

Le 18 mars 2022

La protection apportée par la dose de rappel du vaccin contre le Covid-19 s'atténue après 3 mois pour les seniors

Appariements entre les bases SI-VIC, SI-DEP et VAC-SI

Cette semaine, les analyses fondées sur les données d'appariements de tests, d'entrées hospitalières et de vaccinations contre le Covid-19 présentent pour la première fois des résultats sur la protection conférée par l'injection d'une dose de rappel, selon qu'elle a été effectuée il y a moins ou plus de trois mois. En raison de l'ouverture progressive de la vaccination en commençant par les plus âgés, l'étude se focalise sur les individus âgés de 60 ans ou plus, les plus jeunes ne comptant pas, à l'heure actuelle, suffisamment de personnes dont le rappel remonte à plus de 3 mois.

En résumé, entre le 7 février et le 6 mars 2022, le nombre de **cas positifs pour 100 000 personnes et l'incidence hospitalière, en soins critiques comme conventionnels, sont systématiquement plus faibles pour les seniors lorsqu'ils sont vaccinés avec rappel, que ce dernier ait eu lieu il y a moins ou plus de 3 mois**, par rapport aux autres statuts vaccinaux. **Mais ils sont quasi-systématiquement plus faibles lorsque le rappel est récent – moins de 3 mois**, sauf pour l'incidence des entrées hospitalières chez les 80 ans ou plus, dont le niveau est comparable que le rappel soit récent ou non. Ainsi, **parmi les personnes âgées de 60 à 79 ans** (resp. pour les 80 ans ou plus), on compte :

- **1 600** (resp. 2 717) tests RT-PCR positifs pour 100 000 personnes non-vaccinées contre **908** (resp. 1 360) pour 100 000 vaccinées avec rappel de moins de 3 mois et **1 350** (resp. 2 050) pour 100 000 vaccinées avec rappel de 3 mois ou plus ;
- **1 623** (resp. 5 950) admissions en hospitalisation conventionnelle avec test RT-PCR positif identifié pour 1 million de personnes non-vaccinées contre **285** (resp. 1740) pour 1 million de personnes vaccinées avec rappel de moins de 3 mois et **451** (resp. 1 680) pour 1 million vaccinées avec rappel de 3 mois ou plus ;
- **503** (resp. 490) entrées en soins critiques avec test RT-PCR positif identifié pour 1 million de personnes non-vaccinées contre **58** (resp. 95) pour 1 million de personnes vaccinées avec rappel de moins de 3 mois et **82** (resp. 102) pour 1 million vaccinées avec rappel de 3 mois ou plus ;
- **389** (resp. 2 370) décès survenus à l'hôpital avec test RT-PCR positif identifié pour 1 million de personnes non-vaccinées contre **37** (resp. 335) pour 1 million de personnes vaccinées avec rappel de moins de 3 mois et **63** (resp. 323) pour 1 million vaccinées avec rappel 3 mois ou plus.

Par ailleurs, une **modélisation** sur les données recueillies à partir du 13 décembre 2021, et restreinte au variant Omicron, permet d'affiner les constats réalisés sur les seules statistiques descriptives sur la **population des 60 ans ou plus** :

- Concernant le risque de développer une **forme symptomatique** due au variant Omicron **la dose de rappel augmente la protection contre Omicron** par rapport au primo-schéma vaccinal complet - et encore plus par rapport aux non vaccinés - **de façon modérée durant les 3 mois** suivant son administration, avec une efficacité comprise **entre 50 % et 60 %, mais la protection diminue après 3 mois autour de 25 %** ;
- Concernant les **hospitalisations et les décès** survenus à l'hôpital avec le variant Omicron, le schéma initial complet est modérément efficace dans les 3 mois suivant son obtention, avec une protection de l'ordre de 60 % – 70 % contre l'entrée en soins critiques et les décès, et la protection s'érode avec le temps.
- **La dose de rappel est bien plus efficace dans les 3 mois suivant son administration, pour les 60-79 ans comme pour les 80 ans ou plus**, avec 80 % et 90 % de protection vaccinale contre les soins critiques et les décès, **mais la protection s'érode après 3 mois tout en restant élevée, comprise entre 70 % et 80 %.**

Les durées de séjours hospitaliers avec Omicron sont en outre actualisées par rapport à la publication du 11 février et comparées avec celles constatées avec Delta. La période d'observation étant maintenant plus longue, des modèles de durée permettent de distinguer l'effet de l'âge et du statut vaccinal de celui du variant sur ces durées de séjour. Une **légère réduction de durée d'hospitalisation avec Omicron par rapport à Delta** est confirmée, de l'ordre de 5 %, cette réduction est plus marquée, de l'ordre **de 10 % à 20 %, pour la durée passée en soins critiques**. Les patients séjournent moins longtemps à l'hôpital lorsque leur couverture vaccinale est complète, cette réduction de durée pouvant aller jusqu'à 10 % par rapport à des patients non-vaccinés (à âge, sexe et contexte épidémique donné).

Ces résultats sont issus du rapprochement des informations issues de SI-VIC, SI-DEP et VAC-SI, les systèmes d'information portant respectivement sur les hospitalisations, les tests et la vaccination Covid-19. **Les résultats nationaux ainsi que des déclinaisons régionales et par classe d'âge sont mis à disposition** sous forme de graphiques en format pdf et de fichiers csv permettant d'exploiter plus finement les résultats présentés. Ces fichiers sont **disponibles sur le [site de données ouvertes de la DREES](https://data.drees.solidarites-sante.gouv.fr/pages/accueil/)**. Le fichier par âge contient les variables de proportion d'Omicron parmi les tests et les événements hospitaliers ainsi qu'une distinction des hospitalisations pour motif de Covid-19.

<https://data.drees.solidarites-sante.gouv.fr/pages/accueil/>

Table des matières

Il est désormais possible d'estimer l'efficacité vaccinale à plus de 3 mois après le rappel pour les 60 ans ou plus	4
La fréquence des cas graves de Covid-19 est un peu plus élevée parmi les rappelés de plus de trois mois que parmi les rappelés de moins de trois mois chez les patients âgés de 60 à 79 ans, mais la différence n'apparaît pas significative chez les seniors de 80 ans et plus	6
Les risques de tests positifs symptomatiques comme d'hospitalisation avec Omicron augmentent significativement lorsque l'ancienneté du rappel passe de moins à plus de 3 mois	10
Les durées de séjour des patients atteints par Omicron apparaissent légèrement plus courtes qu'avec le variant Delta, cette différence étant accentuée pour la durée passée en services de soins critiques et les constats persistant en tenant compte des différences de composition entre les populations atteintes par les deux variants	14
Annexe - Évolution des tests et des entrées hospitalières à taille de population comparable selon le statut vaccinal pour les personnes de 60 ans ou plus.....	17
Annexe – Définitions et méthodes.....	19
Annexe – Description détaillée du modèle de risques.....	23
Description mathématique du modèle (exemple : estimation du risque d'hospitalisation avec Covid-19).....	23
Précisions opérationnelles	24
Annexe - Méthodologie des modèles de durée	25
Log-Logistic Accelerated Failure Time Model.....	25
Estimation sous R	25

Il est désormais possible d'estimer l'efficacité vaccinale à plus de 3 mois après le rappel pour les 60 ans ou plus

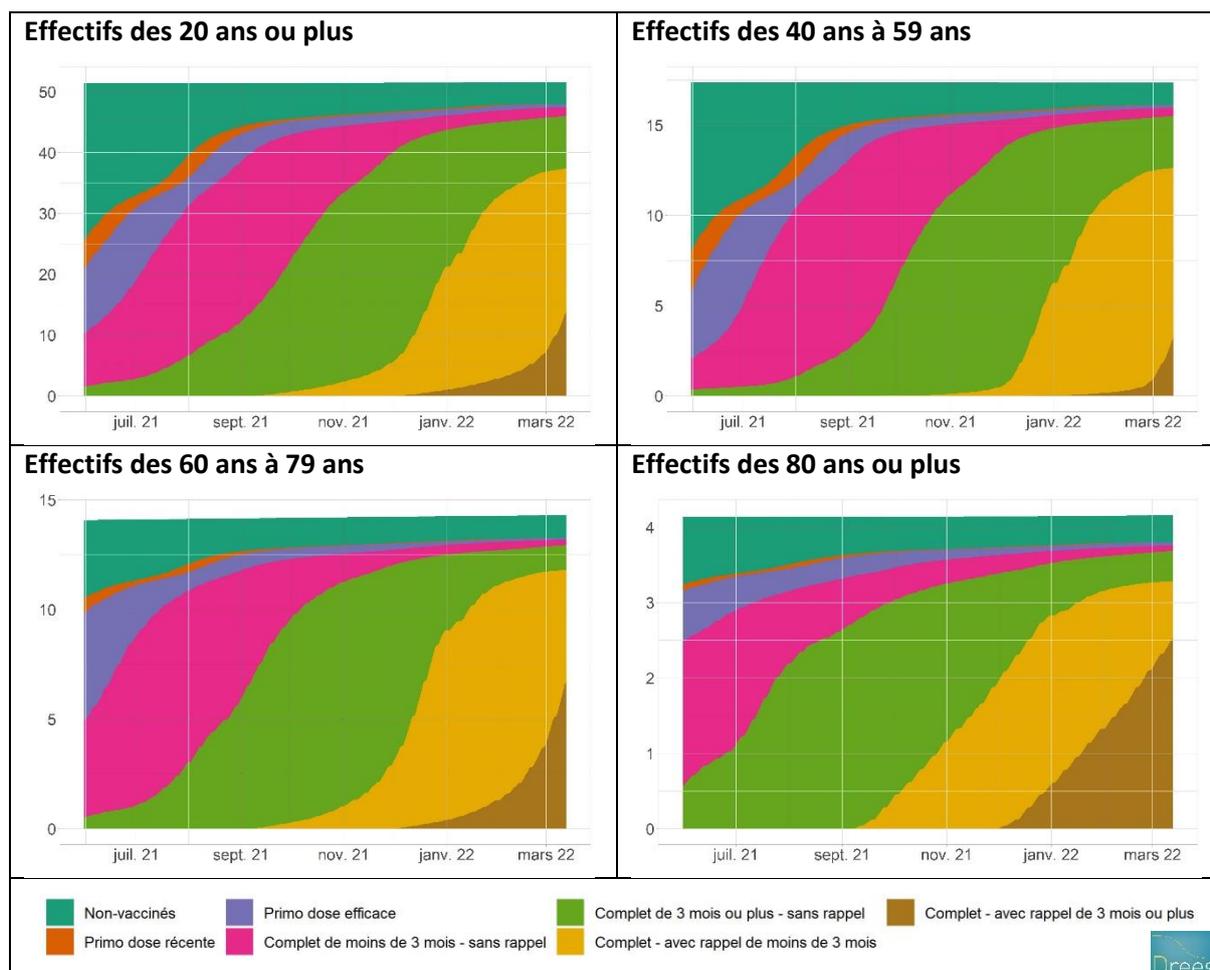
Si parmi les 20 ans ou plus, la part de la population ayant fait un rappel il y a plus de 3 mois demeure faible (graphique A.1 en haut à droite), elle est en revanche importante parmi les seniors.

Plus précisément, suite à l'ouverture de la vaccination de rappel le 1^{er} septembre 2021 pour les personnes de 65 ans ou plus et celles présentant des comorbidités, la part de cette population disposant d'une dose de rappel peut être décomposée selon l'ancienneté du rappel. En revanche, le rappel n'ayant été ouvert à l'ensemble des adultes complètement vaccinés que le 27 novembre dernier, cette décomposition selon l'ancienneté de la dose de rappel n'est, pour l'instant, pas pertinente en deçà de 60 ans¹ pour mesurer la protection apportée par le vaccin. En effet, outre le faible nombre de personnes ayant fait un rappel il y a plus de 3 mois chez les moins de 60 ans, celles-ci présentent possiblement de fortes particularités en terme de comorbidités ou d'exposition (ouverture précoce du rappel aux professionnels de santé par exemple).

Les graphiques A.1 présentent ainsi les effectifs de personnes dont le rappel date de moins (jaune) ou plus (marron) de 3 mois au sein de la population de 60 à 79 ans (en bas à gauche) ou de 80 ans ou plus (en bas à droite). Au 13 mars 2022, parmi les 4,1 millions de personnes de 80 ans ou plus, 61 % disposaient d'un rappel depuis plus de 3 mois et 18 % d'un rappel datant de moins de 3 mois. Parmi les 14 millions d'individus de 60 à 79 ans, 47 % disposaient d'un rappel depuis plus de 3 mois et 36 % d'un rappel datant de moins de 3 mois.

¹ Les analyses de la DREES à partir des bases SI-VIC, SI-DEP et VAC-SI appariées sont structurellement décomposées en tranches d'âge vingtennales.

Graphiques A.1 : Population selon le statut vaccinal et l'ancienneté depuis la dernière injection



Sources : VAC-SI, estimations de population INSEE. Calculs : DREES. Données extraites le 15 mars 2022 pour la période du 31 mai au 13 mars 2022.

Champ : population française résidente y compris DROM à chaque date courante.

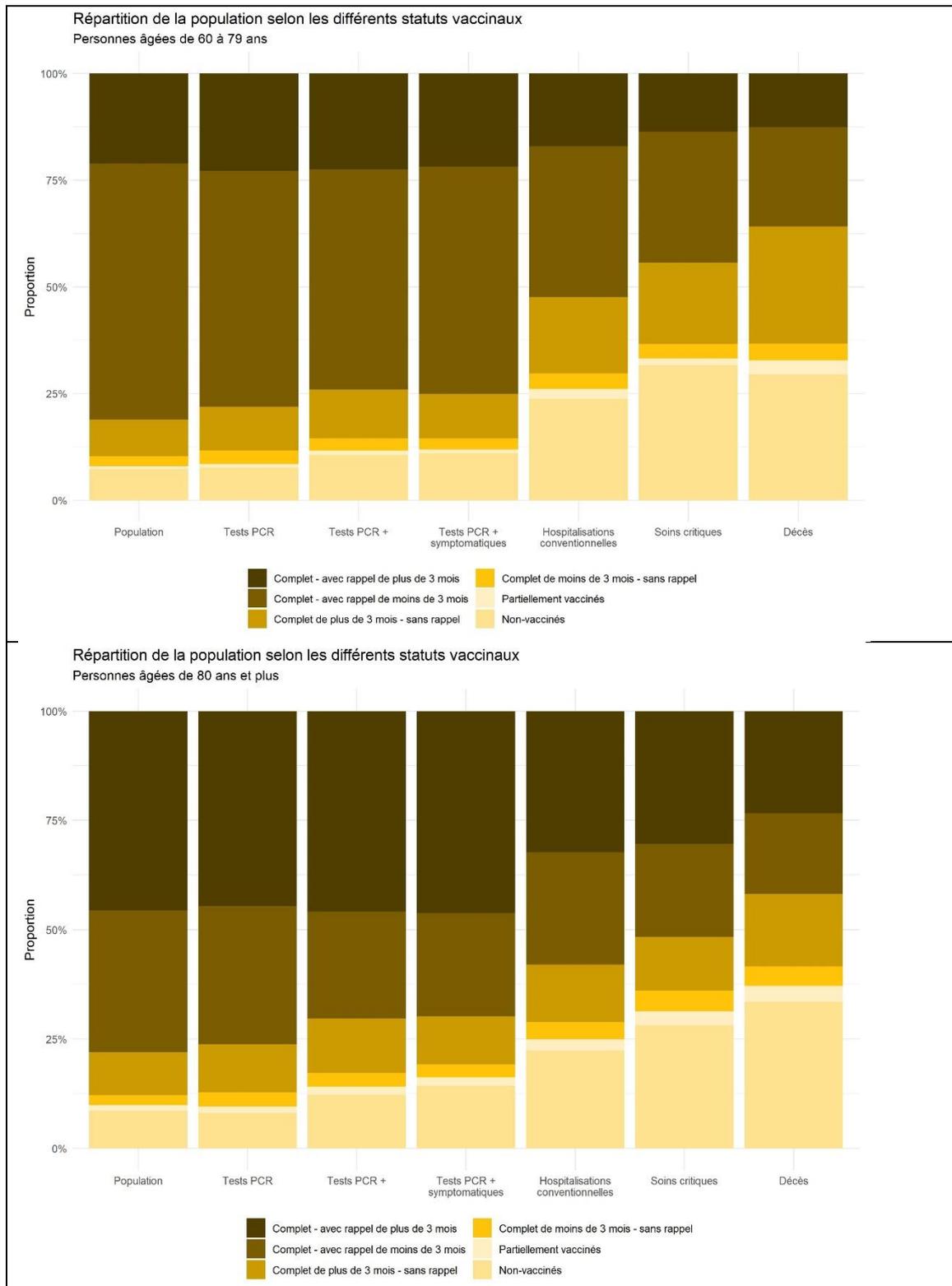
Lecture : au 27 février 2022, parmi les 4,1 millions de résidents français de 80 ans ou plus (graphique en bas à droite), 2,5 millions ont eu une dose de rappel depuis plus de 3 mois.

La fréquence des cas graves de Covid-19 est moins élevée chez les rappelés, que l'ancienneté du rappel soit inférieure ou supérieure à 3 mois

Il est possible de répartir les tests et les événements hospitaliers par statut vaccinal (graphiques A.2) durant les 4 dernières semaines d'observation. Rapportés aux populations concernées, on en déduit une mesure de la fréquence des tests positifs de Covid-19 à taille de population comparable, ainsi que de l'incidence hospitalière par statut vaccinal (graphiques A.3). On retrouve le résultat déjà présenté dans les publications précédentes sur l'effet protecteur du rappel contre les formes graves, et dans une plus faible mesure contre l'infection : quelle qu'en soit l'ancienneté, plus ou moins de 3 mois, l'incidence hospitalière est nettement plus faible chez les personnes rappelées que chez les autres statuts vaccinaux.

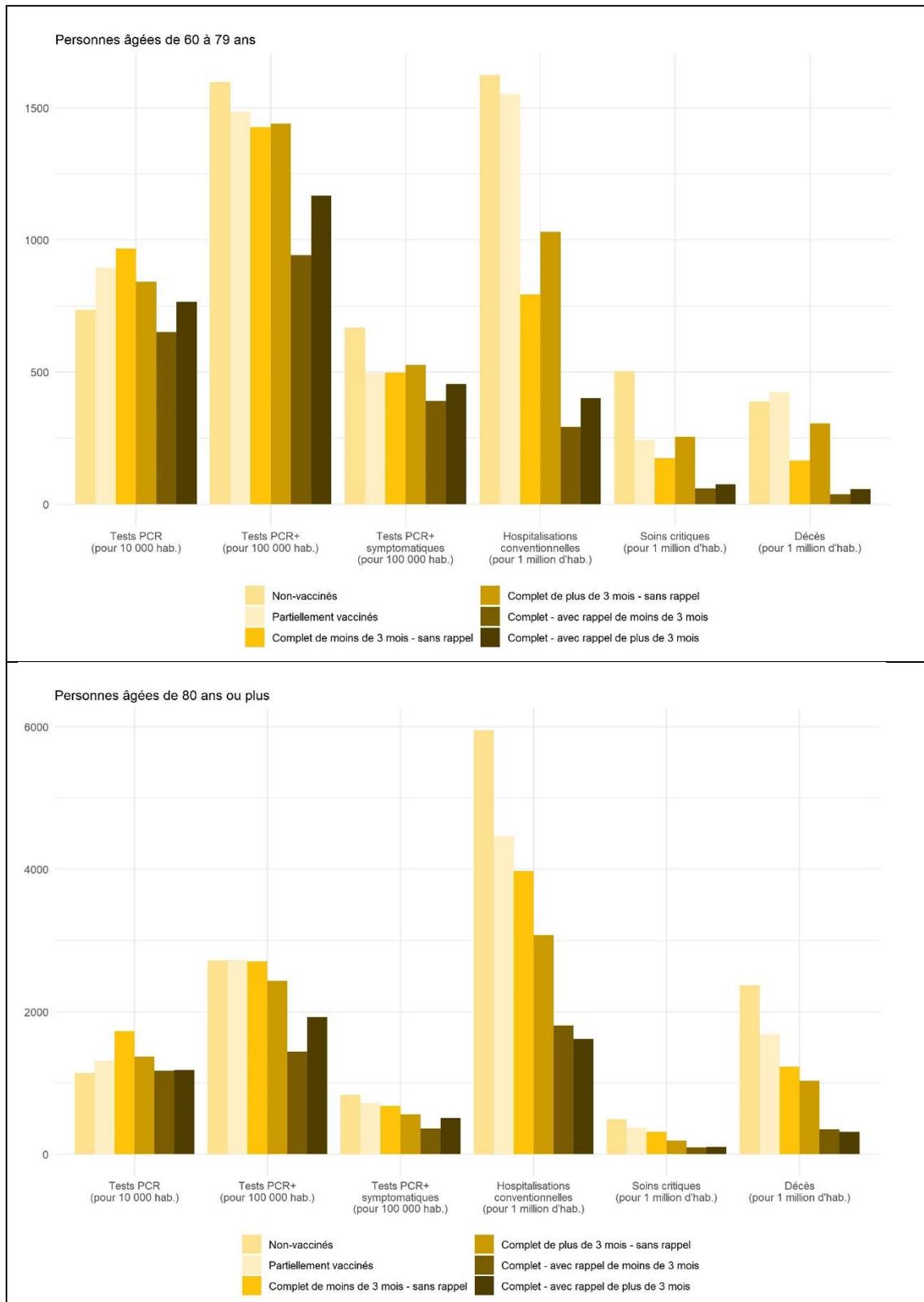
De plus, pour les 60-79 ans comme pour les 80 ans ou plus, les nombres de tests positifs pour 100 000 habitants sont légèrement plus faibles pour les personnes dont le rappel remonte à moins de 3 mois que pour les personnes dont le rappel remonte à plus de 3 mois. Pour les 60-79 ans, une différence existe aussi pour les événements hospitaliers. En revanche, pour les 80 ans ou plus, l'incidence hospitalière sur la période d'analyse, du 7 février au 6 mars 2022, est similaire entre les personnes rappelées depuis moins de 3 mois et celles qui le sont depuis plus longtemps.

Graphiques A.2 : Répartition de la population, des tests PCR, des entrées hospitalières et des décès selon le statut vaccinal pour les personnes de 60 ans ou plus



Sources : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI. Calculs DREES. Données extraites le 8 mars 2022 pour la période du 7 février au 6 mars 2022 pour les personnes de 60 ans ou plus. Actuellement, la population des personnes partiellement vaccinées est très particulière et ne représente qu'une très faible proportion de l'ensemble.

Graphiques A.3 : Nombre de tests PCR et d'événements hospitaliers à taille de population comparable par statut vaccinal pour les personnes de 60 ans ou plus



Sources : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI. Calculs DREES. Données extraites le 8 mars 2022 pour la période du 7 février au 6 mars 2022 pour les personnes de 60 ans ou plus. Les indicateurs d'hospitalisations conventionnelle, d'entrées en soins critiques et de décès sont restreints aux personnes dont un test RT-PCR positif a été identifié

Ces statistiques descriptives sont rappelées dans les tableaux A.1 ci-après.

Tableaux A.1 : Parts et nombres à taille de population comparable de tests et d'événements hospitaliers selon le statut vaccinal entre le 7 février et le 6 mars 2022 pour les personnes de 60 ans ou plus

Tableau : personnes âgées entre 60 ans et 79 ans

Statut vaccinal	Tests RT-PCR			Admissions et décès hospitaliers						Population résidente selon statut vaccinal
	RT-PCR	dont positives	atômes parmi les	Ensemble			dont RT-PCR positive			
				Hospit. conv.	Soins critiques	Décès	Hospit. conv.	Soins critiques	Décès	
Nombre de tests ou de patients pour l'ensemble										
Ensemble	1 009 490	156 544	62 672	9 012	2 056	1 718	7 103	1 655	1 374	14 288 312
Part de chaque statut vaccinal dans l'ensemble des tests, des patients ou de la population										
Non-vaccinés	8%	11%	11%	24%	31%	31%	24%	32%	29%	7%
Partiellement vaccinés	1%	1%	1%	2%	1%	3%	2%	2%	3%	1%
Primo vaccination complète	13%	14%	13%	21%	22%	31%	22%	22%	31%	11%
Complet de moins de 3 mois - sans rappel	3%	3%	3%	4%	3%	3%	4%	3%	4%	2%
Complet de plus de 3 mois - sans rappel	10%	11%	10%	18%	18%	27%	18%	19%	28%	9%
Vaccination complète avec rappel	78%	74%	75%	53%	46%	36%	52%	44%	36%	81%
Complet - avec rappel de moins de 3 mois	55%	52%	53%	36%	31%	23%	35%	31%	23%	60%
Complet - avec rappel de plus de 3 mois	23%	22%	22%	17%	15%	13%	17%	14%	13%	21%
Ensemble	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
A taille de population comparable (pour 100 000 personnes pour les tests, pour 1 million de personnes pour les hospitalisations)										
Non-vaccinés	7 347	1 596	666	2 063	615	506	1 623	503	389	
Partiellement vaccinés	8 703	1 403	458	1 813	245	494	1 471	232	413	
Primo vaccination complète	8 537	1 385	500	1 190	278	330	953	233	272	
Complet de moins de 3 mois - sans rappel	9 491	1 376	482	974	194	179	774	169	160	
Complet de plus de 3 mois - sans rappel	8 284	1 387	505	1 248	300	370	1 002	250	302	
Vaccination complète avec rappel	6 821	1 006	408	412	82	53	322	64	43	
Complet - avec rappel de moins de 3 mois	6 395	908	376	368	73	44	285	58	37	
Complet - avec rappel de plus de 3 mois	8 303	1 346	517	565	111	82	451	82	63	
Ensemble	7 066	1 096	439	631	144	120	497	116	96	

Tableau : personnes âgées 80 ans ou plus

Statut vaccinal	Tests RT-PCR			Admissions et décès hospitaliers						Population résidente selon statut vaccinal
	RT-PCR	dont positives	atômes parmi les	Ensemble			dont RT-PCR positive			
				Hospit. conv.	Soins critiques	Décès	Hospit. conv.	Soins critiques	Décès	
Nombre de tests ou de patients pour l'ensemble										
Ensemble	501 589	79 563	20 767	12 299	804	3 356	9 502	623	2 530	4 155 171
Part de chaque statut vaccinal dans l'ensemble des tests, des patients ou de la population										
Non-vaccinés	8%	12%	14%	23%	27%	34%	22%	28%	33%	9%
Partiellement vaccinés	1%	2%	2%	3%	3%	4%	3%	3%	4%	1%
Primo vaccination complète	14%	16%	14%	18%	16%	21%	17%	17%	21%	12%
Complet de moins de 3 mois - sans rappel	3%	3%	3%	4%	5%	4%	4%	5%	4%	2%
Complet de plus de 3 mois - sans rappel	11%	12%	11%	14%	11%	17%	13%	12%	17%	10%
Vaccination complète avec rappel	76%	70%	70%	57%	54%	41%	58%	52%	42%	78%
Complet - avec rappel de moins de 3 mois	31%	24%	24%	25%	24%	17%	26%	21%	18%	32%
Complet - avec rappel de plus de 3 mois	45%	46%	46%	33%	30%	24%	32%	30%	23%	46%
Ensemble	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
A taille de population comparable (pour 100 000 personnes pour les tests, pour 1 million de personnes pour les hospitalisations)										
Non-vaccinés	11 390	2 717	830	7 772	605	3 162	5 948	490	2 368	
Partiellement vaccinés	12 840	2 637	684	5 820	374	2 550	4 357	354	1 657	
Primo vaccination complète	14 197	2 446	573	4 268	257	1 374	3 203	208	1 049	
Complet de moins de 3 mois - sans rappel	16 901	2 601	651	5 042	400	1 357	3 892	306	1 180	
Complet de plus de 3 mois - sans rappel	13 582	2 411	555	4 103	223	1 378	3 050	186	1 019	
Vaccination complète avec rappel	11 803	1 730	448	2 172	135	428	1 702	99	327	
Complet - avec rappel de moins de 3 mois	11 315	1 363	343	2 159	137	416	1 739	95	335	
Complet - avec rappel de plus de 3 mois	12 357	2 047	535	2 191	131	439	1 679	102	323	
Ensemble	12 073	1 915	500	2 960	193	808	2 287	150	609	

Sources : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI. Calculs DREES. Données extraites le 8 mars 2022 pour les personnes de 60 ans ou plus.

Note : ici la part, en pourcentage de la population résidente, de chaque statut vaccinal est calculée en moyenne sur la période du 7 février au 6 mars 2022. Actuellement, la population des personnes partiellement vaccinées est très particulière et ne représente qu'une très faible proportion de l'ensemble.

Lecture : entre le 7 février et le 6 mars 2022, les non-vaccinés représentent en moyenne 9 % des personnes âgées de 80 ans ou plus (deuxième tableau ci-dessus), mais 22 % des personnes entrées en hospitalisation conventionnelle avec Covid-19 pour lesquelles un test RT-PCR positif a été identifié. De plus, toujours pour les 80 ans ou plus, 2 047 tests RT-PCR positifs pour 100 000 personnes vaccinées avec rappel de plus de 3 mois ont été constatés contre 1 363 pour 100 000 personnes vaccinées avec rappel de moins de 3 mois.

Les risques de tests positifs symptomatiques comme d'hospitalisation avec Omicron augmentent significativement pour les 60 ans ou plus lorsque l'ancienneté du rappel passe de moins à plus de 3 mois

Afin de tenir compte de l'ensemble des observations recueillies depuis le 13 décembre 2021 pour les patients avec Omicron et de neutraliser les différents effets de structure par âge et par région, des modèles d'efficacité vaccinale sont de nouveau mis en œuvre dans cette publication², en utilisant cette fois-ci la nouvelle décomposition selon l'ancienneté du rappel.

Les risques de test PCR symptomatique, entrée en hospitalisation conventionnelle, en soins critiques, décès hospitalier selon le statut vaccinal sont présentés pour les personnes de 60 ans à 79 ans et celles de 80 ans et plus, pour tous les statuts vaccinaux, relativement au risque des non-vaccinés conventionnellement fixé à 100 % (graphique B.1). L'analyse des résultats est ici focalisée sur la comparaison entre les patients vaccinés avec rappel depuis moins de 3 mois (avant-dernière colonne) et ceux avec rappel depuis plus de 3 mois (dernière colonne).

Ces premières estimations concernant l'efficacité vaccinale du rappel selon l'ancienneté sont soumises à de **possibles révisions ultérieures**. En effet, la période d'observation est assez courte, et les effectifs même conséquents sont possiblement affectés par des **biais de sélection importants** -notamment car les premiers rappelés sont possiblement plus fragiles, le rappel ayant été ouvert plus tôt aux vaccinés avec comorbidité et les plus fragiles pouvant être aussi plus prompts à se faire vacciner. En outre, les catégories de patients mobilisées **ne distinguent pas l'effet des infections antérieures**.

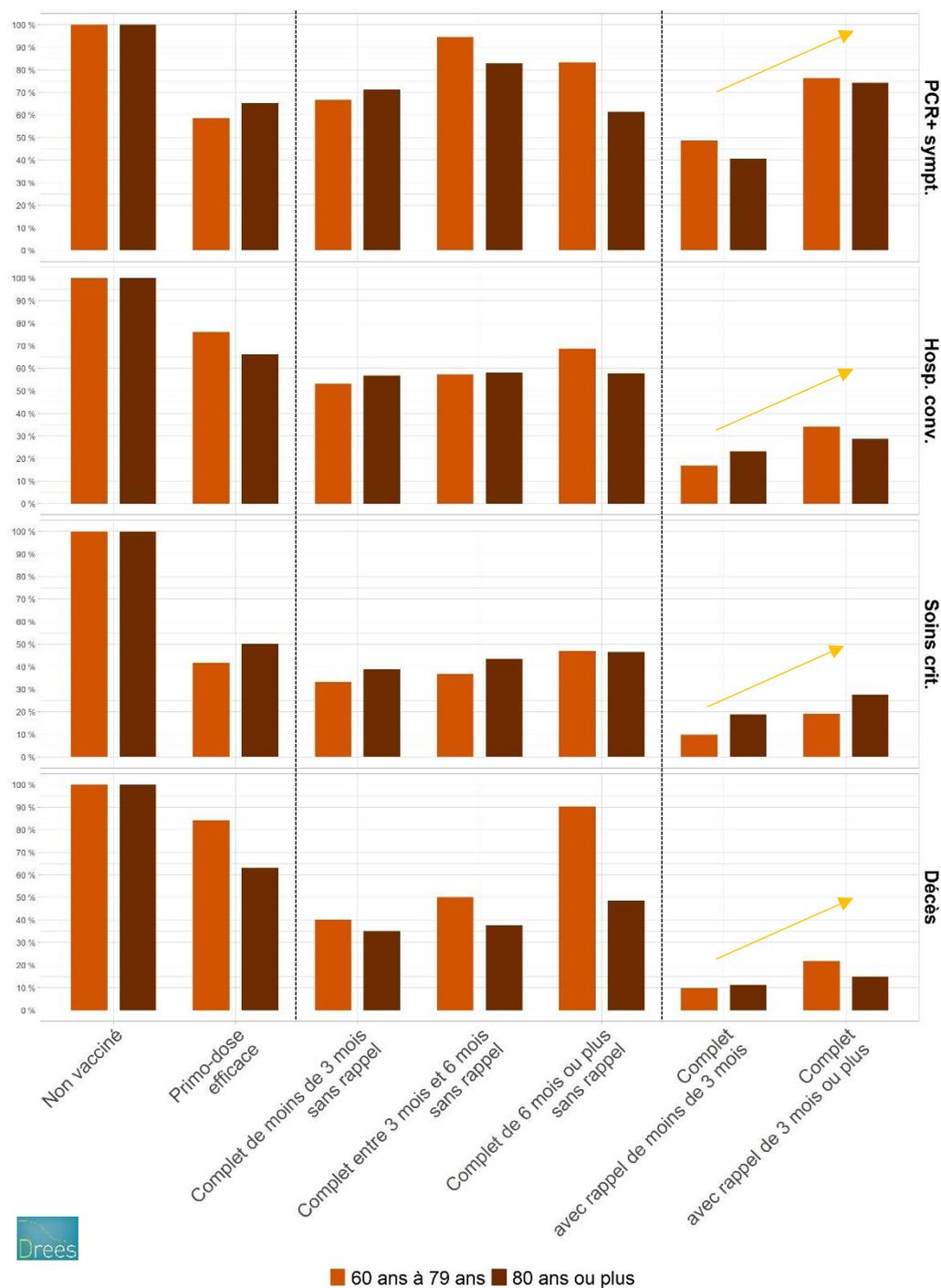
Malgré ces limites importantes, les estimations montrent que pour les 60-79 ans comme pour les 80 ans ou plus, le risque de test symptomatique lorsque le rappel date de plus de 3 mois est 55 % plus élevé que lorsque le rappel date de moins de 3 mois (tableau B.1) ; contre les hospitalisations et décès hospitaliers avec Omicron, l'augmentation de risque entre un rappel ancien et un rappel de moins de 3 mois est de l'ordre de 100% pour les personnes de 60 à 79 ans et plutôt de l'ordre de 26 % pour les patients de 80 ans ou plus. Cette moindre érosion de la protection vaccinale contre les événements hospitaliers pour les plus âgés pourrait être due à des effets de composition non pris en compte dans le modèle.

Ces estimations fondées sur l'ensemble des observations de tests et d'événements hospitaliers depuis le 13 décembre avec les cas Omicron ne conduisent pas exactement aux mêmes messages que les comparaisons de taux d'incidence hospitalière pour la seule période des 4 dernières semaines présentées ci-avant. Si les estimations par modélisation sur l'ensemble de la période présentent les fragilités évoquées précédemment, elles demeurent par nature plus robustes que les analyses tirées de la seule comparaison des taux d'incidence du 7 février au 6 mars 2022.

² Des modèles d'efficacité vaccinale ont régulièrement été présentés dans les publications hebdomadaires de la DREES exploitant les appariements SI-VIC, SIDEV, VAC-SI. Voir la publication du 4 mars 2022 de la DREES pour l'ensemble de la présentation du modèle, de ses limites et l'interprétation des résultats.

<https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/communique-de-presse/les-cas-positifs-et-les-entrees-lhopital-avec-covid-19-continuent-de-decroitre>

Graphiques B.1 : Risques relatifs avec Omicron de forme symptomatique, d'hospitalisation en soins conventionnels, en soins critiques et de décès après hospitalisation, selon l'âge et le statut vaccinal



Source : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI. Modélisation DREES. Données extraites le 15 mars 2022 pour la période du 13 décembre 2021 au 6 mars 2022 pour les personnes de 60 ans ou plus.

Champ : les événements hospitaliers sont ceux pour lesquels un test RT-PCR positif avec le variant Omicron a été identifié, et quel que soit le motif d'hospitalisation.

Lecture : chaque tranche d'âge doit être lue indépendamment. Les risques relatifs sont calculés par rapport au risque des non-vaccinés de chaque catégorie d'âge. Si le risque de décéder après hospitalisation pour une personne non vaccinée de 80 ans ou plus est conventionnellement fixé à 100 %, le risque pour une personne complètement vaccinée avec rappel de moins de 3 mois de la même classe d'âge est de 11 % toutes autres caractéristiques égales par ailleurs (date de prélèvement, région notamment). La protection vaccinale est donc dans ce cas-là de $100 - 11 = 89$ %.

Les risques relatif (RR) estimés représentés dans le graphique B.1 peuvent être également présentés sous forme d'efficacité vaccinale (EV), plus courante dans les communications provenant des laboratoires pharmaceutiques ou des travaux académiques de recherche suivant la formule : $EV = 1 - RR$ (tableau B.1).

Tableau B.1 : Estimation du niveau de protection vaccinale (en %) selon le statut et l'âge, par rapport aux non-vaccinés

Statut vaccinal	Tranche d'âge	Omicron	
		60 ans à 79 ans	80 ans ou plus
Test RT-PCR positif et symptomatique			
Primo-dose validée		41	35
Complet sans rappel	De moins de 3 mois	33	29
	De 3 mois à 6 mois	6	17
	De 6 mois ou plus	17	39
Complet avec rappel	De moins de 3 mois (a)	51	59
	De 3 mois ou plus (b)	24	26
Augmentation de risque associée par un rappel plus ancien (1 - (b)) / (1 - (a)) - 1		55	80
Hospitalisation conventionnelle avec test RT-PCR positif			
Primo-dose validée		24	34
Complet sans rappel	De moins de 3 mois	47	43
	De 3 mois à 6 mois	43	42
	De 6 mois ou plus	31	42
Complet avec rappel	De moins de 3 mois (a)	83	77
	De 3 mois ou plus (b)	66	71
Augmentation de risque associée par un rappel plus ancien (1 - (b)) / (1 - (a)) - 1		100	26
Admission en soins critiques avec test RT-PCR positif			
Primo-dose validée		58	50
Complet sans rappel	De moins de 3 mois	67	61
	De 3 mois à 6 mois	63	56
	De 6 mois ou plus	53	53
Complet avec rappel	De moins de 3 mois (a)	90	81
	De 3 mois ou plus (b)	81	72
Augmentation de risque associée par un rappel plus ancien (1 - (b)) / (1 - (a)) - 1		90	47
Décès après hospitalisation avec test RT-PCR positif			
Primo-dose validée		16	37
Complet sans rappel	De moins de 3 mois	60	65
	De 3 mois à 6 mois	50	62
	De 6 mois ou plus	10	52
Complet avec rappel	De moins de 3 mois (a)	90	89
	De 3 mois ou plus (b)	78	85
Augmentation de risque associée par un rappel plus ancien (1 - (b)) / (1 - (a)) - 1		120	36

Source : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI. Modélisation DREES. Données extraites le 15 mars 2022 pour la période du 13 décembre 2021 au 6 mars 2022 pour les personnes de 60 ans ou plus.

Lecture : le risque des personnes de 80 ans ou plus d'entrer en hospitalisation conventionnelle est de 23 % (1-77 %) pour les personnes avec rappel de moins de 3 mois de celui des personnes de même âge non vaccinées. Il est de 29 % (1-71 %) celui des non vaccinés pour les personnes avec rappel de plus de 3 mois. Un rappel ancien est ainsi associé à une augmentation de risque de 26 % = 29/23-1 par rapport à un rappel de moins de 3 mois.

Les durées de séjour des patients atteints par Omicron apparaissent légèrement plus courtes qu'avec le variant Delta, en particulier pour la durée passée en services de soins critiques

En complément des estimations précédentes de risque d'entrée à l'hôpital, il est également important de s'intéresser aux durées de séjours des patients hospitalisés avec le Covid-19.

La durée médiane passée à l'hôpital pour les patients avec suspicion d'Omicron s'établit à 9,3 jours, contre 9,6 pour ceux relevant de Delta, soit 3 % de moins (tableau C.1). Ces durées de séjour sont estimées sur l'intégralité du séjour (y compris SSR et autres soins de longue durée) des patients de 20 ans ou plus entrés à l'hôpital entre le 13 décembre 2021 et le 13 février 2022. Ces dates permettent d'inclure des séjours avec Delta en décembre, et des séjours avec Omicron depuis début janvier, ainsi que d'avoir un recul suffisant pour l'observation des durées de séjours.

En soins critiques seuls (services de réanimation, soins intensifs et surveillance continue), la réduction avec Omicron par rapport à Delta est plus marquée : - 18 % en médiane et - 22 % en moyenne. La durée médiane d'hospitalisation en soins critiques s'établit à 5,9 jours avec suspicion d'Omicron contre 7,3 jours pour les suspicions de Delta. Ces durées médianes de séjour observées sont très similaires à celles qui avaient été mesurées dans la publication du 11 février 2022 de la Drees sur une période d'estimation plus restreinte³.

Tableau C.1 : Comparaison des durées de séjour à l'hôpital pour les variant Delta et Omicron pour les séjours ayant débuté entre le 13 décembre 2021 et le 13 février 2022

DMS 13 décembre au 13 février inclus						
Drees		Durées de séjour		Réduction des durées avec Omicron		
Variant	Effectifs (en %)	Médiane	Moyenne	Médiane	Moyenne	
Durée totale du séjour						
Delta	15 238 (32,4 %)	9,6	15,7	-3%	-8%	
Omicron	31 786 (67,6 %)	9,3	14,3			
Durée en soins critiques						
Delta	4 161 (50,6%)	7,3	12,9	-18%	-22%	
Omicron	4 057 (49,4%)	5,9	10,1			
Durée de séjour en se restreignant aux séjours pour Covid						
Delta	Pour Covid	13 418 (28,5 %)	9,4	15,5	-4%	-9%
Omicron		22 090 (47 %)	9,0	14,1		

Source : appariement SI-VIC, SI-DEP. Calculs DREES. Données extraites le 14 mars 2022 pour la période du 13 décembre 2021 au 13 février 2022.

Lecture : Les 31 786 séjours de personnes de 20 ans et plus avec suspicion d'Omicron ont une durée moyenne de 14,3 jours, ce qui est une réduction de 8 % par rapport aux séjours avec Delta (15,7 jours en moyenne).

Pour séparer les effets de la vaccination et des variants sur la durée de séjour des autres effets de compositions de population (notamment l'âge), la durée de séjour hospitalier jusqu'à la fin de l'hospitalisation est expliquée par un modèle de survie paramétrique de type « *Accelerated Failure Time* » (voir annexe méthodologique du modèle de durée de séjour). Les variables explicatives utilisées sont des caractéristiques individuelles (le statut vaccinal et la tranche d'âge) et liées à l'hospitalisation (département et variant).

Ce type de modèle permet une interprétation de chaque variable comme ayant un impact « multiplicatif » sur la durée du séjour⁴. Les coefficients passés à l'exponentielle peuvent donc s'interpréter comme des pourcentages

³

<https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2022-02/2022-02-11%20-%20Appariements%20sivic-sidep-vacsi%20Drees%20-%20v6.pdf>

⁴ En effet, ce modèle peut être assimilé à une régression du logarithme du temps de survie (i.e. la durée de séjour) sur les variables explicatives, avec une erreur suivant une distribution logistique.

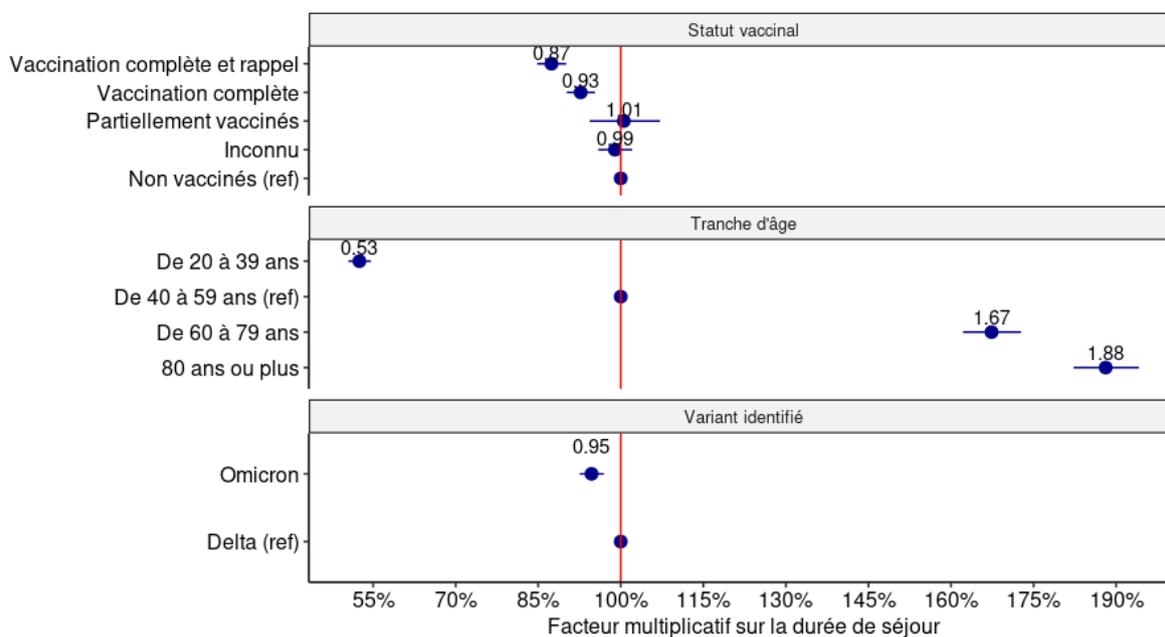
d'augmentation ou de réduction de la durée de séjour par rapport à la valeur de référence, toutes choses égales par ailleurs.

Les séjours avec Omicron sont en moyenne 5 % plus courts que ceux avec Delta (graphique C.1) en contrôlant des autres caractéristiques des patients, ce qui confirme que les statistiques descriptives précédentes ne sont pas dues à des compositions de populations différentes entre les patients avec Omicron et Delta, mais bien à des durées intrinsèquement plus courtes avec Omicron. Les passages en soins critiques sont eux 14 % plus courts avec Omicron (graphique C.2).

Par ailleurs, les patients hospitalisés complètement vaccinés effectuent des séjours 7 % plus courts que les non-vaccinés, en tenant compte des autres variables considérées dans le modèle. Le rappel accroît cette réduction à 13 %.

Enfin, l'effet de l'âge sur les durées de séjour est, comme sur les risques d'entrée hospitalière, très fort. Les personnes de 80 ans ou plus ont des durées de séjour près de deux fois plus longues que celle des personnes de 40 à 59 ans (sauf pour la durée en soins critiques où les plus âgés ne sont pas forcément pris en charge aussi longtemps que les personnes de 40 à 59 ans et a fortiori de 60 à 79 ans). Les séjours des patients de 20 à 39 ans sont les plus courts, deux fois moindres que ceux de leurs aînés de 40 à 59 ans (la réduction de durée est un peu moindre en soins critiques).

Graphique C.1 : Coefficients multiplicatifs sur la durée de séjours liés au statut vaccinal, à l'âge et aux variants

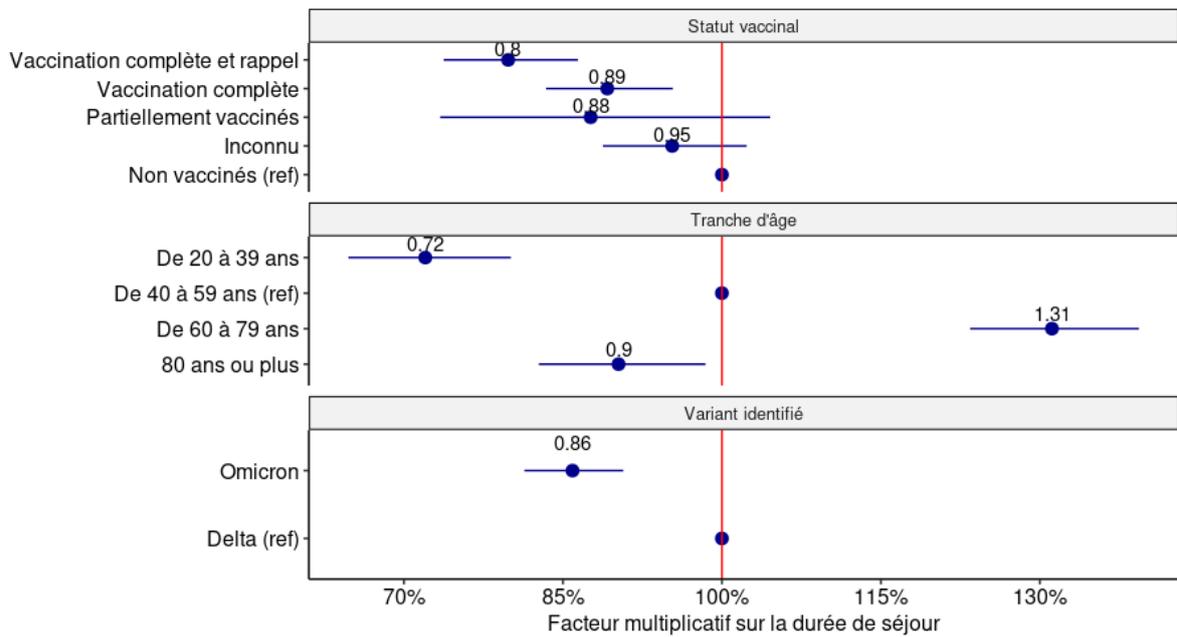


Source : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI. Calculs DREES. Données extraites le 14 mars 2022 pour la période du 13 décembre 2021 au 13 février 2022.

Lecture : La durée de séjour des patients de 20 à 39 ans est réduite d'environ 55 % par rapport aux patients âgés de 40 à 59 ans.

Note : Le point représente le coefficient estimé et le segment l'intervalle de confiance à 95 %. Le statut vaccinal inconnu correspond aux patients non retrouvés dans VAC-SI.

Graphique C.2 : Coefficients multiplicatifs sur la durée en soins critiques liés au statut vaccinal, à l'âge et aux variant



Source : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI. Calculs DREES. Données extraites le 14 mars 2022 pour la période du 13 décembre 2021 au 13 février 2022.

Lecture : La durée en soins critiques des patients de 20 à 39 ans est réduite d'environ 28 % par rapport aux patients âgés de 40 à 59 ans.

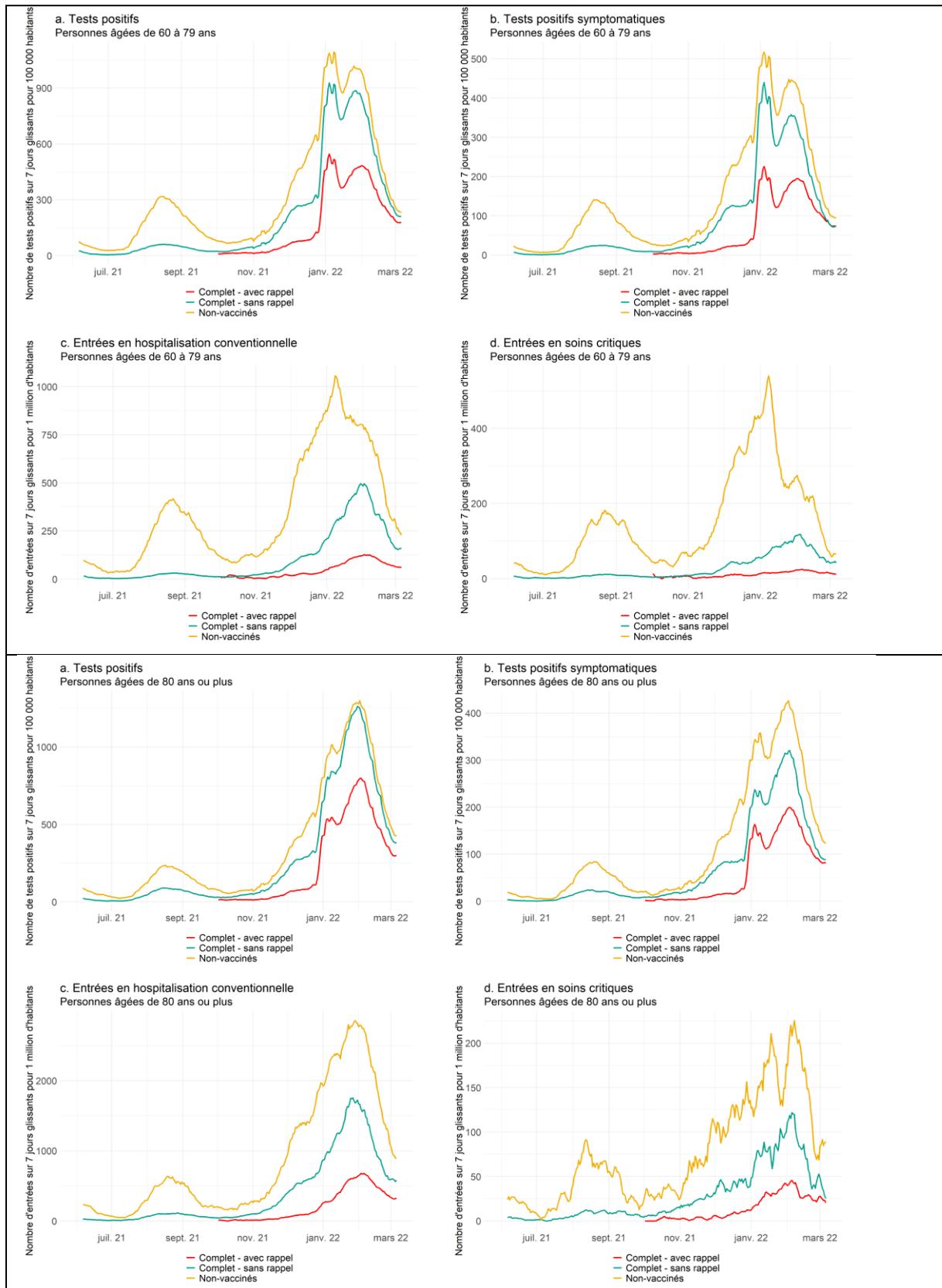
Note : Le point représente le coefficient estimé et le segment l'intervalle de confiance à 95 %. Le statut vaccinal inconnu correspond aux patients non retrouvés dans VAC-SI.

Annexe - Évolution des tests et des entrées hospitalières à taille de population comparable selon le statut vaccinal pour les personnes de 60 ans ou plus

Parmi les personnes de 60 ans ou plus, quel que soit le statut vaccinal (graphiques B.1), les nombres de tests positifs et d'entrées en hospitalisation ont commencé à baisser à partir de la fin janvier 2022. Durant toute la période étudiée, le nombre de tests RT-PCR positifs pour 100 000 habitants demeure plus élevé parmi les personnes non vaccinées que parmi celles présentant un statut vaccinal complet sans rappel, et encore plus avec rappel. Les fréquences d'entrées hospitalières (en hospitalisation conventionnelle ou en soins critiques) des personnes vaccinées avec ou sans rappel demeurent également nettement plus faibles que celles des non-vaccinés.

Il faut toutefois rappeler que les effectifs concernés sont parfois faibles (notamment pour les personnes vaccinées avec rappel au début de la campagne de rappel), ce qui peut conduire à des séries volatiles dont les évolutions sur une courte période peuvent être difficilement interprétables.

Graphiques D.1 : nombre de tests RT-PCR ou d'entrées hospitalières par statut vaccinal à taille de population comparable de 60 ans ou plus



Source : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI. Calculs DREES. Données extraites le 8 mars 2022 pour la période du 31 mai 2021 au 6 mars 2022 pour les personnes de 60 ans ou plus.

Annexe – Définitions et méthodes

Les résultats présentés ici sont issus de l'exploitation des appariements entre les données de :

- SI-VIC, base de données sur les hospitalisations conventionnelles ou en soins critiques (réanimation, soins intensifs et soins continus) de patients, **hospitalisés pour ou positifs au test Covid-19**.
- SI-DEP, base de données sur les résultats des tests de dépistage du virus SARS-CoV-2,
- VAC-SI, base de données sur les vaccinations Covid-19.

Les données utilisées et les statistiques publiées en open data portent sur la **période du 31 mai 2021 au 6 mars 2022** et ont été extraites le 15 mars 2022.

Les décomptes issus de l'appariement des trois bases **SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI** portent sur des personnes dont l'âge est renseigné. De plus, les événements hospitaliers (entrée en hospitalisation conventionnelle, entrée en soins critiques, décès) sont comptabilisés en date de survenue. À l'exception des colonnes « Admissions et décès hospitaliers – Ensemble » du tableau B.1, toutes les statistiques d'événements hospitaliers présentées sont établies sur des personnes pour lesquelles au moins un test RT-PCR positif a été identifié entre 21 jours avant l'hospitalisation et 21 jours après l'événement hospitalier (ou la date d'extraction des données pour les statistiques les plus récentes). Cette restriction de champ aux patients admis à l'hôpital ou décédés pour lesquels un test positif a été identifié explique l'écart constaté entre les colonnes « Ensemble » et « dont RT-PCR positive » de la partie « Admissions et décès hospitaliers ».

Les décomptes issus de l'appariement des deux bases **SI-DEP et VAC-SI** portent sur des nombres de tests RT-PCR nasopharyngés en date de prélèvement durant la même période que les statistiques d'hospitalisation et de couverture vaccinale.

La présomption de variant Omicron ou Delta est établie à partir des résultats de criblage des tests RT-PCR positifs. Le criblage conduit à fournir une information codée sur 4 positions A, B, C, D, renseignant sur le type de mutation identifiée⁵. La détection du variant Omicron peut être indiquée par le codage D1. Mais cette quatrième position n'a été introduite dans le dispositif de remontée des résultats de criblage que début décembre et moins de 40 % des tests criblés début 2022 contiennent une information exploitable pour ces mutations D.

⁵ Plus précisément, ces informations sont associées à des mutations de la chaîne peptidique codée par le coronavirus. Les positions de codage correspondent aux mutations suivantes :

- A : E484K, mutation indicatrice notamment des variants Beta et Gamma
- B : E484Q, mutation indicatrice notamment du variant Kappa
- C : L452R, mutation indicatrice notamment du variant Delta
- D : délétion 69/70 ou mutations N501Y ou K417N, indicatrices notamment du variant Omicron avant le 20 décembre 2021 puis del69/70 mutations S371L-S373P ou Q493R à partir du 20 décembre 2021.

Pour chaque position, les codages possibles sont :

- 0 : absence
- 1 : présence
- 8 : ininterprétable
- 9 : non recherché

Par ailleurs, depuis juillet et jusqu'à début décembre 2021, le variant Delta étant largement majoritaire, l'essentiel des criblages durant cette période portent la mutation C. En revanche, le variant Omicron ne comporte aucune des trois mutations A, B, C. Si bien qu'en l'absence d'information exhaustive issue du criblage sur la mutation D et après une quatrième vague essentiellement portée par le variant Delta codé en C1, un indicateur raisonnable pour déceler les tests relevant possiblement d'un variant Omicron provient des codages indiquant l'absence de mutations A, B et C.

Au final, le « proxy Omicron » est défini comme les tests criblés dont le résultat est du type A0BxC0 ou A0BxC0D[189] ou AxBxCxD1⁶. Par ailleurs tous les autres tests sont considérés comme relevant du « proxy Delta » car les autres variants circulant en France en décembre 2021 sont très minoritaires. Ces choix sont par ailleurs confirmés par les résultats de séquençage exploités par Santé publique France, qui permettent d'établir de façon certaine le lignage du virus identifié dans les prélèvements⁷.

Une grande majorité des tests RT-PCR positifs étant criblés⁸, les proportions de tests criblés relevant du proxy Omicron ou du proxy Delta sont supposées être similaires pour l'ensemble des tests RT-PCR positifs (qu'ils soient criblés ou non).

Les dénombrements de tests (nombre et résultats positifs) ne sont pas dédoublonnés au-delà de la journée. Autrement dit, lorsqu'une personne réalise plusieurs tests RT-PCR à des dates différentes, les nombres de tests et les positifs associés sont comptés à chaque fois dans les effectifs et ratios. Par ailleurs, on considère comme symptomatiques les personnes dont la variable associée dans SI-DEP indique la présence de symptômes ; les autres pouvant être asymptomatiques ou sans information connue.

Les **décès** dénombrés de patient positifs Covid-19 sont ceux survenus à l'hôpital (y compris dans d'autres services que ceux d'hospitalisation conventionnelle et de soins critiques), enregistrés dans SI-VIC et **concernant les seuls patients admis à l'hôpital après le 15 mai** - dans le but de centrer l'analyse sur les événements débutés à compter de la quatrième vague épidémique. En pratique, les nombres de décès sur la période sous revue (qui débute en juillet) de personnes admises à l'hôpital avant le 15 mai sont très faibles. Par ailleurs, les dénombrements ici présentés (colonne « décès / ensemble » du tableau A.1) sont en date de survenue et issus des appariements ; ils ne coïncident donc pas avec les données non appariées et en date d'enregistrement que publie Santé publique France.

En concordance avec les choix effectués par Santé publique France s'agissant des grandes catégories⁹, le **statut vaccinal** des patients a été défini suivant quatre modalités dont les contours varient suivant le vaccin utilisé et l'antécédent de Covid-19 des patients :

pour les vaccinations sans antécédent de Covid-19 avec vaccins non monodose (hors Janssen) :

- Non vacciné (0) : personne n'ayant jamais reçu d'injection de vaccin contre le SARS-CoV-2
- Primo dose récente (1-) : personne ayant reçu une première dose depuis 14 jours ou moins

⁶ Le codage sur la mutation B n'a plus été requis à partir du 20 décembre 2021. Ces codages sur la mutation B étant moins souvent renseignés, la contrainte sur l'absence de mutation B a été supprimée, le terme x signifie n'importe lequel des quatre codages possibles.

⁷ Voir notamment l'analyse de risque sur les variants du SARS-CoV-2 du 15 décembre 2021 :

<https://www.santepubliquefrance.fr/media/files/01-maladies-et-traumatismes/maladies-et-infections-respiratoires/infection-a-coronavirus/analyse-de-risque-des-variants-emergents-de-sars-cov-2-mai-15-12-2021>

⁸ Plus de 70 % entre le 29 novembre 2021 et le 2 janvier 2022.

⁹ En revanche, s'agissant de la décomposition des personnes vaccinées en fonction de l'ancienneté depuis l'obtention du statut vaccinal complet ou du rappel, il n'existe pas à notre connaissance de typologie standard à ce stade.

- Primo dose efficace (1+) : personne ayant reçu une première dose depuis plus de 14 jours ou ayant reçu une deuxième dose depuis 7 jours ou moins
- Vaccination complète (C) : personne ayant reçu une deuxième dose¹⁰ depuis plus de 7 jours

pour les vaccinations sans antécédent de Covid-19 avec vaccin mono dose (Janssen) :

- Non vacciné (0) : personne n'ayant jamais reçu d'injection de vaccin contre le SARS-CoV-2
- Primo dose récente (1-) : personne ayant reçu une dose de Janssen depuis 14 jours ou moins
- Vaccination complète (C) : personne ayant reçu dose de Janssen depuis plus de 14 jours

pour les vaccinations avec antécédent de Covid-19 :

- Non vacciné (0) : personne avec antécédent n'ayant jamais reçu d'injection de vaccin contre le SARS-CoV-2
- Primo dose récente (1-) : personne avec antécédent ayant reçu une dose depuis 7 jours ou moins
- Vaccination complète (C) : personne avec antécédent ayant reçu une dose depuis plus de 7 jours

Dans tous les cas, la catégorie « vaccination complète (C) » est séparée en deux sous-groupes, eux-mêmes étant chacun :

- personnes n'ayant pas effectué d'injection de rappel :
 - o personnes ayant obtenu le statut vaccinal complet depuis moins de 3 mois ;
 - o personnes ayant obtenu le statut vaccinal complet depuis plus de 3 mois et moins de 6 mois ;
 - o personnes ayant obtenu le statut vaccinal complet depuis plus de 6 mois ;
- personnes ayant effectué une injection de rappel :
 - o personnes ayant obtenu la dose de rappel depuis moins de 3 mois ;
 - o personnes ayant obtenu la dose de rappel depuis plus de 3 mois et moins de 6 mois ;
 - o personnes ayant obtenu la dose de rappel depuis plus de 6 mois.

L'identification du statut vaccinal est faite à partir des informations sur les injections dans la base VAC-SI. Une note méthodologique¹¹, associée à la publication de la Drees du 29 octobre 2021, détaille les traitements appliqués, et notamment comment sont prises en compte les observations des patients ne pouvant être retrouvés dans les bases VAC-SI.

Les **taux de couverture vaccinale** utilisés ici ont été estimés par la DREES en mobilisant, pour les dénominateurs, la source VAC-SI. Pour approcher le lieu de résidence lorsque celui-ci n'est pas connu dans les bases, c'est le lieu de vaccination qui est pris en compte¹². Les populations résidentes au 1^{er} janvier 2021 estimées par l'Insee (<https://www.insee.fr/fr/statistiques/1893198>) ont été utilisées comme dénominateur des taux de couverture vaccinale. Les **effectifs de personnes non vaccinées** sont établis par différence entre la population résidente et les effectifs de personnes vaccinées. **L'âge des patients est, depuis la note du 25 février 2022, considéré au moment de l'évènement considéré** (test

¹⁰ Ou une troisième dose s'agissant des personnes immunodéprimées.

¹¹ https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2021-10/211029%20Am%C3%A9liorations%20m%C3%A9thodologiques%20des%20appariements_vf.pdf

¹² L'information sur le département de résidence n'est disponible dans la version de VAC-SI mise à disposition de la DREES que sur une part des patients.

ou hospitalisation), une annexe méthodologique¹³, associée à la publication de la Drees du 25 février 2022, détaille les traitements appliqués.

Les dénombrements de tests, d'entrées, de décès et de population selon le statut vaccinal concernent les populations résidant en France.

¹³Annexe – Passage de l'âge au 1^{er} janvier 2021 à l'âge courant, <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2022-02/220225%20Note%20appariement%20Sivic-Sidep-Vacsi.pdf>

Annexe – Description détaillée du modèle de risques

Description mathématique du modèle (exemple : estimation du risque d'hospitalisation avec Covid-19)

Nous décrivons ici un modèle de risques relatifs associés aux hospitalisations avec test RT-PCR positif (abrégé en « hospitalisé » dans la suite). Les résultats des modèles pour les infectés symptomatiques et pour les décès sont construits de façon similaire. Le modèle utilisé est détaillé ci-après (*Précisions opérationnelles*).

L'objectif est d'estimer les risques pour un individu d'être hospitalisé en fonction des caractéristiques suivantes :

- la date (regroupée par périodes de 7 jours) ;
- la région (13 régions métropolitaines et 5 régions d'Outre-mer) ;
- le statut vaccinal (précisant l'ancienneté et l'injection ou non d'un rappel) ;
- l'âge (par tranche de vingt ans).

Pour construire le modèle, deux principales hypothèses sont faites : la première est que l'influence spatio-temporelle (date et région), correspondant à l'évolution de l'épidémie, est indépendante de l'influence des caractéristiques inhérentes à l'individu (âge et statut vaccinal). Cela signifie que la probabilité pour l'individu d'être hospitalisé est de la forme :

$$\text{Probabilité}(\text{hospitalisation}) = \text{risque}(\text{date, région}) \times \text{risque}(\text{âge, statut vaccinal}),$$

avec un risque par couple date-région et un risque par couple âge-statut vaccinal.

La deuxième hypothèse est, qu'après prise en compte des quatre facteurs étudiés, les hospitalisations des différents individus sont indépendantes entre elles, c'est à dire que sachant les quatre facteurs pour les individus ind_1, \dots, ind_n :

$$\begin{aligned} \text{Probabilité}(ind_1 \text{ à } ind_n \text{ sont hospitalisés}) \\ = \text{Probabilité}(ind_1 \text{ hospitalisé}) \times \dots \times \text{Probabilité}(ind_n \text{ hospitalisé}). \end{aligned}$$

En notant pour chaque valeur de date, région, âge et statuts vaccinaux :

- $n(\text{date, région, âge, statut vaccinal})$ le nombre d'individus hospitalisés associé,
- $N(\text{date, région, âge, statut vaccinal})$ le nombre total d'individus (non nécessairement hospitalisés) associé,

sous les deux hypothèses précédemment citées, il découle que $n(\text{date, région, âge, statut vaccinal})$ est la réalisation d'une variable aléatoire de loi binomiale :

$$\text{Binomiale}(N(\text{date, région, âge, statut vaccinal}), \text{risque}(\text{date, région}) \times \text{risque}(\text{âge, statut vaccinal})),$$

et puisque le ratio $n(\text{date, région, âge, statut vaccinal}) / N(\text{date, région, âge, statut vaccinal})$ est très faible, cette loi binomiale peut très bien être approximée par une loi de Poisson :

$$\text{Poisson}(N(\text{date, région, âge, statut vaccinal}) \times \text{risque}(\text{date, région}) \times \text{risque}(\text{âge, statut vaccinal})),$$

de vraisemblance :

$$\frac{(N(\text{date, région, âge, statut vaccinal}) \times \text{risque}(\text{date, région}) \times \text{risque}(\text{âge, statut vaccinal}))^{n(\text{date, région, âge, statut vaccinal})}}{n(\text{date, région, âge, statut vaccinal})! e^{N(\text{date, région, âge, statut vaccinal}) \times \text{risque}(\text{date, région}) \times \text{risque}(\text{âge, statut vaccinal})}}$$

Ainsi on déduit que, à une constante additive, l'opposé de la log-vraisemblance de $n(\text{date}, \text{région}, \text{âge}, \text{statut vaccinal})$ est :

$$N(\text{date}, \text{région}, \text{âge}, \text{statut vaccinal}) \text{risque}(\text{date}, \text{région}) \text{risque}(\text{âge}, \text{statut vaccinal}) - n(\text{date}, \text{région}, \text{âge}, \text{statut vaccinal}) \log(\text{risque}(\text{date}, \text{région}) \text{risque}(\text{âge}, \text{statut vaccinal})).$$

Grace à la deuxième hypothèse, les nombres d'observations $n(\text{date}, \text{région}, \text{âge}, \text{statut vaccinal})$ sont indépendants. À une constante additive près, l'opposé de la log-vraisemblance de l'ensemble des données est :

$$\sum_{\substack{\text{date}, \text{région}, \\ \text{âge}, \text{statut vaccinal}}} N(\text{date}, \text{région}, \text{âge}, \text{statut vaccinal}) \text{risque}(\text{date}, \text{région}) \text{risque}(\text{âge}, \text{statut vaccinal}) - n(\text{date}, \text{région}, \text{âge}, \text{statut vaccinal}) \log(\text{risque}(\text{date}, \text{région}) \text{risque}(\text{âge}, \text{statut vaccinal})).$$

Ainsi les risques estimés sont obtenus en choisissant les $\text{risque}(\text{date}, \text{région})$ et $\text{risque}(\text{âge}, \text{statut vaccinal})$ minimisant cette somme.

Enfin les risques relatifs sont obtenus en divisant les risques des différentes catégories par le risque de la catégorie de référence.

Précisions opérationnelles

Les risques ont été obtenus *via* la bibliothèque *stats* de R via un modèle croisant **date/région** et croisant **âge/statut/type**, où *type* est le type d'événement, sur la période du 13 décembre 2021 au 20 février 2022 en se restreignant au variant. Le modèle

```
glm(effectif ~ offset(log(effectif_total)) + date:region + age:statut:type,
     family = "poisson", data = donnees),
```

a été ajusté sur la table « *donnees* » issue de l'appariement, agrégée par *date*, *région*, *âge*, *statut vaccinal* et *type* d'évènement, à savoir infection détectée par test RT-PCR positif, symptomatique, hospitalisation conventionnelle (décalée de 7 jours pour prendre en compte le délai moyen empirique entre infection testée et entrée hospitalière), entrée en soins critiques (décalée également de 7 jours) et décès hospitalier (décalée de 14 jours pour prendre en compte le délai moyen empirique entre infection testée et décès hospitalier), en se restreignant aux cas imputés au variant Omicron. Ce modèle a permis d'obtenir les risques liés à Omicron du tableau E.1 et du graphique E.1.

Pour chaque modèle, « *effectif* » correspond au nombre de tests RT-PCR positifs (avec symptôme, hospitalisation conventionnelle ou entrée en soins critiques) par catégorie et « *effectif_total* » représente l'effectif total de la catégorie (sans supposer d'infection).

Annexe - Méthodologie des modèles de durée

Log-Logistic Accelerated Failure Time Model

La distribution log-logistique est une distribution avec deux paramètres (« Alpha » ou « *scale* », et « Beta » ou « *shape* »), ayant la fonction de répartition suivante :

$$F(x, \alpha, \beta) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{-\beta}} = \frac{x^\beta}{\alpha^\beta + x^\beta}$$

La densité peut alors s'écrire :

$$f(x, \alpha, \beta) = \frac{\frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\beta-1}}{\left(1 + \left(\frac{x}{\alpha}\right)^\beta\right)^2}$$

Dans un modèle de survie supposant que les données sont distribuées selon cette loi, la fonction de survie peut être écrite comme :

$$S(t) = 1 - F(t, \alpha, \beta) = \left(1 + \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right)^{-1}$$

et le risque d'évènement (dans notre cas, la sortie de l'hôpital) à chaque date t comme :

$$h(t) = \frac{f(t, \alpha, \beta)}{S(t)} = \frac{\frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1}}{1 + \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$$

Cela revient finalement à estimer une régression du temps par rapport aux variables explicatives, de la forme suivante :

$$\log(T) = \beta_0 + X \beta^* + \sigma Z$$

où T est la durée du séjour hospitalier, X est un vecteur contenant les différentes covariables, β^* les coefficients estimés associés à chaque variable, σ le paramètre (« *shape* ») de la distribution log-logistique et Z une erreur suivant une distribution logistique.

Estimation sous R

On estime ensuite ce modèle en utilisant la commande suivante du logiciel R, disponible via la commande `survreg` du package `Survival`¹⁴:

```
survreg ( duree ~ departement + tranche_age + variant + statut_vaccinal, dist= « loglogistic », data=donnees)
```

où « `donnees` » sont les données individuelles issues de l'appariement SI-VIC/SI-DEP/VAC-SI pour toutes les entrées hospitalières (date du premier statut dans SI-VIC) comprises entre le 13 décembre 2021 et le 13 février 2022 pour lesquels un test criblé a permis l'identification du variant. Chaque observation est composée de la durée totale de l'hospitalisation ou en soins critiques (« `duree` »), du département (« `département` ») et de la tranche d'âge du patient (« `tranche_age` »), du variant associé à l'hospitalisation (« `variant` ») et du statut vaccinal (« `statut_vaccinal` »). Les patients sans information vaccinale ou de variant sont exclus du modèle.

L'argument « `dist` » permet de spécifier la distribution choisie pour le modèle de durée, ici la distribution log-logistique.

¹⁴ Pour plus d'informations, voir : <https://www.rdocumentation.org/packages/survival/versions/3.2-13/topics/survreg>