5e pandémie (1883-1896) : de l'Inde vers l'est et l'ouest sur plusieurs continents.
- 6e pandémie (1899-1923) : à partir de l'Asie → Russie → Europe centrale et occidentale.
- 7e pandémie (depuis 1961) : de l'Indonésie en 1961, → l'Asie (1962) → le Moyen-Orient et une partie de l'Europe (1965), → l'Afrique (1970) → l'Amérique latine (1991). Devenu endémique en Afrique.

La grippe dite « russe » ou « chinoise » (H2N2) s'est répandue entre 1889 et 1984 :

- Chine → Russie → Europe occidentale
- 1889-90 (russe) : ~ 1 million de décès; 1957-58 (« asiatique ») : ~1-1,5 million; 1968-69 (« de Hong Kong », H2N2) ~0,75-1 million.

La grippe « espagnole » (H1N1) de 1918 à 1920 :

- une des pandémies les plus mortelles de l'histoire, avec de 20 à 40 millions de morts
- Chine et au Japon → Russie → Europe → Amérique du Nord.

Le sida depuis 1984 :

- aujourd'hui considéré comme une pandémie ;
- environ quarante millions de personnes sont infectées en vingt-cinq ans (les estimations sont incertaines);
- peut devenir la plus mortelle de l'histoire humaine.

Grippe « espagnole » dans les grandes agglomérations urbaines en 1918-1919

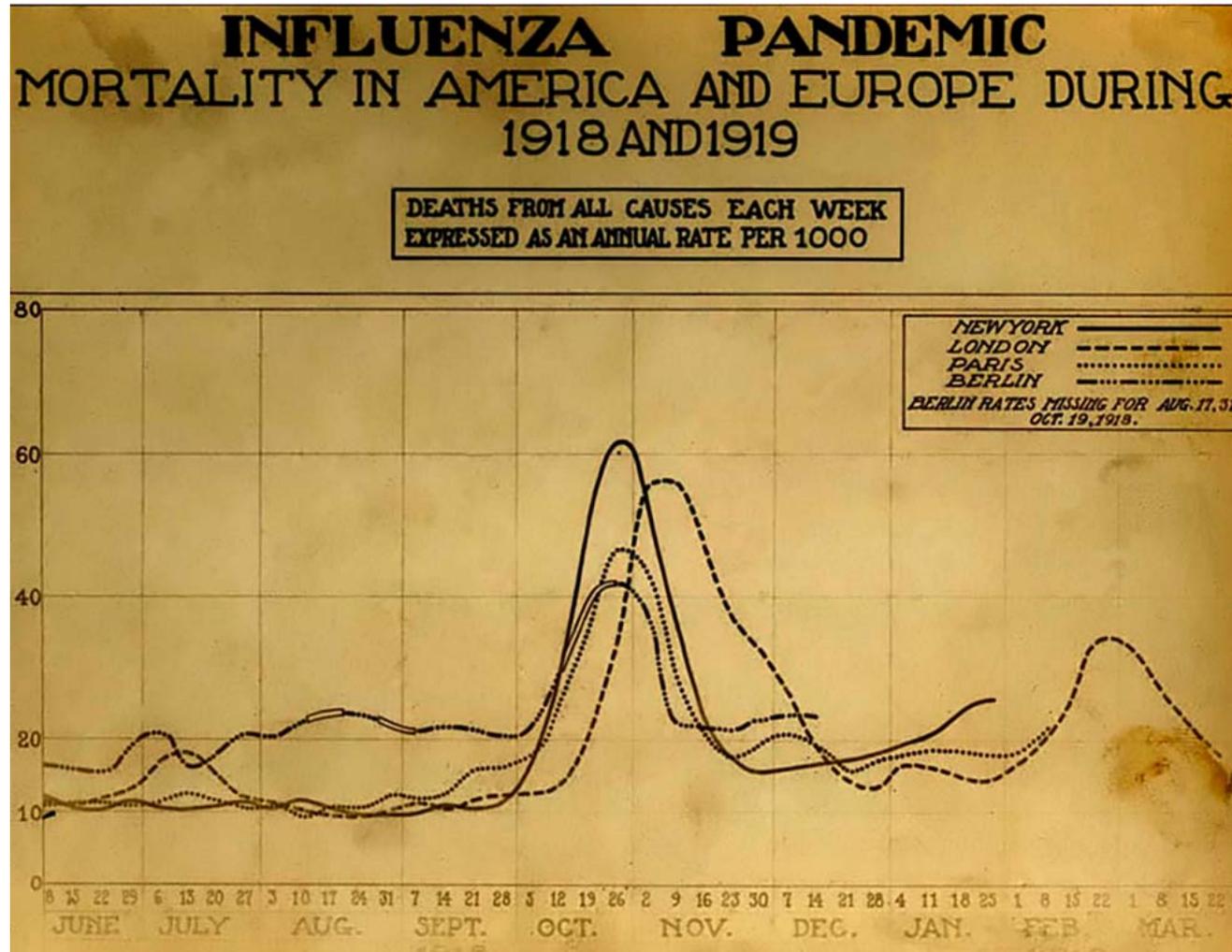


Image originale: National Museum of Health and Medicine (Maryland, USA)

Source: *Pandemic Influenza: The Inside Story*. Nicholls H, PLoS Biology Vol. 4/2/2006, e50 <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pbio.0040050>