HAL open science

Surmortalité liée à la Covid-19 en Belgique : variations spatiales et socio-démographiques

Mélanie Bourguignon, Damiens Joan, Yoann Doignon, Thierry Eggerickx, Scott Fontaine, Patrick Lusyne, Audrey Plavsic, Jean-Paul Sanderson

To cite this version:

Mélanie Bourguignon, Damiens Joan, Yoann Doignon, Thierry Eggerickx, Scott Fontaine, et al.. Surmortalité liée à la Covid-19 en Belgique : variations spatiales et socio-démographiques. 2020. hal-02977464

HAL Id: hal-02977464

https://hal.science/hal-02977464

Preprint submitted on 26 Oct 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Démographie et sociétés

Centre de recherche en démographie
Institut d'analyse du changement dans l'histoire
et les sociétés contemporaines
Université catholique de Louvain

Surmortalité liée à la Covid-19 en Belgique : variations spatiales et socio-démographiques

Bourguignon M., Damiens J.,
Doignon Y., Eggerickx T.,
Fontaine S., Lusyne P.,
Plavsic A., Sanderson J.-P.

Document de travail 17

septembre 2020
www.uclouvain.be/demo

Surmortalité liée à la Covid-19 en Belgique : variations spatiales et socio-démographiques

Bourguignon M.*, Damiens J.*, Doignon Y.*, Eggerickx T.*, Fontaine S.*, Lusyne P., Plavsic A.*, Sanderson J.-P.***

* *Centre de Recherche en Démographie, UCLouvain*
** *Statistics Belgium[1] (Statbel)*

Résumé

Entre janvier et septembre 2020, la pandémie Covid-19 a engendré près de 27 millions d'infections et 881.000 décès à travers le monde, sans réel signe de ralentissement. Si le pic pandémique n'est pas encore atteint à l'échelle planétaire, en Belgique, la situation, chaotique en mars, avril et mai, semble progressivement être revenue sous contrôle au mois de juin 2020, en dépit d'une reprise du nombre d'infections à partir de la mi-juillet. Au 7 septembre, on dénombre 88.000 cas testés positifs et 9.900 décès à l'échelle de notre pays, plaçant la Belgique dans le « top mondial » des pays les plus touchés en termes d'infections et de décès par habitants. Cette pandémie récente constitue l'un des épisodes les plus meurtriers dans l'histoire de la Belgique depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale.

À l'instar d'autres crises sanitaires passées, la pandémie Covid-19 a bouleversé le cours et le fonctionnement de notre société, révélant un certain nombre d'antagonismes sociaux latents. L'objectif de cet article est de dresser un premier bilan des conséquences de la Covid-19 en termes de mortalité, sur base des données de la « première vague », et de démontrer que cette crise a remis sur le devant de la scène l'existence d'inégalités sociodémographiques majeures affectant les âges, les sexes, les groupes sociaux, les populations rurales et urbaines… Les analyses se baseront sur la littérature et les données fournies par Statbel disponibles à ce stade de l'épidémie pour la période du 1er janvier 2020 au 1er août 2020. Les décès de 2020 seront rapportés à ceux observés durant la période de référence 2016-2019 sur base d'un indicateur de surmortalité. Cette première approche se veut avant tout descriptive. Lorsque des données plus fines seront disponibles, elle sera approfondie notamment par la caractérisation socio-économique des victimes de l'épidémie.

Mots-clés. Covid-19, Belgique, inégalités sociodémographiques, inégalités spatiales, mortalité

Abstract

From January to September 2020, the Covid-19 pandemic has resulted in about 27 million infections and 881.000 deaths infections and deaths worldwide, with no sign of slowdown. Although the pandemic peak was not reached on a global scale yet, in Belgium the situation, which was chaotic in March, April and May, seems to gradually go back under control in June, in spite of a resurgence in the infection numbers from mid-July. On September7th, no less than 88.000 cases tested positive and 9,900 deaths were counted in our country, placing Belgium in the "world top" of the most affected

[1] Statistics Belgium n'engage pas sa responsabilité dans les analyses et conclusions présentées dans ce document.

countries. This recent pandemic is one of the deadliest episodes in the history of Belgium since the end of the Second World War.

Like other past health crises, the Covid-19 pandemic has disrupted the course and functioning of our society, revealing a bunch of latent social antagonisms. The aim of this article is to draw up an initial assessment of the consequences of Covid-19 in terms of mortality and to demonstrate that this crisis has brought back to the forefront the existence of major socio-demographic inequalities affecting ages, sexes, social groups, rural and urban populations, ... They will be based on the literature and data available at this stage of the epidemic for the period from 1 January 2020 to 1 August 2020. Deaths in 2020 will be compared to those observed during the reference period 2016-2019 based on an indicator of excess mortality. When more refined data become available, it will be deepened, in particular through the socio-economic characterization of the victims of the epidemic.

Keywords. Covid-19, Belgium, socio-demographic inequalities, spatial inequalities, mortality

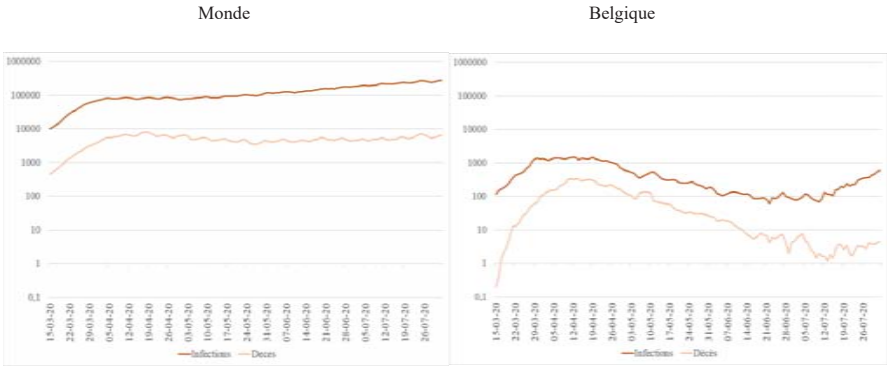
Table des matières

1. Introduction 4
2. Revue de la littérature 5
2.1. Age 5
2.2. Sexe et genre 6
2.3. Appartenance sociale 6
2.4. Ségrégations socio-spatiales 7
2.5. Caractéristiques spatiales 7
Densité 7
Offre de soins 8
Pollution 9
2.6. Hypothèses de recherche 9
3. Méthodologie 10
3.1. Données liées au Covid-19 en Belgique 10
3.2. Estimation de la surmortalité liée à la Covid-19 11
4. Analyses 12
4.1. Le rôle de l'épidémie de la Covid-19 dans la surmortalité observée en 2020 12
4.2. En avril 2020, une surmortalité exceptionnelle et sans précédent depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale 13
4.3. La pandémie de la Covid-19 révélatrice d'inégalités ? 15
5. Dimension spatiale 20
5.1. Surmortalité par province 20
5.2. Surmortalité selon les composantes du complexe résidentiel urbain belge 22
5.3. Surmortalité par arrondissement sur l'ensemble de l'épidémie 23
5.4. Surmortalité par quinzaine 24
5.5. Surmortalité par groupe d'âge 27
5.6. Nombre de décès par commune pendant l'épidémie 28
5.7. Surmortalité totale au niveau des communes 29
6. Discussions, conclusions et limites 31
7. Bibliographie 34
8. Annexes 40

1. Introduction

Au début du mois de septembre, la pandémie de Covid-19 a occasionné dans le monde 881.000 décès pour plus de 27.000.0000 de cas détectés. En Belgique, les chiffres publiés par Sciensano font état de 88.000 cas confirmés et d'environ 9.900 décès (Figure 1). Indépendamment de la méthode de comptage des décès, variable d'un pays à l'autre et rendant hasardeuses les comparaisons internationales, la Belgique est l'un des pays où le taux de mortalité par Covid-19 est le plus élevé. Les données mensuelles révèlent également que le mois d'avril 2020, avec ses 14.790 décès, fut le plus meurtrier qu'a connu la Belgique depuis la Seconde Guerre mondiale.

Figure 1 Evolution journalière du nombre d'infections et de décès dus à la Covid-19 (moyenne mobile sur 5 jours) (source : https://www.data.gouv.fr/en/datasets/coronavirus-covid19-evolution-par-pays-et-dans-le-monde-maj-quotidienne/)



Au-delà des chiffres bruts de la mortalité, cette crise sanitaire marque et marquera de son empreinte nos sociétés. D'une manière générale, les grandes épidémies impactent les consciences par la peur et le danger qu'elles incarnent, mais aussi parce qu'elles sont avant tout un phénomène collectif et social **[80]** La maladie et la mort (re)deviennent subitement des phénomènes de masse mettant sous pression les structures sanitaires et révélant des situations critiques, comme celle de nos aînés dans les maisons de retraite et de soins, ou encore la concurrence entre l'urgence sanitaire et les impératifs économiques et sociaux. Nul doute que cette crise sanitaire et les mesures de confinement qui l'ont accompagnée constituent un révélateur et un amplificateur des inégalités face à la maladie et la mort, comme des difficultés sociales et économiques dans lesquelles une partie de la population se trouve structurellement.

Comme dans le cas des épidémies marquantes de l'histoire **[81],** la Covid-19 affecte selon une intensité variable les hommes et les femmes, les différents groupes d'âge, les groupes sociaux, les populations urbaines et rurales… Cet article propose un premier bilan des conséquences de la Covid-19 en termes de mortalité selon le sexe, l'âge, la région et la commune de résidence. Les analyses se basent sur la littérature et les données produites par Statbel disponibles à ce stade de l'épidémie. Il s'agit de la répartition journalière et hebdomadaire des décès toutes causes selon le sexe, l'âge, la région, la province, l'arrondissement et la commune de résidence entre le 1er janvier 2020 et le 1er

août 2020. Ces décès seront comparés à ceux observés lors des années 2016-2019 pour développer un indicateur de surmortalité. Cette première approche, essentiellement descriptive sera complétée ultérieurement lorsque des données plus fines seront disponibles permettant de mieux caractériser socio-démographiquement (catégorie socio-professionnelle, niveau d'instruction, nationalité, situation familiale…) les victimes de la crise sanitaire et de mesurer ses effets directs et indirects sur la mortalité, à l'aide notamment des données sur les causes de décès.

2. Revue de la littérature

Si l'état de la littérature scientifique concernant le SARS-CoV-2, virus responsable de la Covid-19, est en constante évolution, nous pouvons déjà identifier plusieurs caractéristiques révélant des différences en termes de diffusion, d'exposition et de mortalité liée à la Covid-19, et les relier à la situation belge. La démographie est particulièrement concernée par l'étude de la Covid-19 et son impact sur la santé et la mortalité des individus. Quatre grands facteurs d'inégalités face au virus seront mis en avant : l'âge des individus, leur sexe, leur appartenance sociale et les caractéristiques de leur lieu de vie.

Encadré 1. Définitions épidémiologiques des concepts de propagation, d'exposition et de mortalité/morbidité

Dans le cadre de la pandémie de la Covid-19, quelques concepts issus de l'épidémiologie peuvent nous aider à mesurer l'intensité et l'évolution de la crise sanitaire.

La **propagation** d'une épidémie se mesure par son incidence, soit les nouveaux cas d'une maladie que l'on compte sur une période donnée. Elle représente la vitesse à laquelle une population est contaminée par une maladie **[71]**.

L'**exposition** à une maladie correspond à l'ensemble des facteurs de risque d'une maladie. Pour des raisons biologiques (santé plus fragile, âge plus avancé), environnementales (lieu et qualité de vie...), sociales (type d'emploi, ressources) ou comportementales (habitudes, consommation), certaines populations sont davantage touchées par une maladie que d'autres. Dans ces populations, la propagation est plus rapide et/ou plus précoce. L'exposition se mesure grâce à la prévalence de la maladie – soit le nombre de personnes contaminées à un moment donné [**71**].

La **mortalité** est l'une des issues de l'infection par SARS-CoV-2. Elle implique une contamination préalable, et dépend donc de l'exposition au virus et de sa propagation **[71]**. La **morbidité** est la présence de maladies ou de pathologies, ainsi que leurs possibles conséquences de long-terme sur la santé, à l'échelle d'une personne ou d'une population. La **comorbidité** est la présence simultanée de plusieurs maladies, pathologies ou séquelles de celles-ci.

2.1. Age

L'âge joue un rôle majeur dans la surmortalité engendrée par cette pandémie : plus on est âgé, plus le risque de mortalité par Covid-19 est élevé **[10-11]**. On peut s'attendre à un nombre accru de cas et

de décès liés au virus dans des lieux où la proportion de personnes âgées est importante **[22]**. En Belgique, les institutions d'accueil pour personnes âgées (en particulier les maisons de repos (et de soins)) constituent des lieux où la mortalité liée à la Covid-19 a été particulièrement élevée en Belgique : 50% des décès survenus pendant la crise sanitaire y seraient concentrés[2] **[73]**. Cela se comprend notamment au vu de la proximité d'individus à la santé fragile dans des espaces clos.

2.2. Sexe et genre

Le sexe est un autre facteur notable. Les hommes ont plus de risques d'être contaminés et de décéder du virus que les femmes **[67]**, comme c'est d'ailleurs le cas pour l'ensemble des maladies touchant principalement le système respiratoire **[68]**. Certaines normes sociales conditionnent en partie les comportements de santé : par exemple, la construction sociale du genre induit des comportements masculins liés à une alimentation en moyenne moins saine et à une consommation plus élevée en alcool et en tabac que du côté féminin **[35]**. Si l'argument du tabagisme – plus courant chez les hommes que chez les femmes, notamment en Belgique **[35]** – a été évoqué **[67-68]**, il a été nuancé au vu d'une faible représentation des fumeurs au sein de la population infectée par la Covid-19 **[69]**. Une autre hypothèse avance que les femmes seraient plus avantagées sur le plan immunitaire que les hommes, grâce à l'action combinée de certaines hormones (œstrogènes, progestérones, androgènes) et d'une alimentation plus saine, notamment aux âges avancés **[70]**.

2.3. Appartenance sociale

Être moins avantagé d'un point de vue socioéconomique est associé à plus de comorbidités et donc à une plus grande vulnérabilité face au virus. Les inégalités sociales de santé peuvent être expliquées par trois types de ressources, jouant chacune à leur manière sur le bien-être physique et psychologique des individus. Tout d'abord, le ***capital économique*** d'un individu ou d'un ménage va influencer ses dépenses directes en matière de santé, mais aussi ses opportunités matérielles en termes de logement, d'alimentation, de loisirs, etc. Ces ressources matérielles sont liées aux caractéristiques individuelles mais aussi aux effets socio-économiques des politiques. Deuxièmement, le ***capital social*** d'une personne ou d'un quartier (*e.g.* cohésion sociale) peut réduire le stress et permettre un meilleur accès aux opportunités de santé, en termes de conseils, de comportements et de soins **[33]**. Il est à noter que, dans les espaces moins favorisés, le capital social au sein du quartier de résidence est aussi un moyen d'amortir certaines inégalités, en partageant des informations liées à la santé ou à l'emploi, en ayant recours à des réseaux d'entraide **[34]**. Enfin, le ***capital culturel*** d'un individu passe par l'instruction mais aussi par le mode de vie et l'accès à l'information. De même, un faible niveau d'instruction est associé à de plus hauts taux d'obésité, de consommation d'alcool et de tabac **[33, 35]**.

En termes d'exposition au virus, le positionnement des individus au sein du continuum social agit de la même manière : plus les conditions sociales des individus sont défavorables, plus ces derniers sont exposés au virus. À titre d'exemple, citons le recours au télétravail : les travailleurs peu diplômés ont moins la possibilité d'y recourir et sont donc plus exposés au virus – tout particulièrement en contexte

[2] Au 9 juin 2020, sur les 9619 personnes décédées soit de manière certaine (5708) de la Covid-19, soit où l'on soupçonne une mort due à la Covid-19 (3787) en Belgique, 4833 sont décédées dans une maison de repos et de soins, soit 50,2% des personnes décédées. Sur ces décès en maisons de repos et de soins, 24% sont confirmés et 76% suspectés [73].

de forte densité démographique **[1, 6, 9, 24-27]** (*e.g.* via la promiscuité des transports en commun ou l'impossibilité de maintenir une distanciation physique pour certains métiers).

2.4. Ségrégations socio-spatiales

Les populations les plus paupérisées, les plus sujettes à des discriminations (*e.g.* racisation, genre), habitent plus fréquemment dans des espaces de relégation sociale, densément peuplés et généralement plus pollués, et seraient donc surexposées au virus **[9, 28]**. Dans des contextes de faible densité démographique, les populations plus paupérisées, présentant en moyenne des comorbidités - la présence de deux ou plusieurs maladies - plus fréquentes et un accès aux soins plus réduit, semblent également plus vulnérables **[1, 9, 28]**.

Ceci fait écho aux résultats d'une analyse portant sur 17.4 millions de britanniques entre le 1er février et le 25 avril 2020. Deux facteurs de risques ressortaient particulièrement[3] : l'origine ethnique attribuée et la paupérisation. Les auteurs de cette analyse émettent l'hypothèse d'une plus grande exposition des personnes originaires de minorités ethniques via des ménages plus denses et une surreprésentation dans des emplois manuels liés directement au traitement de la Covid-19, peu rémunérés et ne nécessitant pas un niveau de diplôme élevé. Ils suggèrent également que ces facteurs sociaux ont pu augmenter le risque d'une contamination et de décès suite à la Covid-19 **[10]**. Une analyse réalisée au niveau des comtés aux USA souligne que la combinaison au sein d'un comté (i) d'un revenu moyen faible, (ii) d'une distribution inégale des revenus, (iii) d'une proportion élevée d'infirmier·e·s et (iv) de femmes afro-américaines semble associée à une plus forte incidence de la Covid-19 **[29]** (cf. également **[1]**).

Une autre étude américaine sur les sept Etats les plus touchés par la Covid-19 a montré que les comtés avec le niveau d'instruction et le revenu moyens les plus élevés sont *les plus infectés* mais présentent *un taux de mortalité* relativement peu élevé. À l'inverse, les comtés les plus touchés par la pauvreté, sont moins contaminés, mais présentent *les taux de mortalité* les plus élevés [1]. Néanmoins, cette étude préliminaire a été menée à un niveau macro (celui des comtés), ce qui interdit toute conclusion et/ou généralisation à l'échelle individuelle (en raison du risque d'erreur écologique). Une autre étude menée à New-York a montré que la population des quartiers moins privilégiés avait moins accès aux tests de dépistage : une fois ces disparités face aux dépistages contrôlées, les quartiers plus favorisés ne sont pas plus infectés par le virus que les quartiers plus démunis [72].

2.5. Caractéristiques spatiales

Densité

La densité de population d'un territoire et la mobilité des populations jouent un rôle majeur dans la **propagation d'un virus**. Aux États-Unis, parmi les sept États les plus touchés, la contamination est

[3] Et ceci en tenant compte de l'âge et du sexe, lesquels sont deux facteurs de risque importants. Être de sexe masculin entraînait un rapport de risque (*hazard ratio*, *HR*) de 1.99, soit près de deux fois plus de chances de décéder de la Covid-19 que pour une femme, avec un intervalle de confiance (IC) à 95% de [1.88-2.1] ; être dans une tranche d'âge supérieure à 50-59 ans ; souffrir de comorbidité(s) (*e.g.* le diabète non-contrôlé a un *HR* de 2.36 pour un IC ajusté à l'âge et au sexe de [2.18-2.56]) ; être reconnu comme d'origine africaine (*HR*: 1.71, IC ajusté à l'âge et au sexe: [1.44-2.02]) ou asiatique (*HR*: 1.62, IC ajusté à l'âge et au sexe: [1.43-1.82]) ; être dans le quintile le plus défavorisé / paupérisé (*HR*: 1.75, IC ajusté à l'âge et au sexe: [1.6-1.91]).

la plus importante dans les comtés les plus densément peuplés **[1]**. Un deuxième facteur important de la propagation du virus est la mobilité au sein d'un territoire **[2].** En effet, la diffusion du SARS-CoV-2 correspond non seulement aux navettes quotidiennes des travailleurs, mais aussi aux relations interpersonnelles – familiales et amicales **[3]**. Cette importance qu'auraient la connectivité et la densité des territoires ferait donc de la Belgique un pays à risque au vu de sa longue et structurante histoire de navettes pendulaires entre lieux de résidence et de travail[4] **[36-39]**. Les territoires les plus densément peuplés sont également ceux où l'offre hospitalière est la plus importante et si les hôpitaux viennent à être débordés, ils peuvent devenir à leur tour d'importants foyers de contamination **[4]**. D'autre part, il est difficile d'ignorer le rôle potentiel de certains grands évènements rassemblant de nombreux individus en un même endroit (*e.g.* rassemblements sportifs en Italie ; évènements évangélistes à Mulhouse en France) **[5]**. Au-delà des caractéristiques territoriales (densité de population, mobilité quotidienne...) et des « évènements super-contaminants », la distance aux foyers de contamination joue également un rôle important. Le caractère contagieux de la Covid-19 implique que plus un territoire est proche d'un foyer de contamination, plus sa probabilité d'être touché par l'épidémie est grande. On observe ainsi une diffusion par contagion, ce qui a été observé dans les départements en France **[6]** ou dans les provinces en Chine **[7]**. Enfin, en plus de *favoriser* la comorbidité (*e.g.* pathologies respiratoires liées à l'humidité et au manque de chauffage et d'aération), la densité d'occupation du logement par un ménage est un facteur de propagation : une plus grande promiscuité faciliterait la diffusion virale – tant de manière générale **[8]** que dans le cas précis de la Covid-19 **[9]**.

Offre de soins

Si les territoires avec une faible densité de population ont une plus faible probabilité d'occurrence du virus, ils disposent également d'une offre sanitaire plus réduite et dispersée, ce qui implique des capacités de réactions moins performantes face aux malades en situation critique. Un nombre de cas moins important – donc une moindre expérience dans la gestion du virus, et un accès plus tardif aux dépistages et aux informations liées à la variabilité des symptômes liés au virus – pourrait entraîner une mortalité plus importante **[1, 21]**.

Les territoires belges diffèrent aussi par leurs capacités en termes d'offres de soins. En 2019, un rapport mesurant la performance des offres de soins belges a démontré que la Belgique se classe relativement bien par rapport aux autres pays européens en termes de mortalité évitable grâce au système de soins[5], surtout pour les hommes **[56]**. Cette mortalité évitable demeure plus importante à Bruxelles qu'en Wallonie et en Flandre. La Flandre présente une situation sanitaire plus favorable sur de nombreux points par rapport aux deux autres régions **[56].** Une étude cartographique a évalué la mortalité prématurée des trois régions durant les années 1990 et 2000 **[61]**. Les taux de décès évitables[6], standardisés par âge, étaient clairement plus élevés en Wallonie qu'en Flandre, avec une situation intermédiaire à Bruxelles. On peut notamment citer une plus forte propension aux décès liés aux maladies cardiovasculaires ou cérébrales, au diabète, à la consommation d'alcool et aux troubles mentaux et neurologiques en Wallonie, et dans une certaine mesure à Bruxelles-Capitale. La Wallonie est particulièrement touchée par la mortalité liée aux troubles pulmonaires et respiratoires. Le Hainaut

[4] À titre d'exemple, 65% de la population active belge travaille dans une commune où elle n'habite pas [39].
[5] C'est-à-dire les décès qui, à la lumière des savoirs médicaux actuels, auraient pu être empêchés grâce à des soins appropriés et de bonne qualité.
[6] C'est-à-dire des décès de personnes de moins de 75 ans qui auraient pu ne pas se produire grâce à la prévention et/ou aux soins de santé.

présente les taux de mortalité les plus élevés du pays en matière de maladies cardiovasculaires et de diabète, ainsi que de divers cancers liés aux voies respiratoires (bouche, larynx, œsophage) **[61]**.

Pollution

La qualité de l'environnement d'un territoire n'est pas anodine, puisqu'elle est liée aux pathologies respiratoires préexistantes. De plus, une pollution atmosphérique élevée est associée à une morbidité et à une mortalité plus importantes des maladies respiratoires et cardiovasculaires **[12-14]** – bien qu'en l'état actuel, il soit impossible de démontrer un lien de causalité dans le cadre plus restreint de la Covid-19 **[15-20]**.

2.6. Hypothèses de recherche

En confrontant les recherches internationales sur les déterminants de propagation, d'exposition et de mortalité du virus à la recherche belge liée aux inégalités sociales, institutionnelles, environnementales et sanitaires, tout porte à croire que la population belge n'a pas été uniformément touchée par l'épidémie de la Covid-19.

Compte tenu des études et de la littérature, il est attendu que les hommes soient plus touchés par la Covid-19 que les femmes, et que les personnes âgées soient également plus impactées que les plus jeunes.

D'un point de vue géographique, des différences territoriales sont également à prévoir. La Flandre est, d'un point de vue socioéconomique et en termes d'offres de santé, plus avantagée que la Wallonie, ce qui conférerait à sa population une moindre exposition au risque d'infection et de décès. Bruxelles se trouve dans une situation intermédiaire en termes de soins de santé, mais sa position d'agglomération dense et de carrefour de populations mobiles en fait un territoire à risque. On peut aussi s'attendre à ce que certains territoires, tels que ceux du Hainaut et de Liège – dont la population paie encore le prix des bouleversements industriels et des délocalisations d'entreprises des dernières décennies – soient plus touchés que d'autres. D'autres facteurs, tels que les taux de consommation de tabac et d'alcool – plus élevés au sud qu'au nord du pays – la pollution, l'environnement social ou encore l'accès aux soins de santé, peuvent expliquer les différences territoriales de mortalité **[60]**.

Les grandes villes et les territoires socialement défavorisés cumulent les risques face au virus. Au niveau spatial, on supposera que les espaces n'ont pas été affectés avec la même intensité. Les zones plus densément peuplées, moins socialement favorisées ainsi que les territoires où les offres de soins sont plus restreintes, sont particulièrement à risque. Les populations moins socialement favorisées évoluent dans des environnements peu propices à une sécurité sanitaire. La pollution atmosphérique, vecteur indirect de propagation du virus, touche plus fréquemment les territoires plus défavorisés. Ces derniers sont aussi associés à davantage de difficultés à respecter les normes de confinement et de distanciation sociale, du fait des liens sociaux de proximité qui y règnent **[34],** des domiciles plus exigus **[8-9]** et des activités professionnelles ne permettant pas le travail à distance et qui n'ont pas été mises à l'arrêt.

3. Méthodologie

3.1. Données liées au Covid-19 en Belgique

Tous les pays ne comptabilisent pas les décès de la même façon, soit parce qu'ils proposent une définition différente des décès par Covid-19, en ne comptabilisant que les décès certifiés Covid-19, c'est-à-dire les décès en milieux hospitaliers (où les tests de dépistage systématiques permettent de distinguer les décès par Covid-19, par exemple), soit parce que les délais de transmission des informations de décès sont plus longs **[66].** En France, dans un premier temps, seuls les décès en milieu hospitalier ont été comptabilisés. Ce n'est qu'à partir du mois d'avril que les décès en institutions de soins et en EPHAD ont été comptabilisés [75]. Au Royaume-Uni, seuls les décès des personnes testées positivement au Covid-19 en laboratoire sont comptabilisés [75].

En Belgique, l'enregistrement des décès « Covid-19 » est particulièrement large, incluant autant les cas certifiés que les cas suspectés de Covid-19, qu'ils aient eu lieu à l'hôpital, au domicile ou même dans une institution médicalisée (*e.g.* MR(S)). Les décès certifiés font suite à des tests moléculaires de dépistage au virus ou suite à une confirmation radiologique. En milieu hospitalier, les dépistages sont systématiques, d'où un nombre bien plus important de décès certifiés que dans d'autres lieux de décès (domicile et institutions). L'objectif est de refléter l'ampleur réelle du virus sur la mortalité du pays, quel que soit le contexte particulier du décès [66].

La Belgique est dotée d'un système administratif et d'enregistrement très efficace et réactif : il importe de souligner à ce titre la qualité du travail réalisé par Statistics Belgium (Statbel) et Sciensano, qui permet d'accéder en un temps record et avec transparence aux statistiques liées à l'épidémie, avec des mises à jour régulières sur leurs sites internet[7]. En Belgique, les données de décès sont collectées dans les hôpitaux et par les autorités régionales. En dehors des hôpitaux, ce sont les responsables des institutions au sein desquelles les personnes décèdent (maisons de repos, maisons de repos et de soins, et autres institutions spécialisées), ainsi que les médecins généralistes si les personnes décèdent chez elles ou dans un tiers endroit, qui délivrent l'information du décès. StatBel reçoit et rassemble ces données. Sciensano, l'Institut fédéral de santé publique, propose également un bulletin d'informations reprenant les données de ces différentes sources d'observation [66].

De plus, compte tenu de la vulnérabilité des personnes âgées face au virus et de la propagation accrue du virus dans ces institutions collectives de soins, un nombre important de décès liés à la Covid-19 sont à déplorer dans ces établissements. Ainsi, en Belgique, près de la moitié des décès liés à la Covid-19 concernent les résidents de ces institutions [73]. En France [75] également, la moitié des décédés par Covid-19 ont concerné des résidents d'EPHAD, que le décès ait eu lieu en institution ou à l'hôpital. Ne pas considérer ces décès entraînera une sous-estimation importante des décès provoqués par la Covid-19 et une sous-mortalité par rapport aux pays qui en tiennent compte, comme la Belgique. Compte-tenu de ces variations dans les modes de comptages des décès liés à la Covid-19, les comparaisons internationales sont à prendre avec précaution.

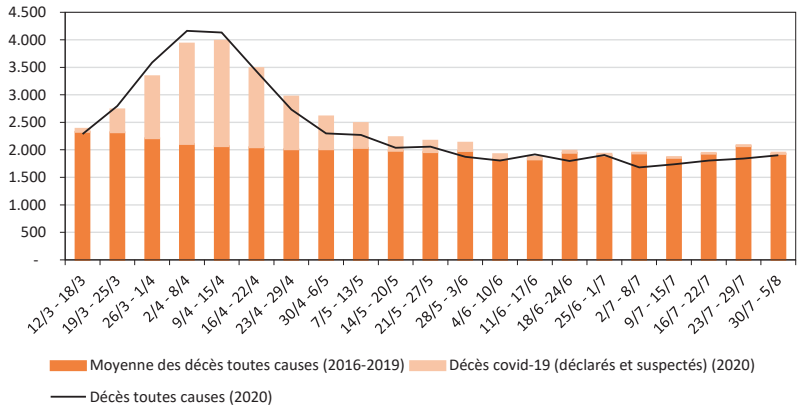
[7] https://statbel.fgov.be/fr/covid-19-donnees-statbel ; https://covid-19.sciensano.be/fr/covid-19-situation-epidemiologique

Encadré 2. La méthode belge de comptage des décès liés au Covid-19 est-elle pertinente ?

L'évolution des décès attribuables à la Covid-19 est fortement corrélée à celle des décès toutes causes observés durant les premiers mois de l'année 2020 (Figure 2).

En sommant les décès Covid-19 (décès déclarés et suspectés Covid-19) à la moyenne quotidienne des décès observés en 2016-2019, c'est-à-dire aux décès attendus en l'absence de ce virus, on obtient des niveaux très similaires aux décès « toutes causes » observés en 2020 (Figure 2). Pour l'ensemble de la période qui s'étend du 12 mars au 26 avril, une différence de moins de 100 décès est observée entre la somme des décès toutes causes de 2020 et la somme des décès observés en 2016-2019 et des décès directement liés à la Covid-19, soit une différence inférieure à 0,5%. Cette différence est minime, sachant qu'elle se base sur la moyenne des décès observés entre 2016 et 2019, qui surestime sans doute légèrement le nombre de décès attendus en l'absence de la Covid-19[8]. Cette analyse conforte la précision de la méthode belge de comptage des décès dus au Covid-19.

Figure 2. Évolution hebdomadaire des décès "toutes causes" et des décès "Covid déclarés et suspectés". Sources : Statbel, Sciensano ; traitement par les auteurs



3.2. Estimation de la surmortalité liée à la Covid-19

A partir des nombres de décès, divers calculs peuvent être menés en vue de comparer la situation actuelle de crise sanitaire avec d'autres périodes. La mesure de la surmortalité toutes causes confondues, utilisée par Sciensano, l'Insee en France ou encore les observatoires européens, tels que EuroMomo (European Mortality Monitoring) [76], est à l'heure actuelle la plus objective et la plus fiable pour mesurer les effets directs et indirects de la Covid-19.

[8] Durant les trois premiers mois de 2020 (qui correspond une période dépourvue des effets Covid-19), on observait plutôt une sous-mortalité en 2020 (par rapport au référent 2016-2019).

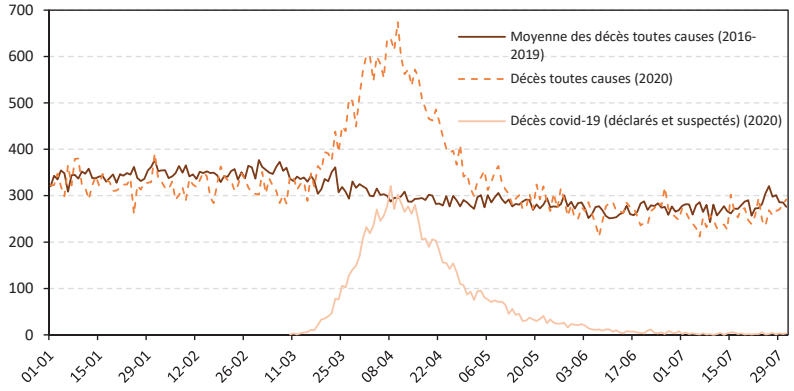
La surmortalité se définit par une comparaison du niveau de mortalité par rapport à une situation de référence. Il s'agira ici de comparer la mortalité des premiers mois de l'année 2020 à la mortalité moyenne des mêmes mois des années précédentes, soit la période 2016-2019[9], que l'on considère donc comme un niveau de mortalité attendu sans Covid-19. Nos analyses s'appuieront sur des indicateurs de surmortalité relative, c'est-à-dire le rapport entre les décès observés et les décès attendus.

4. Analyses

4.1. Le rôle de l'épidémie de la Covid-19 dans la surmortalité observée en 2020

En Belgique, comme de nombreux autres pays dans le monde, les mois de mars, avril et mai 2020 se sont avérés être exceptionnellement dramatiques du point de vue de la mortalité. Ce constat est particulièrement vrai pour la période qui s'étend de mi-mars à fin avril, caractérisée par une surmortalité jusqu'à deux fois plus importante en comparaison avec les tendances moyennes de la période 2016-2019 prises comme référence (Figure 3). Cette surmortalité, si elle n'est pas directement attribuable en tant que telle à la Covid-19, est pourtant largement liée à cette pandémie : elle correspond au pic de surmortalité qui atteint un maximum vers la mi-avril lorsque la Belgique dénombrait certains jours plus de 300 décès liés à la Covid-19 (source : Sciensano). Cette phase de surmortalité s'est clôturée vers la fin du mois de mai. Depuis, on observe plutôt une légère sous-mortalité par rapport à la période 2016-2019, ce qui était déjà le cas au cours des mois de janvier et de février 2020.

Figure 3. Évolution journalière des décès "toutes causes" et des décès "Covid déclarés et suspectés". Sources : Statbel, Sciensano ; traitement par les auteurs.

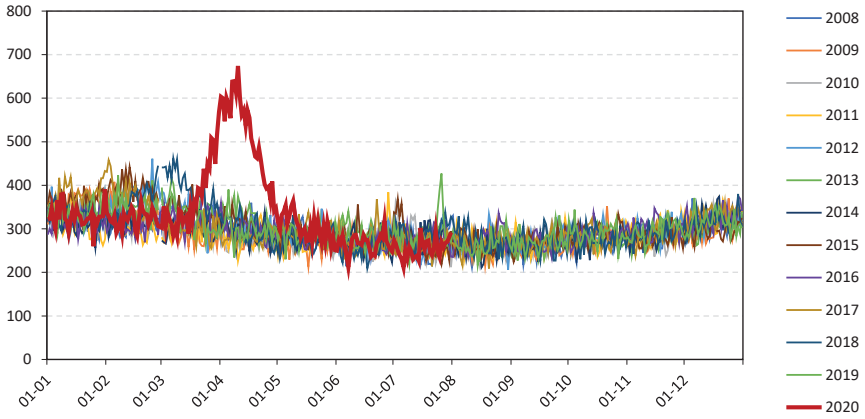


[9] Des tests ont été menés sur des périodes de référence différentes (par exemple, 2012-2015). Les résultats restant sensiblement les mêmes, seule la période 2016-2019 sera considérée dans le cadre de ce document.

4.2. En avril 2020, une surmortalité exceptionnelle et sans précédent depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale

La surmortalité engendrée par la pandémie de Covid-19 est sans précédent au cours de l'histoire récente de la Belgique. Rien qu'en avril 2020, cette pandémie a généré un nombre considérable de décès, qu'aucun évènement tel qu'une grippe saisonnière ou un épisode de températures extrêmes (canicules, hivers rudes…) n'a entrainé auparavant, tant sur la période récente (Figure 4 et Figure 5) que, de manière générale, depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale (Figure 6 et Figure 7).

Figure 4. Évolution journalière du nombre de décès toutes causes de 2008 à 2020 (chiffres absolus). Source : Statbel ; traitement par les auteurs.



La Figure 5 illustre les rapports de surmortalité (toutes causes) par rapport à la période 2009-2016 prise comme référent, pour une sélection de quelques années marquées par des pics épidémiques plus sévères. En particulier, l'année 2018 est caractérisée par une surmortalité entre fin février et mi-mars. Cet excès de mortalité est lié à la conjonction de la grippe saisonnière, d'une vague de froid et d'une concentration inhabituellement plus élevée de particuliers fines (smog). En 2017, les rapports de surmortalité sont plus élevés en janvier, probablement liés à la grippe saisonnière. Les années 2009 et 2010 sont quant à elles marquées par la grippe A/H1N1 (qui a particulièrement sévi d'avril 2009 à août 2010), même si la surmortalité associée à cette grippe est restée de faible ampleur. Quelle que soit l'année retenue, la surmortalité ponctuellement observée durant ces quelques années reste nettement en-deçà de celle qu'a généré la pandémie de la Covid-19, plus particulièrement durant le mois d'avril 2020.

Figure 5. Évolution journalière du rapport de surmortalité générale (période de référence : 2009-2016 ; lissage sur 5 jours). Source : Statbel ; traitement par les auteurs.

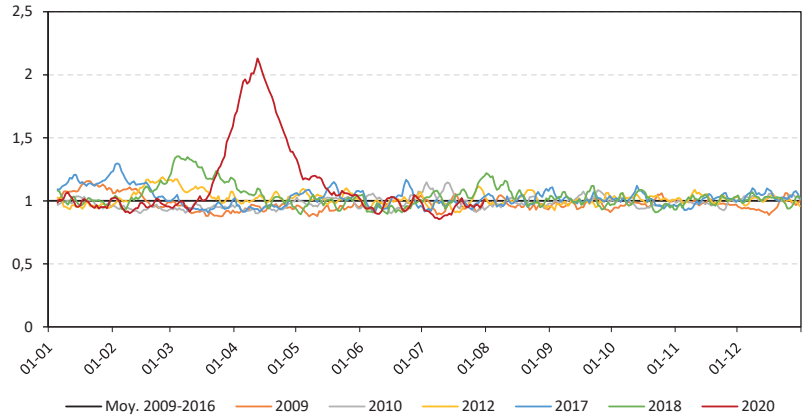


Figure 6. Évolution mensuelle du nombre de décès toutes causes pour quelques années caractérisées par une surmortalité ponctuelle (chiffres absolus). Source : Statbel ; traitement par les auteurs.

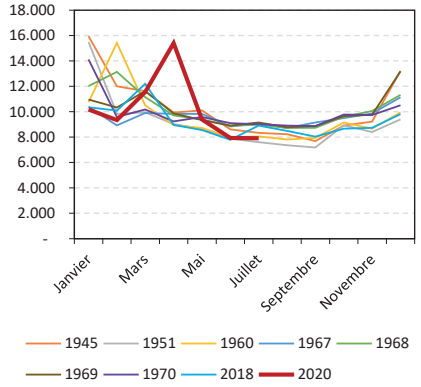
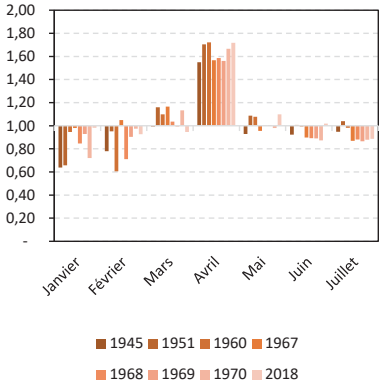


Figure 7. Rapports entre le nombre mensuel de décès toutes causes observé en 2020 et celui observé lors de quelques années comprises entre 1945 et 2018 de janvier à juillet. Source : Statbel ; traitement par les auteurs.



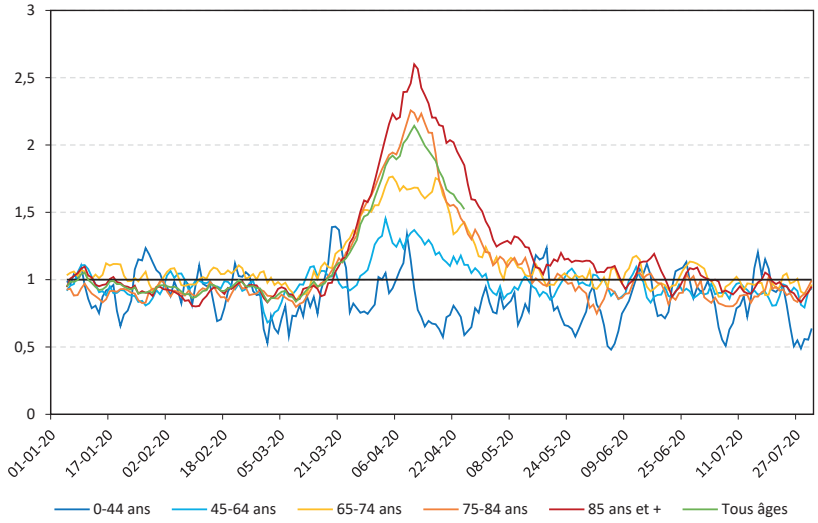
La surmortalité liée à la Covid-19 reste exceptionnelle même en remontant plus loin dans le temps, depuis 1945 et surtout en considérant le mois d'avril (Figure 6). Entre 1945 et 2020, les améliorations en termes de mortalité sont importantes : au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, les espérances de vie masculine et féminine atteignaient respectivement 60 et 65 ans, alors qu'en 2018, elles frôlent les 80 ans du côté des hommes et 85 ans du côté des femmes. Dans ce contexte d'amélioration globale de l'espérance de vie, la surmortalité liée à la Covid-19 est d'autant plus 'remarquable'. En avril, lorsque la mortalité liée à la Covid-19 atteignaient des maximas, ce n'était, en réalité, pas moins de 40% de décès supplémentaires qui étaient comptabilisés par rapport à d'autres années de la seconde moitié du XXe siècle (Figure 7).

4.3. La pandémie de la Covid-19 révélatrice d'inégalités ?

La surmortalité observée est particulièrement révélatrice des inégalités, en particulier du point de vue de l'âge, du sexe, des caractéristiques du lieu de résidence et probablement du groupe social.

L'effet de l'âge est particulièrement marqué, avec des décès plus fréquents parmi les groupes d'âges les plus élevés, en particulier chez les 75-84 ans et les 85 ans et plus, tandis que la surmortalité des 45-64 ans est bien réelle, mais de moindre intensité (Figure 8). En revanche, les moins de 45 ans se caractérisent par une sous-mortalité relative durant une grande partie du mois d'avril. Celle-ci pourrait notamment résulter des mesures sanitaires de confinement : *e.g.* réduction des contacts, des accidents de la route, accidents de travail... **[1-4].** Entre 65 et 84 ans, la surmortalité a disparu vers les premiers jours de mai, alors qu'au-delà de 85 ans, elle subsiste jusqu'à la mi-juin.

Figure 8. Évolution journalière du rapport de surmortalité générale et par âge (période de référence : 2016-2019; lissage sur 5 jours). Source : Statbel ; traitement par les auteurs.

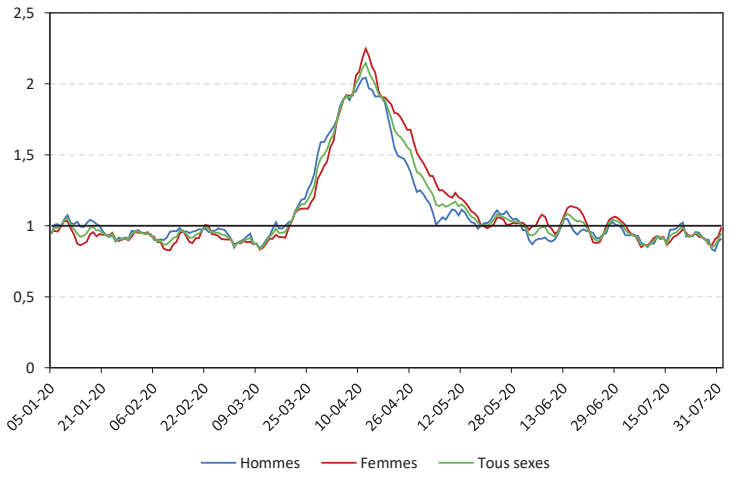


L'effet lié au sexe des individus est, lui aussi, particulièrement mis en évidence. Sur l'ensemble de la période qui s'étend du 18 mars au 26 avril, la surmortalité touche les deux sexes, mais de manière plus marquée du côté masculin. Les observations internationales confirment cette tendance, que l'on explique principalement par des raisons hormonales, génétiques et sociales **[35, 67-70]**. Les Enquêtes Santé par entretien en Belgique ont montré que les hommes adoptent plus souvent des comportements

à risque, dont le tabagisme ou l'alcoolisme, que les femmes **[35]**. Au-delà du tabagisme, dont l'effet sur l'infection par Covid-19 est controversé, les hommes ont plus tendance à être touchés par des infections respiratoires et en décèdent plus fréquemment que les femmes **[67]**.

Au fil de l'évolution de la pandémie, on note toutefois une inversion des tendances : durant la phase ascendante de surmortalité, les hommes sont affectés par une surmortalité plus marquée (+63% de décès masculins entre le 18 mars et le 10 avril 2020 par rapport à la même période en 2016-2019) que celle des femmes (+56% de décès féminins), tandis qu'au moment du pic de surmortalité et durant sa phase décroissante, la surmortalité féminine est plus intense (+77% de décès féminins entre le 11 et le 26 avril 2020) que la surmortalité masculine (+60+ de décès masculins). Cette inversion des tendances au fil du temps se confirme pour tous les groupes d'âges de 65 ans et plus, tandis qu'elle n'est pas observée pour les 45-64 ans[10].

Figure 9. Évolution journalière du rapport de surmortalité générale et par sexe (période de référence : 2016-2019 ; lissage sur 5 jours). Source : Statbel ; traitement par les auteurs.



En l'état, il est difficile d'expliquer cette surmortalité davantage masculine en phase ascendante des décès, puis plutôt féminine en phase décroissante de la pandémie *au-delà de 65 ans*[11]. Plusieurs hypothèses peuvent toutefois être avancées.

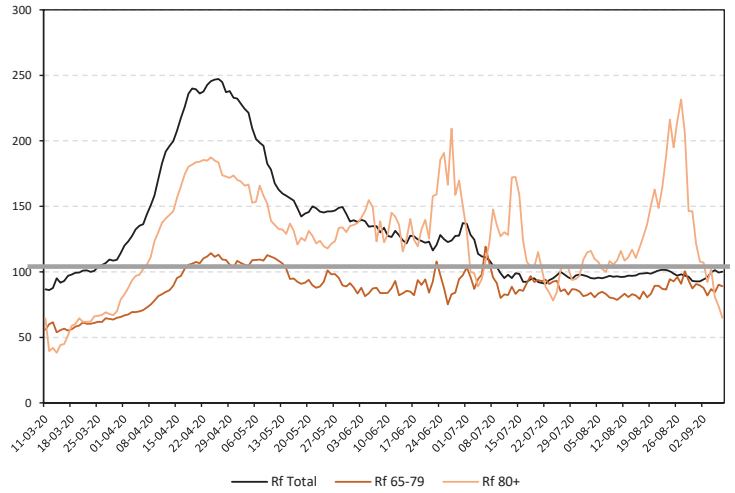
D'abord, on pourrait y voir un effet lié à la détection massive des cas de Covid-19 en maisons de repos (et de soins) depuis la deuxième quinzaine d'avril, les institutions pour personnes âgées étant davantage fréquentées par les femmes. Cette hypothèse suppose en amont qu'il y ait effectivement

[10] Les figures 22 illustrant l'évolution hebdomadaire des rapports de surmortalité selon le sexe par grande catégorie d'âge figurent en annexe.
[11] L'hypothèse d'une surmortalité plus sévère chez les femmes compte-tenu de leur plus grande implication dans le secteur des soins de santé (ce qui les expose et les rend plus vulnérable à la pandémie et aux conséquences qu'elle engendre) est difficilement soutenable ici : l'inversion des courbes ne concernent que les groupes d'âges de 65 ans et plus.

plus de femmes que d'hommes en MR/MRS à 65 ans et au-delà, ce que confirment les résultats d'une étude fédérale menée en 2018 **[74]**. Cette inversion s'observe bel et bien dans l'évolution des taux d'infection (cas positifs) selon l'âge et le sexe (Figure 10[12]) ce qui pourrait valider, au moins partiellement, l'hypothèse émise. En effet, jusqu'au début avril pour les 80 ans et plus et jusqu'à la mi-avril pour les 65-79 ans, le taux d'infection des hommes était supérieur à celui des femmes. Après ces dates, et plus particulièrement pour les 80 ans et plus, le rapport s'inverse, avec cette fois des taux d'infection sensiblement plus élevés pour les femmes.

Cette inversion entre les niveaux de surmortalité masculine et féminine peut aussi s'interpréter par effet de sélection et de rattrapage ? Depuis longtemps, l'espérance de vie des femmes est supérieure à l'espérance de vie masculine. Pourtant, en dépit de cet avantage, elles ne bénéficient pas pour autant d'années supplémentaires de vie en bonne santé. Ceci laisse supposer que les hommes, désavantagés face aux maladies respiratoires et à la Covid-19 **[67-68, 70]**, se caractériseraient par une mortalité plus intense que les femmes durant la phase ascendante de l'épidémie. Ceux qui survivent aux âges critiques (au-delà de 65 ans) seraient alors plus résistants et constitueraient un groupe sélectionné d'individus dont l'état de santé est globalement meilleur que celui des femmes du même âge. Chez les femmes, l'impact du virus seraient plus réparti dans le temps.

Figure 10. Évolution journalière du rapport de féminité (Rf) des taux d'infection (lissage sur 10 jours). Source : Statbel ; traitement par les auteurs.



Confirmer ou infirmer ces hypothèses nécessite toutefois des analyses plus approfondies. Le recours aux taux de mortalité permettrait notamment de conforter l'une ou l'autre piste d'explication. Par

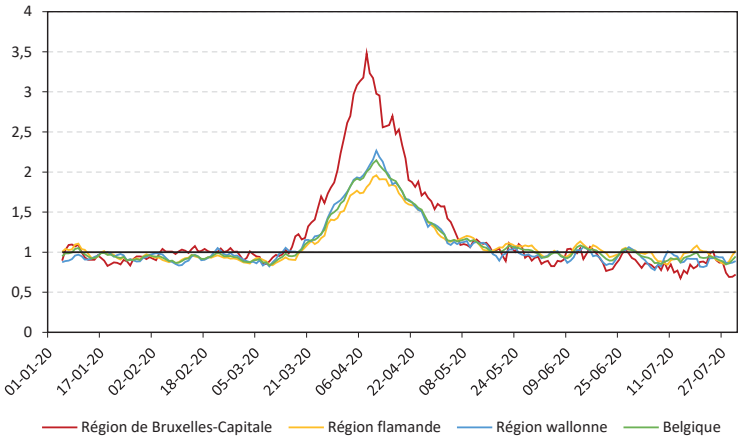
[12] La figure 10 représente l'évolution du rapport de féminité des taux d'infection par grand groupe d'âges. Il s'agit du rapport entre le taux d'infection des femmes et celui des hommes multiplié par 100. Au-dessus de 100, le taux d'infection des femmes est supérieur à celui des hommes, et inversement si le rapport est en-dessous de 100. Les figures de l'évolution du taux d'infection selon le sexe pour la population totale, les 60-79 ans et les 80 ans et plus sont en annexe (Figures 23).

ailleurs, un modèle statistique multivarié permettrait de tenir compte d'éventuelles tierces variables qui agissent par le biais du sexe des individus. Cette modélisation nécessite toutefois des données individuelles, indisponibles à l'heure actuelle.

L'**effet lié à la région de résidence** est lui aussi relativement marqué. La Région de Bruxelles-Capitale se caractérise par une surmortalité nettement plus importante que dans les deux autres régions (Figure 11). En avril 2020, la surmortalité est jusqu'à 3,5 fois plus élevée à Bruxelles, alors qu'elle est environ deux fois plus élevée dans les deux autres régions du pays. L'écart maximal entre les régions est atteint au moment du pic de mortalité, soit durant la première quinzaine d'avril.

Cette surmortalité bruxelloise n'est pas 'conforme' à la situation observée en termes de mortalité générale. L'espérance de vie à la naissance de la population de la région bruxelloise se situe depuis plusieurs décennies à un niveau intermédiaire entre la Wallonie et la Flandre[13] et ce, quel que soit le groupe social **[31]**. Dans ce cadre, on peut supposer que les territoires urbains et densément peuplés présentent plus de cas de Covid-19 **[1]**. Les zones rurales seraient quant à elles certes associées à moins de facteurs de risque, mais souffriraient parallèlement d'un déficit en termes d'offres de soins de santé **[57]**. La Wallonie et la région de Bruxelles se caractérisent par des accès aux soins de santé plus restreints ou de moindre qualité par rapport à la Flandre **[56]**. La région très urbanisée de Bruxelles porterait donc un triple fardeau : sa forte densité, un accès à des soins de santé qui n'est pas optimal et adapté et un risque de pauvreté plus élevé que dans les autres régions belges **[77]**.

Figure 11. Évolution journalière du rapport de surmortalité générale et par région (période de référence : 2016-2019; lissage sur 5 jours). Source : Statbel ; traitement par les auteurs.

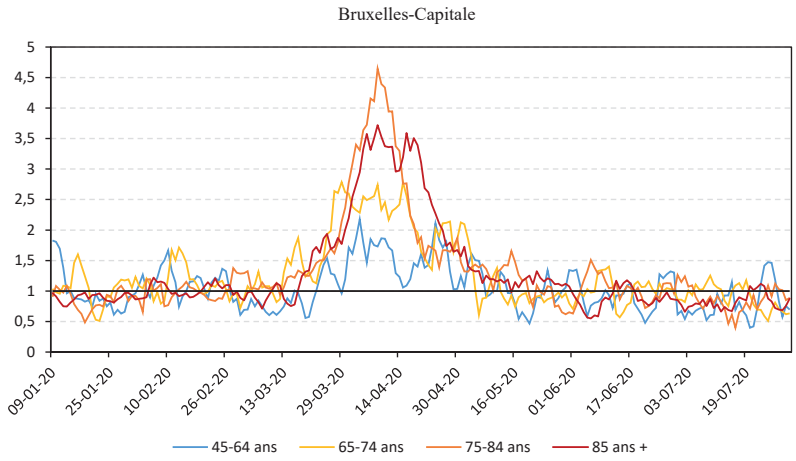


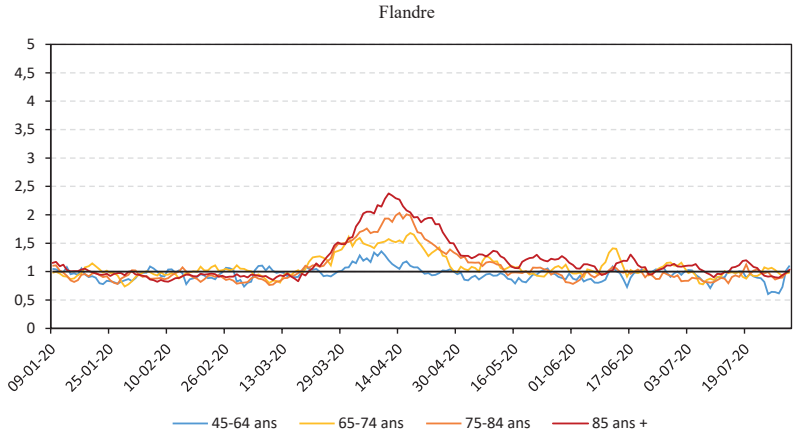
Par ailleurs, l'effet du lieu de résidence croisé avec l'effet de l'âge met en évidence une particularité supplémentaire de cette surmortalité en Région de Bruxelles-Capitale (

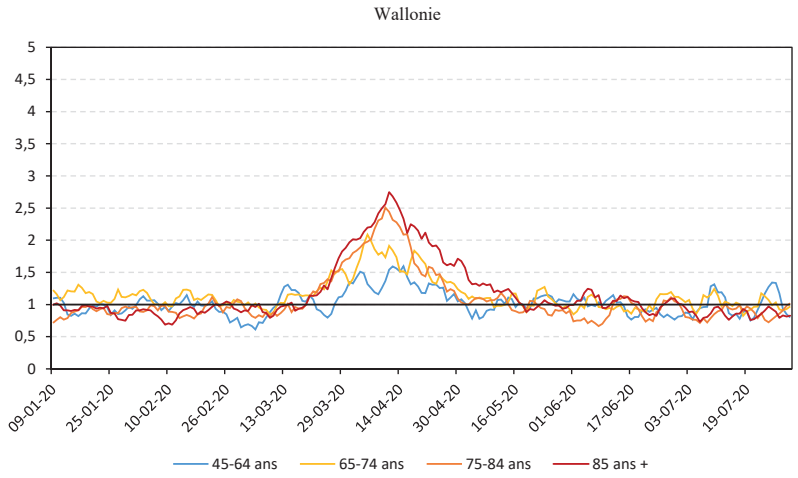
[13] Voir par exemple les chiffres publiés par le Bureau fédéral du Plan pour l'espérance de vie à la naissance observée pour l'année 2019 : https://www.plan.be/databases/data-35-fr-perspectives+de+population+2019+2070+mise+a+jour+covid+19

Figure *12*). Si pour l'ensemble du pays, en Flandre et en Wallonie, la surmortalité augmente avec l'âge durant toute la période, à Bruxelles, les niveaux de surmortalité des 75-84 ans sont supérieurs à ceux des 85 ans et plus durant la première quinzaine d'avril.

Figure 12 a, b et c. Évolution journalière du rapport de surmortalité générale selon l'âge en région de Bruxelles-Capitale, en Flandre et en Wallonie (lissage sur 10 jours). Source : Statbel ; traitement par les auteurs.







Cette plus forte mortalité des 75-84 ans observée en Région bruxelloise soulève plusieurs questions : est-ce un effet typique des grandes agglomérations urbaines en Belgique ? L'évolution des chiffres pour quelques grandes villes peut rapidement nous conduire à exclure ou approfondir cette hypothèse. Par ailleurs, est-ce un point commun aux zones les plus touchées par le virus, Bruxelles faisant partie des clusters où la virulence du virus est très marquée ? Une analyse plus fine centrée sur d'autres arrondissements plus particulièrement affectés par la pandémie, tels que les arrondissements de Mons ou d'Hasselt, pourrait aussi apporter quelques éléments de réponse. Répondre à ces questions nécessitera des études plus ciblées, basées sur des données relatives à la mortalité par groupe d'âge en fonction des agglomérations et arrondissements, ce qui fera l'objet d'une prochaine recherche.

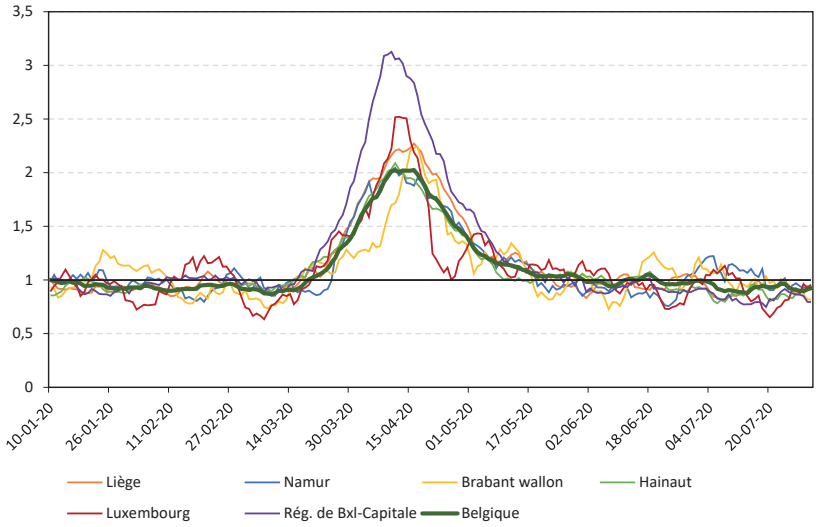
5. Dimension spatiale

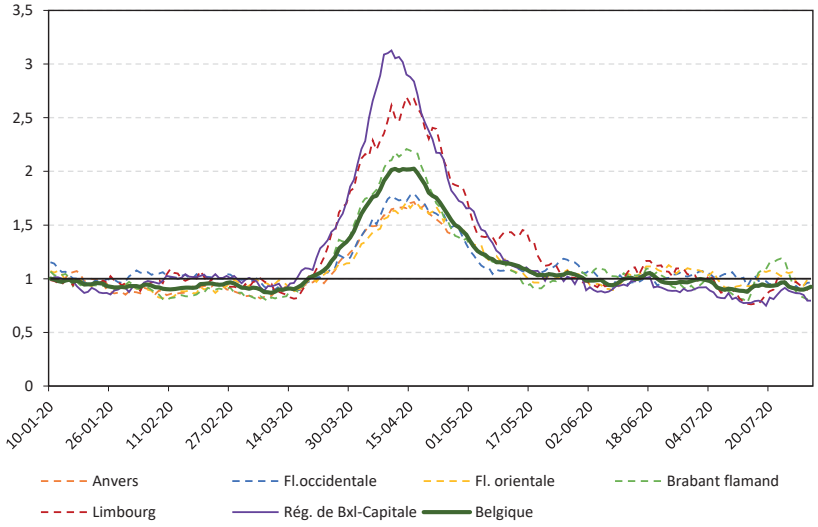
5.1. Surmortalité par province

La Covid-19 n'a pas touché le territoire belge de manière homogène. Les inégalités spatiales de surmortalité en 2020 en Belgique peuvent d'abord être présentées pour chacune des provinces belges et montrent de réelles disparités qui se traduisent tant en termes d'intensité (certaines provinces ont des rapports de surmortalité plus élevés que d'autres) que de timing (le pic de surmortalité survient à des moments différents selon les provinces) de la pandémie de la Covid-19 (Figure 13).

La surmortalité de la région Bruxelloise et du Limbourg est manifeste. On épinglera également le niveau de surmortalité relativement important atteint en province du Luxembourg vers la mi-avril, qui démontre que les zones les plus touchées ne sont pas uniquement les plus densément peuplées du pays. Dans les autres provinces, la surmortalité apparait aussi, même si de façon plus modérée. Le cas du Brabant wallon est, quant à lui, un exemple énigmatique d'une province où la surmortalité est apparue plus tardivement et en net décalage par rapport à la situation du Brabant flamand, deux provinces voisines où les populations jouissent d'un niveau de vie semblable et relativement élevé.

Figure 13. Évolution journalière du rapport de surmortalité générale et par province (période de référence : 2016-2019; lissage sur 10 jours). Source : Statbel ; traitement par les auteurs.





5.2. Surmortalité selon les composantes du complexe résidentiel urbain belge

Les inégalités spatiales de mortalité peuvent également être approchées sous le prisme de la typologie des complexes résidentiels urbains (CRU), classification présentée par Vanderstraeten & Van Hecke en 2019 **[79]** et distinguant quatre grands types de milieux[14]. Premièrement, l'agglomération est une zone d'habitat continu, fortement concentré et dense. Deuxièmement, les banlieues, comprises dans une ceinture urbanisée, forment des réalités très diverses : des noyaux villageois aux lotissements pavillonnaires, en passant par les communes anciennes et moins denses, le point commun des banlieues étant une proximité avec l'agglomération, voire une dépendance économique, politique et sociale vis-à-vis de celle-ci. Troisièmement, les zones de navetteurs ou migrants alternants (ZMA) sont également dépendantes de l'agglomération, puisqu'elles regroupent les lieux de vie et de déplacement d'une population qui exerce une activité professionnelle dans le centre urbain et qui réalise très régulièrement des migrations pendulaires entre les ZMA et l'agglomération. Enfin, les zones hors des CRU regroupent les lieux qui ne se retrouvent dans aucune catégorie susmentionnée, et comprennent notamment une grande partie des petites villes et des zones rurales.

La Figure 14 présente une estimation de la surmortalité de ces différents milieux en 2020, en comparant les décès hebdomadaires observés au cours des premiers mois de l'année 2020 à ceux de la période de référence 2016-2019. Chaque milieu a été constitué par l'addition des communes qui le compose, suivant la typologie préalablement établie par Vanderstraeten & Van Hecke [79]. D'abord, la surmortalité propre au début de l'année 2020 est visible pour les quatre types de milieu de résidence à partir du mois de mars, mais ce sont les agglomérations qui paient le plus lourd tribut à la crise sanitaire. La plus forte densité de ces espaces, ainsi que la mobilité importante qui y règne peut expliquer cette surmortalité **[1,7]**. Les zones hors CRU, soit une grande partie des territoires ruraux, sont, après les agglomérations, les zones les plus touchées par la surmortalité. Comme observé dans des études américaines, les milieux moins denses sont fortement affectés par la mortalité par Covid-19, résultat d'un accès plus difficile aux soins dans ces territoires qui peuvent parfois être assimilés à des déserts médicaux. En effet, les ressources médicales des lieux moins densément peuplés sont moins importantes (*e.g.* nombre réduit de médecins, longs trajets pour rejoindre un centre de soins…) et leur expérience face à des cas de Covid-19 sont probablement plus restreintes **[1,21,56]**.

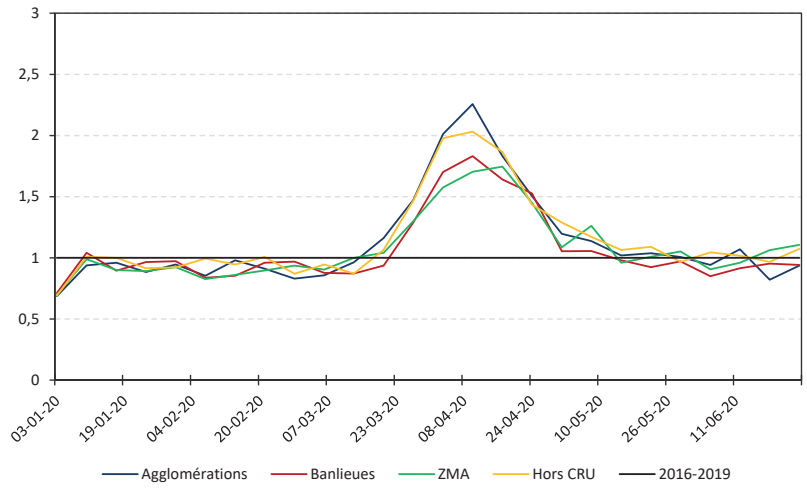
Cette surmortalité est particulièrement visible pour les groupes d'âge plus avancés (voir Annexe, Figure 22). À partir de 65 ans, les agglomérations présentent une surmortalité plus importante que les autres milieux. Les zones hors-CRU se démarquent plus franchement des banlieues et des ZMA pour les groupes d'âge plus élevés. La population des 75-84 ans vivant en agglomération a connu une période de surmortalité particulièrement élevé au début du mois d'avril, comme cela a déjà pu être observé dans la région de Bruxelles-Capitale (Figure 12a). A partir de la deuxième moitié du mois de mai, l'année 2020 n'est plus marquée par une surmortalité, pour tous les milieux. Au mois de juin, les agglomérations sont associées avec une faible sous-mortalité par rapport à la période 2016-2019.

Cette évaluation de la surmortalité par milieu indique que deux types de milieux sont particulièrement impactés par la crise sanitaire : les agglomérations, densément peuplées et à forte mobilité, et dans une moindre mesure, les espaces hors des complexes résidentiels urbains où l'offre de santé fait face

[14] Il est à noter que, contrairement à la nomenclature initiale de Vanderstaeten & Van Hecke **[79]**, nous avons préféré considérer La Louvière comme un Complexe Résidentiel Urbain (comme c'était le cas dans les nomenclatures précédentes) et nous avons tenu compte de la fusion de certaines communes flamandes au 1er janvier 2019.

à plus de dispersion et à moins de moyens. En revanche, les banlieues et les ZMA, où les populations sont en moyenne plus aisées **[64],** se distinguent par des niveaux de surmortalité moins élevés.

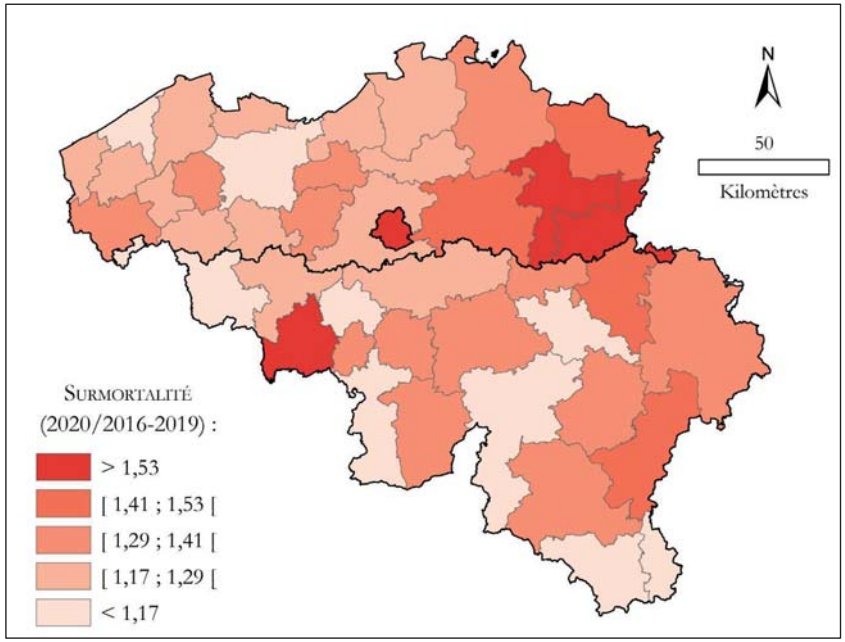
Figure 14. Évolution hebdomadaire du rapport de surmortalité générale par milieu de résidence (période de référence : 2016-2019) Source : Statbel ; traitement par les auteurs.



5.3. Surmortalité par arrondissement sur l'ensemble de l'épidémie

La surmortalité lors de la période de l'épidémie (18 mars – 17 juin) concerne tous les arrondissements, mais avec une intensité très variable (Figure 15). La surmortalité est particulièrement élevée dans quatre arrondissements où, pour l'ensemble de la période, la mortalité a été multipliée par un facteur supérieur à 1,53. Autrement dit, elle a augmenté de plus de 53% par rapport à la mortalité moyenne de la période 2016-2019. Parmi ces territoires en forte surmortalité figure Bruxelles, compte tenu probablement de sa densité de population élevée et de la circulation de nombreuses personnes dues à son rôle de capitale et de poumon économique. Cette forte surmortalité caractérise aussi les arrondissements de Mons, d'Hasselt et de Tongres. L'arrondissement de Mons fait figure d'exception dans le Hainaut, sa situation de forte surmortalité le distingue de ses voisins. Concernant Hasselt et Tongres, leur situation est un peu différente puisque ces arrondissements s'inscrivent dans un contexte spatial plus large de surmortalité impliquant également les arrondissements de Leuven et de Maaseik, de Liège et de Verviers. Sachant que ces trois arrondissements (Mons, Hasselt et Tongres) sont plutôt proches des frontières nationales, peut-on lier leur surmortalité à un effet transfrontalier ? A ce stade, il est difficile de répondre à cette question, d'autant que d'autres arrondissements transfrontaliers ne présentent pas des niveaux de surmortalité aussi élevés.

Figure 15. Surmortalité pendant la période d'épidémie (18 mars – 17 juin). Source : Statbel ; traitement par les auteurs.



A l'inverse de ces territoires à forte surmortalité, des arrondissements se singularisent par une surmortalité très modérée (au maximum +29% de surmortalité par rapport à la période 2016-2019). Il s'agit d'arrondissements wallons plutôt ruraux (Soignies, Thuin, Tournai-Mouscron, Dinant, Arlon, Huy et Virton) et d'arrondissements flamands (Gand et Ostende). Si pour certains arrondissements comme Thuin, Dinant ou Virton, on peut pointer le caractère rural et relativement isolé comme facteur explicatif, on peut s'étonner que d'autres arrondissements de même type, comme Bastogne ou Neufchâteau, n'aient pas connu la même situation. On observe donc une forte hétérogénéité parmi les arrondissements ayant une légère surmortalité : territoires urbains (Gand), littoraux (Ostende), ruraux, frontaliers … Cette hétérogénéité de situation laisse supposer que la surmortalité lors de l'épidémie de la Covid-19 s'explique par de multiples facteurs.

Entre ces deux situations de fortes et faibles surmortalités, figurent des arrondissements à surmortalité intermédiaire, variant de 29% à 53% par rapport à la mortalité moyenne de la période 2016-2019.

5.4. Surmortalité par quinzaine

Il est pertinent de s'intéresser à l'évolution temporelle de la surmortalité dans les arrondissements (Figure 16). Pour cela, l'indicateur de surmortalité a été calculé par période de 15 jours depuis le 26 février (la période antérieure est similaire à cette date).

La quinzaine du 26 février-11 mars présente de légères surmortalités ou sous-mortalités selon les arrondissements. Cette situation n'est pas surprenante étant donné que les effets de l'épidémie sur la mortalité sont encore faibles, et que celle-ci reste un phénomène rare (peu de décès par quinzaine et par arrondissement). Cette carte est le reflet d'une situation où l'épidémie n'a pas encore d'effet notable sur les décès.

La carte du 12 mars-25 mars montre une situation similaire à la carte précédente, c'est-à-dire une situation de légères surmortalité/sous-mortalité, à l'exception de l'arrondissement de Mons, et dans une moindre mesure de Roulers et Maaseik. Dès cette période, la surmortalité de cet arrondissement est plus élevée que les autres et confirmerait l'antériorité de l'épidémie à Mons par rapport aux autres territoires. L'élément le plus étonnant de ce point de vue est que tous les arrondissements frontaliers n'ont pas été affectés de la même manière, à l'exception de l'arrondissement de Maaseik.

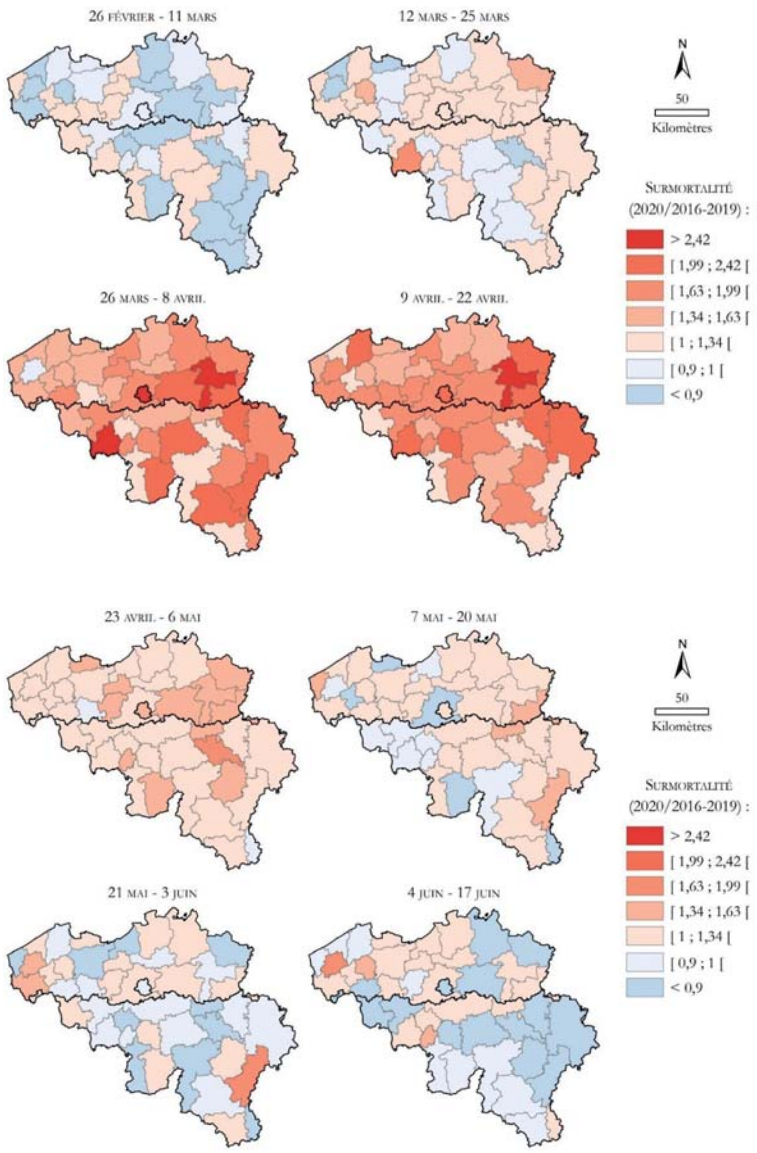
Dès la quinzaine suivante (26 mars-8 avril), l'augmentation de la surmortalité concerne un plus grand nombre d'arrondissements. Bruxelles, Hasselt et Mons présentent une très nette surmortalité (supérieure à 2,42). Une surmortalité importante s'observe aussi dans d'autres arrondissements : Louvain, Tongres, Liège, mais également Neufchâteau, Bastogne, Philippeville et Namur. Certains territoires semblent encore relativement épargnés comme Dixmude, Oudenaarde, Soignies, Thuin, Dinant, Huy et Virton.

La carte du 9 avril-22 avril montre une surmortalité qui s'installe quasiment sur tout le pays, à quelques exceptions près qui concernent, pour partie, des arrondissements qui ne connaîtront qu'une légère surmortalité sur l'ensemble de la période d'étude. Quatre arrondissements se distingue par des surmortalités plus élevées (supérieure à 1,99) : Hasselt (qui présente la surmortalité la plus élevée), Bruxelles et Mons (dont la surmortalité a diminué par rapport à la période précédente), Maaseik, Tongres, Liège, Verviers, Charleroi, Ostende.

La carte du 23 avril-6 avril montre une diminution globale de la surmortalité. Certains arrondissements conservent une surmortalité supérieure à 1,34. Il s'agit de tous les arrondissements limbourgeois (qui font partie des territoires touchés le plus longuement par la Covid) et d'arrondissements à proximité (Waremme, Louvain), mais également de Huy, Marche-en-Famenne, Philippeville, La Louvière, Bruxelles, Eeklo, Termonde, Roulers. Oudenaarde et Arlon retrouvent même une situation de sous-mortalité par rapport à la période 2016-2019.

A partir de la quinzaine suivante (7 mai-20 mai), la surmortalité diminue progressivement dans le pays : on voit un plus grand nombre de territoires basculer dans la sous-mortalité ou se caractériser par de légères surmortalités. A quelques rares exceptions, la situation redevient similaire à celle de la fin du mois de février. Bastogne constitue une exception notable dans la mesure où sa surmortalité augmente et reste élevée durant tout le mois de mai.

Figure 16. Surmortalité par période de 14 jours (26 février – 17 juin). Source : Statbel ; traitement par les auteurs.



5.5. *Surmortalité par groupe d'âge*

En cartographiant la surmortalité des 0-64 ans sur la période de l'épidémie (18 mars – 17 juin), nous remarquons que tous les territoires ne présentent pas une surmortalité (Figure 17). Certains ont même connu un épisode de sous-mortalité. Sans écarter le risque d'aléas statistiques, compte tenu d'un nombre réduit de décès pour cette tranche d'âges dans certains arrondissements, on peut y voir un effet direct lié aux mesures de confinement (limitation de la propagation du virus) et un effet indirect, soit une diminution de certaines causes concurrentes comme les accidents de la route (le confinement impliquant une limitation des déplacements, y compris en voiture). En somme, ces mesures ont probablement permis d'éviter un certain nombre de décès liés ou non à l'épidémie. Les arrondissements en surmortalité chez les 0-64 ans se retrouvent bien souvent dans les territoires touchés plus fortement par l'épidémie (avec une surmortalité générale plus élevée sur la période de l'épidémie, (Figure 15).

En revanche, la carte pour les 65 ans (Figure 18) ou plus met en évidence une surmortalité dans tous les territoires. La surmortalité la plus élevée se retrouve dans les 3 foyers de l'épidémie (Mons, Bruxelles et Hasselt/Tongres) mais également dans l'arrondissement de Bastogne. Les arrondissements autour d'Hasselt (Maaseik, Louvain, Liège) présentent également une forte surmortalité des 65 ans ou plus. Les territoires les plus vieillis ne se caractérisent pas nécessairement par une surmortalité très élevée, à l'image de Dinant et de Thuin.

Figure 17. Surmortalité totale pendant l'épidémie chez les 0-64 ans. Source : Statbel ; traitement par les auteurs.

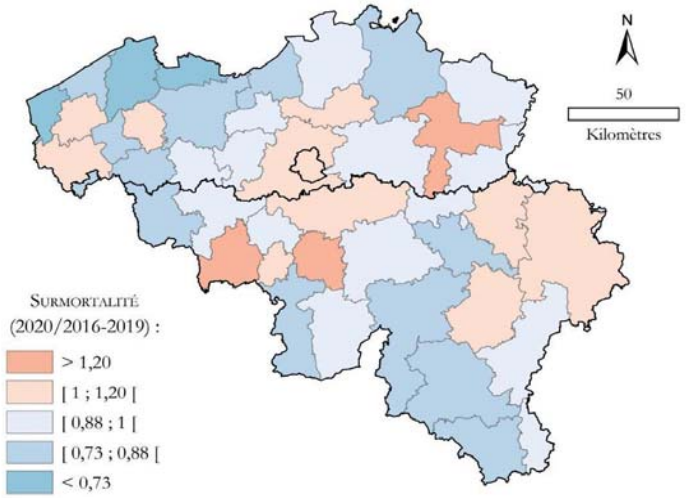
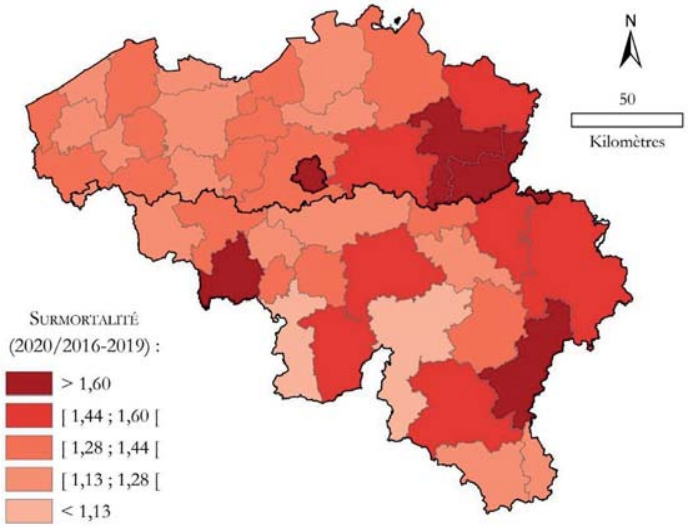


Figure 18. Surmortalité totale pendant l'épidémie chez les 65 ans et plus. Source : Statbel ; traitement par les auteurs.



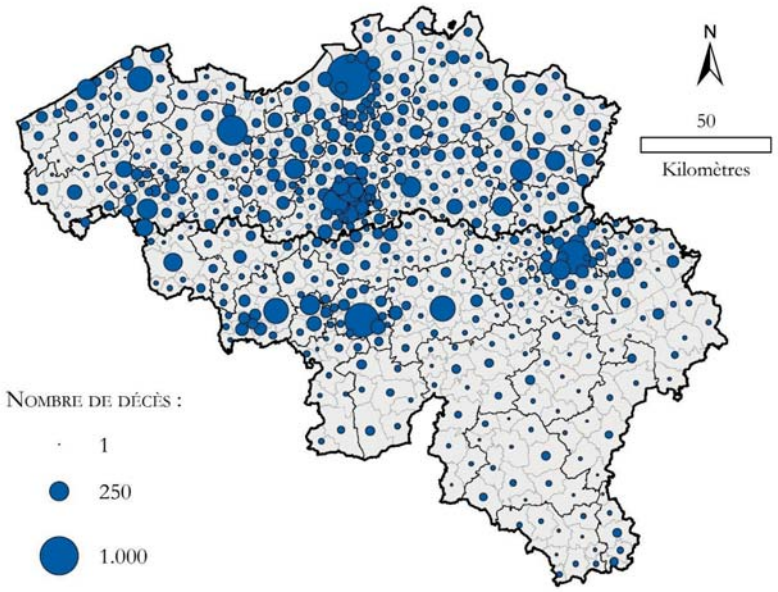
5.6. Nombre de décès par commune pendant l'épidémie

Les indicateurs de surmortalité mettent en évidence l'ampleur de l'épidémie par rapport à une situation passée hors épidémie. Cependant, n'oublions pas qu'il s'agit d'un indicateur relatif. Il est important d'étudier les chiffres absolus, avec par exemple la répartition du nombre de décès par commune[15] pendant la période de l'épidémie, car le nombre de décès a des implications directes sur la saturation des services hospitaliers et d'urgence, en termes d'occupation des lits de réanimation, etc.

La Figure 19 montre bien que les territoires urbains sont ceux où se concentrent le plus les décès, ce qui n'est pas surprenant étant donné le plus grand nombre d'habitants de ces zones. Une deuxième caractéristique est frappante dans cette carte : le nombre de décès en Flandre comparativement à la Wallonie, s'expliquant également par une population plus nombreuse dans la première région.

[15] Il s'agit de la commune de résidence de la personne décédée (décès de droit) et non pas de la commune où s'est produit le décès (décès de fait).

Figure 19. Nombre total de décès par commune pendant l'épidémie. Source : Statbel ; traitement par les auteurs.

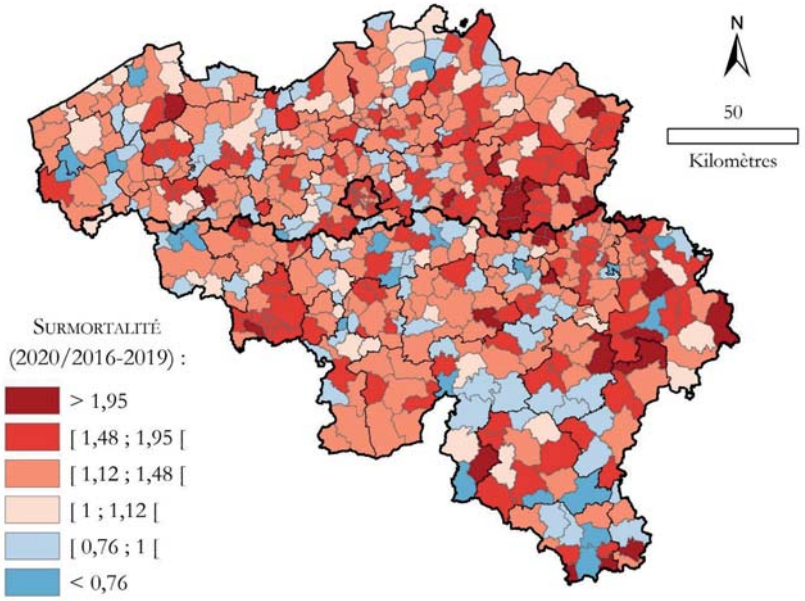


5.7. Surmortalité totale au niveau des communes

A l'échelle locale, la grande hétérogénéité spatiale rend l'exercice d'analyse plus difficile qu'au niveau des arrondissements. Le premier constat est l'inégalité des situations de surmortalité sur l'ensemble du territoire (

Figure 20). Pendant la période de l'épidémie, toutes les communes n'ont pas été en situation de surmortalité par rapport à la période de référence. On ne peut bien évidemment écarter les effets des aléas statistiques à un niveau spatial aussi fin et pour un « événement » – la mortalité – qui reste somme toute rare. En effet, pour des communes de petite taille ne recensant habituellement qu'un petit nombre de décès annuel, quelques décès supplémentaires liés à l'épidémie de Covid-19 peuvent automatiquement entraîner un indice de surmortalité très élevé. Ceci dit, certains constats peuvent être posés : toutes les grandes villes sont en surmortalité très forte (Liège, le nord et l'est de Bruxelles …) ou forte (Anvers, Gand, Namur, Charleroi…). Des territoires, qui correspondent aux arrondissements les plus touchés par la Covid, ressortent clairement avec une surmortalité élevée : le Limbourg, les régions situées autour de Mons et de Verviers ou encore une série de communes de l'Entre-Sambre-et-Meuse (arrondissement de Phillippeville et une partie de l'arrondissement de Thuin). Cela illustre le concept de diffusion spatiale par proximité géographique (ou diffusion par contagion) à partir d'un foyer initial.

Figure 20. Surmortalité totale pendant l'épidémie. Source : Statbel ; traitement par les auteurs.



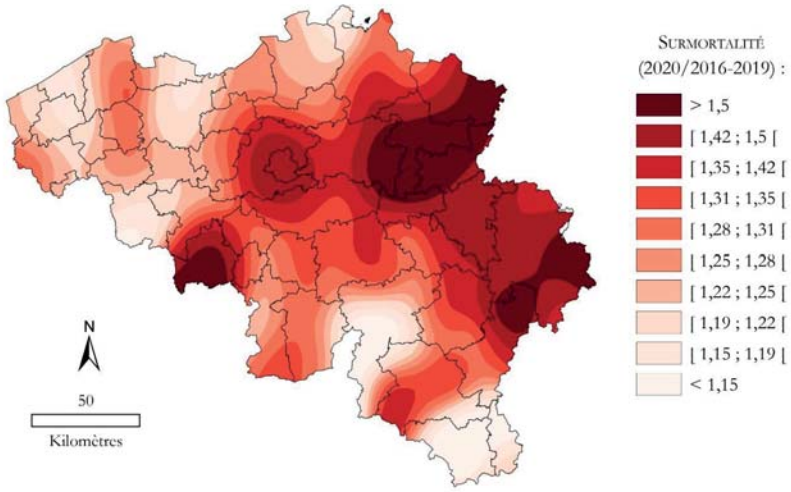
La Figure 20 a l'avantage d'être précise pour chaque commune, mais l'inconvénient d'être sujette au bruit statistique dû au nombre de décès parfois très peu nombreux dans les communes peu peuplées. Cette situation accentue l'hétérogénéité spatiale et brouille les structures spatiales sous-jacentes. Pour mieux les mettre en évidence, à partir des données communales, nous avons réalisé une carte par lissage spatial[16], une méthode qui calcule une valeur de surmortalité pour tout point du territoire national en prenant en compte les valeurs voisines (ici dans un rayon de 15 kilomètres). La carte issue de cette méthode (Figure *21*) met en évidence plus clairement les zones de surmortalité et sous-mortalité lors de la période de l'épidémie.

Trois foyers principaux de surmortalité apparaissent : Mons, Bruxelles, et une zone comprenant toute la moitié sud du Limbourg jusqu'au sud de l'arrondissement de Verviers, en passant par Liège. Parmi ces derniers, les zones de très fortes surmortalités se retrouvent à Mons, dans le Limbourg et dans le sud de l'arrondissement de Verviers. On peut également identifier deux foyers secondaires : Philippeville et Neufchâteau. Les territoires avec une moindre surmortalité (par rapport aux foyers principaux et secondaires) se situent à la fois en Wallonie (Dinant, Virton, Arlon) et en Flandre (principalement dans l'arrondissement d'Anvers, et les provinces de la Flandre occidentale et orientale). Même

[16] Nous avons utilisé le logiciel en ligne Magrit (http://magrit.cnrs.fr/).

si ces zones flamandes présentent de faible surmortalité, nous décelons des foyers locaux de surmortalité un peu plus élevée : Bruges et Courtrai.

Figure 21. Surmortalité totale pendant l'épidémie (lissage à 15 km). Source : Statbel ; traitement par les auteurs.



6. Discussions, conclusions et limites

Au-delà de l'augmentation de la mortalité et du nombre de victimes, la Covid-19, comme la plupart des épidémies qui ont marqué notre histoire, a affecté différemment les individus selon le sexe, l'âge, la situation socioéconomique, le lieu de résidence… L'objectif de ce document de travail était de revenir sur les principaux constats posés dans la littérature par rapport à ces inégalités et d'examiner ce qu'il en était pour la Belgique à partir des données à notre disposition, à savoir le nombre de décès, toutes causes, selon le sexe, l'âge, et le territoire de résidence entre le 1er janvier 2020 et le 31 mai 2020.

Les résultats montrent que, globalement, les constats posés dans la littérature se vérifient pour la Belgique, même si nos analyses appellent à en nuancer un certain nombre. Cela n'est pas une surprise en soi, car l'épidémie est récente et toujours en cours et nous manquons du recul nécessaire et de données plus fines pour établir des conclusions définitives. Pour autant, nous avons mis en évidence plusieurs éléments :

- Concernant la variable du sexe, essentielle dans l'étude de la mortalité différentielle (hors épidémie), la plupart des auteurs affirme une situation plus défavorable pour les hommes en raison de comportements à risque plus fréquents [67-68], voire d'un avantage immunitaire pour les femmes [70]. Ce constat se vérifie également pour la Belgique où la surmortalité masculine est plus importante, du moins pendant les premières semaines de l'épidémie. En

revanche, la situation s'inverse, pour les 65 ans et plus, au moment où le pic de l'épidémie est dépassé et où celle-ci entame son déclin.

- L'effet de l'âge est également confirmé. Si la surmortalité de mars, avril et mai concerne tous les groupes d'âges, elle est encore plus importante parmi les 70 ans et plus en raison d'une plus grande fragilité et de risques accrus en cas de comorbidités. Cette surmortalité se marque également au niveau spatial où, à l'échelle des arrondissements, l'ensemble du territoire belge est en surmortalité pour les 65 ans et plus alors que ce n'est pas nécessairement le cas pour les 0-64 ans.
- La distribution spatiale de l'épidémie met en évidence d'importantes disparités territoriales. Des zones sont plus fortement touchées que d'autres, notamment la région de Bruxelles-capitale, les zones de Mons, d'Hasselt et de Liège. Pour Bruxelles, on peut aisément mettre cela en lien avec des facteurs comme la densité de population et l'opposer à des arrondissements plus ruraux où la surmortalité a été plus faible. En revanche, les situations de Mons, Hasselt et Liège sont différentes. Mons apparaît comme un cas isolé au sein des arrondissements hennuyers. On serait tenté de parler d'un effet frontière, d'autant que l'épidémie y apparaît plus tôt. Dans ce cas, le même effet devrait affecter les autres arrondissements frontaliers, or ce n'est pas le cas. Peut-être existe-t-il dans la région de Mons des mobilités transfrontalières avec la France plus importantes que dans les autres territoires voisins ? On peut également évoquer la dynamique de propagation de l'épidémie : si les premiers cas ont été détectés dans la région de Mons, le virus a pu y circuler plus longtemps « librement » avant que ne soient mises en place les premières mesures de prévention. Par contre, pour Hasselt, les arrondissements voisins sont également en surmortalité assez élevée, au point de constituer un véritable cluster de surmortalité, allant du Limbourg à l'est de la province de Liège. Ces constats posés à l'échelle des arrondissements se retrouvent, globalement, à l'échelle communale où les mêmes spécificités apparaissent.

Notre étude a dressé un certain nombre de caractéristiques démographiques et spatiales de l'épidémie en Belgique. Il s'agit d'une étude à visée descriptive de cette crise sanitaire. Nous avons émis des hypothèses sur les facteurs explicatifs de ces inégalités de mortalité ; elles n'ont toutefois pas été toutes testées explicitement, notamment parce que les données nécessaires à cette fin n'étaient pas disponibles au moment de conclure ce *document de travail*. Cela fera l'objet d'analyses ultérieures qui, grâce à des données plus fines, permettront de mieux identifier les différents facteurs explicatifs et d'explorer de nouvelles dimensions de l'épidémie. Il sera notamment important d'étudier les **inégalités sociales** lors de cette épidémie. Tous les Belges ne sont pas égaux ni face à la santé, ni face à la mort. Si l'espérance de vie à la naissance, à 65 ans ou à 80 ans croît pour tous les groupes sociaux, elle augmente plus rapidement pour les plus nantis, creusant ainsi le gradient social de mortalité **[30-32]**. Plus une personne est précarisée (*e.g.* emploi précaire/instable, chômage, faible niveau d'instruction, revenus faibles), plus elle a des risques d'avoir des mauvaises conditions de santé (subjective, maladies chroniques, incapacités), de présenter des comorbidités et de décéder plus tôt. On peut donc s'attendre à ce qu'il y ait des inégalités sociales face à la Covid-19 et à la mortalité qui peut lui être associée. Être issu d'une catégorie sociale plus précarisée est associé à un moins bon état de santé et donc à une fragilité supplémentaire face au virus, à la fois en termes de résistance vis-à-vis de la contamination, mais aussi vis-à-vis des chances de survie après avoir été contaminé. L'intérêt de cette analyse est également important parce que les inégalités sociales se superposent assez largement aux inégalités spatiales (on retrouve davantage de personnes issues de milieux favorisés dans les espaces

périurbains que dans les grandes villes ou les anciens bassins industriels). Ces effets de compositions pourraient expliquer une partie des inégalités territoriales de la mortalité provoquée par l'épidémie.

Au-delà des caractéristiques individuelles, il faut aussi prendre en compte l'environnement et le milieu de vie des individus, et notamment l'offre de soins. La Belgique se caractérise par une inégalité territoriale de la situation sanitaire. Certains lieux moins denses et certains milieux ruraux sont moins dotés en structures médicales et nécessitent des trajets plus longs pour se rendre dans un centre de soins. Les jeunes praticiens de santé étant libres du lieu d'implantation, il en résulte un certain déséquilibre dans leur répartition dans le pays. Certaines zones rurales sont qualifiées de déserts médicaux, car largement dénuées de médecins généralistes, de spécialistes et de services hospitaliers **[57]**. Ces facteurs pourraient fournir eux aussi des éléments d'explication pour comprendre les inégalités territoriales.

Certaines pistes évoquées ci-dessus pourront être analysées lorsque nous disposerons des données sur les causes de décès et que nous pourrons relier les décès aux conditions socio-économiques et au milieu de vie de chaque individu, notamment ceux touchés par la Covid-19. Avec ces données, nous pourrons également mesurer avec précision les effets directs et indirects de la crise sanitaire et des mesures de confinements sur la mortalité. Selon le démographe Andrew Noymer **[78]**, avec des données sur les causes de mortalité, quatre types d'effets de la Covid-19 sur la mortalité peuvent être identifiés au niveau d'une population :

- Les *effets directs*, soit les décès identifiés Covid-19 et résultant de tests de dépistage positifs ;
- Les *effets directs-indirects*, soit des décès liés à la Covid-19 mais qui ont été codés autrement (par exemple des décès dont la cause a été codée comme une grippe saisonnière) ;
- Les *effets indirects*, soit des décès qui ne sont pas causés directement par la pandémie Covid-19 mais qui en découlent, par exemple des décès liés à une interruption des soins chez des malades chroniques ;
- Et enfin, les *effets liés à des risques concurrents*, soit les effets déplacés et collatéraux qui peuvent aller dans le sens d'une augmentation de la surmortalité ou d'une réduction de celle-ci. Il peut s'agir par exemple d'une diminution de la mortalité liée aux maladies cardiovasculaires, car les personnes à risque sont décédées des suites d'une infection au SARS-Cov-2. A l'inverse, les effets liés au confinement peuvent être liés à des risques compétitifs moindres liés à la baisse des accidents mortels de la route et du travail conjugués à la hausse des décès liés aux suicides compte tenu des conséquences sociales, économiques et psychologiques de la crise, etc.

En temps de crise sanitaire et sans le recul temporel par rapport aux évènements, les données et leurs interprétations ne peuvent être que partielles. Il est notamment impossible d'identifier de manière exhaustive quels sont les effets réels et directs de la crise sur la mortalité, et comment le confinement et ses traductions sociales, économiques et psychologiques pourront jouer à court ou long terme sur la mortalité de la population.

7. Bibliographie

[1] Abedi, V., Olulana, O., Avula, V., Chaudhary, D., Khan, A., Shahjouei, S., Li, J. & Zand, R. 2020. Racial, Economic and Health Inequality and Covid-19 Infection in the United States. *medRxiv*. DOI: 10.1101/2020.04.26.20079756. (Preprint).

[2] Wheaton, W. C., & Kinsella Thompson, A. (2020). The Geography of Covid-19 growth in the US: Counties and Metropolitan Areas. Available at SSRN 3570540. Working paper. En ligne : https://mitcre.mit.edu/tag/anne-kinsella-thompson

[3] Kuchler, T., Russel, D. & Stroebel, J. 2020. The geographic spread of Covid-19 correlates with structure of social networks as measured by Facebook. *NBER Working Paper* (w26990). DOI: 10.3386/w26990.

[4] Hodcroft, E.B. 2020. Preliminary case report on the SARS-CoV-2 cluster in the UK, France, and Spain. *Swiss Medical Weekly* 150 (20212). DOI: 10.4414/smw.2020.20212.

[5] Kwok, K.O. Leung, G.M., Lam, W.Y. & Riley, S. 2007. Using models to identify routes of nosomical infection: a large hospital outbreak of SARS in Hong Kong. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274 (1610): 611-618. DOI: 10.1098/rspb.2006.0026.

[6] Levratto, N., Amdaoud, M. & Arcuri, G. 2020. Covid-19: analyse spatiale de l'influence des facteurs socio-économiques sur la prévalence et les conséquences de l'épidémie dans les départements français. *EconomiX Working Papers* 2020-4. 24p. En ligne: https://economix.fr/pdf/dt/2020/WP_EcoX_2020-4.pdf.

[7] Kang, D., Choi, H., Kim, J-H. & Choi, J. 2020. Spatial epidemic dynamics of the Covid-19 outbreak in China. *International Journal of Infectious Diseases* 94: 96-102. DOI: 10.1016/j.ijid.2020.03.076.

[8] Krieger, J., & Higgins, D. L. (2002). Housing and health: time again for public health action. *American journal of public health,* 92(5), 758–768. DOI : 10.2105/AJPH.92.5.758

[9] Maroko, A. R., Nash, D., & Pavilonis, B. (2020). Covid-19 and Inequity: A comparative spatial analysis of New York City and Chicago hot spots. *MedRxiv*. DOI : 10.1101/2020.04.21.20074468.

[10] Williamson, E., Walker, A.J., Bhaskaran, K. *et al*. 2020. Factors associated with Covid-19-related hospital death in the linked electronic health records of 17 million adult NHS patients. *MedRxiv*. DOI: 10.1101/2020.05.06.20092999. (Preprint).

[11] Petrilli, C.M., Jones, S.A., Yang, J., Rajagopalan, H., O'Donnell, L.F., Chernyak, Y., Tobin, K., Cerfolio, R.J. François, F. & Horwitz, L.I. 2020. Factors associated with hospitalization and critical illness among 4,103 patients with Covid-19 disease in New York City. *medRxiv*. DOI: 10.1101/2020.04.08.20057794. (Preprint).

[12] Ciencewicki, J. & Jaspers, I. 2007. Air pollution and respiratory viral infection. *Inhalation Toxicology* 19 (14): 1135-1146. DOI: 10.1080/08958370701665434.

[13] Tsai, D.H., Riediker, M., Berchet, A. *et al*. 2019. Effects of short- and long-term exposures to particulate matter on inflammatory marker levels in the general population. *Environmental Science and Pollution Research* 26 (19): 19697-19704. DOI: 10.1007/s11356-019-05194-y.

[14] PopeIII, .C.A., Bhatnagar, A., McCracken, J.P. *et al*. 2016. Exposure to fine particulate air pollution is associated with endothelial injury and systemic inflammation. *Circulation Research* 119 (11): 1204-1214. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.309279.

[15] Cui, Y., Zhang, Z.F., Froines, J., Zhao, J., Wang, H., Yu, S.Z. & Detels, R. 2003. Air pollution and case fatality of SARS in the People's Republic of China: an ecologic study. *Environmental Health* 2 (1): 15p. DOI: 10.1186/1476-069X-2-15.

[16] Martelletti, L. & Martelletti, P. 2020. Air pollution and the novel Covid-19 disease: a putative disease risk factor. *SN Comprehensive Clinical Medicine* 1-5. DOI: 10.1007/s42399-020-00274-4.

[17] Setti, L., Passarini, F., De Gennaro, G. *et al*. 2020. Position Paper Relazione circa l'effetto dell'inquinamento da particolato atmosferico e la diffusione di virus nella popolazione. *SIMA-Società Italiana di Medicina Ambientale.* Document de travail. 5p. En ligne: https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-35178-Covid-19.pdf.

[18] Conticini, E., Frediani, B. & Caro, D. 2020. Can atmospheric pollution be considered a co-factor in extremely high level of SARS-CoV-2 lethality in Northern Italy ? *Environmental Pollution* 261 (114465). DOI: 10.1016/j.envpol.2020.114465.

[19] Ogen, Y. 2020. Assessing nitrogen dioxide (NO_2) levels as a contributing factor to coronavirus (Covid-19) fatality. *Science of the Total Environment* 726 (138605). DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138605.

[20] Wu, X., Nethery, R.C., Sabath, B.M., Braun, D. & Dominici, F. 2020. Exposure to air pollution and Covid-19 mortality in the United States: A nationwide cross-sectional study. *medRxiv*. DOI: 10.1101/2020.04.05.20054502. (Preprint).

[21] Ji, y., Ma, Z., Peppelenbosch, M.P. & Pan, Q. 2020. Potential association between Covid-19 mortality and health-care resource availability. *The Lancet Global Health* 8 (4): e480. DOI : 10.1016/S2214-109X(20)30068-1.

[22] Dowd, J.B., Andriano, L., Brazel, D.M., Rotondi, V., Block, P., Ding, X., Liu, Y. & Mills, M.C. 2020. Demographic science aids in understanding the spread and fatality rates of Covid-19. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117 (18): 9696-9698. DOI: 10.1073/pnas.2004911117.

[23] Bureau d'Etude des Sans-Papiers (2020). Analyse n°2. "Pour protéger les plus vulnérables, il est urgent d'entamer une analyse sociale des populations menacées ou victimes de la pandémie de covid.19". 10 mai 2020.

[24] Harris, J.E. 2020. The Subways Seeded the Massive Coronavirus in New York City. *NBER Working Paper* (w27021). DOI: 10.2139/ssrn.3574455.

[25] Cooley, P.S., Brown, S., Cajka, J., Chasteen, B., Ganapathi, L., Grefenstette, J., Hollingsworth, C.R., Lee, B.Y., Levine, B., Wheaton, W.D. & Wagener, D.K. 2011. The Role of Subway Travel in an Influenza Epidemic: A New York City Simulation. *Journal of Urban Health* 88 (5): 982-995. DOI: 10.1007/s11524-011-9603-4.

[26] Goscé, L., Barton, D.A.W. & Johansson, A. 2014. Analytical Modelling of the Spread of Disease in Confined and Crowded Spaces. *Scientific Reports* 4: 4856. DOI: 10.1038/srep04856.

[27] Goscé, L. & Johansson, A. 2018. Analysing the link between public transport use and airborne transmission: mobility and contagion in the London undeground. *Environmental Health* 17 (1): 84. DOI: 10.1186/s12940-018-0427-5.

[28] Brandt, E.B., Beck, A.F. & Mersha, T.B. 2020. Air pollution, racial disparities and Covid-19 mortality. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. DOI: 10.1016/j.jaci.2020.04.035. (Preproof).

[29] Mollalo, A., Vahedi, B. & Rivera, K.M. 2020. GIS-based spatial modelling of Covid-19 incidence rate in the continental United States. *Science of the Total Environment* 728 (138884). DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138884.

[30] Eggerickx, T., Gourbin, C., Majérus, P., Masquelier, B., Sanderson, J-P. *et al*. 2016. Inégalités sociales de mortalité en Belgique. *Science Connect* 50: 40-45. En ligne : https://www.belspo.be/belspo/brain-be/docum/media/50sci_fr.pdf.

[31] Eggerickx, T., Léger, J-F., Sanderson, J-P. & Vanderschrick, C. 2018. Inégalités sociales et spatiales de mortalité dans les pays occidentaux. Les exemples de la France et de la Belgique. *Espace populations sociétés* 2018 (2). En ligne : https://journals.openedition.org/eps/7800.

[32] Van Oyen, H., Deboosere, P., Lorant, V. & Charafeddine, R. (eds.). 2010. *Les inégalités sociales de santé en Belgique*. Academia Press. 200p.

[33] Pinxten, W., & Lievens, J. (2014). The importance of economic, social and cultural capital in understanding health inequalities: using a Bourdieu-based approach in research on physical and mental health perceptions. *Sociology of health & illness*, *36*(7), 1095-1110.

[34] Luc, B., & Eve, C. (2010). Mobilité et ancrage dans les quartiers pauvres: les ressources de la proximité. *Regards sociologiques*, (40), 27-43.

[35] Gisle, L., Drieskens, S., Charafeddine, R., Demarest, S., Braekman, E., Nguyen, D., Van der Heyden, J., Berete, F., Hermans, L., Tafforeau, J. (2019) Enquête de santé 2018 : Style de vie. Résumé des résultats. Bruxelles, Belgique : Sciensano ; Numéro de dépôt : D/2019/14.440/61. Disponible en ligne : www.enquetesante.be

[36] Dubois, O. 2005. Le rôle des politiques publiques dans l'éclatement urbain : l'exemple de la Belgique. *Développement durable et territoires* 2005 (4). DOI : 10.4000/developpementdurable.747.

[37] Blondel, V., Kings, G. & Thomas, I. 2010. Regions and borders of mobile telephony in Belgium and in the Brussels metropolitan zone. *Brussels Studies* 42. DOI: 10.4000/brussels.806

[38] Verhetsel, A., Beckers, J. & De Meyere, M. 2018. Assessing Daily Urban Systems: A Heterogeneous Commuting Network Approach. *Networks and Spatial Economics* 18 (3): 633-656. DOI: 10.1007/s11067-018-9425-y.

[39] STATBEL. 2011. *Census 2011 - Matrice des déplacements domicile-travail par secteur statistique*. En ligne : https://data.gov.be/fr/dataset/656f3c2071d48eb4a24cf90db2589b229328fca7.

[40] UNIA. 2017. *Marché du travail et origine 2017. Monitoring socio-économique*. UNIA, SPF Emploi. 185p. En ligne : https://www.unia.be/files/Documenten/Publicaties_docs/1215_UNIA_Monitoring_2017_-_FR-Anysurfer.pdf.

[41] Vandenheede, H., Lammens, L., Deboosere, P., Gadeyne, S. & De Spiegelaere, M. 2011. Ethnic differences in diabetes-related mortality in the Brussels-Capital Region (2001-05): the role of socioeconomic position. *International Journal of Public Health* 56 (5): 533-539. DOI: 10.1007/s00038-011-0235-y.

[42] Givord, P. 2019. Does greater social diversity in schools have an impact on equity in learning outcomes ? *PISA in Focus* 97. DOI : 10.1787/35d2ab24-en.

[43] Dumay, X. & Dupriez, V. 2008. Does the school composition effect matter? Evidence from Belgian data. *British Journal of Educational Studies* 56 (4): 440-447. DOI : 10.1111/j.1467-8527.2008.00418.x.

[44] Van Houtte, M. & Stevens, P.A. 2009. School ethnic composition and students' integration outside and inside schools in Belgium. *Sociology of Education* 82 (3): 217. 239. DOI : 10.1177/0038040709088200302.

[45] Demeuse, M. & Friant, N. 2011. School segregation in the French Community of Belgium. *In* Bakker, J., Denessen, E., Peters, D. & Walraven G. *International perspectives on countering school segregation* : 169-187. Garant. HAL Id : halshs-00596786.

[46] Dupriez, V., Barbana, S. & Verhoeven, M. 2018. Structural and Systemic Dimensions of School Segregation in French-speaking Belgium. *In* Bonal, X. & Bellei, C. (eds.). *Understanding School Segregation: Patterns, Causes and Consequences of Spatial Inequalities in Education*: 45-64. Bloomsbury Publishing.

[47] Jamoulle, P. 2012. Quartiers populaires de Bruxelles. Ségrégations et violences racialisées. *In* Bréda, C., Deridder, M. & Laurent, P-J. (eds.). *La modernité insécurisée* : 209-233. L'Harmattan.

[48] Danhier, J. & Friant, N. 2019. Assessing local socioeconomic desegregation: The effects of successive decrees regulating school choice in the Belgian French-speaking community. *European Education Research Journal* 18 (2): 248-268. DOI : 10.1177/1474904118813075.

[49] Fleischmann, F., Deboosere, P., Neels, K. & Phalet, K. 2013. From Ethnic Capital to Ethnic Educational Inequality: How Family and Co-Ethnic Neighbourhood Resources Affect Second-Generation Atteinment in Belgium. *European Sociological Review* 29 (6): 1239-1250. DOI: 10.1093/esr/jet010.

[50] Baert, S., Albanese, A., du Gardein, S., Ovaere, J. & Stappers, J. 2017. Does work experience mitigate discrimination ? *Economics Letters* 155: 35-38. DOI : 10.1016/j.econlet.2017.03.011.

[51] Piton, C. & Rycx, F. 2020. The heterogeneous employment outcomes of first- and second-generation immigrant in Belgium. *IZA Discussion Papers* (13004). En ligne : https://www.econstor.eu/bitstream/10419/216316/1/dp13004.pdf.

[52] Heylen, K. & Van den Broeck, K. 2016. Discrimination and selection in the Belgian private rental market. *Housing Studies* 31 (2): 223-236. DOI : 10.1080/02673037.2015.1070798.

[53] Dozzi, J., Lennert, M., & Wallenborn, G. (2008). Inégalités écologiques: analyse spatiale des impacts générés et subis par les ménages belges. *Espace populations sociétés. Space populations societies*, (2008/1), 127-143.

[54] Lejeune, Z., Xhignesse, G., Kryvobokov, M. & Teller, J. 2016. Housing quality as environmental inequality: the case of Wallonia, Belgium. *Journal of Housing and the Built Environment* 31: 495-512. DOI : 10.1007/s10901-015-9470-5.

[55] Remy, S., Nawrot, T., Fierens, F., Petit, P., Vanderstraeten, P., Nemery, B., & Bouland, C. (2011). Health impact of urban air pollution in Belgium. *Air Quality, Atmosphere & Health*, *4*(3-4), 243-246.

[56] Devos C, Cordon A, Lefèvre M, Obyn C, Renard F, Bouckaert N, Gerkens S, Maertens de Noordhout C, Devleesschauwer B, Haelterman M, Léonard C, Meeus P. (2019) Performance du système de santé belge – Rapport 2019 – Synthèse. Health Services Research (HSR). Bruxelles: Centre Fédéral d'Expertise des Soins de Santé (KCE). KCE Reports 313B. D/2019/10.273/33. Online : https://kce.fgov.be/sites/default/files/atoms/files/KCE_313B_Rapport_Performance_2019_Rapport%20FR.pdf

[57] Stordeur, S., & Léonard, C. (2010). Challenges in physician supply planning: the case of Belgium. *Human resources for health*, *8*(1), 28.

[58] Bourguignon, M., Eggerickx, T. & Sanderson, J-P. 2017. Quels territoires de santé gérontologique pour repenser l'adéquation entre offre et besoins d'aides en Wallonie ? *Revue Francophone sur la santé et les territoires*. En ligne : https://rfst.hypotheses.org/files/2017/06/Bourguignon_Eggerickx_Sanderson_-Rfst-2017.pdf.

[59] Charafeddine, R., Van der Heyden, J., Demarest, S., Drieskens, S., Nguyen, D., Tafforeau, J., Gisle, L., Braekman, E., Berete, F. (2019). Enquête de santé 2018 : Santé et qualité de vie. Résumé des résultats. Bruxelles, Belgique : Sciensano ; Numéro de dépôt : D/2019/14.440/24. Disponible en ligne : www.enquetesante.be

[60] Damiens, J.J., Eggerickx, T., Gourbin, C., Majérus, P., Masquelier, B., Sanderson, J-P., Vandeschrick, C., Van Cleemput, O. *et al*. 2019. *CAUSINEQ. Causes of health and mortality inequalities in Belgium: multiple dimensions, multiple causes.* 106p. En ligne : https://hdl.handle.net/2078.1/226765.

[61] Renard, F., Tafforeau, J., & Deboosere, P. (2015). Mapping the cause-specific premature mortality reveals large between-districts disparity in Belgium, 2003–2009. *Archives of public health*, *73*(1), 13.

[62] Deboosere, P., & Gadeyne, S. (2002). Can regional patterns of mortality in Belgium be explained by individual socio-economic characteristics?. *Reflets et perspectives de la vie économique*, *41*(4), 87-103.

[63] De Læt, S. 2018. Les classes populaires aussi quittent Bruxelles. Une analyse de la périurbanisation des populations à bas revenus. *Brussels Studies* 121. En ligne : https://journals.openedition.org/brussels/1630.

[64] Eggerickx, T. & Sanderson, J-P. 2019. Migrations résidentielles, ségrégation sociale et vieillissement démographique : le cas de l'espace périurbain bruxellois. *Espace populations sociétés* 2019 (2). En ligne : https://journals.openedition.org/eps/8904.

[65] Crabeck, S. & de Myttenære, B. 2007. L'espace périurbain en Brabant wallon, terre de conflits entre « gens d'ici et d'ailleurs » ? *in* Bessiere, C. & Doidy, E. *Les mondes ruraux à l'épreuve des sciences sociales* : 17-33. Éditions Quæ.

[66] Sciensano (2020). Surveillance de Covid-19. Questions fréquemment posées. Ressource en ligne : https://Covid-19.sciensano.be/sites/default/files/Covid-19/Covid-19_FAQ_FR_final.pdf

[67] Jordan, R. E., Adab, P., & Cheng, K. K. (2020). Covid-19: risk factors for severe disease and death. BMJ (Clinical research ed.), 368, m1198. https://doi.org/10.1136/bmj.m1198

[68] Karlberg, J., Chong, D. S. Y., & Lai, W. Y. Y. (2004). Do men have a higher case fatality rate of severe acute respiratory syndrome than women do?. *American Journal of Epidemiology*, 159(3), 229-231

[69] Cai, H. (2020). Sex difference and smoking predisposition in patients with Covid-19. *The Lancet Respiratory Medicine*, 8(4), e20.

[70] Klein, S. L., & Flanagan, K. L. (2016). Sex differences in immune responses. *Nature Reviews Immunology*, 16(10), 626.

[71] Dupuis C., Saliou, P., (n.d.) « ÉPIDÉMIOLOGIE », Encyclopædia Universalis (consulté le 02/06/2020). En ligne: http://www.universalis-edu.com.proxy.bib.ucl.ac.be/encyclopedie/epidemiologie/

[72] Borjas, G. J. (2020). Demographic determinants of testing incidence and Covid-19 infections in New York City neighborhoods (No. w26952). National Bureau of Economic Research.

[73] Sciensano. 2020. 9 juin 2020. *Bulletin épidémiologique*. En ligne : https://Covid-19.sciensano.be/sites/default/files/Covid-19/Covid-19_Daily%20report_20200609%20-%20FR.pdfSCIENSANO. 2020.

[74] Devos C, Cordon A, Lefèvre M, Obyn C, Renard F, Bouckaert N, Gerkens S, Maertens de Noordhout C, Devleesschauwer B, Haelterman M, Léonard C, Meeus P. (2019) Performance du système de santé belge – Rapport 2019 – Metadata : Long term and acute care for the elderly. Health Services Research (HSR). Bruxelles: Centre Fédéral d'Expertise des Soins de Santé (KCE). KCE Reports 313B. D/2019/10.273/33. (2019). Metadata. Performance of the Belgian health system. Long-term and acute care for the elderly. Online : https://www.healthybelgium.be/metadata/hspa/eld1_eld2.pdf

[75] Institut national d'études démographiques (Ined) (distributeur). (2020). La démographie des décès par Covid-19. Extrait de : https://dc-covid.site.ined.fr/fr/

[76] Euromomo (2020). Methods. Extrait de : https://www.euromomo.eu/how-it-works/methods

[77] IWEPS (2020). Taux de risque de pauvreté. Données révisées pour les Enquêtes SILC 2016, 2017, 2018. En ligne : https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2020/06/I002-TX.PAUV-062020_full1.pdf

[78] Noymer A. (2020). https://twitter.com/AndrewNoymer/status/1241620288825167874

[79] Vanderstraeten, L. & Van Heche, É. 2019. Les régions urbaines en Belgique. *Belgeo* 2019/1. 25p.

[80] Herzlich C. et Pierret J. (1991). Les malades d'hier, malades d'aujourd'hui, Payot, Paris.

[81] Evans R.J. (1988). Epidémies et Révolutions. Le choléra dans l'Europe du XIXe siècle, in Bardet J.P. et.al., (eds.), *Peurs et terreurs face à la contagion. Choléra, tuberculose, syphilis XIXe-XXe siècles*, Librairie Arthème Fayard, Paris, pp. 106-135.

8. Annexes

Figure 22 a, b, c et d. Évolution hebdomadaire du rapport de surmortalité selon le sexe par grande catégorie d'âge. Source : Statbel ; traitement par les auteurs.

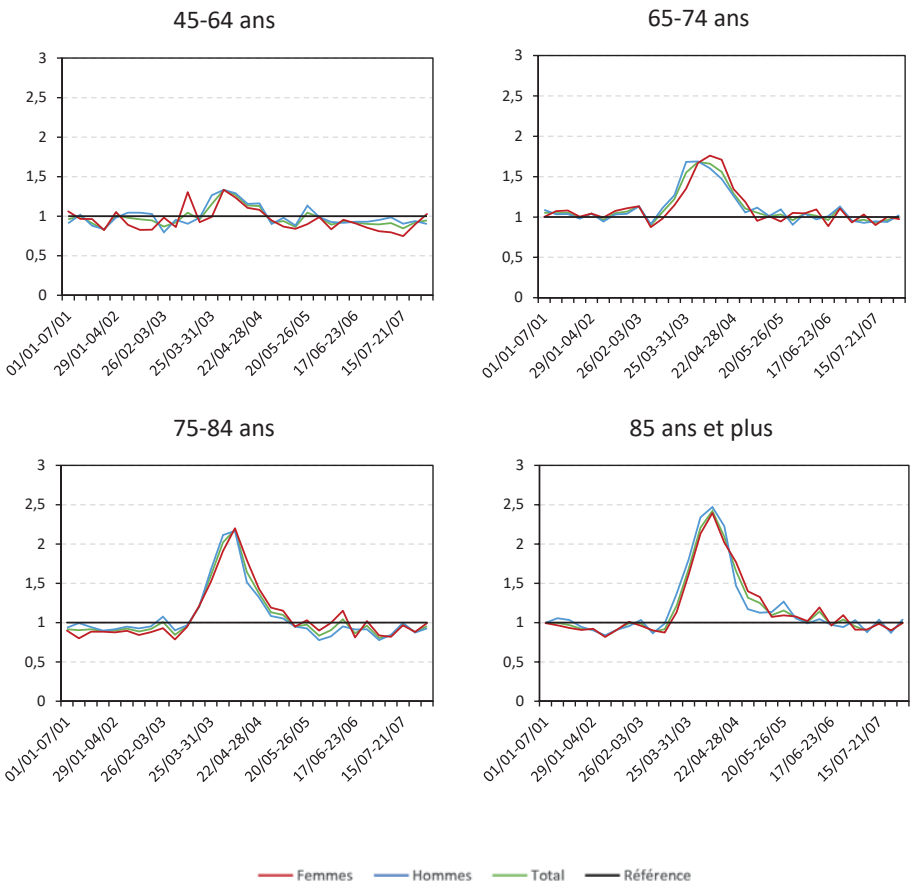


Figure 23. Evolution journalière du taux d'infection par Covid-19 selon le sexe et par grande catégorie d'âge. Source, Sciensano, traitement par les auteurs

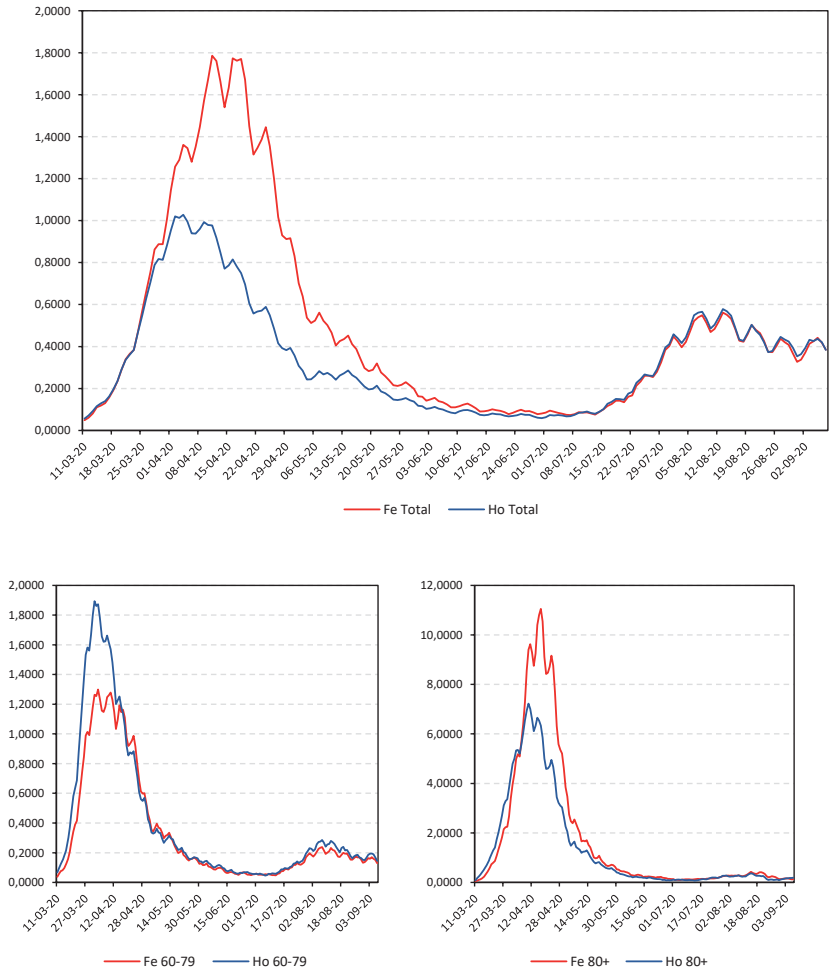
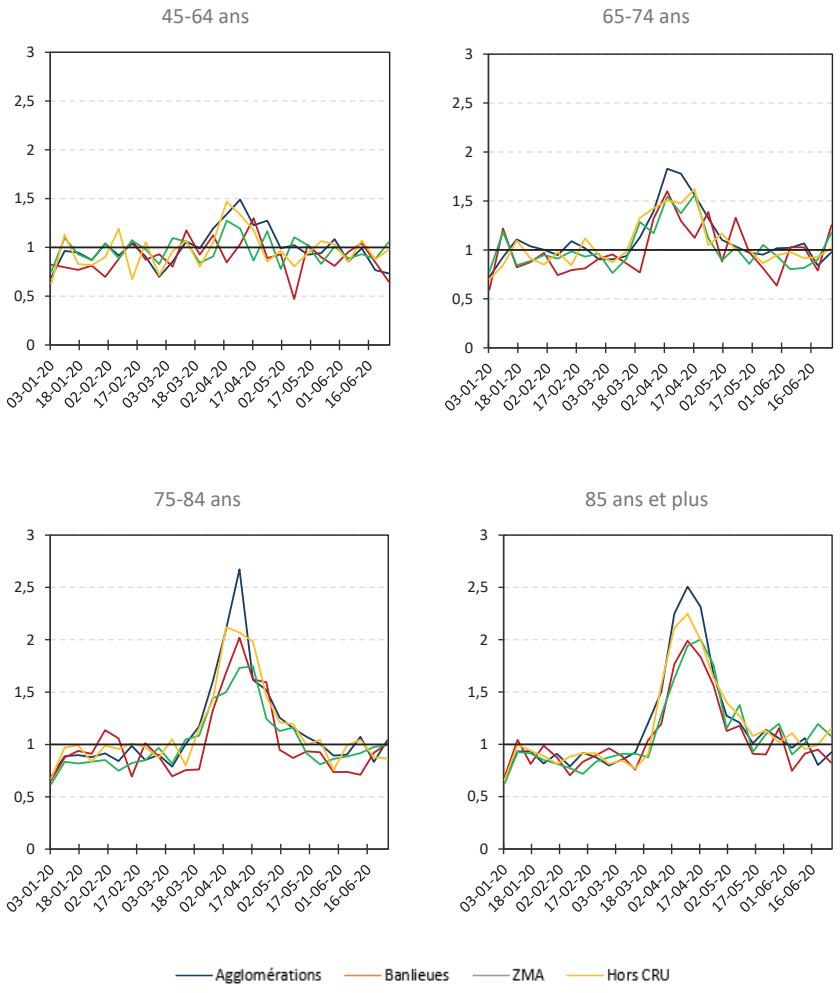


Figure 24a, b, c et d. Évolution hebdomadaire du rapport de surmortalité selon le milieu de résidence et par grande catégorie d'âge. Source : Statbel ; traitement par les auteurs.



Comité d'édition
Ester Rizzi, Christine Schnor, Isabelle Theys

Responsable
Ester Rizzi

Référence de ce document
Bourguignon M., Damiens J., Doignon Y., Eggerickx T., Fontaine S., Lusyne P., Plavsic A., Sanderson J.-P. (2020), *Surmortalité liée à la Covid-19 en Belgique : variations spatiales et socio-démographiques, Document de Travail 17*, Centre de recherche en démographie, Louvain-la-Neuve, 42 p.

Contact
Isabelle Theys
Centre de recherche en démographie
UCLouvain
1 Place Montesquieu bte L2.08.03
1348 Louvain-la-Neuve, Belgique
Tél. 32 10 47 29 51 Fax 32 10 47 29 52
isabelle.theys@uclouvain.be

septembre 2020
www.uclouvain.be/demo