

LES DOSSIERS DE LA DREES

n° 72 • décembre 2020

À la veille du deuxième confinement, le système de dépistage détectait plus de la moitié des personnes infectées par la Covid-19

SARS-CoV-2 : mise en cohérence des données françaises de dépistage (SI-DEP), de contamination dans les établissements médico-sociaux (COVID-19 EHPAD/EMS), d'hospitalisation (SI-VIC) et de sérologie en population générale (EpiCov)

Auteurs : Vianney Costemalle, Noémie Courtejoie, Albane Miron de l'Espinau
Équipe EpiCov*

* : Josiane Warszawski et Nathalie Bajos coresponsables scientifiques,
Xavier de Lamballerie, Laurence Meyer, Alexandra Rouquette, Florence Jusot,
Ariane Pailhé, Alexis Spire, Claude Martin, Muriel Barlet, Philippe Raynaud,
Aude Leduc, Patrick Sillard, François Beck, Nicolas Palioud, Nathalie Lydié,
Delphine Rahib

À la veille du deuxième confinement, le système de dépistage détectait plus de la moitié des personnes infectées par la Covid-19

SARS-CoV-2 : mise en cohérence des données françaises de dépistage (SI-DEP), de contamination dans les établissements médico-sociaux (COVID-19 EHPAD/EMS), d'hospitalisation (SI-VIC) et de sérologie en population générale (EpiCov)

Auteurs : Vianney Costemalle, Noémie Courtejoie, Albane Miron de l'Espinay, Équipe EpiCov*

* : Josiane Warszawski et Nathalie Bajos coresponsables scientifiques, Xavier de Lamballerie, Laurence Meyer, Alexandra Rouquette, Florence Jusot, Ariane Pailhé, Alexis Spire, Claude Martin, Muriel Barlet, Philippe Raynaud, Aude Leduc, Patrick Sillard, François Beck, Nicolas Paliod, Nathalie Lydié, Delphine Rahib

Remerciements : Patrick Aubert, Fabrice Carrat, Elisabeth Fery-Lemonnier, Mathilde Gaini, Catherine Pollak, Layla Ricroch

Retrouvez toutes nos publications sur : drees.solidarites-sante.gouv.fr

Retrouvez toutes nos données sur : data.drees.sante.gouv.fr

Sommaire

■ TAUX D'HOSPITALISATION CHEZ LES PERSONNES INFECTÉES PAR LE SARS-COV-2 AU COURS DE LA PREMIÈRE VAGUE.....	6
Estimation des taux d'hospitalisation par combinaison de sources de données sur la Covid-19	6
Calcul des taux d'hospitalisation dans la population d'étude et déclinaison par sexe, âge et zones géographiques	6
Calcul des taux d'hospitalisation en Ehpad.....	8
Taux d'hospitalisation au cours de la première vague selon les caractéristiques des personnes infectées	9
Taux d'hospitalisation dans la population d'étude.....	9
Taux d'hospitalisation par région.....	10
Taux d'hospitalisation par âge.....	12
Taux d'hospitalisation par sexe.....	13
Taux d'hospitalisation par sexe-âge et zone géographique-âge.....	14
Taux d'hospitalisation des résidents d'Ehpad	15
■ CAPACITÉ DE DÉTECTION DU SYSTÈME DE DÉPISTAGE SI-DEP.....	16
Nombre de tests effectués sur différentes périodes	16
Taux d'hospitalisation par âge chez les personnes testées positives par RT-PCR.....	17
Estimations du nombre de contaminations et de la capacité de détection des tests virologiques au sein de la population d'étude	19
Nombre de contaminations.....	19
Capacité de dépistage.....	20
Discussion.....	21
■ BIBLIOGRAPHIE	23
Annexes	24
Annexe 1 - Tableau de correspondance entre les numéros de semaine et les jours correspondants	25
Annexe 2 - Nombre de tests RT-PCR par région et par date de prélèvement depuis le 1 ^{er} juin	26
Annexe 3 - Dictionnaire des sigles	27

SYNTHÈSE

Cette étude a pour objectif d'estimer les taux d'hospitalisation des individus infectés par le SARS-CoV-2 au cours de la première vague de l'épidémie de Covid-19 en France, puis d'estimer la capacité de détection du système de dépistage de la Covid-19 par RT-PCR depuis son déploiement fin mai 2020.

Au cours de la première vague de l'épidémie de Covid-19, les données sérologiques issues de la cohorte EpiCoV ont permis d'estimer le nombre de personnes infectées en France. Sur la même période, les données SI-VIC ont indiqué le nombre d'hospitalisations pour cause d'infection par le Sars-CoV-2. Le croisement de ces deux sources de données permet d'estimer le taux d'hospitalisation des personnes infectées par le Sars-CoV-2 au cours de la première vague. Ce taux est estimé à 2,7 % parmi les individus infectés de 15 ans ou plus résidant en France métropolitaine, à l'exclusion des personnes résidant en Ehpad¹ et prisons. Il augmente exponentiellement avec l'âge, passant de 0,3 % chez les 15-29 ans, à 2,2 % chez les 50-59 ans, jusqu'à atteindre 22,6 % chez les 70 ans ou plus. Ce dernier taux semble très élevé et son estimation pourrait manquer de précision étant donné le faible effectif de personnes testées positives dans le cadre de l'enquête EpiCoV dans cette catégorie d'âge.

Quelle que soit la classe d'âge, le taux d'hospitalisation est systématiquement plus élevé chez les hommes, avec un écart particulièrement marqué chez les plus âgés. Il varie également selon la zone géographique, atteignant 3,4 % dans le Nord² contre 1,7 % dans le Sud, ce qui peut être en partie dû au fait que les personnes infectées dans la zone Nord sont globalement plus âgées et pourraient présenter davantage de comorbidités.

Le taux d'hospitalisation des résidents d'Ehpad touchés par la Covid-19 lors de la première vague est de 12,3 %, donc inférieur à celui des personnes de 70 ans ou plus vivant à domicile. Cependant, la méthode d'estimation diffère et les cas les plus graves en Ehpad ne donnent pas systématiquement lieu à une hospitalisation.

À partir de fin mai 2020, les données SI-DEP indiquent le nombre de personnes testées positives par RT-PCR en France, ce qui constitue une première approche, bien que sous-estimée, du nombre de personnes infectées. De ce fait, les taux d'hospitalisation calculés en croisant les données SI-VIC et SI-DEP entre fin mai et fin août sont plus élevés que ceux estimés au cours de la première vague à partir de SI-VIC et EpiCoV, et ce pour toutes les classes d'âge. Le système de dépistage est progressivement monté en puissance, sans pour autant atteindre l'exhaustivité de la détection des personnes infectées. Ainsi, sur la période allant de fin août à fin-novembre, les taux d'hospitalisation calculés se rapprochent, tout en restant supérieurs, à ceux obtenus au cours de la première vague.

Si l'on suppose que les taux d'hospitalisation par catégorie d'âge estimés à partir de l'enquête EpiCoV sont ceux qui continuent de prévaloir (c'est-à-dire qu'il n'y a eu ni changement dans la gravité de l'épidémie, ni dans les modalités d'hospitalisation), il est possible d'inférer le nombre de personnes de 15 ans ou plus, hors résidents d'Ehpad, contaminées en France métropolitaine jusque fin novembre 2020, à partir du nombre de personnes hospitalisées sur cette même période. La capacité de détection du système de dépistage peut alors être estimée en rapportant le nombre de contaminations ainsi estimées, au nombre de personnes testées positives par RT-PCR. On constate que cette capacité a augmenté : passant de 12 % en juin à 31 % en juillet-août, 45 % en septembre/début octobre et 59 % sur mi-octobre/fin novembre. La capacité de détection varie peu avec l'âge, sauf chez les 70 ans ou plus où elle pourrait atteindre plus de 75 % sur la période la plus récente. La capacité de dépistage peut être surestimée si les taux d'hospitalisation appliqués le sont aussi. Il est possible que les taux d'hospitalisation des personnes infectées aient varié au cours de l'épidémie, du fait d'une dynamique d'infection différente entre les deux vagues, ou encore d'une évolution de la prise en charge à domicile faisant diminuer le recours à l'hospitalisation.

¹ Dans cette étude le terme « Ehpad » désigne les Ehpad et les établissements d'hébergement pour personnes âgées (EHPA) non Ehpad. Les unités de soin de longue durée (USLD) et les résidences autonomie ne sont pas incluses dans cette définition.

² Le Nord est ici défini comme le regroupement des régions Hauts-de-France, Normandie, Île-de-France, Centre-Val-de-Loire, Bourgogne-Franche-Comté et Grand-Est et le Sud comme les régions Bretagne, Pays-de-la-Loire, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Auvergne-Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte-D'azur et Corse.

■ TAUX D'HOSPITALISATION CHEZ LES PERSONNES INFECTÉES PAR LE SARS-COV-2 AU COURS DE LA PREMIÈRE VAGUE

Estimation des taux d'hospitalisation par combinaison de sources de données sur la Covid-19

Les sources disponibles permettent de calculer des taux d'hospitalisation sur deux types de population : celle couverte par l'enquête EpiCoV (population âgée de 15 ans ou plus, résidant en France métropolitaine, hors Ehpad et prisons), que l'on désigne sous le terme de « population d'étude », et celle constituée par les résidents d'Ehpad en France entière.

Calcul des taux d'hospitalisation dans la population d'étude et déclinaison par sexe, âge et zones géographiques

On rapproche les données de l'enquête EpiCoV et du système d'information SI-VIC pour estimer le taux d'hospitalisation des personnes infectées par le SARS-CoV-2. Pour cela, il faut ramener autant que faire se peut les deux sources de données sur un champ comparable [encadré 1].

En pratique, les tests sérologiques effectués sur les répondants à EpiCoV ont été prélevés essentiellement en mai et correspondent donc à des patients susceptibles d'avoir été infectés du début de l'épidémie jusqu'à mi-mai environ (semaine 20), compte tenu du délai d'au moins deux semaines entre l'infection et l'apparition des anticorps IgG ([Long et al., 2020](#)). De plus, du fait du délai entre l'infection et l'hospitalisation, on s'intéresse aux admissions à l'hôpital pour Covid-19³ intervenues jusqu'à fin mai (plus précisément, entre la semaine 9 et la semaine 22 *i.e.* entre le 24 février et le 31 mai, annexe 1), car elles correspondent aux patients infectés jusqu'à mi-mai environ, l'aggravation de l'état de santé intervenant généralement au bout de quelques jours et non dès le début de l'infection. En soustrayant à ces hospitalisations le nombre de personnes âgées résidant en Ehpad⁴ ayant été hospitalisées, on se rapproche du champ de l'enquête EpiCoV⁵.

Pour cette étude, les individus de la cohorte EpiCoV considérés comme ayant été infectés sont (i) tous ceux qui ont obtenu un test ELISA positif, ou un test ELISA limite mais un test de séroneutralisation positif, (ii) ainsi qu'une partie de ceux ayant obtenu un test ELISA limite et un test de séroneutralisation négatif. Le nombre d'individus concernés par ce dernier point a été estimé en utilisant des résultats de l'enquête sérologique SAPRIS [encadré 2]⁶. On diffère donc ici de la publication [Études et Résultats n° 1167 d'octobre 2020](#) dans laquelle seules les personnes avec un test ELISA positif ont été considérées comme ayant développé des anticorps. Compter en plus une partie des personnes ayant un test ELISA limite conduit mécaniquement à donner une estimation plus importante du nombre de personnes contaminées en première vague de l'épidémie. Cette approche permet d'affiner l'estimation du nombre d'individus infectés en tenant compte des caractéristiques des différents tests sérologiques. Cette approche reste discutable, notamment car les proportions calculées à partir de SAPRIS, qui permettent d'affiner les résultats d'EpiCoV dans cette étude, l'ont été dans une population différente de la population d'étude [encadré 3].

³ Dans les données SI-VIC, on se focalise sur les patients admis en MCO, ainsi que hors MCO en cas de décès à l'hôpital.

⁴ Dans cette étude le terme « Ehpad » désigne les Ehpad et les établissements d'hébergement pour personnes âgées (EHPA) non Ehpad. Fin 2018, on dénombrait 619 000 places installées en Ehpad et EHPA non Ehpad (Diallo, C.T., 2020), dont 99 % en Ehpad, ce qui représente 80 % des places en structures d'hébergement pour personnes âgées. Les unités de soin de longue durée (USLD) et les résidences autonomie ne sont pas incluses dans le champ « Ehpad » retenu dans cette étude. Les résidences autonomes sont comprises dans le champ d'EpiCoV et les USLD ne sont pas comprises dans le champ Covid-ESMS.

⁵ À l'exception des personnes résidant en prison, car les informations contenues dans SI-VIC ne permettent pas d'identifier les personnes hospitalisées en provenance d'établissements pénitentiers, mais cela ne concerne que peu de personnes.

⁶ Comme précisé dans l'encadré 2, l'enquête SAPRIS comprend un type de test supplémentaire par rapport à l'enquête EpiCoV : la recherche d'anticorps contre la nucléoprotéine N (NP). Bien que les individus d'EpiCoV n'aient pas été testés pour ce type d'anticorps, il est possible d'extraire la proportion d'individus limités par ELISA, négatifs par séroneutralisation (SNT) et positifs par NP de l'enquête SAPRIS, et ce par âge et par sexe, puis d'appliquer ces proportions aux nombres d'individus limités par ELISA et négatifs par SNT, par âge et par sexe, dans l'enquête EpiCoV.

Encadré 1 • Les données

L'enquête « Épidémiologie et conditions de vie » (EpiCoV) permet de donner une estimation du nombre de personnes ayant été infectées par le SARS-CoV2 aux environs de fin mai 2020. Parmi les 135 000 personnes enquêtées, un sous-échantillon a été testé par un test sérologique ELISA, puis par un test de séroneutralisation en cas de test ELISA positif (titre d'anticorps $\geq 1,1$) ou limite (titre d'anticorps entre 0,7 et 1,1). L'échantillon de répondants à tester a été sélectionné et pondéré afin de donner des résultats représentatifs au niveau national (échantillon national), mais aussi sur certains départements particulièrement touchés lors de la première vague. 12 114 personnes⁷ ont été testées par ELISA, dont 7 490 résidant dans des départements sur-échantillonnés, pour un total de 785 tests positifs par ELISA et 347 tests limites par ELISA, dont respectivement 588 et 227 au titre du sur-échantillon. Compte tenu du nombre de résultats positifs parmi les répondants testés, il n'est pas possible de détailler le nombre de personnes infectées en catégories trop fines. Néanmoins, on peut décliner les résultats par tranche d'âge, sexe et grandes zones géographiques. L'enquête n'a porté que sur les personnes de 15 ans ou plus résidant en France métropolitaine, Martinique, Guadeloupe et la Réunion, hormis les personnes résidant en Ehpad et prisons. Les tests sérologiques n'ont pas porté sur les personnes résidant dans les DOM.

Le système d'information pour le suivi des victimes d'attentats et de situations sanitaires exceptionnelles (SI-VIC) donne le nombre d'hospitalisations de personnes infectées par le SARS-CoV-2 par date et type d'hospitalisation. Les chiffres sont exhaustifs, avec quelques jours de décalage du fait du délai d'enregistrement. La base de données contient des informations sur le patient (âge, sexe, département de résidence), ainsi que sur son hospitalisation (type, date, durée, département d'hospitalisation). On se focalise sur les hospitalisations : (i) en médecine-chirurgie-obstétrique (MCO) qui comprennent les hospitalisations conventionnelles et celles en soins critiques (*i.e.* en réanimation, soins intensifs ou soins continus) ; ainsi que (ii) en dehors du champ MCO si celles-ci se sont achevées par un décès. Le champ couvert est celui de la France entière.

Les données ESMS proviennent du système de signalement des cas et des décès Covid-19 en établissements sociaux ou médicaux-sociaux (ESMS) pour personnes âgées (PA) et personnes handicapées (PH) (application COVID-19 EHPAD/EMS hébergée sur Voozano par Santé publique France). Elles concernent le décompte cumulé des résidents touchés, hospitalisés et décédés (avec distinction des décès en ESMS ou à l'hôpital) pour suspicion de Covid-19. Les données étant cumulatives on ne connaît pas la date de chaque événement, mais la date d'extraction de la base permet de caractériser la situation dans chaque établissement à différentes dates. Le champ couvert est celui de la France entière. Dans cette étude nous ne mobilisons que les signalements venant d'Ehpad.

Le système d'information de dépistage (SI-DEP) donne le nombre de tests effectués (RT-PCR, sérologie et tests antigéniques) pour la Covid-19, ainsi que les résultats de ces tests. On se focalise sur la RT-PCR qui indique une infection récente, sans inclure les tests antigéniques qui ne sont remontés avec une couverture suffisante dans SI-DEP que depuis fin-novembre. Ces données sont journalières et exhaustives avec quelques jours de décalage du fait du délai de remontée des résultats. Elles contiennent des informations sur l'âge et le sexe du patient, ainsi que sur son département de résidence et son type de lieu de résidence (logement individuel, Ehpad, milieu carcéral ou autre hébergement collectif). Le champ couvert est celui de la France entière.

Comme le nombre de personnes infectées ainsi estimé l'est à partir d'un échantillon aléatoire, il en résulte une marge d'erreur sur la précision de l'estimation. Afin de quantifier cette incertitude due au sondage on calcule par la suite des intervalles de confiance qui prennent en compte le plan de sondage et les différents redressements de l'échantillon. Sous hypothèses de normalité et de convergence des estimateurs ils donnent une fourchette qui encadrent la vraie valeur du nombre de personnes infectées avec une probabilité de 95 %. Les autres sources utilisées dans cette étude étant considérées comme exhaustive, elles ne contribuent pas aux intervalles de confiance. Il faut noter que les intervalles de confiance affichés ne prennent pas en compte les autres incertitudes ou approximations mentionnées dans le texte (incertitude sur la constance des taux d'hospitalisation, incertitude sur l'interprétation des sérologies, etc.).

La proportion de personnes hospitalisées parmi les personnes contaminées ne peut pas être précisément estimée directement à partir de la seule enquête EpiCoV et de la déclaration des répondants sur le fait d'avoir été hospitalisé suite à un test de dépistage de la Covid-19, sans recourir aux données du système d'information SI-VIC. D'une part, vu le faible nombre de répondants déclarant une hospitalisation, l'incertitude liée à l'échantillonnage rendrait l'estimation du taux d'hospitalisation fragile. D'autre part, l'enquête capte sans doute mal à travers ses répondants le nombre de personnes hospitalisées (ne serait-ce que parce que les personnes hospitalisées pour la Covid-19 au moment de la collecte ou hospitalisées et décédées avant mai ne pouvaient pas répondre à l'enquête, quand bien même elles auraient été dans le tirage initial de l'échantillon). Pour cette dernière raison, on estime le nombre de personnes infectées avant la semaine 20 comme la somme du nombre de personnes infectées d'après l'enquête EpiCoV (à l'exclusion des répondants ayant déclaré une hospitalisation pour cause de Covid-19⁸) et du nombre de personnes infectées par le SARS-CoV-2 hospitalisées (avant la semaine 22, hors résidents en Ehpad). Étant donné

⁷ Au total les prélèvements de 12 160 personnes ont été analysés mais 46 de ces prélèvements se sont révélés inexploitable.

⁸ Il s'agit des répondants ayant déclaré avoir été hospitalisé suite à un test anti-Covid positif ou suite au développement de symptômes en lien avec la Covid-19.

que SI-VIC ne permet pas d'identifier les patients en provenance d'Ehpad, le nombre de personnes hospitalisées pour Covid-19, hors résidents en Ehpad, est calculé en soustrayant aux données SI-VIC le nombre d'hospitalisations de résidents en Ehpad extraites de l'application COVID-19 EHPAD/EMS.

Encadré 2 • Enquête SAPRIS (source INSERM)

Le projet « Santé, pratiques, relations et inégalités sociales en population générale pendant la crise COVID-19 » (SAPRIS) est piloté par l'Inserm, conduit en partenariat avec l'Unité de recherches des virus émergents (Marseille) et le Centre d'études du polymorphisme humain et avec l'aide de Santé publique France. Il s'appuie sur cinq grandes cohortes nationales en population générale (Constances, E3N-E4N, NutriNet-Santé et Elfe-Epipage2).

Entre le 1^{er} avril et le 19 mai 2020, plus de 130 000 adultes et plus de 4 000 familles ont été inclus dans SAPRIS et suivis sur Internet. Son volet biologique, SAPRIS-SERO, a mobilisé dans une première vague 14 500 volontaires de trois cohortes d'adultes : Constances, NutriNet-Santé et E3N/E4N. Début mai 2020, un kit d'auto-prélèvement sanguin sur papier buvard a été envoyé aux volontaires des régions Grand-Est, Île-de-France (régions alors les plus touchées par l'épidémie de Covid-19) et Nouvelle-Aquitaine (région alors peu touchée). Les prélèvements ont été analysés par trois types de tests (ELISA, séroneutralisation et recherche d'anticorps contre la nucléoprotéine N).

Les résultats de la première vague ont été mis en ligne en septembre 2020 (Carrat et al., 2020). La seconde vague couvrant tout le territoire et incluant 80 000 participants est en cours..

Encadré 3 • Précisions sur l'estimation du nombre d'individus infectés à partir de l'enquête EpiCoV

Comme précisé dans l'encadré 1, les répondants à l'enquête EpiCoV testés par sérologie l'ont été par deux types de tests : ELISA et séroneutralisation. Un résultat est considéré comme positif par ELISA si le titre d'anticorps mesuré est supérieur ou égal à 1,1, et limite si le titre est compris entre 0,7 et 1,1. Le seuil de 0,7 permettant de séparer les individus négatifs des individus limites par ELISA a été fixé de façon à s'assurer qu'aucun individu sous le seuil ne puisse avoir de test positif par séroneutralisation. Le test ELISA utilisé a une sensibilité de 94,4 % et une spécificité de 99,6 % (pour le coronavirus, mais pas forcément pour le SARS-CoV-2). Ainsi, sous la limite des 0,7, il y a une très forte probabilité que la personne n'ait pas été infectée par le virus SARS-CoV-2 et, au-dessus du seuil de 1,1, une très forte probabilité qu'elle l'ait été. Une partie des individus compris dans la zone limite a pu être infectée et il est possible de reclasser les individus « limites » par ELISA en « infectés ou non » par le SARS-CoV-2. D'une part, tous les individus positifs par séroneutralisation peuvent être considérés comme ayant été infectés, du fait de la forte spécificité du test de séroneutralisation pour le SARS-CoV-2 (Gallian et al., 2020). D'autre part, certains individus limites en ELISA et négatifs par séroneutralisation peuvent tout de même avoir été infectés. Afin de reclasser ces individus, un troisième type de test aurait pu être effectué (NP : recherche d'anticorps dirigés contre la nucléoprotéine N). C'est ce qui a été fait dans l'enquête SAPRIS, mais pas dans l'enquête EpiCoV. Les proportions par sexe et catégorie d'âge d'individus limites par ELISA, négatifs par SNT et positifs par NP, issues de l'enquête SAPRIS, ont été appliquées aux nombres d'individus limites par ELISA et négatifs par SNT, par âge et par sexe, dans l'enquête EpiCoV, afin de reclasser une partie de ces individus parmi les positifs. Ainsi, le nombre de personnes infectées dans la population cible d'EpiCoV est estimé à partir du nombre de personnes ayant un résultat par ELISA positif, ou limite mais étant positif par séroneutralisation, ainsi que par une fraction d'individus ayant obtenu un test ELISA limite et un test de séroneutralisation négatif..

Calcul des taux d'hospitalisation en Ehpad

L'enquête EpiCoV permet de calculer un taux d'hospitalisation parmi les personnes infectées par le SARS-CoV-2 au cours de la première vague. Or cette enquête ne couvrant pas les personnes âgées vivant en Ehpad, elle ne permet pas de calculer des taux d'hospitalisation liés à la Covid-19 pour cette population, qui représente un peu plus de 600 000 personnes. Nous mobilisons pour ce faire les données relatives aux Ehpad de l'application COVID-19 EHPAD/EMS hébergée sur Voozoo par Santé publique France. Ces données ont été nettoyées par la DREES, notamment pour vérifier que les différents types d'établissements d'accueil étaient correctement renseignés. Dans cet outil de signalement, les établissements ayant au moins un cas de Covid-19 sont tenus de déclarer le nombre cumulé de résidents considérés « cas possibles » de Covid-19 (c'est-à-dire un individu présentant des symptômes compatibles avec ceux d'une infection au Covid-19⁹) et de résidents signalés « cas confirmés » de

⁹ « Cas possible COVID-19 : fièvre (ou sensation de fièvre) avec présence de signes respiratoires (comme la toux, un essoufflement ou une sensation d'oppression thoracique) ou autre tableau clinique compatible avec le Covid-19 selon le médecin » (source : SPF).

Covid-19 (au moins un test de dépistage positif¹⁰). Parmi ces résidents cas possibles ou confirmés, les établissements doivent aussi indiquer combien sont ou ont été hospitalisés, et combien sont décédés à l'hôpital et au sein de l'établissement. Les établissements sont tenus de mettre à jour ces chiffres quotidiennement à partir du signalement du premier cas de Covid-19 jusqu'à la rémission ou au décès du dernier cas de Covid-19 dans leur établissement. Après cela, les établissements notifient la fin de l'épisode de Covid-19 entre leurs murs en remplissant un formulaire de clôture. En cas de nouveau cas dans l'établissement après clôture, celui-ci ouvre un nouveau formulaire de signalement et remplit des déclarations quotidiennes du nombre cumulé de cas depuis le début de ce nouvel épisode¹¹.

Pour calculer le taux d'hospitalisation des résidents d'Ehpad au cours de la première vague, nous retenons tous les épisodes de Covid-19 en Ehpad ayant débuté jusqu'à la semaine 20 (soit avant le 18 mai 2020). Nous prenons au numérateur le nombre de résidents d'Ehpad hospitalisés, et au dénominateur la somme des cas possibles et confirmés de Covid-19, et pas uniquement le nombre de cas confirmés. En effet les campagnes de dépistage par RT-PCR ont commencé mi-avril dans les Ehpad, ainsi de nombreux résidents touchés par la Covid-19 en mars et en avril n'ont pas pu être considérés comme des cas confirmés.

Taux d'hospitalisation au cours de la première vague selon les caractéristiques des personnes infectées

Taux d'hospitalisation dans la population d'étude

On dénombre 80 700 personnes de 15 ans ou plus, ne résidant pas en Ehpad¹², infectées par le SARS-CoV-2 et ayant été hospitalisées en MCO ou étant décédées à l'hôpital avant fin mai en France métropolitaine. Sur ce même champ, on estime que 2 929 000 personnes ont été contaminées sans être hospitalisées avant fin mai. Cela correspond à un taux d'hospitalisation de 2,7 % (IC = 2,4 ; 3,0 %), qui est proche du taux de 2,9 % (IC = 1,7 ; 4,8 %) estimé par l'Unité de modélisation des maladies infectieuses de l'institut Pasteur en avril dernier (Salje et al., 2020) [encadré 4].

Hormis le dernier paragraphe ciblé sur les Ehpad, les résultats déclinés ci-dessous ne concernent que les personnes de 15 ans ou plus, résidant en France métropolitaine, hors Ehpad.

Encadré 4 • Méthode d'estimation du nombre d'individus infectés en France développée par l'Institut Pasteur (Salje et al., 2020)

En avril 2020, des chercheurs de l'Institut Pasteur et du CNRS, en collaboration avec l'Inserm, la DREES et Santé Publique France, ont réalisé une analyse combinée (i) des données issues de SI-VIC sur les hospitalisations et les décès dus à la COVID-19 en France, et (ii) des données d'une enquête épidémiologique exhaustive permettant de caractériser le risque de décès chez les personnes infectées par le SARS-CoV2. Ils ont construit un modèle de transmission épidémique alimenté par ces données, ce qui leur a permis d'estimer la proportion de la population française (hors maisons de retraite) ayant été infectée par le SARS-CoV-2 au 11 mai (date de levée du premier confinement), avec un détail par région. Ils ont également estimé le taux d'hospitalisation parmi les personnes infectées, ainsi que le taux de passage en soins critiques et le taux de mortalité parmi les personnes hospitalisées. Ces résultats ont été déclinés par âge et par sexe.

Le risque de décès chez les personnes infectées par le SARS-CoV2 a été déduit de l'enquête de surveillance active exhaustive menée à bord du *Diamond Princess*, le bateau de croisière où s'est déclarée une épidémie de Covid-19 en février 2020 et dont l'ensemble des passagers et de l'équipage a été testé. Sur 3 711 personnes testées, 712 étaient infectées et 13 d'entre elles sont décédées des suites de l'infection.

Cette étude, pré-publiée le 21 avril, a été publiée dans la revue Science le 13 mai 2020.

¹⁰ « Cas confirmé COVID-19 : Toute personne, symptomatique ou non, avec un prélèvement confirmant l'infection par le SARS-CoV-2 » (source : SPF).

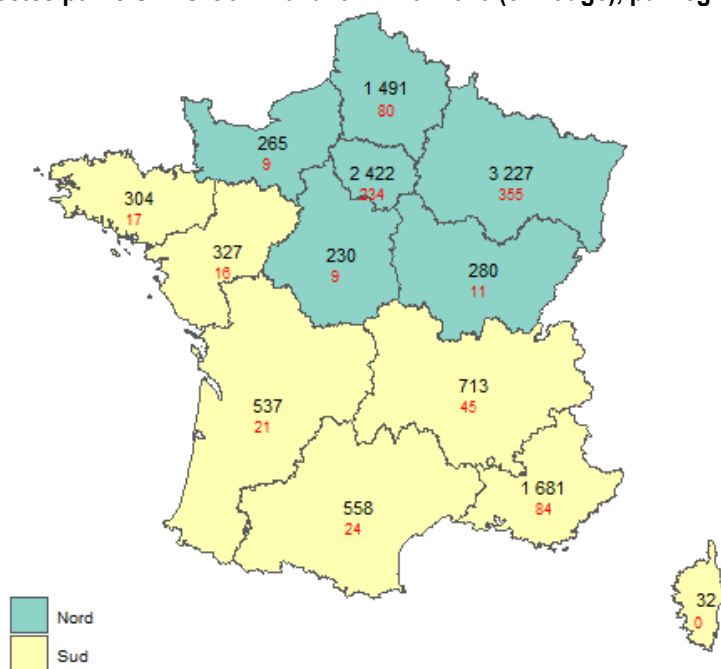
¹¹ « Un épisode comprend un cas de COVID-19 possible ou confirmé ou un ensemble de cas regroupés dans le temps dans un même établissement social ou médico-social. Un établissement peut signaler un nouvel épisode si l'épisode précédent a été clôturé » (source : SPF).

¹² Avant fin mai, on dénombre 8 680 personnes en provenance d'Ehpad infectées par le SARS-CoV-2 et ayant été hospitalisées.

Taux d'hospitalisation par région

Pour certaines régions, le nombre de personnes contaminées parmi les personnes enquêtées est vraiment très faible (moins de 11 répondants avec des anticorps détectables pour la Normandie, le Centre-Val-de-Loire et la Bourgogne-Franche-Comté) (graphique 1). Cela tient au fait que l'échantillonnage vise avant tout à fournir des résultats robustes au niveau national. Un sur-échantillon permet d'affiner les résultats pour quelques départements [encadré 1] : Paris et sa petite couronne, le Bas-Rhin, le Haut-Rhin, l'Oise et les Bouches-du-Rhône.

Graphique 1 • Effectifs des répondants à la vague 1 de l'enquête EpiCoV (en noir), dont ceux considérés comme ayant été infectés par le SARS-CoV-2 avant fin mai 2020 (en rouge), par région

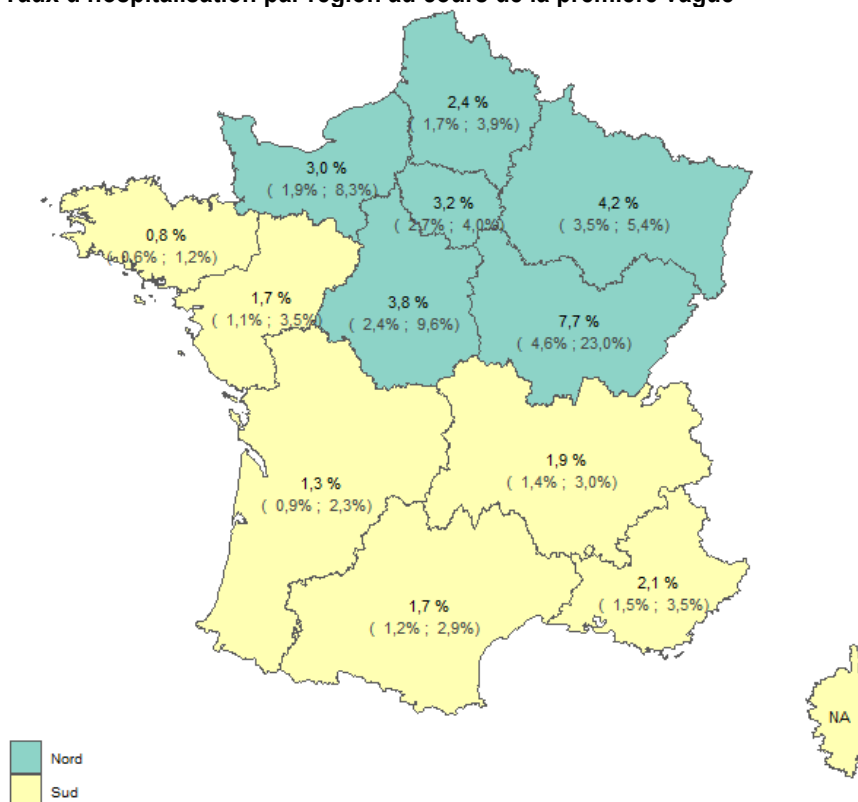


Champ > Personnes âgées de 15 ans ou plus, résidant en France métropolitaine hors Ehpad et prisons.
Source > EpiCoV (INSERM-DREES), vague 1, données non pondérées.

On peut distinguer un gradient entre le nord, nord-est et le sud (graphique 2) : les régions avec un taux d'hospitalisation plus fort sont la Bourgogne-Franche-Comté (7,7 %), le Grand-Est (4,1 %), le Centre-Val-de-Loire (3,7 %), l'Île-de-France (3,2 %), la Normandie (3,0 %) et les Hauts-de-France (2,4 %), qu'on appelle zone « Nord » par la suite. Au contraire, les régions Auvergne-Rhône-Alpes (1,9 %), Provence-Alpes-Côte-d'Azur (2,1 %), Occitanie (1,7 %), Pays-de-la-Loire (1,7 %), Nouvelle Aquitaine (1,2 %) et Bretagne (0,8 %) ont des taux d'hospitalisation plus faibles. On regroupe ces régions dans la zone « Sud ». Les taux d'hospitalisation sont de 3,4 % (IC = 3,0 ; 3,9 %) et 1,7 % (IC = 1,4 ; 2,0 %) dans les zones Nord et Sud respectivement.

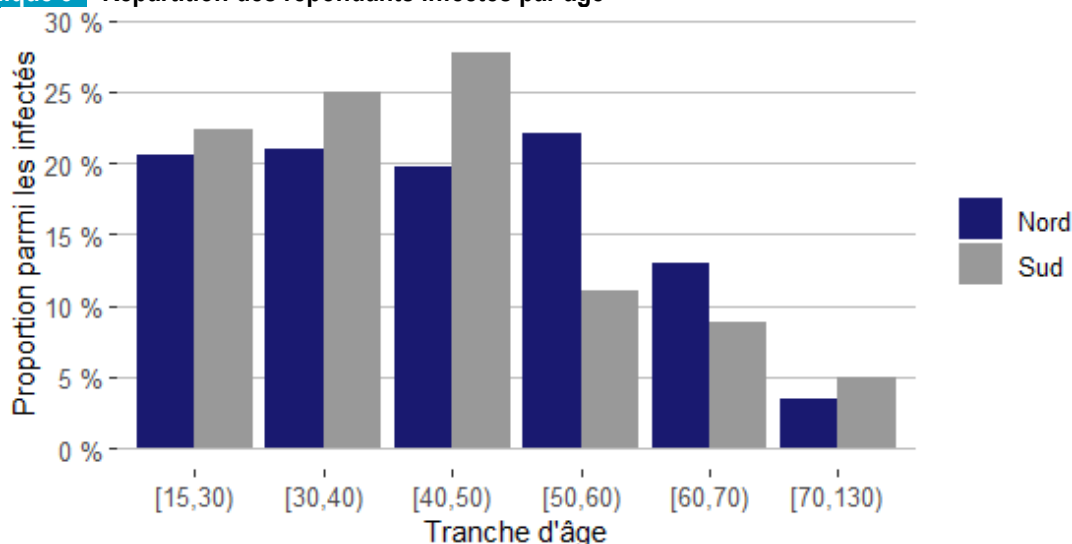
Les différences de taux d'hospitalisation entre zones peuvent notamment provenir de différences de populations parmi les infectés de chaque zone (graphique 3).

Graphique 2 • Taux d'hospitalisation par région au cours de la première vague



Champ > Personnes âgées de 15 ans ou plus, résidant en France métropolitaine hors Corse (aucun répondant testé positif), hors Ehpad.
Source > EpiCoV (INSERM-DREES), vague 1, pour les infections jusqu'à la semaine 20, données pondérées¹³ ; SI-VIC, extraction du 4 décembre, pour les hospitalisations jusqu'à la semaine 22 ; application COVID-19 EHPAD/EMS, extraction du 9 décembre, pour les hospitalisations de patients résidant en Ehpad jusqu'à la semaine 22. Calculs DREES.

Graphique 3 • Répartition des répondants infectés par âge



Note de lecture > 28 % des individus infectés par le SARS-CoV-2 dans la zone Sud au cours de la première vague avaient entre 40 et 49 ans.
Champ > Personnes âgées de 15 ans ou plus, résidant en France métropolitaine hors Ehpad et prisons, infectées par le SARS-CoV-2. Exclusion des répondants ayant déclaré une hospitalisation pour Covid-19.
Source > EpiCoV (INSERM-DREES), vague 1, données pondérées.

Les individus contaminés sont plutôt plus âgés dans la zone Nord, ce qui peut expliquer en partie que leur taux d'hospitalisation soit plus élevé. De plus, on note dans les populations de la zone Nord une plus grande part de comorbidités, en partie liées à l'âge, associées à un risque accru de formes graves de la Covid-19. En effet, une exploitation du Système national des données de santé (SNDS) par la DREES a permis d'estimer le nombre de personnes concernées par au moins un des facteurs de risque dans un périmètre proche de la liste définie par le

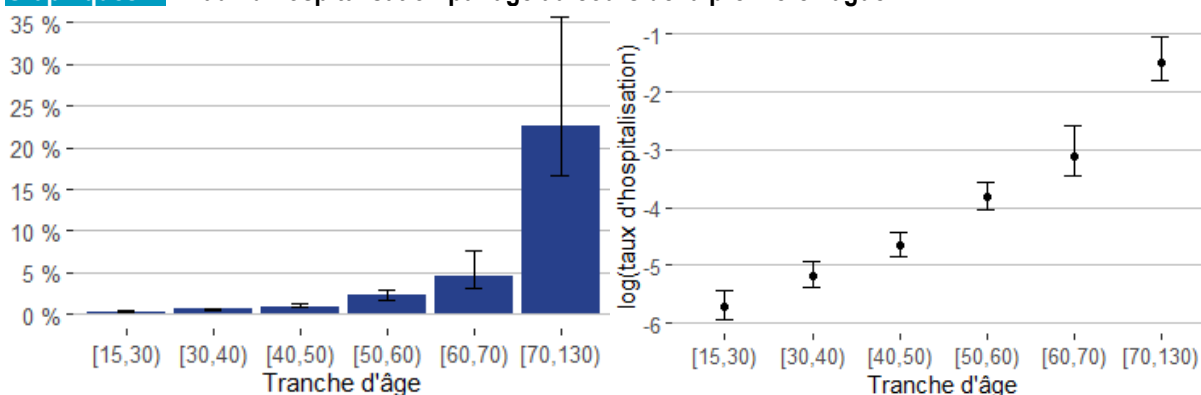
¹³ Résultats obtenus en appliquant les coefficients de pondération établis par l'INSEE pour produire des estimateurs sans biais de la population.

HCSP, et la part qu'elles représentent dans la population ([Dubost et al., 2020](#)). Il ressort de cette étude que les Hauts-de-France, la Normandie et le Grand-Est, des régions de la zone Nord, sont parmi les régions dont la population de 45 ans ou plus présente le plus de comorbidités liées à des formes graves de Covid-19.

Taux d'hospitalisation par âge

On suppose ici que toutes les hospitalisations en provenance d'Ehpad enregistrées dans l'application COVID-19 EHPAD/EMS concernent des personnes âgées de 70 ans ou plus¹⁴. Ainsi, pour estimer le nombre d'hospitalisations pour Covid-19 hors résidents en Ehpad, par catégorie d'âge, le nombre d'hospitalisations de résidents en Ehpad extraites de l'application COVID-19 EHPAD/EMS sont soustraites aux hospitalisations des personnes de 70 ans ou plus extraites de SI-VIC. Les taux d'hospitalisation par âge (hors personnes vivant en Ehpad) croissent exponentiellement avec l'âge (graphiques 4). Ils passent de 0,3 % pour les 15-29 ans à 4,5 % pour les 60-69 ans et 22,6 % pour les 70 ans ou plus. Ces deux derniers chiffres sont à prendre avec une précaution particulière car l'estimation du nombre d'infectés repose sur des sous-échantillons de faible taille chez les plus âgés.

Graphiques 4 • Taux d'hospitalisation par âge au cours de la première vague



Champ > Personnes âgées de 15 ans ou plus, résidant en France métropolitaine hors Ehpad.

Source > EpiCoV (INSERM-DREES), vague 1, pour les infections jusqu'à la semaine 20, données pondérées ; SI-VIC, extraction du 4 décembre, pour les hospitalisations jusqu'à la semaine 22 ; application COVID-19 EHPAD/EMS, extraction du 9 décembre, pour les hospitalisations de patients résidant en Ehpad jusqu'à la semaine 22. Calculs DREES.

¹⁴ D'après l'enquête EHPA 2015, la moitié des résidents d'Ehpad ont plus de 88 ans, et les moins de 80 ans représentent 18 % des effectifs (Muller, M., 2017).

Tableau 1 • Taux d'hospitalisation par catégorie d'âge

Tranche d'âge	EpiCoV (IC 95 %)	SAPRIS (IC 95 %)	Pasteur (IC 95 %)
[0,15)			0,1 % (< 20 ans) (0,07-0,2 %)
[15,30)	0,3 % (0,3-0,4 %)	0,5 (20-29 ans) (0,3-0,7 %)	0,5 % (20-29 ans) (0,3-0,8 %)
[30,40)	0,6 % (0,5-0,7 %)	0,7 % (0,5-0,8 %)	1,1 % (0,6-1,7 %)
[40,50)	0,9 % (0,8-1,2%)	1,2 % (1,0-1,4 %)	1,4 % (0,8-2,3 %)
[50,60)	2,2 % (1,8-2,8%)	3,8 % (3,0-5,0 %)	2,9 % (1,6-4,7 %)
[60,70)	4,5 % (3,2-7,6 %)	6,9 % (5,3-9,0 %)	5,8 % (3,3-9,5 %)
[70,130)	22,6 % (16,6,-35,6 %)	16,3 % (70-79 ans) (12,1-22,2 %) et 30,4 % (80-89 ans) (10,0-98,9 %)	9,3 % (70-79 ans) (5,2-15,1 %) et 26,2 % (>80 ans) (14,8-42,7 %)

Notes > Les éléments de la colonne « SAPRIS » proviennent de l'article intitulé *Ready for a BASE jump? Do not neglect SARS-CoV-2 hospitalization and fatality risks in the middle-aged adult population* (Lapidus N., Paireau J., et al., 2020). Les taux d'hospitalisation y sont calculés en croisant les données SI-VIC avec des estimations du nombre d'infectés estimés à partir de l'enquête SAPRIS décrite dans l'encadré 2. Les éléments de la colonne « Pasteur » proviennent de l'étude *Covid burden paper* (Salje et al., 2020) décrite dans l'encadré 4.

Les données présentées dans le tableau ne sont pas strictement comparables. Celles des deux premières colonnes ont été calculées à partir des données d'enquêtes sérologiques (EpiCoV et SAPRIS). Si l'enquête EpiCoV est représentative de la population de l'ensemble des personnes résidant en France (dans le champ de l'enquête), l'enquête SAPRIS a été ciblée sur trois régions (Île-de-France, Grand-Est et Nouvelle-Aquitaine), et réalisée à partir d'une base de sondage de nature différente puisqu'il s'agit de volontaires de cohortes. Enfin, les résultats estimés par l'Institut Pasteur portent sur un champ comparable à celui d'EpiCoV (France entière, hors Ehpad), mais il s'agit d'estimations à partir d'un modèle de simulation.

Champ > Pour les taux estimés à partir de SI-VIC et EpiCoV : personnes âgées de 15 ans ou plus, résidant en France métropolitaine hors Ehpad.

Source > EpiCoV (INSERM-DREES), vague 1, pour les infections jusqu'à la semaine 20, données pondérées ; SI-VIC, extraction du 4 décembre, pour les hospitalisations jusqu'à la semaine 22 ; application COVID-19 EHPAD/EMS, extraction du 9 décembre, pour les hospitalisations de patients résidant en Ehpad jusqu'à la semaine 22. Calculs DREES.

On retrouve la croissance exponentielle des taux d'hospitalisation avec l'âge dans d'autres études (tableau 1) et les taux sont comparables, bien que les populations à l'étude et méthodes utilisées ne soient pas identiques d'une étude à l'autre.

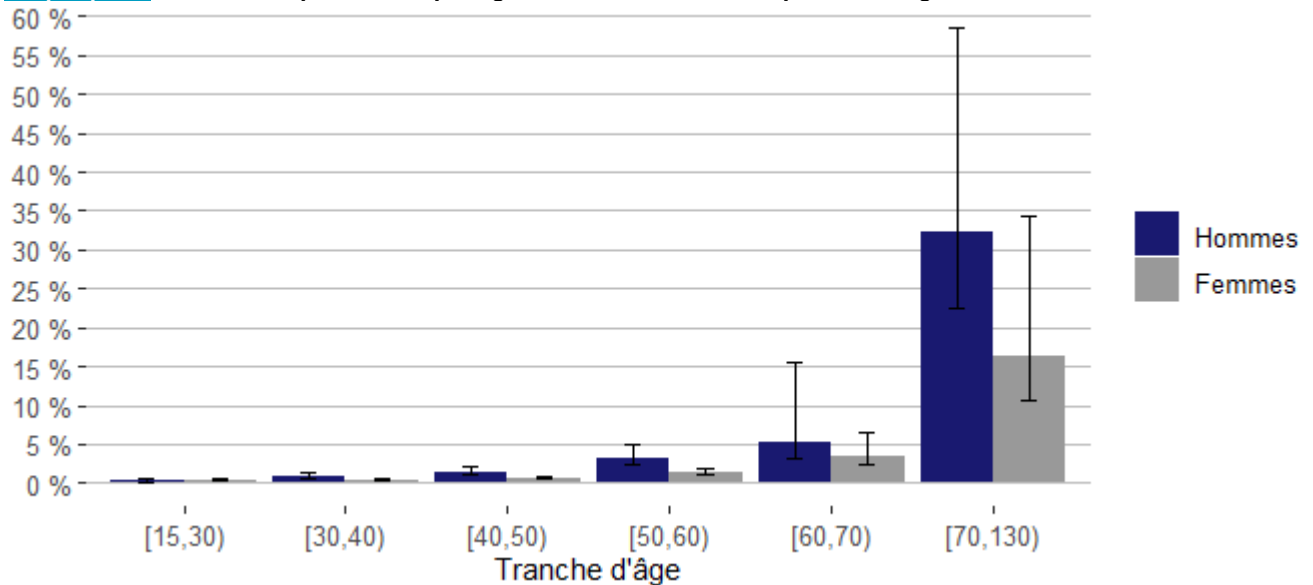
Taux d'hospitalisation par sexe

Les données de l'application COVID-19 EHPAD/EMS ne donnent pas d'informations sur le sexe des résidents hospitalisés/décédés. Pour calculer des taux d'hospitalisation par sexe, on peut tout de même soustraire aux données SI-VIC le nombre d'hospitalisations de résidents en provenance d'Ehpad (pour se rapporter au même champ qu'EpiCoV) en tenant compte du sexe-ratio parmi les résidents en Ehpad (EHPA 2015)¹⁵. Cette approximation n'est valable qu'au premier ordre, car le risque de faire une forme grave de la maladie et d'être hospitalisé n'est pas le même chez les hommes et chez les femmes (Kelada et al., *Cureus*, 2020). Sous cette approximation, on trouve que les hommes sont plus fréquemment hospitalisés que les femmes : 3,7 % (IC = 3,1 ; 4,5 %) contre 1,9 % (IC = 1,7 ; 2,2 %). Par comparaison, les taux estimés par l'Institut Pasteur sont de 3,3 % (IC = 1,8 ; 5,3 %) chez les hommes et de 2,6 % (IC = 1,5 ; 4,3 %) chez les femmes, et ceux estimés à partir de l'enquête SAPRIS sont de 4,0 % (IC = 3,3 ; 4,9 %) chez les hommes et de 2,4 % (IC = 2,1 ; 2,8 %) chez les femmes.

¹⁵ D'après les données de l'enquête EHPA 2015, les résidents d'Ehpad ont une proportion d'hommes de 26 % en moyenne.

Taux d'hospitalisation par sexe-âge et zone géographique-âge

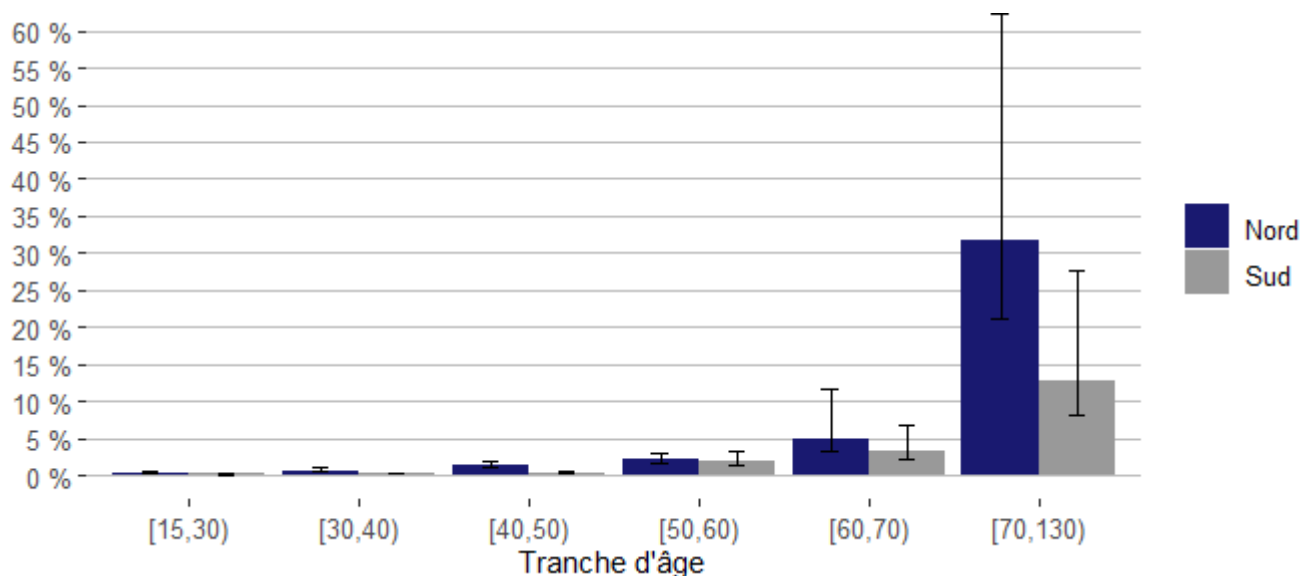
Graphique 5 • Taux d'hospitalisation par âge et sexe au cours de la première vague



Champ > Personnes âgées de 15 ans ou plus, résidant en France métropolitaine hors Ehpad.

Source > EpiCoV (INSERM-DREES), vague 1, pour les infections jusqu'à la semaine 20, données pondérées ; SI-VIC, extraction du 4 décembre, pour les hospitalisations jusqu'à la semaine 22 ; application COVID-19 EHPAD/EMS, extraction du 9 décembre, pour les hospitalisations de patients résidant en Ehpad jusqu'à la semaine 22. Calculs DREES.

Graphique 6 • Taux d'hospitalisation par âge et zone géographique au cours de la première vague



Champ > Personnes âgées de 15 ans ou plus, résidant en France métropolitaine hors Ehpad. Dans EpiCoV, exclusion supplémentaire des personnes résidant en prisons, ainsi que des répondants ayant déclaré une hospitalisation pour Covid-19.

Source > EpiCoV (INSERM-DREES), vague 1, pour les infections jusqu'à la semaine 20, données pondérées ; SI-VIC, extraction du 4 décembre, pour les hospitalisations jusqu'à la semaine 22 ; application COVID-19 EHPAD/EMS, extraction du 9 décembre, pour les hospitalisations de patients résidant en Ehpad jusqu'à la semaine 22. Calculs DREES.

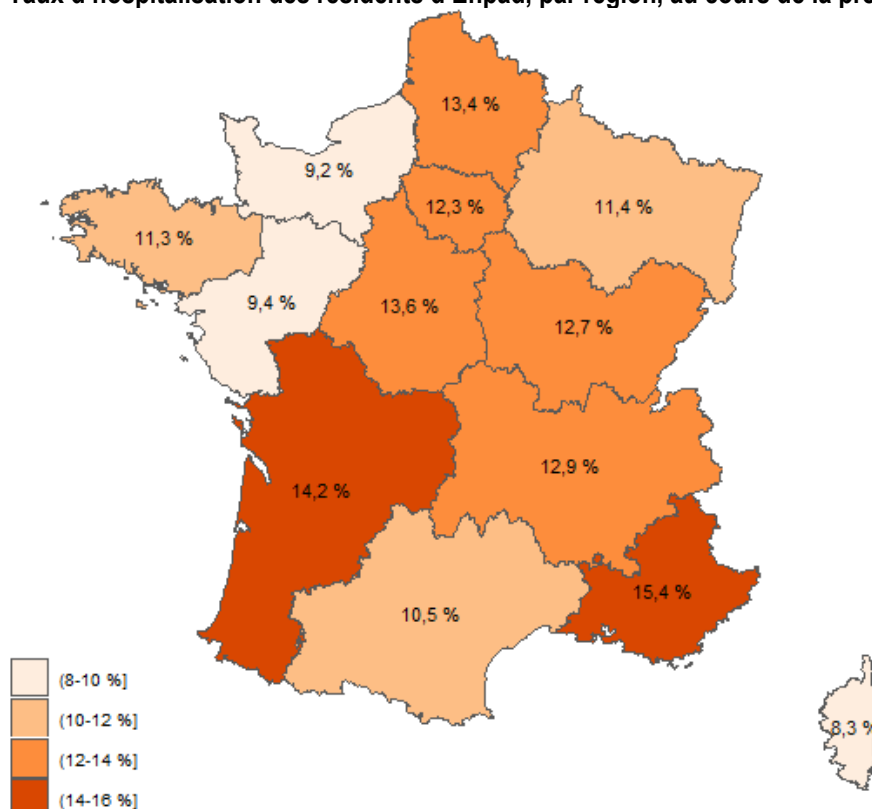
Quel que soit l'âge, les hommes sont plus fréquemment hospitalisés que les femmes lorsqu'ils sont porteurs du virus, et cet écart se creuse particulièrement chez les 70 ans ou plus (graphique 5). Cela est cohérent avec le fait que le genre masculin a été identifié comme un facteur de risque de forme grave de Covid-19, et ce particulièrement chez les plus âgés ([Bhopal & Bhopal, The Lancet, 2020](#)). Les différences Nord / Sud semblent persister par sexe et catégorie d'âge, alors que la saturation dans les hôpitaux a été plus importante au Nord.

Taux d'hospitalisation des résidents d'Ehpad

Le taux d'hospitalisation des résidents d'Ehpad touchés par la Covid-19 est de 12,3 %, contre 22,6 % pour les 70 ans ou plus vivant à domicile selon EpiCoV. La méthode de calcul de ces deux taux est cependant très différente, car en l'absence de dépistage systématique en Ehpad au cours de la première vague, le taux d'hospitalisation en Ehpad concerne essentiellement les résidents infectés et symptomatiques. Compte tenu de la part d'infections asymptomatiques, le nombre d'infectés a pu être sous-estimé. À l'inverse, le nombre d'infectés symptomatiques a pu être surestimé, étant donné que les symptômes de la Covid-19 sont peu spécifiques.

Le taux d'hospitalisation varie de 9,2 % en Normandie à 15,4 % en Provence-Alpes-Côte-D'azur, avec 12,3 % pour l'Île-de-France, 11,4 % pour la région Grand Est et 13,4 % pour les Hauts-de France.

Graphique 7 • Taux d'hospitalisation des résidents d'Ehpad, par région, au cours de la première vague



Champ > Patients résidant en Ehpad, épisodes Covid-19 ayant débuté jusqu'à la semaine 20.
Source > Application COVID-19 EHPAD/EMS. Calculs DREES.

Au-delà de leur différence de niveau, les taux d'hospitalisation des séniors à domicile ou en Ehpad n'ont pas la même signification au sens où, en Ehpad, les cas les plus graves ne donnent pas systématiquement lieu à une hospitalisation du fait de la prise en charge de ces patients dans leur lieu de vie. Celle-ci ne constitue donc pas un marqueur des formes les plus sévères de la maladie. Ainsi, parmi les décès de résidents en Ehpad du fait de la Covid-19, 74 % en première vague et 73 % en seconde vague ont eu lieu dans l'établissement, et non dans le cadre d'une hospitalisation.

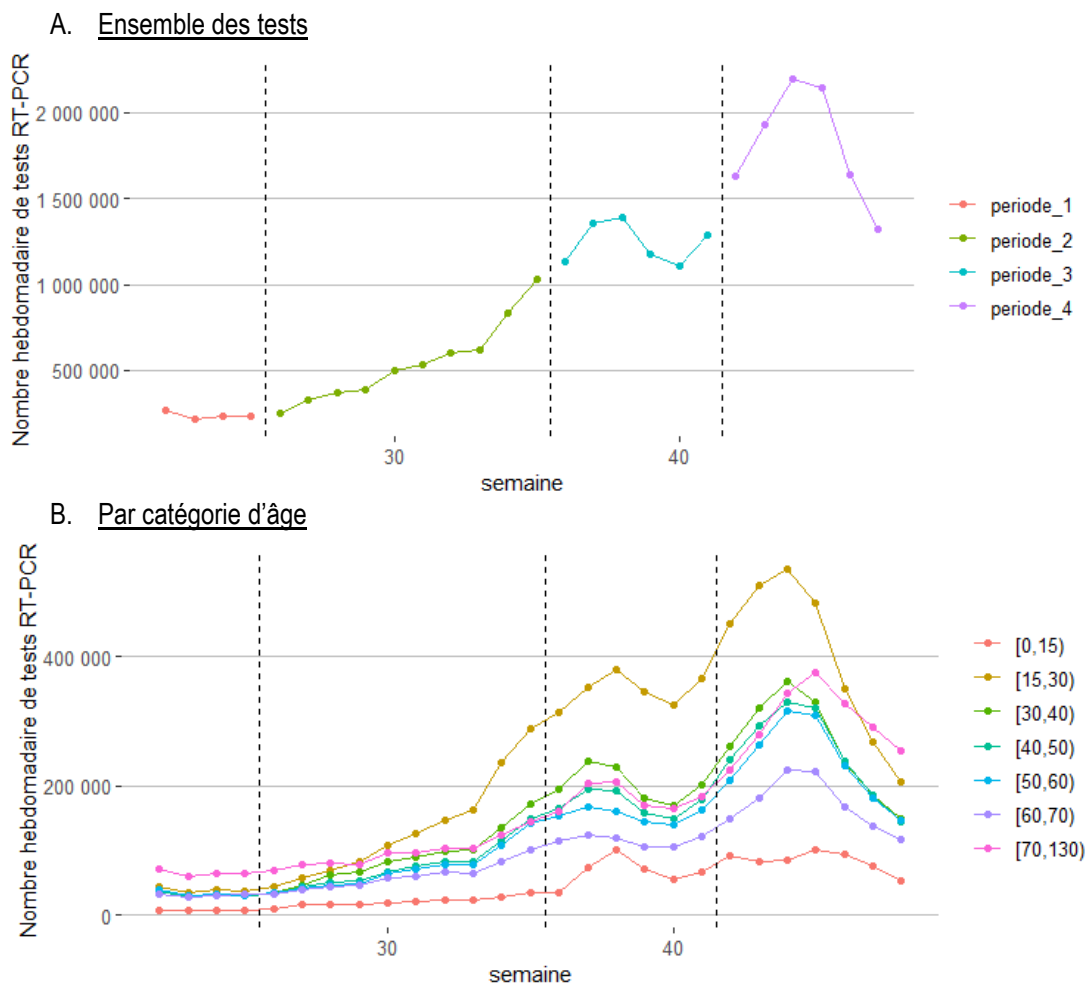
CAPACITÉ DE DÉTECTION DU SYSTÈME DE DÉPISTAGE SI-DEP

Nombre de tests effectués sur différentes périodes

Le nombre de tests effectués en dates de prélèvement n'est pas constant. On peut distinguer quatre périodes : une première période avec un faible nombre de tests entre le 25 mai et le 21 juin (soit de la semaine 22 à la semaine 25) avec en moyenne 235 000 tests par semaine, une deuxième période avec une montée en puissance du nombre de tests entre le 22 juin et le 30 août (nombre de tests passant de 254 000 en semaine 26 à 1 041 000 en semaine 35), une troisième période avec un nombre de tests élevé et plus ou moins stabilisé (du 31 août au 11 octobre, soit de la semaine 36 à la semaine 41) avec en moyenne 1 240 000 tests par semaine, et une dernière période sur laquelle le nombre maximal de tests est atteint, mais avec une tendance à la baisse marquée en cours de période (du 12 octobre au 22 novembre, soit de la semaine 42 à la semaine 47) avec en moyenne 1 809 000 tests par semaine.

La montée en charge du nombre de tests ne s'est pas faite uniformément entre régions (annexe 2), avec des contrastes marqués dans les DOM.

Graphiques 8 • Nombre de tests RT-PCR effectués en France métropolitaine (par semaine de prélèvement)



Champ > Tests RT-PCR remontés dans les envois quotidiens SI-DEP reçus par la DREES jusqu'au 3 décembre 0h. Suppression des lignes avec pseudonymes manquants et des tests en doublon. Exclusion des tests réalisés dans les DOM.
Source > SI-DEP, extraction du 3 décembre ; calculs DREES.

Taux d'hospitalisation par âge chez les personnes testées positives par RT-PCR

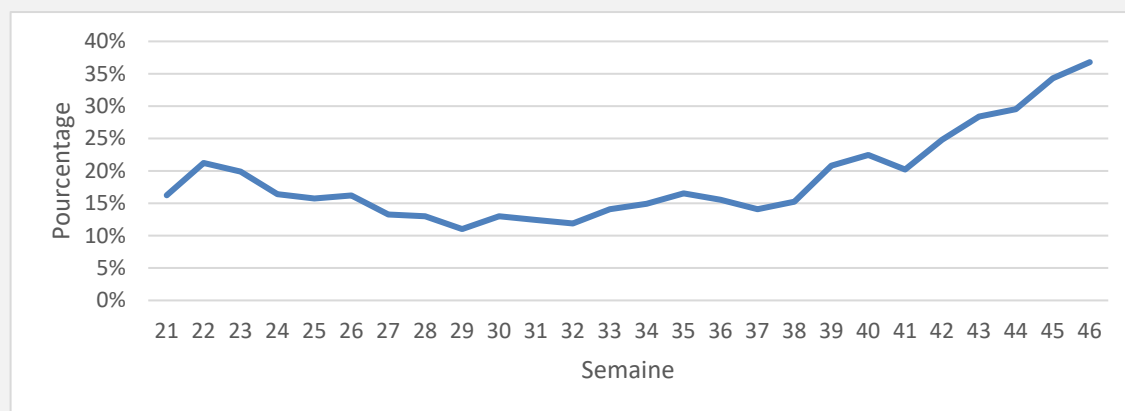
En rapprochant les données SI-DEP et SI-VIC, on estime le taux d'hospitalisation des personnes testées positives. Pour cela, il faut ramener autant que faire se peut les deux bases de données sur un champ comparable. Pour cette analyse, on garde les individus de moins de 15 ans, mais on continue à exclure les personnes âgées vivant en Ehpad. En effet, bien que les données issues de SI-VIC et de SI-DEP soient exhaustives sur les hospitalisations Covid-19 et sur les tests RT-PCR respectivement, les taux d'hospitalisation chez les plus âgés sont probablement différents dans les Ehpad que dans le reste de la population (*cf. supra*), et l'effort de dépistage est plus élevé dans ces structures que dans le reste de la population du même âge [encadré 5]. L'exclusion des résidents d'Ehpad permet de rendre comparables les taux d'hospitalisation estimés à partir de SI-VIC et de SI-DEP à ceux estimés en première partie à partir de SI-VIC et d'EpiCoV. On continue, pour ces mêmes raisons, à exclure les DOM.

Encadré 5 • Taux d'hospitalisation des résidents d'Ehpad testés positifs par RT-PCR au cours de la seconde vague

Avec la montée en puissance du dépistage, il est possible de prendre en compte uniquement les résidents ayant été testés positifs à la Covid-19 pour estimer les taux d'hospitalisation sur la seconde vague. On trouve ainsi 11,4 % d'hospitalisations parmi les résidents touchés par la Covid-19 ayant un test de dépistage positif (pour les Ehpad aux épisodes de Covid-19 terminés¹⁶). Ce chiffre est proche de celui obtenu en première vague, cependant, il est impossible de comparer les deux vagues à partir de ces résultats, étant donnée la différence de méthodologie. Ce taux d'hospitalisation parmi les cas confirmés varie entre 7,4 % en Centre-Val-de-Loire à 17,3 % en Île-de-France.

Pour comparer avec les personnes des mêmes tranches d'âges vivant à domicile, il est important de soustraire les résidents d'Ehpad du calcul du taux d'hospitalisation par tranche d'âge à partir du nombre de tests RT-PCR positifs remonté dans SI-DEP. En effet, les résidents d'Ehpad ont été ciblés par des campagnes de dépistage massif, et ceux-ci ont donc été beaucoup plus testés que les individus de la même tranche d'âge vivant à domicile (graphique E5). Ainsi, la probabilité qu'un individu de 70 ans ou plus touché par la Covid-19 d'être testé est significativement plus grande s'il vit en Ehpad que s'il vit à domicile : 6 % des 70 ans ou plus vivent en Ehpad, alors qu'ils représentent plus de 15 % des individus de 70 ans ou plus testés depuis début août, et même plus de 25 % depuis mi-octobre.

Graphique E5 • Nombre de tests réalisés sur les 70 ans ou plus qui sont des résidents d'Ehpad rapporté au nombre de tests réalisés sur les 70 ans ou plus



Champ > Tests RT-PCR réalisés sur les 70 ans ou plus, remontés dans les envois quotidiens SI-DEP reçus par la DREES jusqu'au 3 décembre 0h. Suppression des lignes avec pseudonymes manquants et des tests en double.
Source > SI-DEP, extraction le 3 décembre ; calculs DREES.

Le taux d'hospitalisation de la population testée positive (à l'exclusion des résidents d'Ehpad) est estimé pour chaque sous-période. Il correspond ici au nombre de personnes infectées par le SARS-CoV-2 admises à l'hôpital¹⁷ sur chacune des quatre périodes, rapporté au nombre de personnes testées positives¹⁸ sur la période, avec un

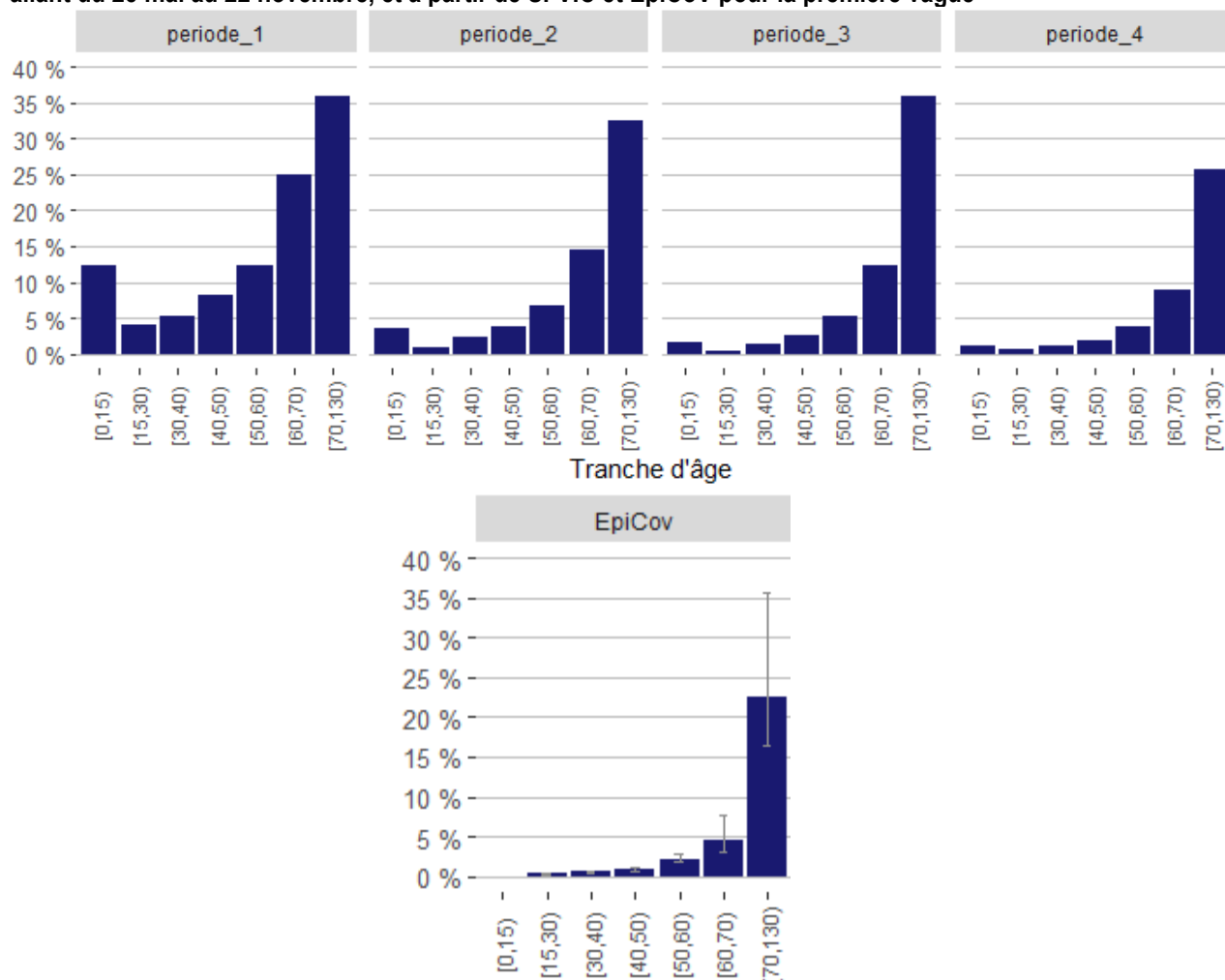
¹⁶ Un épisode est ici considéré « terminé » lorsque le dernier formulaire quotidien rempli par l'établissement date d'il y a plus de 14 jours. Cette définition inclut donc davantage d'épisodes que les seuls épisodes qui ont été explicitement clôturés par Santé Publique France à la date d'extraction des données. Ce choix a été réalisé car les clôtures sont effectuées en collaboration entre plusieurs acteurs et sont donc régulièrement faites avec plusieurs jours de retard après la fin de la dernière infection.

¹⁷ Dans les données SI-VIC, on se focalise sur les patients admis en MCO, ainsi que hors MCO en cas de décès à l'hôpital. Les hospitalisations de patients en provenance d'Ehpad sont filtrées à partir des données de l'application COVID-19 EHPAD/EMS.

¹⁸ Un filtre est appliqué sur la modalité « type de lieu de résidence » pour exclure les tests effectués sur des résidents d'Ehpad.

décalage d'une semaine¹⁹ pour tenir compte du fait que la détection de l'infection est, dans la plupart des cas²⁰, antérieure à l'hospitalisation. On ne travaille pas sur le nombre de tests positifs mais sur le nombre de personnes testées positives. Si une même personne a été testée plusieurs fois positive, on ne conserve que son premier test positif. Comme précisé ci-dessus, les résidents en Ehpad sont exclus à la fois des hospitalisations et du nombre de personnes testées positives.

Graphiques 9 • Taux d'hospitalisation par âge calculés à partir de SI-DEP et Si-VIC sur quatre périodes allant du 25 mai au 22 novembre, et à partir de SI-VIC et EpiCoV pour la première vague



Champ > Personnes résidant en France métropolitaine hors Ehpad.

Source > EpiCoV (INSERM-DREES), vague 1, pour les infections jusqu'à la semaine 20, données pondérées ; SI-VIC, extraction du 4 décembre, pour les hospitalisations ; application COVID-19 EHPAD/EMS, extraction du 9 décembre, pour les hospitalisations de patients résidant en Ehpad ; SI-DEP, extraction du 3 décembre pour le nombre de personnes testées positives. Calculs DREES.

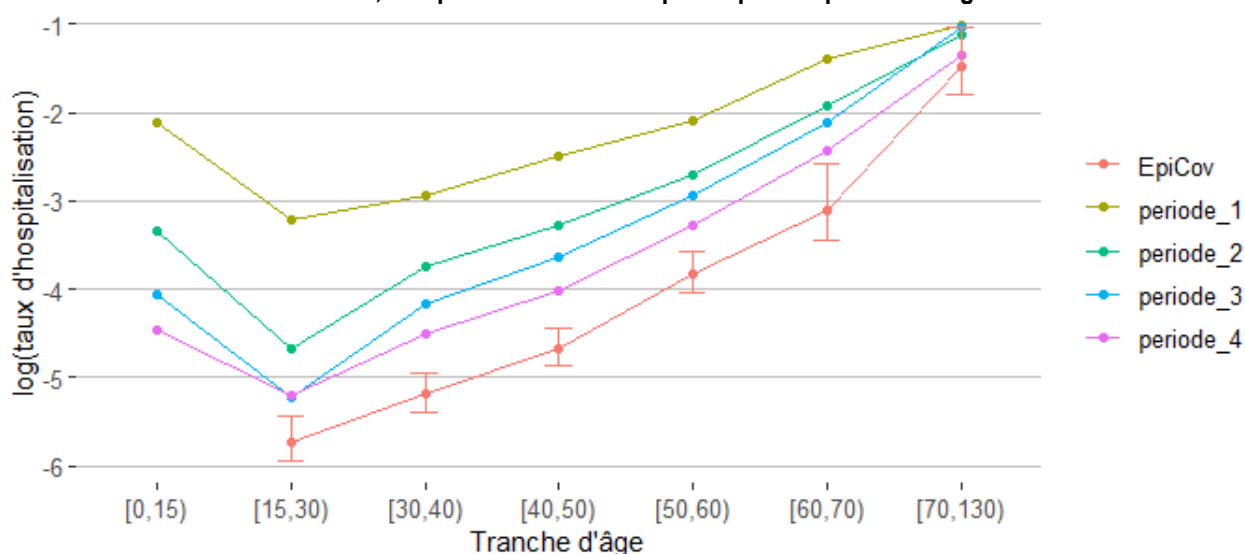
On retrouve la croissance exponentielle du taux d'hospitalisation avec l'âge à partir de 15 ans, avec des différences importantes selon les périodes (graphiques 9). La comparaison des taux entre périodes a pour limite le fait que le nombre de tests effectués, et donc la probabilité de détection d'un individu positif dans la population, ne sont pas constants. Les taux obtenus chez les moins de 15 ans sont probablement dus aux petits effectifs testés parmi cette catégorie d'âge sur toutes les périodes, mais pourraient également refléter une plus grande propension à se rendre à l'hôpital dès les premiers signaux d'alarme chez les enfants, notamment en bas-âge.

¹⁹ Ainsi, le taux d'hospitalisation en période 3 (semaines 36 à 41) est le rapport du nombre de personnes hospitalisées en MCO ou décédées à l'hôpital hors MCO (à l'exclusion des personnes en provenance d'Ehpad) entre les semaines 37 et 42 sur le nombre de personnes testées positives entre les semaines 36 et 41 (hors tests réalisés en Ehpad).

²⁰ On ne conserve que le premier test positif par personne. Ainsi, une personne infectée hospitalisée ayant été testée positive pour la première fois en ville (par exemple en cas d'apparition de symptômes ou si elle se découvre cas contact) avant son hospitalisation, puis une seconde fois à l'hôpital au moment de son hospitalisation, sera considérée positive la semaine de son premier test seulement. En revanche si le premier test de la personne intervient directement lors de l'admission à l'hôpital, il n'y a pas de décalage entre la date de dépistage et d'hospitalisation.

En période 1, les taux d'hospitalisation sont plus importants qu'en période 2, et ils continuent de décroître en périodes 3 et 4 (sauf en période 3 chez les 70 ans ou plus), ce qui est cohérent avec la multiplication du nombre de tests qui permet de capter une part de plus en plus grande des personnes réellement contaminées. Quelle que soit la période, le nombre de personnes testées positives calculé à partir de SI-DEP est inférieur au nombre réel de personnes nouvellement contaminées, puisque le dépistage ne couvre pas l'ensemble de la population. Le nombre d'hospitalisations étant, lui, exhaustif, il faut s'attendre à ce que les taux d'hospitalisation calculés à partir de SI-DEP soient supérieurs à ceux calculés à partir d'EpiCoV (sous l'hypothèse de non-évolution des taux d'hospitalisation au cours de l'épidémie), ce qui est bien le cas. La distribution des taux d'hospitalisation par âge estimée à partir de SI-DEP se rapproche avec le temps de celle estimée à partir d'EpiCoV. L'écart semble se resserrer à mesure que la capacité de dépistage augmente.

Graphique 10 • Taux d'hospitalisation par âge calculés à partir de SI-DEP et Si-VIC sur quatre périodes allant du 25 mai au 22 novembre, et à partir de SI-VIC et EpiCoV pour la première vague



Champ > Personnes résidant en France métropolitaine hors Ehpad.
Source > EpiCoV (INSERM-DREES), vague 1, pour les infections jusqu'à la semaine 20, données pondérées ; SI-VIC, extraction du 4 décembre, pour les hospitalisations ; application COVID-19 EHPAD/EMS, extraction du 9 décembre, pour les hospitalisations de patients résidant en Ehpad ; SI-DEP, extraction du 3 décembre pour le nombre de personnes testées positives. Calculs DREES.

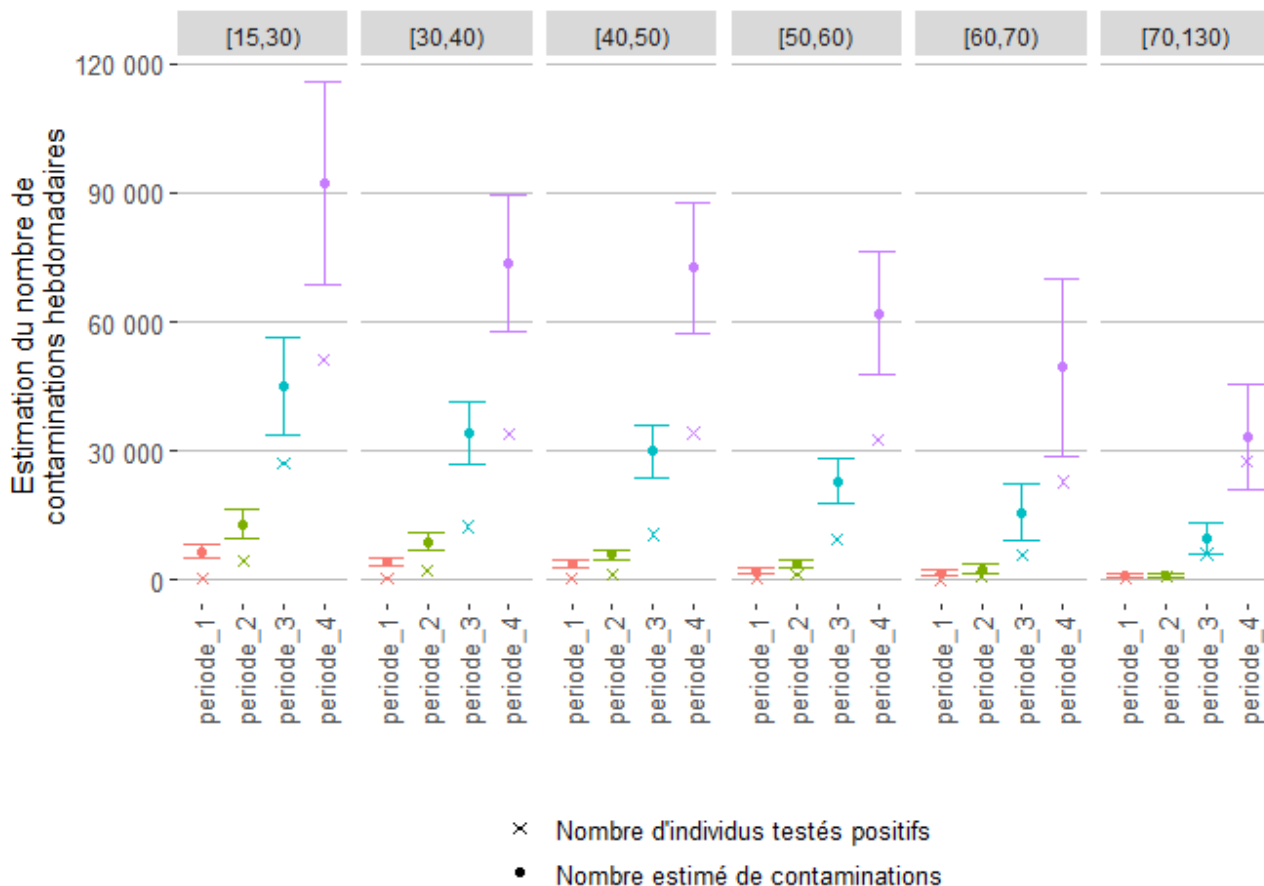
Estimations du nombre de contaminations et de la capacité de détection des tests virologiques au sein de la population d'étude

Nombre de contaminations

Le nombre réel de nouvelles contaminations hebdomadaires n'est pas connu. Les tests virologiques permettent de détecter une partie des personnes contaminées, mais puisque ces tests ne concernent pas l'ensemble de la population on peut supposer qu'une fraction des personnes infectées ne se fait pas tester. À la spécificité près des tests virologiques, les résultats positifs de ces tests donnent donc une sous-estimation du nombre réel de contaminations.

En faisant l'hypothèse que les taux d'hospitalisation par catégorie d'âge, estimés sur la première vague de l'épidémie (partie 1), sont demeurés stables au cours du temps, on peut inférer le nombre de contaminations correspondant au nombre d'hospitalisations observées depuis la fin du mois de mai. Pour chacune des quatre périodes identifiées, on estime ainsi un nombre de contaminations par catégorie d'âge et par période, en multipliant le nombre de personnes hospitalisées par l'inverse des taux d'hospitalisation par catégorie d'âge.

Graphique 11 • Estimations du nombre hebdomadaire moyen de contaminations, par période et catégorie d'âge.



Champ > Personnes âgées de 15 ans ou plus, résidant en France métropolitaine hors Ehpad.

Source > EpiCoV (INSERM-DREES), vague 1, données pondérées ; SI-VIC, extraction du 4 décembre, pour les hospitalisations ; application COVID-19 EHPAD/EMS, extraction du 9 décembre, pour les hospitalisations de patients résidant en Ehpad jusqu'à la semaine 22 ; SI-DEP, extraction du 3 décembre, pour le nombre de personnes testées positives. Calculs DREES.

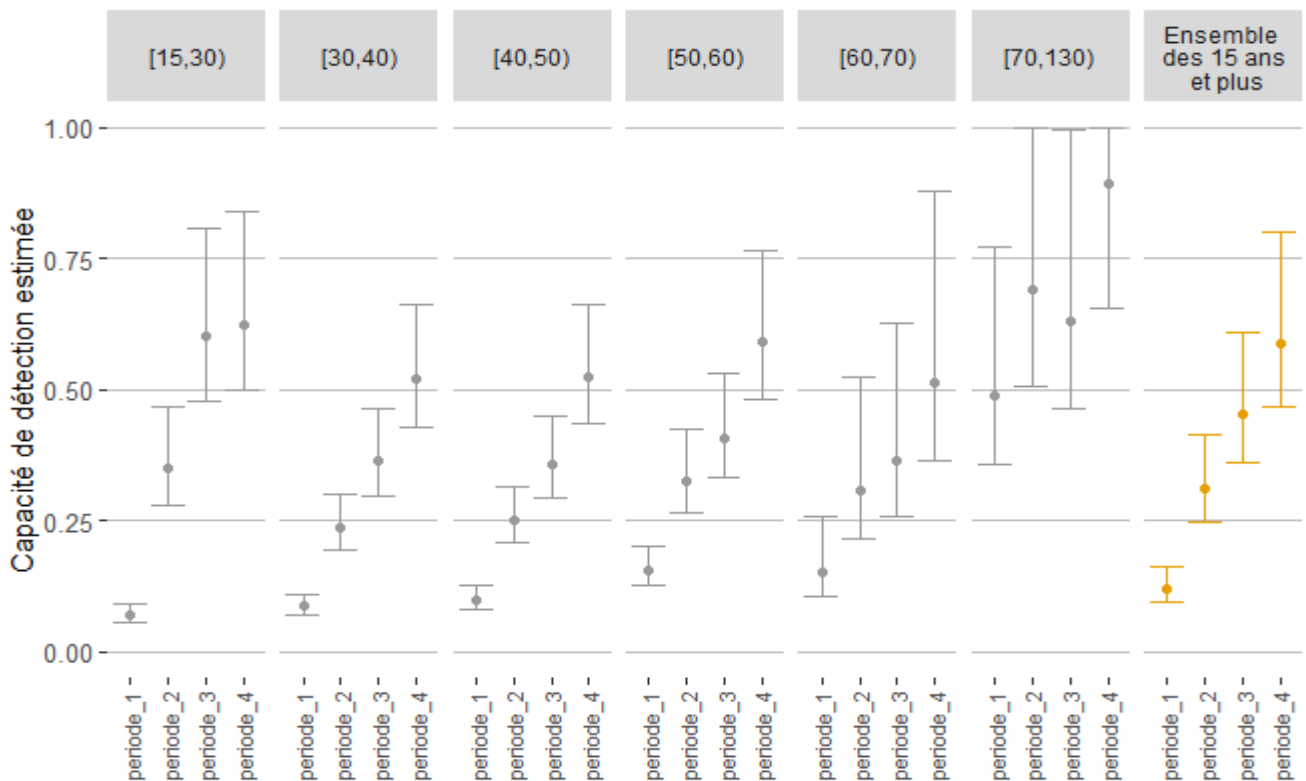
On estime ainsi que depuis le début de l'épidémie, environ 6 330 000 personnes de France métropolitaine de 15 ans ou plus, résidant hors Ehpad, ont été infectées par le Sars-CoV-2, ce qui représente 12,0 % de cette population.

Capacité de dépistage

Afin de comparer ces nombres estimés de contaminations aux nombres de personnes testées positives, on tient compte du fait qu'il y a un décalage temporel entre l'infection et l'hospitalisation d'une part et entre l'infection et le dépistage par RT-PCR d'autre part. En première approximation, et comme on raisonne ici en semaines, on peut supposer qu'il s'écoule environ deux semaines entre l'infection et l'hospitalisation et une semaine entre l'infection et le dépistage. Il y a donc un décalage d'une semaine entre le dépistage et l'hospitalisation. Par exemple, pour inférer le nombre de contaminations sur les semaines 35 à 40, on prend en compte les hospitalisations sur les semaines 37 à 42. Ce nombre de contaminations est ensuite rapporté au nombre de personnes testées positives sur les semaines 36 à 41.

Ainsi, pour chacune des quatre périodes et chaque catégorie d'âge, on détermine le rapport entre le nombre de personnes testées positives et le nombre de personnes contaminées, ce qui nous donne une idée de la capacité de détection du système de dépistage sur chaque période et pour chaque catégorie d'âge (graphique 12).

Graphique 12 • Estimations des capacités de détection du système de dépistage par tests RT-PCR, par période et catégorie d'âge (en %).



Champ > Personnes âgées de 15 ans ou plus, résidant en France métropolitaine hors Ehpad.

Source > EpiCoV (INSERM-DREES), vague 1, données pondérées ; SI-VIC, extraction du 4 décembre, pour les hospitalisations ; application COVID-19 EHPAD/EMS, extraction du 9 décembre, pour les hospitalisations de patients résidant en Ehpad jusqu'à la semaine 22 ; SI-DEP, extraction du 3 décembre, pour le nombre de personnes testées positives. Calculs DREES.

La capacité de détection du dispositif SI-DEP (tests RT-PCR) a augmenté régulièrement depuis fin mai 2020, passant de 12 % (IC = 10 ; 16 %) en juin à 31 % (IC = 25 ; 41 %) en juillet-août, 45 % (IC = 36 ; 61 %) en septembre/début octobre et 59 % (IC = 47 ; 80 %) mi-octobre/fin novembre. La capacité de détection est plus importante chez les personnes de 70 ans ou plus que dans les autres classes d'âge.

Discussion

La qualité des résultats obtenus et présentés dans cette deuxième partie dépend avant tout de la précision avec laquelle les taux d'hospitalisation par catégorie d'âge ont été estimés.

Les taux d'hospitalisation appliqués dans cette partie ont pu être surestimés : soit parce que les taux estimés à partir d'EpiCoV l'ont été, soit parce que les taux d'hospitalisation par âge ont globalement diminué après la première vague. Si les taux appliqués sont surestimés, alors le nombre de contaminations est sous-estimé et les capacités de dépistage sont, elles, surestimées. C'est l'inverse si les taux d'hospitalisation calculés ont été sous-estimés.

Les éléments en faveur d'une sous-estimation du nombre de personnes contaminées, et donc d'une surestimation des taux d'hospitalisation calculés à partir d'EpiCoV sont la perte des anticorps avec le temps ou l'absence de développement d'anticorps en cas d'infection, étant donné que l'enquête EpiCoV ne compte que les personnes qui ont développé des anticorps en quantité suffisante pour pouvoir être détectés. Inversement, ce qui pourrait conduire à une surestimation du nombre de personnes contaminées est d'avoir compté à tort des résultats de tests sérologiques comme positifs. En effet, les estimations du nombre de personnes contaminées résultent de la combinaison de plusieurs tests sérologiques, dont les résultats comptent des faux négatifs et des faux positifs.

Les éléments hypothétiques qui pourraient nuancer l'hypothèse de stabilité des taux d'hospitalisation au cours du temps sont : (i) la diminution du recours à l'hospitalisation dans certains cas avec une augmentation de la prise en charge à domicile ; et (ii) l'évolution du contexte sanitaire entre la première et la seconde vague de l'épidémie, avec une meilleure sensibilisation des personnes les plus vulnérables (grand âge, présence de comorbidités), qui pourraient être amenées à davantage se protéger.

Par ailleurs, dans l'inférence du nombre de contaminations à partir du nombre d'hospitalisations, on n'a pas tenu compte des disparités régionales observées sur les taux d'hospitalisation. Comme on l'a vu ces disparités semblent en partie s'expliquer par des structures d'âge différentes, mais il pourrait y avoir en plus des différences dues à d'autres facteurs non pris en compte ici. Ainsi, selon la façon dont l'épidémie se déploie localement, les taux d'hospitalisation globaux peuvent évoluer.

Le nombre de personnes testées positives utilisé pour estimer la capacité de détection de SI-DEP ne tient pas compte de la sensibilité et de la spécificité des tests de RT-PCR, c'est-à-dire du fait que ces tests peuvent donner des résultats faussement positifs ou faussement négatifs. On détermine donc la capacité de détection sans prendre en compte ces erreurs potentielles. Ainsi, la capacité du système de dépistage à détecter une personne infectée tient compte à la fois du fait que cette personne est allée se faire dépister par RT-PCR, et qu'elle n'a pas obtenu de résultat faussement négatif.

■ BIBLIOGRAPHIE

[Bhopal S. & Bhopal R. \(2020\). Sex differential in COVID-19 mortality varies markedly by age. *The Lancet* 396 \(10250\), 535-533.](#)

[Carrat F., de Lamballerie X., Rahib D. et al. \(2020\). Seroprevalence of SARS-CoV-2 among adults in three regions of France following the lockdown and associated risk factors: a multicohort study. *MedRxiv* \(pre-print\).](#)

[Diallo C. T., Leroux I. \(2020\). Les établissements d'hébergement pour personnes âgées \(fiche 17\). Dans *L'aide et l'action sociales en France - Édition 2020* \(p. 109-115\). Paris, France : DREES, coll. Panoramas de la DREES-social.](#)

[Dubost C.L., Pollak C., Rey S. \(2020\). Les inégalités sociales face à l'épidémie de Covid-19. *Les dossiers de la DREES*, 62.](#)

[Gallian P., Pastorino B., Morel P., Chiaroni J., Ninove L., de Lamballerie X. \(2020\). Lower prevalence of antibodies neutralizing SARS-CoV-2 in group O French blood donors. *Antiviral research* 181, 104880.](#)

[Kelada M., Anto A., Dave K. Saleh S.N. \(2020\). The Role of Sex in the Risk of Mortality From COVID-19 Amongst Adult Patients: A Systematic Review. *Cureus* 12\(8\): e10114.](#)

[Lapidus N., Paireau J., Bruhki-Levy D., de Lamballerie X., Severi G., Touvier M., Zins M., Cauchemez S., Carrat S. \(2020\). Ready for a BASE jump? Do not neglect SARS-CoV-2 hospitalization and fatality risks in the middle-aged adult population. *MedRxiv* \(pre-print\).](#)

[Long Q.X., Liu B.Z., Deng H.J. et al \(2020\). Antibody responses to SARS-CoV-2 in patients with COVID-19. *Nature Medicine* 26, 845–848.](#)

[Muller M. \(2017\). 728 000 résidents en établissements d'hébergement pour personnes âgées en 2015. *Études et Résultats*, 1015.](#)

[Salje H., Tran Kiem C., Lefrancq N., Courtejoie N., Bosetti P., Paireau J., Andronico A., Hozé N., Richet J., Dubost C.-L., Le Strat Y., Lessler J., Levy-Bruhl D., Fontanet A., Opatowski L., Boelle P.-Y., Cauchemez S. \(2020\). Estimating the burden of SARS-CoV-2 in France. *Science* 369 \(6500\), 208-211.](#)

[SpFrance \(2020\). Aide au remplissage des signalements de cas de COVID-19 dans les ESMS - Guide méthodologique. Saint-Maurice, Santé publique France, 29 p.](#)

[Warszawski J., Bajos N., Meyer L., de Lamballerie X., Seng R., Beaumont A.-L., Slama R., Hisbergues M., Rahib D., Lydié N., Legendre B., Barlet M., Rey S., Raynaud P., Leduc A., Costemalle V., Beck F., Legleye S., Castell L., Givord P., Favre-Martinoz C., Paliod N., Silhol J., Sillard P \(2020\). En mai 2020, 4,5 % de la population en France métropolitaine a développé des anticorps contre le SARS-CoV-2. *Études et Résultats*, 1167.](#)

Annexes

L'annexe 1 donne la table de correspondance entre les périodes, les semaines et les jours de l'année.

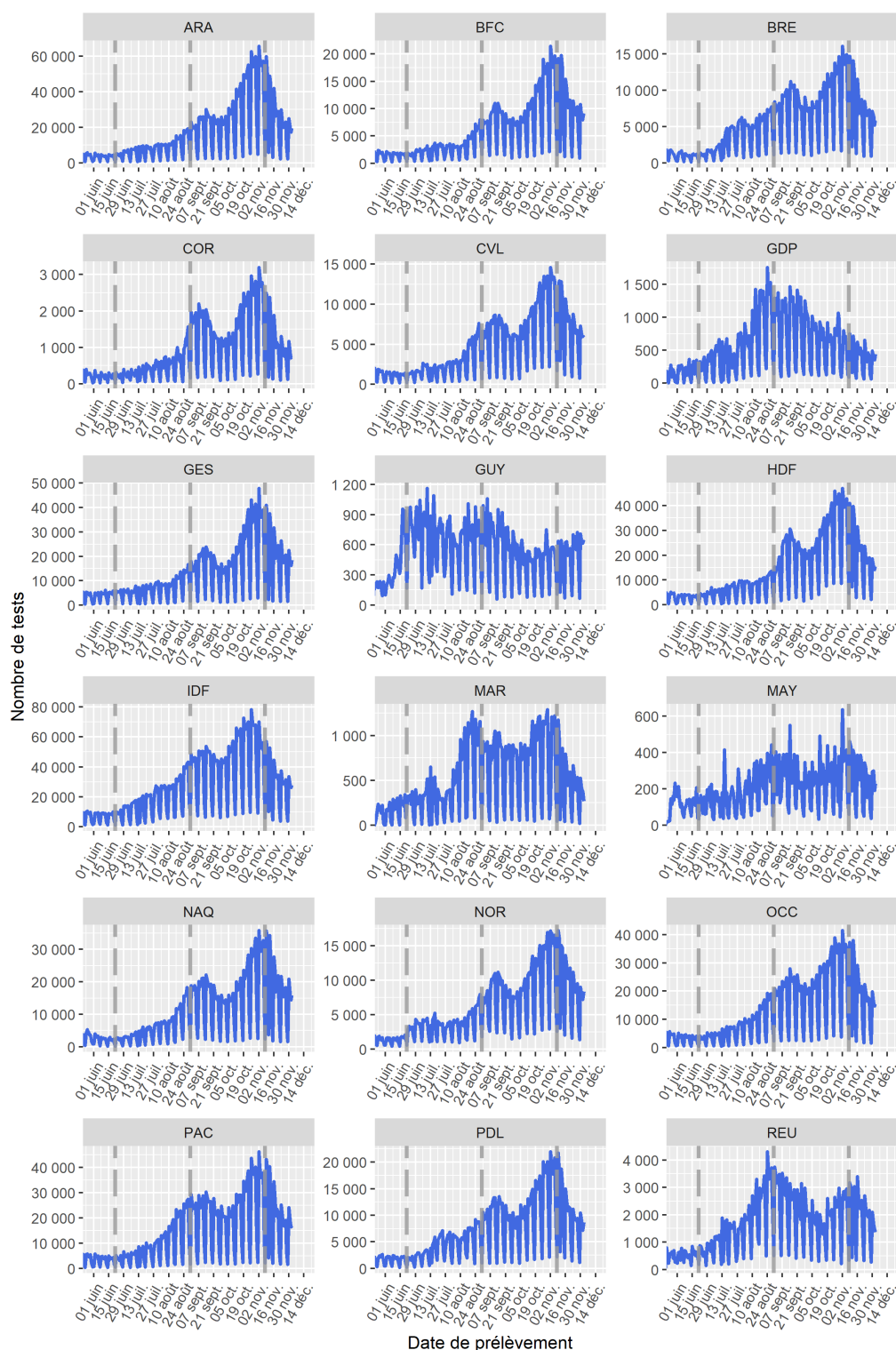
L'annexe 2 indique le nombre de tests effectués par régions.

L'annexe 3 est un dictionnaire des sigles.

Annexe 1 - Tableau de correspondance entre les numéros de semaine et les jours correspondants

Période	Semaine	Date du lundi	Date du dimanche
	9	24/02/2020	01/03/2020
	10	02/03/2020	08/03/2020
	11	09/03/2020	15/03/2020
	12	16/03/2020	22/03/2020
	13	23/03/2020	29/03/2020
	14	30/03/2020	05/04/2020
	15	06/04/2020	12/04/2020
	16	13/04/2020	19/04/2020
	17	20/04/2020	26/04/2020
	18	27/04/2020	03/05/2020
	19	04/05/2020	10/05/2020
	20	11/05/2020	17/05/2020
	21	18/05/2020	24/05/2020
Période 1	22	25/05/2020	31/05/2020
	23	01/06/2020	07/06/2020
	24	08/06/2020	14/06/2020
	25	15/06/2020	21/06/2020
Période 2	26	22/06/2020	28/06/2020
	27	29/06/2020	05/07/2020
	28	06/07/2020	12/07/2020
	29	13/07/2020	19/07/2020
	30	20/07/2020	26/07/2020
	31	27/07/2020	02/08/2020
	32	03/08/2020	09/08/2020
	33	10/08/2020	16/08/2020
	34	17/08/2020	23/08/2020
35	24/08/2020	30/08/2020	
Période 3	36	31/08/2020	06/09/2020
	37	07/09/2020	13/09/2020
	38	14/09/2020	20/09/2020
	39	21/09/2020	27/09/2020
	40	28/09/2020	04/10/2020
	41	05/10/2020	11/10/2020
Période 4	42	12/10/2020	18/10/2020
	43	19/10/2020	25/10/2020
	44	26/10/2020	01/11/2020
	45	02/11/2020	08/11/2020
	46	09/11/2020	15/11/2020
	47	16/11/2020	22/11/2020

Annexe 2 - Nombre de tests RT-PCR par région et par date de prélèvement depuis le 1^{er} juin



Note > ARA : Auvergne-Rhône-Alpes, BFC : Bourgogne-Franche-Comté, BRE : Bretagne, COR : Corse, CVL : Centre-Val de Loire, GES : Grand-Est, HDF : Hauts-de-France, IDF : Île-de-France, NAQ : Nouvelle-Aquitaine, NOR : Normandie, OCC : Occitanie, PAC : Provence-Alpes-Côte d'Azur, PDL : Pays de la Loire.

Champ > Tests RT-PCR remontés dans les envois quotidiens SI-DEP reçus par la DREES jusqu'au 3 décembre 0h. Suppression des lignes avec pseudo-nomes manquants et des tests en doublon.

Source > SI-DEP, extraction le 3 décembre ; calculs DREES.

Annexe 3 - Dictionnaire des sigles

DREES : Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques

EHPA(D) : établissement pour personnes âgées (dépendantes)

ELISA : dosage d'immunoabsorption par enzyme liée

EpiCoV : enquête « Épidémiologie et conditions de vie »

ESMS : établissements sociaux ou médico-sociaux

MCO : Médecine- chirurgie-obstétrique

NP : recherche d'anticorps contre la nucléoprotéine N

RT-PCR : Réaction de polymérisation en chaîne par transcription inverse

SAPRIS : enquête « Santé, pratiques, relations et inégalités sociales en population générale pendant la crise COVID 19 »

SI-DEP : système d'information de dépistage

SI-VIC : système d'information d'identification et de suivi des victimes d'attentats et de situations sanitaires exceptionnelles

SNT : séroneutralisation

SPF : Santé publique France

USLD : unité de soins de longue durée

Les dossiers de la DREES

N° 72 • décembre 2020

À la veille du deuxième confinement, le système de dépistage
détectait plus de la moitié des personnes infectées par la Covid-19

Directeur de la publication
Fabrice Lengart

Responsable d'édition
Souphaphone Douangdara

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 et nos données sur www.data.drees.sante.fr
