

LA COVID-19 AU LUXEMBOURG

LE GRADIENT SOCIAL DE L'ÉPIDÉMIE

Philippe Van Kerm

Luxembourg Institute of Socio-Economic
Research (LISER) & Université du Luxembourg

Ioana Cristina Salagean

Institut National de la Statistique
et des Etudes Economiques – STATEC

Fofo Senyo Amétépé

Institut National de la Statistique
et des Etudes Economiques – STATEC



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de la Santé

STATEC

LISER
LUXEMBOURG INSTITUTE OF
SOCIO-ECONOMIC RESEARCH



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de la Sécurité sociale

Inspection générale de la sécurité sociale

PRÉFACE

Les politiques de santé publique ont pour objectif de préserver et d'améliorer l'état de santé de la population. Elles visent à assurer une gestion cohérente et efficace des ressources du système de santé et à permettre un accès équitable et de qualité égale pour tous.

Leur orientation et leur mise en oeuvre requièrent une compréhension des inégalités en matière de santé au sein de la population. La notion d'inégalités de santé fait référence aux disparités qui existent dans l'état de santé des individus pour autant que ces disparités soient liées à des facteurs sociaux, économiques, environnementaux ou encore à l'accès aux soins. Ces inégalités de santé sont façonnées par les circonstances dans lesquelles les gens grandissent, vivent, travaillent et vieillissent, ainsi que par les systèmes de prévention et de soins mis en place.

Pour mieux comprendre les inégalités en matière de santé, le Ministère de la Santé luxembourgeois a mis en place en 2020 le projet "Santé pour tous". Ce projet contribuera à tirer des leçons de la crise sanitaire déclenchée par le virus SARS-CoV-2 et à évaluer les forces et les faiblesses du système de santé luxembourgeois. Il est le fruit d'une collaboration entre le STATEC (Institut national de la statistique et des études économiques), le Luxembourg Institute of Socio-Economic Research (LISER), la Direction de la santé (DISA) et l'Inspection générale de la sécurité sociale du Luxembourg (IGSS). En 2021, les personnes chargées de la mission de créer l'Observatoire national de la santé du Luxembourg se sont associées aux travaux du projet et ont contribué à orienter leur évolution.

Les auteurs de ce premier rapport remercient l'IGSS et la DiSa pour la mise à disposition et la documentation des données utilisées. Leur gratitude va aussi vers le coordonnateur du projet "Santé pour tous" au sein du Ministère de la Santé, le Dr Tom Rausch, ainsi qu'aux membres du comité de pilotage du projet pour leurs commentaires nombreux et avisés, le Dr Jean-Claude Schmit, le Dr Serge Allegrezza, Monsieur Thomas Dominique, Madame Vanessa Di Bartolomeo, Monsieur Frédéric Berger, Madame Anne Heniqui, Monsieur Bob Lessel, le Dr Françoise Berthet et Madame Sonia Leite.

Les résultats et avis formulés dans cette publication n'engagent que les auteurs et n'expriment en aucun cas les positions de l'Inspection générale de la sécurité sociale, du Ministère de la Santé, de la Direction de la santé, du STATEC ou du LISER.

RÉSUMÉ

Ce rapport décrit le “gradient social” de la COVID-19 au Luxembourg entre le 1er mars 2020 et le 27 octobre 2021 ¹. Il cherche à identifier les disparités liées au statut socio-démographique et économique dans le degré d'exposition de la population aux différents risques liés à la COVID-19 depuis son émergence en mars 2020 au Luxembourg. Il illustre également comment la vaccination a été adoptée par différents profils de la population et dans quelle mesure l'adoption de celle-ci influence le gradient social de la maladie.

L'analyse de la population résidente de six ans et plus révèle qu'entre le 1er mars 2020 et le 27 octobre 2021, 13,81 % de la population a été contaminée au moins une fois par le SARS-CoV-2, 0,78 % a été hospitalisée pour cause de COVID-19, 0,11 % a nécessité une admission en soins intensifs et 0,16 % est décédée principalement des suites d'une infection par le SARS-CoV-2. En date du 27 octobre 2021, 72 % de la population analysée avait suivi un schéma de primo-vaccination complet (au sens d'une seule dose pour le vaccin Johnson & Johnson ou deux doses pour les autres vaccins). En cumulant les personnes vaccinées et celles s'étant remises d'une infection au cours des 20 mois analysés, le taux d'immunisation atteindrait 76 % de la population de 6 ans et plus.

Les principaux facteurs socio-économiques corrélés avec les taux de contamination, de morbidité et de mortalité de la COVID-19 sont l'âge, le pays de naissance et le niveau de revenu. Le sexe est étroitement lié au risque de développer des formes graves et fatales de la maladie, mais n'a que peu d'incidence sur les taux d'infection. A l'inverse, la taille et la composition des ménages ainsi que le canton de résidence sont associés au taux de contamination, mais pas aux taux d'hospitalisation ou de décès.

Les infections à SARS-CoV-2 ont été détectées le plus souvent parmi les résidents âgés de 90 ans et plus (20 %) et parmi les 15 à 20 ans (18 %) et le moins souvent chez les 65 à 74 ans (7,6 %). Les taux d'incidence s'avèrent varier fortement selon les pays de naissance – de 8,6 % pour les résidents nés en Allemagne à 25,7 % pour les résidents nés dans les pays de l'ex-Yougoslavie. Avec un taux d'incidence de 12,8 %, les résidents nés au Luxembourg – représentant 55 % de la population – ont néanmoins contribué le plus au nombre total de contaminations.

1. L'analyse s'arrête avant l'émergence du variant Omicron.

Une corrélation négative est constatée entre le niveau de revenu et le taux d'infection : les ménages disposant de moins de 25 000 €/an ont un taux 1,5 fois plus important que les ménages ayant un niveau de vie annuel supérieur à 60 000 €/an. L'intensité du lien entre le niveau de vie et le taux d'infection a varié au cours de l'épidémie : il a été quasi absent durant les mois du confinement total et le plus marqué au cours de la période de septembre 2020 à mai 2021.

Une importante variabilité selon le pays de naissance, mais aussi selon l'âge et le sexe, est observée également en termes de taux d'hospitalisation pour COVID-19. Les résidents nés dans un pays de l'ex-Yougoslavie (3,3 %) ou en Italie (2,1 %) ont un taux d'hospitalisation nettement plus important que les résidents nés au Luxembourg ou dans un des pays limitrophes (1,5 %). L'écart des taux d'hospitalisation entre ces groupes et les personnes nées au Luxembourg se réduit néanmoins de moitié une fois que l'on ajuste les prédictions pour la prévalence des affections pré-existantes et pour la vaccination.

Un âge avancé est le facteur qui influence le plus les taux d'hospitalisation et de décès causés par la COVID-19. Le taux d'hospitalisation est faible mais croissant jusqu'à l'âge de 65 ans, puis croît de manière exponentielle ensuite. Pour toutes les catégories d'âge de plus de 65 ans, le taux d'hospitalisation brut dépasse 1 %. Le taux de décès croît rapidement à partir de l'âge de 75 ans pour atteindre 4,5% chez les personnes âgées de 90 ans et plus.

Les hommes ont eu un taux 1,5 fois plus élevé que les femmes d'hospitalisation en soins normaux, 2 fois plus grand de réanimation cardio-pulmonaire et 1,3 fois plus grand de décès.

Le risque de développer des formes graves ou fatales de COVID-19 est nettement plus grand parmi les plus démunis : le taux d'hospitalisation et d'admission en soins intensifs pour COVID-19 est 1,6 fois plus grand pour les personnes ayant un niveau de vie annuel inférieur à 25 000€ (0,33%) que pour celles disposant de 60 000€ ou plus (0,21%). Les hospitalisations sont caractérisées par un gradient de niveau de vie plus marqué que les décès ou les infections.

Sur la période courant de mars 2020 à octobre 2021, les taux d'hospitalisation ont été les plus élevés dans les trois trimestres couvrant la période de septembre 2020 à mai 2021. C'est également sur cette période que les variations de taux d'hospitalisation en fonction de caractéristiques socio-démographiques et économiques ont été les plus marquées.

Les caractéristiques socio-économiques telles que l'âge, le sexe, le pays de naissance ou le niveau de vie, identifiées ici comme facteurs de risque face à la COVID-19, ne constituent pas de leviers sur lesquels les pouvoirs publics auraient pu agir afin d'endiguer l'épidémie. La campagne de vaccination a joué un rôle central dans cet

effort. Les taux de vaccination présentent à leur tour un gradient de niveau de vie, d'âge, de pays de naissance et de statut d'emploi, du moins pour la fenêtre temporelle étudiée ici. Les personnes les plus à l'aise financièrement ont un taux 1,4 fois plus élevé d'avoir un schéma complet de primo-vaccination que les personnes ayant les niveaux de vie les plus bas.

Globalement, sur la période des 20 premiers mois de l'épidémie, plus la situation socio-économique des personnes était fragile avant l'émergence du SARS-CoV-2, plus elles ont été frappées par la COVID-19.

Au cours de l'évolution d'une maladie infectieuse comme la COVID-19 les politiques publiques visant la protection des personnes vulnérables ne doivent pas s'appuyer uniquement sur l'évaluation des risques médicaux auxquels est confrontée la population, mais également prendre en compte les inégalités socio-économiques qui peuvent renforcer les inégalités de santé. Une 'cartographie sociale' de la maladie telle que celle présentée dans ce rapport peut appuyer l'élaboration de stratégies de prévention et de promotion de la santé.

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction	1
2	Données et définitions	6
2.1	Source des données	6
2.2	Populations et variables socio-démographiques et économiques	6
2.3	Contaminations, hospitalisations et décès liés à la COVID-19	8
2.4	Vaccination	11
3	Méthodologie	13
3.1	Taux d'incidence bruts et ajustés	13
3.2	Évolution par trimestre	15
3.3	Profils de risque individuels	16
3.4	Intervalles de confiance	16
4	Contaminations	17
5	Hospitalisations et décès	30
5.1	Hospitalisations en soins normaux et en soins intensifs	30
5.2	Mortalité ayant comme cause principale la COVID-19	40
6	Vaccination	46
7	Conclusions	53

1. INTRODUCTION

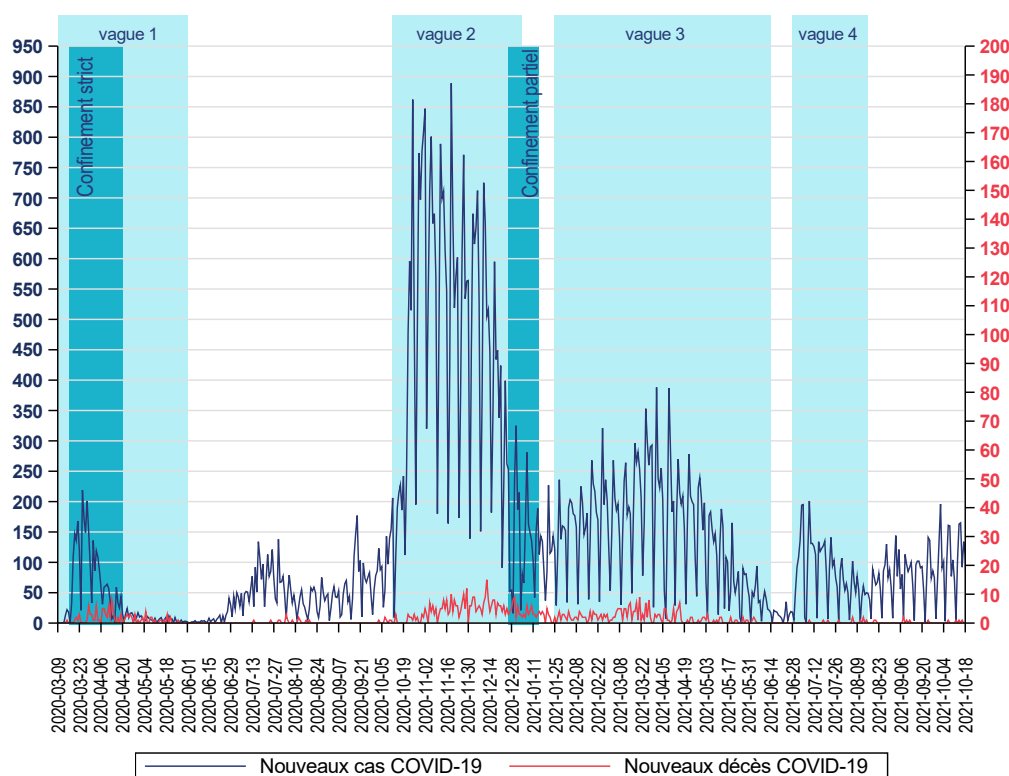
Depuis mars 2020, la pandémie de la maladie à coronavirus *COrona Virus Disease 2019* (COVID-19) a changé notre quotidien. La pandémie a contraint le Gouvernement luxembourgeois, comme ceux du monde entier, à recourir à des mesures exceptionnelles afin de protéger la santé de la population. Le premier cas de maladie COVID-19 a été enregistré au Luxembourg le 29 février 2020. Depuis, le nombre de contaminations avec le virus SARS-CoV-2 suit une évolution par vagues d'ampleur et de durée variables, comme l'illustre la figure 1. Si l'évolution du nombre d'infections, d'hospitalisations, de décès ou encore de vaccinations en lien avec le virus font l'objet d'une intense couverture médiatique, peu d'estimations fiables sont disponibles sur la mesure dans laquelle différents groupes de la population ont été touchés par le SARS-CoV-2 et la COVID-19.

La présente étude présente une cartographie sociale de l'incidence de la COVID-19 au Luxembourg et décrit le "gradient social" de l'épidémie depuis son début en mars 2020. Par "gradient social", sont désignées les variations systématiques en fonction de caractéristiques socio-démographiques et économiques dans les taux de contamination ou dans l'incidence de formes sévères de la maladie. Les analyses se rapportent à une période de vingt mois couvrant la crise sanitaire depuis le 1er mars 2020 jusqu'au 27 octobre 2021. Elles exploitent le croisement de données sur les contaminations, les hospitalisations, les décès liés à la COVID-19 collectées par la Direction de la santé avec des informations socio-démographiques et économiques obtenues auprès de l'IGSS. Elles exploitent également les registres de vaccination tenus par la Direction de la santé afin d'examiner les disparités sociales dans la couverture vaccinale et évaluer dans quelle mesure celles-ci influencent le gradient social de la maladie.

Les résultats montrent que si le virus s'attaque à tous, il est loin d'avoir frappé de manière uniforme les différentes catégories sociales de la population. Pour Marmot et al. (2020), mettre en évidence des gradients sociaux tels que ceux publiés dans ce rapport doit nourrir une stratégie comprenant des mesures préventives et des mesures d'optimisation du système de santé existant afin de réduire les inégalités.

Il est utile de concevoir l'impact potentiel de la maladie en deux temps. Premièrement, il y a l'exposition au virus. Le risque d'entrer en contact avec le SARS-CoV-2 dépend directement du nombre et de la nature des interactions sociales. Plus ces interactions sont nombreuses et rapprochées, plus la probabilité de contamination est élevée. Ensuite il y a la pathogénicité du virus et le développement plus ou moins sévère de la COVID-19 chez l'hôte. Si la grande majorité des contaminations n'a déclenché

FIGURE 1. Nouveaux cas de COVID-19 confirmés et décès en lien avec la COVID-19 au Luxembourg



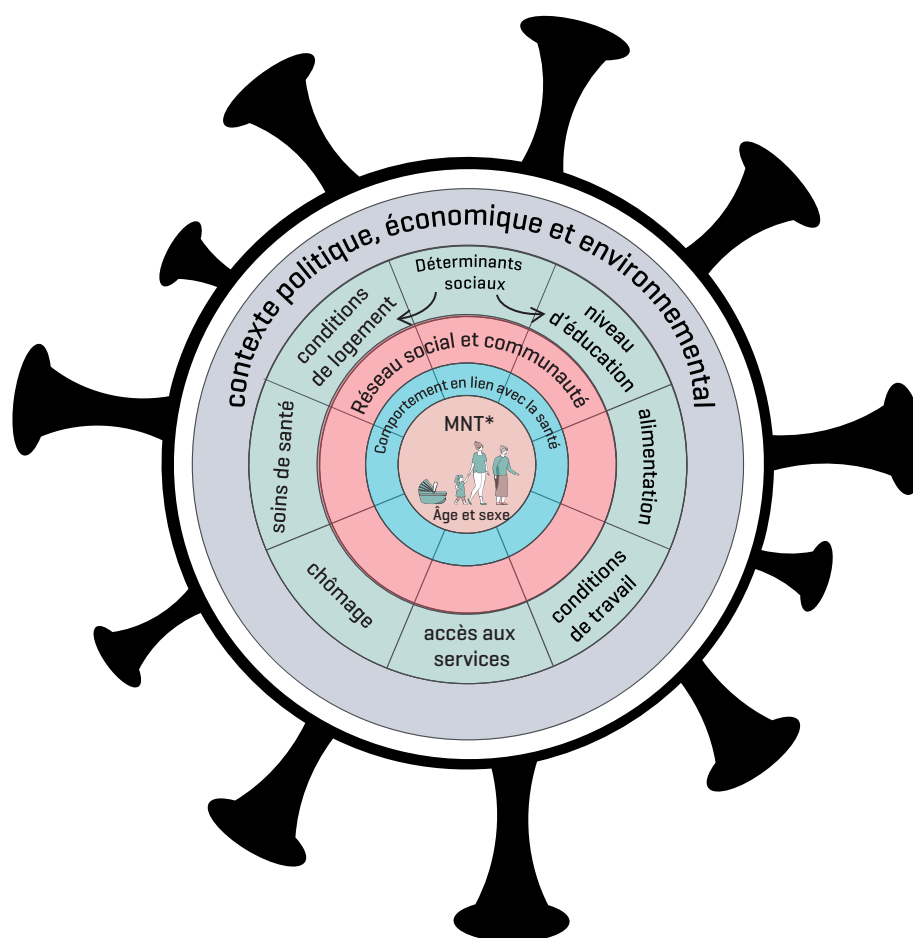
Source : Organisation Mondiale de la Santé (sur base des rapports fournis par la Direction de la santé du Grand Duché de Luxembourg). Voir <https://covid19.who.int/info> pour des plus amples informations sur les définitions utilisées.

que des symptômes bénins, chez certaines personnes, la maladie a eu un cours plus sévère nécessitant une hospitalisation, voire une admission en soins intensifs, pouvant conduire au décès. Des facteurs biologiques entrent cette fois en jeu.

De multiples facteurs influencent donc le risque de contracter la maladie. Bamba et al. (2020) les résumant dans le schéma reproduit dans la figure 2. Au cœur se trouvent les facteurs biologiques et médicaux liés au développement de formes plus ou moins sévères de la maladie, tels que l'âge, le sexe, ou les maladies et co-morbidités pré-existantes. Ensuite, viennent les comportements en lien avec la santé – comme le respect de protocoles sanitaires, le port du masque et évidemment la vaccination. La communauté et le réseau social direct déterminent ensuite l'intensité des interactions. Très concrètement, la composition du ménage dans lequel un individu vit influence directement son risque de contamination. Les comportements sanitaires des proches entrent également en jeu ici. Viennent ensuite une série de déterminants sociaux liés à l'emploi, au niveau d'éducation, à l'accès aux soins, aux conditions de logement qui, soit influencent directement l'exposition au virus, soit influencent le réseau social

des individus ou leurs comportements. Vient enfin le contexte environnemental, politique et économique dans lequel les individus évoluent. C'est la combinaison et les interactions entre ces différents facteurs qui va se refléter en un gradient social plus ou moins fort dans l'impact de la maladie.

FIGURE 2. Facteurs contribuant au gradient social de l'épidémie COVID-19 d'après Bamba et al. (2020)



*MNT = maladies non-transmissibles

Si certains facteurs sont contemporains à l'arrivée du virus et sont déterminés par les réponses individuelles et collectives à l'épidémie, la plupart des déterminants de l'exposition individuelle au risque sont fixés bien avant l'émergence de la maladie – les conditions de logement, le réseau social, l'éducation, le type d'emploi, les comorbidités, etc. – et ils amènent dès lors une inégalité face à la maladie. Si la maladie ne se transmet pas par le porte-feuille, de multiples mécanismes ont pu amener à ce que le revenu, par exemple, (ou le statut socio-économique plus généralement) ait pu influencer la vulnérabilité face à celle-ci.

S'il est désormais un facteur crucial dans la vulnérabilité face à la COVID-19, c'est la

vaccination. Les vaccins disponibles depuis la fin de l'année 2020 visent à diminuer le risque d'infection, mais surtout à réduire les risques de complications respiratoires, de formes graves de la maladie, et de décès. La campagne de vaccination a démarré au Luxembourg le 28 décembre 2020². Avec environ septante pour-cent de la population âgée de 6 ans et plus vaccinée fin octobre 2021, le Luxembourg présente une couverture vaccinale comparativement faible au niveau européen (Mathieu et al., 2021). Mais comme le montre ce rapport, ce taux global cache des variations importantes en fonction de caractéristiques socio-démographiques et économiques³.

Corrélation ne signifie pas causalité. Le constat d'une association plus ou moins étroite entre des facteurs sociaux ou économiques et la prévalence de la COVID-19 ne signifie pas que les facteurs sociaux expliquent *directement* une infection au SARS-CoV-2 ou le cours suivi par la maladie COVID-19 chez les personnes qui l'ont contracté. Il atteste plus simplement du fait que les probabilités d'infection, d'hospitalisation, de décès que ce rapport étudie sont influencées par une multitude de facteurs liés, directement ou indirectement, avec le niveau de vie ou avec les autres variables prises en compte dans nos modèles.

Une autre raison qui doit inciter à la prudence dans l'interprétation causale des associations présentées est que l'effet de certains facteurs que la littérature scientifique consacre comme des déterminants importants d'inégalité en matière de santé n'est pas pris en compte dans la présente analyse, faute de données suffisamment riches sur ces points. C'est le cas notamment du niveau d'éducation, de la profession exercée, des conditions de logement, du profil détaillé de santé des individus ou les choix posés dans le recours à des services de santé. Il est donc possible que certaines relations que le rapport met en lumière reflètent partiellement l'effet de certaines de ces variables inobservées. Si cette contrainte limite l'interprétation qui peut être faite des relations observées, elle n'empêche cependant pas de dresser les constats en terme d'existence de gradients sociaux – c'est l'identification de leur cause première qui est rendue plus délicate.

La structure de ce rapport est la suivante. La section 2 détaille les données utilisées et la section 3 décrit la méthodologie statistique adoptée. Dans la section 4, est examiné

2. L'European Medecine Agency (EMA) a rendu un avis positif pour l'autorisation de la mise sur le marché conditionnelle du vaccin de BioNTech et Pfizer le 21 décembre 2020, du vaccin Moderna le 6 janvier 2021, du vaccin de Astra Zeneca le 29 janvier 2021 et du vaccin Janssen le 11 mars 2021.

3. Ce rapport examine les taux vaccinations observés. Leist et al. (2021) exploitent des données d'enquête pour examiner les opinions vis-à-vis de la vaccination et les attitudes pouvant amener aux chiffres présentés ici.

le gradient social dans les contaminations au SARS-CoV-2. Les formes sévères à graves de la maladie sont analysées dans la section 5. Y sont examinés les différences dans les taux d'hospitalisation des suites d'une infection au SARS-CoV-2, dans les hospitalisations nécessitant une admission en soins intensifs, et finalement dans les décès liés à la COVID-19. La vaccination est étudiée dans la section 6.

2. DONNÉES ET DÉFINITIONS

2.1. SOURCE DES DONNÉES

Pour mesurer les différences de prévalence de la COVID-19 en fonction de caractéristiques socio-démographiques et économiques, l'analyse combine des données collectées par la Direction de la santé – sur les tests de détection du SARS-CoV-2 réalisés au Luxembourg entre le 1er mars 2020 et le 27 octobre 2021, sur les hospitalisations et les décès suite à un diagnostic de COVID-19 sur cette période et sur les vaccinations réalisées depuis la mise en place de la campagne de vaccination – avec une série de caractéristiques individuelles obtenues auprès de l'IGSS. La connexion des sources permet de calculer la mesure dans laquelle l'incidence de la maladie ainsi que les taux de vaccination varient en fonction des variables socio-démographiques et économiques.

Les données ont été mises à disposition par l'IGSS sous forme pseudonymisée à travers sa plate-forme intitulée Luxembourg Microdata Platform on Labour and Social Protection mise en place pour faciliter l'accès aux données administratives à des fins de recherche. La pseudonymisation des données consiste à remplacer les éléments qui permettent l'identification des personnes et l'interconnexion des sources (notamment le numéro d'identification national) par des codes artificiels, inconnus des analystes afin de réduire autant que possible les risques de la ré-identification des individus. Le périmètre des données accessibles aux analystes est également limité à celles strictement nécessaires aux analyses.

2.2. POPULATIONS ET VARIABLES SOCIO-DÉMOGRAPHIQUES ET ÉCONOMIQUES

Le point de départ de l'analyse est une photographie de la population prise au 29 février 2020, date du premier dépistage de la présence du virus SARS-CoV-2 au Luxembourg. Sur cette photographie se trouve toute personne qui, à cette date, est

- (i) affiliée à l'assurance maladie-maternité à travers le système de sécurité sociale luxembourgeois,
- (ii) résidente au Luxembourg, et
- (iii) âgée de 6 ans ou plus,

soit 535 093 personnes. Pour chacune, l'image comprend une série de caractéristiques personnelles ou liées au ménage auquel elle appartient. Les personnes pour lesquelles des informations sont manquantes sont exclues. En particulier, une variable socio-économique clé – le revenu disponible – nécessite d'identifier dans les registres

le ménage dans lequel chaque résident habite et de mesurer les revenus annuels de tous ses membres en 2019. Cela exclut *de facto* les personnes vivant dans un ménage privé qui ne résidaient pas au Luxembourg en 2019 et les personnes qui vivent dans un ménage avec au moins une personne qui n'est pas affiliée à l'assurance maladie-maternité du système de sécurité sociale luxembourgeois (exemple : un fonctionnaire européen)⁴. La photographie de la population ainsi obtenue compte 481 170 individus pour lesquels il est possible d'identifier :

- cinq caractéristiques socio-démographiques : la classe d'âge, le sexe, le pays de naissance, la taille et la composition du ménage, le canton de résidence ;
- trois caractéristiques économiques : le statut d'emploi, le revenu disponible du ménage exprimé par unité de consommation ou "niveau de vie"⁵, le fait de bénéficier d'indemnités de chômage.

Ces huit caractéristiques sont les principales dimensions du 'gradient social' que ce rapport examine. L'annexe A donne plus de détails sur la définition des variables et la répartition de la population sur ces caractéristiques.

Les 481 170 individus couverts par cette photographie composent la *Population I*. Pour l'analyse des formes sévères de COVID-19, un sous-ensemble est examiné également – la *Population II* – reprenant de la Population I les 182 284 personnes de 50 ans et plus.

7 Au delà des caractéristiques socio-démographiques et économiques, le rôle des caractéristiques d'emploi comme facteur influençant l'exposition au COVID-19 est également analysé. Il est apparu dès les premières semaines de la pandémie que l'exposition des travailleurs aux risques sanitaires liés au SARS-CoV-2 varie fortement avec le type d'emploi occupé – les travailleurs de première ligne étant nettement plus exposés que, par exemple, les personnes pouvant exercer leur travail à distance. Pour ce faire, une troisième sous-population est examinée – la *Population III* – composée de 211 967 personnes de la Population I identifiées comme ayant un emploi salarié en février 2020. Pour ces personnes, sont observées cinq caractéristiques d'emploi : le secteur d'activité, la taille de l'entreprise, le niveau de salaire, le type de contrat, le temps de travail. (L'annexe A en présente les définitions détaillées.) Sont inclus dans la Population III les salariés des secteurs public et privé, y compris les

4. Identifier le ménage est généralement problématique pour les personnes vivant en institutions.

5. Le premier adulte d'un ménage compte pour une unité de consommation, tout autre membre de douze ans ou plus compte pour 0,5 unité de consommation, et chaque enfant de moins de 12 ans dans le ménage compte pour 0,3 unité de consommation. Le niveau de vie – ou revenu équivalent – est obtenu en additionnant tous les revenus du ménage nets des prélèvements obligatoires perçus en 2019 et en divisant ce total par le nombre d'unités de consommation. Cela correspond à la définition de niveau de vie utilisée pour la construction des indicateurs sociaux officiels publiés par la Commission Européenne (Atkinson et al., 2002).

travailleurs intérimaires. En sont exclus les travailleurs indépendants (pour lesquels les caractéristiques d'emploi sont généralement incomplètes) et les fonctionnaires internationaux (qui ne font pas partie de la Population I car non-affiliés à l'assurance maladie-maternité à travers le système de sécurité sociale du Luxembourg). Pour les salariés ayant simultanément plusieurs emplois, est retenu seulement l'emploi principal à la fin du mois, c'est à dire celui auquel le travailleur consacre le plus d'heures.

Certaines des caractéristiques considérées ont pu évoluer au cours de la période étudiée. C'est le cas par exemple du canton de résidence en cas de déménagement, du statut par rapport à l'emploi, du nombre d'heures travaillées par mois, etc. Aux fins des analyses présentées dans ce rapport sont retenues les caractéristiques personnelles et professionnelles des individus telles qu'enregistrées le 29 février 2020. Quant aux ménages, leurs caractéristiques sont analysées telles qu'elles étaient au 31 décembre 2019 (données les plus récentes disponibles). Geler les caractéristiques avant le début de la pandémie évite que d'éventuels effets de retour – l'exposition au COVID-19 menant à un changement dans les caractéristiques individuelles – n'influencent les résultats.

La photographie de la population de février 2020 inclut enfin une quatrième classe de variable. Il s'agit d'indicateurs sur d'éventuelles pathologies pré-existant à la pandémie. Leur statut dans l'analyse est un peu différent des variables décrites ci-dessus. Elles ne sont pas considérées comme des composantes du gradient social, mais comme des facteurs de risque qui peuvent jouer un rôle de médiateur entre le profil socio-économique et le risque de développer des formes sévères de la maladie. L'information est ici basée sur l'obtention de prescriptions pharmaceutiques en dehors du milieu hospitalier pour des traitements immunosuppresseurs ou des traitements luttant contre la cirrhose, le diabète, des maladies cardio-vasculaires, une défaillance rénale, des cancers, les pathologies respiratoires chroniques de type asthme ou bronchopathie chronique et autres maladies respiratoires obstructives. Sur cette base, nous distinguons les individus ayant des prescriptions pour aucune, une, deux ou trois pathologies ou plus.

2.3. CONTAMINATIONS, HOSPITALISATIONS ET DÉCÈS LIÉS À LA COVID-19

Quatre mesures d'impact sanitaire du SARS-CoV-2 et de la COVID-19 à travers la population sont examinées.

LES CONTAMINATIONS PAR LE SARS-COV-2

La première mesure est l'infection ou la contamination – indépendamment de tout symptôme. Il est considéré qu'une personne a été infectée par le SARS-CoV-2 si elle a obtenu au moins un test PCR positif au cours de la période d'analyse (soit entre le 1er mars 2020 et le 27 octobre 2021). Même en absence de test PCR positif, est également considérée infectée toute personne décédée avec COVID-19 pour cause principale de décès (voir ci-dessous), et toute personne hospitalisée avec un diagnostic COVID-19. Il s'agit donc du concept de "cas confirmé".

Le Gouvernement luxembourgeois a rapidement investi des moyens importants pour suivre la présence du virus au sein de la population. D'une part, le diagnostic par test PCR a été rendu accessible très précocement à toute personne suspecte d'infection, et le traçage et le testing des cas contacts a été effectué de manière systématique. Par ailleurs, un programme de Large Scale Testing couvrant l'ensemble de la population ainsi que certaines populations cibles a été déployé. Avec 2 994 493 résultats de tests effectués sur les individus de la Population I (soit une moyenne de 6,22 tests par personne), nous disposons d'un screening relativement fin des contaminations (Wilmes, Zimmer, Schulz, Glod, Veiber, Mombaerts, Rodrigues, Aalto, Pastore, Snoeck, Ollert, Fagherazzi, Mossong, Goncalves, Skupin and Nehrbass, 2021)⁶.

Au total, 66 450 personnes de la Population I – 13,81 % – sont recensées comme ayant été infectées par le SARS-CoV-2 entre le 1er mars 2020 et le 27 octobre 2021. Pour la grande majorité d'entre elles, ces contaminations ont mené à des formes bénignes de COVID-19.

Il est possible que des infections – principalement asymptomatiques – n'aient pas été détectées par les tests, en particulier dans les premières semaines de la pandémie, malgré le dispositif de testing mis en oeuvre. Les chiffres présentés ici peuvent dès lors être considérés comme des bornes inférieures aux taux d'infection réels au sein de la population. Néanmoins, les données de séroprévalence publiées par Wilmes, Mossong and Dentzer (2021) indiquent que la grande majorité des infections auraient bien été identifiées par un test PCR.

6. Le nombre médian de tests PCR réalisés au Luxembourg entre le 1er mars 2020 et le 27 octobre 2021 dans notre Population I est de cinq par personne. Un cinquième des individus a été testé dix fois ou plus. 90 % des résidents âgés d'au moins 6 ans au début de l'épidémie ont effectué au moins un test de dépistage au cours des 20 premiers mois de l'épidémie. Bien que les instruments de screening ciblés sur les groupes à risque – comme le testing scolaire, ou les stratégies de priorisation implémentées dans le programme de Large Scale Testing (Wilmes, Zimmer, Schulz, Glod, Veiber, Mombaerts, Rodrigues, Aalto, Pastore, Snoeck, Ollert, Fagherazzi, Mossong, Goncalves, Skupin and Nehrbass, 2021) – ont pu mener à un dépistage plus intensif dans certains groupes de la population, pour aucune des catégories socio-économiques considérées le taux de testing ne baisse à moins de 85 % (voir Annexe C).

LES FORMES SÉVÈRES DE LA MALADIE : LES HOSPITALISATIONS POUR COVID-19

Les indicateurs suivants de morbidité et d'exposition à la COVID-19 sont liés à une hospitalisation pour un déficit respiratoire lié à un diagnostic d'infection au SARS-CoV-2.

Afin d'analyser les hospitalisations et les admissions en soins intensifs en lien avec la COVID-19, sont recensées les admissions en soins normaux (et respectivement intensifs) à partir du 1er mars 2020 de patients avec un diagnostic COVID-19 tout comme celles de patients suspects de COVID-19⁷. Toute personne ayant été admise pour une hospitalisation au Luxembourg suite à la COVID-19 entre le 1er mars 2020 et le 27 octobre 2021 est libellée ici comme ayant développé une forme sévère de la maladie⁸.

Au total, 3771 individus de la Population I – 0,78 % – ont été hospitalisés avec un diagnostic de COVID-19 entre le 1er mars 2020 et le 27 octobre 2021.

LES FORMES GRAVES DE LA MALADIE : LES ADMISSIONS EN SOINS INTENSIFS

Si les données collectées par la Direction de la santé mentionnent également une admission en soins intensifs lors d'une hospitalisation, la personne est également identifiée comme ayant développé une forme *grave* de la maladie.

516 individus de la Population I – soit 0,11 % – ont été hospitalisés et admis en soins intensifs entre le 1er mars 2020 et le 27 octobre 2021.

7. Les critères appliqués pour identifier ces catégories de patients ont changé le 1er octobre 2020 : avant cette date, une personne est déclarée "COVID positive" si au moment de l'admission elle présente un test de laboratoire PCR positif et elle est déclarée suspecte si elle présente un tableau clinique et ou radiologique compatible avec une infection COVID-19, sans qu'un test PCR positif soit disponible. Après la date du 1er octobre 2020, un patient est considéré affecté par le COVID-19 s'il présente un tableau clinique évocateur de cette maladie et si un diagnostic médicalement établi l'atteste, et ce quel que soit le résultat du test PCR. Un patient suspect est un patient en isolement présentant un tableau clinique évocateur, mais en attente de confirmation diagnostique au moment de l'admission. Pour les patients suspects, le diagnostic COVID-19 est souvent, mais pas toujours, confirmé au cours du séjour ou lors de la sortie d'hôpital.

8. Au cours des premières semaines de la pandémie des patients asymptomatiques ou paucisymptomatiques ont également été hospitalisés aux fins de surveillance et d'isolement.

LES FORMES FATALES DE LA MALADIE : LES DÉCÈS ATTRIBUABLES À LA COVID-19

L'impact ultime de la COVID-19 est une infection menant au décès. Une personne est considérée comme ayant développé une forme *fatale* de la COVID-19 si elle décède des suites de la maladie. Un décès est considéré dû au SARS-CoV-2 si le registre national des causes des décès établi par la Direction de la santé recense comme principale cause du décès la maladie COVID-19.

777 personnes de la Population I – 0,16 % – identifiées comme étant décédées de la COVID-19 au Luxembourg sont dénombrées⁹.

2.4. VACCINATION

Quatre vaccins ont été déployés au Luxembourg – les vaccins Vaxzevria de AstraZeneca, Janssen de Johnson & Johnson, Spikevax de Moderna et Comirnaty de Pfizer-BioNTech. Le Janssen se distingue car il ne nécessite qu'une injection. Le délai recommandé entre les deux premières injections était au printemps 2021 de douze semaines pour l'AstraZeneca et de quatre semaines pour le Moderna et le Pfizer. Une vaccination complète consiste en 2 doses de vaccin (1 dose pour Jansen). Cependant, selon les recommandations du Conseil Supérieur des maladies infectieuses adoptées par le Gouvernement en juin 2021, en cas d'infection préalable pour le SARS-CoV-2, une seule dose peut suffire chez les personnes qui n'appartiennent pas à une catégorie à risque¹⁰. Nous considérons donc ici comme vaccinées les personnes qui, à la date du 27 octobre 2021, ont complété un schéma de primo-vaccination de une (pour le Janssen) ou deux doses¹¹.

Si la vaccination a d'abord été proposée aux personnes à risque, puis en ordre décroissant d'âge, à la date du 27 octobre, tous les résidents de plus de 11 ans ont été invités à être vaccinés et ont pu se rendre sans rendez-vous dans des centres de vaccination (Alkerwi et al., 2021). Seule l'information sur les résidents ayant été vaccinés au Luxembourg est disponible aux fins de cette étude. Certains résidents ayant pu obtenir un vaccin à l'étranger sont considérés ici comme non-vaccinés (sauf

9. Au total, 843 personnes ont, en date du 27 octobre 2021, été officiellement identifiées comme étant décédées de la COVID-19 au Luxembourg (<https://covid19.public.lu/fr/graph.html>). La différence avec le nombre de décès dans la Population I est liée aux critères de sélection décrits plus haut – principalement l'affiliation au régime luxembourgeois de sécurité sociale, la résidence principale au Luxembourg, et l'identification du ménage et des revenus disponibles.

10. <https://sante.public.lu/fr/actualites/2021/06/schema-vaccinal-complet/index.html>

11. La campagne pour la dose de rappel (3ème dose) ayant récemment débuté à cette date, elle n'est pas analysée séparément ici.

s'ils ont reçu une troisième dose au Luxembourg au 27 octobre 2021, auquel cas l'hypothèse est faite qu'ils ont eu un schéma de primo-vaccination complet).

Au total, 340 741 personnes de notre Population I – 71,32% – sont considérées comme vaccinées¹².

12. Les taux est de 76,04 % parmi les plus de 12 ans.

3. MÉTHODOLOGIE

Trois méthodes sont mises en oeuvre : la première est descriptive et consiste à comparer, à travers le calcul de taux d'incidence, à quel degré le virus a affecté différents sous-groupes de la population. La deuxième consiste à estimer des modèles de régression afin d'isoler dans la mesure du possible, l'impact des caractéristiques socio-économiques sur la probabilité d'infection, d'hospitalisation, de décès et de vaccination en lien avec SARS-CoV-2. Cette deuxième approche permet de prendre en compte la corrélation qui existe entre les multiples caractéristiques socio-démographiques et économiques des ménages et des individus et de vérifier si les tendances que l'analyse descriptive suggère pour l'un ou l'autre de ces facteurs sont maintenues 'toutes choses égales par ailleurs'. Enfin, l'analyse est complétée dans un troisième temps par l'application de modèles de durée afin de déceler comment le rôle que jouent les caractéristiques socio-économiques des individus et des ménages a changé au cours du temps.

3.1. TAUX D'INCIDENCE BRUTS ET AJUSTÉS

Les analyses se basent sur trois mesures du taux d'incidence.

La première est le "taux d'incidence brut" (TIB) de la maladie – mesuré soit par une infection, par une hospitalisation, par une admission en soins intensifs ou par un décès – parmi les personnes ayant telle ou telle caractéristique socio-démographique ou économique.

Le taux brut est déterminé dans chaque groupe identifié par une caractéristique particulière en rapportant, parmi les individus ayant cette caractéristique, le nombre de cas observés tout au long de l'épidémie à l'effectif dans la population résidente ou, le cas échéant, à l'effectif parmi les salariés résidents.

Formellement si $Y_i = 1$ indique que l'individu i a été atteint par la maladie (et $Y_i = 0$ sinon) et que $X_i^j = 1$ si l'individu i possède la modalité j de la variable X – par ex., a la caractéristique "est un homme" (modalité 'homme' de la variable sexe), "vit seul" (modalité de la variable composition de ménage), "est inactif" (modalité de la variable statut d'emploi), etc. – (et $X_i^j = 0$ sinon), le taux d'incidence brut (TIB) pour cette caractéristique est simplement

$$\text{TIB}(X^j) = \Pr[Y_i = 1 | X_i^j = 1] = \frac{\#\{Y_i = 1 \& X_i^j = 1\}}{\#\{X_i^j = 1\}}$$

soit le nombre de personnes touchées par la maladie parmi les personnes ayant la

caractéristique X^j – soit la modalité j de la variable X .

Observer des différences marquées dans le taux d'incidence brut pour différentes modalités d'une même variable est interprété comme un signal de l'importance potentielle de cette variable comme déterminant potentiel de morbidité – et donc un signal de l'existence d'un possible gradient social. Cependant, des différences dans les TIB en fonction de caractéristiques individuelles peuvent être trompeuses car elles peuvent se confondre avec l'effet des variables corrélées. Il est évident, par exemple, que l'âge est un déterminant clé de l'exposition à la COVID-19 – en particulier dans ses formes les plus graves – et que, par conséquent, les taux d'incidence parmi les catégories de populations dans lesquelles les personnes âgées sont sur-représentées auront tendance à être élevés – indépendamment de facteurs directement liés à cette catégorie comme par exemple la composition familiale ou le statut d'emploi. Pour neutraliser cet effet, nous focalisons nos interprétations sur une deuxième statistique, le “taux d'incidence ajusté” (TIA).

Le taux d'incidence ajusté (ou taux d'incidence global prédit) est obtenu comme suit. Soit toujours Y_i l'indicateur tel que défini ci-dessus, X_i^j une caractéristique individuelle particulière (la modalité j de la variable X), $\mathbf{X}_i$ un vecteur reprenant des indicatrices pour toutes les modalités possibles de la variable X , et un vecteur $\mathbf{Z}_i$ reprenant toutes les variables indicatrices des caractéristiques individuelles de i relatives à des variables autres que X observées dans nos données. Nous estimons d'abord un modèle de régression logistique supposant que la probabilité d'atteinte par la maladie en fonction de l'ensemble des variables X et Z est décrit par l'équation

$$\Pr [Y_i = 1 | \mathbf{X}_i, \mathbf{Z}_i] = \Lambda (\alpha + \mathbf{X}_i \beta + \mathbf{Z}_i \gamma) \quad (1)$$

où Λ est la fonction logit, $\Lambda(s) = \frac{\exp(s)}{(1+\exp(s))}$ et les paramètres α , β et γ sont estimés par maximum de vraisemblance classique (Long, 1997)¹³. C'est sur base de cette équation prédisant la probabilité d'être atteint par la COVID-19 en fonction, simultanément, de toutes les caractéristiques observées que les taux d'incidence ajustés sont calculés. Le TIA de la caractéristique X^j représente le taux d'incidence que l'on obtiendrait dans notre population totale en fonction de l'équation (1) si chaque individu avait la caractéristique X^j (si, pour tout i , $X_i^j = 1$, par ex., si tout le monde “était un homme”, “était un travailleur indépendant”, “avait un niveau de vie inférieur à 25,000 euros”, etc.) mais conservait par contre intactes toutes les autres caractéristiques

13. En pratique, nous incluons dans le modèle des indicatrices d'interaction entre le niveau de vie et le pays de naissance ainsi qu'entre le sexe et la classe d'âge. Elles ne sont pas représentées ici pour alléger la notation, mais elles sont prises en compte dans le calcul des taux d'incidence ajustés.

incluses dans $\mathbf{Z}_i$ (l'âge, le statut d'emploi, etc.) :

$$\text{TIA}(X^j) = \frac{1}{N} \sum_i \Lambda(\hat{\alpha} + \hat{\beta}^j + Z_i \hat{\gamma})$$

où N est le nombre total de personnes incluses dans les Populations I, II ou III (en fonction de l'analyse) et $\hat{\beta}^j$ est la valeur estimée du coefficient de la modalité j de la variable X dans l'équation 1. Les variations dans $\text{TIA}(X^j)$ pour différentes modalités de la variable X (e.g., par niveau de vie, statut d'emploi, etc.) reflètent ici des différences qui ne sont *pas* simplement expliquées par des différences dans les autres variables observées (comme l'âge, le sexe, la composition familiale, le canton de résidence, etc.) mais mesurent potentiellement un effet propre de cette variable.

Il reste possible que des variables omises car indisponibles dans les données exploitées ici soient corrélées avec le fait d'être atteint par la maladie et certaines des variables prises en compte dans les estimations. Par exemple, les conditions de logement influencent les possibilités de distanciation sociale – et ainsi les risques de contamination – et dépendent du niveau de vie. Cet impact des conditions de logement transparaîtra dès lors dans nos chiffres dans l'effet du niveau de vie. Il sera important de garder à l'esprit le rôle potentiel de ces variables omises dans l'interprétation de résultats présentés.

15 Cette observation justifie l'utilisation de la troisième statistique considérée. Celle-ci est identique à la deuxième, sauf que le modèle inclut deux variables additionnelles : le fait de recevoir un traitement pour une (ou plusieurs) pathologies pré-existantes et une indicatrice de primo-vaccination complète. L'intérêt de cette troisième statistique est de purger la mesure de l'effet de la variable X de sa corrélation avec ces deux déterminants importants du développement de formes sévères ou graves de la maladie ou de décès. L'intérêt de comparer ces deux dernières statistiques est d'évaluer la mesure dans laquelle la corrélation entre X et Y observée dans les taux d'incidence ajustés peut s'expliquer par une corrélation entre X et la vaccination et/ou des facteurs de risques sanitaires pré-existants.

3.2. ÉVOLUTION PAR TRIMESTRE

Si nous nous concentrons sur la mesure dans laquelle la population a été exposée à la COVID-19 tout au long de l'épidémie, nous examinons aussi la mesure dans laquelle l'effet de certaines caractéristiques-clé a pu évoluer au cours du temps. Pour ce faire, nous décomposons les 20 mois couverts par nos données en sept trimestres de mars à mai 2020, de juin à août 2020, etc.

Nous construisons une indicatrice Y_{it} indiquant si l'individu i a été atteint par la COVID-19 lors du trimestre t et estimons un modèle logistique similaire à celui présenté dans l'équation (1), sauf qu'il contient une observation par personne-trimestre et qu'un

effet d'interaction entre les sept trimestres et chacune des variables est intégré à l'équation estimée. Nous obtenons alors sept valeurs différentes pour les paramètres α , β et γ correspondant aux sept trimestres d'analyse¹⁴. Cela nous permet de calculer des taux d'incidence ajustés séparément pour chaque période qui permettent de mesurer l'évolution de la maladie et de l'effet des différentes caractéristiques avec des mesures de taux d'incidence interprétés comme décrit ci-dessus.

3.3. PROFILS DE RISQUE INDIVIDUELS

Les sections 4 et 5 présentent également des profils de risque individuels – représentant les probabilités d'infection ou d'hospitalisation pour diverses combinaisons de facteurs explicatifs. Ces probabilités sont basées sur des modèles de régression par LASSO – une procédure généralement associée aux algorithmes de 'machine learning'. La régression par LASSO permet de prendre en compte un grand nombre d'effets d'interactions entre les variables explicatives, sans pour autant 'sur-paramétriser' le modèle. Cela permet d'obtenir une prédiction flexible et réaliste des taux d'infection et d'hospitalisation pour différents profils de population.

3.4. INTERVALLES DE CONFIANCE

Tous les résultats présentés pour les TIB et TIA sont accompagnés d'intervalles de confiance. Ceux-ci ne reflètent pas une incertitude statistique liée à un échantillonnage puisque nous examinons la totalité de la population pour laquelle les données sont disponibles. Ils sont néanmoins utiles dans la mesure où ils reflètent un aléa 'fondamental' lié aux petits nombres de cas examinés dans certaines sections – notamment concernant les admissions en soins intensifs ou les décès.

14. Étant donné les très rares cas de re-contamination au cours de la période observée (ce qui n'est plus le cas avec le variant Omicron), les personnes infectées (ou décédées) lors d'un quelconque trimestre t sortent de la population à risque pour les trimestres ultérieurs lors du calcul de la vraisemblance pour l'estimation des paramètres. En pratique, le modèle logistique estimé de cette façon correspond à un modèle de durée en temps discret – appliqué ici à une situation dans laquelle tous les individus entrent dans la période de risque à la même date (mars 2020) et sont observés trimestriellement.

4. CONTAMINATIONS PAR LE SARS-COV-2

Résultats principaux

- Prévalence de 13,8 % parmi la population résidente âgée de 6 ans et plus.
- Le taux varie du simple au triple selon l'âge : ont été contaminés 27 % des seniors ayant dépassé 90 ans, 20 % des jeunes âgés de 15 à 17 ans, mais seules 10 % des personnes entre 65 et 74 ans.
- Haut niveau de vie et faible taux d'infection vont de pair. Les ménages ayant un niveau de vie inférieur à 25 000 €/an ont été 15 % à être contaminés, ceux ayant plus de 60 000 €/an 12 %.
- Proportionnellement plus d'infections dans les secteurs de la santé, de la construction, de l'immobilier et de l'intérim, et inversement, moins d'infections dans les secteurs de l'information et de la communication, des finances et des assurances.
- Taux d'infection mesuré faible et quasi uniforme dans la population durant le printemps 2020 et la période de confinement. Le gradient social a été plus marqué entre septembre 2020 et mai 2021.
- Disparités spatiales de prévalence : taux d'incidence ajusté de 16 % dans le canton d'Esch-sur-Alzette, de 14 % dans le canton de Diekirch et 11 % dans le canton de Grevenmacher.

LE GRADIENT SOCIAL DANS LES CONTAMINATIONS

Dans les analyses présentées ici une personne est considérée comme infectée si elle a obtenu au moins un résultat positif à un test de dépistage de type PCR au cours des 20 mois analysés. Suivant cette définition, le taux d'infection pour l'ensemble de notre population âgée de six ans et plus sur les 20 mois étudiés s'établit à 13,8 % – soit une personne sur huit ¹⁵.

15. Pour mettre ce taux en perspective, notons que la European Health Interview Survey (EHIS) menée en 2019 au Luxembourg auprès des résidents âgés de 15 ans et plus estimait, la prévalence de l'arthrose à 16,7 %, celle de l'hypertension artérielle à 15,5 % ou encore celle de la dépression chronique à 10 %.

Les variations dans les taux d'incidence des infections en fonction des caractéristiques socio-démographiques et économiques sont représentées dans la figure 3. Le graphique montre, pour chacune des modalités des huit variables considérées, le taux d'incidence brut (TIB, en rouge) et le taux d'incidence ajusté (TIA, en bleu). Autour du taux global de 13,8 %, les TIB varient de 8 % (parmi les personnes de 70 à 74 ans) à 26 % (parmi les personnes nées dans un pays de l'ex-Yougoslavie). La comparaison entre les taux d'incidence bruts et ajustés montre que l'ajustement pour la corrélation entre variables a un impact non négligeable sur les ordres de grandeur obtenus, sans pour autant remettre en cause les grandes tendances.

Les variations les plus marquées se retrouvent entre les différents groupes d'âge et les différents pays de naissance – tant dans les TIB que dans les TIA.

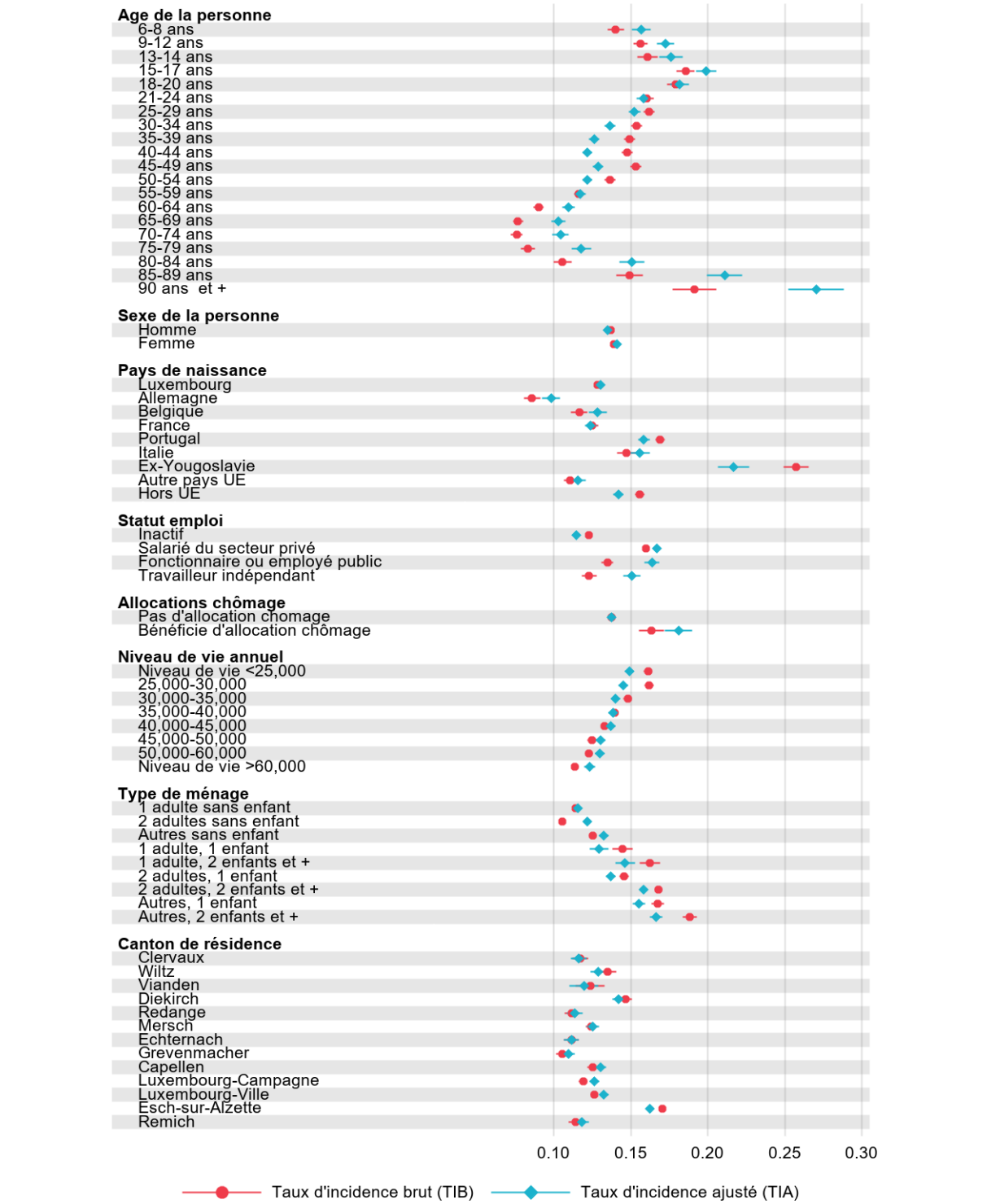
L'âge se révèle être la variable pour laquelle les variations dans les taux d'incidence sont les plus grandes. Si l'on sait que l'âge joue un rôle prépondérant dans le risque de développer une forme grave de la maladie, il est sans doute plus surprenant d'observer de telles variations dans les contaminations – variations qui sont plus déterminées par l'exposition au virus à travers des interactions sociales que par des facteurs biologiques. Le taux d'infection en fonction de l'âge suit une forme relativement complexe. Il augmente progressivement jusqu'aux 15–17 ans, puis il diminue graduellement pour atteindre son minimum dans les catégories d'âge de 65 à 74 ans avant d'augmenter rapidement par la suite. Les taux de contamination élevés parmi la population des 15 à 20 ans s'explique sans doute par les interactions sociales élevées dans le cadre scolaire et de loisir ainsi que la politique active de testing dans les écoles. Le taux faible parmi les groupes d'âge de 65 à 74 ans peut lui s'expliquer par la possibilité plus forte d'éviter les interactions sociales parmi la population ayant quitté le marché du travail et vivant encore, en grande majorité, en résidence privée dans un ménage de petite taille. L'accélération observée ensuite reflète vraisemblablement une dépendance croissante à l'aide extérieure, voire à une nécessité de résider en institutions dans lesquelles les interactions sociales sont plus élevées. Ainsi, la catégorie d'âge dont le taux d'infection observé a été le plus important est celle des personnes âgées de 90 ans ou plus – population également particulièrement vulnérable ¹⁶.

La deuxième variable montrant de grandes variations dans l'incidence des contaminations est le pays de naissance ¹⁷. Les taux d'incidence bruts varient de 9 % pour

16. Notons que le taux de participation de ces personnes aux tests n'est pas systématiquement supérieur à celui des autres groupes d'âge. Les différences dans les contaminations ne devraient pas refléter des différences dans le testing (cf. Annexe C).

17. Nous examinons séparément les pays dans lesquels sont nés au moins 10 000 résidents. Les

FIGURE 3. Taux d'incidence des contaminations par le SARS-CoV-2 au sein de la population résidente âgée de 6 ans et plus (Population I), par caractéristiques socio-démographiques et économiques, 1 mars 2020 - 27 octobre 2021. En rouge les taux d'incidence bruts (TIB) et en bleu les taux d'incidence ajustés (TIA) avec intervalles de confiance à 95 pour-cent.



Source : données IGSS et DISA, calculs des auteurs.

les résidents nés en Allemagne à 26 % pour les personnes nées dans un pays de l'ex-Yougoslavie (Bosnie-Herzégovine, Croatie, Kosovo, Macédoine du Nord, Monténégro, Serbie et Slovaquie). Ces différences ne reflètent pas simplement des différences évidentes dans la composition de ces populations. Les TIA, qui neutralisent le rôle joué par les différences entre les groupes dans les autres variables incluses (l'âge, le revenu, la composition familiale, et le canton de résidence en particulier), restent très différents – de 10 % à 22 %. Entre ces deux extrêmes, se situent les personnes nées en Italie ou au Portugal avec des TIA à 16 % et les personnes nées au Luxembourg, en Belgique ou en France avec des TIA d'environ 13 %. Si les taux d'incidence par pays de naissance varient largement, il reste que ce sont bien sûr les personnes nées au Luxembourg – représentant 55 % de la population – qui ont contribué le plus au nombre total de contaminations.

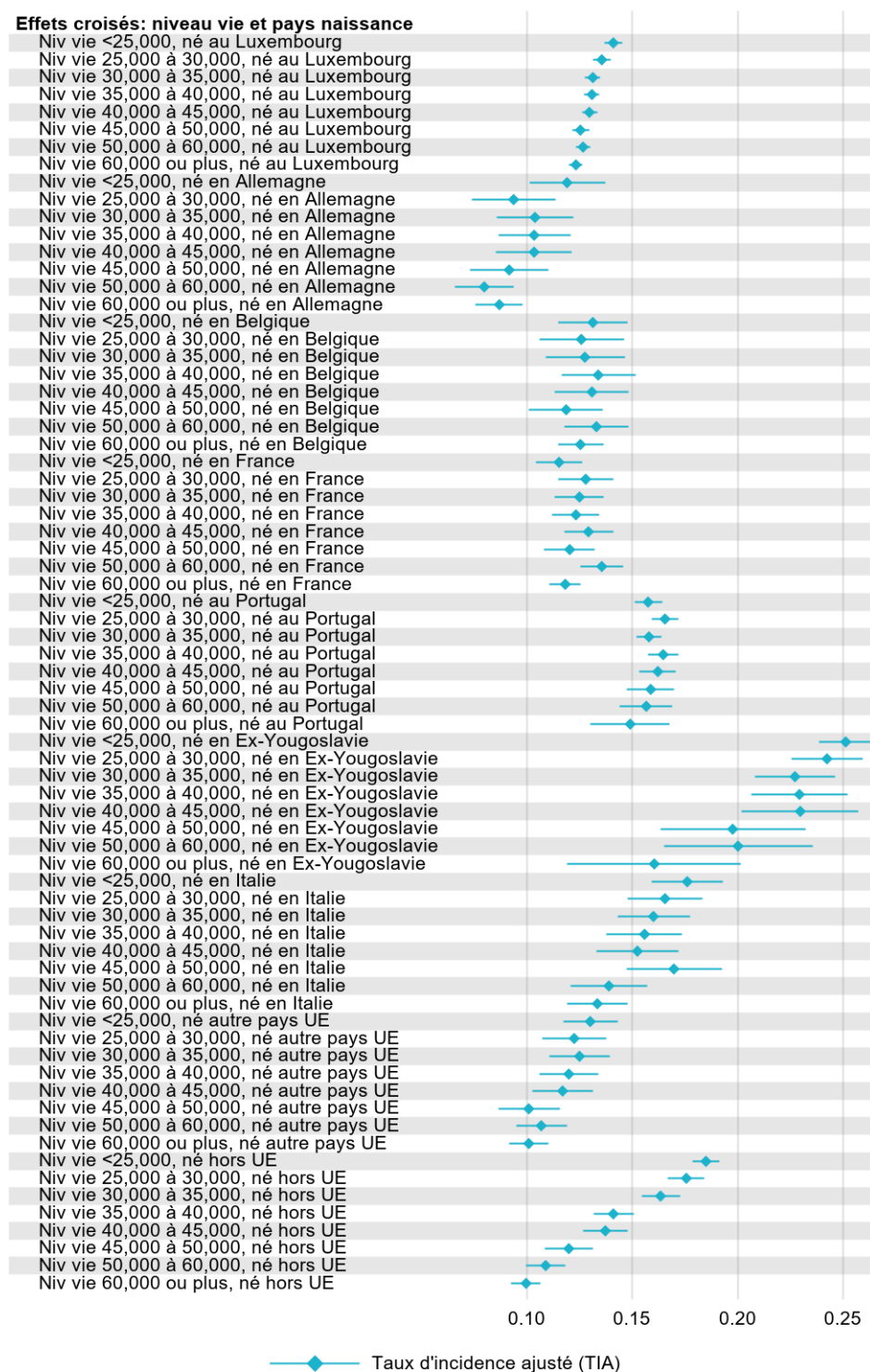
Le niveau de vie se révèle également corrélé avec l'incidence de la COVID-19. Les TIB varient de 16 % parmi les personnes vivant avec un revenu annuel par unité de consommation de moins de 25 000 € à environ 11 % pour un niveau de vie annuel de plus de 60 000 €. Ici encore le gradient persiste une fois que l'on contrôle pour les autres variables. Une fois toutes les autres caractéristiques socio-démographiques et économiques prises en compte, la probabilité d'infection baisse avec la hausse du niveau de vie : le TIA d'infection au SARS-CoV-2 pour les personnes avec un niveau de vie annuel inférieur à 25 000 € (14,5 %) est plus important que celui des personnes disposant 60 000 € ou plus (12,7 %) ¹⁸.

Ces estimations des TIA en fonction du niveau de vie prennent en compte des possibles différences dans la relation entre niveau de vie et contaminations en fonction du pays de naissance. Ces effets d'interaction sont illustrés dans la figure 4. Le graphique montre les TIA obtenus pour toutes les combinaisons possibles entre pays de naissance et niveau de vie. Le gradient du niveau de vie est faible pour les personnes nées au Luxembourg ou en Allemagne et il est presque inexistant pour celles nées en Belgique, en France ou au Portugal. L'incidence des contaminations varie peu avec le niveau de vie pour ces groupes. Par contre le gradient est très marqué pour les résidents nés en ex-Yougoslavie, en Italie, dans un autre pays de l'UE et hors UE. Les taux de contamination sont particulièrement contrastés en fonction du niveau de vie.

autres sont groupés en Union Européenne ou hors Union Européenne.

18. Notons que le taux de participation aux dépistages a également été le plus faible pour les personnes à faible niveau de vie. Le gradient observé ne reflète donc pas une intensité de testing plus élevée parmi les personnes à bas niveau de vie.

FIGURE 4. Effets croisés du niveau de vie et du pays de naissance sur les contaminations, taux d'incidence ajustés (TIA) avec intervalles de confiance à 95 pour-cent (Population I).



Source : données IGSS et DISA, calculs des auteurs.

Sans surprise, la composition du ménage joue aussi un rôle dans l'incidence des infections. Les ménages avec plus d'adultes et avec des enfants ont connu un taux d'infection plus conséquent. Le taux d'infection des adultes isolés a été de 11,5 %, alors que celui des ménages comprenant au moins trois adultes et au moins deux enfants a été de 16,6 %. Cet écart suggère une plus grande exposition au virus des personnes vivant dans des ménages nombreux. Cependant, le taux d'infection pour les personnes habitant seules n'est pas beaucoup plus bas que celui des ménages à deux personnes – cela suggère un rôle, direct ou indirect, des enfants dans la transmission du virus.

Des variations territoriales sont constatées en termes de taux d'infection : le canton d'Esch-sur-Alzette a été affecté au début de l'épidémie au Luxembourg par une forte incidence des cas et reste le plus touché sur l'ensemble de la période (17 %), suivi par le canton de Diekirch (14,6 %), contre seulement 11 % des résidents du canton de Grevenmacher.

LES CONTAMINATIONS DANS LA POPULATION SALARIÉE ET LES CARACTÉRISTIQUES D'EMPLOI

Au sein de la population des salariés résidents travaillant dans le secteur privé, le taux d'infection varie sensiblement selon les secteurs économiques. Sans surprise, les secteurs de la santé, de la construction, de l'immobilier et l'emploi intérimaire ont vu proportionnellement plus d'infections, et inversement, les secteurs de l'information et de la communication, des finances et des assurances ont été moins touchés (figure 5). Une possible explication est liée au télétravail, qui a pu réduire l'exposition au virus des salariés ayant pu y recourir. Si le télétravail est en principe possible pour les secteurs de l'information et de la communication ou des finances, il est en revanche pratiquement impossible pour une grande partie des salariés des secteurs de la santé, de la construction et de l'immobilier. Dans des secteurs spécifiques comme le secteur du nettoyage ou celui des soins et services à la personne, où les salariés doivent se rendre physiquement sur leur lieu de travail et avoir des contacts en personne avec des collègues et/ou des clients, les taux d'infection sont également élevés. Parmi les salariés, la relation entre âge et infections est claire avec une incidence décroissante avec l'âge.

Les écarts constatés dans la population totale en fonction du pays de naissance se retrouvent parmi les salariés, avec 26 % des salariés âgés de 21 à 64 ans nés en ex-Yougoslavie contaminés (contre 14 % pour ceux nés au Luxembourg). Un élément qui pourrait aider à expliquer ce constat ¹⁹ est que les personnes de nationalité ex-

19. Voir les analyses concernant les 'frontline workers' et les 'essential workers' publiés dans le Rapport

Yougoslave sont plus souvent des "frontline workers" (44,8 %) que les travailleurs résidents dans leur ensemble (33,1 %).

Il est intéressant de noter que les forts écarts de taux bruts de contaminations en fonction du niveau de salaire disparaissent après ajustement pour les autres variables. Le constat est similaire pour le type de contrat et entre secteurs privés et publics.

L'ÉVOLUTION PAR TRIMESTRE

Le SARS-CoV-2 s'est répandu par vague et n'a pas toujours atteint les mêmes groupes de population au fil du temps. La figure 6 montre l'évolution des taux d'incidence ajustés par trimestre depuis mars 2020 pour quatre variables²⁰.

Le premier trimestre de l'épidémie est marqué par la très faible relation entre contaminations et variables socio-démographiques et économiques. Lors de ces premiers mois, les taux d'infections furent (légèrement) plus élevés parmi les résidents au niveau de vie plus élevé. Une possible explication est le confinement généralisé qui a couvert une grande partie de ce trimestre – confinement qui a limité les interactions sociales parmi presque toutes les strates de la population. Cependant, les capacités de testing encore limitées sur cette période ne permettent pas de tirer de conclusions claires.

Les gradients sociaux prennent forme à partir de l'été 2020. Sur le second trimestre, la relation entre contaminations et niveau de vie s'inverse et les taux d'infection parmi les personnes nées hors de l'Union Européenne (ou dans un pays de l'ex-Yougoslavie) décollent.

Le troisième trimestre correspond à la rentrée des classes et la deuxième vague au cours de laquelle les taux de contaminations ont été les plus élevés²¹. Ici, c'est la présence d'enfant dans le ménage qui se détache, avec toujours un gradient fort sur le pays de naissance et le canton de résidence. L'effet du niveau de vie est par contre, lors de cette période très faible.

Les profils des trois trimestres suivants sont similaires avec un pic parmi les personnes nées en ex-Yougoslavie et un effet relativement marqué du niveau de vie.

Enfin le dernier semestre présente des relations entre incidence et caractéristiques

Travail et Cohesion Sociale (STATEC, 2020) sur base des données de la dernière enquête "Structure des salaires" réalisée par le STATEC en 2019.

20. Les autres variables sont incluses dans les estimations, mais pas représentées par soucis de concision.

21. La vague liée au variant Omicron – plus élevée encore – n'est pas incluse dans l'analyse.

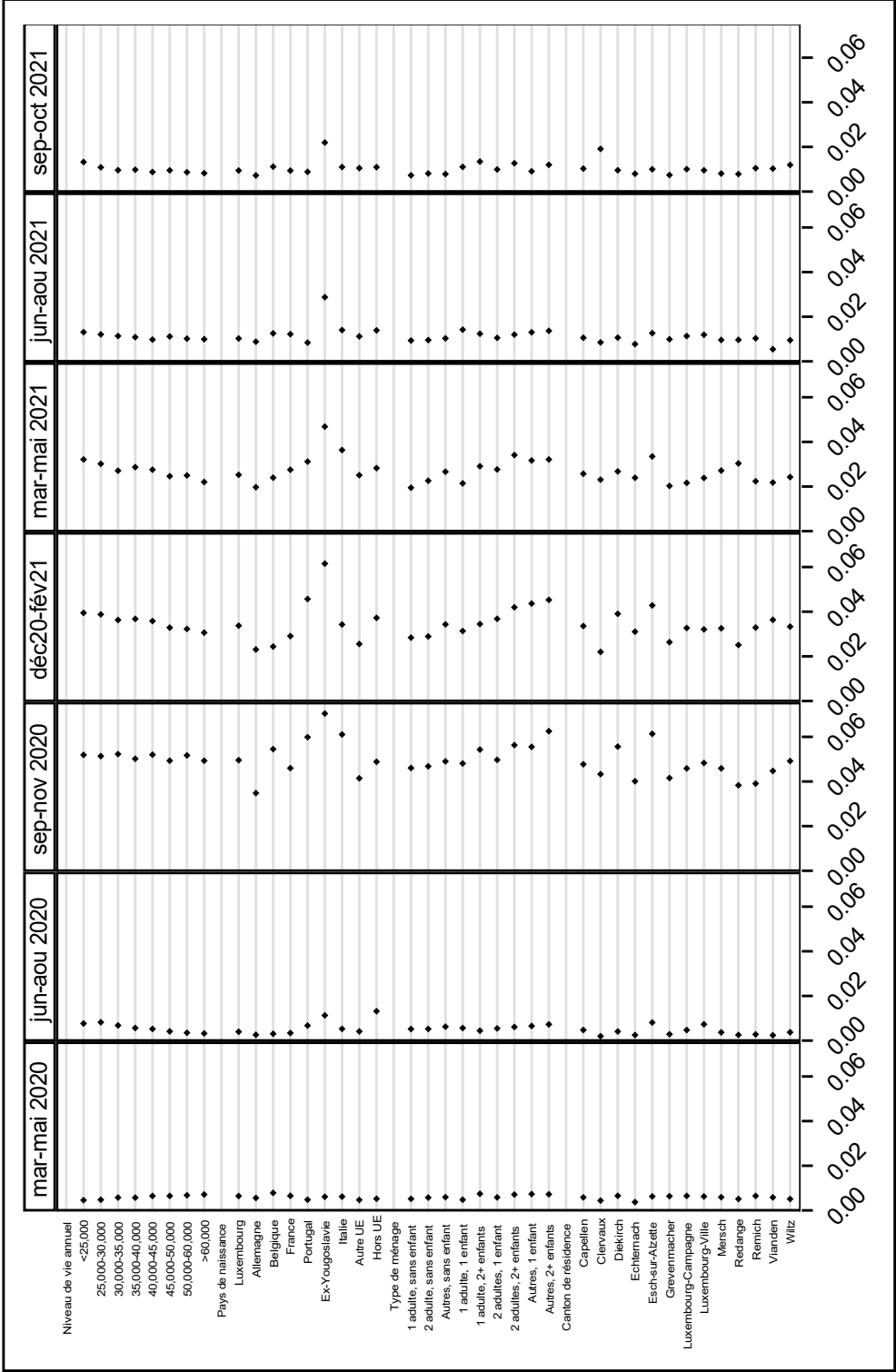
FIGURE 5. Taux d'incidence des contaminations par le SARS-CoV-2 au sein de la population salariée âgée de 21 à 64 ans (Population III), par caractéristiques d'emploi, 1 mars 2020 - 27 octobre 2021. En rouge les taux d'incidence bruts (TIB) et en bleu les taux d'incidence ajustés (TIA) avec intervalles de confiance à 95 pour-cent.



Source : données IGSS et DISA, calculs des auteurs.

socio-démographiques et économiques relativement peu marquées – à quelques exceptions près.

FIGURE 6. Evolution des taux d'incidence ajustés des contaminations par le SARS-CoV-2, par trimestre, au sein de la population âgée de 6 ans et plus (Population I).



Source : données ICSS et DISA, calculs des auteurs.

LA DIVERSITÉ DES TAUX D'INCIDENCE DE LA COVID-19

La discussion a porté jusqu'ici sur les différentes variables prises séparément. Cependant ces caractéristiques sont souvent corrélées (par exemple, le statut professionnel et le revenu). Par conséquent, pour bien appréhender la diversité des taux d'infections en fonction de l'ensemble des caractéristiques, il faut prendre en compte le fait que certaines personnes vont cumuler des caractéristiques plus exposées aux infections.

En croisant les huit variables que nous utilisons pour caractériser nos populations, près de 2,7 millions de profils différents, chacun avec un taux d'incidence de la COVID-19 propre, pourraient être déterminés. Bien entendu, tous ces profils ne se trouvent pas dans la population luxembourgeoise — un peu moins de 115 000 profils différents sont observés dans notre Population I. En retenant les combinaisons pour lesquelles nous pouvons observer au moins 75 individus, nous trouvons 351 profils différents pour lesquels nous avons estimé un taux d'infection ²².

La représentation en étoile de la figure 7 cherche à visualiser l'ampleur de la diversité des taux d'infection. Les taux estimés d'infection parmi nos profils vont de 1,2 % à plus de 29,8 %, soit un rapport de taux de 25 contre 1 entre les profils les plus et les moins exposés aux contaminations. A titre d'illustration, dans le premier cas – le moins exposé – il s'agit d'une femme de 30–34 ans, née au Luxembourg, employée du secteur privé, vivant dans un couple sans enfant dans le canton d'Esch-sur-Alzette avec un niveau de vie annuel de plus de 60 000 euros. Le second cas – le plus exposé – correspond à une femme de 35–39 ans, née au Portugal, employée du secteur privé également, vivant dans un couple avec deux enfants (ou plus), dans le canton d'Esch-sur-Alzette avec un niveau de vie de 25 000 euros ou moins. La différence de taux de contamination entre ces deux profils est liée principalement au niveau de revenu, à la présence d'enfants dans le ménage et au pays de naissance ²³.

Plus que la description des profils spécifiques, c'est l'ampleur de la diversité dans les taux d'incidence qui est soulignée ici. Sur l'ensemble des 115 000 profils observés,

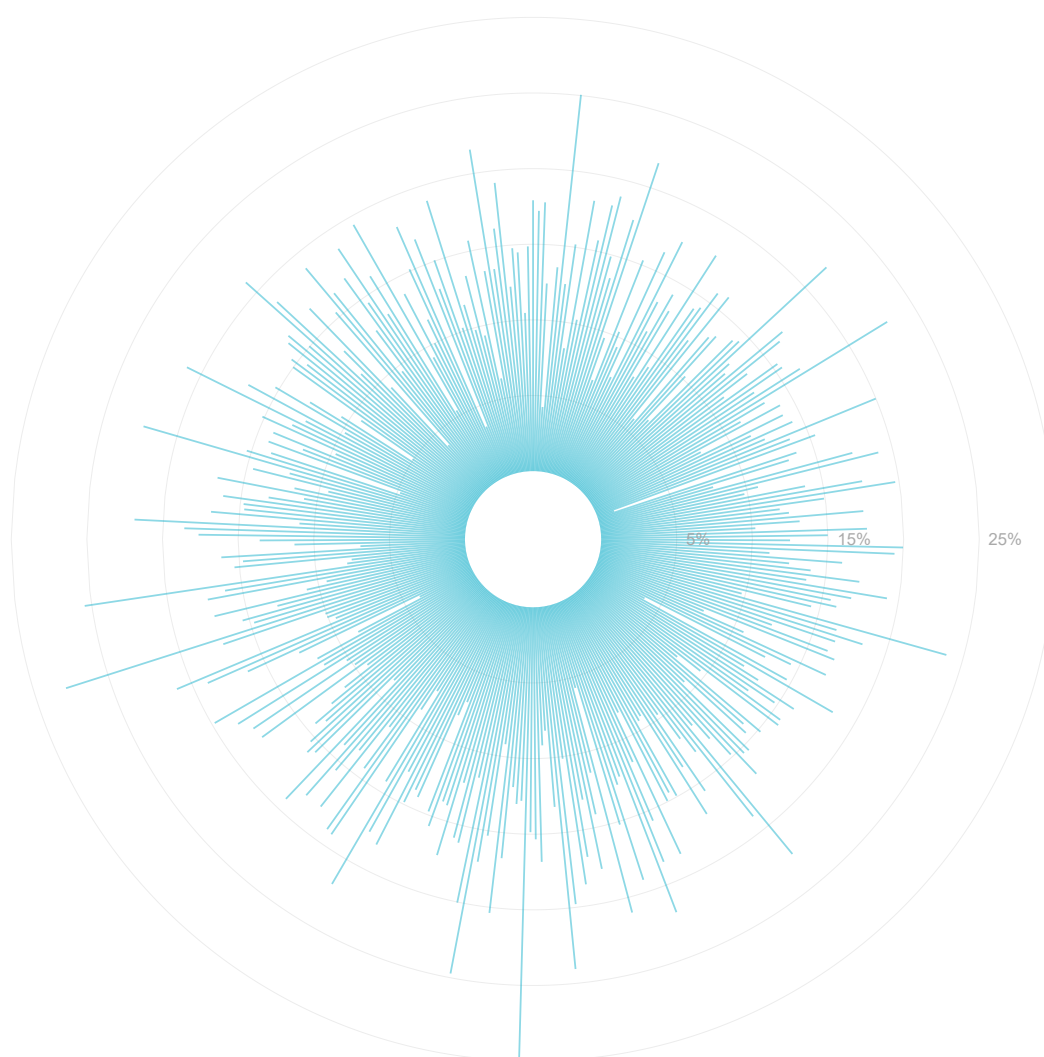
22. Le modèle statistique utilisé pour calculer ces taux est un peu différent de celui présenté en Section 3. Nous avons utilisé ici une technique de 'machine learning' dite de LASSO qui nous permet d'intégrer au modèle un grand nombre d'effets d'interaction potentiels entre les variables. Introduire ces interactions vise à éviter d'obtenir des prédictions de taux artificiellement élevés ou faibles dues à l'additivité des effets dans le modèle logit pour des profils combinant un grand nombre de variables corrélées avec les contaminations à la COVID-19. La procédure de LASSO va sélectionner automatiquement les interactions qui ont un pouvoir explicatif important afin d'éviter de 'sur-paramétriser' le modèle et de sur-estimer son pouvoir prédictif.

23. Il faut noter qu'en limitant notre analyse aux profils comptant au moins 75 individus, nous limitons *de facto* les profils aux cantons les plus peuplés (Luxembourg-Ville, Luxembourg-campagne, Capellen, Esch-sur-Alzette).

la valeur absolue moyenne des différences de taux entre profils est de 5,6 points de pourcentage, pour un taux moyen de contamination de 13,7 % – soit un écart relatif de 40 %. Ces 5,6 points de pourcentage représentent la différence moyenne de taux d'infection entre deux personnes aléatoirement choisies dans la population. Cela correspond à un coefficient de Gini de 0,204 ²⁴.

24. Le coefficient de Gini varie entre 0 et 1. Une valeur égale à 0 signifierait que tous les membres de la population ont le même taux de contamination, quel que soit leur profil socio-économique. Un coefficient de Gini égal à 1 correspondrait à une situation dans laquelle un seul profil—plus exactement une seule personne—concentre toutes les contaminations.

FIGURE 7. Hétérogénéité des taux d'infections estimés pour différents profils socio-démographiques et économiques. Chaque segment correspond à un profil spécifique obtenu en combinant les modalités des huit variables considérées. Sa longueur représente la prédiction du taux d'infection pour ce profil. Seuls les profils comptant au moins 75 personnes dans la Population I sont représentés.



5. LES FORMES SÉVÈRES, GRAVES ET FATALES DE LA COVID-19

5.1. HOSPITALISATIONS EN SOINS NORMAUX ET EN SOINS INTENSIFS

Résultats principaux

- Le taux d'admission en soins normaux pour COVID-19 sur la période des 20 premiers mois de l'épidémie s'établit à 0,8 %, celui des admissions en soins intensifs à 0,11 % de la population âgée de 6 ans et plus.
- Le taux d'hospitalisation brut est cinq fois plus élevé pour la population âgée de 50 ans et plus (1,59 %) que pour la population plus jeune (0,29 %).
- Moins d'une personne âgée de moins de 65 ans sur 100 est hospitalisée pour COVID-19, alors que chez les personnes âgées de 85 ans et plus ce sont 5 personnes sur 100.
- Le risque de développer des formes graves de COVID-19 varie nettement avec le niveau de vie : le taux d'hospitalisation et d'admission en soins intensifs pour COVID-19 est 1,6 fois plus élevé pour les personnes ayant un niveau de vie annuel inférieur à 25 000 €/an (0,33 %) que pour celles disposant de 60 000 €/an ou plus (0,21 %).
- Les hommes ont un taux d'hospitalisation plus élevé que les femmes (0,9 % contre 0,7 %).
- Les résidents nés en Italie ou dans un pays de l'ex-Yougoslavie ont été, respectivement, 2 fois et 3 fois plus à risque d'être admis en soins intensifs que les personnes nées au Luxembourg ou au Portugal.
- Les pathologies pré-existantes augmentent sensiblement le taux d'hospitalisation, y compris pour les personnes moins âgées : cumuler trois co-morbidités ou plus multiplie par 5 le risque d'un séjour en soins normaux et par 8 le risque d'une admission en soins intensifs.

Suivant les définitions données dans la section 3 dans la Population I 3771 hospitalisations en soins normaux et 516 admissions en soins intensifs en lien avec la COVID-19 sont recensées. Le taux d'admission en soins normaux des résidents âgés de 6 ans et plus malades de COVID-19 sur la période de référence de 20 mois s'établit à 0,8 %, celui des admissions en soins intensifs à 0,11 %. Il est utile de préciser qu'au

Luxembourg il n'y a eu pénurie de lits d'hôpital à aucun moment de l'épidémie. Les structures de prise en charge hospitalière ont été en mesure d'accueillir toutes les personnes souffrant du COVID-19 qui se sont présentées.

LE GRADIENT SOCIAL DANS LES HOSPITALISATIONS POUR COVID-19

Comme évoqué plus haut, des différences dans les hospitalisations pour COVID-19 en fonction de caractéristiques socio-démographiques et économiques peuvent avoir trois grandes causes. D'abord des différences dans l'exposition au virus et dans le nombre de contaminations – telles que montrées dans la section 4. Toutes autres choses égales par ailleurs, les groupes les plus contaminés ont plus de chance d'avoir des taux d'hospitalisation élevés. Des facteurs biologiques entrent ensuite en jeu dans le développement de formes sévères de la maladie. Outre l'âge, une série de facteurs de risque ont été identifiés (comme le diabète, l'immunosuppression, les maladies respiratoires ou cardiovasculaires chroniques, le sur-poids, le tabagisme, etc.). Dans la mesure où ces facteurs varient en fonction de caractéristiques socio-démographiques et économiques, ils peuvent mener à un gradient social sur les hospitalisations. Enfin, des différences dans la participation à la campagne de vaccination est le troisième facteur pouvant générer un gradient social. Comme observé dans la section 6, il ressort des variations substantielles dans les taux de vaccination en fonction de caractéristiques socio-démographiques et économiques. Dans la mesure où la vaccination protège efficacement contre les formes sévères de la maladie, ces différences dans la vaccination peuvent être un déterminant du gradient social²⁵. Il faut cependant souligner que ce facteur ne commence à jouer que dans la deuxième moitié de la période couverte par l'analyse. Une majorité des hospitalisations (58 %) ont été recensées en 2020, avant le démarrage de la campagne de vaccination.

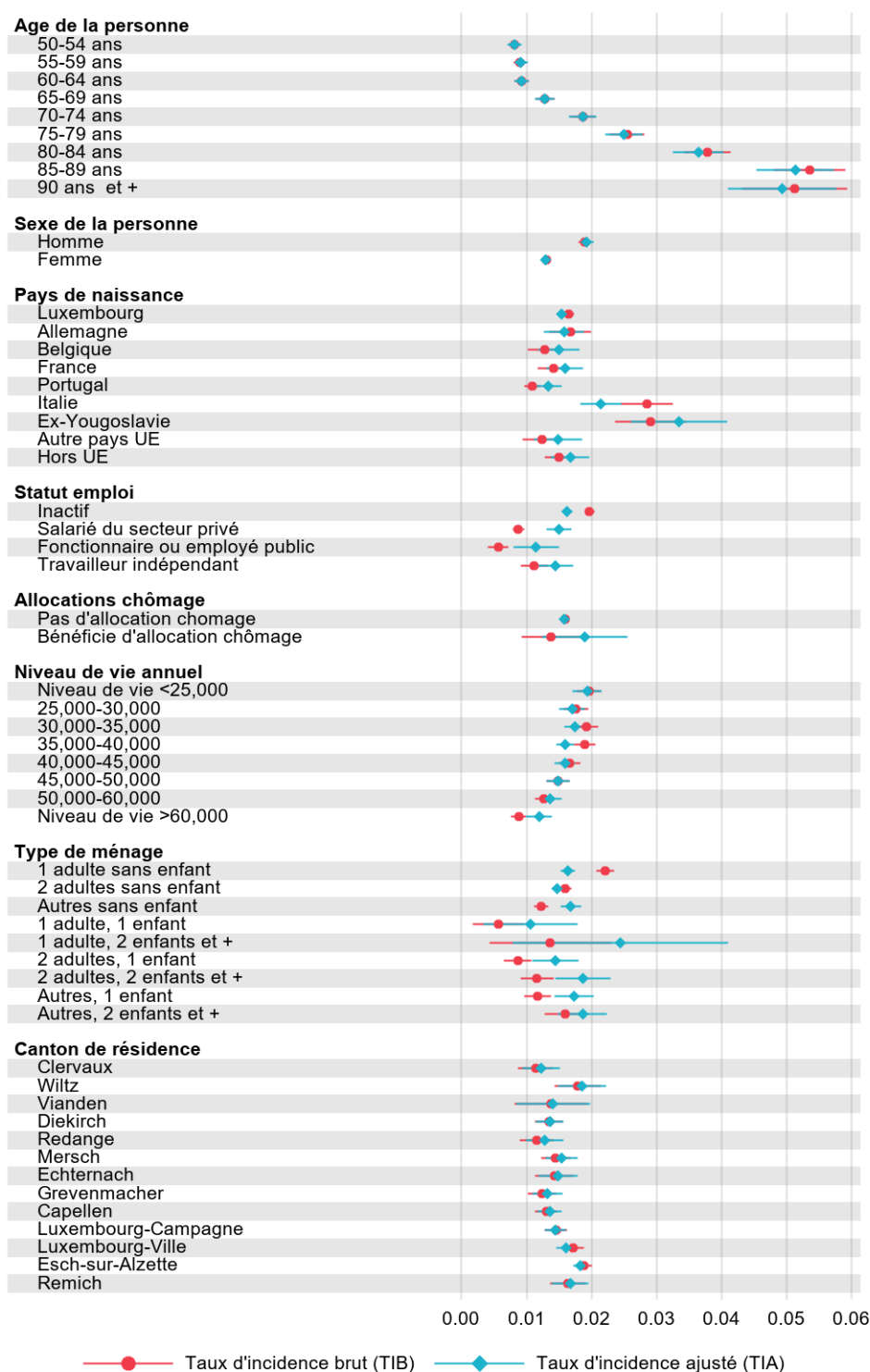
Dans la mesure où les formes sévères de la maladie – nécessitant une hospitalisation – ont été relativement rares parmi les résidents jeunes, nous nous focalisons sur la population âgée de cinquante ans et plus (la Population II)²⁶. La figure 8 présente les taux d'incidence des hospitalisations bruts et ajustés pour chacune des modalités des huit variables pour les résidents de cinquante ans et plus. La figure 9 présente les taux d'incidence d'hospitalisations ayant nécessité une admission en soins intensifs.

L'âge, le sexe, le niveau de vie et la pays de naissance sont les quatre variables socio-démographiques et économiques qui se révèlent associées à des variations substantielles dans les taux d'hospitalisation. Elles jouent également dans les taux

25. Voir Zheng et al. (2022) pour une meta-analyse des études sur l'efficacité des vaccins contre la COVID-19.

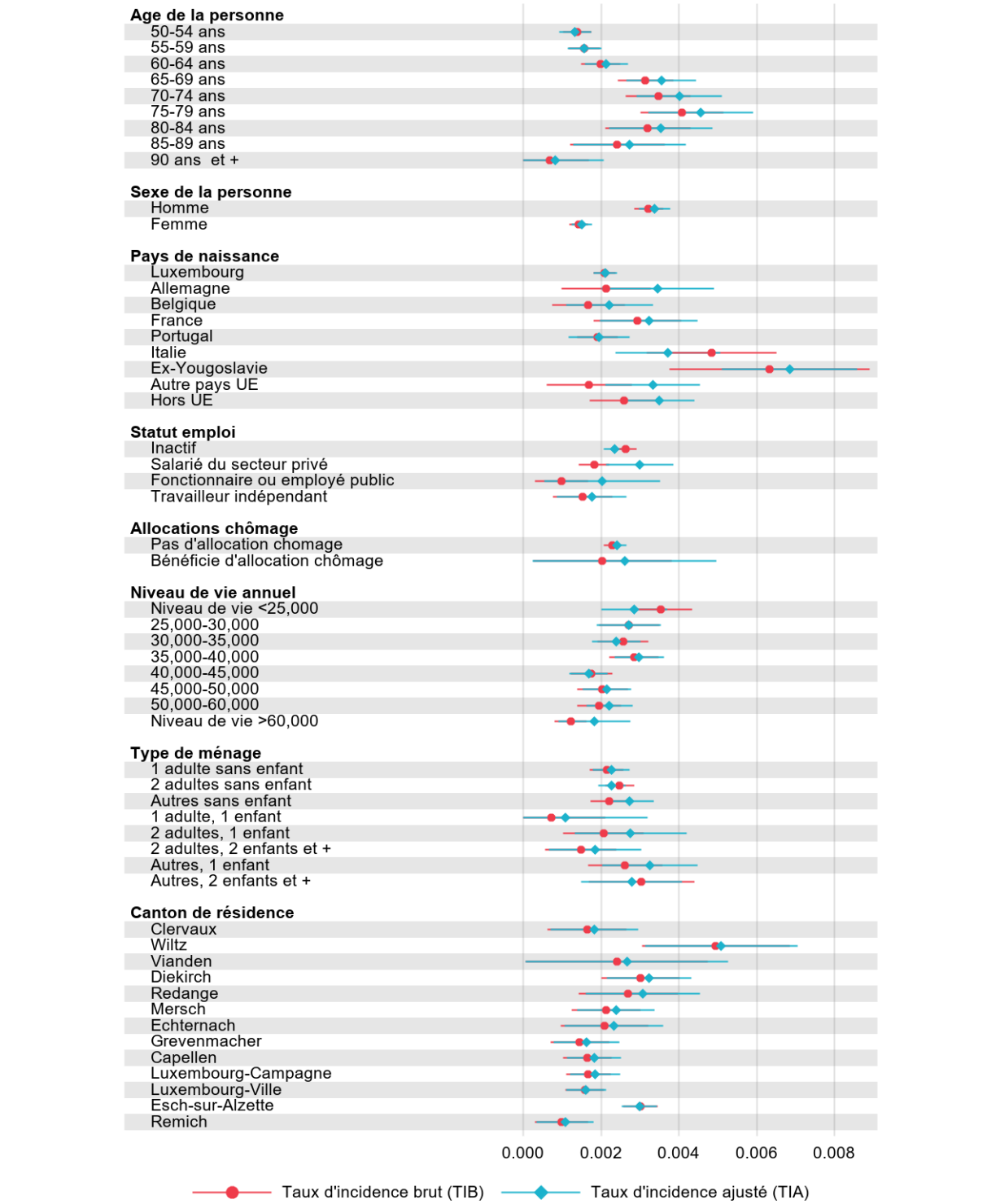
26. Les taux estimés sur la Population I sont disponibles en annexe.

FIGURE 8. Taux d'hospitalisation pour COVID-19 au sein de la population résidente âgée de 50 ans et plus (Population II), par caractéristiques socio-démographiques et économiques, 1 mars 2020 - 27 octobre 2021. En rouge les taux d'incidence bruts (TIB) et en bleu les taux d'incidence ajustés (TIA) avec intervalles de confiance à 95 pour-cent.



Source : données IGSS et DISA, calculs des auteurs.

FIGURE 9. Taux d'hospitalisation en soins intensifs pour COVID-19 au sein de la population résidente âgée de 50 ans et plus (Population II), par caractéristiques socio-démographiques et économiques, 1 mars 2020 - 27 octobre 2021. En rouge les taux d'incidence bruts (TIB) et en bleu les taux d'incidence ajustés (TIA) avec intervalles de confiance à 95 pour-cent.



Source : données IGSS et DISA, calculs des auteurs.

de décès qui sont présentés dans la section 5.2.

La variable la plus étroitement liée au taux d'hospitalisation en lien avec la COVID-19 est l'âge des résidents. Pour toutes les catégories d'âge de plus de 65 ans, le taux d'hospitalisation brut dépasse 1 %. Les personnes âgées de 85 à 89 ans sont confrontées au plus grand taux d'hospitalisation (5,5 %), deux fois plus élevé que celui des personnes âgées de 75 à 79 ans et cinq fois plus élevé que celui des 55 à 64 ans. La relation entre l'âge des malades et le taux d'admission en soins intensifs suit une évolution similaire à celle entre l'âge et les hospitalisations en soins normaux, mais s'infléchit après l'âge de 80 ans²⁷.

Les hommes connaissent un taux 1,5 fois plus élevé que les femmes d'être hospitalisés en soins normaux et 2 fois plus grand de nécessiter une réanimation cardio-pulmonaire²⁸.

Le gradient des hospitalisations en fonction du niveau de vie des ménages constitue un constat frappant. Ce gradient est d'ampleur semblable qu'il s'agisse de toutes les hospitalisations ou d'hospitalisations en soins intensifs. L'observation que les personnes vivant dans des ménages à faible revenu aient davantage nécessité une hospitalisation pour COVID-19 que des personnes plus aisées financièrement peut découler de plusieurs facteurs, comme nous l'évoquons plus haut. D'abord les contaminations ont évolué en fonction du revenu. Ensuite il est possible qu'un certain nombre de facteurs de risque soient également corrélés avec le revenu. Des études montrent, par exemple, une association entre un faible statut socio-économique et un risque accru d'obésité, alors que l'obésité a souvent été citée comme facteur aggravant de la maladie COVID-19. Nous observons également dans les données une association positive entre le niveau de vie et le nombre de pathologies pré-existantes (après ajustement pour l'effet de l'âge). Enfin, comme nous le montrons en section 6, la vaccination est également négativement corrélée avec le niveau de vie.

Pour appréhender le rôle de ces deux derniers facteurs, la figure 10 compare les taux de hospitalisations prédits dans les différentes modalités avec et sans ajustement pour le statut vaccinal et les pathologies pré-existantes. Si le gradient se réduit – une indication du rôle de la vaccination et des pathologies pré-existantes – il ne disparaît pas. L'écart résiduel peut être attribuable aux différences dans les taux de

27. La prise en charge en soins intensifs comporte des interventions lourdes, accompagnées de risques de séquelles non-négligeables, le risque augmente avec l'âge. L'admission en soins intensifs peut donc être contre-indiquée d'un point de vue médical pour certains patients déjà fragiles en raison de leur âge.

28. Un écart lié au genre a été observé dans de nombreux pays (Lakbar et al., 2020, Nielsen et al., 2021).

contamination et aux facteurs de risques inobservés évoqués plus haut (comme la prévalence du sur-poids ou du tabagisme).

Au delà de l'effet de l'âge, du sexe et du niveau de vie, un constat saillant est la variabilité des taux d'hospitalisation selon le pays de naissance. Les résidents nés dans un pays de l'ex-Yougoslavie ou en Italie ont un taux d'hospitalisation nettement plus important que les autres résidents (3,3 % pour les personnes nées en ex-Yougoslavie, 2,1 % pour celles nées en Italie, contre 1,5 % pour celles nées au Luxembourg ou dans un des pays limitrophes). Si les personnes nées en ex-Yougoslavie ont des taux de contamination élevés au départ, ce n'est pas le cas des personnes nées en Italie. La couverture vaccinale est également nettement plus faible chez les personnes nées en ex-Yougoslavie. Par contre, les personnes nées en Italie ont un nombre de pathologies pré-existantes significativement plus élevé que tous les autres groupes.

La figure 10 montre que l'écart d'hospitalisation entre ces groupes et les personnes nées au Luxembourg se réduit de moitié une fois que l'on ajuste les prédictions pour les écarts dans les pathologies pré-existantes et la vaccination. L'écart restant peut être imputable à des facteurs biologiques ou à des affections non-observés dans les données.

Des facteurs de risque reconnus dans la littérature sont l'obésité (Khan et al., 2020), le tabagisme (Reddy et al., 2021), ou les troubles liés à l'usage de substances (opioïdes, cannabis, cocaïne, alcool, etc.) (Wang et al., 2021). Plus généralement, dans l'enquête annuelle 'EU Statistics on Income and Living Conditions' (EU-SILC) réalisée au sein de la population résidente, les personnes nées en ex-Yougoslavie déclarent plus souvent ne pas être en bonne santé et l'indice de masse corporelle moyen de cette population est supérieur à celui de la population générale. Par ailleurs, des études ont suggéré que certaines formes de thalassémie, qui atteint essentiellement les personnes originaires du pourtour méditerranéen, du Moyen-Orient, d'Asie et d'Afrique sub-saharienne aggravent le risque d'une forme sévère de maladie COVID-19 de manière indirecte, en augmentant le risque d'anémie sévère ou d'autres complications cardiaques, rénales etc. (de Sanctis et al., 2020) ²⁹.

L'importance de la vaccination et des pathologies pré-existantes dans le risque de développer des formes sévères de la COVID-19 se reflète dans les chiffres présentés dans la figure 10. 85 % des patients âgés de cinquante ans ou plus hospitalisés pour COVID-19 présentaient déjà au moins un autre problème de santé

29. La thalassémie désigne un ensemble de maladies héréditaires caractérisées par un défaut de production de l'hémoglobine dans le sang.

FIGURE 10. Comparaison des probabilités prédites d'hospitalisation en soins normaux avec et sans prise en compte du statut vaccinal et du nombre pathologies pré-existantes



Source : données IGSS et DISA, calculs des auteurs.

pré-existant (contre 62 % chez les personnes n'ayant pas été hospitalisées) ³⁰. Les taux d'hospitalisation ajusté (TIA) en absence de pathologies pré-existantes est bien en-dessous de un pour-cent à 0,7 %. Il s'accroît d'un peu plus d'un point de pourcentage par pathologie avec un TIA de 2,2 % pour les personnes identifiées comme souffrant de deux pathologies et de 3,5 % pour trois pathologies et plus – soit un taux cinq fois supérieur qu'en absence de pathologies ³¹. Comprendre et s'attaquer au gradient social dans les formes graves de la COVID-19 nécessite donc aussi de travailler sur la relation entre statut socio-économique et santé plus largement, le gradient social observé dans la COVID-19 étant en partie un reflet des inégalités de santé par rapport à d'autres pathologies.

L'association entre le nombre de pathologies (co-morbidités) dont souffrent les personnes et l'âge est illustrée dans l'annexe A. Si l'évidente corrélation entre âge et pathologies pré-existantes joue un rôle important, le vieillissement est loin de déterminer à lui seul la prévalence et l'impact des pathologies sur la COVID-19. Les chiffres présentés en noir dans le graphique 10 pour l'âge et les pathologies sont ajustés pour la corrélation entre ces deux variables. Les variations d'hospitalisation en fonction des pathologies pré-existantes ne reflète donc pas le rôle de l'âge et sa corrélation avec les pathologies chroniques. De même, l'écart entre taux ajustés et non-ajustés pour la variable d'âge est significatif mais n'élimine pas l'effet de l'âge sur le taux d'hospitalisation ³².

37

Les chiffres présentés dans la figure 10 prennent également en compte la couverture vaccinale. Le taux global prédit d'hospitalisation parmi les personnes non-vaccinées (3,5 %) est nettement supérieur au taux pour les personnes vaccinées (1,1 %). Ces chiffres ne doivent cependant *pas* être interprétés comme une mesure de l'efficacité vaccinale. En effet, le statut vaccinal est mesuré au 27 octobre 2021 et un grand nombre d'hospitalisations ont été enregistrées *avant* le début de la campagne de vaccination. L'utilisation du statut vaccinal ici sert seulement à ajuster les écarts de taux d'hospitalisation entre groupes de population pour les différences observées dans la couverture vaccinale. Alkerwi et al. (2021) et Arendt et al. (2022) présentent

30. Pour rappel, la présence d'une co-morbidité est constatée dans nos données sur base de l'obtention de prescriptions pharmaceutiques hors milieu hospitalier pour des traitements immunosuppresseurs ou des traitements luttant contre la cirrhose, le diabète, des maladies cardio-vasculaires, une défaillance rénale, des cancers, les pathologies respiratoires chroniques de type asthme ou bronchopathie chronique et autre maladies respiratoires obstructives.

31. Le taux prédit d'admission en soins intensifs est quant à lui 8 fois supérieur pour les personnes cumulant trois pathologies ou plus (0,8 %) que pour celles sans co-morbidité (0,1 %) – voir Annexe E.

32. La relation entre âge et hospitalisations après ajustement pour notre variable de pathologies pré-existantes peut refléter d'autres facteurs biologiques liés à l'âge, les co-morbidités non mesurées par nos données, et le plus haut taux de contamination présenté en section 4.

des analyses détaillées de l'efficacité vaccinale au Luxembourg.

L'ÉVOLUTION PAR TRIMESTRE

La figure 11 montre l'évolution des taux d'hospitalisation par trimestre au cours de l'épidémie. Dans la mesure où la pathogénicité des variants de SARS-CoV-2 a été assez constante au cours de la période considérée, l'évolution des hospitalisations en soins normaux illustre sans doute fidèlement la temporalité de l'épidémie (passées les premières semaines marquées par l'hospitalisation quasi-systématique de tous les cas détectés).

Les taux d'hospitalisation ont été les plus élevés au cours des trois trimestres couvrant la période de septembre 2020 à mai 2021. C'est également sur cette période que les variations de taux d'hospitalisation en fonction de caractéristiques socio-démographiques et économiques ont été les plus marquées.

Si une relation entre taux d'hospitalisation et niveau de vie apparaît déjà en début de période, c'est à partir de l'automne 2020 qu'elle se marque le plus fortement. Le rapport des taux d'hospitalisation prédit entre niveau de vie le plus bas et le plus élevé est d'environ 1,3 au premier trimestre, mais il s'élève à environ 1,7 entre septembre et novembre 2020, environ 2 entre décembre 2020 et février 2021 et 2,5 entre mars et mai 2021³³. Les écarts en fonction du pays de naissance s'agrandissent également à l'automne 2020. Cependant le taux d'hospitalisation plus élevé parmi les personnes nées en ex-Yougoslavie apparaît dès l'été 2020 pour ne plus se réduire.

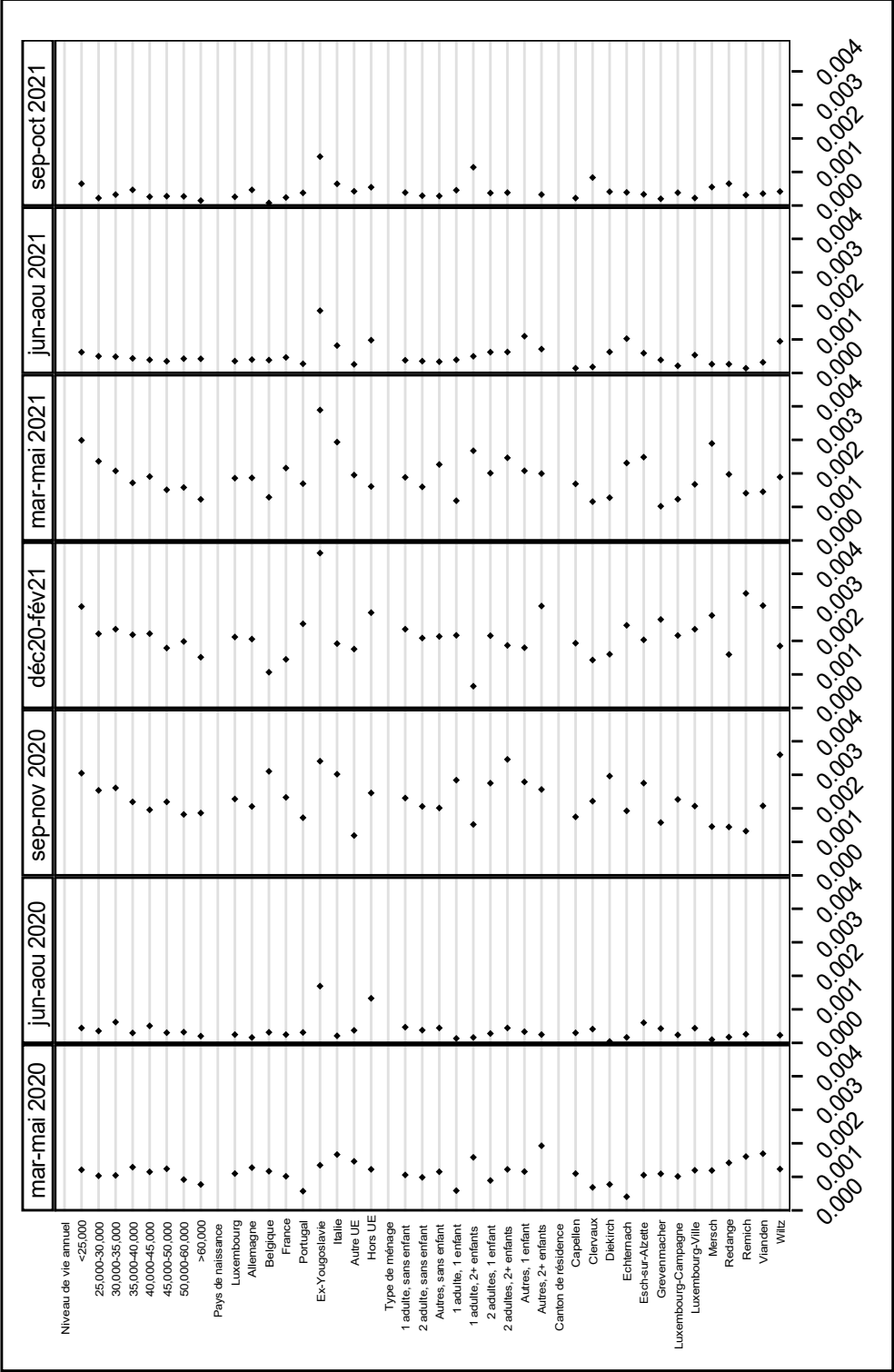
Le constat d'un gradient social marqué dès l'automne 2020 démontre que la faible couverture vaccinale de certains groupes ne peut expliquer, seule, l'existence de ces écarts dans les taux d'hospitalisation.

LA DIVERSITÉ DES TAUX D'HOSPITALISATION

Sur le même format que la figure 7, la figure 12 présente un nouveau graphique en étoile visualisant cette fois la diversité des taux d'hospitalisation en fonction des 351 différents profils socio-démographiques et économiques de la population I. Notons que nous montrons ici les taux d'hospitalisation prédits pour toute la population de six ans et plus. Ces taux varient de zéro (pour les plus jeunes) à plus de 6 pour-cent. Pour les personnes ayant le profil le plus impacté, plus d'une personne sur vingt a été hospitalisée pour cause de COVID-19 entre mars 2020 et novembre 2021. Ce profil est celui d'un homme né au Luxembourg, âgé entre 85 et 89 ans, vivant en couple

33. Au vu du taux presque nul d'hospitalisation prédite pour le niveau de vie le plus élevé entre septembre et octobre 2021, l'écart relatif est encore nettement plus grand en fin de période.

FIGURE 11. Evolution des taux d'hospitalisation pour COVID-19, par trimestre, au sein de la population âgée de 50 ans et plus, 1 mars 2020 - 27 octobre 2021. Taux d'incidence ajustés par trimestre.



Source : données ICSS et DISA, calculs des auteurs.

dans le canton de Esch-sur-Alzette avec un niveau de vie entre 30 000 et 35 000 euros par an.

La valeur absolue moyenne des différences de taux prédits est ici de 8.8 pour mille. Avec un taux moyen d'hospitalisation de 7.8 pour mille, ces différences moyennes correspondent à un coefficient de Gini de 0,564, nettement plus élevé que celui des infections. C'est évidemment l'âge qui joue ici le rôle clef : les 23 profils les plus à risque d'hospitalisation (sur 351 comptant au moins 75 individus) concernent des personnes de 80 ans et plus.

5.2. MORTALITÉ AYANT COMME CAUSE PRINCIPALE LA COVID-19

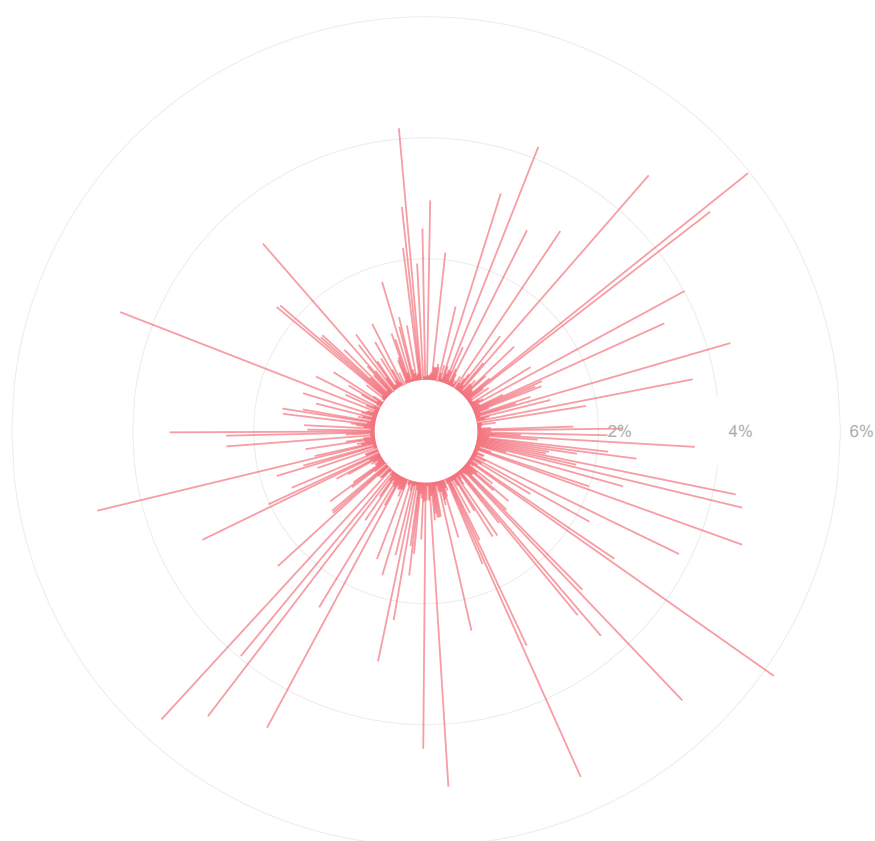
Résultats principaux

- Le taux de décès avec une infection COVID-19 comme cause principale sur la période des 20 premiers mois de l'épidémie s'établit à 0,16 % de la population âgée de 6 ans et plus.
- Le taux de décès est 2,6 fois plus grand pour la population âgée de 50 ans et plus (0,42 %) que pour l'ensemble de la population (0,16 %)
- Le taux de décès augmente substantiellement avec l'âge : une personne âgée de plus de 90 ans a 125 fois plus de risque de décéder qu'une personne âgée de 50 à 54 ans.
- Parmi les 50 ans et plus, le risque de décéder du COVID-19 est 1,4 fois plus grand parmi les personnes dont le niveau de vie ne dépasse pas 25 000 €/an (0,33 %) que pour celles disposant de 60 000 €/an ou plus (0,21 %).
- Les taux de décès de la COVID-19 ont été 2 fois plus élevés pour les hommes que pour les femmes au sein de la population de 50 ans et plus.
- Les pathologies pré-existantes (co-morbidités captées dans les données) augmentent sensiblement le taux de décès, y compris pour les personnes moins âgées : souffrir d'une co-morbidité augmente le taux de décès de 0,27 points de pourcentage.

Trois-quarts des 777 décès dont la cause principale est identifiée comme étant la COVID-19 dans la Population I sont survenus chez des personnes âgées de plus de 70 ans, alors qu'elles représentent 8% de la population totale et 97% des décès ont été observées parmi les 50 ans et plus.

La figure 13 rapporte les taux de décès pour COVID-19 parmi la population ayant 50

FIGURE 12. Hétérogénéité des taux d'hospitalisation prédits pour différents profils socio-démographiques et économiques. Chaque segment correspond à un profil spécifique obtenu en combinant les modalités des huit variables considérées. Sa longueur représente la prédiction du taux d'infection pour ce profil. Seuls les profils comptant au moins 75 personnes dans la Population I sont représentés.



ans ou plus (Population III) en fonction des caractéristiques socio-démographiques et économiques. Comme pour les hospitalisations, l'âge est le facteur majeur³⁴. Le taux brut dépasse 1 % pour la catégorie des 80-84 ans, il double pour le groupe des 85-89 ans et atteint 4,5 % – soit près de un sur vingt – pour les individus ayant dépassé 90 ans. Après prise en compte des caractéristiques socio-économiques, le taux de décès prédit pour COVID-19 à l'âge de plus de 90 ans est 125 fois plus grand que celui évalué à l'âge de 50 à 54 ans.

Le taux de décès ajusté est deux fois plus élevé chez les hommes (0,4 %) que chez les femmes (0,2 %) dans la population âgée de 50 ans et plus.

Un taux de décès ajusté beaucoup plus important est observé pour les personnes nées dans les pays de l'ex-Yougoslavie. Le taux *brut* de décès n'est pas élevé dans cette population, car elle est comparativement jeune. Après ajustement, le taux prédit de décès monte à 1,2 % – soit près du double du taux prédit pour les autres groupes (à l'exception de l'Italie). Cependant, lorsque le statut vaccinal et les pathologies pré-existantes sont prises en compte par le modèle (figure 14), cet excédent de risque de décès disparaît. Il est donc possible de soupçonner que la relativement faible couverture vaccinale joue un rôle dans le taux de mortalité de ce groupe.

Il est rassurant d'observer qu'aucun gradient relatif au niveau de revenu n'apparaît dans les taux de mortalité ajustés.

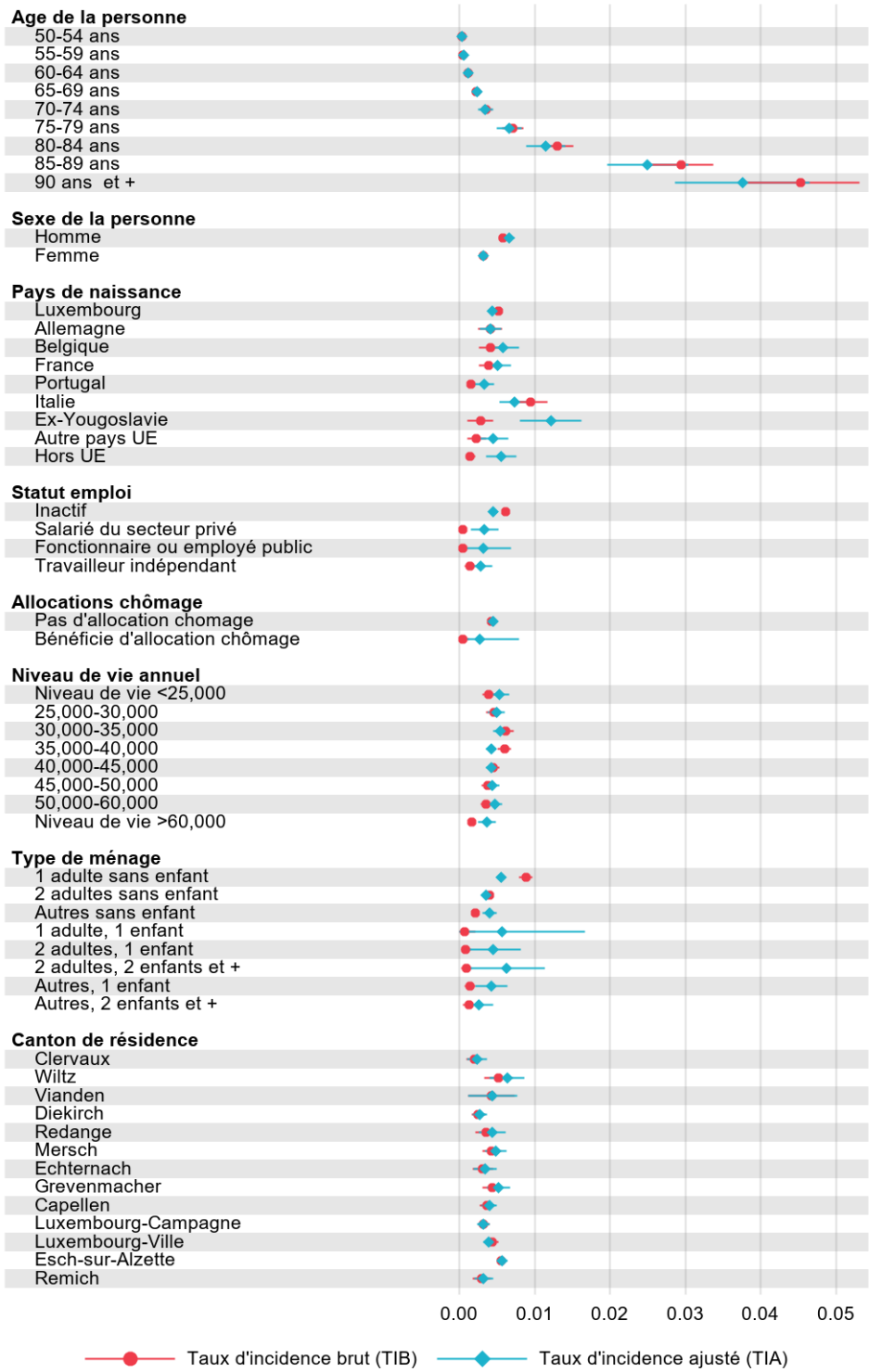
42

Si l'âge influence lourdement le risque de décès en raison de la COVID-19, la présence et l'éventuel cumul de pathologies pré-existantes ainsi que le statut vaccinal des personnes jouent un rôle clef : lorsque ces deux facteurs sont inclus dans le modèle, la relation entre l'âge d'une personne et son risque de décès est atténuée, le rapport de risque de décès pour une personne âgée de plus de 90 ans étant "seulement" 30 fois supérieur à celui d'une personne âgée de 50 à 54 ans (figure 14). Les personnes ayant suivi un schéma de primo-vaccination complet (2 doses, sauf pour le vaccin Janssen où une seule dose valait vaccination complète au moment de la préparation de ce rapport) sont confrontées à un risque substantiellement inférieur (0,01 %) à celui des personnes non-vaccinées (2,5 %). Notre stratégie d'analyser ensemble les 20 premiers mois de l'épidémie sur-estime toutefois l'impact bénéfique de la vaccination, car toutes les personnes décédées en 2020, quand la vaccination était encore impossible, figurent dans la catégorie "non vacciné". Voir plutôt les analyses de l'effectivité vaccinale au Luxembourg de Alkerwi et al. (2021) et Arendt et al. (2022)..

Le rôle important des co-morbidités dans le risque de décès pour COVID-19 est illustré aussi par le fait que seules 7 % des personnes âgées de plus de 25 ans et

34. Ceci rejoint les conclusions du le Rapport Travail et Cohesion Sociale ((STATEC, 2021)).

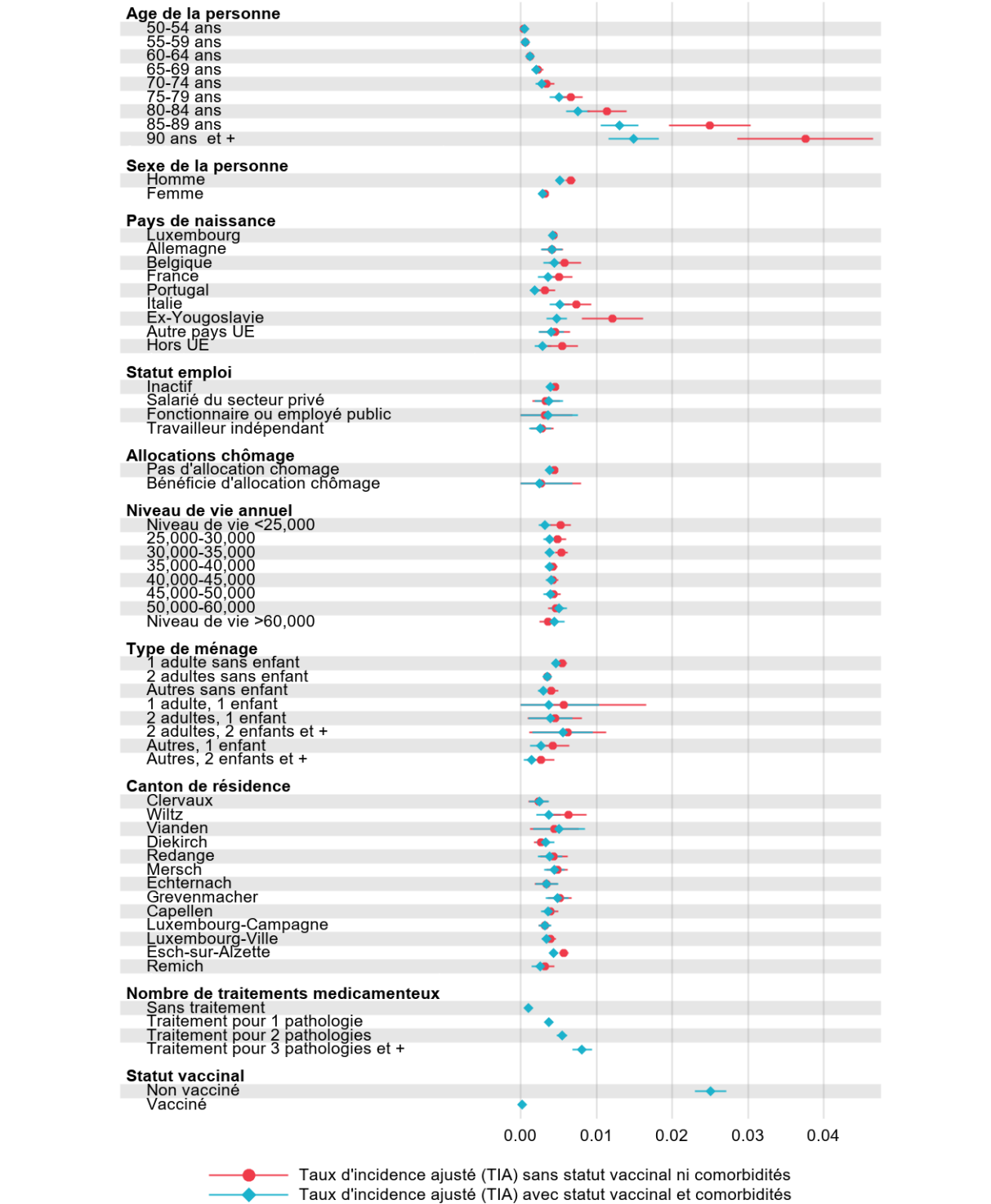
FIGURE 13. Taux de mortalité des suites d’une infection par le SARS-CoV-2 au sein de la population résidente âgée de 50 ans et plus (Population II), par caractéristiques socio-démographiques et économiques, 1 mars 2020 - 27 octobre 2021. En rouge les taux d’incidence bruts (TIB) et en bleu les taux d’incidence ajustés (TIA) avec intervalles de confiance à 95 pour-cent.



Source : données IGSS et DISA, calculs des auteurs.

décédées ne souffraient d'aucune autre pathologie pré-existante dans nos données. L'accroissement du taux de décès pour les catégories d'âge ayant dépassé 80 ans reflète en partie l'effet d'une santé fragile. Les co-morbidités augmentent sensiblement le taux de décès pour les personnes moins âgées : souffrir d'une co-morbidité augmente le taux de décès de 0,27 points de pourcentage ce qui est équivalent à la hausse du taux de décès liée à l'âge entre les personnes âgées de 70 à 74 ans et celles de 60 à 64 ans.

FIGURE 14. Comparaison des probabilités prédites de décès pour cause de COVID-19 avec/sans prise en compte du statut vaccinal et des pathologies pré-existantes, parmi les résidents âgés de 50 ans et plus, 1 mars 2020 - 27 octobre 2021



6. LA CAMPAGNE DE VACCINATION

Résultats principaux

- Le taux de vaccination varie selon l'âge : les seniors de 75-84 ans ont une probabilité de vaccination de 86 % contre 62 % parmi les 21-29 ans au 27 octobre 2021.
- Un haut niveau de vie est associé à une plus forte probabilité de vaccination. Les personnes avec un niveau de vie de plus de 60 000 €/an ont une probabilité de 80 %, celle de ceux ayant moins de 25 000 €/an de 58 %. Les écarts persistent même après contrôle par âge et par pays de naissance.
- Le taux de vaccination est nettement plus faible (55 %) parmi les résidents nés dans un pays de l'ex-Yougoslavie mais plus élevé pour les natifs du Portugal (72 %) et surtout du Luxembourg (78 %).
- La probabilité de vaccination est plus faible parmi les inactifs (70 %) que parmi les actifs et, parmi ces derniers, les fonctionnaires ont le taux de vaccination le plus élevé (79 %) suivis par les salariés du privé (77 %) et les travailleurs indépendants (73 %).

Les vaccins contre le SARS-CoV-2 protègent efficacement contre le risque de développer des formes sévères de la COVID-19 et contre le décès (Alkerwi et al., 2021). A la date du 27 octobre 2021, toute la population résidente de douze ans ou plus a eu la possibilité de recevoir gratuitement la vaccination. A cette date, 371 118 résidents avaient reçu un schéma de primo-vaccination complet (une dose de Janssen ou deux doses des autres vaccins). Le taux de vaccination dans la population totale s'établit à 64,8 %. Ce taux est relativement bas, en comparaison de la couverture vaccinale observée dans d'autres pays européens (Mathieu et al., 2021). Une fraction relativement importante de la population n'a donc pas répondu à l'invitation de vaccination — soit par choix, ce choix pouvant être en lien avec une immunité acquise suite à une infection COVID-19 antérieure, soit à cause d'une contre-indication

médicale³⁵

La figure 15 montre les estimations de taux de vaccination en fonction de nos huit caractéristiques socio-démographiques et économiques – en rouge les taux bruts et en bleu les taux prédits après ajustement pour les différences dans la composition des groupes. Le graphique révèle des variations substantielles dans les taux de vaccination. En particulier, les taux de vaccination varient nettement en fonction de l'âge, du niveau de revenu, du pays de naissance et du statut d'emploi.

La vaccination est d'abord fortement liée à l'âge. Les probabilités de vaccination sont plus faibles pour les personnes âgées de 13-14 ans et de 21-29 ans (autour de 60 %). A partir de 30 ans, la probabilité de vaccination augmente pour atteindre son pic (85 %) entre 75-84 ans.

Le taux de vaccination augmente très nettement avec le niveau de vie. Les plus aisés ont une probabilité de près de 80 % d'être vacciné contre 58 % pour les plus défavorisés. Si les différences d'âge, de pays de naissance, de statut d'emploi, etc. sont neutralisées entre ces deux groupes, subsiste encore un écart substantiel avec des taux ajustés allant de 80 % à 67 %. Ces écarts sont particulièrement étonnants vu la gratuité de la vaccination, la facilité d'accès aux centres de vaccination. Rappelons que le niveau de vie influence nettement les différences dans les probabilités prédites d'hospitalisation et de décès dans la population de 50 ans et plus (cf. figures 10 et 14). En croisant le niveau de vie et le pays de naissance (figure 16), les différences liées au niveau de vie se maintiennent quel que soit le pays de naissance, à l'exception des personnes nées au Portugal. En effet, parmi les résidents nés au Portugal, les taux de vaccination en fonction du niveau de vie sont relativement uniformes.

Si le gradient en fonction du niveau de vie se retrouve dans presque tous les groupes repartis selon le pays de naissance, les taux varient substantiellement *selon* le pays de naissance. Les résidents nés dans les pays de l'ex-Yougoslavie se distinguent avec un faible taux de vaccination (52 % brut ou 55 % ajusté). Comme nous l'avons déjà souligné dans la section 5 les différences dans la vaccination (et les pathologies pré-existantes) peuvent expliquer la sur-mortalité observée parmi les résidents de 50 ans et plus dans cette sous-population (cf. figure 14). Les résidents nés au Luxembourg, en Allemagne, en Belgique, en Italie ou au Portugal ont des taux de vaccination supérieurs à 70 % et sont les plus élevés pour les résidents nés au Luxembourg ou au Portugal une fois les taux ajustés socio-démographiques et économiques³⁶. Les

35. Une contre-indication médicale à la vaccination existe si une personne présente une affection qui accroît considérablement le risque d'effets secondaires graves du vaccin (par exemple une réaction allergique immédiate grave).

36. Il est significatif qu'une couverture vaccinale élevée est également observée au Portugal, alors que

résidents nés en France ou un autre pays de l'UE ont des taux de vaccination plus faibles. Rappelons cependant que ces taux de vaccination peuvent être sous-estimés pour les groupes qui ont pu recevoir une vaccination en dehors du Luxembourg.

Les résidents inactifs ont une probabilité plus faible de se vacciner que les actifs. Parmi ces derniers, le taux de vaccination est particulièrement élevé parmi les fonctionnaires. De grandes variations sont observées dans les taux de vaccination bruts en fonction de la composition du ménage, mais ces différences s'amenuisent très nettement une fois que l'on contrôle pour l'âge.

Un focus sur la population salariée (figure 17) montre que le rôle du pays de naissance reste important – avec notamment le taux de vaccination le plus élevé parmi les salariés nés au Portugal, et, à l'inverse un taux de vaccination faible parmi les salariés nés en ex-Yougoslavie. Les variations de taux de vaccination sont également importantes entre les niveaux de salaire avec plus de dix points de pourcentage d'écart à l'avantage des plus hauts salaires par rapport aux bas salaires..

Chez les salariés, la probabilité d'être vacciné augmente également avec l'âge avec des écarts plus importants entre les groupes d'âge comparativement à l'ensemble des résidents de 6 ans et plus.

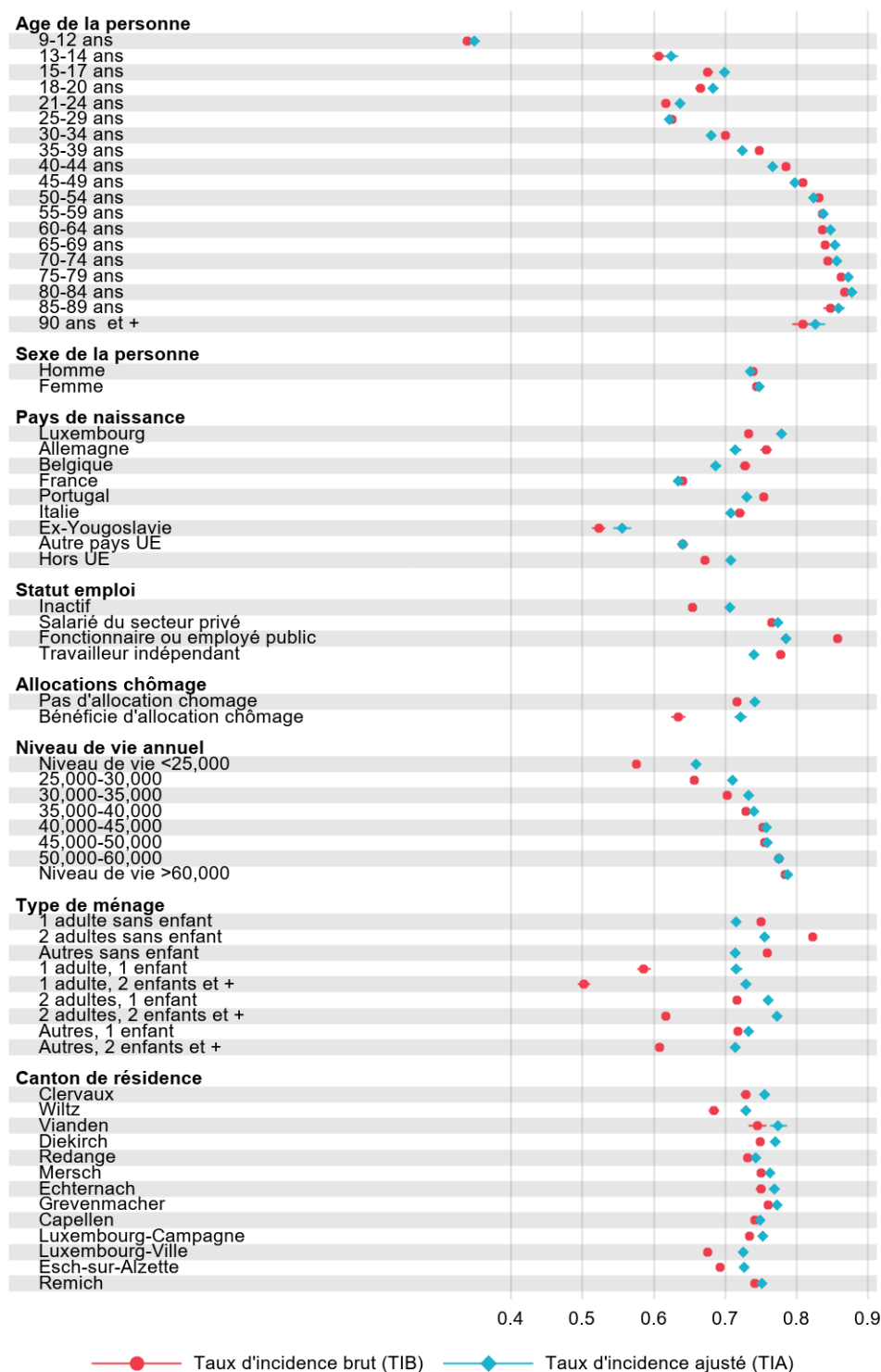
Par secteur d'activité, le secteur de l'éducation (hors fonction publique) affiche le taux de vaccination le plus élevé alors que le secteur des services de sécurité détient le taux le plus faible. Par ailleurs, le taux de vaccination du secteur de la santé ne se distingue pas de celui des autres secteurs. Les salariés du secteur public ont enfin une forte probabilité de se faire vacciner que les personnes travaillant dans le secteur privé.

Une primo-vaccination complète consiste en deux doses de vaccin (une dose pour le Janssen). Cependant, selon les recommandations du Conseil Supérieur des Maladies Infectieuses adoptées par le gouvernement en juin 2021, en cas d'infection préalable par le SARS-CoV-2, une seule dose peut suffire chez les personnes qui n'appartiennent pas à une catégorie à risque³⁷. Si les chiffres présentés jusqu'ici ne prennent en compte que la vaccination complète, les résultats n'évoluent que peu si l'on ajoute aux personnes entièrement vaccinées celles qui ont contracté la COVID-19 – soit la population ayant pu développer des anticorps en réponse au SARS-CoV-2. Ce sont alors 401 763 personnes de 12 ans et plus qui sont immunisées contre SARS-

la couverture vaccinale est comparativement faible dans les pays de l'ex-Yougoslavie d'après les chiffres publiés par le Johns Hopkins University Coronavirus Resource Center – voir <https://coronavirus.jhu.edu/vaccines/international>.

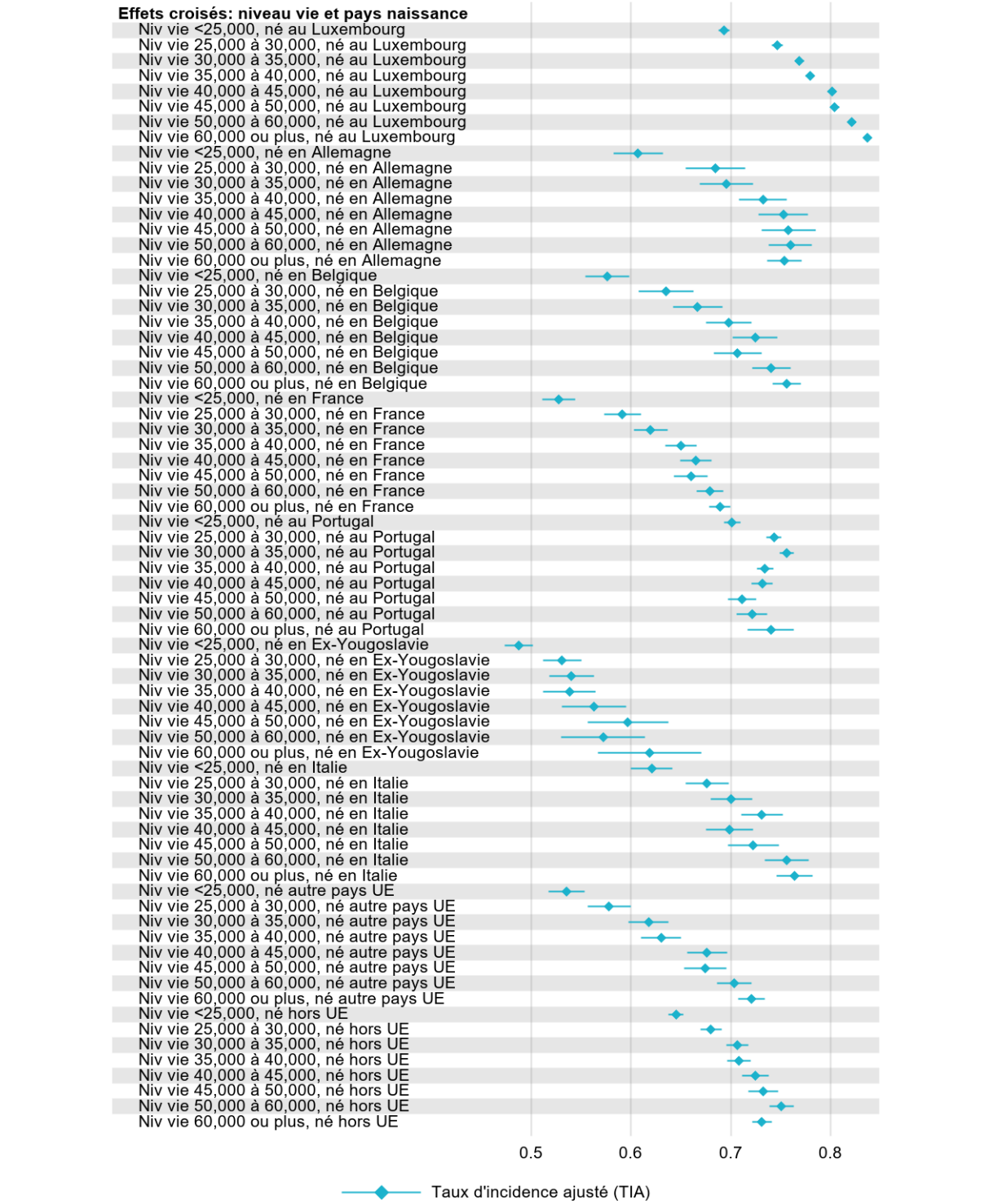
37. Voir Conseil Supérieur des Maladies Infectieuses (2021)

FIGURE 15. Taux de vaccination contre le SARS-CoV-2 au 27 octobre 2021 au sein de la population résidente âgée de 6 ans et plus (Population I) en vie au 1er janvier 2021, par caractéristiques socio-démographiques et économiques. En rouge les taux bruts (TIB) et en bleu les taux ajustés (TIA) avec intervalles de confiance à 95 pour-cent.



Source : données IGSS et DISA, calculs des auteurs.

FIGURE 16. Effets croisés du niveau de vie et du pays de naissance sur les taux de vaccination prédits au sein de la population résidente âgée de 6 ans et plus (Population I) en vie au 1er janvier 2021, avec intervalles de confiance à 95 pour-cent.



Source : données IGSS et DISA, calculs des auteurs.

FIGURE 17. Taux de vaccination contre le SARS-CoV-2 au 27 octobre 2021 parmi les salariés résidents âgés de 21 à 64 ans (Population I) en vie au 1er janvier 2021, par caractéristiques d'emploi. En rouge les taux bruts (TIB) et en bleu les taux ajustés (TIA) avec intervalles de confiance à 95 pour-cent.



Source : données IGSS et DISA, calculs des auteurs.

CoV-2, soit 70 % de l'ensemble des résidents. Les taux d'immunisation par profil socio-démographiques et économiques sont présentés dans l'annexe D.

7. CONCLUSIONS

Le système de santé luxembourgeois a été mis à l'épreuve par la pandémie. La crise sanitaire est survenue dans un contexte global plus large d'inégalités économiques et sociales mais aussi d'inégalités de santé. Ce rapport présente une 'cartographie sociale' de la COVID-19 au Luxembourg afin d'identifier les disparités liées à des variables socio-démographiques et économiques dans la manière dont la population résidant au Luxembourg a été frappée par l'épidémie.

Les chiffres présentés dans ce rapport démontrent – si besoin en était – que le SARS-CoV-2 n'a pas frappé toute la population uniformément. Comme dans d'autres pays dans lesquels des études similaires ont été menées³⁸, des différences systématiques apparaissent dans les taux de contamination, d'hospitalisation, de décès et de couverture vaccinale.

L'âge est bien sûr un déterminant majeur de l'exposition à la maladie et à ses conséquences. Il influence tout à la fois l'intensité (et la nature) des interactions sociales et les facteurs biologiques pouvant mener à des formes sévères de COVID-19. Comme cela a été observé dans d'autres pays, les hommes et les femmes ont été touchés différemment. Si les femmes ont été davantage contaminées par le SARS-CoV-2, elles ont développé moins de formes sévères de la maladie.

Des variations dans l'impact de la COVID-19 en fonction du niveau de vie sont observées dans presque toutes les mesures étudiées – seuls les décès ne se révèlent pas systématiquement corrélés avec les revenus. Plus le niveau de vie d'une personne est élevé, moins il y a des chances qu'elle ait contracté le SARS-CoV-2 ou qu'elle ait nécessité une hospitalisation en lien avec la COVID-19. La couverture vaccinale est aussi corrélée avec le niveau de revenu.

Le Luxembourg est un pays d'immigration. Quarante-cinq pour-cent des personnes couvertes par l'étude sont nées hors du Luxembourg. Des différences substantielles dans l'exposition au virus apparaissent en fonction du pays de naissance. Si les résidents nés au Portugal – le plus grand groupe né à l'étranger – ont été relativement plus touchés par le virus, ils n'ont pas plus développé de formes sévères de la maladie que les autres groupes – aidés sans doute par une couverture vaccinale élevée. A l'inverse, les résidents nés dans un pays de l'ex-Yougoslavie (soit un peu plus

38. Voir, par exemple, Drefahl et al. (2020) et Gustafsson et al. (2022) pour la Suède, Decoster et al. (2021) et Gadeyne et al. (2021) pour la Belgique, Arceo-Gomez et al. (2022) pour le Mexique, et les revues de littérature de Khanijahani et al. (2021) et Upshaw et al. (2021).

de deux pour-cent de la population) ont été durement touchés avec des taux de contamination, mais aussi d'hospitalisation et de décès nettement supérieurs aux autres groupes analysés. Une faible couverture vaccinale n'explique qu'en partie cet écart, le groupe ayant déjà été particulièrement touché bien avant le démarrage de la campagne de vaccination ³⁹.

L'âge, le sexe, le niveau de revenu et le pays de naissance sont les quatre variables qui montrent les associations les plus fortes avec la COVID-19 et la morbidité qui y est associée. A l'inverse, nous avons globalement constaté peu de corrélation avec le canton de résidence, le statut d'emploi, ou la composition des ménages – en tous cas pour les calculs nets de leur corrélation avec l'âge, le sexe, le revenu, etc.

Il est évidemment essentiel de ne pas confondre corrélation et causalité. Le virus se transmet par les contacts sociaux et, une fois sa victime atteinte, ce sont des facteurs biologiques et médicaux qui déterminent le développement et la sévérité de la maladie. Les variables socio-démographiques et économiques ne jouent pas un rôle direct, mais reflètent les effets combinés des différences dans l'exposition aux risques par les contacts sociaux – au travail, à l'école ou à la maison –, dans l'adoption de mesures de prévention – la distanciation sociale, le port du masque, le respect des ordonnances d'isolement et de quarantaine, la vaccination –, dans l'accès aux soins et dans la prévalence des co-morbidités (comme l'obésité, le diabète, le cancer, ou des bronchopathies chroniques).

Si le rapport illustre le potentiel d'analyse qu'offre la connexion de données pseudonymisées provenant de sources administratives distinctes, plusieurs variables pouvant déterminer un profil socio-économiques restent indisponibles. En particulier, trois variables importantes n'ont pas pu être examinées : le niveau d'éducation, le type de logement, et le métier exercé. La finesse des variables de santé qui peuvent être exploitées pour définir le profil de risque préalable à l'émergence du SARS-CoV-2 reste également limitée. Ces contraintes rendent d'autant plus importante la prudence dans une interprétation causale des relations mises en lumière.

Ce rapport quantifie le gradient social de la COVID-19 au Luxembourg, mais il ne lui appartient pas de *qualifier* les écarts observés. Sont-ils 'excessifs' ou 'négligeables'? S'il n'est a priori pas surprenant que nous n'ayons pas tous été confrontés aux mêmes risques d'être infectés et de développer des symptômes graves nécessitant une hospitalisation et des soins intensifs, il reste étonnant que des écarts liés au profil socio-économique subsistent dans les formes sévères de la maladie dans un pays

39. Voir Leist et al. (2021) pour une analyse qualitative des attitudes par rapport à la vaccination parmi les ex-Yougoslave au Luxembourg.

dans lequel l'accès au soins est abordable et dont l'infrastructure hospitalière n'a pas été débordée par l'afflux de patients. Une autorité publique désireuse de lutter contre toute inégalité sociale en matière de santé verra ici une démonstration de la nécessité de continuer à travailler – au delà de l'accès aux soins – sur la compréhension de ces écarts et sur la promotion de la santé, l'éducation à la santé, l'information et la sensibilisation des publics cibles afin de déployer les stratégies de prévention efficaces (en témoigne le gradient social dans la couverture vaccinale).

RÉFÉRENCES

- Alkerwi, A., Schmitz, S., Leite, S., Debacker, M. and Weber, G. (2021), *Premiers résultats de l'évaluation de l'effectivité vaccinale contre la COVID-19 au Luxembourg*, Direction de la santé, service épidémiologie et statistique, Ministère de la Santé, Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg.
- Arceo-Gomez, E. O., Campos-Vazquez, R. M., Esquivel, G., Alcaraz, E., Martinez, L. A. and Lopez, N. G. (2022), 'The income gradient in COVID-19 mortality and hospitalisation: An observational study with social security administrative records in Mexico', *The Lancet Regional Health – Americas* **6**(100115).
- Arendt, V., Muller, C. P., Schockmel, G., Staub, T. and Wilmes, P. (2022), *Avis du groupe ad hoc d'experts sur l'instauration d'une obligation de vaccination contre la COVID-19*, Gouvernement du Grand Duché de Luxembourg.
- Atkinson, A. B., Cantillon, B., Marlier, E. and Nolan, B. (2002), *Social Indicators: The EU and Social Inclusion*, Oxford University Press, Oxford, UK.
- Bambra, C., Riordan, R., Ford, J. and Matthews, F. (2020), 'The COVID-19 pandemic and health inequalities', *Journal of Epidemiology & Community Health* **74**, 964–968.
- Conseil Supérieur des Maladies Infectieuses (2021), Recommandation du CSMI concernant la vaccination après une infection COVID-19 (version du 10 juin, corrigée le 16 juin 2021). <https://sante.public.lu/fr/espace-professionnel/recommandations/conseil-maladies-infectieuses/covid-19/covid-19-annexes/CSMI-vaccination-apres-infection-COVID19.pdf>.
- de Sanctis, V., Canatan, D., Corrons, J., Karimi, M., Daar, S., Kattamis, C., Soliman, A., Wali, Y., Alkindi, S., Huseynov, V., Nasibova, A., Tiryaki, T. O., Evim, M. S., Gunes, A. M., Karakas, Z., Christou, S., Campisi, S., Zarei, T., Khater, D., Oymak, Y. and Maio, S. D. (2020), 'Preliminary data on COVID-19 in patients with hemoglobinopathies: A multicentre ICET-A study', *Mediterranean Journal of Hematology and Infectious Diseases* **12**, 964–968.
- Decoster, A., Minten, T. and Spinnewijn, J. (2021), 'The income gradient in mortality during the Covid-19 crisis: Evidence from Belgium', *The Journal of Economic Inequality* **19**(3), 551–570.
- Drefahl, S., Wallace, M., Mussino, E., Aradhya, S., Kolk, M., Brandén, M., Malmberg, B. and Andersson, G. (2020), 'A population-based cohort study of socio-demographic risk factors for COVID-19 deaths in Sweden', *Nature Communications* **11**(1), 5097.

- Gadeyne, S., Rodriguez-Loureiro, L., Surkyn, J., Van Hemelrijck, W., Nusselder, W., Lusyne, P. and Vanthomme, K. (2021), 'Are we really all in this together? The social patterning of mortality during the first wave of the COVID-19 pandemic in Belgium', *International Journal for Equity in Health* **20**(1), 258.
- Gustafsson, P. E., San Sebastian, M., Fonseca-Rodriguez, O. and Fors Connolly, A.-M. (2022), 'Inequitable impact of infection : social gradients in severe COVID-19 outcomes among all confirmed SARS-CoV-2 cases during the first pandemic wave in Sweden', *Journal of Epidemiology & Community Health* **76**, 261–267.
- Khan, M., Khan, M., Mustagir, MG, R.-J., Islam, M. and Kabir, M. (2020), 'Effects of underlying morbidities on the occurrence of deaths in covid-19 patients : A systematic review and meta-analysis', *Journal of Global Health* **10**(2), 1–14.
- Khanijahani, A., Iezadi, S., Gholipour, K., Azami-Aghdash, S. and Naghibi, D. (2021), 'A systematic review of racial/ethnic and socioeconomic disparities in COVID-19', *International Journal for Equity in Health* **20**(1), 248.
- Lakbar, I., Luque-Paz, D., Mege, J. L., Einav, S. and Leon, M. (2020), 'COVID-19 gender susceptibility and outcomes : A systematic review', *PLoS ONE* **15**(11), e0241827.
- Leist, A. K., Klee, M., Paccoud, I., Pauly, L., Ghosh, S., Fritz, J., O'Sullivan, M., Rommes, B., Wilmes, P., Krüger, R. and CON-VINCE Consortium (2021), Which demographic and socio-economic factors are associated with vaccination willingness and beliefs towards vaccination? Rapid report with first results. CoVaLux WP 4 : Socio-economic determinants of long COVID and vaccination, and economic consequences with focus on labour market and health care. <https://orbilu.uni.lu/handle/10993/48567>.
- Long, J. S. (1997), *Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables*, Sage Publications, Thousand Oaks, USA.
- Marmot, M., Allen, J., Goldblatt, P., Herd, E. and Morrison, J. (2020), *Build Back Fairer : The COVID-19 Marmot Review. The Pandemic, Socioeconomic and Health Inequalities in England*, Institute of Health Equity.
- Mathieu, E., Ritchie, H., Ortiz-Ospina, E., Roser, M., Hasell, J., Appel, C., Giattino, C. and Rodés-Guirao, L. (2021), 'A global database of COVID-19 vaccinations', *Nature Human Behaviour* **5**(7), 947–953.
- Nielsen, J., Nørgaard, S. K., Lanzieri, G., Verstergaard, L. S. and Moelbak, K. (2021), 'Sex-differences in COVID-19 associated excess mortality is not exceptional for the COVID-19 pandemic', *Nature (Scientific Reports)* **11**(20815).
- Reddy, R. K., Charles, W. N., Sklavounos, A., Dutt, A., Seed, P. T. and Khajuria, A. (2021), 'The effect of smoking on COVID-19 severity : A systematic review and meta-analysis', *Journal of Medical Virology* **93**, 1045–1056.

STATEC (2020), *Rapport Travail et Cohésion sociale : Le monde de l'emploi en mutation*, STATEC, Luxembourg.

STATEC (2021), *Rapport Travail et Cohésion sociale : Des inégalités de revenus inchangées malgré la crise COVID-19*, STATEC, Luxembourg.

Upshaw, T. L., Brown, C., Smith, R., Perri, M., Ziegler, C. and Pinto, A. D. (2021), 'Social determinants of COVID-19 incidence and outcomes : A rapid review', *PLoS One* **16**(3), e0248336.

Wang, Q., Kaelber, D., Xu, R. and Nora D, V. (2021), 'COVID-19 risk and outcomes in patients with substance use disorders : analyses from electronic health records in the United States', *Molecular Psychiatry* **26**, 30–39.

Wilmes, P., Mossong, J. and Dentzer, T. G. (2021), 'Generalisation of COVID-19 incidences provides a biased view of the actual epidemiological situation', *The Lancet Regional Health - Europe* **5**, 100116.

Wilmes, P., Zimmer, J., Schulz, J., Glod, F., Veiber, L., Mombaerts, L., Rodrigues, B., Aalto, A., Pastore, J., Snoeck, C. J., Ollert, M., Fagherazzi, G., Mossong, J., Goncalves, J., Skupin, A. and Nehrbass, U. (2021), 'SARS-CoV-2 transmission risk from asymptomatic carriers : Results from a mass screening programme in Luxembourg', *The Lancet Regional Health - Europe* **4**, 1–9.

Zheng, C., Shao, W., Chen, X., Zhang, B., Wang, G. and Zhang, W. (2022), 'Real-world effectiveness of COVID-19 vaccines : a literature review and meta-analysis', *International Journal of Infectious Diseases* **114**, 252–260.

Annexes

A. CARACTÉRISTIQUES SOCIO-DÉMOGRAPHIQUES ET ÉCONOMIQUES

Les données mobilisées sont extraites des fichiers administratifs du Centre commun de la sécurité sociale (CCSS), de l'Inspection générale de la sécurité sociale (IGSS), du Centre des technologies de l'information de l'état (CTIE) et de la Caisse nationale de santé (CNS). Les informations concernant les tests COVID-19 et les vaccinations sont fournis par la Direction de la santé (DISA).

A.1. POPULATION AFFILIÉE AU RÉGIME DE SÉCURITÉ SOCIALE LUXEMBOURGEOIS

La population sélectionnée dans les registres de l'IGSS est composée des personnes résidentes affiliées à la caisse de maladie luxembourgeoise (articles 1 à 7 du Code de la sécurité sociale), des personnes résidentes bénéficiant de l'assurance maladie continuée (article 8 des statuts de la CNS) et des personnes séjournant temporairement sur le territoire et assurées pour le risque maladie dans un autre pays membre de l'Espace économique européen (EEE), de la Suisse ou d'un pays signataire d'une convention internationale en matière de sécurité sociale avec le Luxembourg. Il est important de garder à l'esprit que si nous faisons référence à cette population comme "population résidente" elle exclut les fonctionnaires internationaux et toutes les autres personnes qui résident au Luxembourg sans être affiliées à l'assurance maladie luxembourgeoise.

A.2. DÉTAIL DES VARIABLES SOCIO-DÉMOGRAPHIQUES, ÉCONOMIQUES ET D'EMPLOI

A.2.1. CARACTÉRISTIQUES SOCIO-DÉMOGRAPHIQUES

Vingt-deux groupes d'âge sont délimités en regroupant les individus de moins de 20 ans par classes de 3 années, ceux entre 20 ans et 89 ans par classes de 5 ans et enfin les personnes ayant dépassé l'âge de 90 ans en une catégorie à part.

Les pays de naissance sont identifiés séparément lorsqu'un groupe compte plus de 10 000 résidents : Luxembourg, Allemagne, Belgique, France, Italie, Portugal et ex-Yougoslavie (qui ensemble représentent plus de 10 000 résidents). Les autres

pays de l'Union Européenne sont regroupés. Le reste du monde forme la dernière catégorie.

Le statut dans l'emploi des personnes peut être celui d'employé privé, de fonctionnaire, de travailleur indépendant, ou d'inactif.

A.2.2. CARACTÉRISTIQUES ÉCONOMIQUES

Les huit catégories de niveau de vie annuel délimitent premièrement les valeurs inférieures à €25,000, puis progressent par tranche de €5,000 entre €25,000 et €50,000. L'avant-dernière catégorie regroupe les valeurs comprises entre €50,000 et €60,000 et la dernière catégorie englobe toutes les valeurs dépassant €60,000.

A.2.3. CARACTÉRISTIQUES D'EMPLOI

Nous groupons les employeurs selon le type de leur activité, en tenant compte des deux premières positions de la classification NACE, mais en fusionnant certaines catégories ⁴⁰. Ainsi les 16 secteurs économiques que nous analysons sont les suivants :

1. Agriculture, sylviculture et pêche,
2. Industries extractives et manufacturière, ainsi que la production et la distribution d'électricité, de gaz, de vapeur, d'air conditionné et d'eau, assainissement, gestion des déchets et dépollution,
3. Construction,
4. Commerce; réparation d'automobiles et de motocycles,
5. Transports et entreposage,
6. HORESCA (hébergement et restauration),
7. Information et communication,
8. Activités financières et d'assurance,
9. Activités immobilières,
10. Activités spécialisées, scientifiques et techniques (professions libérales),
11. Activités de services administratifs et de soutien,
12. Administration publique,
13. Enseignement (hors fonctionnaires),
14. Santé humaine et action sociale,
15. Art, spectacles et activités récréatives,

40. Les codes NACE des employeurs sont ceux attribués par le STATEC.

16. Regroupement des situations autres que celles évoquées plus haut (et celles où le secteur d'activité de l'employeur est inconnu).

Parce que les travailleurs de certains secteurs d'activité sont davantage exposés au contact humain (et donc ont pu davantage entrer en contact avec le virus), nous décrivons aussi des catégories d'activité plus fine à savoir :

1. le secteur des agences de travail temporaire et de placement de main d'oeuvre (intérimaires⁷⁸),
2. le secteur des activités de sécurité privée et liées aux systèmes de sécurité⁽⁸⁰⁾,
3. le secteur des activités de nettoyage (81) et
4. le secteur des soins et services à la personne (96), qui comprend la coiffure et les soins de beauté, les activités liées à l'entretien corporel et les services funéraires.

A.2.4. INDICATEURS DE PATHOLOGIES PRÉ-EXISTANTES

A défaut de diagnostics médicaux précis sur les pathologies liées au risque de développer une forme grave de la maladie, l'analyse exploite une information sur les traitements pharmaceutiques. Il s'agit d'avoir reçu certains médicaments au cours d'un laps de temps de 8 mois, entre le 1er novembre 2019 et le 1er juin 2020, ou de 10 mois entre le 1er décembre 2019 et le 1er octobre 2020. Seuls les traitements pharmaceutiques reçus en dehors de toute hospitalisation sont pris en compte.

Cette information permet d'approximer le nombre de pathologies liées à un risque accru de COVID-19 dont une personne souffre. Les traitements pharmaceutiques considérés dans ce contexte sont des traitements immunosuppresseurs, des traitements luttant contre la cirrhose, le diabète, des maladies cardio-vasculaires, une défaillance rénale, contre des cancers, les pathologies respiratoires chroniques de type asthme ou bronchopatie chronique obstructive (BPCO) ainsi que des traitements utilisés à l'encontre de pathologies respiratoires chroniques autres que l'asthme ou la bronchopatie chronique obstructive. Sur cette base nous avons construit un indicateur individuel indiquant le nombre de pathologies de cette liste pour lesquels une personne suit un traitement pharmaceutique (0, 1, 2 ou plus).

Nos données sous-estiment le nombre de personnes faisant appel à ces types de traitements et/ou le nombre de traitements cumulés par personne, car les traitements obtenus en milieu hospitalier n'ont pas pu être pris en compte et parce que beaucoup de ces traitements doivent être procurés à l'étranger.

A.3. COMPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES DES POPULATIONS I, II, ET III

Les tableaux A-1 et A-2 décrivent la composition des trois populations analysées. La Population I montre la photographie de la population de base, la Population II n'inclut que les résidents de plus de 50 ans et la Population III n'inclut que les personnes ayant un emploi salarié en février 2020.

TABLE A-1. Caractéristiques des populations analysées (en février 2020) : Population totale (I) et individus de 50 ans et plus (II)

	I (%)	II (%)		I (%)	II (%)
<i>Groupe d'âge</i>			<i>Niveau de vie</i>		
6-8 ans	3.5		Moins de 25 000 euros	14.6	11.8
9-12 ans	4.8		25 à 30 000 euros	11.1	9.5
13-14 ans	2.4		30 à 35 000 euros	12.6	12.7
15-17 ans	3.5		35 à 40 000 euros	12.9	14.9
18-20 ans	3.6		40 à 45 000 euros	11.5	13.2
21-24 ans	5.1		45 à 50 000 euros	9.2	10.0
25-29 ans	7.7		50 à 60 000 euros	12.6	13.0
30-34 ans	7.9		Plus de 60 000 euros	15.5	15.0
35-39 ans	8.0		<i>Statut professionnel</i>		
40-44 ans	7.7		Inactif	51.0	65.3
45-49 ans	7.8		Employé du secteur privé	38.7	24.8
50-54 ans	8.1	21.4	Fonctionnaire	6.3	4.5
55-59 ans	7.4	19.6	Indépendant	4.0	5.4
60-64 ans	6.1	16.0	<i>Perception d'allocations de chômage</i>		
65-69 ans	4.9	12.9	Non	98.3	98.6
70-74 ans	3.9	10.3	Oui	1.7	1.4
75-79 ans	2.9	7.7	<i>Canton de résidence</i>		
80-84 ans	2.3	6.1	Capellen	8.0	8.7
85-89 ans	1.5	3.9	Clervaux	3.3	3.4
90 ans et plus	0.8	2.1	Diekirch	6.0	6.2
<i>Sexe</i>			Echternach	3.3	3.4
Homme	50.2	49.1	Esch-Sur-Alzette	31.9	31.4
Femme	49.8	50.9	Grevenmacher	5.1	5.3
<i>Pays de naissance</i>			Luxembourg-Campagne	10.1	10.5
Luxembourg	55.6	57.8	Luxembourg-Ville	15.3	13.6
Allemagne	2.4	3.4	Mersch	5.7	5.7
Belgique	3.0	3.9	Redange	3.4	3.5
France	6.1	4.9	Remich	4.0	4.5
Portugal	13.2	14.7	Vianden	1.0	0.9
Pays de l'ex-Yougoslavie	2.4	2.0	Wiltz	3.0	2.9
Italie	2.8	3.6	<i>Taille totale</i>	<i>481170</i>	<i>182284</i>
Autre UE	4.0	2.9			
Non UE	10.5	6.8			
<i>Type de ménage</i>					
1 adulte sans enfant	16.7	24.1			
2 adultes sans enfant	21.4	37.4			
Autres sans enfant	14.0	20.1			
1 adulte, 1 enfant	2.2	0.8			
1 adulte, 1 enfants et +	2.5	0.3			
2 adultes, 1 enfant	9.5	4.0			
2 adultes, 2 enfants et +	20.8	3.7			
Autres, 1 enfant	6.9	6.1			
Autres, 2 enfants et +	6.1	3.4			

TABLE A-2. Caractéristiques des salariés (en février 2020)

Caractéristiques	IV (%)	Caractéristiques	IV (%)
<i>Groupe d'âge</i>		<i>Secteur d'activité</i>	
21-24 ans	5.0	Agriculture	0.4
25-29 ans	13.0	Minier/Manufacture/Elec/Eau	5.3
30-34 ans	14.9	Construction	8.6
35-39 ans	14.8	Commerce	8.8
40-44 ans	13.9	Transport	5.5
45-49 ans	13.7	HORECA	5.0
50-54 ans	13.4	Information & communication	4.2
55-59 ans	9.0	Finances & assurances	10.9
60-64 ans	2.4	Immobilier	1.0
<i>Sexe</i>		Acti spécialisées scient et tech	8.3
Homme	54.4	interim	0.5
Femme	45.6	Services de sécurité	0.5
<i>Pays de naissance</i>		Nettoyage	3.2
Luxembourg	45.7	Autres activités de services admin.	1.0
Allemagne	2.3	Administration Publique	21.0
Belgique	3.4	Enseignement	1.4
France	8.1	Santé et action sociale	11.4
Portugal	16.6	Art et spectacles	0.6
Pays de l'ex-Yougoslavie	3.0	Soins et services à la personne	0.8
Italie	2.8	Autres/Inconnu	1.6
Autre UE	5.1	<i>Taille de l'employeur</i>	
Non UE	12.9	1-49 employés	30.8
<i>Statut professionnel</i>		50-249 employés	20.7
Employé du secteur privé	85.7	250-499 employés	8.6
Fonctionnaire	14.3	500-999 employés	8.9
<i>Temps de travail</i>		1000 employés et +	31.0
Temps partiel	15.5	<i>Taille totale</i>	211967
Temps plein	84.5		
<i>Niveau de salaire mensuel</i>			
Entre 250 et 2000 euros	9.9		
Entre 2000 et 3500 euros	31.7		
Entre 3500 et 5000 euros	20.4		
Entre 5000 et 7000 euros	20.6		
Plus de 7000 euros	17.4		

B. AGE ET PATHOLOGIES PRÉ-EXISTANTES

Cette annexe illustre la distribution des pathologies pré-existantes en fonction de l'âge. Voir Annexe A pour la définition des pathologies considérées.

TABLE B-1. Nombre de pathologies cumulées (en février 2020) selon l'âge, population |

	Aucune pathologie (%)	Une pathologie (%)	Deux pathologies (%)	Trois pathologies ou plus (%)
6-8 ans	88.5	9.7	1.8	0
9-12 ans	90.5	8.2	1.3	0
13-14 ans	91.2	7.9	0.9	0
15-17 ans	89.5	9.4	1.1	0
18-20 ans	87.6	11	1.4	0
21-24 ans	87.3	11.2	1.4	0.1
25-29 ans	86.1	12	1.8	0.1
30-34 ans	83.1	14.3	2.4	0.2
35-39 ans	79	17.3	3.3	0.4
40-44 ans	74.1	20.5	4.7	0.7
45-49 ans	67.4	24.3	7	1.3
50-54 ans	58.6	28.8	10.1	2.4
55-59 ans	49.5	33	14.1	3.4
60-64 ans	40.2	36.2	18.3	5.3
65-69 ans	32.1	38	22.9	7
70-74 ans	24.9	39.7	26.4	9
75-79 ans	19	41.4	29.2	10.4
80-84 ans	14.5	43.7	30.8	11
85-99 ans	11.2	46.8	31	11
90 ans et plus	10.2	51.3	29	9.5
Ensemble	66.7	22.3	8.7	2.3

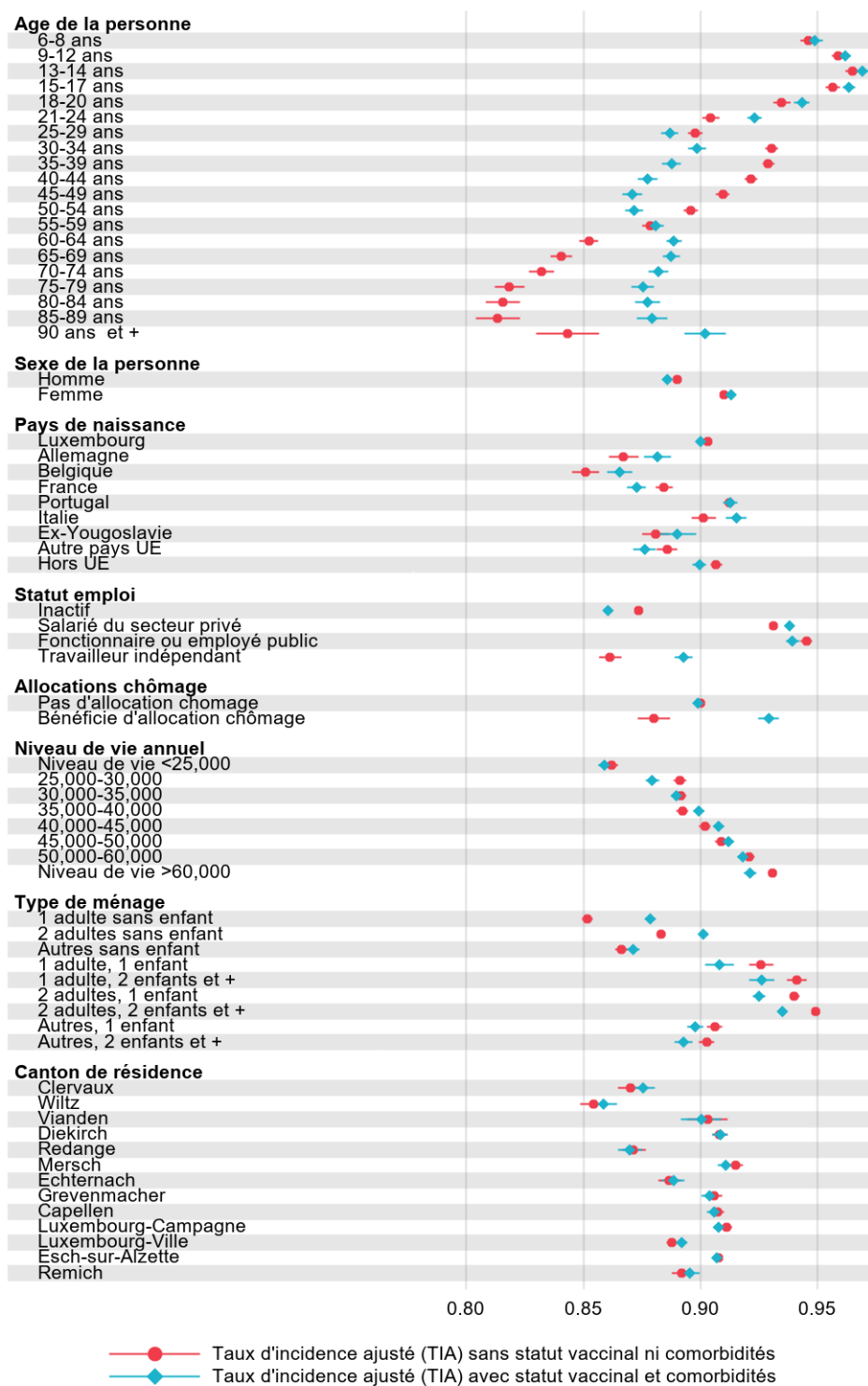
C. DÉPISTAGE DES INFECTIONS AVEC LE VIRUS SARS-COV-2 : LES TESTS PCR

La conséquence d'un dépistage seulement partiel des infections au SARS-CoV-2 peut faire planer un doute sur l'interprétation d'une partie des résultats concernant les contaminations. Lorsque l'association entre un facteur explicatif et le taux d'infection est de même signe que l'association entre ce facteur et la probabilité de se soumettre à un test, alors l'existence d'un effet est incertaine. Si par contre les deux signes sont contraires, alors l'effet du facteur explicatif fait peu de doute. Prenons des exemples pour illustrer ces propos : le taux d'infection estimé est plus fort pour les femmes que pour les hommes (figure 3). Mais puisque les femmes ont aussi davantage participé aux tests de dépistage que les hommes (figure C-1), il n'est pas exclu que le taux accru d'infection des femmes traduise simplement leur plus grande disponibilité à se soumettre au dépistage. En revanche, les individus faisant partie de ménages aisés ont davantage participé au dépistage que ceux appartenant à des ménages moins aisés (figure C-1) et, nonobstant, le taux d'infection des individus à haut niveau de vie sont plus faibles que les taux d'infection des ménages moins aisés (figure 3). Le gradient social des infections COVID-19 est donc bien présent, et si davantage d'infections auraient été identifiées, le gradient social aurait sans doute été encore plus marqué.

Les résultats de Wilmes, Mossong and Dentzer (2021) suggèrent cependant que l'ampleur de la sous-évaluation des contaminations a été limitée au Luxembourg.

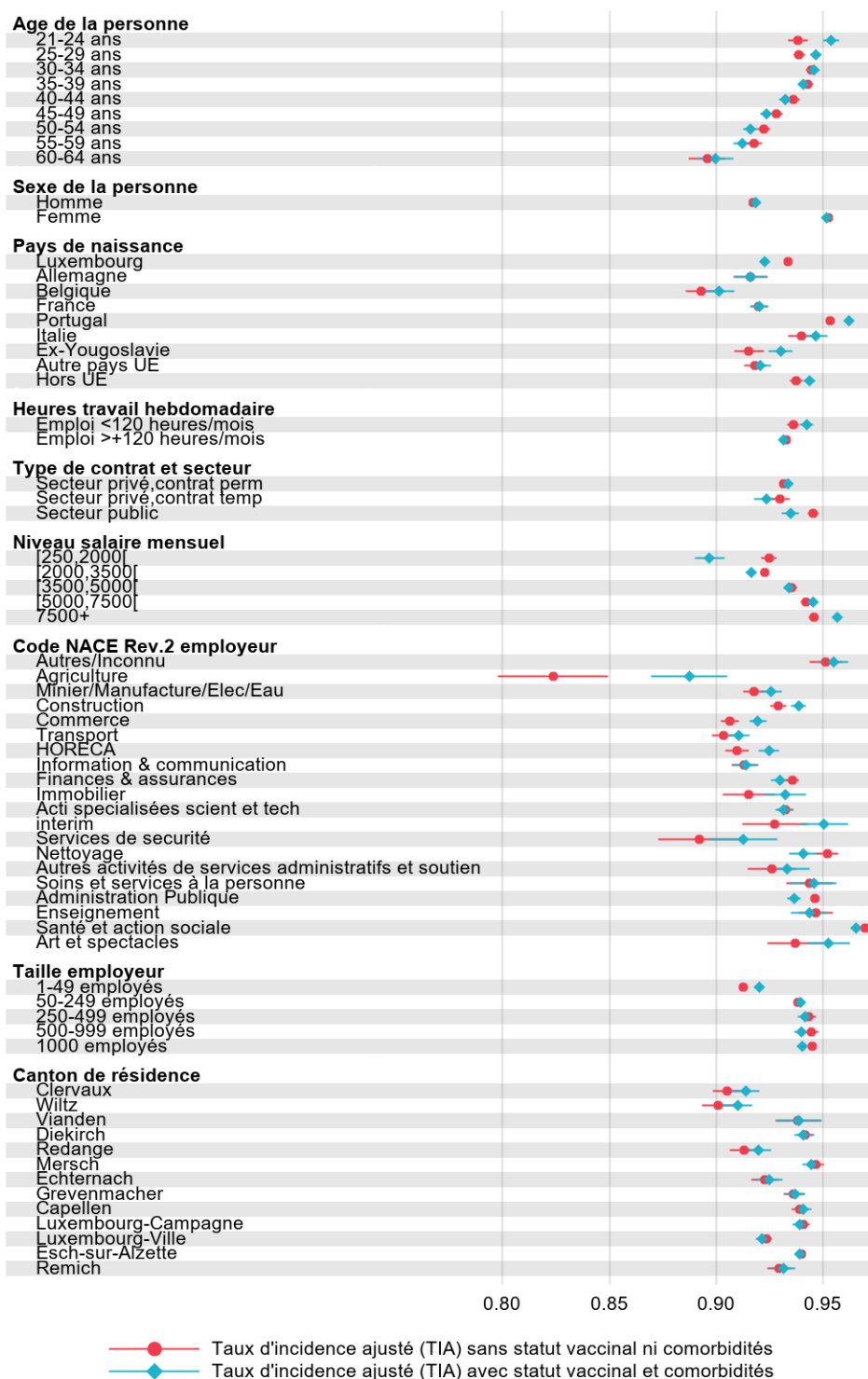
87% de la population résidente s'est soumise au moins à un test durant la période de référence. Le taux de participation à au moins un test est le plus élevé pour la population des 18 à 20 ans, et toute la population d'âge scolaire présente des taux de participation très importants. Plus le niveau de vie d'une personne est élevé, plus elle est susceptible d'avoir effectué au minimum un test. Les personnes vivant seules ont participé moins aux tests que celles partageant un logement avec d'autres personnes, probablement parce que les personnes isolées estiment encourir peu ou pas de risque de contracter le virus et ne voient pas l'utilité d'effectuer un test de dépistage. Les femmes sont plus susceptibles d'avoir effectué au moins un test de dépistage SARS-CoV-2 que les hommes. Les personnes nées en ex-Yougoslavie ont un taux de participation largement inférieur à celui des personnes nées au Luxembourg, mais les salariés nés dans les pays de l'ex-Yougoslavie ont le taux de participation aux tests le plus faible parmi les salariés.

FIGURE C-1. Participation aux tests COVID-19 parmi les résidents âgés de 6 ans et plus, 1 mars 2020 - 27 octobre 2021



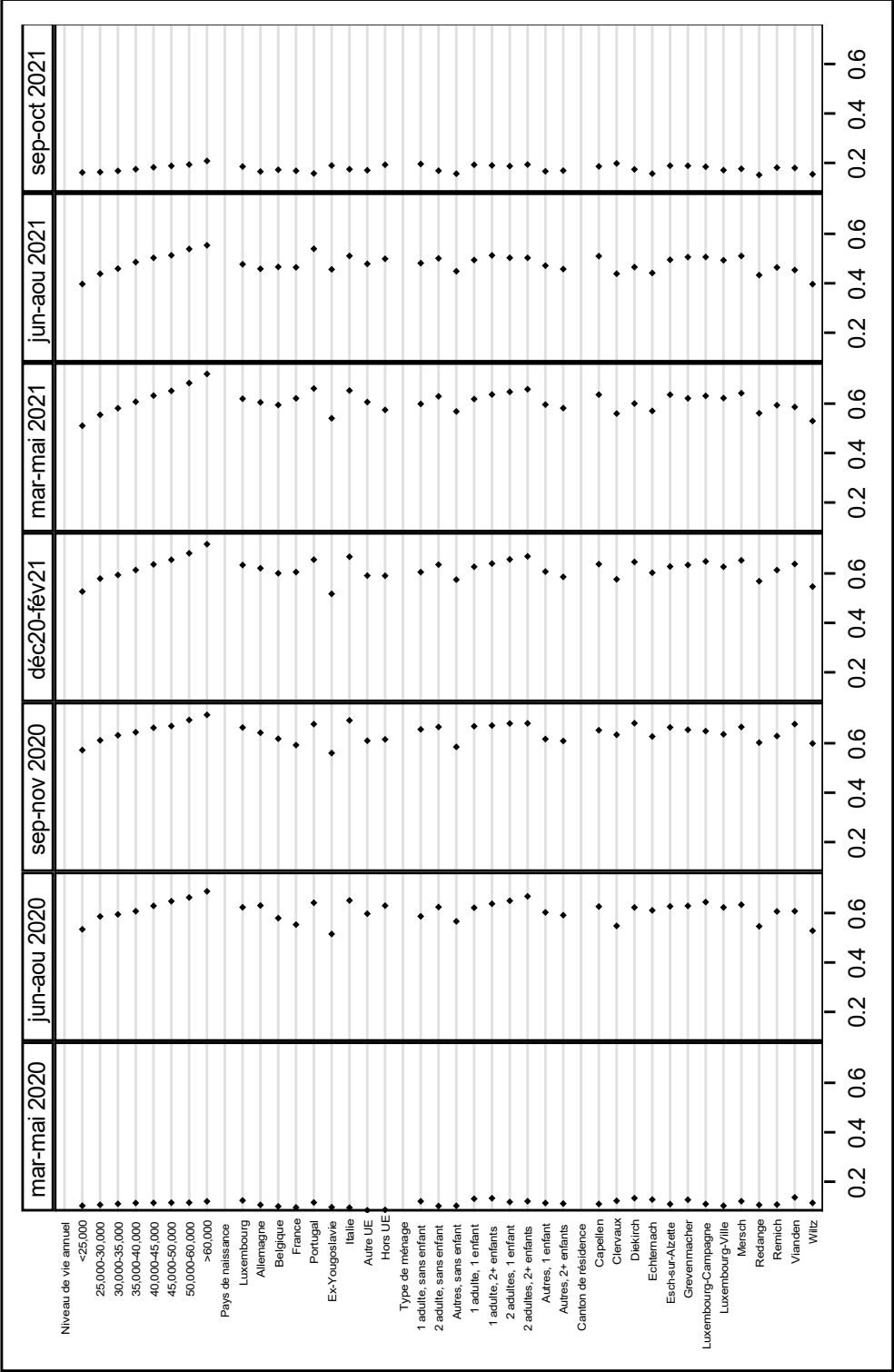
Source : données IGSS et DISA, calculs des auteurs.

FIGURE C-2. Participation aux tests COVID-19 parmi les salariés résidents, 1 mars 2020 - 27 octobre 2021



Source : données IGSS et DISA, calculs des auteurs.

FIGURE C-3. Variabilité dans le temps de la probabilité de participation aux tests COVID-19 parmi résidents âgés de 6 ans et plus, 1 mars 2020 - 27 octobre 2021



Source : données ICSS et DISA, calculs des auteurs.

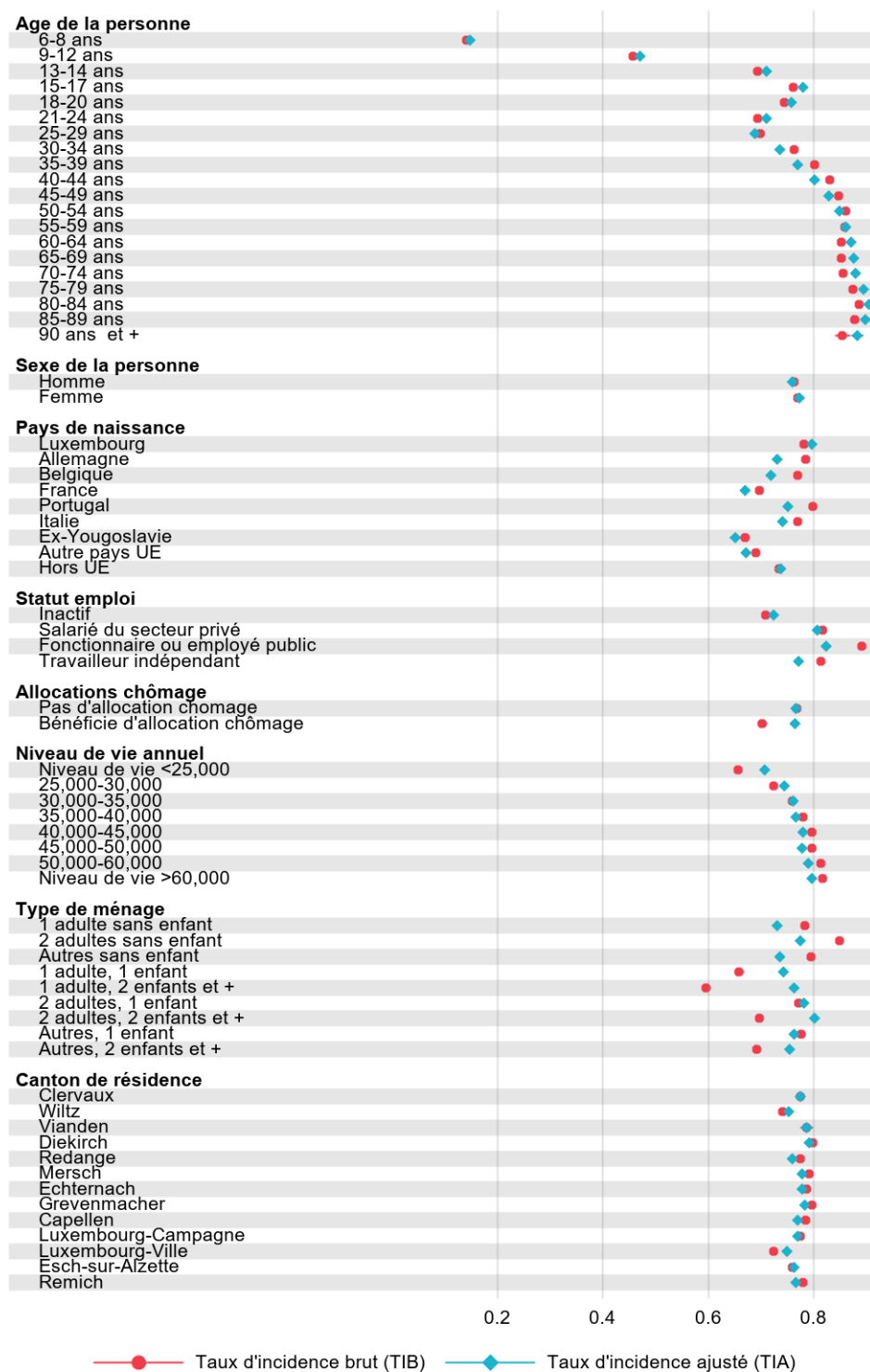
D. L'IMMUNISATION : COMBINER LES VACCINÉS ET LES GUÉRIS

La vaccination complète n'a pas été proposée aux personnes ayant contracté la COVID-19 dans les six mois précédant la possibilité de vaccination. En combinant vaccination et infection, la part de la population ayant développé une immunité face au SARS-CoV-2 pourra être déterminée.

Cette annexe reproduit les figures de la section 6 en combinant vaccination et guérison (ou '2G').

Les probabilités d'être immunisé (guéri ou vacciné) sont évidemment plus élevées que dans le cadre strict du protocole de vaccination complet. Par exemple, pour les résidents nés dans l'ex-Yougoslavie, la probabilité d'être immunisée monte à 65 % contre seulement 55 % pour la probabilité d'être vacciné. Néanmoins, les grandes lignes de différences socio-économiques persistent. Les différences de probabilité entre les catégories sont aussi beaucoup plus tenues. Les personnes avec un niveau de vie inférieur à 25 000 € ont une probabilité de 70 % contre 79 % pour ceux avec un niveau de vie de plus de 60 000 €. Notons que dans le cas du strict protocole complet de vaccination la probabilité baisse à 65 % pour les personnes avec moins de 25 000 € mais reste identique pour les personnes avec des revenus supérieurs à 60 000 €.

FIGURE D-1. Vaccination contre SARS-CoV-2 et/ou rétablissement parmi les résidents âgés de 6 ans et plus (en vie au 1er janvier 2021), 1 mars 2020 - 27 octobre 2021



Source : données IGSS et DISA, calculs des auteurs.

FIGURE D-2. Vaccination contre SARS-CoV-2 et/ou rétablissement parmi les résidents âgés de 6 ans et plus (en vie au 1er janvier 2021), effets croisés du niveau de vie et du pays de naissance, 1 mars 2020 - 27 octobre 2021

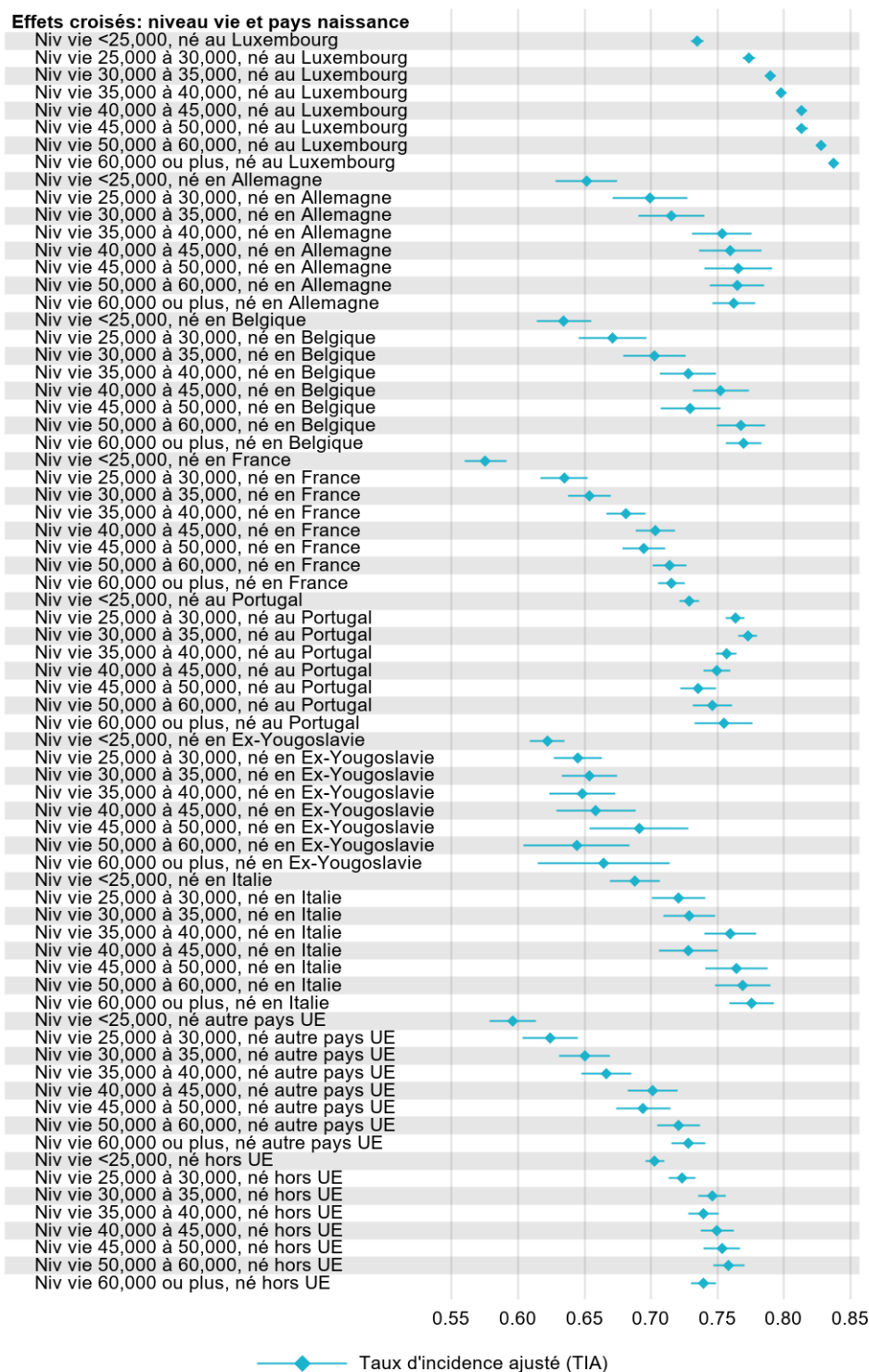
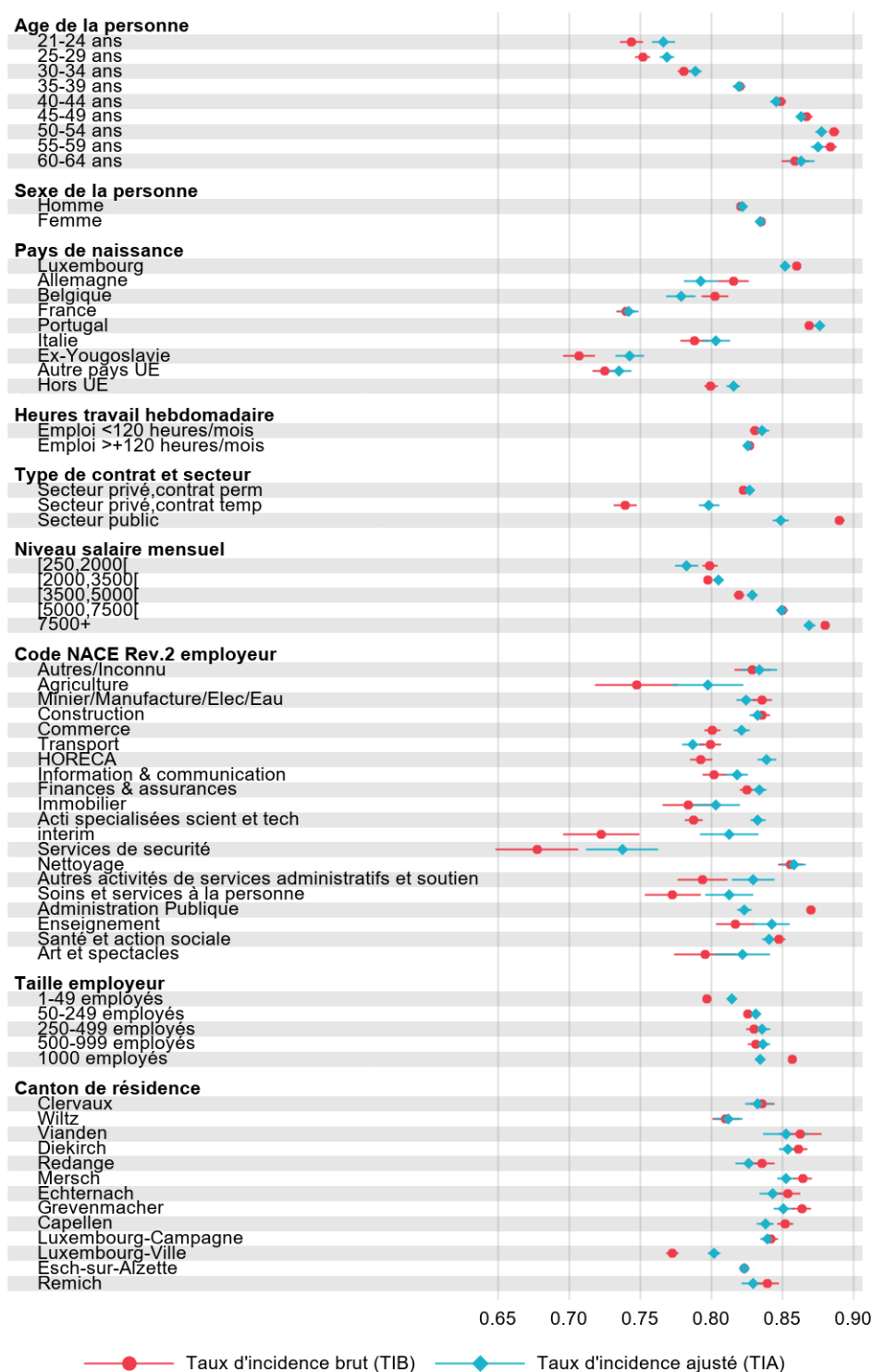


FIGURE D-3. Vaccination contre SARS-CoV-2- et/ou rétablissement, parmi les salariés résidents âgés de 21 à 64 ans (en vie au 1er janvier 2021), 1 mars 2020 - 27 octobre 2021



Source : données IGSS et DISA, calculs des auteurs.

E. DÉTAIL DES TAUX D'INCIDENCE BRUTS ET AJUSTÉS ESTIMÉS

Cette annexe reprend sous forme de tableau détaillé les taux d'incidence bruts et ajustés par caractéristiques socio-démographiques et économiques présentées dans les graphiques de ce rapport.

TABLE E-1. Taux d'incidences bruts et ajustés de contaminations. TIB (1), TIA sans prise en compte des pathologies pré-existantes et vaccination (2), TIA avec prise en compte des pathologies pré-existantes et vaccination (3).

	Contaminations (%)		
	(1)	(2)	(3)
<i>Groupe d'âge</i>			
6-8 ans	14.03	15.67	12.96
9-12 ans	15.63	17.26	16.01
13-14 ans	16.09	17.62	17.97
15-17 ans	18.57	19.90	20.76
18-20 ans	17.92	18.18	18.85
21-24 ans	16.06	15.84	16.13
25-29 ans	16.19	15.24	15.45
30-34 ans	15.38	13.65	14.02
35-39 ans	14.92	12.63	13.08
40-44 ans	14.76	12.18	12.68
45-49 ans	15.34	12.88	13.36
50-54 ans	13.66	12.19	12.53
55-59 ans	11.64	11.72	11.87
60-64 ans	9.03	10.99	10.92
65-69 ans	7.68	10.30	9.97
70-74 ans	7.61	10.45	9.93
75-79 ans	8.34	11.80	11.18
80-84 ans	10.57	15.09	14.23
85-89 ans	14.92	21.10	20.27
90 ans et +	19.15	27.04	26.71
<i>Sexe</i>			
Femme	13.89	14.10	14.18
Homme	13.70	13.51	13.54
<i>Pays de naissance</i>			
Allemagne	8.60	9.83	9.84
Autre pays UE	11.08	11.59	11.32
Belgique	11.66	12.87	12.75

(suite page suivante)

TABLE E-1 – suite

	Contaminations		
	(1)	(2)	(3)
Ex-Yougoslavie	25.73	21.67	20.37
France	12.50	12.40	12.04
Hors UE	15.58	14.19	14.16
Italie	14.71	15.59	15.48
Luxembourg	12.85	13.07	13.23
Portugal	16.91	15.86	16.03
<i>Type de ménage</i>			
1 adulte sans enfant	11.43	11.58	11.55
1 adulte, 1 enfant	14.47	12.94	12.82
1 adulte, 2 enfants et +	16.25	14.62	14.64
2 adultes sans enfant	10.56	12.18	12.22
2 adultes, 1 enfant	14.57	13.70	13.82
2 adultes, 2 enfants et +	16.80	15.84	16.11
Autres sans enfant	12.52	13.25	13.19
Autres, 1 enfant	16.77	15.54	15.58
Autres, 2 enfants et +	18.82	16.66	16.60
<i>Niveau de vie</i>			
Niveau de vie <25,000	16.12	14.90	14.50
25,000-30,000	16.18	14.54	14.42
30,000-35,000	14.81	14.03	14.02
35,000-40,000	13.96	13.85	13.86
40,000-45,000	13.31	13.72	13.85
45,000-50,000	12.51	13.04	13.18
50,000-60,000	12.29	13.01	13.26
Niveau de vie >60,000	11.39	12.35	12.72
<i>Statut professionnel</i>			
Inactif	12.30	11.47	11.37
Indépendant	12.30	15.08	15.27
Salarié sect. privé	16.01	16.68	16.97
Salarié sect. public	13.48	16.37	16.73
<i>Allocations de chômages</i>			
Bénéficie d'allocation chômage	16.36	18.10	17.98
Pas d'allocation chômage	13.77	13.74	13.81
<i>Canton de résidence</i>			
Capellen	12.51	13.06	13.17
Clervaux	11.72	11.63	11.73
Diekirch	14.65	14.21	14.42
Echternach	11.15	11.15	11.35
Esch-sur-Alzette	17.07	16.24	16.17
Grevenmacher	10.54	10.96	11.12

(suite page suivante)

TABLE E-1 – suite			
	Contaminations		
	(1)	(2)	(3)
Luxembourg-Campagne	11.91	12.64	12.79
Luxembourg-Ville	12.61	13.27	13.33
Mersch	12.45	12.55	12.74
Redange	11.18	11.37	11.41
Remich	11.40	11.82	11.84
Vianden	12.37	11.95	12.07
Wiltz	13.49	12.89	12.80

TABLE E-2. Taux d'incidences bruts et ajustés pour hospitalisations, soins intensifs et décès chez les 50 ans et plus. TIB (1), TIA sans prise en compte des pathologies pré-existantes et vaccination (2), TIA avec prise en compte des pathologies pré-existantes et vaccination (3).

	Hospitalisations (‰)			Soins intensifs (‰)			Décès (‰)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
<i>Groupe d'âge</i>									
50-54 ans	8.08	8.16	9.67	1.38	1.32	1.63	0.30	0.35	0.46
55-59 ans	8.92	9.13	10.12	1.56	1.56	1.78	0.47	0.55	0.61
60-64 ans	9.25	9.24	9.59	1.98	2.12	2.19	1.14	1.17	1.21
65-69 ans	12.86	12.84	11.83	3.14	3.54	2.92	2.25	2.26	2.04
70-74 ans	18.69	18.66	16.26	3.46	4.01	3.20	3.46	3.41	2.74
75-79 ans	25.45	24.96	21.20	4.07	4.56	3.68	7.03	6.55	5.07
80-84 ans	37.84	36.41	29.71	3.20	3.54	2.48	12.97	11.39	7.52
85-89 ans	53.58	51.36	40.98	2.41	2.72	1.96	29.45	24.95	13.04
90 ans et +	51.24	49.29	36.24	0.67	0.81	0.53	45.30	37.55	14.86
<i>Sexe</i>									
Femme	13.07	12.94	12.96	1.42	1.50	1.49	3.14	3.12	2.88
Homme	19.00	19.29	18.24	3.21	3.37	3.09	5.73	6.55	5.12
<i>Pays de naissance</i>									
Allemagne	16.76	15.76	15.88	2.11	3.45	3.48	4.07	4.12	4.07
Autre pays UE	12.34	14.84	13.86	1.68	3.32	2.38	2.24	4.47	3.99
Belgique	12.78	14.97	14.67	1.67	2.21	2.16	4.03	5.78	4.42
Ex-Yougoslavie	29.14	33.41	25.67	6.32	6.84	4.05	2.75	12.10	4.68
France	14.16	15.90	14.68	2.92	3.22	2.68	3.82	5.08	3.53
Hors UE	14.97	16.73	15.70	2.59	3.48	3.11	1.38	5.48	2.90
Italie	28.55	21.44	18.93	4.83	3.72	3.10	9.36	7.29	5.09
Luxembourg	16.50	15.42	15.68	2.08	2.11	2.25	5.10	4.30	4.19

(suite page suivante)

TABLE E-2 – suite

	Hospitalisations			Soins intensifs			Décès		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Portugal	10.93	13.30	11.93	1.91	1.94	1.59	1.46	3.21	1.85
<i>Type de ménage</i>									
1 adulte sans enfant	22.11	16.39	15.67	2.14	2.25	1.93	8.80	5.47	4.64
1 adulte, 1 enfant	5.70	10.57	9.28	0.71	1.07	0.83	0.71	5.67	3.71
1 adulte, 2 enfants et +	13.63	24.40	24.49						
2 adultes sans enfant	15.94	14.76	14.85	2.47	2.27	2.38	3.92	3.52	3.43
2 adultes, 1 enfant	8.63	14.43	14.45	2.06	2.76	2.73	0.82	4.48	3.91
2 adultes, 2 enfants et +	11.62	18.68	19.05	1.47	1.84	1.89	0.88	6.17	5.51
Autres sans enfant	12.28	16.82	16.15	2.21	2.73	2.60	2.04	3.97	2.91
Autres, 1 enfant	11.71	17.28	16.57	2.61	3.24	3.02	1.35	4.20	2.65
Autres, 2 enfants et +	15.96	18.63	16.20	3.03	2.78	2.04	1.28	2.60	1.44
<i>Niveau de vie</i>									
Niveau de vie <25,000	19.61	19.31	17.06	3.53	2.85	2.24	3.86	5.23	3.18
25,000-30,000	17.61	17.02	15.61	2.71	2.71	2.26	4.50	4.86	3.74
30,000-35,000	19.25	17.43	16.48	2.56	2.39	2.18	6.11	5.35	3.78
35,000-40,000	19.00	15.90	15.29	2.84	2.97	2.82	5.93	4.19	3.82
40,000-45,000	16.61	15.91	15.97	1.75	1.67	1.78	4.41	4.20	3.96
45,000-50,000	14.89	14.90	14.64	2.03	2.14	1.90	3.78	4.32	3.92
50,000-60,000	12.67	13.68	14.13	1.94	2.21	2.42	3.50	4.62	5.01
Niveau de vie >60,000	8.77	11.93	13.03	1.21	1.82	2.08	1.61	3.62	4.41
<i>Statut professionnel</i>									
Inactif	19.70	16.28	15.41	2.62	2.34	2.12	6.12	4.48	3.85
Indépendant	11.21	14.50	15.48	1.51	1.75	1.99	1.31	2.76	2.53
Salarié sect. privé	8.76	14.96	16.59	1.81	2.99	3.53	0.46	3.31	3.66
Salarié sect. public	5.63	11.45	12.40	0.98	2.02	2.23	0.37	3.12	3.62

(suite page suivante)

TABLE E-2 – suite

	Hospitalisations			Soins intensifs			Décès		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
<i>Allocations de chômages</i>									
Bénéficiaire d'allocation chômage	13.80	18.94	19.07	2.03	2.60	2.59	0.41	2.66	2.41
Pas d'allocation chômage	15.92	15.87	15.48	2.29	2.41	2.30	4.25	4.39	3.81
<i>Canton de résidence</i>									
Capellen	13.01	13.56	13.69	1.63	1.81	1.95	3.64	3.93	3.62
Clervaux	11.41	12.23	11.91	1.63	1.82	1.77	1.96	2.30	2.42
Diekirch	13.42	13.56	13.86	3.00	3.22	3.29	2.47	2.68	3.22
Echternach	14.27	14.87	15.09	2.08	2.32	2.38	3.05	3.36	3.40
Esch-sur-Alzette	18.88	18.32	17.11	3.01	2.98	2.69	5.49	5.66	4.36
Grevenmacher	12.38	13.22	13.14	1.44	1.62	1.60	4.33	5.18	4.78
Luxembourg-Campagne	14.53	14.42	15.41	1.67	1.84	1.90	3.18	3.14	3.19
Luxembourg-Ville	17.18	16.10	15.91	1.57	1.60	1.58	4.30	3.86	3.41
Mersch	14.50	15.39	15.33	2.13	2.37	2.54	4.25	4.78	4.43
Redange	11.56	12.77	12.08	2.69	3.08	2.62	3.48	4.33	3.83
Remich	16.35	16.72	16.08	0.98	1.07	0.94	2.95	3.18	2.55
Vianden	13.76	14.07	13.04	2.39	2.66	2.75	4.19	4.37	5.07
Wiltz	17.88	18.54	16.53	4.94	5.08	4.05	5.14	6.28	3.66

TABLE E-3. Taux de vaccination et de statut '2G' (guéri ou vacciné), bruts (1) et ajustés (2).

	Vacciné (%)		2G (%)	
	(1)	(2)	(1)	(2)
<i>Groupe d'âge</i>				
6-8 ans			14.1	14.8
9-12 ans	33.9	34.9	45.6	47.0
13-14 ans	60.7	62.5	69.4	71.0
15-17 ans	67.6	69.8	76.0	77.9
18-20 ans	66.5	68.3	74.3	75.7
21-24 ans	61.7	63.7	69.2	70.9
25-29 ans	62.6	62.1	69.8	68.8
30-34 ans	70.0	68.1	76.2	73.6
35-39 ans	74.8	72.4	80.1	76.9
40-44 ans	78.6	76.7	82.9	80.1
45-49 ans	80.9	79.7	84.6	82.7
50-54 ans	83.1	82.4	85.9	84.8
55-59 ans	83.7	83.7	85.8	85.9
60-64 ans	83.6	84.8	85.1	87.0
65-69 ans	84.0	85.4	85.2	87.5
70-74 ans	84.4	85.6	85.5	87.8
75-79 ans	86.3	87.3	87.4	89.4
80-84 ans	86.8	87.7	88.5	90.4
85-89 ans	84.7	85.8	87.7	89.8
90 ans et +	80.9	82.6	85.3	88.1
<i>Sexe</i>				
Femme	74.4	74.8	76.9	77.3
Homme	73.9	73.5	76.2	75.8
<i>Pays de naissance</i>				
Allemagne	75.7	71.4	78.4	73.1
Autre pays UE	64.0	64.1	68.9	67.1
Belgique	72.8	68.6	76.9	71.8
Ex-Yougoslavie	52.3	55.5	67.0	65.1
France	64.0	63.4	69.6	66.9
Hors UE	67.2	70.8	73.4	73.7
Italie	72.0	70.8	76.9	74.0
Luxembourg	73.3	77.9	78.0	79.6
Portugal	75.4	73.0	79.8	75.1
<i>Type de ménage</i>				
1 adulte sans enfant	75.0	71.6	78.3	72.9
1 adulte, 1 enfant	58.6	71.6	65.8	74.1
1 adulte, 2 enfants et +	50.2	72.9	59.5	76.2
2 adultes sans enfant	82.2	75.5	84.8	77.4

(suite page suivante)

TABLE E-3 – suite

	Vacciné (%)		2G (%)	
	(1)	(2)	(1)	(2)
2 adultes, 1 enfant	71.6	76.0	77.0	78.1
2 adultes, 2 enfants et +	61.7	77.3	69.7	80.1
Autres sans enfant	75.9	71.4	79.4	73.6
Autres, 1 enfant	71.8	73.3	77.6	76.2
Autres, 2 enfants et +	60.8	71.4	69.2	75.3
<i>Niveau de vie</i>				
Niveau de vie <25,000	57.6	65.9	65.6	70.6
25,000-30,000	65.7	71.0	72.3	74.3
30,000-35,000	70.3	73.2	75.9	76.0
35,000-40,000	72.9	74.0	77.8	76.6
40,000-45,000	75.3	75.8	79.6	77.8
45,000-50,000	75.6	75.9	79.6	77.7
50,000-60,000	77.5	77.5	81.3	79.0
Niveau de vie >60,000	78.4	78.8	81.6	79.6
<i>Statut professionnel</i>				
Inactif	65.4	70.7	70.8	72.4
Indépendant	77.8	74.0	81.3	77.0
Salarié sect. privé	76.5	77.4	81.6	80.6
Salarié sect. public	85.7	78.5	89.0	82.2
<i>Allocations de chômages</i>				
Bénéficie d'allocation chômage	63.4	72.2	70.2	76.4
Pas d'allocation chômage	71.6	74.2	76.7	76.6
<i>Canton de résidence</i>				
Capellen	74.2	74.9	78.5	76.9
Clervaux	72.9	75.5	77.5	77.3
Diekirch	74.9	77.0	79.8	79.2
Echternach	75.0	76.9	78.5	77.8
Esch-sur-Alzette	69.3	72.6	75.9	76.3
Grevenmacher	76.0	77.2	79.5	78.3
Luxembourg-Campagne	73.4	75.2	77.5	77.0
Luxembourg-Ville	67.5	72.5	72.4	74.8
Mersch	75.1	76.3	79.1	77.8
Redange	73.2	74.2	77.4	75.9
Remich	74.1	75.1	77.9	76.6
Vianden	74.5	77.4	78.6	78.6
Wiltz	68.4	72.9	74.0	75.2