

Le 18 février 2022

Le nombre de tests positifs continue de baisser pour l'ensemble des statuts vaccinaux

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

L'actualisation des statistiques de tests et d'entrées hospitalières selon le statut vaccinal et le variant, publiées chaque semaine par la Drees, confirme la sur-représentation des personnes non vaccinées dans les événements liés au Covid-19 par rapport à leur part dans la population générale. L'estimation de la protection conférée par le vaccin et son rappel, en fonction du variant, est également actualisée.

Le vaccin, et plus particulièrement la dose de rappel, reste efficace contre les entrées en hospitalisation conventionnelle et celles en soins critiques après contamination par le variant Omicron (plus de **70 % d'efficacité vaccinale pour les 20 ans ou plus**) et particulièrement contre les décès (**90 % d'efficacité vaccinale pour les 40 ans ou plus**), même si l'efficacité est réduite par rapport au variant Delta. En revanche, l'efficacité contre l'infection symptomatique diminue nettement pour le variant Omicron par rapport au variant Delta.

Le nombre de cas positifs et des admissions à l'hôpital avec test RT-PCR positif sont en baisse depuis fin janvier. Entre le 10 janvier et le 6 février 2022, on compte :

- **9 500** tests RT-PCR positifs pour 100 000 personnes non-vaccinées contre **3 200** pour 100 000 vaccinées avec rappel ;
- **2 980** admissions hospitalisations conventionnelles avec test RT-PCR positif identifié pour 1 million de personnes non-vaccinées contre **460** pour 1 million de personnes vaccinées avec rappel ;
- **540** entrées en soins critiques avec test RT-PCR positif pour 1 million de personnes non-vaccinées contre **60** pour 1 million de personnes vaccinées avec rappel ;
- **560** décès survenus à l'hôpital avec test RT-PCR positif pour 1 million de personnes non-vaccinées contre **50** pour 1 million de personnes vaccinées avec rappel.

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. Enfin, de nouveaux champs ont été ajoutés permettant de décompter parmi l'ensemble des entrées en hospitalisation pour lesquelles un test RT-PCR positif a été identifié celles pour motif Covid-19 (voir encadré ci-dessous). Ces fichiers sont **disponibles sur le [site de données ouvertes de la DREES](#)**. Le fichier par âge contient les variables de proportion d'Omicron parmi les tests et les événements hospitaliers.

Après la précédente publication de la DREES du 11 février 2022 sur les appariements qui analysait en détail les différences de mesure entre les hospitalisations pour Covid-19 ou pour un autre motif tout en étant porteur du SARS-CoV-2, la présente publication porte à nouveau sur l'ensemble des hospitalisations de patients hospitalisés avec Covid-19, que le motif d'hospitalisation soit pour Covid-19 ou pour un autre motif.

Toutefois, les variables de nombre d'entrées et de décès hospitaliers pour Covid-19 pour lesquelles un tests RT-PCR positif a été identifié dans SI-DEP sont désormais ajoutées dans les tables d'open data par âge mises à disposition chaque semaine.

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

Table des matières

Répartition des tests et des hospitalisations selon le statut vaccinal	3
Évolution des tests et entrées hospitalières à taille de population comparable selon le statut vaccinal	7
Estimation de protection vaccinale par âge.....	9
À âge donné et à intensité de circulation épidémique donnée, les doses de rappel à plus 6 mois réduisent fortement le risque d'hospitalisation avec le variant Omicron	9
Annexe – Définitions et méthodes	15
Annexe – Description détaillée du modèle de risques.....	19
Description mathématique du modèle (exemple : estimation du risque d'hospitalisation avec Covid-19).....	19
Précisions opérationnelles	20

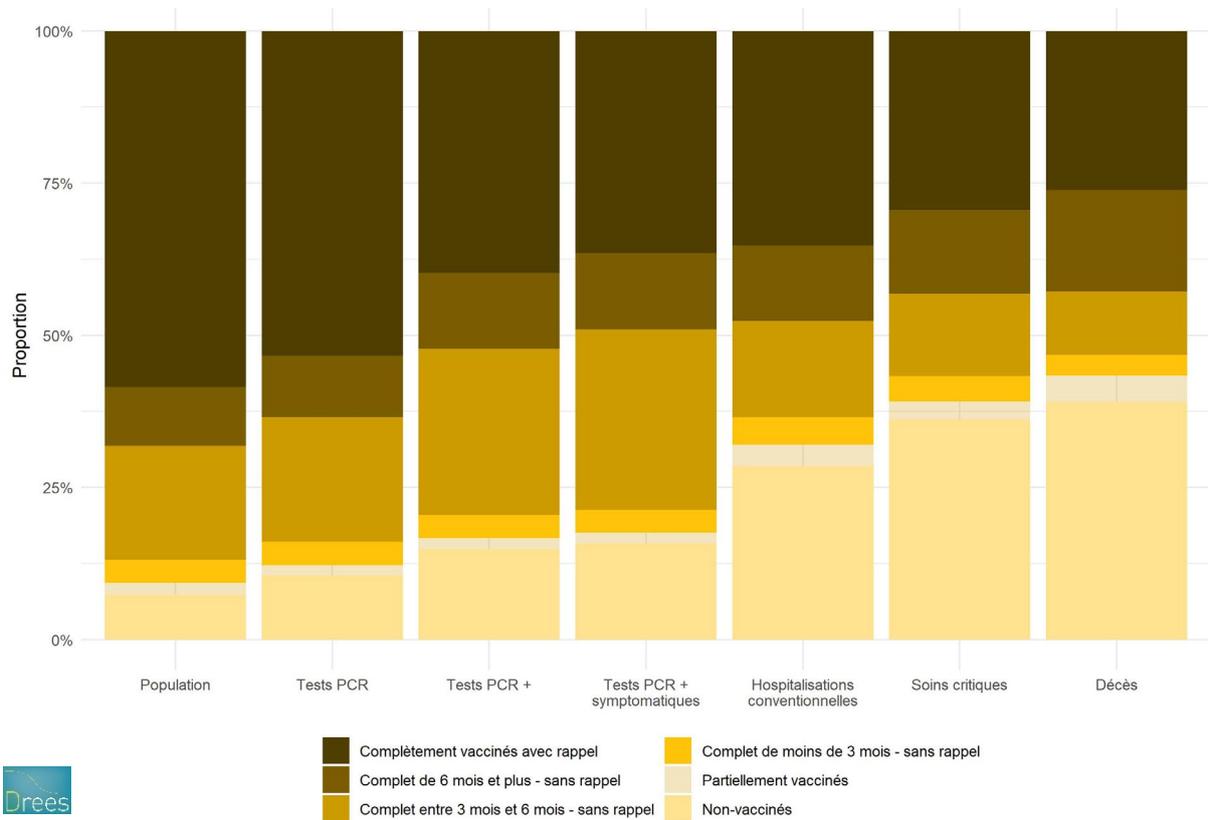
Répartition des tests et des hospitalisations selon le statut vaccinal

Les appariements entre SI-VIC, SI-DEP et VAC-SI permettent de connaître le statut vaccinal des personnes testées positives au Covid-19 ou hospitalisées en étant positives au Covid-19, en distinguant selon l'ancienneté de l'obtention de la primo-vaccination complète et, le cas échéant, en tenant compte de l'existence d'un rappel (voir l'annexe - Définition et méthodes).

Dans toute la publication et sauf précision contraire, notamment dans le cas d'analyses par âge, les résultats présentés concernent la population de 20 ans ou plus. Les spécificités de la population des moins de 20 ans, notamment vis-à-vis de sa vaccination très partielle, de la répartition par âge des vaccinés et des risques plus modérés de formes graves, ne permettent pas, pour l'instant, de mener des analyses comparables à celles présentées ici pour les plus âgés.

Les données issues des appariements permettent de comparer le poids des différentes catégories de statut vaccinal dans l'ensemble de la population et parmi les individus atteints de Covid-19. **Ainsi, les personnes non vaccinées sont nettement surreprésentées, par rapport à leur part dans la population générale, parmi les testées positives par RT-PCR au Covid-19, plus encore que parmi les personnes testées. Leur surreprésentation est encore plus importante parmi les personnes hospitalisées et également parmi celles décédées** (graphique A.1). En effet, entre le 10 janvier et le 6 février 2022, alors que les personnes non vaccinées **représentent 7 %** de la population âgée de 20 ans ou plus, elles représentent 15 % des personnes testées positives par RT-PCR et déclarant des symptômes, 29 % des personnes admises en hospitalisation conventionnelle, **36 % des entrées en soins critiques et 39 % des décès.**

Graphique A.1 : Répartition de la population, des tests PCR, des entrées hospitalières et des décès selon le statut vaccinal pour les personnes de 20 ans ou plus



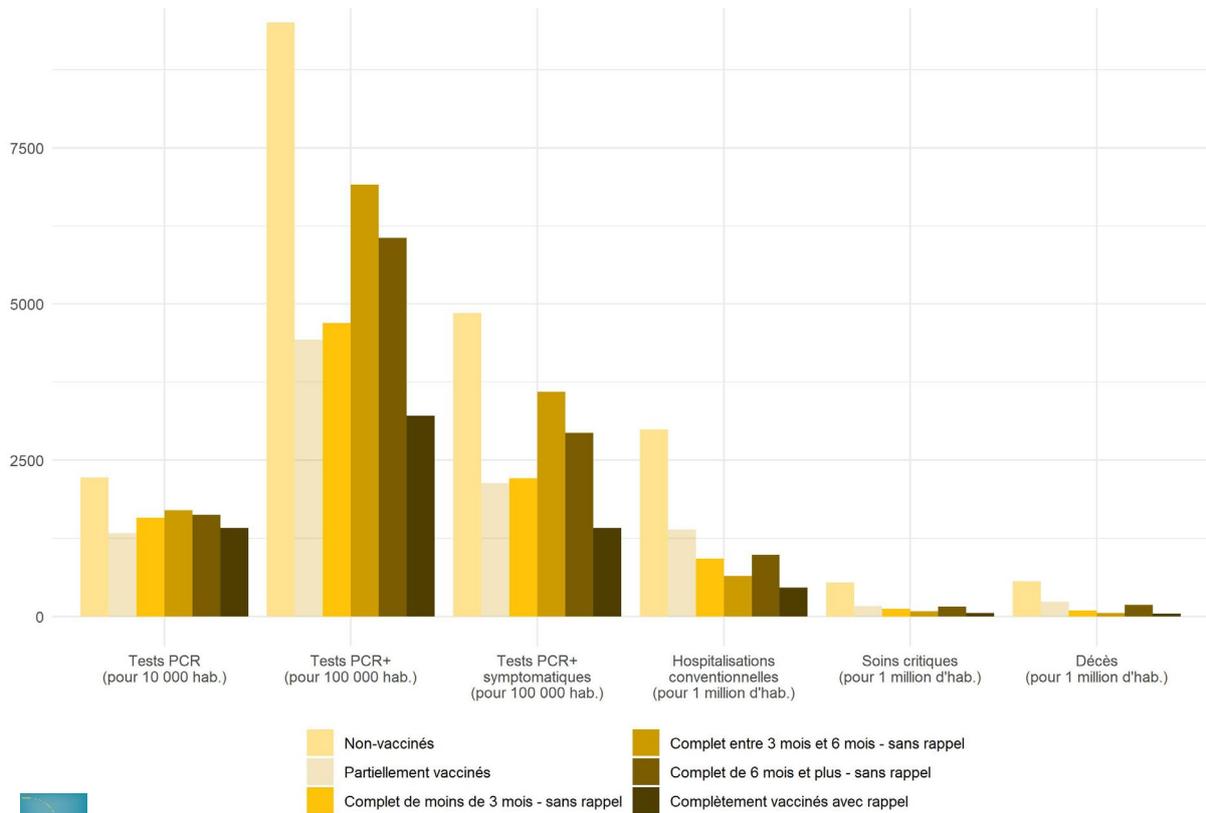
Sources : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI. Calculs DREES. Données extraites le 15 février 2022 pour la période du 10 janvier au 6 février 2022 pour les personnes de 20 ans ou plus. Actuellement, la population des personnes partiellement vaccinées est très particulière et ne représente qu'une faible proportion de l'ensemble.

Lecture : entre le 10 janvier et le 6 février 2022, les personnes non vaccinées représentent en moyenne 7 % de la population mais 36 % des personnes entrées en soins critiques et positives au Covid-19.

Dès lors, **le nombre d'évènements liés au Covid-19** (tests positifs, tests positifs avec symptômes, hospitalisations, décès) **est nettement plus important pour les non-vaccinés que pour les vaccinés à taille de population comparable** (graphique A.2). Entre le 10 janvier et le 6 février 2022, le nombre de tests RT-PCR positifs atteint 9 500 pour 100 000 personnes non-vaccinées (dont plus de 4 800 concernent des personnes indiquant des symptômes lors de leur test) alors qu'il est de moins de 6 200 pour 100 000 personnes ayant un schéma vaccinal initial complet (dont près de 3 200 indiquent être symptomatiques) et descend à environ 3 200 pour les personnes ayant reçu le rappel (dont un peu plus de 1 400 se déclarant symptomatiques). **Les personnes vaccinées depuis plus de 3 mois sans rappel sont davantage concernées par les événements associés au Covid-19 (à taille de population comparable) que celles vaccinées plus récemment.** En outre, **les personnes ayant reçu une injection de rappel sont moins fréquemment testées positives ou hospitalisées que celles vaccinées sans rappel.**

Les évolutions de ces effectifs de tests positifs et d'entrées hospitalières, rapportés à la population, depuis le mois de juin sont rappelées dans l'annexe *Évolution depuis juin 2021 des nombres de tests PCR positifs et d'entrées hospitalières à taille de population comparable selon le statut vaccinal.*

Graphique A.2 : Nombre de tests PCR et d'événements hospitaliers à taille de population comparable par statut vaccinal pour les personnes de 20 ans ou plus



Sources : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI. Calculs DREES. Données extraites le 15 février 2022 pour la période du 10 janvier au 6 février 2022 pour les personnes de 20 ans ou plus. Actuellement, la population des personnes partiellement vaccinées est très particulière et ne représente qu'une faible proportion de l'ensemble.

Lecture : entre le 10 janvier et le 6 février 2022, 9 400 tests RT-PCR positifs pour 100 000 personnes non vaccinées (barre claire) ont été constatés contre 3 200 pour 100 000 personnes complètement vaccinées avec rappel (barre marron la plus foncée).

Ces statistiques descriptives sont rappelées dans le tableau A.1 ci-après.

Tableau A.1 : Parts et nombres à taille de population comparable de tests et d'événements hospitaliers selon le statut vaccinal entre le 10 janvier et le 6 février 2022 pour les personnes de 20 ans ou plus

Statut vaccinal	Tests RT-PCR			Admissions et décès hospitaliers						Population résidente selon statut vaccinal
	RT-PCR	dont positives	dont symptômes parmi les positives	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	7 879 630	2 392 154	1 150 177	51 562	7 103	6 881	39 161	5 620	5 387	50 642 637
Part de chaque statut vaccinal dans l'ensemble des tests, des patients ou de la population										
Non-vaccinés	11%	15%	16%	29%	38%	38%	29%	36%	39%	7%
Partiellement vaccinés	2%	2%	2%	4%	3%	4%	3%	3%	4%	2%
Vaccination complète	34%	44%	46%	32%	31%	30%	33%	31%	31%	32%
<i>Complet de moins de 3 mois - sans rappel</i>	4%	4%	4%	4%	5%	4%	5%	4%	3%	4%
<i>Complet de 3 à 6 mois - sans rappel</i>	20%	27%	30%	16%	13%	11%	16%	14%	10%	19%
<i>Complet de plus de 6 mois - sans rappel</i>	10%	12%	13%	12%	13%	16%	12%	14%	17%	10%
Vaccination complète et rappel	53%	40%	37%	35%	29%	27%	35%	29%	26%	58%
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	22 141	9 470	4 843	4 055	710	705	2 982	541	563	
Partiellement vaccinés	13 144	4 387	2 117	1 889	222	325	1 389	169	244	
Vaccination complète	16 090	6 212	3 164	1 009	135	132	790	109	104	
<i>Complet de moins de 3 mois - sans rappel</i>	15 719	4 669	2 204	1 167	169	127	927	122	97	
<i>Complet de 3 à 6 mois - sans rappel</i>	16 278	6 676	3 509	866	101	84	659	80	63	
<i>Complet de plus de 6 mois - sans rappel</i>	15 943	5 967	2 905	1 223	185	225	988	158	184	
Vaccination complète et rappel	14 459	3 223	1 414	609	68	61	464	56	47	
Ensemble	15 559	4 723	2 271	1 018	140	136	773	111	106	

Sources : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI ; population Insee au 1^{er} janvier 2021. Calculs DREES. Données extraites le 15 février 2022 pour les personnes de 20 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 10 janvier au 6 février 2022. Actuellement, la population des personnes partiellement vaccinées est très particulière et ne représente qu'une faible proportion de l'ensemble.

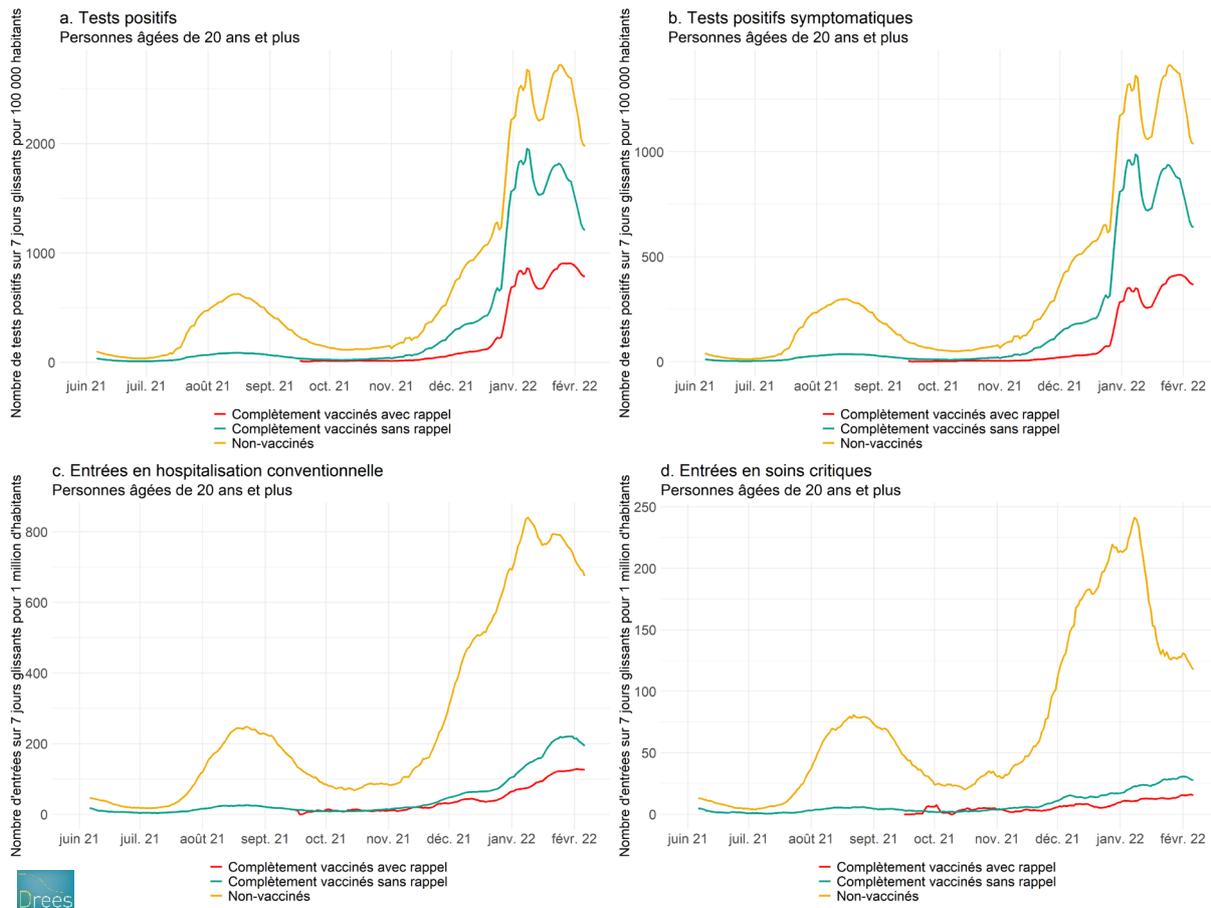
Lecture : entre le 10 janvier et le 6 février 2022, les personnes non vaccinées représentent en moyenne 7 % de la population mais 29 % des personnes entrées en hospitalisation conventionnelle avec Covid-19, et 9 500 tests RT-PCR positifs pour 100 000 personnes non vaccinées ont été constatés contre 3 200 pour 100 000 personnes vaccinées avec rappel.

Évolution des tests et des entrées hospitalières à taille de population comparable selon le statut vaccinal

Parmi les personnes de 20 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 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 complet sans rappel, et encore plus avec rappel. Les fréquences d'entrées hospitalières (conventionnelles 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 B.1 : nombre de tests RT-PCR ou d'entrées hospitalières par statut vaccinal à taille de population comparable



Source : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI. Calculs DREES. Données extraites le 15 février 2022 pour la période du 31 mai 2021 au 6 février 2022 pour les personnes de 20 ans ou plus.

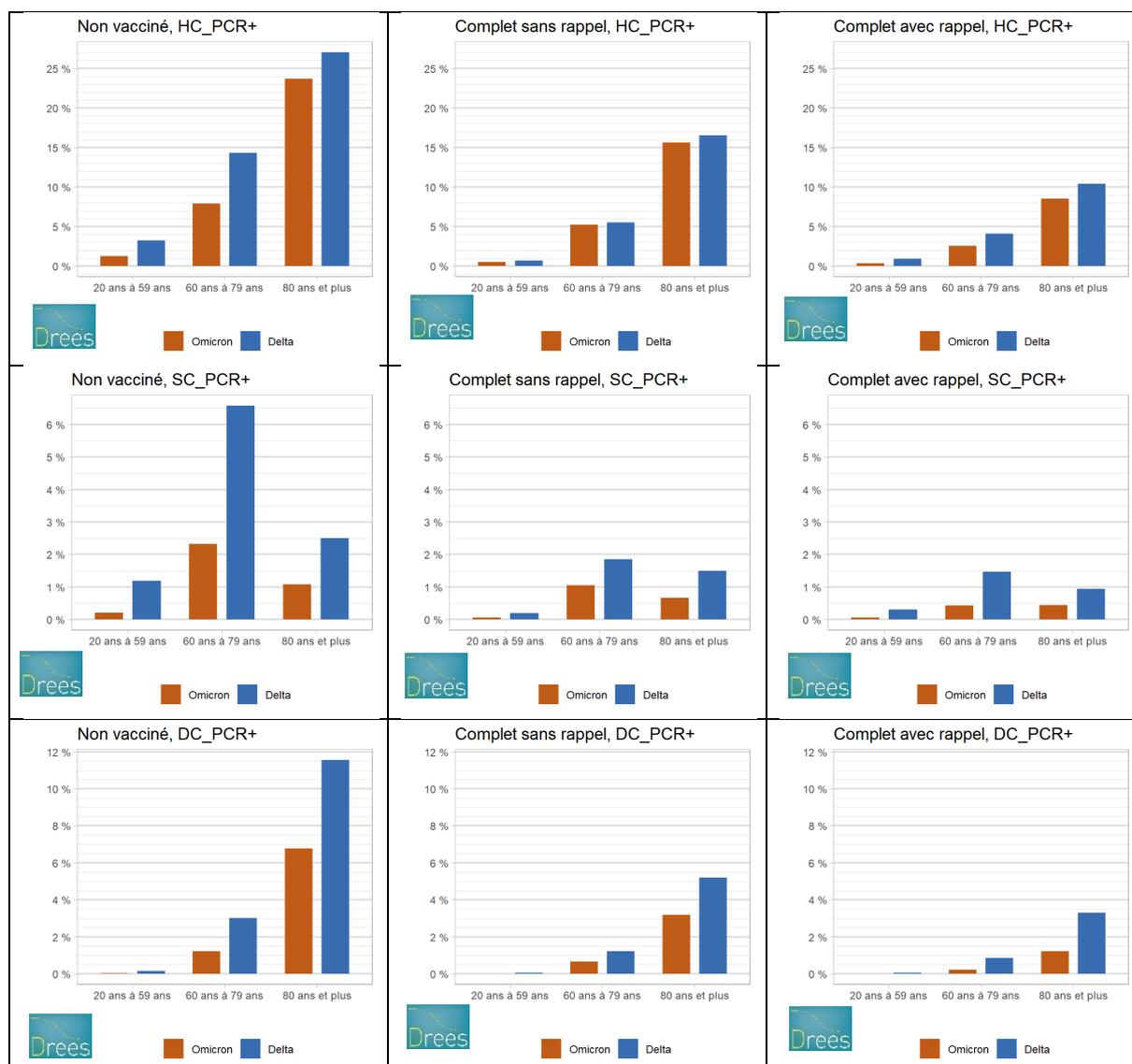
Estimation de protection vaccinale par âge

À âge donné et à intensité de circulation épidémique donnée, les doses de rappel réduisent fortement le risque d'hospitalisation avec le variant Omicron

Au-delà des statistiques descriptives des tests positifs et des taux d'entrées hospitalières à taille de population comparable, l'élaboration d'une régression sur données agrégées depuis la fin du mois de mai 2021 permet d'estimer les effets spécifiques de la vaccination sur le risque de forme symptomatique ou d'entrée à l'hôpital selon les différents statuts, à catégorie d'âge vingtenal, région de résidence et date donnés (pour les précisions techniques, voir annexe - *Description du modèle d'estimation des risques d'hospitalisation*).

Le modèle développé permet d'exhiber des probabilités d'évènements hospitaliers conditionnellement au fait d'être testé positif par RT-PCR à l'un ou l'autre variant pour les différentes classes d'âge et de statut vaccinal. Les graphiques C.1 indiquent que les différents risques liés au Covid-19 augmentent avec l'âge (à l'exception des soins critiques pour les 80 ans ou plus). Par ailleurs, les probabilités d'entrée en hospitalisation, en soins critiques et de décès à l'hôpital avec Covid-19 conditionnellement au fait d'avoir été testé positif par RT-PCR demeurent nettement inférieures avec Omicron qu'avec Delta, pour tous les âges et statuts vaccinaux. En particulier, les patients atteints par Omicron voient leur risque de décéder, durant une hospitalisation avec Covid-19, réduit au moins de moitié pour la plupart des statuts vaccinaux et classes d'âge.

Graphiques C.1 : Risque, conditionnel à un test positif, d'entrer en hospitalisation conventionnelle (ligne 1), en soins critiques (ligne 2) et de décès hospitalier (ligne 3) selon variant Omicron ou Delta pour les personnes non-vaccinées (gauche), complètement vaccinées sans (centre) et avec rappel (droite)



Source : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI. Modélisation DREES. Données extraites le 15 février 2022 pour la période du 31 mai 2021 pour Delta et du 13 décembre 2021 pour Omicron au 6 février 2022. Voir annexe – Description détaillée du modèle de risques – pour plus de précisions sur la construction des graphiques.

Lecture : pour chaque variant Delta ou Omicron, le risque de décéder pour chaque statut vaccinal est ici représenté conditionnellement au fait d'être testé positivement par RT-PCR. Pour une personne âgée de 80 ans ou plus non vaccinée dont le test RT-PCR a un profil compatible avec le variant Omicron, le risque de décéder à l'hôpital est de 6,8 % contre 11,6 % avec Delta.

Cette modélisation conduit ainsi à estimer la réduction de risque d'infection, d'hospitalisation ou de décès hospitaliers qu'apporte chaque statut vaccinal (une dose efficace, vaccination complète depuis moins de 3 mois, 3 à 6 mois et plus de 6 mois sans rappel, et vaccination complète avec rappel) par rapport à l'absence de vaccin. Elle permet d'estimer conjointement la protection vaccinale sur l'ensemble des données depuis la fin du mois de mai 2021 contre le variant Delta et, depuis le 13 décembre 2021, contre le variant Omicron. **Les coefficients estimés ne montrent pas directement un risque d'infection ou d'hospitalisation, mais un risque relatif ou ratio de risque entre les modalités.**

Les précédents résultats, concernant le **variant Delta**, qui avaient montré la perte d'efficacité dans le temps du vaccin et la protection supplémentaire apportée par le rappel pour les risques d'infections symptomatiques, d'hospitalisation et décès, sont confirmés avec l'actualisation des données (voir les graphiques C.2 et les résultats compilés dans le tableau C.1).

Cet exercice de modélisation comporte certaines limites (cf. infra). Néanmoins, les estimations obtenues font ressortir les constats suivants pour les adultes de 20 ans ou plus.

Contre le **variant Delta** :

- la protection de la primo-vaccination complète est élevée contre les formes graves pour toutes les classes d'âge, que ce soit pour les risques de décès, d'entrée en soins critiques ou d'hospitalisation conventionnelle ;
- bien que plus faible, cette protection reste également importante contre le risque d'infection (mesuré *via* l'observation d'un test RT-PCR positif et avec symptômes) ;
- au fil du temps, l'efficacité de la primo-vaccination complète diminue, pour les risques de décès, d'entrée en soins critiques, d'hospitalisation conventionnelle et de test RT-PCR positif avec symptômes ;
- **l'existence d'un rappel par rapport à un primo-schéma vaccinal complet de plus de 6 mois, améliore très significativement la protection vaccinale** pour les risques de décès, d'entrée en soins critiques, d'hospitalisation conventionnelle et de test RT-PCR positif avec symptômes.

Contre le **variant Omicron**, les estimations confirment que, bien que plus faible, l'efficacité vaccinale demeure ; elles confirment également la perte d'efficacité dans le temps du vaccin et une protection supplémentaire apportée par le rappel pour les risques d'infections symptomatiques d'hospitalisation et de décès (voir les graphiques C.2 et les résultats compilés dans le tableau C.1). Plus précisément, pour les adultes de 20 ans ou plus :

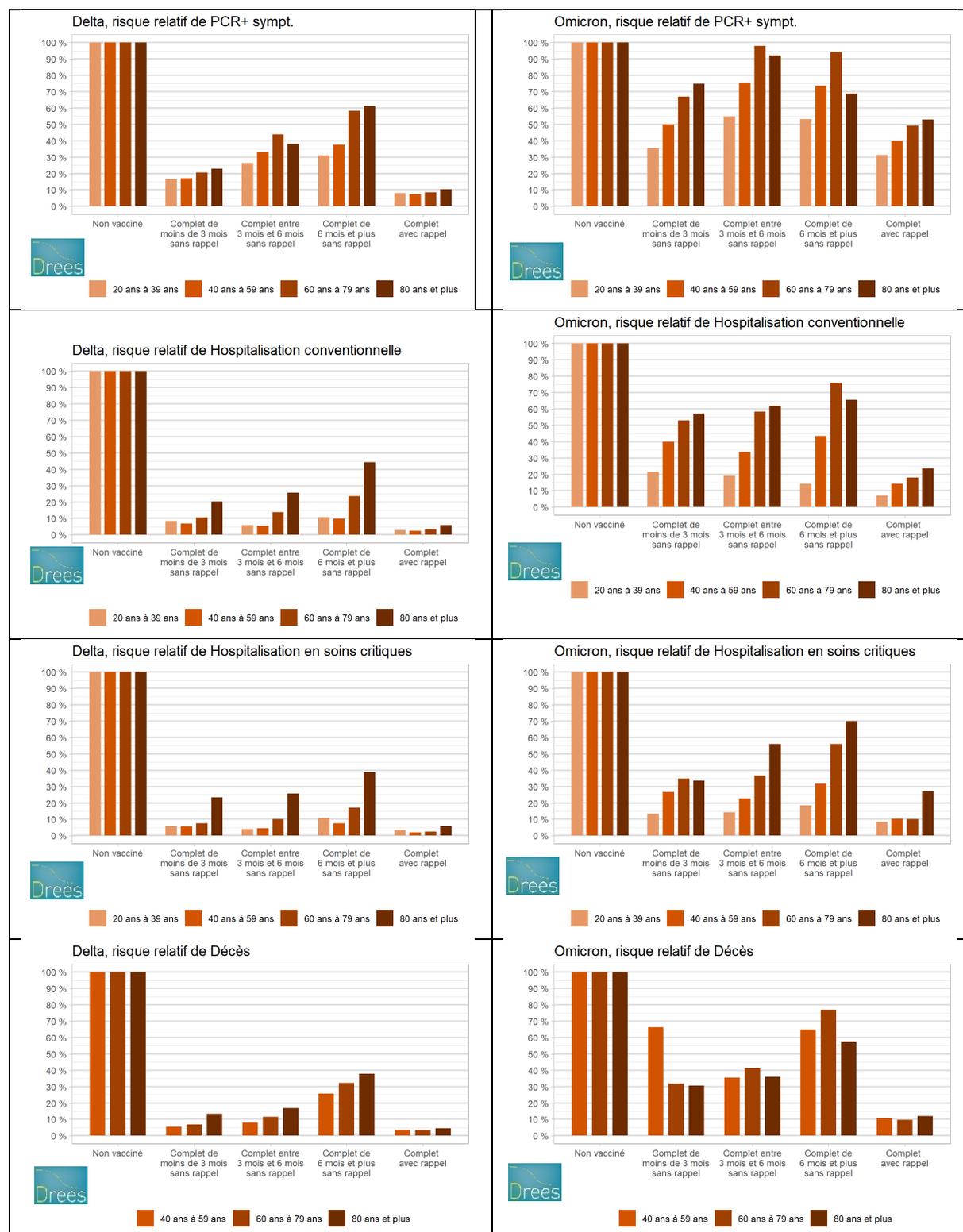
- **la protection de la primo-vaccination complète protège modérément** contre les risques d'hospitalisation et de décès de patients contaminés par le variant Omicron ;
- l'efficacité de cette primo-vaccination complète diminue avec le temps, en particulier pour les personnes âgées de 60 ans ou plus ;
- **l'existence d'un rappel améliore très significativement la protection vaccinale** pour les risques de décès, d'entrée en soins critiques, d'hospitalisation conventionnelle et d'infection (ce dernier risque étant mesurée par l'observation d'un test RT-PCR positif et avec symptômes).

Les résultats obtenus jusqu'à présent sont restés cohérents au fil des semaines. Pour autant, le plus faible historique sur Omicron amène à des estimations un peu moins robustes, particulièrement pour les primo-doses. En outre, certaines limites importantes peuvent conduire à des révisions des résultats dans les prochaines semaines, en raison notamment des facteurs suivants.

- Biais de sélection : au-delà des dates d'ouverture administrative en fonction de l'âge, les biais de sélection des personnes vaccinées sur la base de l'initiative personnelle peuvent être importants, les personnes qui décident de se faire vacciner ou de faire un rappel peuvent avoir des caractéristiques non observées différentes des autres (fragilité sanitaire, inquiétude, comportements plus ou moins risqués).
- Différences de comportement de dépistage : les différentes contraintes réglementaires pesant sur les tests (pass sanitaire, gratuité éventuelle notamment) conduisent à ce que les taux de dépistage (nombre de tests réalisés pour une taille de population donnée) puissent être sensiblement différents d'une catégorie à l'autre. Pour réduire cet effet, l'analyse est menée sur les tests PCR (moins utilisés pour des usages moins liés à des motifs sanitaires).
- Comorbidités : aucune information sur les comorbidités n'a été prise en compte.

- Infections antérieures : de la même façon que les comorbidités, cette information n'a pas été prise en compte dans cette analyse.
- Spécification du modèle : la modélisation et notamment les variables explicatives retenues pourront être améliorées pour affiner la précision de l'estimation.

Graphiques C.2 : Risques relatifs de forme symptomatique (ligne 1), d'hospitalisation en soins conventionnels (ligne 2), en soins critiques (ligne 3) et de décès après hospitalisation (ligne 4) avec test RT-PCR positif selon l'âge et le statut vaccinal (Delta à gauche, Omicron à droite)



Source : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI. Modélisation DREES. Données extraites le 15 février 2022 pour la période du 31 mai 2021 pour Delta et du 13 décembre 2021 pour Omicron au 6 février 2022.

Lecture : ici, 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 avec test RT-PCR positif avec le variant Omicron 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 même classe d'âge est de 12 % toutes autres caractéristiques égales par ailleurs (date de prélèvement, région notamment). La protection vaccinale est donc dans ce cas-là de $100 - 12 = 88 \%$.

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

Drees Statut vaccinal	Tranche d'âge	Delta				Omicron			
		20 ans à 39 ans	40 ans à 59 ans	60 ans à 79 ans	80 ans et plus	20 ans à 39 ans	40 ans à 59 ans	60 ans à 79 ans	80 ans et plus
Test RT-PCR positif et symptomatique									
Primo-dose validée		79	81	77	70	74	60	40	35
Complet sans rappel	Depuis moins de 3 mois	83	83	79	77	64	50	33	25
	De 3 mois à 6 mois	74	67	56	62	45	24	2	8
	De 6 mois ou plus	69	62	42	39	47	26	6	31
Complet avec rappel		92	93	91	90	69	60	51	47
Hospitalisation conventionnelle avec test RT-PCR positif									
Primo-dose validée		88	86	77	70	79	49	23	27
Complet sans rappel	Depuis moins de 3 mois	92	93	89	80	79	60	47	43
	De 3 mois à 6 mois	94	95	86	74	81	66	42	38
	De 6 mois ou plus	89	90	76	56	86	56	24	34
Complet avec rappel		97	98	97	94	93	86	82	76
Admission en soins critiques avec test RT-PCR positif									
Primo-dose validée		89	88	86	73	80	68	51	59
Complet sans rappel	Depuis moins de 3 mois	94	94	92	77	87	73	65	66
	De 3 mois à 6 mois	96	96	90	74	86	77	63	44
	De 6 mois ou plus	89	93	83	61	82	68	44	30
Complet avec rappel		97	98	97	94	92	90	90	73
Décès après hospitalisation avec test RT-PCR positif									
Primo-dose validée		n.d.	69	67	69	n.d.	0	25	29
Complet sans rappel	Depuis moins de 3 mois	n.d.	95	93	87	n.d.	34	68	69
	De 3 mois à 6 mois	n.d.	92	88	83	n.d.	65	59	64
	De 6 mois ou plus	n.d.	74	68	62	n.d.	35	23	43
Complet avec rappel		n.d.	97	97	96	n.d.	89	90	88

Source : appariement SI-VIC, SI-DEP, VAC-SI. Modélisation DREES. Données extraites le 15 février 2022 pour la période du 31 mai 2021 pour Delta et du 13 décembre 2021 pour Omicron au 6 février 2022.

Note : pour les cases non déterminées (n.d.), les effectifs des catégories ne sont pas suffisants pour obtenir une estimation robuste.

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 février 2022** et ont été extraites le 15 février 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 A.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 identifiée¹. 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.

¹ 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 A0BxCOD[189] ou AxBxCxD1². 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 prélèvements³.

Une grande majorité des tests RT-PCR positifs étant criblés⁴, 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 catégories⁵, 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

² 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.

³ 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>

⁴ Plus de 70 % entre le 29 novembre 2021 et le 2 janvier 2022.

⁵ En revanche, s'agissant de la décomposition des personnes vaccinées en fonction de l'ancienneté depuis l'obtention du statut vaccinal complet, 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 dose⁶ 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 (la séparation en sous-groupe pour ces dernières n'étant plus utilisée mais publiée en open-data) :
 - 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.

L'identification du statut vaccinal est faite à partir des informations sur les injections dans la base VAC-SI. Une note méthodologique⁷, 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 numérateurs, 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 compte⁸. 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

⁶ Ou une troisième dose s'agissant des personnes immunodéprimées.

⁷ https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2021-10/211029%20Am%C3%A9liorations%20m%C3%A9thodologiques%20des%20appariements_vf.pdf

⁸ 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.

patients est considéré au 1^{er} janvier 2021 (cf. annexe *Définitions et méthodes* de la publication de la Drees du 14 janvier 2022).

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

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, pour les décès sont construits de façon similaire. La prise en compte des différents variants est détaillée 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 :

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

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 :

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

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 :

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

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 :

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

de vraisemblance :

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

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 obtenu *via* la bibliothèque *stats* de R via un modèle croisant **date/région/variant** et croisant **âge/statut/type/variant**, où *type* est le type d'événement, sur la période du 31 mai 2021 au 6 février 2022 dans un premier temps pour le modèle portant sur le variant Delta puis pour le variant Omicron sur la période du 13 décembre 2021 au 6 février 2022. Précisément :

le premier (respectivement second) modèle avec un croisement *date/région* et un croisement *age/statut/type*

```
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* de gravité d'infection, 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 Delta (respectivement Omicron). Ce modèle a permis d'obtenir les risques liés à Delta (respectivement Omicron) du tableau C.1 et des graphiques C.1 et C.2.

Où 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).

Pour les graphiques C.1, les risques conditionnels associés aux âges [20,59] et/ou au statut vaccinal « *vacciné sans rappel* » ont été obtenus en moyennant les risques conditionnels des modèles par la structure moyenne de la population française entre les dates du 13 décembre 2021 et du 16 janvier 2022.