

**LES DOSSIERS DE LA DREES**

**N° 96 • mai 2022**

# **Parcours hospitaliers des patients atteints du Covid-19 lors des troisième et quatrième vagues épidémiques**

**Exploitation des appariements SI-VIC-SI-DEP-VAC-SI  
de février à octobre 2021**

Quentin Deltour, Hamid Khaoua (DREES)



# Parcours hospitaliers des patients atteints du Covid-19 lors des troisième et quatrième vagues épidémiques

**Exploitation des appariements SI-VIC-SI-DEP-VAC-SI  
de février à octobre 2021**

Quentin Deltour, Hamid Khaoua (DREES)

Remerciements : Frédéric Tallet, Charlotte Geay, Mathilde Gaini, Tristan Haugomat, Élisabeth Fery-Lemonier, Benoit Ourliac, Albert Vuagnat, Diane Naouri, Gladys Baudet, Simon Delage, Noémie Courtejoie (DREES), Milena Suarez-Castillo (Insee)

---

Retrouvez toutes nos publications sur : [drees.solidarites-sante.gouv.fr](https://drees.solidarites-sante.gouv.fr)

Retrouvez toutes nos données sur : [data.drees.solidarites-sante.gouv.fr](https://data.drees.solidarites-sante.gouv.fr)



**LES DOSSIERS DE LA DREES**

**N° 96 • mai 2022**

# **Synthèse Parcours hospitaliers des patients atteints du Covid-19 lors des troisième et quatrième vagues épidémiques**

**Exploitation des appariements SI-VIC-SI-DEP-VAC-SI  
de février à octobre 2021**

Quentin Deltour, Hamid Khaoua (DREES)

Retrouvez toutes nos publications sur : [drees.solidarites-sante.gouv.fr](https://drees.solidarites-sante.gouv.fr)

Retrouvez toutes nos données sur : [data.drees.solidarites-sante.gouv.fr](https://data.drees.solidarites-sante.gouv.fr)

# SYNTHÈSE

---

Cette étude a pour objectif d'analyser les parcours hospitaliers des patients atteints par le Covid-19 lors des troisième et quatrième vagues, que l'on définit comme ayant eu lieu respectivement du 1<sup>er</sup> février au 30 juin et du 1<sup>er</sup> juillet au 30 septembre 2021. Elle actualise et étend les travaux déjà réalisés qui ont porté sur les deux premières vagues (Courtejoie, Dubost, 2020 ; El Rais, Aflak-Kattar, Bleistein, 2021).

L'analyse est conduite sous le prisme de deux facteurs ayant impacté l'épidémie en France en 2021. D'une part, le lancement de la campagne de vaccination pour les plus âgés, puis pour toute la population à partir du 1<sup>er</sup> juin 2021. D'autre part l'éclosion de nouveaux variants : Alpha (apparu début février), Bêta et Gamma (début mars), Delta (fin juin) puis, hors de notre champ d'analyse, Omicron (début décembre).

Les principaux enseignements apportés par ces analyses sont les suivants :

- La quatrième vague a une ampleur 4 fois plus faible que la troisième en termes de nombre d'hospitalisations et un taux de décès intra-hospitalier plus faible. Elle touche particulièrement les DROM (départements et régions d'outre-mer) et les classes d'âges les plus jeunes : 20 % des personnes hospitalisées ont moins de 40 ans durant celle-ci, contre 10 % lors de la troisième vague.
- La troisième vague est un enchaînement de deux souches de variants (Alpha et Bêta/Gamma) qui se sont ajoutés à la souche originale du virus présente depuis le début de l'épidémie. La quatrième vague concerne essentiellement le variant Delta.
- Les variants ont touché différemment le territoire. Les patients infectés par Alpha sont répartis uniformément sur la France métropolitaine, ceux infectés par le variant Bêta/Gamma sont surreprésentés dans le Grand Est, en Guyane et à La Réunion, tandis que les patients infectés par le variant Delta sont surreprésentés dans les DROM et les régions du pourtour méditerranéen.
- La proportion de vaccinés parmi les patients hospitalisés avec Covid-19 a augmenté au cours des deux vagues, mais les vaccinés sont sous-représentés parmi les patients hospitalisés par rapport à leur part dans la population générale : durant le mois de septembre 2021 (fin de la quatrième vague), ils représentent 37 % des entrées hospitalières, contre 67 % de la population générale. Au cours des deux vagues, les personnes ayant une primo-vaccination complète ont un risque de décéder au cours d'un séjour en médecine, chirurgie, obstétrique et odontologie (MCO) très inférieur à celui des personnes non vaccinées.
- La vaccination a fortement réduit l'ampleur de la quatrième vague. Sur l'ensemble des deux vagues, on estime que la vaccination réduit d'environ 80 % le risque d'entrée en MCO pour les personnes de 80 ans ou plus. À statut vaccinal donné, la quatrième vague a un risque d'hospitalisation proche de celui de la troisième. Or les entrées hospitalières de la quatrième cohorte sont environ quatre fois moins nombreuses que celles de la troisième, alors même que le variant Delta est considéré comme plus dangereux. Une interprétation possible de ce résultat est que, si la vaccination n'avait pas eu lieu, les hospitalisations lors de la quatrième vague auraient été bien plus nombreuses.
- La durée médiane des séjours à l'hôpital est réduite de 9 à 7 jours entre la troisième et la quatrième vague. Le rajeunissement de la population hospitalière explique principalement cette réduction, mais la vaccination de la population y a également contribué significativement. Les hommes sont surreprésentés parmi les patients atteints du Covid-19, notamment lors de la troisième vague, en cohérence avec ce qui était observé lors des première et deuxième vagues. Cette surreprésentation est particulièrement marquée dans les services de soins critiques.

L'appariement des trois bases sur l'hospitalisation (SI-VIC), le dépistage (SI-DEP) et les injections (VAC-SI) est réalisé par la DREES depuis juillet 2021 et a permis de suivre le statut vaccinal des patients hospitalisés, et de façon plus générale la protection conférée par le vaccin, au fil du temps et selon les différents variants.

# SOMMAIRE

---

■ INTRODUCTION .....	2
Dynamique des entrées hospitalières depuis le début de l'épidémie .....	2
■ DONNÉES ET CHOIX MÉTHODOLOGIQUES .....	6
Données .....	6
Choix méthodologiques .....	8
Description de la population étudiée .....	9
■ CARACTÉRISTIQUES DES PARCOURS HOSPITALIERS SOUS L'ANGLE DES VARIANTS .....	15
Dynamique des entrées hospitalières des différents variants .....	15
Caractérisation des patients selon le type de variant .....	16
■ CARACTÉRISTIQUES DES PARCOURS HOSPITALIERS SOUS L'ANGLE DE LA VACCINATION.....	19
Caractérisation des patients selon le statut vaccinal .....	19
Caractérisation des séjours selon le statut vaccinal .....	22
■ IMPACT CONJOINT DE LA VACCINATION ET DES VARIANTS SUR LES SÉJOURS HOSPITALIERS .....	24
Ampleur des vagues à situation vaccinale comparable .....	24
Estimation de l'efficacité vaccinale .....	25
Sévérité des variants .....	26
Durées de séjour .....	27
■ CONCLUSION .....	29
■ POUR EN SAVOIR PLUS.....	30
ANNEXE 1. GLOSSAIRE.....	31
ANNEXE 2. DESCRIPTION DE SI-VIC .....	32
ANNEXE 3. IDENTIFICATION DES VARIANTS DANS SI-DEP.....	34
ANNEXE 4. CARACTÉRISTIQUES DES PATIENTS PAR RÉGION .....	35
ANNEXE 5. DESCRIPTION MATHÉMATIQUE DU MODÈLE DE POISSON .....	36
ANNEXE 6. MÉTHODOLOGIE DU MODÈLE DE DURÉE.....	38

## ■ INTRODUCTION

Cette étude a pour objectif d'analyser les séjours hospitaliers liés au Covid-19 pendant l'année 2021, en mobilisant des informations complémentaires sur la vaccination des patients et les variants du virus. Elle a pour objectif d'étendre les travaux de la DREES déjà publiés sur les deux précédentes vagues aux admissions hospitalières qui ont eu lieu au cours des troisième et quatrième vagues, en utilisant les nouvelles possibilités d'apparier les bases de données concernant les hospitalisations (SI-VIC), les dépistages (SI-DEP) et la vaccination (VAC-SI). Bien que moins riche que le Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI), SI-VIC permet un suivi en temps réel des hospitalisations avec Covid-19 ainsi que de se chaîner à SI-DEP pour obtenir des informations sur le variant, ce qui n'est pas possible à partir du PMSI.

Cette analyse porte sur la période allant du 1<sup>er</sup> février au 1<sup>er</sup> octobre 2021, qui est ensuite divisée en deux cohortes selon la date d'entrée à l'hôpital : les hospitalisations ayant débuté entre le 1<sup>er</sup> février et le 30 juin (peu importe la date de sortie) correspondent à la troisième vague épidémique, et celles ayant débuté entre le 1<sup>er</sup> juillet et le 30 septembre correspondent à la quatrième vague épidémique. Les patients entrés à l'hôpital avant le 1<sup>er</sup> février 2021 ne sont pas considérés dans cette étude (à l'inverse de Naouri, Vuagnat, 2022), même si leur séjour hospitalier s'est poursuivi après cette date, puisqu'ils ont déjà été étudiés précédemment (El Rais, Aflak-Kattar, Bleistein, 2021). La date du 1<sup>er</sup> juillet a été choisie pour différencier les deux cohortes, puisqu'elle correspond à la fois à un creux de l'épidémie et se trouve proche du changement de variant principal d'Alpha à Delta. La date de fin de la quatrième cohorte est fixée au 1<sup>er</sup> octobre, qui représente le début du creux épidémique, avant l'arrivée de la cinquième vague au mois de novembre 2021. Lorsque c'est possible, les statistiques descriptives sont présentées jusqu'au 15 février 2022, bien que la cinquième vague ne soit pas analysée, car le recul nécessaire pour observer la sortie de l'hôpital de l'essentiel des patients n'est pas encore disponible.

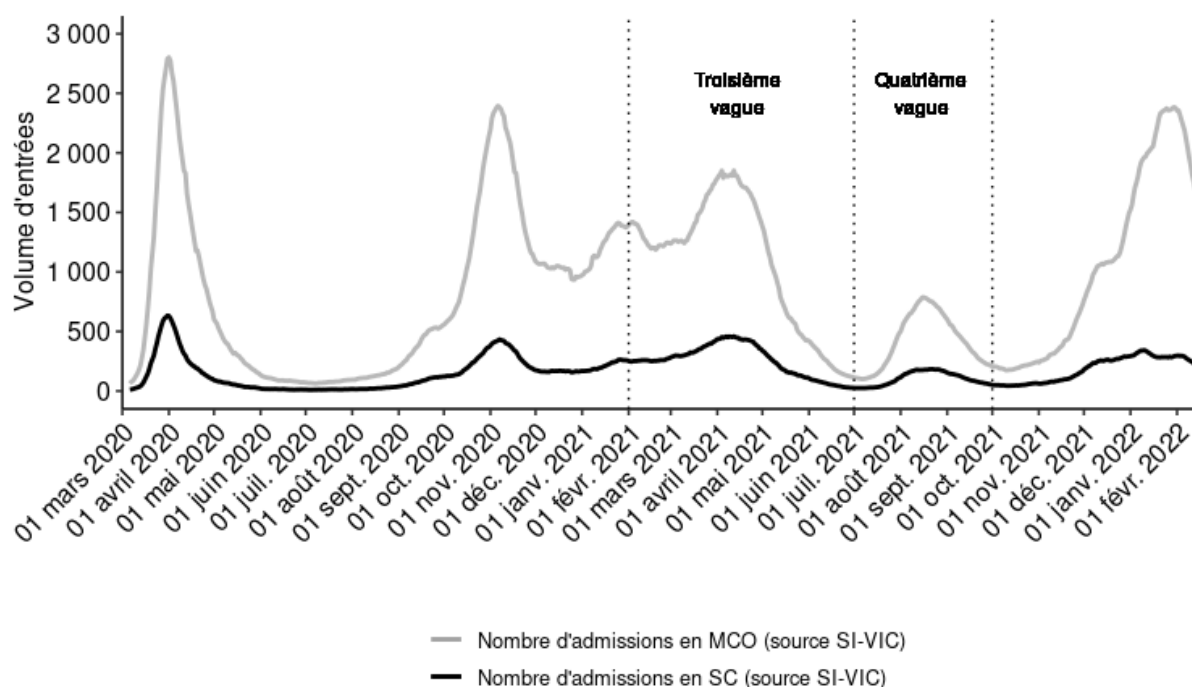
### Dynamique des entrées hospitalières depuis le début de l'épidémie

Les troisième et quatrième vagues de l'épidémie de Covid-19 en France, provoquées par la diffusion des variants Alpha, Bêta, Gamma puis Delta, ont été marquées chacune par une accélération des contaminations et des hospitalisations liées à des formes sévères de la maladie. Elles ont atteint deux pics, en avril puis en août 2021 respectivement, et diffèrent quant à leur durée et à leur volume d'admissions : les admissions en médecine, chirurgie, obstétrique et odontologie (MCO) – recensées dans le système d'information SI-VIC – ont dépassé le seuil de 1 000 entrées par jour sans discontinuer du 16 octobre 2020 jusqu'au début de mai 2021 (avec des pics supérieurs à 1 800 admissions quotidiennes en MCO et plus de 450 admissions en soins critiques début avril), avant de chuter jusqu'à début juillet. La quatrième vague a été beaucoup plus courte, puisque quasiment toutes les admissions sont concentrées sur le mois d'août, avec une ampleur réduite du nombre d'entrées hospitalières qui sont restées sous les 800 par jour en MCO et en dessous de 200 en soins critiques. Outre l'arrivée de nouveaux variants, ces deux vagues diffèrent aussi des deux premières par le fait qu'elles se sont déroulées dans un contexte de déploiement de la campagne de vaccination de la population.

En soins critiques comme en MCO, ces nouvelles vagues n'ont pas dépassé le pic d'entrées quotidiennes observé lors de la première vague en avril 2020 (graphique 1).



## Graphique 1 • Évolution des entrées en MCO et SC en moyenne hebdomadaire glissante depuis mars 2020



MCO : médecine, chirurgie, obstétrique et odontologie ; SC : soins critiques (comprend la réanimation et les soins intensifs et continus).

**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; cohorte constituée par les patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 30 juin 2021 pour la troisième vague et entre le 1<sup>er</sup> juillet 2021 et le 30 septembre 2021 pour la quatrième vague.

**Source** > SI-VIC ; calculs DREES.

Au cours de la troisième vague, un peu plus de 155 000 séjours en MCO ont été enregistrés dans SI-VIC. Parmi eux, environ 35 000 (soit 23 %) comportent un passage en soins critiques (comprenant la réanimation et les soins intensifs et continus). 84 % des patients sont finalement rentrés à domicile tandis que 16 % sont décédés.

Lors de la quatrième vague, 38 400 patients sont entrés en MCO ; parmi eux, 24 % ont été admis en soins critiques, 87 % sont rentrés à domicile et 13 % sont décédés.

À titre de comparaison, près de 89 000 (respectivement plus de 173 000) personnes ont été hospitalisées au cours de la première (respectivement deuxième) vague ; 19 % (respectivement 18 %) ont été en soins critiques et 19 % (respectivement 20 %) sont décédés (El Rais, Aflak-Kattar, Bleistein, 2021).

### Encadré • Comparaison entre deux sources de données, SI-VIC et le PMSI

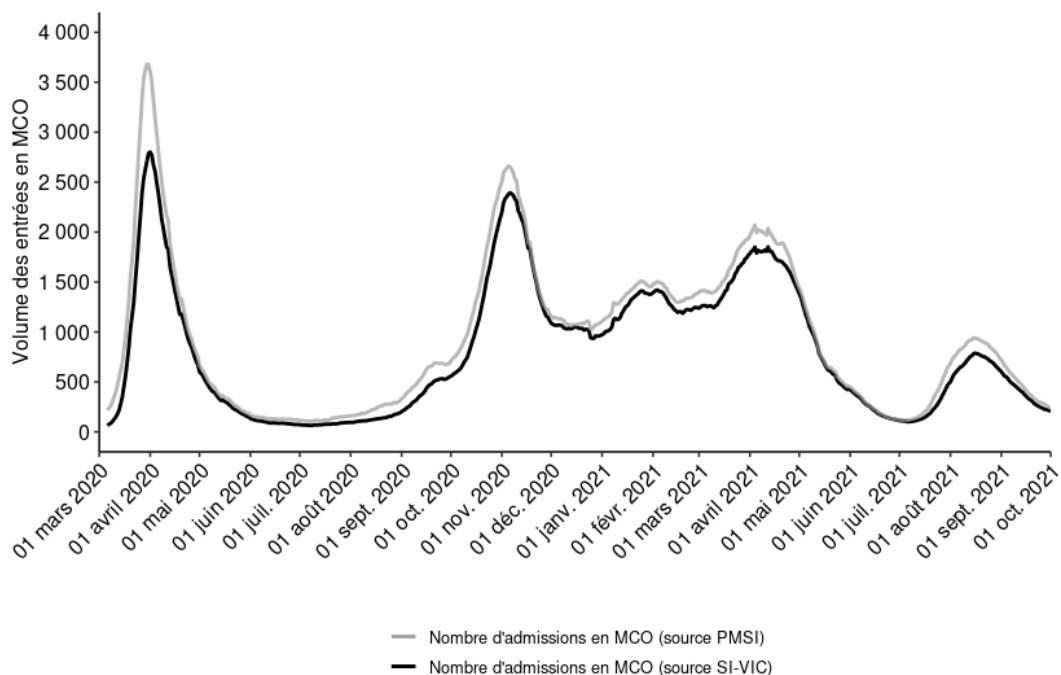
L'outil SI-VIC, mobilisé depuis mi-mars 2020 pour le suivi de l'épidémie, permet de suivre en temps quasi réel (en raison des délais d'enregistrement) les entrées à l'hôpital des patients atteints de Covid-19 et leur parcours hospitalier.

Le Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) est, quant à lui, une base de données médico-administrative sur les séjours hospitaliers clôturés, renseignée « en routine » par les établissements de santé à vue de facturation des séjours, qui comporte donc également des informations sur les séjours des patients dont le Covid-19 est le diagnostic principal ou un diagnostic associé. La base de données du PMSI-MCO rassemble ainsi, depuis 1997, la totalité des séjours hospitaliers de soins de courte durée en médecine, chirurgie, obstétrique et odontologie (MCO), réalisés en France. Les établissements de santé remontent les informations à l'Agence technique de l'information sur l'hospitalisation (ATIH) environ quatre mois après la fin du séjour. Le PMSI apporte donc des informations plus tardives, mais plus complètes, sur les séjours des patients atteints du Covid-19 (Naouri, Vuagnat, 2022).

La base PMSI utilisée dans cette analyse comparative contient les séjours déclarés lors de l'extraction qui a été réalisée le 1<sup>er</sup> février 2022 (soit quatre mois après le 1<sup>er</sup> octobre, le délai de déclaration du PMSI).

Une comparaison des deux sources a été réalisée et permet de confirmer la cohérence des résultats tirés de l'exploitation de SI-VIC jusqu'à la fin de la quatrième vague, malgré quelques différences pointées dans le graphique ci-dessous notamment.

**Graphique** • Nombres d'admissions en MCO en moyenne hebdomadaire glissante (comparaison des données issues du PMSI et de SI-VIC)



**Champ** > Informations renseignées dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; Séjours renseignés dans le PMSI jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> février 2022.  
**Source** > SI-VIC PMSI ; calculs DREES.

Si les dynamiques épidémiques sont très proches dans les deux sources de données, le nombre d'admissions en MCO est plus important dans le PMSI, et de façon plus marquée sur la 1<sup>re</sup> vague et pendant la période estivale, ce qui peut s'expliquer de plusieurs manières :

- la mise en place de SI-VIC comme outil de suivi des entrées à l'hôpital de patients atteints du Covid-19 ayant eu lieu mi-mars 2020, il est possible que le recueil n'ait pas été exhaustif au cours des premières semaines de l'épidémie (le nombre d'établissements de santé remplissant SI-VIC a connu une montée en charge). L'écart entre le nombre d'entrées en MCO issues de SI-VIC et celles issues du PMSI est d'ailleurs plus marqué lors de la première vague épidémique que lors des suivantes (26 % pour la première vague, contre 13 % et 17 % pour les deux suivantes, et enfin 23 % pour la quatrième qui a eu lieu dans une période estivale) ;
- SI-VIC ayant été mobilisé « en plus » pour le suivi épidémique en temps réel, certains établissements de santé, notamment en période de forte tension, pourraient ne pas avoir remonté des données dans SI-VIC tout en déclarant les séjours dans le PMSI une fois ces séjours clôturés. Cet argument est cohérent avec l'observation de plus grandes différences entre les deux sources lors des périodes estivales au cours desquelles les effectifs hospitaliers sont réduits.

La comparaison avec le PMSI permet également de souligner l'incohérence du statut « passage par les urgences » renseigné dans SI-VIC. En effet, celui-ci est présent dans moins de 20 % des séjours hospitaliers SI-VIC, alors qu'il est présent dans 70 % des séjours PMSI.

L'appariement des bases de données contenant des informations quasi exhaustives sur le dépistage (SI-DEP), la vaccination (VAC-SI) et les hospitalisations (SI-VIC) sur le territoire français, permet :

- d'estimer la part de chaque variant dans les entrées hospitalières observées au cours de ces deux vagues et d'étudier leur impact sur les séjours des patients ;
- de mesurer l'impact de la vaccination sur les entrées hospitalières lors des troisième et quatrième vagues ;
- d'estimer une efficacité vaccinale au cours de ces périodes ;
- de comparer les risques associés à chacun des variants.

Ces analyses sont déclinées sur (i) la troisième vague (du 1<sup>er</sup> février au 30 juin 2021) et (ii) la quatrième vague (du 1<sup>er</sup> juillet au 30 septembre 2021). Lorsque c'est possible, les séries temporelles sont élargies jusqu'à la mi-février 2022.

Dans un premier temps, les données et les choix méthodologiques opérés sont décrits. Ensuite, les différents effets des variants sur les hospitalisations sont comparés, puis l'effet du statut vaccinal est analysé. Enfin, des modèles permettant d'appréhender tous ces effets conjointement sont présentés.

## ■ DONNÉES ET CHOIX MÉTHODOLOGIQUES

### Données

Les données proviennent de trois bases nationales permettant le suivi de l'épidémie (SI-VIC et SI-DEP) et de la vaccination (VAC-SI).

**SI-VIC** : le système d'information pour le suivi des victimes d'attentats et de situations sanitaires exceptionnelles (SI-VIC) permet un suivi individuel (*via* un numéro identifiant personnel, appelé SINUS) des hospitalisations de personnes infectées par le SARS-CoV-2 par date et type d'hospitalisation, jusqu'à leur sortie de l'hôpital. Il permet de disposer d'informations jusqu'au niveau des établissements sur le nombre d'individus hospitalisés en MCO ou en soins critiques. Le diagnostic d'infection est établi sur la base d'un test RT-PCR ou d'un scanner (TDM) thoracique. Cette base permet de suivre un patient et les changements de statuts qui l'affectent, entre sa date d'entrée et sa date de sortie de l'hôpital.

SI-VIC recense tous les statuts qui constituent le séjour des patients. Les différents statuts présents dans SI-VIC sont recensés dans le tableau ci-dessous. On regroupe sous le terme de soins critiques (SC) les hospitalisations en réanimation (REA) et les hospitalisations en soins intensifs et soins continus (SIC). On regroupe sous le terme de MCO les hospitalisations conventionnelles ou en soins critiques.

**Tableau 1 • Statuts hospitaliers dans SI-VIC**

Appellation	Statut	Statut SI-VIC
MCO Médecine, chirurgie, obstétrique et odontologie	Hospitalisation conventionnelle	HC
	Soins critiques (SC)	REA (réanimation) ou SIC (soins intensifs et continus)
Autre hospitalisation et soins de longue durée	Soins de suite et de réadaptation	SSR
	Unité de soins de longue durée	USLD
	Hospitalisation psychiatrique	PSY
Retour à domicile		RAD
Décès		DC
Soins urgences		URG

Les séjours hospitaliers sont considérés comme terminés deux jours après les statuts retour à domicile (RAD) ou décès (DC). Deux hospitalisations de la même personne séparées par plus de deux jours comptent comme deux séjours différents. Pour chaque séjour, il est possible de mesurer sa durée. Cette dernière correspond à l'écart entre la date du premier statut (entrée à l'hôpital) et la date du dernier statut du séjour (sortie). En cas de durée supérieure à 90 jours, on censure à 90 jours pour éviter un biais à la hausse sur les durées provenant de ces séjours.

**SI-DEP** : le système d'information de dépistage (SI-DEP) recense l'ensemble des tests effectués en laboratoire ou en pharmacie sur le territoire français (RT-PCR – naso-pharyngés ou salivaires, antigéniques ou sérologiques) pour le virus SARS-CoV-2, ainsi que les résultats associés. Pour déterminer les parts de chaque variant parmi les hospitalisations à une date donnée, seuls les séjours de patients pour lesquels un test RT-PCR naso-pharyngé positif criblé est identifié dans SI-DEP peuvent être mobilisés. En effet, pour 27 % des patients hospitalisés, aucun test RT-PCR n'est identifié dans SI-DEP (en raison notamment de défauts d'appariement entre les deux bases). Ensuite, parmi les tests RT-PCR positifs, seuls 65 % donnent une information de criblage permettant l'identification du variant à l'origine de l'infection (dans le cas contraire, soit il n'y a pas eu de criblage soit le résultat de criblage est indéterminé).

Jusqu'au 31 mai 2021, l'information sur le variant recueillie dans SI-DEP à la suite d'un criblage comporte directement le nom du variant considéré : variant Alpha (appelé « britannique » lors de son émergence), Bêta (« sud-africain ») et Gamma (« brésilien »), ou la version originale lorsqu'aucun variant n'a été identifié lors d'un criblage. À partir du 31 mai, une information sur les mutations d'intérêt est codée sur trois positions – A, B, C – durant la période considérée, puis sur quatre positions (A, B, C, D) depuis décembre 2021 pour identifier Omicron. Ainsi :

- la lettre A correspond à la mutation E484K, indicatrice notamment des variants Bêta et Gamma (ou « sud-africain » et « brésilien ») ;
- la lettre B correspond à la mutation E484Q, indicatrice notamment du variant Kappa ;
- la lettre C correspond à la mutation L452R, indicatrice notamment du variant Delta ;
- la lettre D correspond à la délétion 69/70 ou aux mutations N501Y ou K417N, indicatrices notamment du variant Omicron avant le 20 décembre 2021 puis à la délétion 69/70 ou aux mutations K417N ou S371L-S373P ou Q493R à partir du 20 décembre 2021.

Le tableau A2 en Annexe C résume les modalités permettant d'identifier chaque variant.

Les variants Bêta et Gamma sont regroupés ensemble, puisque le système de codage ne permet pas de les distinguer. Par ailleurs, le variant Kappa n'ayant quasiment jamais été détecté dans les tests, on ne le considère pas dans la suite des analyses. Les variants retenus pour notre analyse sont donc la version originale, les variants Alpha, Bêta et Gamma pour la troisième vague, et enfin le variant Delta pour la quatrième vague.

**VAC-SI** : le système d'information « Vaccin Covid » comporte des informations sur les injections de vaccins réalisées sur le territoire français. Il permet de déterminer le statut vaccinal de chaque patient au cours du temps et de disposer d'informations sur la présence de comorbidités, l'appartenance à une profession de santé, ou encore le fait de résider en établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (Ehpad).

Le statut vaccinal des patients a été défini suivant quatre modalités, dont les contours varient suivant le vaccin utilisé :

**Tableau 2 • Statuts vaccinaux**

Appellation	Modalité	Statut vaccinal	Définition
Non vacciné	0	Non vacciné	Absence de doses dans VAC-SI en date d'entrée à l'hôpital
Partiellement vacciné	1-	Primo-dose récente	14 jours ou moins après une première dose d'un vaccin bi-dose ou après la dose unique de Janssen
	1+	Primo-dose efficace	Plus de 14 jours après la première dose d'un vaccin bi-dose ou 7 jours ou moins après la seconde
Schéma vaccinal initial complet (avec ou sans rappel)	C	Cycle vaccinal de deux doses complet	Plus de 7 jours après la deuxième dose (ou 14 jours après la première pour le vaccin Janssen) Avec ou sans dose de rappel

Cette étude portant essentiellement sur les troisième et quatrième vagues, les rappels vaccinaux ne sont pas pris en compte, la campagne de rappel ayant débuté en septembre 2021, en priorisant les plus âgés.

**Appariement** : dans chacune des trois bases, lors de leur constitution et avant transmission à la DREES, les informations sur le nom, le prénom, le sexe et la date de naissance des personnes hospitalisées, testées ou vaccinées sont supprimées. Elles sont préalablement transformées en un pseudonyme non identifiant qui sert à réaliser la jointure entre les trois bases de données (DREES, 2021a).

**Extraction** : les données utilisées ont été extraites le 1<sup>er</sup> mars 2022 pour tous les événements (tests, hospitalisations et vaccinations) observés jusqu'à la date du 15 février 2022, mais l'analyse se concentre sur les séjours hospitaliers ayant débuté (i) entre le 1<sup>er</sup> février et le 30 juin 2021 pour la troisième vague et (ii) entre le 1<sup>er</sup> juillet et le 30 septembre 2021 pour la quatrième vague.

## Choix méthodologiques

**Prétraitements** : pour analyser de la façon la plus pertinente possible les séjours hospitaliers, et par cohérence avec les autres analyses menées précédemment par la DREES, les observations de SI-VIC sont retraitées afin de se limiter au périmètre d'analyse retenu ou de supprimer certaines anomalies. Les principaux traitements consistent en :

- la suppression des statuts « soins urgences », qui sont remplacés par des hospitalisations conventionnelles s'ils ont une durée supérieure à un jour, ou ignorés dans le cas contraire (et on retient alors comme premier statut le statut d'hospitalisation suivant) ;
- la fusion des statuts consécutifs dans le même établissement (seul le premier événement consécutif est conservé, et sa durée recalculée pour couvrir les deux statuts identiques, par exemple HC-HC-RAD devient HC-RAD) ;
- la suppression des séjours ne comptant pas de passage en MCO ;
- la distinction des différents séjours effectués par un même individu. Lorsque le retour à domicile (RAD) est suivi par un nouveau statut hospitalier moins de deux jours après, le RAD est supprimé et on considère que c'est le même séjour. En revanche, s'il y a plus de deux jours entre le RAD et le statut suivant, on considère que ce sont deux périodes d'hospitalisation différentes (deux séjours).

Ces traitements entraînent la suppression complète de 4 % des séjours pour chacune des vagues (respectivement 6 600 pour la troisième et 1 800 pour la quatrième).

La liste complète des traitements effectués et leur impact pour les deux cohortes étudiées sont présentés en Annexe B (tableau A1).

**Appariements des hospitalisations avec la vaccination** : il existe des défauts d'appariement entre les différentes bases liées à un pseudonyme imparfait (DREES, 2021a). Ainsi, 25 % des individus de SI-VIC ne sont pas retrouvés parmi les éligibles à la vaccination dans la base VAC-SI pour la troisième vague, et 37 % pour la quatrième. Cette différence de taux d'appariement entre les deux vagues s'explique par la composition géographique : la quatrième vague a touché plus fortement les DROM, pour lesquels le taux d'appariement est souvent plus faible.

**Appariements des hospitalisations avec les dépistages** : les hospitalisations sont appariées avec les dépistages pour déterminer le variant associé. Chaque hospitalisation est, si possible, associée aux tests PCR du patient ayant donné un résultat positif pour lesquels un résultat de criblage est disponible, et effectués dans une période temporelle de 15 jours avant ou après la date d'entrée à l'hôpital. Dans le cas où plusieurs tests PCR positifs sont retrouvés dans cette fenêtre de temps, la priorité est donnée au test effectué le plus proche de la date d'hospitalisation.

Cette méthode permet d'obtenir une information sur le variant lié à l'infection pour un peu moins de 50 % des hospitalisations enregistrées dans SI-VIC (73 800 pour la troisième vague, et 19 100 pour la quatrième).

**Imputation des non-appariés** : Afin de disposer d'une décomposition de l'ensemble des effectifs hospitalisés, et non pas uniquement des individus appariés, on fait l'hypothèse que l'échec d'appariement est indépendant du statut vaccinal et du variant, à caractéristiques d'âge, de sexe et de département données (strate). Ainsi, on impute à chaque individu non apparié un des statuts vaccinaux existant (non vaccinés, primo-dose récente, primo-dose efficace ou complètement vacciné) et un des variants (souche originale, Alpha, Bêta/Gamma ou Delta), en tirant aléatoirement un statut vaccinal (respectivement un variant) selon la répartition des statuts vaccinaux et variants des individus hospitalisés ayant les mêmes caractéristiques démographiques (âge, sexe, département), et d'hospitalisation (statut et date d'entrée, passage en soins critiques, décès ou retour à domicile). L'imputation est réalisée sur 28 % des séjours pour le statut vaccinal, et 52 % pour les variants.

## Description de la population étudiée

---

### Caractérisation des patients

155 000 séjours hospitaliers avec Covid-19 ont été enregistrés pendant la troisième vague, contre seulement 38 400 lors de la quatrième (tableau 3). Parmi les séjours de l'ensemble des patients, 95 % comprennent un passage en hospitalisation conventionnelle, et moins de 25 % en soins critiques. Environ 2 % des patients ont effectué plusieurs séjours au sein de chacune des vagues. Le taux de décès intra-hospitalier est plus élevé pour la troisième vague (16 % contre 13 %).

Les hommes sont surreprésentés parmi les patients atteints du Covid-19, notamment lors de la troisième vague, en cohérence avec ce qui était observé lors des études sur les première et deuxième vagues (Courtejoie, Dubost, 2020 ; El Rais, Aflak-Kattar, Bleistein, 2021). Cette surreprésentation est particulièrement marquée dans les services de soins critiques, où les hommes représentent plus de 60 % de la population, alors qu'ils représentent seulement 48 % de la population française<sup>1</sup>.

L'âge des patients hospitalisés a diminué assez fortement au cours de l'épidémie, passant d'une part de 41 % de patients de 80 ans ou plus lors de la deuxième vague (El Rais, Aflak-Kattar, Bleistein, 2021) à 31 % lors de la troisième, et seulement 21 % pour la quatrième vague (les personnes de 80 ans ou plus représentent 6 % de la population totale en France<sup>2</sup>). Au contraire, la proportion de personnes âgées de moins de 40 ans parmi les entrées a fortement augmenté, passant de 7 % lors de la deuxième vague à 9 % lors de la troisième et 21 % pour la quatrième (ils représentent 47 % de la population totale en France). Cette évolution de la structure d'âge des patients hospitalisés est notamment liée au contexte de la vaccination, puisque les personnes plus âgées et fragiles ont été éligibles à la vaccination dès le début de la campagne, tandis que les moins de 40 ans (hors cas spécifiques) n'y ont eu accès qu'à partir du 1<sup>er</sup> juin<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2381466#tableau-figure1>

<sup>2</sup> <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1893198>

<sup>3</sup> <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F35611>

**Tableau 3 • Caractérisation des patients de chacune des vagues**

		Troisième vague						Quatrième vague					
		TOTAL (MCO)	HC	SC	RAD	DC	AUTRE	TOTAL (MCO)	HC	SC	RAD	DC	AUTRE
Population	Nombre	155 542	148 092	35 354	130 304	25 238	15 481	38 399	36 382	9 273	33 353	5 046	1 865
	(en %)	100,0%	95,2%	22,7%	83,8%	16,2%	10,0%	100,0%	94,7%	24,1%	86,9%	13,1%	4,9%
Sexe	Femme	72 506	69 948	12 945	61 903	10 603	8 172	18 507	17 769	3 669	16 327	2 180	948
	(en %)	46,6%	47,2%	36,6%	47,5%	42,0%	52,8%	48,2%	48,8%	39,6%	49,0%	43,2%	50,8%
	Homme	81 728	76 912	22 162	67 288	14 440	7 180	19 615	18 349	5 553	16 777	2 838	902
	(en %)	52,5%	51,9%	62,7%	51,6%	57,2%	46,4%	51,1%	50,4%	59,9%	50,3%	56,2%	48,4%
	Inconnu	1 308	1 232	247	1 113	195	129	277	264	51	249	28	15
(en %)	0,8%	0,8%	0,7%	0,9%	0,8%	0,8%	0,7%	0,7%	0,5%	0,7%	0,6%	0,8%	
	<b>Total</b>	155 542	148 092	35 354	130 304	25 238	15 481	38 399	36 382	9 273	33 353	5 046	1 865
	(en %)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Tranche d'âge	Moins de 40 ans	13 576	13 129	2 221	13 463	113	161	7 950	7 662	1 283	7 863	87	77
	(en %)	8,7%	8,9%	6,3%	10,3%	0,4%	1,0%	20,7%	21,1%	13,8%	23,6%	1,7%	4,1%
	De 40 à 59 ans	33 566	32 092	9 273	32 387	1 179	1 287	9 906	9 372	3 041	9 465	441	287
	(en %)	21,6%	21,7%	26,2%	24,9%	4,7%	8,3%	25,8%	25,8%	32,8%	28,4%	8,7%	15,4%
	De 60 à 79 ans	60 013	55 779	19 489	51 325	8 688	5 612	12 621	11 672	4 130	10 570	2 051	781
(en %)	38,6%	37,7%	55,1%	39,4%	34,4%	36,3%	32,9%	32,1%	44,5%	31,7%	40,6%	41,9%	
80 ans ou plus	48 387	47 092	4 371	33 129	15 258	8 421	7 922	7 676	819	5 455	2 467	720	
(en %)	31,1%	31,8%	12,4%	25,4%	60,5%	54,4%	20,6%	21,1%	8,8%	16,4%	48,9%	38,6%	
	<b>Total</b>	155 542	148 092	35 354	130 304	25 238	15 481	38 399	36 382	9 273	33 353	5 046	1 865
	(en %)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Statut Vaccinal	Non vaccinés	131 818	125 613	30 734	111 864	19 954	12 754	24 919	23 651	6 461	21 876	3 043	1 129
	(en %)	84,7%	84,8%	86,9%	85,8%	79,1%	82,4%	64,9%	65,0%	69,7%	65,6%	60,3%	60,5%
	Partiellement vacciné	15 055	14 167	3 125	10 805	4 250	1 690	3 331	3 139	769	2 910	421	145
	(en %)	9,7%	9,6%	8,8%	8,3%	16,8%	10,9%	8,7%	8,6%	8,3%	8,7%	8,3%	7,8%
	Complètement vacciné	8 669	8 312	1 495	7 635	1 034	1 037	10 149	9 592	2 043	8 567	1 582	591
(en %)	5,6%	5,6%	4,2%	5,9%	4,1%	6,7%	26,4%	26,4%	22,0%	25,7%	31,4%	31,7%	
	<b>Total</b>	155 542	148 092	35 354	130 304	25 238	15 481	38 399	36 382	9 273	33 353	5 046	1 865
	(en %)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Variant	Souche originale	28 567	27 464	4 973	22 787	5 780	3 501	1	0	1	1	0	0
	(en %)	18,4%	18,5%	14,1%	17,5%	22,9%	22,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Variant Alpha	113 387	107 897	26 514	96 045	17 342	11 020	86	81	11	77	9	3
	(en %)	72,9%	72,9%	75,0%	73,7%	68,7%	71,2%	0,2%	0,2%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%
	Variants Bêta et Gamma	10 700	10 043	3 124	8 866	1 834	793	1	1	1	1	0	0
(en %)	6,9%	6,8%	8,8%	6,8%	7,3%	5,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Variant Delta	2 888	2 688	743	2 606	282	167	38 311	36 300	9 260	33 274	5 037	1 862	
(en %)	1,9%	1,8%	2,1%	2,0%	1,1%	1,1%	99,8%	99,8%	99,9%	99,8%	99,8%	99,8%	
	<b>Total</b>	155 542	148 092	35 354	130 304	25 238	15 481	38 399	36 382	9 273	33 353	5 046	1 865
	(en %)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

MCO : médecine, chirurgie, obstétrique et odontologie ; HC : hospitalisation conventionnelle ; SC : soins critiques (réanimations et soins intensifs et continus) ; RAD : retour à domicile ; DC : décès ; Autre : soins de longue durée (soins de suite et de réadaptation par exemple).

**Lecture** > 35 350 séjours incluant un passage en soins critiques ont été comptabilisés pendant la troisième vague, ce qui représente 22,7 % du nombre total de séjours considérés pendant la période. Parmi ces séjours, 62,7 % des patients sont des hommes.

**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; cohorte constituée par les patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 30 juin 2021 pour la troisième vague et entre le 1<sup>er</sup> juillet 2021 et le 30 septembre 2021 pour la quatrième vague. Des statuts vaccinaux ont été imputés aux patients non appariés avec VAC-SI, et des variants à ceux qui n'avaient pas de tests dans SI-DEP (voir la partie « Données et choix méthodologiques »).

**Source** > Appariement SI-VIC SI-DEP VAC-SI ; calculs DREES.

### Décomposition géographique

Afin de mesurer quels territoires ont été plus touchés par une vague que par l'autre, et tout en contrôlant l'ampleur très différente des deux vagues (la troisième vague a comporté davantage d'entrées hospitalières que la quatrième dans toutes les régions), on construit un indice de surreprésentation régionale selon la formule suivante :

$$\text{Indice} = 100 \times \frac{\text{nombre d'hospitalisations}_{\text{région}}^{\text{vague 3}} / \text{nombre d'hospitalisations}_{\text{France}}^{\text{vague 3}}}{\text{nombre d'hospitalisations}_{\text{région}}^{\text{vague 4}} / \text{nombre d'hospitalisations}_{\text{France}}^{\text{vague 4}}}$$

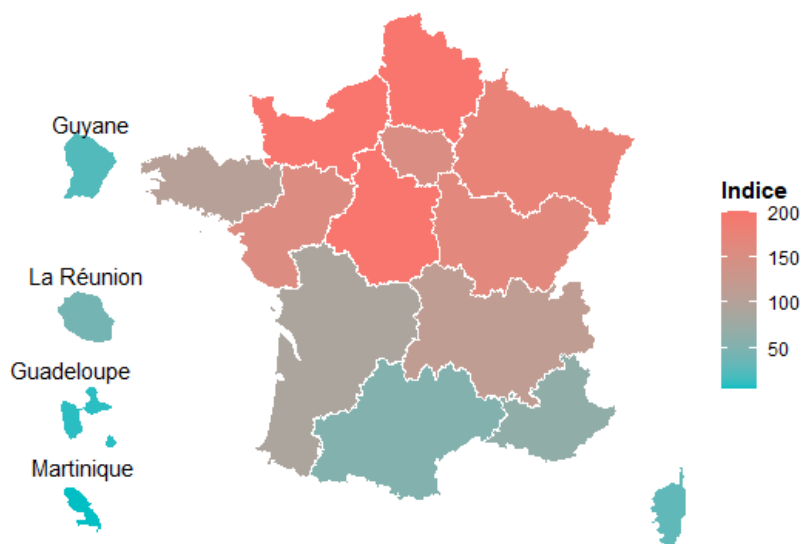
Ainsi, une région ayant un indice supérieur à 100 (en rouge sur la carte 1) a été relativement plus touchée par la troisième vague que par la quatrième. À l'inverse, un indice inférieur à 100 indique que la quatrième vague (en bleu sur la carte 1) a été relativement plus virulente que la troisième dans cette région que dans l'ensemble de la France.

Deux dynamiques ressortent : les régions du nord et de l'est de la métropole (Hauts-de-France, Île-de-France, Grand Est) ont été plus touchées par la troisième vague, tandis que les régions du pourtour méditerranéen (Provence-Alpes-Côte d'Azur,



Occitanie et Corse) et les DROM ont été beaucoup plus touchés pendant l'été 2021. Les chiffres détaillés pour chaque région peuvent être trouvés en Annexe D (tableau A3).

**Carte 1** • Surreprésentation relative des régions en troisième vague (en rouge) ou en quatrième vague (en bleu)



**Lecture** > Les régions du pourtour méditerranéen et les DROM (en bleu) ont été relativement plus touchés par la quatrième vague, tandis que le nord et l'est de la métropole ont été plus touchés par la troisième vague.

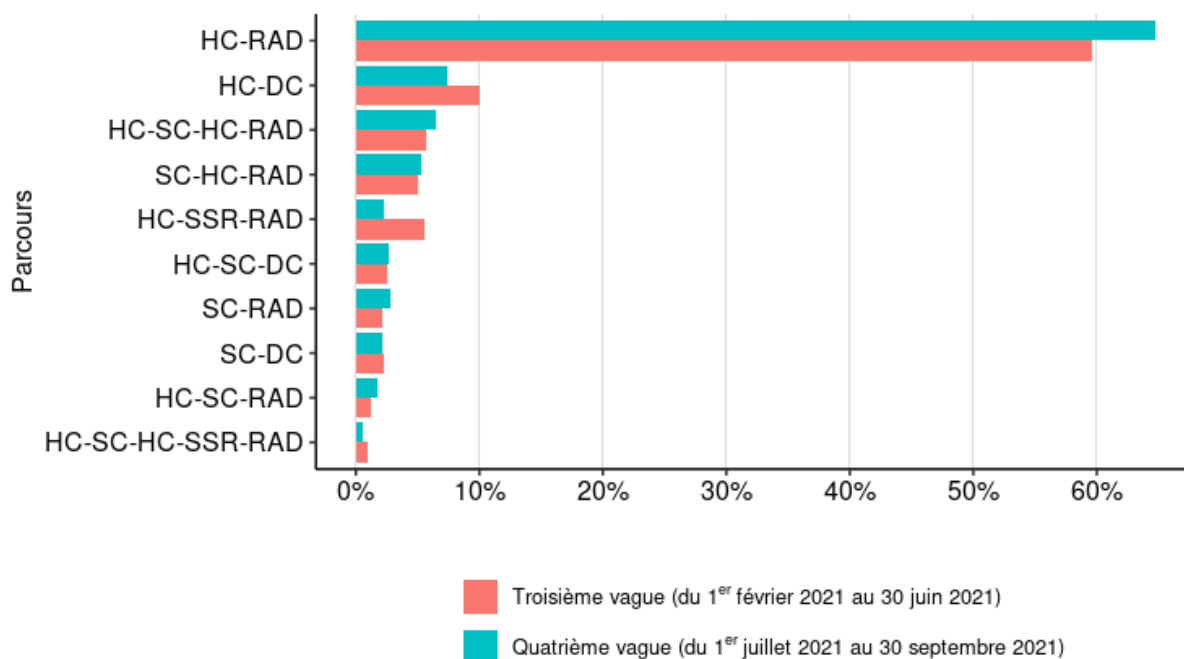
**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; cohorte constituée par les patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 30 juin 2021 pour la troisième vague et entre le 1<sup>er</sup> juillet 2021 et le 30 septembre 2021 pour la quatrième vague.

**Source** > SI-VIC ; calculs DREES.

## Caractérisation des séjours

Lors des troisième et quatrième vagues, comme lors des deux précédentes vagues, les séjours constitués d'une entrée en hospitalisation conventionnelle suivie par un retour à domicile sont majoritaires : ce schéma concerne en effet 59 % des séjours durant la troisième vague et 65 % durant la quatrième.

**Graphique 2 • Parcours hospitaliers les plus fréquents pour les troisième et quatrième vagues**

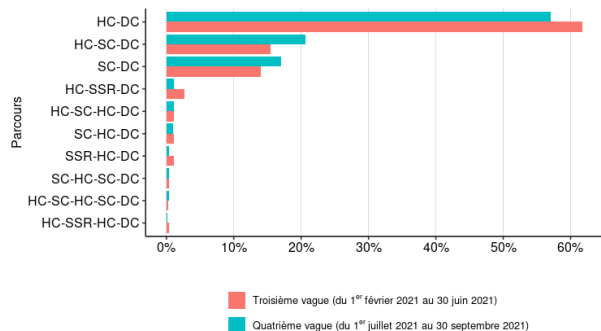


HC : hospitalisation conventionnelle ; SC : soins critiques (réanimations et soins intensifs et continus) ; RAD : retour à domicile ; DC : décès ; SSR : soins de suite et de réadaptation.  
**Lecture** > 65 % des séjours enregistrés pendant la quatrième vague comportent une entrée en hospitalisation conventionnelle suivie d'un retour à domicile.  
**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export 1<sup>er</sup> mars 2022 ; cohorte constituée par les patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 30 juin 2021 pour la troisième vague et entre le 1<sup>er</sup> juillet 2021 et le 30 septembre 2021 pour la quatrième vague.  
**Source** > SI-VIC ; calculs DREES.

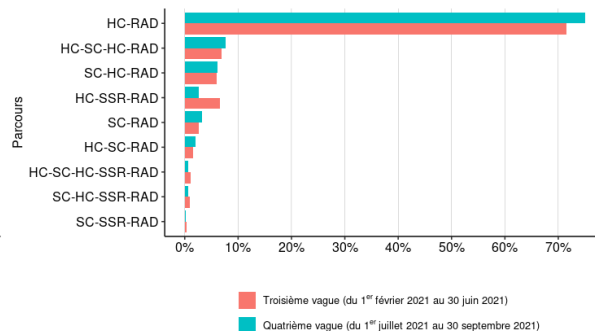
Plus de 60 % des décès ont lieu sans passage en soins critiques. Cela s'explique en partie par le fait que les personnes plus âgées, qui sont celles qui décèdent le plus fréquemment, vont rarement dans les services de soins critiques. En effet, souvent, la fragilité de ces patients les plus âgés peut limiter leur capacité à recevoir ces soins intensifs. Lors de la quatrième vague, les décès ont été plus fréquents en soins critiques que pendant la troisième vague. À l'inverse, les passages en services de soins de suite et de réadaptation (SSR) ont été plus nombreux en troisième vague.

### Graphique 3 • Parcours hospitaliers les plus fréquents selon la fin du séjour (décès ou retour à domicile)

#### Graphique 3a • Séjours avant un décès



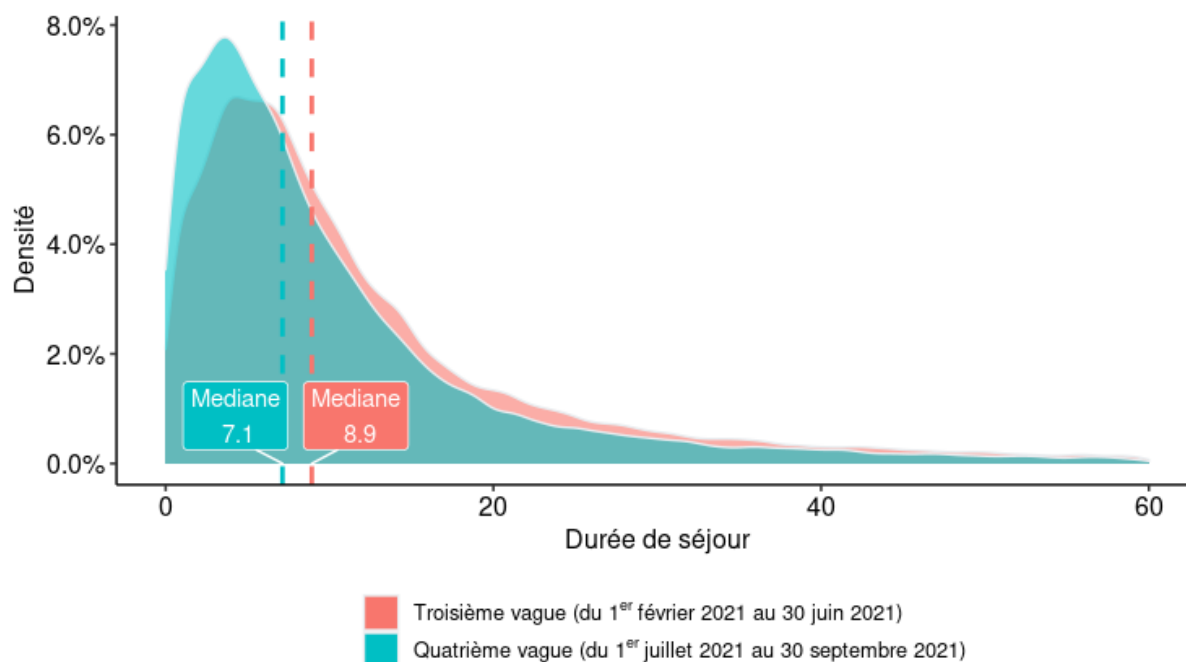
#### Graphique 3b • Séjours avant un retour à domicile



HC : hospitalisation conventionnelle ; SC : soins critiques (réanimations et soins intensifs et continus) ; RAD : retour à domicile ; DC : décès ; SSR : soins de suite et de réadaptation.  
**Lecture** > 57 % des séjours ayant entraîné un décès pendant la quatrième vague sont constitués d'une entrée en hospitalisation conventionnelle suivie du décès.  
**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; cohorte constituée par les patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 30 juin 2021 pour la troisième vague et entre le 1<sup>er</sup> juillet 2021 et le 30 septembre 2021 pour la quatrième vague.  
**Source** > SI-VIC ; calculs DREES.

Au-delà de ces successions de statuts, le temps passé dans chaque statut hospitalier diffère aussi d'un patient à l'autre. La durée totale de séjour<sup>4</sup> des patients est plus faible pour la quatrième que pour la troisième vague. Ainsi, la durée médiane des séjours est de 7,1 jours pour la quatrième vague contre 8,9 jours pour la troisième vague. Les séjours suivis d'un retour à domicile sont en moyenne plus courts que ceux des patients décédés, pour toutes les tranches d'âges, sauf pour les personnes de 80 ans ou plus.

### Graphique 4 • Distribution des durées de séjour hospitaliers pour les troisième et quatrième vagues



**Lecture** > Les séjours effectués pendant la troisième vague ont une durée médiane de 8,9 jours.  
**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; cohorte constituée par les patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 30 juin 2021 pour la troisième vague et entre le 1<sup>er</sup> juillet 2021 et le 30 septembre 2021 pour la quatrième vague ; Durée de séjour complète entre la date d'entrée et la date de sortie (inclue les MCO et les soins de longue durée) ; durée de séjour bornée à 90 jours.  
**Source** > SI-VIC ; calculs DREES.

<sup>4</sup> Durée de séjour jusqu'au retour à domicile ou au décès, comprenant tous les statuts hospitaliers, y compris MCO, SSR et soins de longue durée, et bornée à 90 jours.

Les différences de composition de la population touchée (âges et statuts vaccinaux), mais aussi la circulation de variants différents, peuvent expliquer en partie ces différences de durées. Le rôle de ces différents facteurs sur la durée de séjour à l'hôpital sont analysés par la suite.

## ■ CARACTÉRISTIQUES DES PARCOURS HOSPITALIERS SOUS L'ANGLE DES VARIANTS

### Dynamique des entrées hospitalières des différents variants

Au cours de l'année 2021, différents variants du SARS-CoV-2 se sont succédé. La souche originale du virus, à laquelle sont associés ses sous-lignages proches, prédominante depuis 2020, a progressivement été remplacée par le variant Alpha, devenu majoritaire parmi les dépistages en France à partir du mois de mars 2021. Celui-ci représente 73 % des entrées en MCO au cours de la troisième vague<sup>5</sup> (tableau 3). Le même phénomène est observé pour les entrées en hospitalisation conventionnelle ou en soins critiques, où la part d'Alpha dépasse celle de la souche originale du virus la dernière semaine de Février 2021. Les variants Bêta et Gamma viennent s'ajouter au variant Alpha dès février 2021, bien qu'ils restent toujours minoritaires (7 % du total d'hospitalisations de la troisième vague).

À partir de juin 2021, le variant Delta apparaît et devient majoritaire parmi les hospitalisations dès la première semaine de juillet. Les hospitalisations avec infection au variant Delta atteignent un pic mi-août et diminuent progressivement jusqu'à atteindre un plateau au mois d'octobre. Pour la quatrième vague, la quasi-totalité des hospitalisations sont dues au variant Delta (99,8 %).

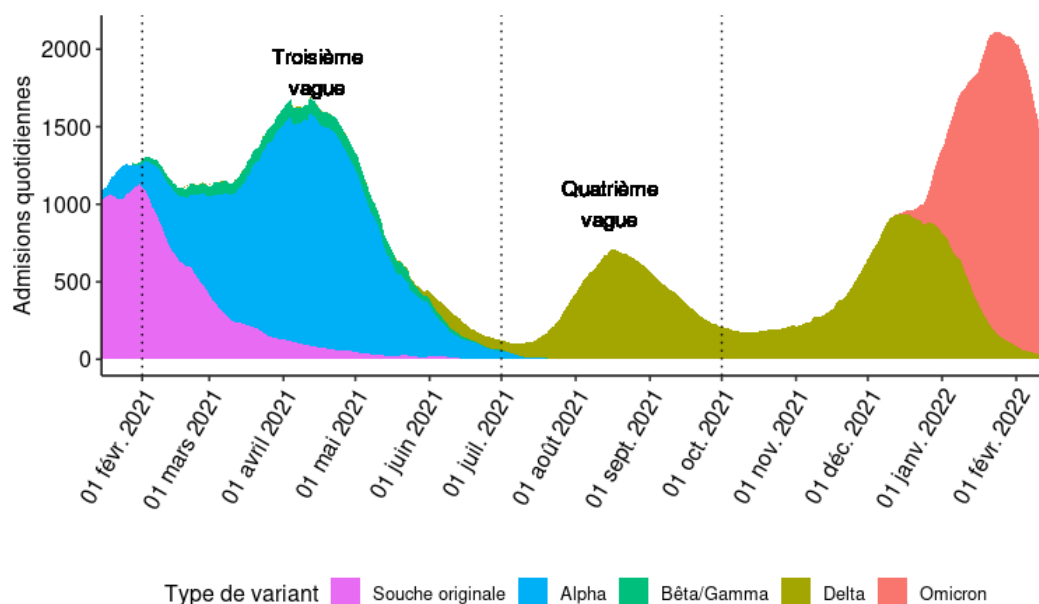
À l'automne, la reprise de l'épidémie liée à Delta atteint son sommet début décembre 2021 avant l'arrivée fulgurante d'Omicron qui devient majoritaire parmi les entrées hospitalières début janvier 2022. Cette nouvelle vague épidémique est présentée par complétude mais n'est pas analysée faute de recul suffisant pour le moment.

---

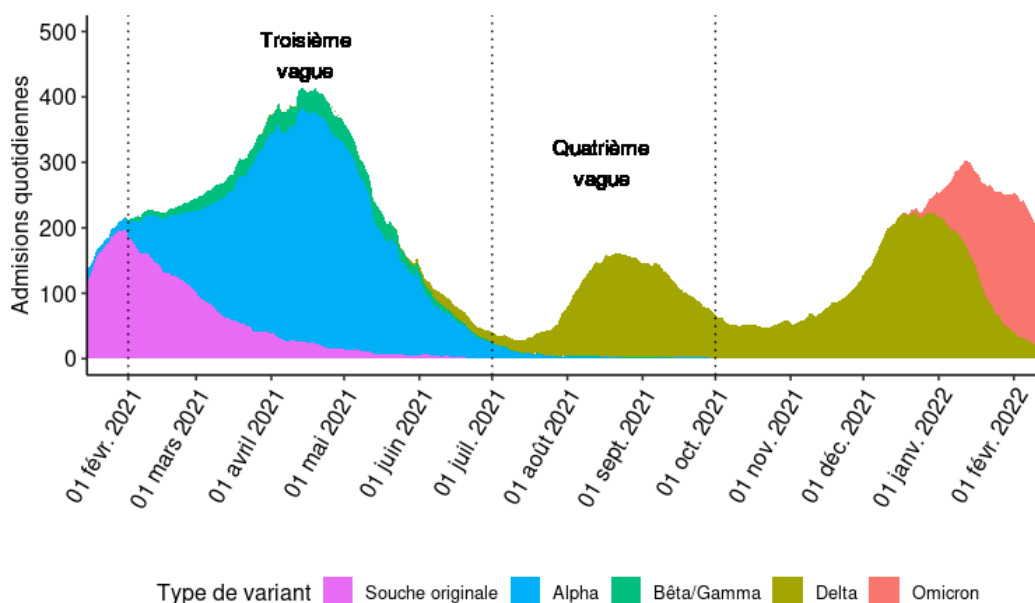
<sup>5</sup> <https://www.santepubliquefrance.fr/dossiers/coronavirus-covid-19/coronavirus-circulation-des-variants-du-sars-cov-2>

## Graphique 5 • Entrées en hospitalisation conventionnelle et en soins critiques sur 7 jours glissants par variant

### Graphique 5a • En hospitalisation conventionnelle



### Graphique 5b • En soins critiques



**Lecture** > Durant la période du 26 mars au 1<sup>er</sup> avril 2021, il y avait 302 patients admis en soins critiques avec un test RT-PCR positif et dont le variant Alpha a été identifié, 39 patients infectés par la souche originale et 29 avec Bêta/Gamma.

**Champ** > Personnes de tous âges dont au moins un test RT-PCR ciblé a été identifié dans les 15 jours avant ou après l'admission en soins critiques. Un variant a été imputé aux patients pour lesquels aucun test avec criblage n'est identifié (voir la partie « Données et choix méthodologiques »).

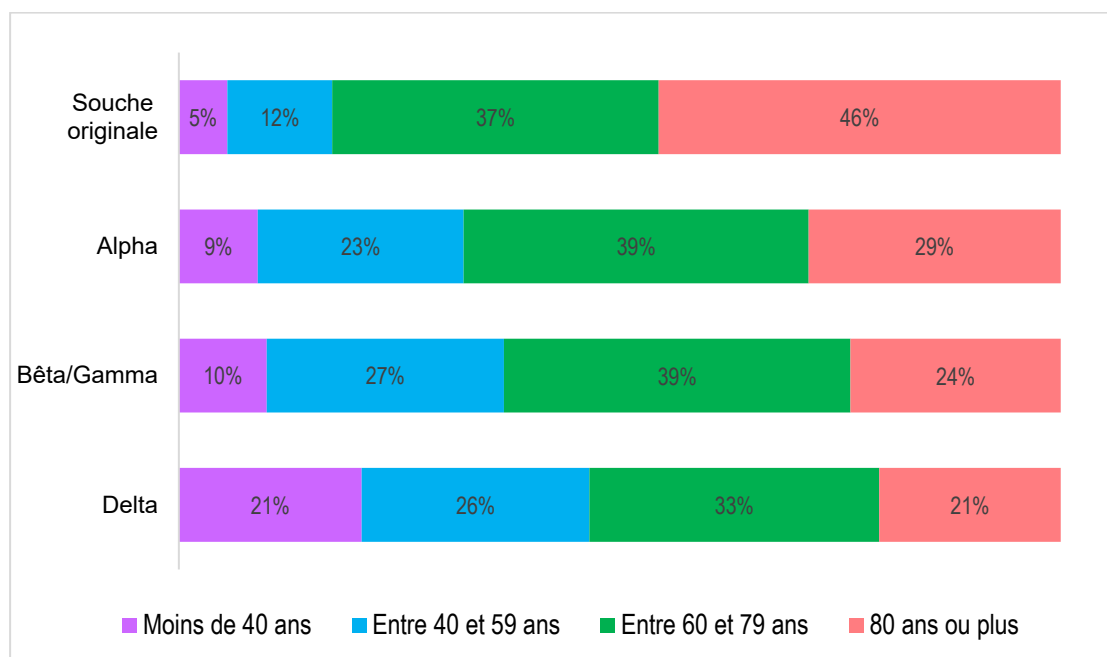
**Source** > Appariement SI-VIC, SI-DEP. Calculs DREES. Données extraites le 1<sup>er</sup> mars 2022 pour la période du 15 janvier 2021 au 15 février 2022.

## Caractérisation des patients selon le type de variant

Les tranches d'âge touchées par chaque variant diffèrent. En effet, comme vu précédemment, la structure d'âge des personnes hospitalisées en MCO (hospitalisation conventionnelle ou soins critiques) a progressivement changé au fur et à mesure de l'évolution de l'épidémie, en raison notamment d'une vaccination ouverte plus tôt aux personnes les plus âgées. Ainsi, les 80 ans ou plus représentent 46 % des patients hospitalisés avec la souche originale lors de la troisième vague mais plus de deux

fois moins (21 %) lors de la quatrième vague due au variant Delta. À l'inverse la part des patients de moins de 40 ans parmi les admissions en MCO est passée de 5 % à 21 %, soit plus de quatre fois plus.

**Graphique 6 • Distributions des tranches d'âge parmi les entrées en MCO en 2021 pour chaque variant**



**Lecture** > 46 % des patients hospitalisés en MCO avec la souche originale sont âgés de 80 ans ou plus, contre 21 % pour Delta.

**Champ** > Tous âges ; RT-PCR positifs criblés 15 jours avant ou après la date d'entrée en MCO ; hospitalisations ayant débuté entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 1<sup>er</sup> octobre 2021. Un variant a été imputé aux patients pour lesquels aucun test avec criblage n'est identifié (voir la partie « Données et choix méthodologiques »).

**Source** > Appariement SI-VIC SI-DEP VAC-SI ; calculs DREES.

Afin d'évaluer la répartition des différents variants sur le territoire, on construit un indice rapportant le poids d'un variant parmi les séjours dans une région, au poids de ce variant sur l'ensemble des séjours du territoire durant la période d'étude (1<sup>er</sup> février au 30 septembre 2021).

$$Indice = 100 \times \frac{\text{nombre d'hospitalisations}_{\text{région}}^{\text{variant}} / \text{nombre d'hospitalisations}_{\text{France}}^{\text{variant}}}{\text{nombre d'hospitalisations}_{\text{région}}^{\text{tous variants}} / \text{nombre d'hospitalisations}_{\text{France}}^{\text{tous variants}}}$$

Un indice supérieur (respectivement inférieur) à 100 indique donc une surreprésentation (respectivement sous-représentation) d'un certain variant dans une région.

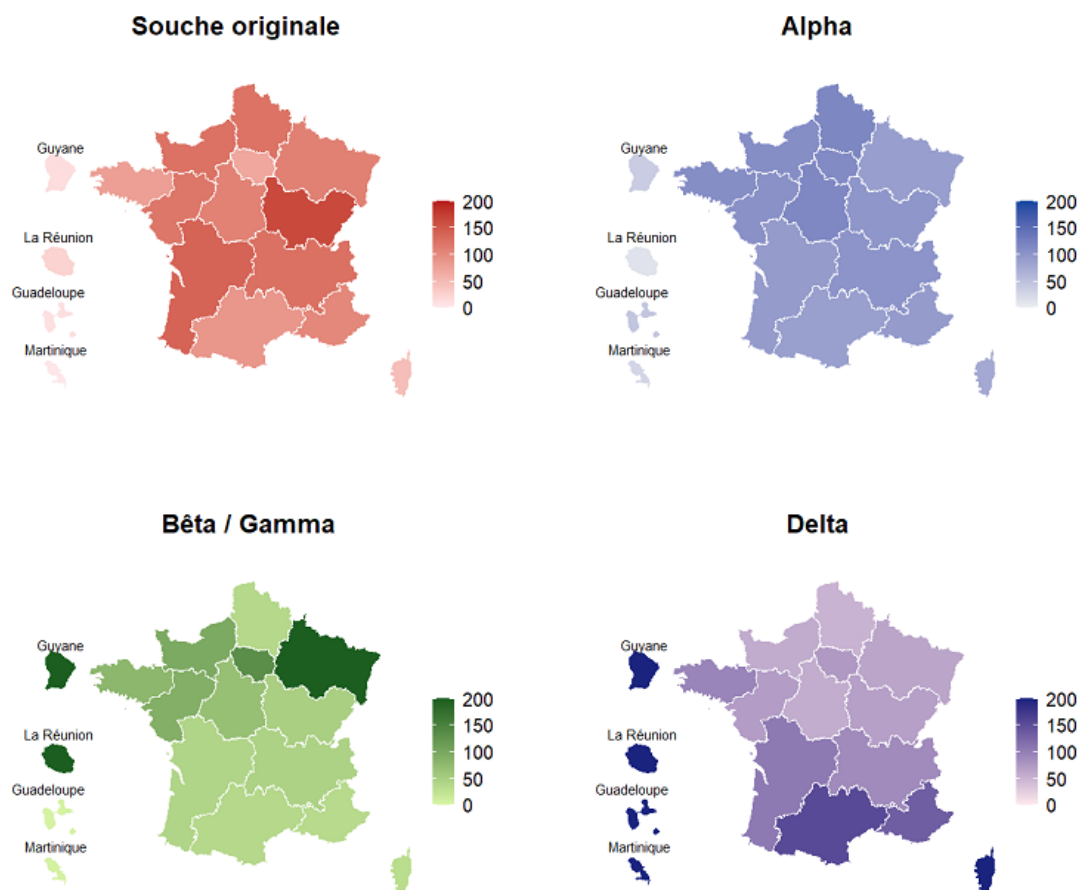
Cet indice montre que la souche originale, présente durant le début de la 3<sup>e</sup> vague uniquement, est surreprésentée en Bourgogne-Franche-Comté ; 7 % des hospitalisations en MCO avec cette souche ont eu lieu dans cette région alors que celle-ci n'a accueilli au total que 4 % des hospitalisations sur l'ensemble de la période étudiée, soit un indice de 165 (cartes 2).

Le variant Alpha s'est diffusé de manière uniforme dans toutes les régions, c'est-à-dire avec une répartition régionale proche de la répartition régionale des hospitalisations tous variants confondus.

Le variant Bêta/Gamma, actif dans la même période qu'Alpha, est pour sa part largement surreprésenté dans la région Grand Est, en Guyane et à La Réunion, avec des indices supérieurs à 200 (borné dans les cartes 2).

Enfin, Delta, présent essentiellement pendant la quatrième vague, a eu un poids plus important parmi les hospitalisations dans les régions du sud de la France métropolitaine : Occitanie, Nouvelle-Aquitaine, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse, ainsi que dans les régions d'outre-mer.

**Cartes 2** • Sur ou sous-représentation régionale des variants parmi les patients admis en MCO entre le 1<sup>er</sup> février et le 30 septembre 2021



**Lecture** > 33 % des patients hospitalisés avec le variant Bêta/Gamma ont été admis en Île-de-France alors que cette région représente, pour l'ensemble des vagues 3 et 4, 25 % des hospitalisations avec Covid-19, l'indice de surreprésentation est donc de 134 ( $\approx 33/25$ ).

**Champ** > Tous âges ; hospitalisations ayant débuté entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 1<sup>er</sup> octobre 2021. Un variant a été imputé aux patients pour lesquels aucun test avec criblage n'est identifié (voir la partie « Données et choix méthodologiques »).

**Source** > Appariement SI-VIC-SI-DEP; calculs DREES.



# CARACTÉRISTIQUES DES PARCOURS HOSPITALIERS SOUS L'ANGLE DE LA VACCINATION

## Caractérisation des patients selon le statut vaccinal

Plus de 8 patients sur 10 hospitalisés lors de la troisième vague ne sont pas vaccinés (85 % en MCO, et 87 % en soins critiques) [tableau 3], contre 6 % de complètement vaccinés (les 10 % restants ayant reçu uniquement une dose au moment de leur entrée à l'hôpital). Lors de la quatrième vague, 65 % des patients hospitalisés en MCO ne sont pas vaccinés, 26 % sont complètement vaccinés, et 9 % ont reçu une première dose. La moyenne quotidienne du taux de primo-vaccination complète dans toute la population française s'établit à 11 % lors de la troisième vague, et 57 % pour la quatrième vague<sup>6</sup>, indiquant une sous-représentation des vaccinés dans la population hospitalisée.

Le tableau 4 présente de manière synthétique les statuts vaccinaux des patients hospitalisés par tranche d'âge au cours de la troisième et de la quatrième vague. Les vaccinés sont sous-représentés parmi la population hospitalisée : lors de la troisième vague, 9 % des patients de 80 ans ou plus sont vaccinés, et 47 % lors de la quatrième vague alors qu'ils représentent respectivement 35 % et 77 % de la population de cette classe d'âge. Chez les moins de 40 ans, 1 % des patients hospitalisés sont vaccinés lors de la troisième vague, et 11 % lors de la quatrième alors qu'ils représentent respectivement 2 % et 33 % de la population de cette tranche d'âge.

Cette présentation globale omet que la couverture vaccinale a également évolué dans la population au sein des différentes vagues. Ainsi, la couverture vaccinale des 80 ans ou plus passe de moins de 1 % le 1<sup>er</sup> février 2021 à environ 60 % le 1<sup>er</sup> juillet.

**Tableau 4 • Statuts vaccinaux par tranche d'âge**

		Population (en %)	Troisième vague				Quatrième vague			
			Statuts Vaccinaux							
			Non vacciné	Partiellement vacciné	Complètement vacciné	Total	Non vacciné	Partiellement vacciné	Complètement vacciné	Total
Tranche d'âge	Moins de 40 ans	Hospitalisée	97,4	1,6	1,0	100,0	80,2	8,9	10,9	100,0
		Générale	93,4	5,1	1,5	100,0	52,5	14,8	32,7	100,0
	De 40 à 59 ans	Hospitalisée	93,7	4,1	2,3	100,0	74,5	10,4	15,1	100,0
		Générale	77,0	16,1	6,9	100,0	20,2	14,8	65,0	100,0
	De 60 à 79 ans	Hospitalisée	84,5	9,9	5,6	100,0	59,5	8,5	32,0	100,0
		Générale	56,5	24,8	18,8	100,0	13,4	7,7	78,9	100,0
	80 ans ou plus	Hospitalisée	75,3	15,6	9,2	100,0	46,1	6,5	47,4	100,0
		Générale	43,2	21,7	35,1	100,0	15,4	7,3	77,3	100,0

**Lecture >** Parmi les patients de moins de 40 ans hospitalisés pendant la 3<sup>e</sup> vague, 97 % ne sont pas vaccinés (aucune dose), 2 % partiellement vaccinés (une dose ou deux doses depuis moins de 7 jours) et 1 % complètement (2 doses depuis plus de 7 jours). À titre de comparaison, dans la population générale, en moyenne 93 % d'individus de moins de 40 ans ne sont pas vaccinés au cours de cette vague.

**Champ > Pour la population hospitalisée :** renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022. Des statuts vaccinaux ont été imputés aux patients non appariés avec VAC-SI (voir la partie « Données et choix méthodologiques ») ; cohorte constituée par les patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 30 juin 2021 pour la troisième vague et entre le 1<sup>er</sup> juillet 2021 et le 30 septembre 2021 pour la quatrième vague. **Pour la population générale :** moyenne du taux de vaccination quotidien, calculé à partir des données VAC-SI et des données de population Insee.

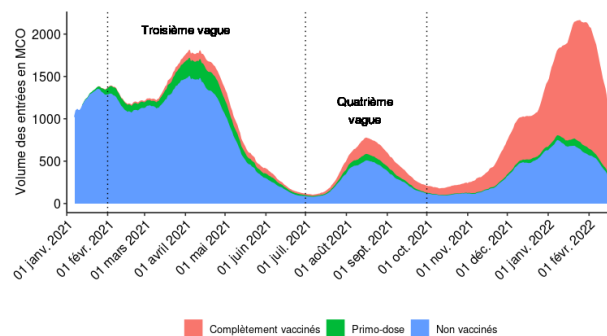
**Source >** Appariement SI-VIC SI-DEP VAC-SI ; population Insee ; calculs DREES.

Parmi les entrées hospitalières (graphique 7), la proportion de patients non vaccinés décroît ainsi durant l'année 2021, au fur et à mesure de l'avancement de la campagne de vaccination (graphique 8) : elle s'élève à 92 % début février, puis à 70 % durant la première semaine d'août. Fin septembre elle n'est plus que d'un peu plus de la moitié (56 %).

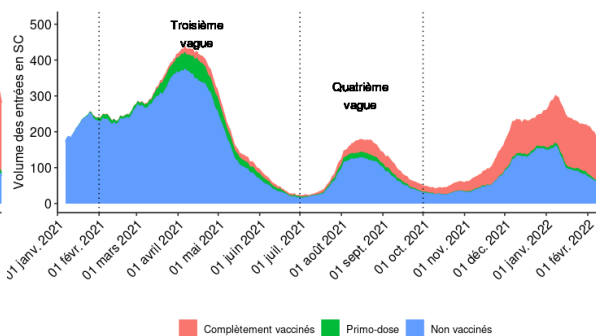
<sup>6</sup> <https://solidarites-sante.gouv.fr/grands-dossiers/vaccin-covid-19/article/le-tableau-de-bord-de-la-vaccination>

## Graphique 7 • Volume des entrées quotidiennes en MCO et en SC (moyenne sur 7 jours glissants) par statut vaccinal

### Graphique 7a • En MCO



### Graphique 7b • En soins critiques

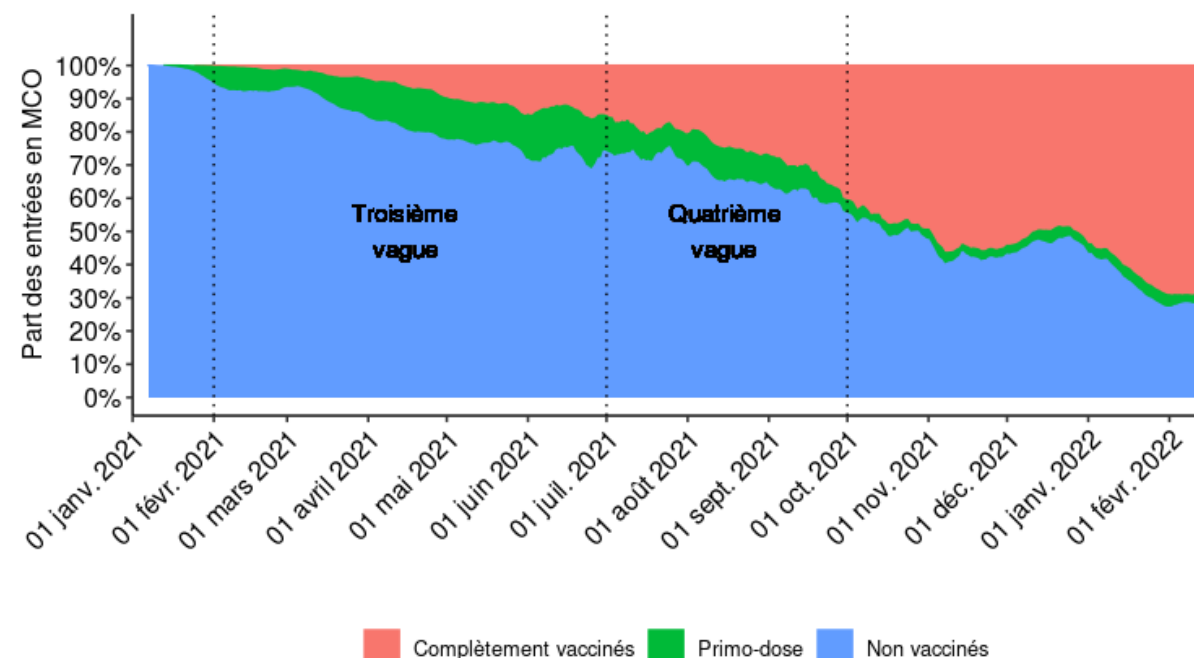


**Note** > Les nombres d'entrées quotidiennes (en moyenne sur 7 jours glissants) sont en date de survenue.

**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; des statuts vaccinaux ont été imputés aux patients non appariés avec VAC-SI (voir la partie « Données et choix méthodologiques ») ; entrées en MCO (HC et SC, à gauche) et en soins critiques uniquement (SC, à droite).

**Source** > Appariement SI-VIC SI-DEP VAC-SI ; calculs DREES.

## Graphique 8 • Proportion de chaque statut vaccinal parmi les entrées en MCO



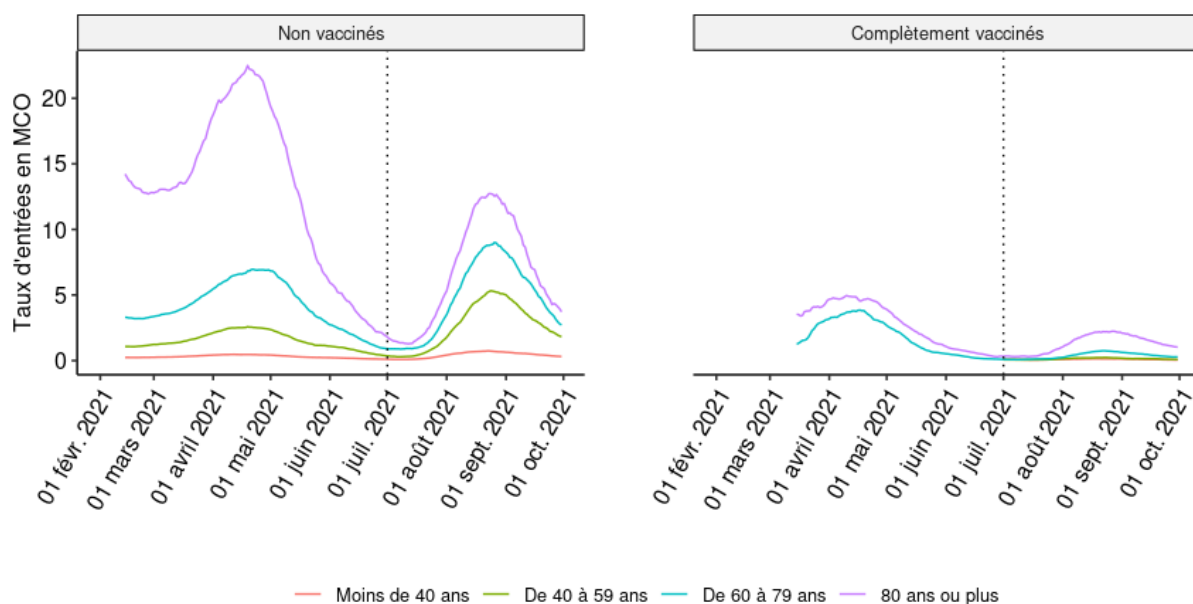
**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; Des statuts vaccinaux ont été imputés aux patients non appariés avec VAC-SI (voir la partie « Données et choix méthodologiques ») ; Entrées en MCO (HC et SC).

**Source** > Appariement SI-VIC SI-DEP VAC-SI ; calculs DREES.

Afin de comparer les taux d'hospitalisation entre vaccinés et non vaccinés, on définit des taux d'incidence hospitalière comme le nombre quotidien d'entrées en MCO ou en soins critiques pour les différentes tranches d'âge pour 100 000 habitants de chaque statut vaccinal. La méthodologie de calcul de l'effectif de la population de chaque statut vaccinal et tranche d'âge est la même que celle présentée dans la note hebdomadaire de la DREES du 14 janvier 2022 (DREES, 2022).

Le taux d'entrée à l'hôpital est plus élevé chez les personnes non vaccinées que chez les personnes complètement vaccinées : par exemple, chez les 80 ans ou plus, il est 4,2 fois plus important durant la 3<sup>e</sup> vague (respectivement 4,9 pendant la 4<sup>e</sup>). C'est aussi le cas pour l'incidence des soins critiques : le taux d'entrée en soins critiques des personnes complètement vaccinées est bien inférieur à celui des non vaccinées.

**Graphique 9 • Taux d'entrées en MCO par tranche d'âge et statut vaccinal pour 100 000 habitants**



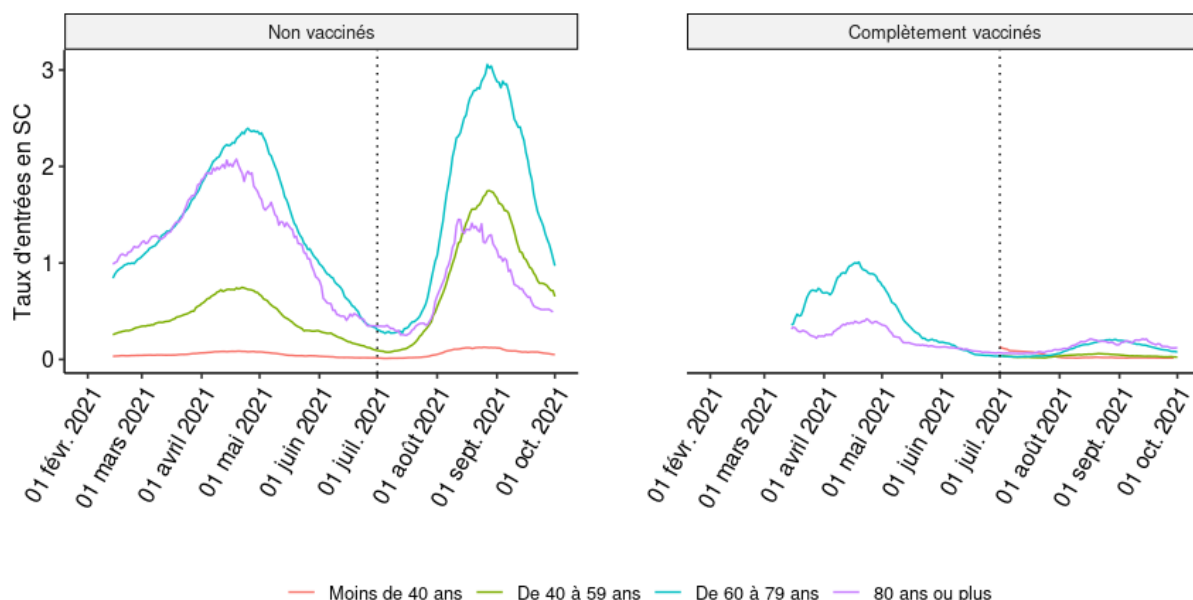
**Note** > Pour les personnes de 80 ans ou plus complètement vaccinées, le calcul des taux débute au 15 mars afin que ce ratio soit estimé pour une population suffisamment large pour être robuste. Pour les catégories plus jeunes, le début des taux d'entrées hospitalières est déterminé en fonction de la date d'ouverture progressive de la vaccination en fonction de l'âge et du délai d'au moins 6 semaines en début de campagne de vaccination entre les deux doses. Les taux des moins de 60 ans sont donc représentés à partir du 1<sup>er</sup> juillet.

**Lecture** > Entre le 12 avril et le 3 mai 2021, on enregistre plus de 20 entrées quotidiennes en MCO pour 100 000 personnes non vaccinées de 80 ans ou plus.

**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; des statuts vaccinaux ont été imputés aux patients non appariés avec VAC-SI (voir la partie « Données et choix méthodologiques ») ; taux quotidien d'entrées en MCO (HC et SC) pour 100 000 habitants en moyenne sur 7 jours glissants ; cohortes constituées par les patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 30 juin 2021 pour la troisième vague et entre le 1<sup>er</sup> juillet 2021 et le 30 septembre 2021 pour la quatrième vague.

**Source** > Appariement SI-VIC SI-DEP VAC-SI ; estimations de population et quotients de mortalité Insee ; calculs DREES.

**Graphique 10 • Taux d'entrées en SC par tranche d'âge et statut vaccinal pour 100 000 habitants**



**Note** > Pour les personnes de 80 ans ou plus complètement vaccinées, le calcul des taux débute au 15 mars afin que ce ratio soit estimé pour une population suffisamment large pour être robuste. Pour les catégories plus jeunes, le début des taux d'entrées en soins critiques est déterminé en fonction de la date d'ouverture progressive de la vaccination en fonction de l'âge et du délai d'au moins 6 semaines en début de campagne de vaccination entre les deux doses. Les taux des moins de 60 ans sont donc représentés à partir du 1<sup>er</sup> juillet.

**Lecture** > Entre le 12 avril et le 3 mai 2021, on enregistre plus de 2 entrées quotidiennes en soins critiques pour 100 000 habitants non vaccinés entre 60 et 80 ans.

**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; des statuts vaccinaux ont été imputés aux patients non appariés avec VAC-SI (voir la partie « Données et choix méthodologiques ») ; taux quotidien d'entrées en soins critiques pour 100 000 habitants en moyenne sur 7 jours glissants ; cohorte constituée par les patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 30 juin 2021 pour la troisième vague (à gauche) et entre le 1<sup>er</sup> juillet 2021 et le 30 septembre 2021 pour la quatrième vague (à droite).

**Source** > Appariement SI-VIC SI-DEP VAC-SI ; estimations de population et quotients de mortalité Insee ; calculs DREES.

## Caractérisation des séjours selon le statut vaccinal

### Durées de séjour

Les séjours hospitaliers des individus non vaccinés sont un peu plus longs que ceux des patients complètement vaccinés, lors des deux vagues, et quelle que soit la tranche d'âge concernée : par exemple, la durée moyenne de séjour des patients non vaccinés de 80 ans ou plus est de 17,6 jours lors de la troisième vague contre 16,1 jours chez les personnes complètement vaccinées. Comme dans les graphiques précédents, on ne considère pas les moins de 60 ans pour la troisième vague, puisque la vaccination n'a été ouverte pour eux qu'à partir de début juin.

**Tableau 5** • Durée moyenne de séjour par vague tranche d'âge et statut vaccinal

		Troisième vague		Quatrième vague			
		Tranche d'âge					
		De 60 à 79 ans	80 ans ou plus	Moins de 40 ans	De 40 à 59 ans	De 60 à 79 ans	80 ans ou plus
Statut Vaccinal	Non vacciné	16,2	17,6	6,5	11,7	16,0	14,6
	Partiellement vacciné	15,6	15,8	5,7	10,1	14,6	15,5
	Complètement vacciné	14,7	16,1	5,7	9,9	14,0	14,3

**Lecture** > Lors de la troisième vague, la durée moyenne du séjour d'un patient non vacciné de 80 ou plus est de 17,6 jours.

**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; des statuts vaccinaux ont été imputés aux patients non appariés avec VAC-SI (voir la partie « Données et choix méthodologiques ») ; durée de séjour complète moyenne entre la date d'entrée et le date de sortie (inclut les MCO et les soins de longue durée) ; cohortes constituées par les patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 30 juin 2021 pour la troisième vague et entre le 1<sup>er</sup> juillet 2021 et le 30 septembre 2021 pour la quatrième vague ; durée de séjour bornée à 90 jours.

**Source** > Appariement SI-VIC SI-DEP VAC-SI ; calculs DREES.

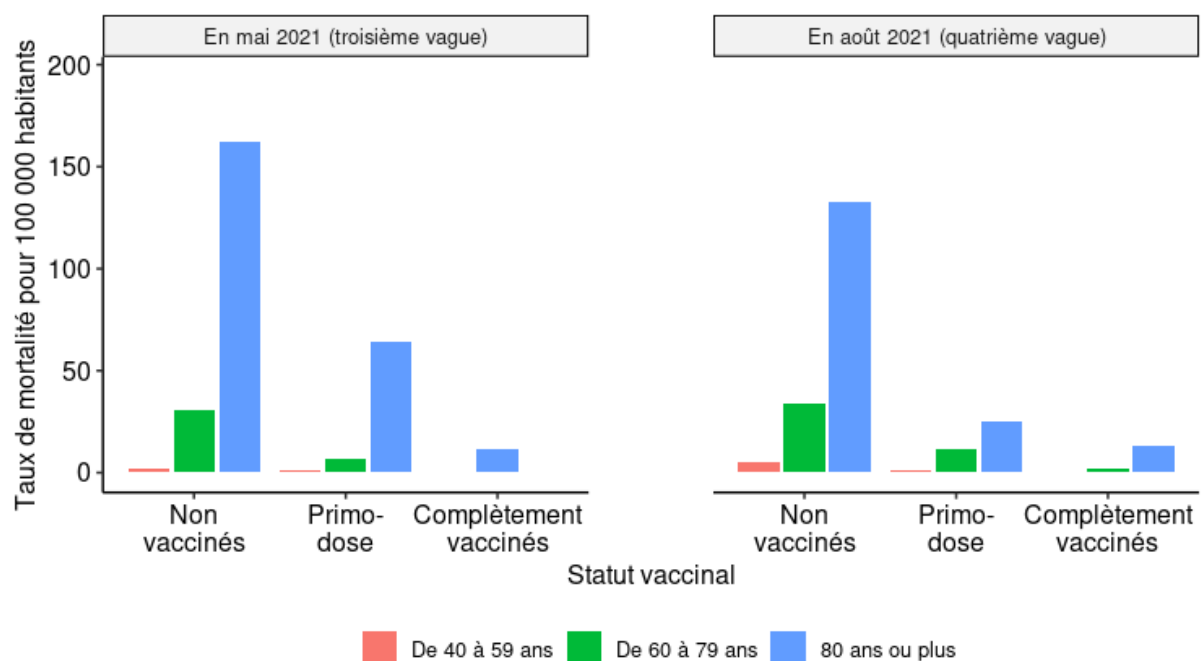
### Incidence des décès

Comme pour les hospitalisations, on calcule pour un statut vaccinal et une tranche d'âge donnés des incidences de décès hospitaliers en MCO, en rapportant le nombre de séjours en MCO se terminant par un décès à la population de ce même statut vaccinal et de la même tranche d'âge au niveau national. Ces incidences sont calculées sur un mois : le mois de mai<sup>7</sup> pour la troisième cohorte, août pour la quatrième, et on prend comme dénominateur les effectifs par statuts vaccinaux et tranche d'âge au 15 du mois (15 mai pour la troisième cohorte, 15 août pour la quatrième cohorte).

Pour les deux cohortes, les personnes vaccinées ont sensiblement moins de risque de décéder au cours d'un séjour en MCO que les personnes non vaccinées. Cet effet est visible dès la première dose et se renforce avec une primo-vaccination complète. Ainsi, chez les 60-79 ans, en mai comme en août, le taux de décès est divisé d'un facteur 4 entre les personnes avec une première dose par rapport à celles qui ne sont pas vaccinées, et par 16 pour celles qui sont complètement vaccinées en août 2021. Chez les 80 ans ou plus, les décès sont réduits d'un facteur 14 en mai, et 9 en août pour les personnes complètement vaccinées par rapport à celles qui ne sont pas vaccinées.

<sup>7</sup> Pour le mois de mai, l'incidence des décès des personnes complètement vaccinées n'est calculable que pour les 80 ans ou plus. En effet, la vaccination pour les 55 ans ou plus a été ouverte le 12 avril 2021, et il fallait un délai minimal de 6 semaines entre les 2 doses du schéma complet à ce moment-là.

**Graphique 11** • Taux de décès hospitalier en MCO pour 100 000 habitants par tranche d'âge et statut vaccinal en mai et en août 2021



**Lecture** > Au mois de mai, le taux de décès en MCO pour les 80 ans ou plus est de 162 pour 100 000 habitants.

**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022. Des statuts vaccinaux ont été imputés aux patients non appariés avec VAC-SI (voir la partie « Données et choix méthodologiques »). Cohorte constituée par les patients hospitalisés en MCO en mai 2021 (à gauche) et en août 2021 (à droite) ; nombre de décès en MCO sur le mois de mai 2021 (respectivement d'août 2021) rapporté à la population au 15 mai 2021 (respectivement au 15 août 2021).

**Source** > Appariement SI-VIC SI-DEP VAC-SI ; estimations de population et quotients de mortalité Insee ; calculs DREES.

## ■ IMPACT CONJOINT DE LA VACCINATION ET DES VARIANTES SUR LES SÉJOURS HOSPITALIERS

Afin de pouvoir contrôler des différents paramètres explicatifs présentés jusqu'ici (âge, sexe, variant notamment) et d'extraire le rôle de chacun de ces facteurs, une modélisation de la probabilité d'entrée hospitalière en fonction du temps, du variant, du statut vaccinal et de l'âge est réalisée.

Un modèle de Poisson (présenté en détail en Annexe E) est ainsi utilisé pour régresser le nombre d'entrées hospitalières en fonction de la couverture vaccinale nationale et des variables explicatives de date, de tranche d'âge et de statut vaccinal.

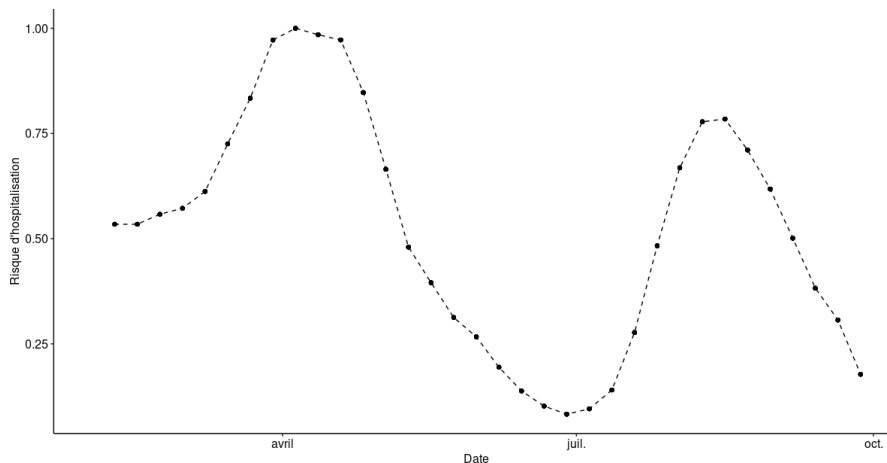
Cette modélisation est appliquée pour chacun des variants Alpha ou Delta, ainsi que pour l'ensemble des variants confondus. Les variants Bêta et Gamma ne sont pas représentés, car le nombre de personnes complètement vaccinées hospitalisées infectées par ces variants est nettement plus faible. Pour le variant Alpha, du fait du calendrier de la vaccination, les patients complètement vaccinés ne sont que ceux de la tranche d'âge 80 ans ou plus. Enfin, en raison d'une plus grande fragilité liée à la faiblesse des effectifs hospitalisés dans les DROM et de dynamiques épidémiques particulières (Galiana, Meslin, Courtejoie, Delage, 2022), la modélisation est restreinte à la France métropolitaine.

Les coefficients estimés fournissent, pour une tranche d'âge et un statut vaccinal, l'évolution du risque d'hospitalisation sur la période d'hospitalisation des deux cohortes considérées, soit du 1<sup>er</sup> février au 30 septembre 2021.

### Ampleur des vagues à situation vaccinale comparable

L'estimation d'un modèle appliqué à toute la période, tous variants confondus, et en contrôlant donc notamment le statut vaccinal, indique que à statut vaccinal donné, la quatrième cohorte a un risque d'hospitalisation relativement proche de celui de la troisième (environ un quart d'écart) [graphique 12]. Or, comme vu dans la section précédente, les entrées hospitalières de la quatrième cohorte sont environ quatre fois moins nombreuses que celles de la troisième. Une interprétation possible de ce résultat est que, si la vaccination n'avait pas eu lieu, les hospitalisations lors de la quatrième vague auraient été bien plus nombreuses.

**Graphique 12** • Risque d'hospitalisation hebdomadaire de France métropolitaine sur l'ensemble des deux vagues (normalisé à 1 pour son maximum)



**Lecture** > Le 5 avril 2021, le risque d'hospitalisation hebdomadaire atteint son maximum qui est normalisé à 1. Le 16 août, ce risque vaut 0,78.

**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; cohortes constituées par les patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février et le 30 septembre 2021.

**Source** > Appariement SI-VIC SI-DEP VAC-SI ; calculs DREES.

## Estimation de l'efficacité vaccinale

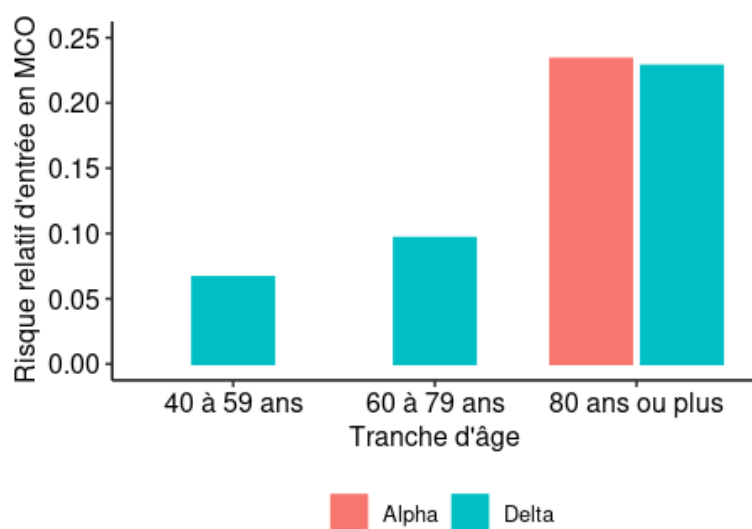
Les risques d'entrées hospitalières (en MCO, en soins critiques) ou de décès après hospitalisation (graphiques 13A, B et C) peuvent être représentés pour l'ensemble de la période pour les personnes complètement vaccinées par rapport à un risque de référence des personnes non vaccinées, et en tenant compte du type de variant.

Il ressort que la vaccination diminue tous ces risques (en cohérence avec Naouri, Vuagnat, 2022), et plus fortement chez les patients plus jeunes. Ainsi, le risque relatif (pour une personne complètement vaccinée comparativement à une personne non vaccinée dont le risque est fixé conventionnellement à 100 %, et sur la période du 1<sup>er</sup> février au 30 septembre 2021) d'entrer en MCO est de 7 % chez les 40 à 59 ans, de 10 % chez les 60 à 79 ans, et de 23 % chez les 80 ans ou plus.

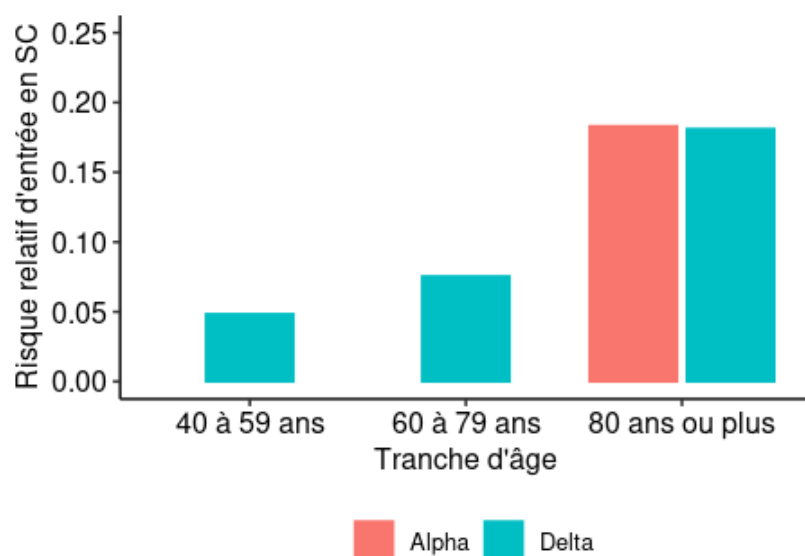
Chez les 80 ans ou plus, l'efficacité vaccinale contre les décès (graphique 13C) est légèrement plus forte pour le variant Alpha que pour Delta, tandis que les risques relatifs d'entrée en MCO ou soins critiques (graphique 13A et B) sont proches entre les variants Alpha et Delta.

### Graphique 13 • Risque relatif pour les vaccinés (par rapport aux non vaccinés), du 1<sup>er</sup> février au 30 septembre 2021

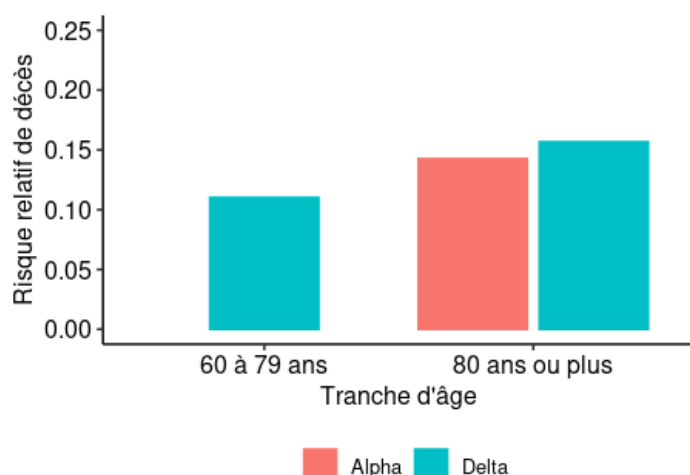
#### Graphique 13a • Entrée en MCO



#### Graphique 13b • Entrée en soins critiques



### Graphique 13c • Décès hospitalier



**Note** > Pour les décès, le calcul n'est réalisé que chez les 60 ans ou plus pour avoir une population suffisamment large. Pour la même raison, pour le variant Alpha, le calcul des risques n'est réalisé que pour les 80 ans ou plus.

**Lecture** > Chez les personnes de 80 ans ou plus complètement vaccinées, le risque relatif (c'est-à-dire, rapporté au risque des non-vaccinés) de décès hospitalier en MCO pour le variant Delta est 0,16.

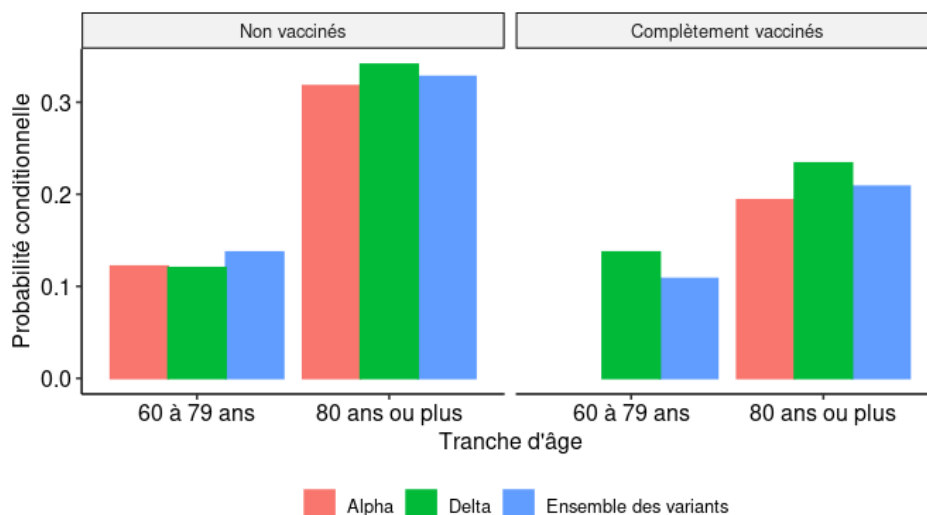
**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février et le 30 septembre 2021.

**Source** > Appariement SI-VIC SI-DEP VAC-SI ; calculs DREES.

### Sévérité des variants

La probabilité conditionnelle qu'une personne décède, sachant qu'elle est entrée en MCO, fournit une indication de la gravité des différents variants les uns par rapport aux autres. La probabilité conditionnelle de décès est plus élevée avec Delta qu'avec Alpha, chez les 80 ans ou plus, chez les non-vaccinés comme chez les complètement vaccinés. Chez les personnes vaccinées de 60-79 ans, le variant Delta apparaît aussi plus mortel que l'ensemble des variants. On n'observe pas de sur-risque de mortalité chez les patients non vaccinés en MCO infectés par Delta par rapport à Alpha, mais cela pourrait être dû à des effets de composition : lors de l'émergence de Delta, les patients non vaccinés étaient potentiellement moins fragiles que plus tôt lors de l'émergence d'Alpha en raison du déploiement de la campagne de vaccination.

### Graphique 14 • Probabilité conditionnelle qu'une personne décède, sachant qu'elle est entrée en MCO



**Note** > Pour les décès, le calcul n'est réalisé que chez les 60 ans ou plus pour avoir une population suffisamment large. Pour la même raison, pour le variant Alpha, le calcul des risques n'est réalisé que pour les 80 ans ou plus, et l'on ne représente, en plus de l'estimation pour l'ensemble des variants, que celle pour les variants Alpha et Delta.

**Lecture** > Chez les personnes de 80 ans ou plus complètement vaccinées, la probabilité de décès, sachant que l'on est entré en MCO sur l'ensemble des deux cohortes, est de 0,2.

**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février et le 30 septembre 2021.

**Source** > Appariement SI-VIC SI-DEP VAC-SI ; calculs DREES.



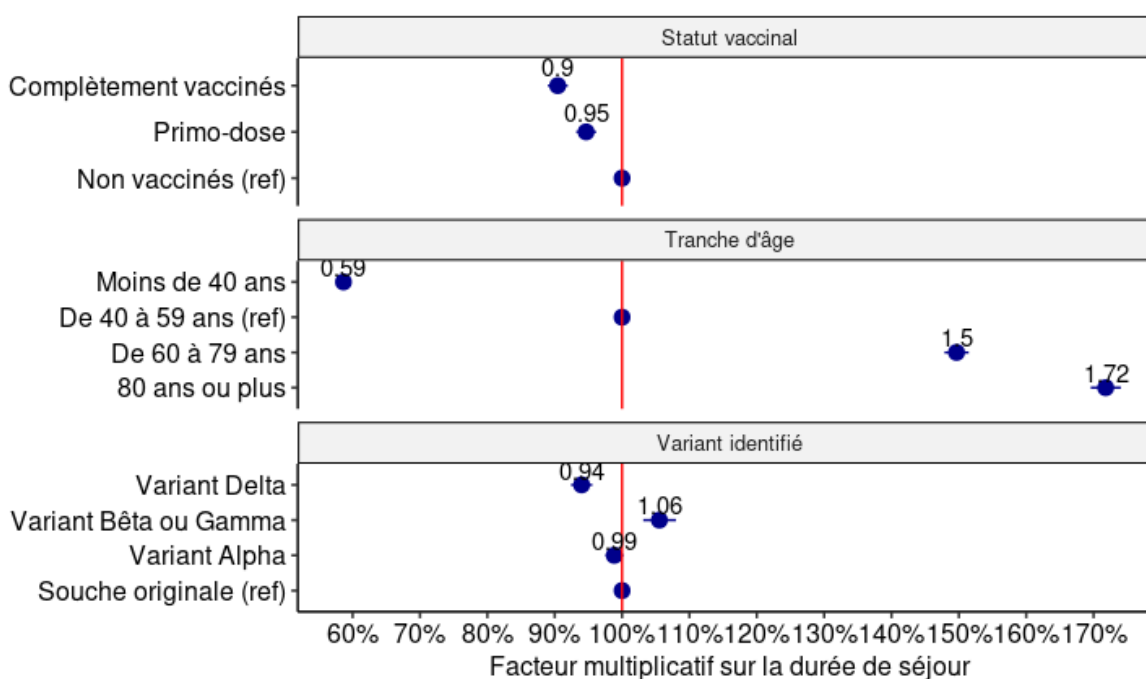
## Durées de séjour

Pour séparer les effets de la vaccination et des variants sur la durée de séjour des autres effets de composition de population, nous modélisons la durée de séjour hospitalier jusqu'à la fin de l'hospitalisation dans un modèle de survie paramétrique de type « *Accelerated Failure Time* » (Annexe F). Une analyse graphique de la distribution des durées de séjours (graphique 3) indique qu'une distribution log-logistique est appropriée, notamment en raison de la queue épaisse de la distribution des durées (nombreux séjours longs).

Ce type de modèle permet une interprétation de chaque variable d'intérêt comme ayant un impact « multiplicatif » sur le temps de survie (ici, la durée du séjour)<sup>8</sup>. Les coefficients peuvent donc s'interpréter comme des pourcentages d'augmentation ou de réduction de la durée de séjour par rapport à la valeur choisie comme référence, toutes choses égales par ailleurs.

Le graphique 15 présente les résultats obtenus pour les variables d'âge, de statut vaccinal et de variant. Ainsi, les patients hospitalisés complètement vaccinés effectuent des séjours 10 % plus courts que les non-vaccinés, toutes choses égales par ailleurs.

**Graphique 15** • Effets multiplicatif sur la durée de séjour obtenus à partir du modèle



**Lecture** > La durée de séjour des patients de moins de 40 ans est réduite d'environ 39 % par rapport aux patients âgés de 40 à 59 ans. Le point représente le coefficient estimé par le modèle et le segment son intervalle de confiance à 95 %.

**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2021 ; cohorte constituée par les patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 30 septembre 2021 ; le statut vaccinal et le type de variant ont été imputés pour les données non appariées (voir la partie « Données et choix méthodologiques »).

**Source** > Appariement SI-VIC SI-DEP VAC-SI ; calculs DREES.

L'impact de la vaccination sur la durée de séjour est inférieur à celui de l'âge, qui semble le premier déterminant dans la durée passée par le patient à l'hôpital. Ainsi, les séjours des moins de 40 ans sont estimés 41 % plus courts que ceux des patients âgés de 40 à 59 ans, et les patients ayant 80 ans ou plus voient leur durée de séjour multipliée par un facteur 1.72 par rapport à ces derniers.

Par ailleurs, le variant Delta est associé à des séjours respectivement 6 % plus courts, tandis que les séjours Bêta/Gamma sont légèrement plus longs (6 % en moyenne) que les séjours avec la souche originale ou le variant Alpha.

Ainsi, trois facteurs expliquent de manière commune la baisse des durées médianes de séjour observée pendant la quatrième vague : le rajeunissement de la population hospitalière, la vaccination (plus de vaccinés qui restent moins longtemps) et le variant Delta (associé à des séjours plus courts que les autres variants).

<sup>8</sup> 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.

Des tests de robustesse ont été réalisés : les coefficients sont similaires en réalisant le même modèle sur les données non imputées (*i.e.* en excluant tous les séjours pour lesquels nous n'avons pas d'informations sur le variant) à l'exception du coefficient du variant Alpha qui devient significativement négatif (réduction de la durée de l'ordre de 5 % par rapport à la souche originale). De même, nous n'avons pas constaté d'apport aux croisements entre l'âge et le statut vaccinal. Nous avons donc choisi de présenter le modèle sans croisement par simplicité.

## ■ CONCLUSION

La quatrième vague a été nettement moins importante en termes de nombre d'entrées hospitalières grâce à l'avancement de la campagne vaccinale dans la population, bien que le variant Delta ait une dangerosité au moins équivalente au variant Alpha (variant prédominant pendant la troisième vague) sur une population non vaccinée.

Au cours des deux vagues, les vaccinés sont sous-représentés parmi la population hospitalisée avec le Covid-19 en comparaison de la population générale. De plus, les durées médianes de séjours se sont réduites de manière significative, passant de 9 jours lors de la troisième vague à 7 jours durant la quatrième. Les principaux facteurs explicatifs de cette baisse sont le rajeunissement de la population hospitalière et la vaccination.

Ainsi, la vaccination a permis, d'une part, de réduire les entrées hospitalières et, d'autre part, d'apporter une protection contre le risque de développer une forme grave pour les personnes hospitalisées en soins conventionnels.

## ■ POUR EN SAVOIR PLUS

**Courtejoie, N., Dubost, C.** (2020, Juin). [Parcours hospitalier des patients atteints de la Covid-19 lors de la première vague de l'épidémie. DREES, Les Dossiers de la DREES, 67.](#)

**DREES** (2021a, octobre). [Exploitation des appariements entre les bases SI-VIC, SI-DEP et VAC-SI : des données pour la période du 20 septembre au 17 octobre 2021 à partir d'une nouvelle méthodologie.](#)

**DREES** (2021b, depuis juillet). [Statut vaccinal des personnes testées positives au Covid-19 et des personnes hospitalisées.](#)

**DREES** (2022, janvier). [La protection vaccinale demeure élevée contre les formes graves d'infection au variant Omicron, même si elle est inférieure à celle contre le variant Delta.](#)

**El Rais, H., Aflak-Kattar, M., Bleistein, L.** (2021, mai). [Parcours hospitaliers des patients atteints de la Covid-19 de mars 2020 à janvier 2021. DREES, Les Dossiers de la DREES, 79.](#)

**EPI-PHARE** (2021, octobre). [Impact de la vaccination sur le risque de formes graves de Covid-19.](#)

**Eurosurveillance Europe's journal on infectious disease surveillance, epidemiology, prevention and control** (2021, avril). [Characteristics of SARS-CoV-2 variants of concern B.1.1.7, B.1.351 or P.1: data from seven EU/EEA countries, weeks 38/2020 to 10/2021.](#)

**Galiana, L., Meslin, O., Courtejoie, N., Delage, S.** (2022, mars). [Caractéristiques socio-économiques des individus aux formes sévères de Covid-19 au fil des vagues épidémiques. DREES, Les Dossiers de la DREES, 94.](#)

**Insee** (2022, janvier). [Estimation de la population au 1<sup>er</sup> janvier 2022.](#)

**Institut Pasteur, CNRS, Université de Paris, Vaccine Research Institute et de Sorbonne Université** (2021, Octobre). [Les variants Alpha, Bêta et Delta de SARS-CoV-2 possèdent des propriétés de fusion virale augmentée par rapport aux souches plus anciennes.](#)

**Naouri, D., Vuagnat, A.** (2022, mars). [Covid-19 : prise en charge des patients en soins critiques au cours des trois premières vagues de l'épidémie. DREES, Études et Résultats, 1226.](#)

**Santé publique France** (2021, juillet). [Encourager la vaccination face à l'augmentation de la circulation variants : un enjeu majeur pour continuer à contenir l'épidémie. Point épidémiologique Covid-19 du 1<sup>er</sup> juillet 2021.](#)

**Santé publique France** (2022, janvier). [Note méthodologique indicateurs sur les mutations.](#)

**Suarez-Castillo, M., Khaoua, H., Courtejoie, N.** (2021, décembre). [Estimation de l'efficacité vaccinale contre les formes graves de Covid-19 : exploitation des appariements SI-VIC-SI-DEP-VAC-SI de février à novembre 2021. DREES, Les Dossiers de la DREES, 90.](#)

## Annexe 1. Glossaire

---

ANS : Agence du numérique en santé  
ARA : Auvergne-Rhône-Alpes  
ARS : Agence régionale de santé  
BFC : Bourgogne-Franche-Comté  
BRE : Bretagne  
COR : Corse  
CVL : Centre-Val de Loire  
DC : décès  
DGS : Direction générale de la santé  
DREES : Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques  
ETR : transfert à l'étranger  
GES : Grand Est  
HC : hospitalisation conventionnelle  
HDF : Hauts-de-France  
IDF : Île-de-France  
MCO : médecine, chirurgie, obstétrique et odontologie  
NAQ : Nouvelle-Aquitaine  
NOR : Normandie  
OCC : Occitanie  
PAC : Provence-Alpes-Côte d'Azur  
PDL : Pays de la Loire  
PMSI : Programme de médicalisation des systèmes d'information  
PSY : psychiatrie  
RAD : retour à domicile  
RT-PCR : réaction de polymérisation en chaîne par transcription inverse  
SC : soins critiques  
SI-DEP : système d'information des dépistages  
SI-VIC : système d'information pour le suivi des victimes  
SNDS : Système national des données de santé  
SSR : soins de suite et de réadaptation  
TDM : tomodensitométrie (scanner)  
URG : urgences  
VAC-SI : système d'information des vaccins

## Annexe 2. Description de SI-VIC

---

### SI-VIC : un outil de suivi des patients hospitalisés avec le Covid-19

L'outil SI-VIC (système d'information pour le suivi des victimes) a été développé en 2016 pour suivre les hospitalisations en cas de situations sanitaires exceptionnelles (attentats ou crises sanitaires).

Dans le contexte de l'épidémie de Covid-19, il a été déployé à partir du 16 mars 2020 dans les hôpitaux et permet de suivre l'hospitalisation des patients atteints du Covid-19. L'information dans SI-VIC est saisie par les établissements et le système d'information est centralisé par l'Agence du numérique en santé (ANS, ex-ASIP). L'accès sécurisé à la base de données est géré par l'ANS.

Le suivi des patients dans SI-VIC est possible grâce à un identifiant anonyme unique, le numéro SINUS. L'information sur chaque patient entré dans la base est cumulative. Le critère d'entrée dans la base est d'être hospitalisé avec la Covid. Il est plus précisément défini par la présence d'au moins un de ces deux critères :

- un diagnostic de Covid-19 confirmé biologiquement (RT-PCR)
- un scanner thoracique (TDM) évocateur de diagnostic de Covid-19

Les données remontées dans SI-VIC contiennent des informations sur le patient (âge, sexe), l'établissement et le service où il est hospitalisé (nom, département), des informations sur un éventuel transfert de ce patient (établissement de destination, état du transfert), et des informations concernant le type d'hospitalisation (conventionnelle, en soins critiques, en SSR ou en PSY), la date d'entrée dans chaque type d'hospitalisation et, enfin, des informations sur un éventuel décès ou retour à domicile, ainsi que la date associée à cet événement. SI-VIC est avant tout un outil de décompte administratif : aucune information médicale autre que le statut d'hospitalisation n'y est saisie.

Chaque ligne de la base de données SI-VIC correspond à un couple SINUS-statut permettant d'identifier le patient et le statut dans lequel il se trouve.

## Nettoyage de la base de données SI-VIC

Le tableau A1 présente l'ensemble des traitements qui ont été effectués, ainsi que leur impact sur les données correspondant à chacune des vagues.

Les chiffres correspondent au nombre de statuts (un séjour étant constitué d'au moins un statut), et non pas au nombre total d'individus hospitalisés ou de séjours lors de chacune des vagues. Au total, 13 % (respectivement 15 %) des statuts de SI-VIC ont été supprimés pour la troisième vague (respectivement quatrième vague), mais seulement 6 598 séjours (respectivement 1 782) soit 4 % des séjours (respectivement 4 %) ont été complètement supprimés par ces prétraitements.

**Tableau A1** • Traitements effectués sur la base de données SI-VIC, au niveau des statuts renseignés

Traitements	Troisième vague	En % de l'ensemble des statuts renseignés	Quatrième vague	En % de l'ensemble des statuts renseignés
SI-VIC avant prétraitements	436 128		108 621	
Suppressions des identifiants manquants				
Suppression des statuts DC après un statut HAD	436 080	-0%	108 610	-0%
Suppression des statuts « soins urgences » : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Remplacés par des statuts « hospitalisation conventionnelle » s'ils ont une durée supérieure à 1 jour</li> <li>■ Ignoré dans le cas contraire (et on retient alors comme premier statut le statut d'hospitalisation suivant).</li> </ul>	415 892	-5%	100 692	-7%
Suppressions des statuts RAD en premier statut	413 309	-5%	99 084	-9%
Suppression des statuts inconnus (« - ») : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Suppression du statut si un autre statut est enregistré le même jour à la même heure</li> <li>■ Suppression du séjour complet dans le cas contraire</li> </ul>	413 086 410 987	-5% -6%	99 042 98 685	-9% -9%
Suppression des séjours ayant un statut DC au milieu	410 253	-6%	98 681	-9%
Suppressions des séjours ayant un statut RAD suivi par un statut DC	409 884	-6%	98 587	-9%
Fusion des statuts RAD consécutifs : seul le premier est conservé	408 908	-6%	98 352	-9%
Suppression des statuts RAD suivis par un autre statut moins de 2 jours plus tard	407 347	-7%	97 911	-10%
Fusion des statuts identiques et consécutifs dans le même établissement (on ne conserve que la première date)	394 958	-9%	94 045	-13%
Suppression des séjours sans MCO	380 561	-13%	92 422	-15%
Suppression des statuts RAD en première position	380 549	-13%	92 419	-15%
SI-VIC après prétraitements	380 549	-13%	92 419	-15%

**Lecture** > SI-VIC comporte 436 000 lignes d'informations pour les séjours ayant débuté entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 30 juin 2021. Chaque ligne est un couple (identifiant, statut) : chaque changement de statut hospitalier entraîne l'écriture d'une nouvelle ligne. La suppression des statuts « soins urgences » a entraîné la suppression de 5 % de cette base, jusqu'à 416 000 lignes environ.

**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2021 ; cohorte constituée par les patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 30 juin 2021 (troisième vague) et entre le 1<sup>er</sup> juillet 2021 et le 30 septembre 2021 (quatrième vague).

**Source** > SI-VIC ; calculs DREES.

## Annexe 3. Identification des variants dans SI-DEP

Tableau A2 • Identification des variants

Appellation	Modalités de détection dans SI-DEP
Souche originale	« absence d'un variant d'intérêt »
Variant Alpha (ou UK)	20I/501Y.V1 (UK) ou A0B0C0 avant juillet
Variants Bêta et Gamma (ou SA et BR)	20H/501Y.V2 (ZA) ou 20J/501Y.V3 (BR)
	A1
Variant Delta	C1
Variant Kappa	B1
Variant Omicron (pour information, apparu en décembre 2021 après la période analysée)	D1 ou A0C0 à partir de fin 2021

**Note** > A1 signifie que la mutation associée à la lettre « A » a été identifiée, A0B0C0 signifie que les mutations A B et C ont été cherchées mais aucune d'entre elle n'a été détectée lors du criblage.



## Annexe 4. Caractéristiques des patients par région

**Tableau A3** • Répartition des statuts des séjours par vague et par région

		Troisième vague						Quatrième vague					
		TOTAL (MCO)	HC	SC	RAD	DC	AUTRE	TOTAL (MCO)	HC	SC	RAD	DC	AUTRE
<b>Total</b>	<b>Nombre (en %)</b>	155 542 100,0%	148 092 95,2%	35 354 22,8%	130 304 16,2%	25 238 83,4%	15 481 10,2%	38 399 100,0%	36 382 94,7%	9 273 24,3%	33 353 13,1%	5 046 86,1%	1 865 5,3%
<b>Région</b>	<b>Auvergne-Rhône-Alpes (en %)</b>	17 463 11,2%	16 841 11,4%	3 815 10,8%	14 711 11,3%	2 752 10,9%	1 740 11,2%	3 770 9,8%	3 635 10,0%	830 9,0%	3 333 10,0%	437 8,7%	174 9,3%
	<b>Bourgogne-Franche-Comté (en %)</b>	6 548 4,2%	6 289 4,2%	1 227 3,5%	5 440 4,2%	1 108 4,4%	713 4,6%	984 2,6%	941 2,6%	198 2,1%	882 2,6%	102 2,0%	63 3,4%
	<b>Bretagne (en %)</b>	3 698 2,4%	3 627 2,4%	618 1,7%	3 147 2,4%	551 2,2%	454 2,9%	875 2,3%	850 2,3%	157 1,7%	788 2,4%	87 1,7%	51 2,7%
	<b>Corse (en %)</b>	350 0,2%	336 0,2%	90 0,3%	283 0,2%	67 0,3%	47 0,3%	292 0,8%	285 0,8%	74 0,8%	261 0,8%	31 0,6%	23 1,2%
	<b>Centre-Val de Loire (en %)</b>	5 407 3,5%	5 017 3,4%	1 282 3,6%	4 548 3,5%	859 3,4%	601 3,9%	645 1,7%	593 1,6%	188 2,0%	574 1,7%	71 1,4%	39 2,1%
	<b>Guadeloupe (en %)</b>	842 0,5%	806 0,5%	180 0,5%	699 0,5%	143 0,6%	58 0,4%	2 124 5,5%	1 979 5,4%	423 4,6%	1 604 4,8%	520 10,3%	152 8,2%
	<b>Grand Est (en %)</b>	11 613 7,5%	11 145 7,5%	2 520 7,1%	9 488 7,3%	2 125 8,4%	989 6,4%	1 642 4,3%	1 571 4,3%	413 4,5%	1 438 4,3%	204 4,0%	54 2,9%
	<b>Guyane (en %)</b>	906 0,6%	888 0,6%	208 0,6%	824 0,6%	82 0,3%	11 0,1%	953 2,5%	934 2,6%	212 2,3%	831 2,5%	122 2,4%	9 0,5%
	<b>Hauts-de-France (en %)</b>	15 160 9,7%	14 345 9,7%	3 778 10,7%	12 436 9,5%	2 724 10,8%	1 424 9,2%	1 681 4,4%	1 577 4,3%	470 5,1%	1 463 4,4%	218 4,3%	68 3,6%
	<b>Île-de-France (en %)</b>	36 888 23,7%	34 590 23,4%	9 561 27,0%	31 313 24,0%	5 575 22,1%	3 635 23,5%	5 984 15,6%	5 516 15,2%	1 619 17,5%	5 321 16,0%	663 13,1%	234 12,5%
	<b>Martinique (en %)</b>	489 0,3%	481 0,3%	120 0,3%	438 0,3%	51 0,2%	22 0,1%	2 452 6,4%	2 425 6,7%	598 6,4%	1 890 5,7%	562 11,1%	51 2,7%
	<b>Mayotte (en %)</b>	26 0,0%	24 0,0%	8 0,0%	25 0,0%	1 0,0%	4 0,0%	28 0,1%	27 0,1%	4 0,0%	24 0,1%	4 0,1%	0 0,0%
	<b>Nouvelle-Aquitaine (en %)</b>	6 557 4,2%	6 245 4,2%	1 363 3,9%	5 464 4,2%	1 093 4,3%	634 4,1%	1 783 4,6%	1 684 4,6%	479 5,2%	1 556 4,7%	227 4,5%	100 5,4%
	<b>Normandie (en %)</b>	5 110 3,3%	4 932 3,3%	901 2,5%	4 231 3,2%	879 3,5%	777 5,0%	583 1,5%	555 1,5%	129 1,4%	508 1,5%	75 1,5%	25 1,3%
	<b>Occitanie (en %)</b>	8 219 5,3%	7 889 5,3%	2 054 5,8%	6 885 5,3%	1 334 5,3%	918 5,9%	3 904 10,2%	3 641 10,0%	1 149 12,4%	3 390 10,2%	514 10,2%	276 14,8%
	<b>Provence-Alpes-Côte d'Azur (en %)</b>	12 852 8,3%	12 371 8,4%	2 709 7,7%	10 639 8,2%	2 213 8,8%	1 590 10,3%	4 873 12,7%	4 632 12,7%	1 084 11,7%	4 283 12,8%	590 11,7%	321 17,2%
	<b>Pays de la Loire (en %)</b>	5 366 3,4%	5 226 3,5%	1 047 3,0%	4 629 3,6%	737 2,9%	357 2,3%	853 2,2%	823 2,3%	207 2,2%	769 2,3%	84 1,7%	29 1,6%
	<b>La Réunion (en %)</b>	1 387 0,9%	1 338 0,9%	372 1,1%	1 210 0,9%	177 0,7%	49 0,3%	815 2,1%	787 2,2%	180 1,9%	717 2,1%	98 1,9%	16 0,9%
	<b>Région indéterminée (en %)</b>	16 661 10,7%	15 702 10,6%	3 501 9,9%	13 894 10,7%	2 767 11,0%	1 458 9,4%	4 158 10,8%	3 927 10,8%	859 9,3%	3 721 11,2%	437 8,7%	180 9,7%

**Lecture** > 36 888 séjours hospitaliers en MCO ont été enregistrés en Île de France lors de la troisième vague, soit 23,7 % du total national.

**Champ** > Renseignements remontés dans SI-VIC jusqu'à l'export du 1<sup>er</sup> mars 2022 ; cohorte constituée par les patients hospitalisés en MCO entre le 1<sup>er</sup> février 2021 et le 30 juin 2021 pour la troisième vague et entre le 1<sup>er</sup> juillet 2021 et le 30 septembre 2021 pour la quatrième vague.

**Source** > Appariement SI-VIC SI-DEP VAC-SI ; calculs DREES.

## Annexe 5. Description mathématique du modèle de Poisson

### Estimation du risque d'hospitalisation avec Covid-19

Nous décrivons ici un modèle de risques relatifs associés aux hospitalisations en MCO. Le modèle utilisé est le même que celui des notes de la DREES sur les appariements des trois bases de données SI-VIC, VAC-SI, SI-DEP (Suarez, Castillo, Khaoua, Courtejoie, 2021). Les résultats des modèles pour les entrées en soins critiques et pour les décès sont construits de façon similaire. Nous utilisons un tel de ces modèles pour chaque variant que nous étudions.

L'objectif est d'estimer le risque pour un individu d'être hospitalisé en MCO (respectivement d'être hospitalisé en soins critiques, de décéder lors d'un séjour en MCO) en fonction des caractéristiques suivantes :

- la date (regroupée par périodes de 7 jours) ;
- le statut vaccinal ;
- la tranche d'âge.

Pour construire le modèle, deux principales hypothèses sont faites : la première est que l'influence temporelle (date), 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 :

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

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

La deuxième hypothèse est, qu'après prise en compte des trois facteurs étudiés, les hospitalisations des différents individus sont indépendantes entre elles, c'est-à-dire que sachant les trois 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, âge et statuts vaccinaux :

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

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

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

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

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

de vraisemblance :

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

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

$$\begin{aligned} & (N(\text{date, âge, statut vaccinal}) \text{risque}(\text{date}) \text{risque}(\text{âge, statut vaccinal})) \\ & - n(\text{date, âge, statut vaccinal}) \times \log(\text{risque}(\text{date}) \text{risque}(\text{âge, statut vaccinal})) \end{aligned}$$

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

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

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

### Estimation sous R

Précisément, les risques ont été obtenus *via* la bibliothèque stats de R par le modèle:

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

où « *donnees* » est la table de données issues de l'appariement des trois bases de données SI-VIC, VAC-SI, SI-DEP, agrégées par date, âge, statut vaccinal et type d'événement hospitalier, c'est-à-dire MCO, soins critiques et décès (décalé de 7 jours pour prendre en compte le délai moyen empirique entre entrée hospitalière et décès).

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

## Annexe 6. Méthodologie du modèle de durée

### Log-Logistic Accelerated Failure Time Model

La distribution log-logistique est une distribution avec deux paramètres (« Alpha » ou « scale », et « Bêta » 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'événement (dans notre cas, la fin de séjour hospitalier) 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,  $\beta^*$  les coefficients estimés associés à chaque variable,  $\sigma$  le paramètre (« shape ») de la distribution log-logistique et  $Z$  une erreur suivant une distribution logistique.

### Estimation sous R

On estime ensuite ce modèle sur les données après imputation<sup>9</sup> des statuts vaccinaux et des variants en utilisant la commande suivante du logiciel R, disponible *via* la commande `survreg` du package `Survival`<sup>10</sup>:

```
survreg ( duree ~ region + 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 comprise entre le 1<sup>er</sup> février et le 30 septembre 2021). Chaque observation est composée de la durée totale de l'hospitalisation (« `duree` »), de la région (« `region` »), de la tranche d'âge du patient (« `tranche_age` »), du variant associé à l'hospitalisation (« `variant` ») et du statut vaccinal (« `statut_vaccinal` »).

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

<sup>9</sup> Des tests de robustesse ont été effectués et ne montrent pas de différences sur les coefficients obtenus avec les modèles entraînés sur les données avant ou après imputation.

<sup>10</sup> Pour plus d'informations, voir : <https://www.rdocumentation.org/packages/survival/versions/3.2-13/topics/survreg>



**Les dossiers de la DREES**

N° 96 • mai 2022

---

Parcours hospitaliers  
des patients atteints  
du Covid-19 lors des troisième et quatrième vagues  
épidémiques

---

**Directeur de la publication**

Fabrice Lengart

**Responsable d'édition**

Valérie Bauer-Eubriet

**ISSN**

2495-120X

Ministère des Solidarités et de la Santé  
Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (DREES)

14 avenue Duquesne - 75 350 paris 07 SP  
Retrouvez toutes nos publications sur [drees.solidarites-sante.gouv.fr](https://drees.solidarites-sante.gouv.fr) et nos données sur [www.data.drees.sante.fr](https://www.data.drees.sante.fr)

---