

**MALADIES  
INFECTIEUSES**

**AVRIL 2020**

ÉTAT DES CONNAISSANCES

**SCÉNARIOS DU NOMBRE DE  
DÉCÈS, D'HOSPITALISATIONS ET  
D'ADMISSIONS EN RÉANIMATION  
CONSTRUITS À PARTIR DES  
CARACTÉRISTIQUES DES CAS  
DE COVID-19 OBSERVÉS DANS  
LA PROVINCE DE HUBEI, CHINE**

Comparaison avec les caractéristiques  
des patients hospitalisés en France avec  
un diagnostic de grippe de 2012 à 2017

Ce rapport reprend le contenu de la note de Santé publique France du 12 mars 2020 adressée au ministre des Solidarités et de la santé.

Ce rapport a été mis en ligne le 15 avril 2020 sur le site de Santé publique France : [www.santepubliquefrance.fr](http://www.santepubliquefrance.fr)

# Scénarios du nombre de décès, d'hospitalisations et d'admissions en réanimation construits à partir des caractéristiques des cas de COVID-19 observés dans la province de Hubei, Chine

Comparaison avec les caractéristiques des patients hospitalisés en France avec un diagnostic de grippe de 2012 à 2017

## Synthèse

Des scénarios de projection du nombre de décès en France par Covid-19 ont été construits à partir du nombre de décès et de cas recensés dans la province de Hubei en Chine jusqu'au 8 mars 2020. Trois niveaux d'impact ont été proposés selon qu'ils incluent ou non la ville de Wuhan, épice de l'épidémie. Ils sont déclinés en trois scénarios : scénario 1 le plus favorable correspondant à la province d'Hubei sans la ville de Wuhan, scénario 2 (intermédiaire correspondant à l'ensemble de la province d'Hubei) et scénario 3 (le plus défavorable, correspondant à la ville de Wuhan seule). En complément, des projections du nombre d'admissions en réanimation et d'hospitalisations ont été construites par analogie avec le ratio hospitalisations en réanimation/décès observés chez les cas de grippe hospitalisés en France. L'intérêt de cette approche est de s'affranchir du décompte des cas de Covid-19 et de ses incertitudes. Les projections seront à consolider, en particulier avec les données italiennes.

Projections du nombre de **décès** par Covid-19 en France :

- Scénario 1 : 1 290 décès
- Scénario 2 : 5 082 décès
- Scénario 3 : 21 456 décès

Projections du nombre de cas en **réanimation** (estimées à partir d'un ratio « admission en réanimation/décès » par tranche âge) :

- Scénario 1 : 2 786 cas
- Scénario 2 : 10 974 cas
- Scénario 3 : 46 328 cas

Projections du nombre d'**hospitalisations** estimées à partir des projections du nombre de cas en réanimation auxquelles ont été appliqués les proportions d'admission en réanimation chez les cas hospitalisés en fonction de l'âge (données grippe) :

- Scénario 1 : 19 391 cas, taux de 30/100 000 habitants
- Scénario 2 : 76 374 cas, taux de 119/100 000 habitants
- Scénario 3 : 322 437 cas, taux de 504/100 000 habitants

La **durée moyenne de séjour** des cas hospitalisés en Chine est élevée (12 jours) et similaire à celle observée chez les personnes âgées lors des épidémies de grippe en France.

**Les résultats de ces scénarios ont été comparés avec les caractéristiques des cas de grippe hospitalisés** entre 2012 et 2017 [1], d'une part sur la moyenne des 5 saisons et, d'autre part, sur l'épidémie de 2016-17, la plus importante, liée au sous-type A(H3N2) (tableau 1).

## I TABLEAU 1 I

### Récapitulatif des projections des décès, admissions en réanimation et hospitalisations pour Covid-19 en France selon les trois scénarios. Comparaison avec les hospitalisations pour grippe en France, saisons 2012-17

Projections actualisées le 8 mars 2020	Projections Covid-19			Hospitalisations grippe - France	
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Moyenne saisons 2012-17	Saison 2016-17 A(H3N2)
<b>Nombre de décès</b>	<b>1 290</b>	<b>5 082</b>	<b>21 456</b>	<b>902</b>	<b>1 861</b>
< 60 ans	11 %	11 %	11 %	14 %	5 %
60-79 ans	49 %	49 %	49 %	32 %	25 %
>=80 ans	40 %	40 %	40 %	54 %	70 %
<b>Nombre de cas en réanimation</b>	<b>2 786</b>	<b>10 974</b>	<b>46 328</b>	<b>1 833</b>	<b>2 307</b>
< 60 ans	27 %	27 %	27 %	41 %	24 %
60-79 ans	62 %	62 %	62 %	43 %	50 %
>=80 ans	11 %	11 %	11 %	16 %	26 %
<b>Nombre de cas hospitalisés</b>	<b>19 391</b>	<b>76 374</b>	<b>322 437</b>	<b>18 251</b>	<b>29 365</b>

Scénario 1 : Hubei hors Wuhan ; scénario 2 : Hubei incluant Wuhan ; scénario 3 : Wuhan seule

Le scénario 1 produit un impact un peu supérieur à la moyenne des épidémies de grippe entre 2012 et 2017 et proche d'une épidémie avec un sous-type A(H3N2) qui est, pour la grippe le plus sévère. Le scénario 2 conduit à des projections 4 fois supérieures et le scénario 3, 16 fois supérieures au scénario 1, respectivement. Ces différents scénarios correspondent à l'observation de la mortalité dans 3 contextes différents en Chine.

Ces 3 scénarios correspondent à des contextes qui diffèrent du fait du niveau de préparation/délai de réaction, du niveau de débordement de la capacité de prise en charge par le système de soin et sans doute aussi de l'état de santé a priori de la population concernée. Le scénario correspondant à la ville de Wuhan conjugue très probablement de manière défavorable ces 3 aspects. En revanche, le scénario 1 (Hubei hors Wuhan) démontre qu'un bilan moins défavorable est possible en termes de mortalité, lorsque des mesures drastiques peuvent être appliquées et suivies, mais ce scénario n'est pas le plus vraisemblable à date pour la France. Ces scénarios ne préjugent de la possibilité d'une deuxième vague dans cette province après réduction de ces mesures.

Indépendamment des chiffres estimés pour les différents scénarios, ce travail de projection des données Chinoises disponibles, à la France et leur comparaison à la grippe saisonnière indiquent que **l'impact sera supérieur, voire très supérieur, à celui de la grippe saisonnière, en particulier du fait des capacités françaises en lits de réanimation, au moins dans le cas des scénarios 2 et 3. Ces projections justifient d'une part de fortes mesures d'atténuation afin de limiter la pression sur le système de santé et d'autre part de préparation opérationnelle et d'organisation du système de soin.**

**MOTS CLÉS :** COVID-19, PANDÉMIE, PROJECTIONS, ESTIMATIONS, MORTALITÉ, SÉVÉRITÉ, HOSPITALISATION, FRANCE EC

## Executive summary

Projection-based scenarios for estimating the number of deaths by Covid-19 in France were constructed from the number of deaths and cases recorded in the Hubei province in China. Three levels of impact were proposed according to whether or not they included the city of Wuhan, the epicenter of the outbreak. They include 3 scenarios: scenario 1 (Hubei province without the city of Wuhan), scenario 2 (Hubei province as a whole), and scenario 3 (Wuhan city alone). In addition, projections of the number of hospitalizations and admissions in intensive care units (ICU) were constructed by analogy with the hospitalization/death ratio of influenza cases hospitalized in France. The interest of this approach is that it avoids the need to count the number of cases and its uncertainties. The projections will have to be consolidated, in particular with the Italian data.

Projected number of **deaths** by Covid-19 in France:

- Scenario 1: 1,290 deaths
- Scenario 2: 5,082 deaths
- Scenario 3: 21,456 deaths

Projected number of **ICU** cases (estimated from a ratio of “ICU admissions to deaths” by age group):

- Scenario 1: 2,786 cases
- Scenario 2: 10,974 cases
- Scenario 3: 46,328 cases

Projected number of **hospitalization** cases estimated from projections of the number of ICU cases to which ICU admissions rates were applied among hospitalized cases by age (influenza data):

- Scenario 1: 19,391 cases, rate of 30/100,000 population
- Scenario 2: 76,374 cases, rate of 119/100,000 inhabitants
- Scenario 3: 322,437 cases, rate of 504/100,000 inhabitants

The **average length of stay** of hospitalized cases in China is high (12 days) and similar to that observed in the elderly during influenza outbreaks in France.

**The results of these scenarios were compared with the characteristics of hospitalized influenza cases between 2012 and 2017** [1], on one hand, over the average of the 5 seasons and, on the other hand, over the epidemic of 2016-17, the most important one, linked to subtype A(H3N2) (table 1).

## I TABLE 1 I

### Summary of projections of deaths, ICU and hospitalizations admissions for Covid-19 in France according to the three scenarios. Comparison with hospitalizations for influenza in France, 2012-17 seasons

Updated projections as of 8 March 2020	Covid-19 projections			Hospitalization for influenza	
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Mean for seasons 2012-17	Season 2016-17 A(H3N2)
<b>Number of deaths</b>	<b>1,290</b>	<b>5,082</b>	<b>21,456</b>	<b>902</b>	<b>1,861</b>
< 60 ans	11%	11%	11%	14%	5%
60-79 ans	49%	49%	49%	32%	25%
>=80 ans	40%	40%	40%	54%	70%
<b>Number of cases in intensive care units</b>	<b>2,786</b>	<b>10,974</b>	<b>46,328</b>	<b>1 833</b>	<b>2,307</b>
< 60 ans	27%	27%	27%	41%	24%
60-79 ans	62%	62%	62%	43%	50%
>=80 ans	11%	11%	11%	16%	26%
<b>Number of hospitalized cases</b>	<b>19,391</b>	<b>76,374</b>	<b>322,437</b>	<b>18 251</b>	<b>29,365</b>

Scenario 1: Hubei without Wuhan; scenario 2: Hubei as a whole; scenario 3: Wuhan city alone

Scenario 1 produces an impact slightly above the average of influenza outbreaks between 2012 and 2017 and close to an outbreak with an A(H3N2) subtype, which is the most severe for flu. Scenario 2 leads to projections 4 times higher and scenario 3, 16 times higher than the first scenario, respectively. These different scenarios correspond to the observation of what happened in 3 different contexts in China.

These 3 scenarios (Wuhan, Hubei and Hubei excluding Wuhan) correspond to different contexts due to the level of preparedness / response time, the level of overflow of the health care system's capacity to care for the population, and probably also to the a priori health condition of the population affected. The scenario corresponding to the city of Wuhan (scenario 3) most probably combines these 3 aspects in an unfavorable way. On the other hand, the first scenario (Hubei excluding Wuhan) shows that a less unfavorable outcome is possible in terms of mortality, when drastic measures can be implemented and followed, though this scenario is not the most likely to occur in France. These scenarios do not prejudge the possibility of a second wave in this province after these control measures are reduced.

Independently of the estimated figures for the different scenarios, this work of projecting the available Chinese data to France and comparing them to seasonal influenza indicates **that the impact will be substantial and greater (even much greater) than that of seasonal influenza in particular due to known resuscitation bed capacity, at least in the case of scenarios 2 and 3**. These projections justify strong mitigation measures on the one hand to limit the pressure on the healthcare system, and on the other hand, to ensure operational and organizational preparedness of the healthcare system.

**KEY WORDS:** COVID-19, PANDEMIC, PROJECTIONS, ESTIMATIONS, MORTALITY, SEVERITY, HOSPITALISATIONS, FRANCE EC

## Auteurs

Bruno Hubert, Bertrand Gagnière, Mathilde Pivette

Santé publique France, Direction des régions

Jean-Claude Desenclos

Direction générale, Santé publique France

## Relecteurs

Laurent Filleul

Santé publique France, Direction des régions

Daniel Lévy-Bruhl

Santé publique France, Direction des maladies infectieuses

# Sommaire

Synthèse .....	2
Executive summary .....	4
Auteurs.....	6
Relecteurs .....	6
Sommaire.....	7
CONTEXTE .....	8
SOURCE DES DONNÉES.....	9
Chine, province de Hubei .....	9
<i>Population</i> .....	9
<i>Décès</i> .....	9
<i>Cas critiques, durées de séjour</i> .....	9
France.....	9
MÉTHODES .....	10
RÉSULTATS.....	11
Décès avec Covid-19 dans la Province d’Hubei .....	11
Taux de décès dans les différents scénarios .....	11
Comparaison avec les décès par grippe chez les patients hospitalisés pendant les saisons 2012-17 en France .....	12
Relation « admission en réanimation - décès » .....	14
Relation « admission en réanimation - hospitalisation » .....	15
Durées de séjour .....	15
DISCUSSION .....	16
Plausibilité des scénarios .....	16
Comparaison avec des épidémies de grippe en France .....	17
Limites.....	17
CONCLUSION.....	19
Références bibliographiques.....	20

# CONTEXTE

La diffusion pandémique du nouveau coronavirus Covid-19 est maintenant confirmée par l'OMS. La préparation du système de santé, en particulier hospitalier, suppose de formuler des scénarios de diffusion et d'impact sur l'activité. Ils seront guidés par l'analyse de la situation d'autres pays ayant expérimenté une diffusion du Covid-19 avant la France, en particulier la Chine et l'Italie.

Les épidémies de grippe saisonnière constituent des références de situations épidémiques de virus respiratoires, déjà vécues par les établissements de santé français.

Une étude, réalisée par Santé publique France, a porté sur 91 000 hospitalisations avec diagnostic de grippe survenues en France métropolitaine lors des 5 saisons hivernales entre 2012 et 2017 [1]. Les variations de taux d'hospitalisation dans chaque tranche d'âge étaient très dépendantes des virus circulants chaque année. Les impacts différents observés selon l'âge s'expliquaient par les caractéristiques des sous-types de virus, en particulier l'ancienneté de leur circulation et leur évolution antigénique récente. De plus, les résultats montraient l'importance de l'âge sur les critères de sévérité des hospitalisations. Sur la période d'étude, la proportion de décès augmentait régulièrement avec l'âge, passant de 0,5 % chez les moins de 20 ans, à 7 % chez les 60-79 ans et 10 % chez les 80 ans et plus.

Comparés aux données disponibles jusqu'au 8 mars 2020 sur la situation épidémiologique en Chine et leur projection en France, les résultats de cette analyse ont vocation à servir de points de repère pour la préparation de la prise en charge, son organisation et son dimensionnement.

Nous avons fait l'hypothèse que les données de mortalité au 11 février 2020 publiées par le CDC chinois (CCDC) [2] concernaient des cas confirmés de Covid-19 hospitalisés, ce qui permettait a priori de les comparer avec les cas avec diagnostic de grippe hospitalisés en France.

La situation dans la province de Hubei, incluant la ville de Wuhan, épice de l'épidémie, est la plus complète à ce jour en ce qui concerne l'ancienneté et représente la situation la plus défavorable en matière de sévérité, en raison notamment du retard à la mise en route du tissu sanitaire pour la prise en charge de l'épidémie à son début. Elle a donc été considérée comme une base de scénario en déclinant différents niveaux à l'intérieur de cette province. Il restera à identifier d'autres sources de données ou d'autres bases de raisonnement pour proposer des scénarios complémentaires ou alternatifs. Il est clair que l'importance des mesures de réduction de la transmission devrait avoir un impact sur l'ampleur et la dynamique de l'épidémie (ce qui n'est pas l'objet de cette étude).

**Cette note constitue une première approche des projections de l'impact de l'épidémie de Covid-19 sur le système hospitalier français.** Les résultats de l'analyse présentée ci-dessous seront actualisés en fonction de l'évolution des données issues de la Chine, d'Italie, de France et d'autres pays. Une projection temporo spatiale pourra aussi être envisagée.

# SOURCE DES DONNÉES

## Chine, province de Hubei

### Population

- Population par tranche d'âge de 20 ans en Chine en 2018 – source : université de Sherbrooke
- Population de la province de Hubei = 58,5 millions d'habitants, soit 4,3 % des 1,4 milliard d'habitants en Chine. Nous avons fait l'hypothèse que la structure par âge de la province de Hubei était identique à celle de l'ensemble de la Chine.
- La ville de Wuhan comprend 11 millions d'habitants.

### Décès

- Distribution des décès par tranche d'âge de 20 ans à la date du 11 février 2020 publiés dans le bulletin du CCDC (96 % survenus dans la province de Hubei) [2].
- Application de cette distribution des décès par âge au nombre actualisé quotidiennement des décès enregistrés dans la province de Hubei et dans la ville de Wuhan.

### Cas critiques, durées de séjour

- Dans le bilan chinois du 11 février [2], nous disposons du nombre de cas confirmés classés comme « critiques » (détresse respiratoire, choc septique ou défaillance multi-viscérale) que nous avons considérés comme comparables aux patients admis en réanimation en France.
- Des données complémentaires (durée de séjour) ont été extraites de l'article de Guan du 28 février [3] et du rapport OMS du 20 février [4].

## France

- Population de la France métropolitaine par tranche d'âge de 20 ans en 2017 (64 millions d'habitants).
- Caractéristiques des patients hospitalisés avec un diagnostic de grippe entre 2012 et 2017 [1] : nombre de décès, d'hospitalisations et de passages en réanimation chez les patients hospitalisés avec un diagnostic de grippe entre 2012 et 2017. Résultats par tranche d'âge des indicateurs sur la moyenne des 5 saisons d'étude, et en complément, sur la saison la plus sévère, 2016-17 liée à H3N2.

# MÉTHODES

- Trois scénarios ont été construits à partir de trois regroupements de zones géographiques de la province de Hubei, soit incluant l'épicentre (Wuhan), soit autour de l'épicentre de Wuhan :
  - Scénario 1 : province d'Hubei hors ville de Wuhan ;
  - Scénario 2 : ensemble de la province d'Hubei ;
  - Scénario 3 : ville de Wuhan seule.
- Calcul du nombre de décès attendu en France (standardisation indirecte sur l'âge) pour chaque scénario :
  - taux de mortalité / million et par tranche d'âge calculés pour chaque zone géographique définie dans chaque scénario ;
  - application de ce taux par tranche d'âge à la population française pour estimer un nombre attendu de décès ;
  - comparaison des nombres attendus de décès selon l'âge dans chaque scénario avec les nombres de décès observés en France pour les hospitalisations par grippe lors des 5 saisons hivernales entre 2012 et 2017.
- Ratio du nombre d'admission en unité de soins intensifs (ICU) au nombre de décès (DC) et estimation du ratio ICU/DC pour la grippe en France qui a été comparé au ratio « cas critiques »/DC en Chine. Projections d'un nombre d'admissions en réanimation pour chaque scénario.
- Projections du nombre d'hospitalisations estimées à partir des estimations du nombre de cas en réanimation auxquelles ont été appliqués les taux de passage en réanimation chez les cas hospitalisés (données grippe)
- Durées de séjour avec ou sans passage en réanimation (épidémie de grippe 2012-2017).

# RÉSULTATS

Les analyses présentées ci-après ont pris en compte les données chinoises (nombre de cas et de décès) actualisés à la date du 8 mars 2020.

## Décès avec Covid-19 dans la Province d'Hubei

Les taux de mortalité ont été calculés à partir des nombres de décès mis à jour quotidiennement en Chine rapportés à la population.

La répartition par âge au 11 février 2020 a été décrite pour 1023 décès dont 95 % étaient survenus dans la province d'Hubei [2].

Au 8 mars, 2 959 décès (96 % des 3 073 pour la Chine entière) dont 2 349 (79 %) pour la seule ville de Wuhan (11 millions d'habitants). Les taux de mortalité étaient de 13/million (Hubei sans Wuhan) et 51/million (Hubei).

## Taux de décès dans les différents scénarios

Les taux calculés ont été rapportés à la population. Il ne s'agit donc pas de létalité (qui, dans ce cas, aurait été rapportée à des cas).

Du fait de la structure de population différente entre les deux pays, la standardisation par âge est indispensable (les personnes âgées  $\geq 80$  ans représentent 2 % de la pop en Chine et 6 % en France).

Dans les trois scénarios le taux de mortalité rapporté à la population augmente avec l'âge de façon très marquée à partir de 60 ans. Par exemple pour le meilleur scénario, de moins de 7 décès/million avant 60 ans à 53/million pour les 60-79 ans puis 138/million pour les  $\geq 80$  ans.

Les projections du nombre de décès en France montrent des différences importantes entre les trois scénarios : scénario 1 : 1 290 décès, scénario 2 : 5 082 décès et scénario 3 : 21 456 décès (Tableau 2).

En termes d'âge, dans les trois scénarios, la tranche 60-79 ans est la plus touchée par les décès du fait d'un dénominateur proportionnellement plus important en France qu'en Chine.

## I TABLEAU 2 I

### Projections du nombre de décès liés au Covid-19 en France (scénario 1, 2 et 3, données chinoises actualisées à la date du 8 mars 2020)

#### Scénario 1 Province Hubei hors Wuhan

Age	Nombre de		Taux de décès/million	Population Française	Projection nombre de décès - France
	décès	Population			
0-19 ans	1	10 986 451	0,1	15 567 814	1
20-39 ans	15	14 057 968	1,1	15 584 366	17
40-59 ans	100	14 553 360	6,9	17 125 615	118
60-79 ans	370	7 006 266	52,9	11 980 109	633
>=80 ans	124	895 955	138,4	3 770 054	522
<b>Total</b>	<b>610</b>	<b>47 500 000</b>	<b>12,8</b>	<b>64 027 958</b>	<b>1 290</b>

#### Scénario 2 Province Hubei

Age	Nombre de		Taux de décès/million	Population Française	Projection nombre de décès - France
	décès	Population			
0-19 ans	3	13 530 681	0,2	15 567 814	3
20-39 ans	72	17 313 497	4,2	15 584 366	65
40-59 ans	486	17 923 612	27,1	17 125 615	464
60-79 ans	1 796	8 628 770	208,2	11 980 109	2 494
>=80 ans	602	1 103 439	545,2	3 770 054	2 056
<b>Total</b>	<b>2 959</b>	<b>58 500 000</b>	<b>50,6</b>	<b>64 027 958</b>	<b>5 082</b>

#### Scénario 3 Wuhan

Age	Nombre de		Taux de décès/million	Population Française	Projection nombre de décès - France
	décès	Population			
0-19 ans	2	2 544 231	0,9	15 567 814	14
20-39 ans	57	3 255 529	17,6	15 584 366	275
40-59 ans	386	3 370 252	114,5	17 125 615	1 960
60-79 ans	1 426	1 622 504	878,8	11 980 109	10 529
>=80 ans	478	207 484	2 301,9	3 770 054	8 678
<b>Total</b>	<b>2 349</b>	<b>11 000 000</b>	<b>213,5</b>	<b>64 027 958</b>	<b>21 456</b>

## Comparaison avec les décès par grippe chez les patients hospitalisés pendant les saisons 2012-17 en France

La comparaison des projections de décès par tranche d'âge dans chaque scénario avec le nombre de décès observés chez les cas hospitalisés lors des épidémies de grippe en France entre 2012 et 2017 est présentée dans le tableau 3 et la figure 1. Le scénario 1 produit un impact un peu supérieur à la moyenne des épidémies de grippe entre 2012 et 2017 et plus faible que l'épidémie de grippe A(H3N2) en 2016-17. Le scénario 2 conduit à des projections 4 fois supérieures et le scénario 3, 16 fois supérieures au scénario 1. La répartition par âge des projections de décès montre une

prédominance dans la tranche d'âge 60-79 ans, contrairement aux épidémies de grippe où prédominent les 80 ans et plus.

### I TABLEAU 3 I

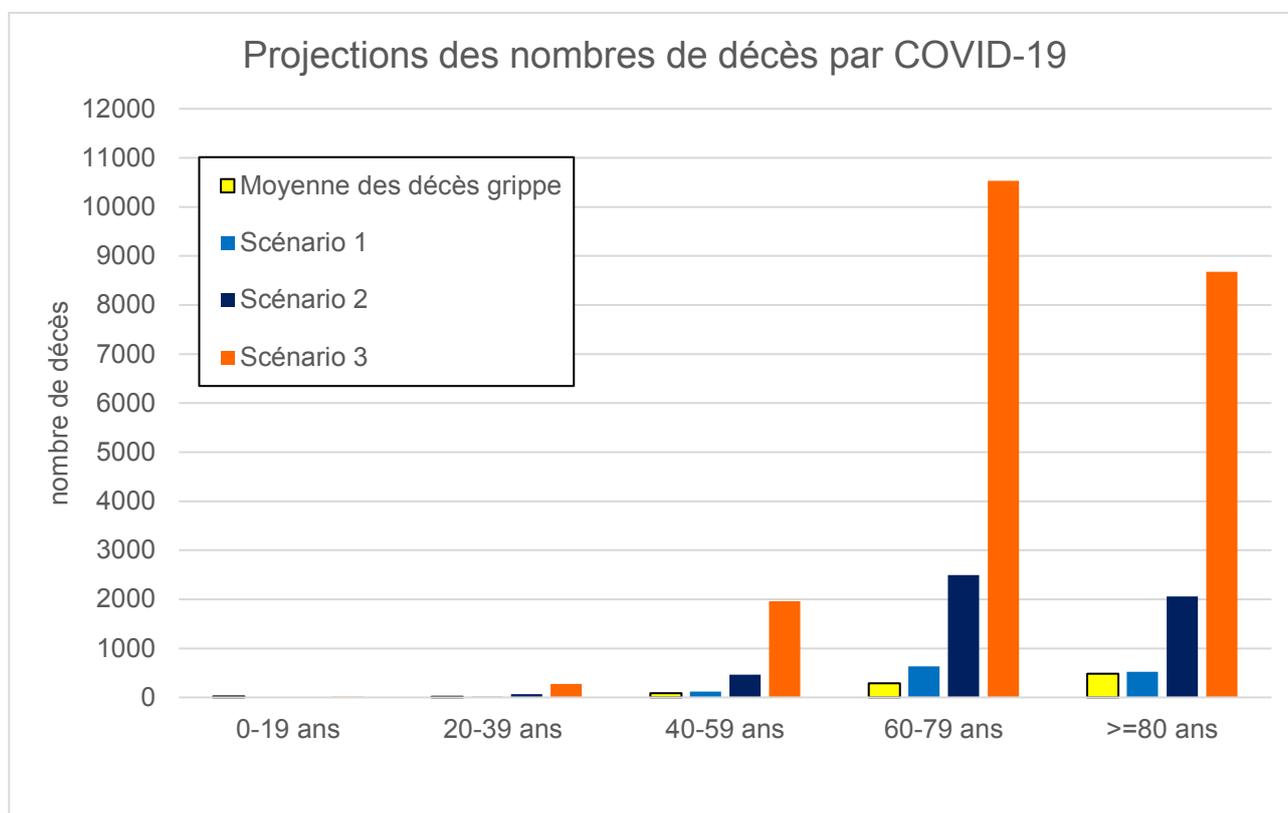
**Comparaison des projections de décès par Covid-19 en France avec le nombre moyen de décès observés chez les cas hospitalisés lors des épidémies de grippe en France entre 2012 et 2017**

Âge	Hospitalisation pour grippe France				Projections du nombre de décès par Covid-19 France					
	Moyenne des 5 saisons 2012-17		Saison 2016-17		Scénario 1		Scénario 2		Scénario 3	
	Décès	%	Décès	%	Décès	%	Décès	%	Décès	%
0-19 ans	24	3 %	13	1 %	1	0 %	3	0 %	14	0 %
20-39 ans	17	2 %	15	1 %	17	1 %	65	1 %	275	1 %
40-59 ans	88	10 %	64	3 %	118	9 %	464	9 %	1 960	9 %
60-79 ans	289	32 %	462	25 %	633	49 %	2 494	49 %	10 529	49 %
>=80 ans	483	54 %	1 307	70 %	522	40 %	2 056	40 %	8 678	40 %
Total	901	100 %	1 861	100 %	1 290	100 %	5 082	100 %	21 456	100 %

Scénario 1 : Hubei hors Wuhan ; scénario 2 : Hubei incluant Wuhan ; scénario 3 : Wuhan seule

### I FIGURE 1 I

**Comparaison par âge du nombre moyen de décès par tranche d'âge observé lors des épidémies de grippe en France entre 2012 et 2017 et du nombre estimé de décès par COVID-19 selon trois scénarios**



Scénario 1 : Hubei hors Wuhan ; scénario 2 : Hubei incluant Wuhan ; scénario 3 : Wuhan seule

## Relation « admission en réanimation - décès »

Un ratio « nombre de patients admis en réanimation (ICU) /nombre de décès » peut permettre de s'affranchir des difficultés liées aux définitions de dénominateurs. Ce ratio est différent d'une létalité en réanimation, puisque les décès peuvent survenir au cours d'une hospitalisation hors de ces services, comme c'est plus fréquemment le cas pour les personnes âgées de 80 ans et plus.

- Chine : un ratio entre cas « sévérité critique »/ décès =  $2\,087/1\,023 = 2,0$  a été fourni dans le bilan du 11 février [2] mais nous ne disposons pas d'informations par âge.

- En France, chez les patients hospitalisés pour grippe, le ratio d'hospitalisation en réanimation ICU/décès =  $9\,167/4\,506 = 2,0$ . Ce ratio est variable et diminue avec l'âge de 7,0 à 0,6. Ces ratios par âge ont été utilisés pour estimer le nombre de cas attendus en réanimation à partir des projections du nombre de décès (tableau 4).

- Le nombre moyen saisonnier des admissions en réanimation pour grippe en 2012-17 était de 1 833 patients, à mettre en regard des 2 786 patients pour le scénario 1, des 10 974 patients pour le scénario 2 et des 46 328 patients pour le scénario 3 avec un fort impact sur les 60-79 ans qui représentent 62 % des patients en réanimation.

### I TABLEAU 4 I

**Estimation du nombre de passages en réanimation pour le COVID-19 à partir du ratio ICU/DC par tranche d'âge selon le scénario en comparaison de la grippe entre 2012 et 2017. Données actualisées à la date 8 mars**

Âge	Ratio réanimation/décès	Nb de passages en réa pour grippe France	Projections du nombre de passages en réanimation pour Covid-19 France		
		Moyenne 5 saisons 2012-2017	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
0-19 ans	7,0	171	6	23	99
20-39 ans	7,5	124	123	486	2 053
40-59 ans	5,2	456	609	2 399	10 130
60-79 ans	2,7	790	1 731	6 819	28 788
>=80 ans	0,6	293	316	1 246	5 259
<b>Total</b>	<b>2,0</b>	<b>1 833</b>	<b>2 786</b>	<b>10 974</b>	<b>46 328</b>

Scénario 1 : Hubei hors Wuhan ; scénario 2 : Hubei incluant Wuhan ; scénario 3 : Wuhan seule  
 Nb : nombre - Réa : réanimation

## Relation « admission en réanimation - hospitalisation »

Des projections du nombre d'**hospitalisations** pour les 3 scénarios ont été estimées à partir des projections du nombre de cas en réanimation (ICU) pour COVID-19 auxquelles ont été appliquées les proportions d'admissions en réanimation chez les cas hospitalisés pour grippe en fonction de l'âge (saisons 2012 à 2017).

Les projections varient de 19 391 hospitalisations pour le scénario 1 à 322 437 pour le scénario 3 (Tableau 5).

### I TABLEAU 5 I

#### Estimation du nombre d'hospitalisations pour COVID-19 à partir de la proportion d'admission en réanimation lors d'hospitalisations

##### Projections du nombre d'hospitalisations pour COVID-19

Âge	Hospit Grippe % admission en réa <sup>a</sup>	Scénario 1		Scénario 2		Scénario 3	
		Réa	Hospit	Réa	Hospit	Réa	Hospit
0-19 ans	3 %	6	199	23	782	99	3 302
20-39 ans	7 %	123	1 764	486	6 946	2 053	29 324
40-59 ans	20 %	609	3 046	2 399	11 997	10 130	50 650
60-79 ans	19 %	1 731	9 112	6 819	35 889	28 788	151 516
>=80 ans	6 %	316	5 271	1 246	20 760	5 259	87 645
Total	10 %	2 786	19 391	10 974	76 374	46 328	322 437
Taux/100 000 habitants		4,4	30,3	17,1	119,3	72,4	503,8

a : proportion d'admissions en réanimation de patients hospitalisés pour grippe

Réa : réanimation / Hospit : hospitalisation

Scénario 1 : Hubei hors Wuhan ; scénario 2 : Hubei incluant Wuhan ; scénario 3 : Wuhan seule

## Durées de séjour

La durée de séjour des patients au cours de leur hospitalisation représente un facteur important influant sur le taux d'occupation des lits. Cette durée de séjour est très liée à l'âge des patients et la sévérité de leur pathologie.

Les durées moyennes de séjour sont de :

- en Chine : 12 jours et 14,5 si passage en réanimation [3] ;
- en France, chez les patients hospitalisés pour grippe, les durées de séjour sont de 10 à 12 jours après 60 ans et de 19 jours en cas de passage en réanimation [1].

# DISCUSSION

Cette première analyse permet d'apporter des éléments de comparaison de l'impact sur la mortalité hospitalière et sur le système de soins que pourra avoir le COVID-19 selon trois scénarios et celui de la grippe estimé lors des 5 saisons 2012 à 2017 en France et pour la saison la plus sévère (2016-2017).

Dans cette analyse, l'impact de l'épidémie de COVID-19 dans la province de Hubei (scénario 1) appliqué à la France a été comparé en matière de sévérité (décès à l'hôpital et hospitalisation en réanimation) à l'impact des épidémies saisonnières. Le raisonnement a principalement reposé sur l'analyse des décès rapportés à la population française avec prise en compte de la structure par âge différente entre la Chine et la France. L'application du ratio nombre d'hospitalisations en réanimation/nombre de décès en Chine a permis également de proposer une première estimation du nombre d'hospitalisations en réanimation en France. L'intérêt de cette démarche d'analyse est d'être basée sur les données de mortalité qui sont probablement les plus fiables à ce jour. En raisonnant sur des taux de mortalité rapportés à la population, plutôt que sur des taux de létalité rapportés à des cas, elle permet également de s'affranchir des incertitudes inhérentes au décompte des cas confirmés. Cette analyse est toutefois entourée d'imprécisions sur le scénario le plus adapté à la future situation en France en raison d'un système de santé très différent et d'une dynamique épidémique non comparable du fait, notamment des mesures de prévention appliquées.

## Plausibilité des scénarios

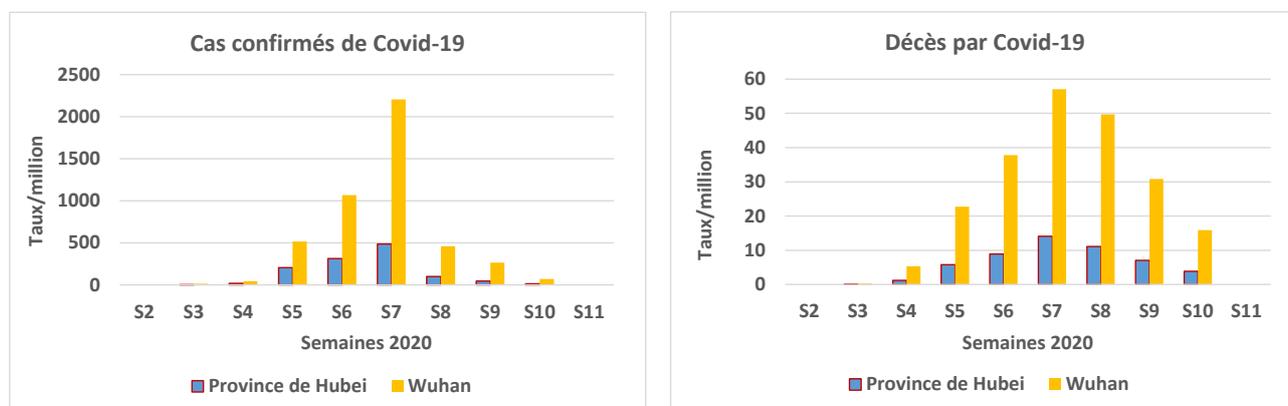
La ville de Wuhan a probablement connu une situation extrême et concentrée, jusqu'à ce jour, dans ses 11 millions d'habitants 80 % des décès recensés en Chine. De nombreuses raisons peuvent être avancées (épicerie de l'épidémie, mesures appliquées moins rapidement que dans les régions touchées dans un 2<sup>e</sup> temps, urbanisation versus ruralité, insuffisance de moyens pour la prise en charge, différences en termes d'état de santé...).

Il est important de noter que ces nombres de décès enregistrés correspondent à des situations dans lesquelles ont été prises des mesures de confinement et de distanciation sociale, même si elles ont été plus tardives dans la ville de Wuhan. Ainsi, aucun des trois scénarios présentés ne représente la pire situation envisageable, celle où aucune mesure n'aurait été prise.

L'épidémie est en voie de résolution dans la province et il faudra tenir compte des données actualisées dans les prochaines semaines en particulier pour la mortalité. Les figures ci-dessous présentées en taux hebdomadaires de cas et de décès montrent la décroissance depuis 4 semaines dans la province de Hubei après un pic à la semaine 7 (10 au 16 février), mais sans un retour complet à la normale pour les décès. L'intégration transitoire de cas sans confirmation virologique dans la définition de cas au cours de la semaine 7 explique une partie importante de l'intensité du pic.

## I FIGURE 2 I

Taux hebdomadaire par million d'habitants des cas confirmés et des décès dans la province de Hubei et dans la ville de Wuhan (données disponibles au 12 mars 2020)



## Comparaison avec des épidémies de grippe en France

Pour la France, la moyenne de 5 saisons épidémiques de grippe a été utilisée comme base de comparaison et combinait des situations d'impact très variées. La comparaison avec l'épidémie de grippe A(H3N2) de 2016-2017 a également été utilisée du fait de l'impact plus important qu'elle a eu chez les plus de 60 ans et sur le nombre de journées d'hospitalisations liées à des durées de séjour importantes. Un scénario type H1N1 aurait pu être également utilisé afin de maximiser l'impact chez les plus jeunes, mais il nous semblait moins probable étant donné ce qu'on observe dans les pays occidentaux : classes d'âge jeunes peu touchées comme en Chine et augmentation importante des décès avec l'âge, notamment en Italie.

## Limites

De nombreuses limites à l'analyse proposée dans ce document doivent être prises en compte. Les principales sont résumées ci-dessous :

- **Incertitudes sur les définitions de cas en Chine (sévérité, soins intensifs).** La Chine a modifié deux fois les méthodes de comptage des malades la première fois, le 13 février, en ajoutant des critères d'imagerie médicale que le patient soit testé positif ou non pour la recherche du virus par PCR sur un prélèvement dans la gorge. Ce premier changement explique l'augmentation brutale des cas au 13 février. La semaine suivante, cette définition revenait au critère uniquement virologique.
- **Le ratio soins intensifs/décès** est un indicateur reposant sur des critères simples à mesurer, donc plus probablement reproductible entre les pays. Toutefois, la valeur de ce ratio est très liée au délai de survenue des décès, à la distribution par âge des cas (de 7 chez les moins de 20 ans à 0,6 chez les personnes âgées de 80 ans et plus) mais surtout à la disponibilité en lits de réanimation.
- **Les modalités de recours à l'hôpital et à l'hospitalisation** sont sans doute très différentes en Chine avec un accès différent au système de soins primaires et hospitalier.
- **La létalité du COVID-19 observée en Chine est à la fois liée à la gravité de la maladie et aux modalités de prise en charge.** Dans le rapport de l'OMS de février 2020, il est indiqué que la létalité a chuté au cours de l'épidémie : 17,7 % avant le 10 janvier et 0,7 % après le 1<sup>er</sup> février. Cependant,

les données récentes indiquent que cette tendance s'est inversée. L'estimation de la létalité dans une épidémie émergente est un exercice délicat et fait l'objet d'importants débats méthodologique dans la littérature scientifique qui tient notamment à la définition très floue des dénominateurs (cas confirmés ou hospitalisés), de la qualité et la rapidité de remontées des données et plus particulièrement de problème de données censurées à droite [5]. Toutefois, des modélisations prenant en compte tous ces facteurs permettront une autre approche de l'estimation de l'impact de la létalité et de l'admission en réanimation.

- Il est difficile d'assurer **une comparabilité des stratégies de prise en charge et de contrôle** : la stratégie de diagnostic du COVID-19 est probablement plus large en Chine que celle du diagnostic de la grippe en France.

- Cette analyse ne s'appuie pas **sur les différences de dynamique épidémique avec des paramètres de transmission différents entre grippe et COVID-19** ( $R_0$ , intervalle générationnel, immunité initiale de la population). **En particulier, il n'est pas possible à ce jour d'estimer ce que sera l'incidence du COVID-19 en France et sa diffusion dans le temps.** La population n'étant pas immunisée contre le COVID-19 une incidence cumulée plus élevée que lors d'une saison grippale saisonnière est fort probable. Par ailleurs, pour une incidence cumulée identique et un nombre de cas sévères équivalent, une épidémie plus longue (étalement grâce aux mesures de gestion et possiblement du fait des facteurs climatiques [6]) ou plus courte, conduit à des différences de pression sur le système de soins.

- Notre approche basée sur la projection de la distribution par âge des données de mortalité publiées par le CDC chinois à la France ne tient pas compte de la dynamique de l'épidémie en Chine qui n'était pas terminée au moment de la publication des données chinoises utilisées comme référence. Des approches basées sur une modélisation temporo-spatiale selon différents scénarios de mesures de distanciation social/confinement sont nécessaires pour cela et sont initiées par des équipe de modélisation.

- **À ce jour une prédiction du taux d'incidence cumulée de l'épidémie en France reste très spéculative.** En effet, vu la valeur du taux de reproduction de base du COVID-19 (de l'ordre de 2,5) un taux d'incidence cumulé de 60 % est en théorie possible en l'absence de toutes mesures de réduction de la transmission [7]. L'expérience de la Chine démontre à ce jour qu'elle a été capable de maîtriser l'épidémie avec des mesures de confinement et de distanciation drastiques résultant en des taux d'attaque cumulatifs qui, à ce jour, apparaissent très faibles par rapport à ce que l'on pouvait attendre en l'absence de mesures. Dans un scénario qui partirait d'une hypothèse d'un taux d'incidence cumulé de 10 %, les estimations de l'impact sur la mortalité et le système de soins en France pourraient être alors plus élevées que les trois scénarios décrits dans cette note.

Indépendamment des chiffres estimés pour les différents scénarios, ce premier travail de projection des données chinoises disponibles à la France et leur comparaison à la grippe saisonnière indiquent que **l'impact du COVID-19 sera supérieur (voire très supérieur) à celui de la grippe saisonnière.**

# CONCLUSION

Cette première analyse permet d'apporter des éléments sur l'impact potentiel du COVID-19 sur la mortalité et sur le système de soins selon trois scénarios de gravités croissantes. Cet impact a été comparé à celui de la grippe observé en France sur la moyenne des cinq saisons 2012-2013 à 2016-2017 et à celui de la saison la plus sévère (2016-2017). Les différents scénarios pour le COVID-19 sont basés sur l'observation de ce qui s'est passé à ce jour dans 3 contextes différents en Chine. Ces 3 scénarios (Wuhan, Hubei et Hubei hors Wuhan) correspondent à des contextes qui diffèrent du fait du niveau de préparation/délai de réaction, du niveau de débordement de la capacité de prise en charge par le système de soin et sans doute aussi de l'état de santé a priori de la population concernée. Le scénario 3 correspondant à la ville de Wuhan conjugue très probablement de manière défavorable ces 3 aspects. En revanche, le scénario Hubei hors Wuhan (scénario 1) démontre qu'un bilan moins défavorable est possible en termes de mortalité, lorsque des mesures drastiques peuvent être appliquées et suivies, mais ce scénario n'est pas le plus vraisemblable à date pour la France.

La plus grande vraisemblance de l'un ou de l'autre des scénarios est donc difficile à apprécier à ce jour et il faut garder à l'esprit que la valeur du ratio décès/nombre de cas notifiés en Italie est maintenant supérieure à celle obtenue dans la région de Wuhan. **Les futures données consolidées issues de Chine, d'Italie et prochainement de France devront permettre de préciser ces paramètres pour régler le curseur entre les trois scénarios présentés. Il pourra en outre être tenu compte des différentes mesures d'atténuation mises en place, en particulier celles en vigueur à partir du 14 mars.** Le scénario 1 produit un impact un peu supérieur à la moyenne des épidémies de grippe entre 2012 et 2017 et proche d'une épidémie avec un sous-type A(H3N2) qui est le plus sévère. Le scénario 2 conduit à des projections 4 fois supérieures au scénario 1 ; pour le scénario 3, ce facteur est de 16 par rapport au scénario 1. Aucun des scénarios présentés ne correspond à la pire situation envisageable, celle dans laquelle aucune mesure d'atténuation ne serait prise (cf. paragraphe « Limites » p.17-18). Indépendamment des chiffres estimés pour les différents scénarios, ce premier travail de projection des données chinoises disponibles à la France et leur comparaison à la grippe saisonnière indiquent que **l'impact du COVID-19 sera substantiel et supérieur (voire très supérieur) à celui de la grippe saisonnière, en particulier du fait des capacités françaises en lits de réanimation, au moins dans le cas des scénarios 2 et 3.** Ces projections alertent en mettant en exergue une différence importante entre les estimations de nombres de cas nécessitant un passage en réanimation ou simplement une hospitalisation et les capacités hospitalières françaises. **Ces projections justifient d'une part de fortes mesures d'atténuation afin de limiter la pression sur le système de santé et d'autre part de préparation opérationnelle et d'organisation du système de soin.**

## Références bibliographiques

[1] Pivette M, Nicolay N, de Lauzun V, Hubert B. Characteristics of hospitalizations with an influenza diagnosis, France, 2012-2013 to 2016-2017 influenza seasons. *Influenza and Other Respiratory Viruses*

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/irv.12719>

[Consulté le 15/03/2020]

[2] The Novel Coronavirus Pneumonia Emergency Response Epidemiology Team. The Epidemiological Characteristics of an Outbreak of 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19) — China, 2020. *China CDC Weekly*

<http://weekly.chinacdc.cn/en/article/id/e53946e2-c6c4-41e9-9a9b-fea8db1a8f51>

[Consulté le 15/03/2020]

[3] Guan W-j, Ni Z-y, Hu Y, Liang W-h, Ou C-q, He J-x, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *New England Journal of Medicine*

<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2002032>

[Consulté le 15/03/2020]

[4] Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) 16-24 February 2020. Genève : World Health Organization; 2020

<https://reliefweb.int/report/china/report-who-china-joint-mission-coronavirus-disease-2019-covid-19>

[Consulté le 15/03/2020]

[5] Garske T, Legrand J, Donnelly CA, Ward H, Cauchemez S, Fraser C, et al. Assessing the severity of the novel influenza A/H1N1 pandemic. *BMJ*

<https://www.bmj.com/content/339/bmj.b2840>

[Consulté le 15/03/2020]

[6] Neher RA, Dyrda R, Druelle V, Hodcroft EB, Albert J. Potential impact of seasonal forcing on a SARS-CoV-2 pandemic [preprint]. *medRxiv*

<http://medrxiv.org/content/early/2020/03/03/2020.02.13.20022806.abstract>

[Consulté le 15/03/2020]

[7] Anderson RM, Heesterbeek H, Klinkenberg D, Hollingsworth TD. How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? *The Lancet*

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30567-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30567-5)

[Consulté le 15/03/2020]

**Citation suggérée :** Scénarios du nombre de décès, d'hospitalisations et d'admissions en réanimation construits à partir des caractéristiques des cas de COVID-19 observés dans la province de Hubei, Chine. Comparaison avec les caractéristiques des patients hospitalisés en France avec un diagnostic de grippe de 2012 à 2017. Saint-Maurice : Santé publique France, 2020. 21 p. Disponible à partir de l'URL : [www.santepubliquefrance.fr](http://www.santepubliquefrance.fr)

ISSN : 2609-2174 / ISBN-NET 979-10-289-0629-0 / RÉALISÉ PAR LA DIRECTION  
DE LA COMMUNICATION, SANTÉ PUBLIQUE FRANCE / DÉPÔT LÉGAL : AVRIL 2020