

L'évolution de l'épidémie de coronavirus en Italie

Par Enrico Bucci, Enzo Marinari - publié le 2/3/2020

En février 2020, un foyer d'infection à coronavirus par le SRAS-nCoV-2 a été identifié dans le nord de l'Italie, dont les proportions suggèrent un état d'avancement significatif déjà au moment de l'identification du premier patient (20 février). Depuis cette date, un nombre toujours croissant de cas d'infection ont été détectés quotidiennement, à tel point qu'en dix jours, le nombre de 1000 sujets trouvés infectés a été dépassé.

La stratégie d'échantillonnage des sujets à tester était initialement différente sur le territoire national. La Vénétie, par exemple, a échantillonné sur une base géographique (cercles concentriques autour des municipalités de la région et dans certains cas autour des hôpitaux), tandis que d'autres régions ont plutôt échantillonné principalement sur la base de la possibilité d'infection liée à la proximité avec des cas déjà connus. La stratégie a été par la suite transformée et unifiée, et modifiée en un échantillonnage de sujets symptomatiques uniquement.

Cependant, il existe au moins une donnée qui, pour des raisons évidentes, n'est pas affectée par les différences d'échantillonnage, à savoir le nombre cumulé de sujets subissant des soins intensifs. Cela vaut également pour le nombre de décès qui, heureusement encore très faible, est soumis à de plus grandes fluctuations statistiques dans son évolution quotidienne.

Analyse

Le nombre cumulé de décès et le nombre cumulé de patients en thérapie intensive ont été obtenus grâce aux communications de la protection civile qui, depuis le 24 février, ont informé les Italiens de l'évolution de l'épidémie. L'évolution de ces deux nombres, à partir du 24 février, est représentée dans les deux graphiques suivants.

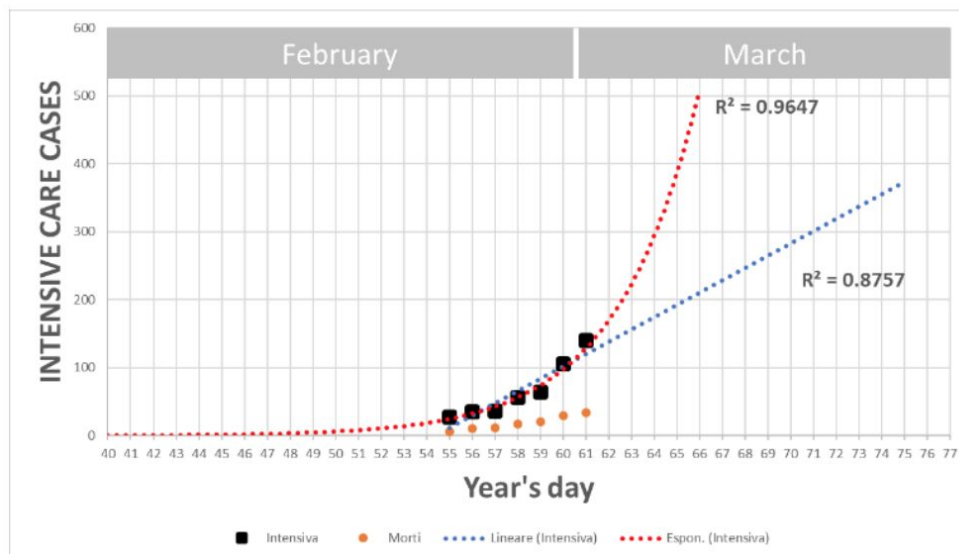
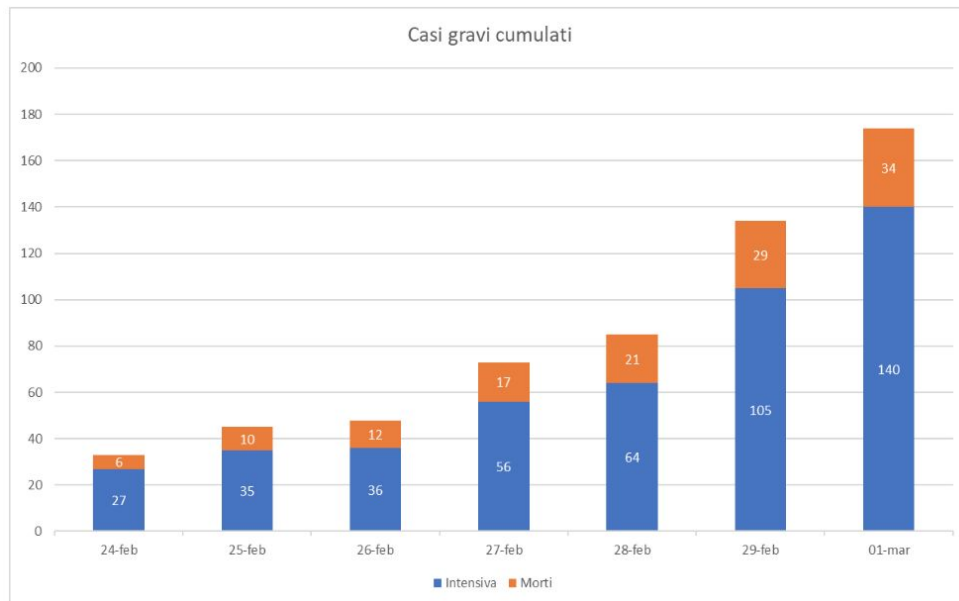


Figure 1. Nombres cumulés de patients en soins intensifs (noir) et de décès (orange).

Comme vous pouvez le voir dans le deuxième graphique (ci-dessus), où le nombre de jours depuis le début de l'année est indiqué sur l'axe des abscisses, l'évolution dans le temps du nombre d'individus dans des conditions graves est mieux approximé par une courbe exponentielle, avec un temps de doublement proche de 2,6 jours (à titre de comparaison, une extrapolation linéaire des données est également représentée dans le graphique). Le temps de doublement coïncide avec le temps caractéristique de la loi exponentielle multiplié par la valeur $\log(2)$, égale à environ 0,69.

En étendant aux prochains jours l'extrapolation exponentielle, qui est bien plus plausible statistiquement que le comportement linéaire ou en loi de puissance, on sait comment le nombre de lits requis en réanimation croîtra très rapidement au cours de la première semaine de mars, ce qui permet de prédire une situation de crise évidente pour les structures de santé de la

zone, car au moins 350 lits en unités de soins intensifs pourraient être nécessaires d'ici le 5 mars (et plus encore plus tard).

En analysant rétrospectivement la courbe exponentielle obtenue, on obtient que les premiers cas graves auraient émergé à une date proche du 10 février, ce qui, considérant la relation entre les cas graves et infectés et le temps d'évolution des symptômes de l'infection, suggère que l'épidémie actuellement en cours a commencé pendant les dix derniers jours de janvier (avec la possibilité qu'elle ait commencé plus tôt si la détection de cas graves dans des lieux autres que ceux actuellement surveillés nous a échappé).

Pour analyser l'évolution des cas graves et déterminer si elle est cohérente avec celle du nombre total de cas hospitalisés et celle du nombre total de patients trouvés infectés, l'extrapolation peut être répétée. Avec cette analyse, on obtient des courbes qui, à moins d'une constante d'échelle, ont le même comportement. Dans tous les cas analysés, l'analyse qui implique un développement exponentiel est préférée à une loi de puissance.

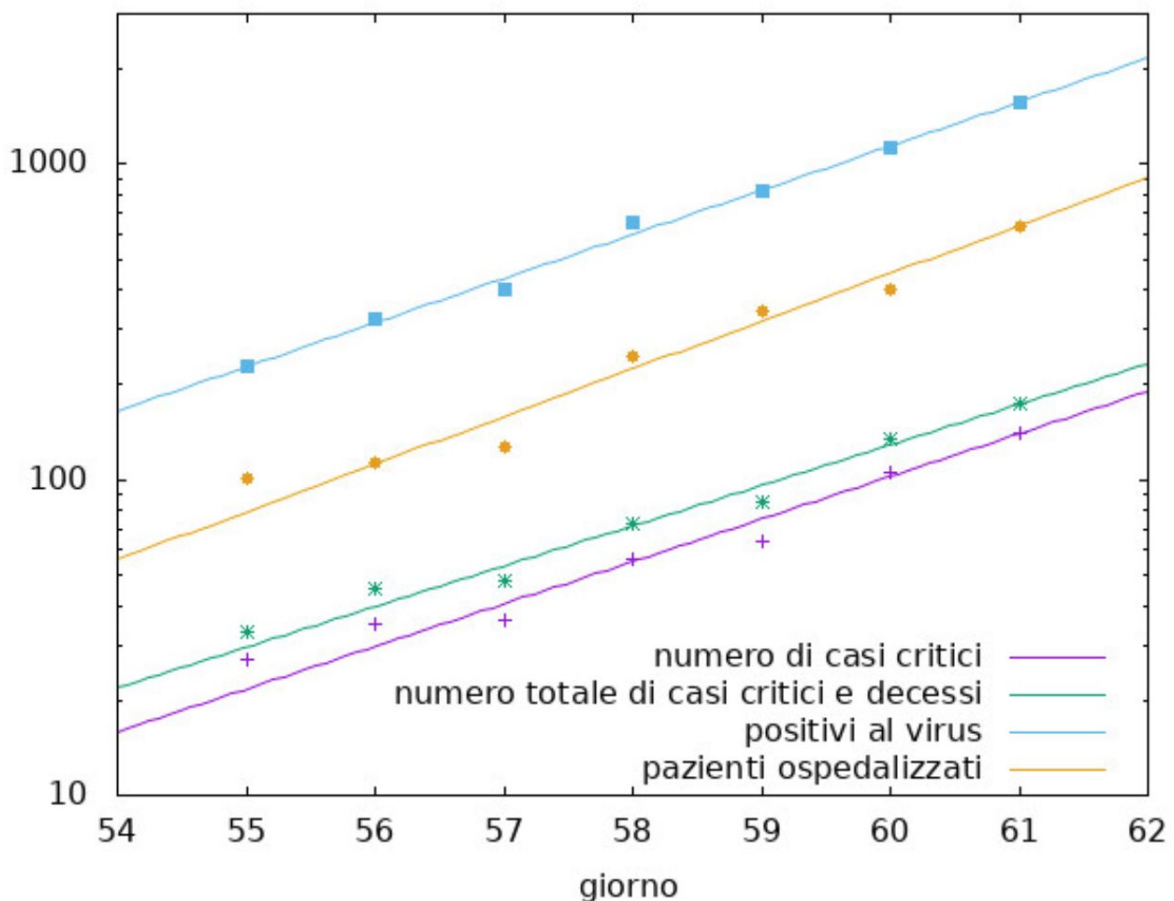


Figure 2. Analyse de l'évolution des cas graves (nombre de cas en fonction du temps exprimé en jours)

Le graphique ci-dessus a un axe horizontal sur une échelle linéaire et un axe vertical sur une échelle logarithmique. Une tendance exponentielle ($\exp(a * (t-t_0))$) est donc une ligne droite sur ce graphique. Comme vous pouvez le voir, les quatre séries de valeurs sont toutes entièrement compatibles avec une allure exponentielle. La valeur du chi carré pour le degré de liberté,

est toujours d'ordre un, et le temps de doublement est, pour les quatre cas analysés, toujours compris entre 1,9 et 2,6 jours.

La tendance observée pour l'Italie peut être comparée au développement épidémique observé en Corée du Sud, où la structure par âge de la population et le niveau des soins de santé semblent comparables à ceux de l'Italie.

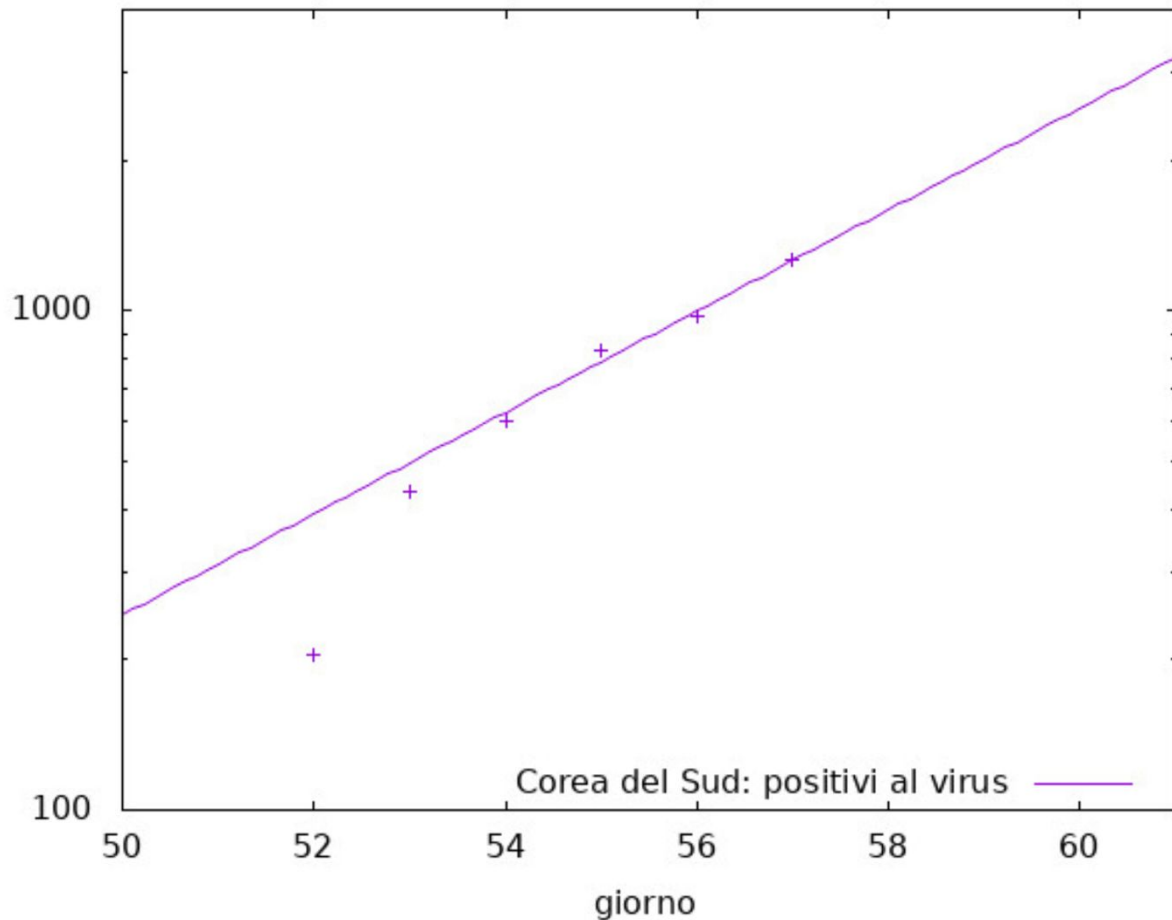


Figure 3. Ajustement exponentiel aux valeurs du nombre de patients positifs pour le virus.

Dans le graphique ci-dessus, nous montrons un fit exponentiel des valeurs du nombre de patients positifs pour le virus. Les deux premiers jours ne peuvent pas être inclus car ils cumulent les cas des jours précédents. L'ajustement effectué à partir du jour 54 inclus donne des résultats très similaires à ceux obtenus pour l'Italie : le chi carré pour le degré de liberté est d'ordre un, le temps de doublement de 3,0 jours et un délai comparable à celui remarqué en Italie. Ici aussi, l'effet de propagation du virus doit être antidaté de manière appropriée.

En suivant ce que nous avons illustré, en conclusion, il est clair qu'en Italie du Nord, une épidémie est en plein développement dans sa phase initiale de croissance exponentielle, croissance sur laquelle les effets des mesures de confinement mises en œuvre ne se reflètent toujours pas - effets dont l'efficacité peut être évaluée au plus tôt après une semaine, compte tenu des temps d'incubation et de développement de la charge virale chez les sujets nouvellement infectés.

Recommandations

Contrairement à ce qui a été dit parfois, l'épidémie en cours est encore dans sa phase initiale, comme cela apparaît clairement d'après les considérations ci-dessus. Par conséquent, loin d'abandonner les mesures d'atténuation nécessaires, il est plus approprié que jamais de continuer selon les recommandations suivantes:

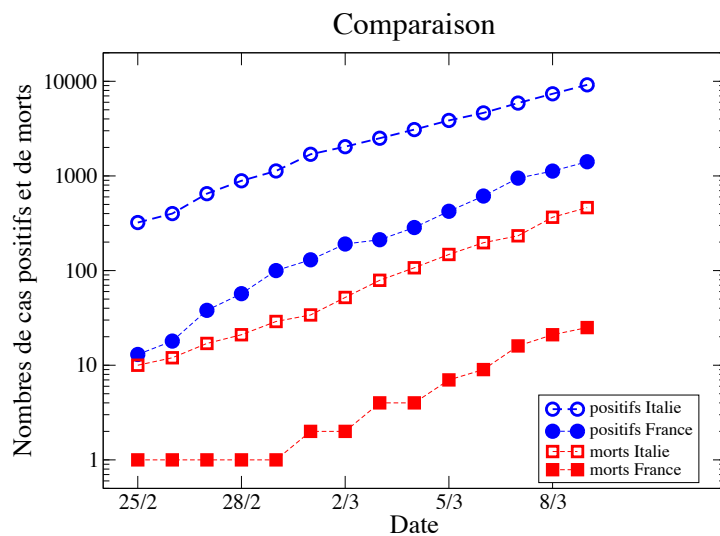
1. Surtout en Lombardie, dans l'ouest de la Vénétie et dans le nord de l'Émilie-Romagne et surtout dans les grandes villes comme Milan et celles où il existe un certain nombre de cas importants comme Savone, le nombre moyen de contacts potentiellement productifs possibles (distance entre un sujet infecté et un non infectés à moins de deux mètres) doivent être réduits au minimum. Cela signifie, pour la plupart, de diminuer la fréquence de tous les contacts involontaires avec un grand nombre d'étrangers : à cet égard, le rôle du télétravail, la réduction des mouvements inutiles, l'évitement des rassemblements, la prolongation de la fermeture de la écoles. Bien que ces mesures ne puissent pas, à long terme, empêcher la propagation de l'infection, elles peuvent évidemment réduire le nombre de nouvelles infections par jour, ce qui permet de ne pas surcharger le système de santé même des patients graves. L'extension géographique de la zone rouge et, le cas échéant, le fait de rendre les conditions de quarantaine plus strictes pourraient, en ce sens, probablement sauver des vies.
2. Le système actuel de détection des nouvelles infections, qui implique un test PCR local et sa confirmation centrale, risque d'être bientôt surchargé, voire de restreindre l'exécution du test aux seuls patients symptomatiques. Étant donné que le maintien d'un flux d'informations diagnostiques de bonne qualité est vital pour prédire le développement de l'épidémie, il est suggéré de déplacer la confirmation de deuxième niveau de quelques endroits centraux vers les mêmes emplacements périphériques, qui pourraient échanger entre eux des échantillons à confirmer.
3. La communication aux citoyens doit viser à expliquer comment le risque individuel de conséquences graves reste en moyenne faible dans les zones les plus touchées et pratiquement nul dans le reste du pays. Cependant, ce petit risque, multiplié par le nombre d'individus exposés au virus, est rapidement en mesure de saturer nos ressources de santé, ce qui rend difficile la promotion de la guérison des cas critiques et met en danger la santé des personnes hospitalisées pour d'autres raisons. La communication institutionnelle et de masse doit donc rappeler fortement la responsabilité individuelle des citoyens d'appliquer toutes les mesures suggérées, et tout d'abord celle de mettre en place les barrières sociales appropriées mentionnées au point précédent pour ceux qui se trouvent dans les régions qui accueillent des foyers confirmés et surtout dans les grandes villes de ces régions.

Nous remercions pour les précieuses suggestions et pour la révision de ce texte, prof. Giorgio Parisi, président de l'Académie nationale des Lincei.

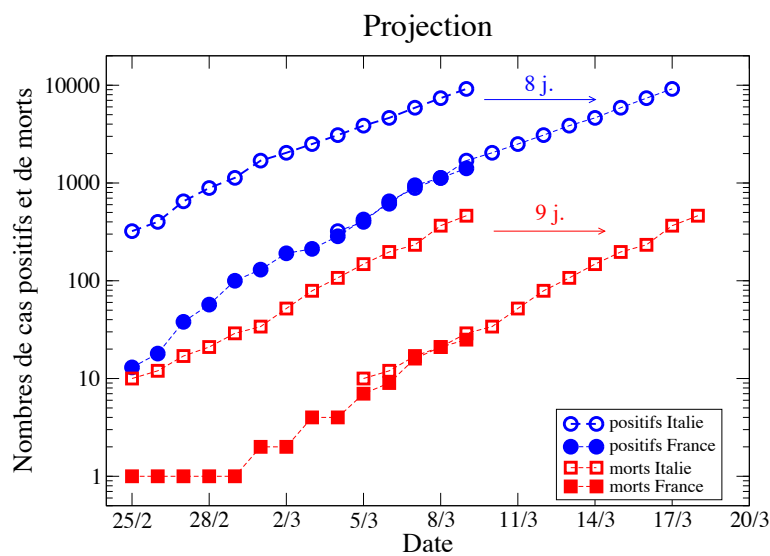
ADDENDUM - Comparaison entre la situation de l'Italie et de la France au 10 mars 2020

En Italie, la croissance exponentielle persiste au 10 mars 2020, comme on peut le voir dans les figures suivantes, avec à peu près 500 décès. Une comparaison avec les données françaises montre que la France suit exactement la même tendance, avec un décalage d'environ 8 jours. Suivant cette tendance, on doit donc s'attendre à environ 500 décès d'ici le 18 mars, et l'application progressive des mêmes mesures qu'en Italie. Anticiper l'application de ces mesures pourrait contribuer à sauver des vies et à éviter la saturation des centres de soin.

Covid-19 : Comparaison France – Italie et projections



Nombres cumulés de cas positifs au Covid-19 et de décès en France (symboles pleins) et en Italie (symboles creux) du 25 février au 9 mars 2020



Mêmes données que ci-dessus, après décalages des chiffres italiens de 8 jours pour le nombre de cas positifs et de 9 jours pour le nombre de décès

Sources :

1. Chiffres français :
https://fr.wikipedia.org/wiki/Épidémie_de_maladie_à_coronavirus_de_2020_en_France
2. Chiffres italiens :
<https://lab24.ilsole24ore.com/coronavirus/>