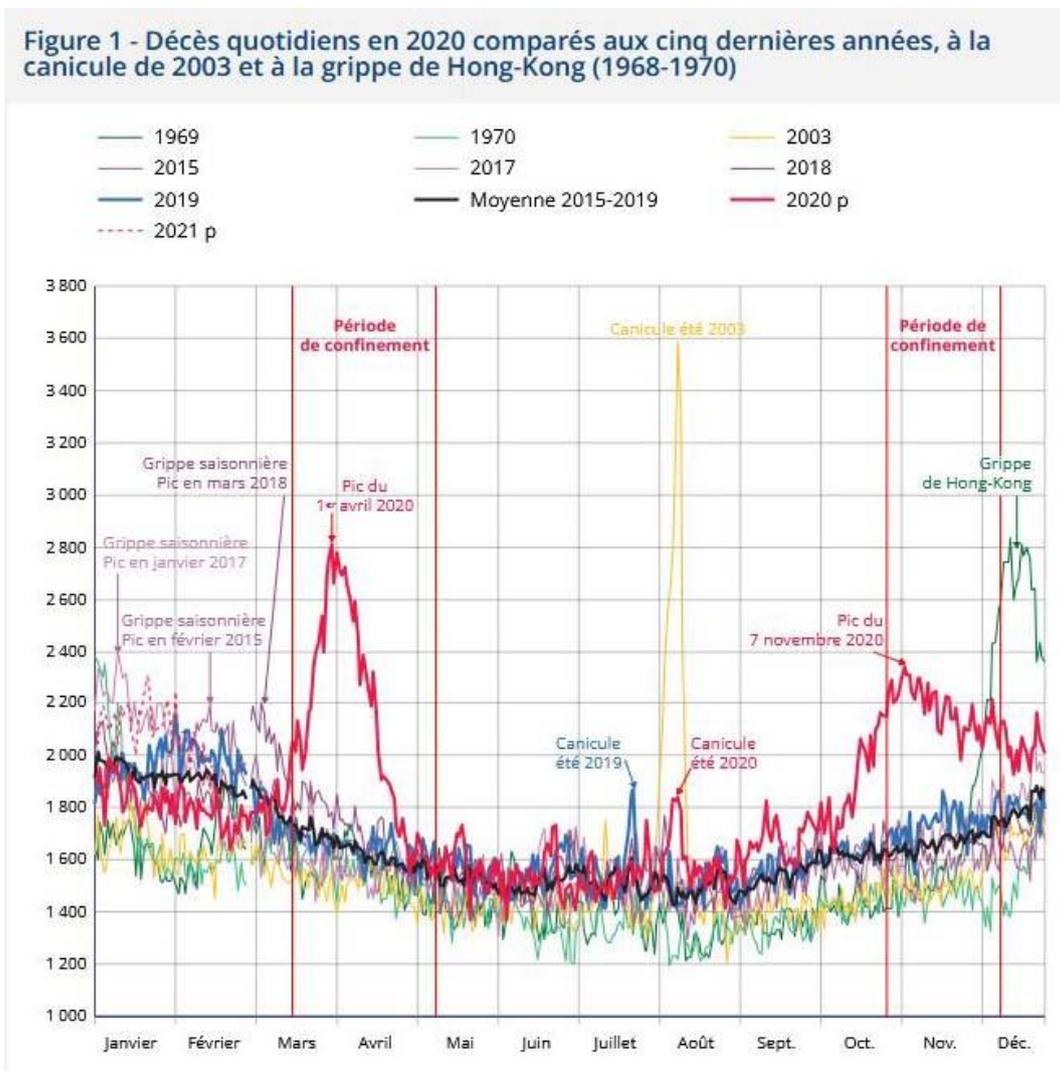


Covid 19 – Confinement de mars 2020

Compte tenu de la pénurie de tests Covid utilisables début mars 2020, il était alors impossible de connaître directement (même par d'éventuels sondages) le nombre réel de personnes infectées. La seule méthode permettant d'évaluer et de prévoir à cette époque la rapidité du développement de l'épidémie était essentiellement basée sur le décompte quotidien d'entrées à l'hôpital, d'entrées en service de réanimation et de décès provoqués par cette épidémie. Toutefois, ces chiffres n'étaient pas très fiables compte tenu d'incertitudes sur les causes réelles des hospitalisations et des décès, ainsi que par l'absence de prise en compte d'une partie importante des décès Covid survenus en dehors du système hospitalier. Enfin, les critères d'attribution d'un décès au Covid pouvaient varier de pays à pays.

Il est maintenant possible de disposer d'une évaluation beaucoup plus fiable de la surmortalité quotidienne réellement due au Covid en comparant le nombre total de décès, toutes causes confondues, de l'année 2020 à ceux des années voisines (graphique fourni par l'INSEE).



On constate qu'en 2020 le nombre total de décès quotidiens est passé d'environ 1 800 début mars (niveau comparable à celui des années voisines) à 2 800 début avril. Le supplément de décès quotidiens

lié à l'arrivée du Covid est donc passé en un mois de pratiquement 0 à environ 1 000 au 1^{er} avril (soit 2 semaines après le début de la décroissance des infections résultant du confinement).

Principe du calcul du développement d'une épidémie au sein d'une entité géographique à mode de vie homogène.

Contrairement à ce qui est habituellement affirmé, la modélisation du développement d'une épidémie ne demande aucune connaissance mathématique de haut niveau (calcul différentiel et intégral, équations différentielles, chaînes de Markov ...). Il suffit de maîtriser la règle de trois et l'utilisation d'un tableur.

Quelle que soit l'entité étudiée, il existe un coefficient dit R_0 qui exprime le nombre moyen d'individus susceptible d'être contaminés à qui une personne malade transmet l'infection pendant la durée entre sa propre contamination et le moment où elle n'est plus contagieuse. Ne sont pas contaminables les personnes qui ont été atteintes récemment par la même maladie, ou celles qui bénéficieraient d'une éventuelle immunité naturelle (ainsi qu'à partir de 2021 les personnes ayant été vaccinées, bien qu'apparemment cette vaccination ne se soit pas révélée totalement efficace pour contrecarrer la transmission de la maladie, et que de toute façon son effet ait été d'une durée limitée)

Lors de l'apparition d'une nouvelle maladie, R_0 n'est pas connu. Lorsque l'épidémie se développe ; il peut être évalué par des méthodes statistiques.

On estime que lors de l'arrivée du virus Covid 19 en France et dans d'autres pays de mode de vie comparable le R_0 associé au virus Covid 19 était de l'ordre de 3.

Un autre facteur intervenant dans le calcul de l'évolution de l'épidémie est la durée D entre la contamination d'un individu et le moment où il cesse d'être contagieux (par guérison ou décès). Au cours de l'infection d'un individu, la contagiosité varie de jour en jour : elle est généralement nulle pendant la période d'incubation, forte en début de maladie, puis décroissante jusqu'à la guérison ou jusqu'au décès. Cependant les simulations que nous avons pu faire à partir de profils réels mesurés pendant l'épidémie Covid 19 de 2020 montrent que la répartition uniforme de la contagiosité totale entre les D jours mentionnés plus haut ne modifie pas sensiblement le résultat des calculs de la vitesse de développement de l'épidémie.

Ce qui précède nous permet le calcul suivant dans le cas de l'arrivée en France du Covid début 2020 :

- Dans une population N totalelement contaminable un individu malade infecte 3 autres personnes en D jours
- Si seules S personnes parmi les N sont contaminables ceci réduit le nombre moyen de personnes contaminées en D jours par 1 malade à $3 \times S/N$
- En 1 jour ce nombre moyen de contaminations par 1 malade devient $3 \times S / (N \times D)$

Le développement de l'épidémie peut donc être modélisé par les équations traduisant les affirmations suivantes :

En 1 jour, I individus contaminés en infectent : $3 \times S \times I / (N \times D)$.

Ces individus contaminés le jour J ne sont plus ni contagieux, ni contaminables D jours plus tard.

Bien noter que ceci n'est pas la modélisation enseignée au niveau mondial aux médecins et aux biologistes dans les cours élémentaires d'épidémiologie.

En effet ces cours professent (sous prétexte de respecter des équations datant de 1927 et mal comprises) que si au jour J existent I malades dont la durée moyenne de contagiosité est de D jours, I / D guérissent le jour J. Dans la réalité, en début d'épidémie, I croît rapidement chaque jour. Le nombre de ceux qui guérissent effectivement le jour J n'est donc pas I / D, mais est égal au nombre de ceux qui sont tombés malades D jours plus tôt, très inférieur. L'épidémie réelle se développe donc plus rapidement que ce qu'indique le modèle enseigné dans les cours élémentaires d'épidémiologie qui fait « guérir » un nombre excessif de malades dans la phase de croissance de l'épidémie.

Ceci permet la réalisation du tableur qui suit où on a pris D = 14 jours.

Colonne 1 : date

Colonne 2 : nombre total de personnes susceptibles d'être contaminées (S)

Colonne 3 : nouvelles infections quotidiennes (i)

Colonne 4 : fins de contagion quotidiennes par guérison ou décès (r)

Colonne 5 : nombre total de personnes en cours d'infection (I)

Colonne 6 : nombre total de personnes ne pouvant plus être contaminées (R)

Colonne 7 : nombre de décès quotidien

1	2	3	4	5	6	7
	S_n	i_n	r_n	I_n	R_n	D_n
Jour 0	67 000 000	0	0	0	0	0
Jour 1	$67\,000\,000 - i_1$	i_1	0	$I_1 = i_1$	0	0

Jusqu'au jour D (pas de guérison/décès ; S/N très proche de 1)

1	2	3	4	5	6	7
Jour n	S_n	i_n	0	I_n	0	0
Jour n + 1	$S_n - i_{n+1}$	$i_{n+1} = 3 \times I_n / D$	0	$I_n + i_{n+1}$	0	0

A partir du jour D + 1 (guérison/décès D jours après infection ; S/D décroissant ; d taux de décès)

1	2	3	4	5	6	7
Jour n	S_n	i_n	$r_n = i_{n-D}$	I_n	R_n	$d \times r_n$
Jour n + 1	$S_n - i_{n+1}$	$i_{n+1} = 3 S_n I_n / (N D)$	$r_{n+1} = i_{n-D+1}$	$I_{n+1} = I_n + i_{n+1} - r_{n+1}$	$R_{n+1} = R_n + r_{n+1}$	$d \times r_{n+1}$