



**Conseil
Supérieur de la Santé**

**ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX
ET DURABLES DE LA PANDÉMIE
DE COVID-19**

**JUILLET 2021
CSS N° 9617**



.be

DROITS D'AUTEUR

Service public Fédéral de la Santé publique, de la Sécurité
de la Chaîne alimentaire et de l'Environnement

Conseil Supérieur de la Santé

Place Victor Horta 40 bte 10
B-1060 Bruxelles

Tél.: 02/524 97 97

E-mail: info.hgr-css@health.belgium.be

Tous droits d'auteur réservés.

Veillez citer cette publication de la façon suivante:

Conseil Supérieur de la Santé. Aspects environnementaux et
durables de la pandémie de Covid-19. Bruxelles: CSS; 2021.
Avis n° 9617.

La version intégrale de l'avis peut être téléchargés à partir
de la page web: www.css-hgr.be

Cette publication ne peut être vendue

AVIS DU CONSEIL SUPERIEUR DE LA SANTE N° 9617

Aspects environnementaux et durables de la pandémie de COVID-19

In this scientific advisory report, which offers guidance to public health policy-makers, the Superior Health Council of Belgium advocates an interdisciplinary human ecological approach to the COVID-19 pandemic.

This report aims at providing policy-makers with recommendations on health and environmental prevention strategies to reach a more integrated and rational reply to future virus outbreaks.

Version validée par le Collège du
7 juillet 2021¹

RESUME

La pandémie actuelle de COVID-19 (maladie à coronavirus 2019) est une expérience unique pour les générations actuelles. Au cours des premiers mois de l'épidémie mondiale, la plupart des scientifiques se sont intéressés aux aspects médicaux, en particulier à l'épidémiologie et à la virologie. Peu à peu, l'impact réciproque de la qualité de l'environnement sur la transmission du virus et des effets du confinement pour contrôler la transmission ont été documentés. Il apparaît clairement que la maladie et la manière dont les pays limitent sa transmission ont également des aspects environnementaux et des répercussions sur la santé et la durabilité.

Le développement durable comprend des aspects liés à l'économie, à la société et à l'environnement. Le confinement, qui a été mis en place dans de nombreux pays pour limiter les contacts sociaux et, par conséquent, la propagation de la maladie, a eu un impact majeur sur l'économie, du niveau local au niveau mondial : dans de nombreux secteurs, des gens ont perdu leur emploi, les entreprises ont été confrontées à des problèmes de rentabilité décroissante et les pays ne savent pas encore comment faire face aux cratères financiers dans leur budget qu'ont creusé les mesures d'atténuation en cours.

En fait, une étude systématique des 3 R (Raisons-Réponses-Recommandations) a rapporté des effets principalement négatifs sur 13 des 17 objectifs de développement durable (ODD) de l'Organisation des Nations unies (ONU).

La distanciation physique, considérée comme le moyen le plus efficace pour une population de contrôler la propagation du virus SARS-CoV-2 (coronavirus 2 du syndrome respiratoire aigu sévère), provoque des problèmes psychosociaux chez les personnes âgées, les jeunes et d'autres groupes de la société. Il est associé à une augmentation des problèmes de sécurité et perturbe profondément le tourisme et les migrations.

¹ Le Conseil se réserve le droit de pouvoir apporter, à tout moment, des corrections typographiques mineures à ce document. Par contre, les corrections de sens sont d'office reprises dans un erratum et donnent lieu à une nouvelle version de l'avis.

Sur le plan environnemental, le nombre et la qualité des données sur les aspects affectés soit directement par le COVID-19, soit indirectement par les mesures visant à limiter l'incidence de l'infection, augmentent rapidement. Dans la littérature récente, on peut noter les éléments suivants :

- Des études montrent que la transmission saisonnière du COVID-19 dépend de la température et de l'humidité. Par exemple, le virus existe en hiver, mais dès que la température augmente, sa transmission diminue. Une augmentation de 1 °C de la température réduirait la transmission de 13 %. D'autre part, il y aurait une corrélation inverse entre le temps de doublement de l'infection et l'humidité. Cependant, ces corrélations ne sont que partiellement élucidées.
- Le COVID-19 infecte d'abord les voies respiratoires supérieures en provoquant une toux sèche et de la fièvre, puis s'étend progressivement aux voies respiratoires inférieures et à d'autres organes. Par conséquent, l'interaction avec des polluants tels que les PM_{2,5} (particules < 2,5µm), les NO_x, l'ozone et le SO₂ dans les groupes sensibles n'est pas surprenante. Une augmentation mineure de 1 microgramme de la concentration des PM_{2,5} est liée à une augmentation du temps passé sous respirateur par un patient hospitalisé et peut-être à une augmentation de 8-11 % du taux de mortalité par la COVID-19.
- Densité de population : une étude de corrélation dans 5 États des premières vagues de l'Inde a montré que la propagation du coronavirus dépend de la distribution spatiale de la densité de population dans 3 de ces États.
- Dans le même temps, les mesures de confinement ont permis d'améliorer radicalement la qualité de certains polluants atmosphériques et de l'eau dans de nombreuses villes du monde, grâce à la réduction du trafic et des activités industrielles. Cela a également permis de réduire les émissions de gaz à effet de serre.
- La propagation du virus incite à utiliser des masques, des gants, du désinfectant pour les mains et d'autres matériels de protection. En particulier, l'utilisation de ces articles à domicile a entraîné une quantité massive de déchets (semi-)médicaux dans l'environnement, alors que dans le même temps, des mesures spécifiques pour traiter ce problème étaient absentes.

Ces données appellent à inclure une approche interdisciplinaire et d'écologie humaine dans la COVID-19 et les stratégies de prévention et de gestion de la propagation de la pandémie.

Mots clés et MeSH descriptor terms²

MeSH terms*	Keywords	Sleutelwoorden	Mots clés	Schlüsselwörter
'COVID-19'	COVID-19	COVID-19	COVID-19	COVID-19
'pandemics'	pandemic	pandemie	pandémie	Pandemie
'environment'	environment	leefmilieu	environnement	Umwelt
-	sustainability	duurzaamheid	durabilité	Nachhaltigkeit
'sustainable development'	sustainable development	duurzame ontwikkeling	développement durable	nachhaltige Entwicklung
'climate'	climate	klimaat	climat	Klima
'air pollution'	air pollution	luchtverontreiniging	pollution de l'air	Luftverschmutzung
-	waste	afval	déchets	Abfall
'water pollution'	water pollution	waterverontreiniging	pollution aquatique	Wasserverschmutzung
'incidence'	incidence	incidentie	incidence	Inzidenz
-	mitigation measures	mitigatiemaatregelen	mesures d'atténuation	Minderungsmaßnahmen

MeSH (Medical Subject Headings) is the NLM (National Library of Medicine) controlled vocabulary thesaurus used for indexing articles for PubMed <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>.

² Le Conseil tient à préciser que les termes MeSH et mots-clés sont utilisés à des fins de référencement et de définition aisés du scope de l'avis. Pour de plus amples informations, voir le chapitre « méthodologie ».

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUES	6
2. MÉTHODOLOGIE	7
3. ÉLABORATION ET ARGUMENTATION	8
1. Climat	8
2. Pollution atmosphérique.....	9
2.1 Qualité de l'air extérieur.....	9
2.1.1 Effets directs sur la COVID-19.....	9
2.1.1.1 Particules en suspension.....	10
2.1.1.2 Dioxyde d'azote (NO ₂).....	12
2.1.2 Effets du confinement	13
2.2 Qualité de l'air intérieur.....	15
3. Déchets	15
4. La pollution de l'eau	18
5. Développement durable	18
4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	21
5. REFERENCES	24
6. COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL	30

ABRÉVIATIONS

ACE2	<i>Angiotensin-Converting Enzyme 2</i> - enzyme de conversion de l'angiotensine 2
BPCO	bronchopneumopathie chronique obstructive
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
ENVI	Commission de l'environnement, de la santé publique et de la sécurité alimentaire
COV	composés organiques volatils
CSS	Conseil Supérieur de la Santé
CAMS	<i>Copernicus Atmosphere Monitoring Service</i> - Service de surveillance de l'atmosphère de Copernicus
COVID-19	<i>Coronavirus Disease 2019</i> - maladie à coronavirus 2019
DD	développement durable
NO ₂	dioxyde d'azote
SO ₂	dioxyde de soufre
ELCR	<i>Excess Lifetime Cancer Risk</i> - risque excessif de cancer au cours de la vie
HAP	hydrocarbure aromatique polycyclique
IC	intervalle de confiance
CO	monoxyde de carbone
NRMA	<i>niet-risicohoudend medisch afval</i> - déchets médicaux non dangereux
ODD	Objectifs de développement durable
ONU	Organisation des Nations Unies
OMS	Organisation mondiale de la santé
PM ₁₀	particules < 10 µm
PM _{2,5}	particules < 2,5 µm
PIB	Produit intérieur brut
RMA	<i>risicohoudend medisch afval</i> - déchets médicaux dangereux
SARS-CoV-2	<i>Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2</i> - Syndrome respiratoire aigu sévère causé par le coronavirus 2
USI	Unité de soins intensifs

1. INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUES

La COVID-19 est une maladie hautement infectieuse causée par le SARS-CoV-2. Ce virus est probablement originaire de Chine, d'où il s'est répandu en Asie du Sud-Est et a ensuite touché plus de 213 pays et régions dans le monde (Organisation mondiale de la santé, 2020). Actuellement, tous les continents sont touchés. Le 19 mars 2020, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a déclaré que la COVID-19 était une pandémie.

Au cours des premières phases de la pandémie, une grande attention a été accordée aux aspects médicaux et virologiques de l'infection, bien que nombre d'entre eux comportent des aspects environnementaux directs ou indirects. La transmission du virus en est un exemple. Dans le monde entier, la COVID-19 présente cinq phases de transmission, en commençant par la phase 1, celle de la *transmission contrôlée* : les cas présentent des antécédents de voyages dans des pays infectés, mais aussi des cas de patients asymptomatiques. En dehors de ces derniers, les personnes infectées sont isolées et traitées dans les hôpitaux. La phase 2 est la phase de *transmission locale*, où le virus se propage dans l'environnement local par l'intermédiaire de patients symptomatiques et asymptomatiques, présentant souvent des antécédents de voyage. La phase 3 est la phase de *transmission communautaire*, pendant laquelle la maladie se propage dans la population. Pendant cette phase, les contacts sociaux deviennent le facteur le plus important pour la propagation de la maladie. Dans la phase 4, la maladie *traverse les frontières*, ce qui entraîne une transmission nationale et internationale, où le nombre de patients hospitalisés et le nombre de décès augmentent soudainement et la situation au niveau de la population devient épidémique. Au cours de la dernière phase, le virus *se propage au niveau international et intercontinental*, ce qui entraîne une pandémie.

Pendant chacune de ces phases, les conditions environnementales sont essentielles pour comprendre la propagation de la maladie (Mohan et al., 2021 ; Nunez-Delgado, 2020). Ce rapport se concentre sur les aspects environnementaux et leur impact sur l'atténuation de la pandémie. Il commence par un aperçu de l'impact des paramètres météorologiques classiques (température et humidité) sur le virus SARS-CoV-2 et la maladie associée au COVID-19. Ensuite, les relations entre l'air pollué, le virus et la maladie associée sont discutées. Deux aspects sont traités :

- a) l'impact de l'air pollué sur la propagation de la maladie, et
- b) l'impact du confinement sur la qualité de l'air.

Pour terminer, le rapport aborde aussi les impacts sur l'eau et les déchets. Les conséquences de ces effets, pour une stratégie de prévention de la COVID-19 plus durable et axée sur la précaution, sont discutées.

2. MÉTHODOLOGIE

Après analyse de la proposition de projet, le Collège du Conseil supérieur de la Santé (CSS) et le président du groupe de travail permanent sur les agents chimiques du CSS ont identifié les expertises nécessaires. Sur cette base, un groupe de travail *ad hoc* a été constitué, au sein duquel des expertises dans les différentes problématiques sanitaires et environnementales étaient représentées. Les experts de ce groupe ont rempli une déclaration générale et *ad hoc* d'intérêts et la Commission de Déontologie a évalué le risque potentiel de conflits d'intérêts.

Cet avis est basé sur une revue de la littérature scientifique récente (2019-2020) par les pairs reposant sur une recherche Google Scholar, combinant le SRAS et la COVID-19 avec les termes respectivement liés aux effets environnementaux (air, eau, déchets et durabilité). Une distinction a été faite entre les effets directs sur le COVID-19, et les effets indirects résultant, par exemple, de la période de confinement. Début 2021, la combinaison « COVID-19 » et « environnement » a donné des milliers de résultats pour 2020. La combinaison « COVID-19 » et « Développement durable » a également fourni un ordre similaire de références pour 2020 dans une série de systèmes de retraçage de références. Il a donc été presque impossible de réaliser une analyse documentaire complète. Les numéros spéciaux COVID-19 publiés dans une série de revues qualifiées ont été les plus utiles. Le numéro thématique sur le COVID-19 et l'environnement publié par « Environment, Development and Sustainability » et l'étude « Air pollution and COVID-19 » de la commission de l'environnement, de la santé publique et de la sécurité alimentaire (ENVI) du Parlement européen ont été largement utilisés (Brunekreef et al., 2021).

La revue qui en a résulté a été combinée avec les commentaires des experts locaux.

Après approbation de l'avis par le groupe de travail *ad hoc*, le Collège a validé l'avis en dernier ressort.

3. ÉLABORATION ET ARGUMENTATION

1. Climat

Après l'épidémie initiale en Chine, le COVID-19 a montré une tendance régionale claire avec des chiffres d'incidence et une gravité des cas plus élevés dans les régions du Nord (Xu et al., 2020). Depuis ces premières observations, une importante littérature (revue entre autres par Selcuk et al., 2020) a analysé la relation entre les cas COVID-19 et les paramètres météorologiques tels que la température, l'humidité, la pression, le point de rosée, la vitesse du vent et la durée d'ensoleillement. Bien que les résultats varient, il existe un consensus croissant sur le fait que le nombre de cas diminue lorsque la température augmente. Cela signifie que les cas sont plus nombreux pendant l'hiver dans la partie nord de l'hémisphère nord. Outre la température, la vitesse du vent, la pression atmosphérique, le point de rosée et l'humidité sont également corrélés de manière négative et statistiquement significative avec les cas de COVID-19 (Selcuk et al., 2020 ; Awasthi et al., 2020). Une revue de la littérature sur l'impact de la température et de l'humidité sur les cas de COVID-19, montre que la plupart des recherches établissent une relation négative avec la température et l'humidité, mais aucune corrélation avec les précipitations (Selcuk, 2020). Le doublement de l'incidence de la maladie (temps de doublement) est corrélé positivement avec la température et inversement avec l'humidité (Oliveiros et al., 2020).

De manière analogue à la grippe, la littérature spécule sur la transmission saisonnière : la COVID-19 sera observé en hiver aux latitudes nord, et dès que la température augmentera, sa transmission sera moindre. Le virus de la grippe est plus stable dans les environnements froids, et les gouttelettes respiratoires, en tant que conteneurs de virus, restent en suspension plus longtemps dans l'air sec. Le temps froid et sec peut également affaiblir l'immunité des hôtes et les rendre plus sensibles au virus. La transmission élevée à des températures froides peut également s'expliquer par des différences de comportement. Par exemple, les gens peuvent passer plus de temps à l'intérieur et avoir plus d'opportunités d'interagir avec les autres. On estime qu'une augmentation de 1 °C de la température réduit la transmission de 13 % (Carleton et Meng, 2020).

En dépit de ces données, l'impact des variations saisonnières doit être remis en question.

Une température et une humidité relative plus élevées peuvent potentiellement supprimer la transmission du COVID-19. Plus précisément, une augmentation de la température de 1 °C est associée à une réduction de la valeur R du COVID-19 de 0,026 (IC 95 % (intervalle de confiance) (-0,0395 à -0,0125)) en Chine et de 0,020 (IC 95 % (-0,0311 à -0,0096)) aux États-Unis ; une augmentation de l'humidité relative de 1 % est associée à une réduction de la valeur R de 0,0076 (IC à 95 % (-0,0108 à -0,0045)) en Chine et de 0,0080 (IC à 95 % (-0,0150 à -0,0010)) aux États-Unis. On en conclut donc que l'impact de la température et de l'humidité relative sur le taux de reproduction effectif n'est pas suffisant pour arrêter la pandémie (Wang et al., 2021).

Chong et al. (2021) ont étudié l'association entre COVID-19 et les facteurs environnementaux, mais il faut savoir que les conditions météorologiques changent, tout comme les mesures de contrôle de la pandémie. Dans bon nombre de ces études, cet aspect n'a pas été pris en compte. Ainsi, bien que la température et l'humidité relative soient significativement associées au risque de COVID-19, il faut être conscient de leur contribution relativement limitée par rapport aux mesures de contrôle. C'est ce que suggère une étude récente utilisant les données d'incidence de 102 villes chinoises au cours de la première période épidémique, dans laquelle les mesures de contrôle ont été prises en compte. Une fois les mesures de contrôle incorporées dans l'analyse de modélisation, les facteurs météorologiques n'ont pu expliquer que moins de 1 % de l'augmentation de la variabilité de la transmission du COVID-19, alors que les mesures de contrôle ont expliqué la variance pour plus de 40 % au total. Cela permet de suggérer que des mesures de contrôle strictes sont nécessaires pour contrôler la COVID-19, quelles que soient les conditions météorologiques d'une zone.

2. Pollution atmosphérique

2.1 Qualité de l'air extérieur

La pollution atmosphérique est un mélange complexe composé d'aérosols de petites particules (PM_{2,5}, PM₁₀, c'est-à-dire respectivement des particules < 2,5 µm et < 10 µm), de dioxyde d'azote (NO₂), de dioxyde de soufre (SO₂), de monoxyde de carbone (CO) et de composés organiques volatils (COV) provenant de la circulation automobile, de l'industrie et des émissions domestiques. Les principaux polluants atmosphériques qui affectent la santé en Belgique sont le NO₂, les PM (qui comprennent la suie, les nitrates, les sulfates, les composés de carbone, les métaux (lourds) et les particules biologiques) et l'ozone. Les scientifiques belges ont jeté les bases de l'épidémiologie de la pollution atmosphérique après la tristement célèbre catastrophe de la vallée de la Meuse en 1930 (Nemery et al., 2001). Les effets des particules sur la santé sont désormais bien établis, des études épidémiologiques à long terme ayant démontré un lien de causalité avec la morbidité et la mortalité liées aux maladies respiratoires et cardiovasculaires, au diabète et au cancer du poumon. Le NO₂ et l'ozone sont également associés à la mortalité et aux maladies respiratoires (Brunekreef et al., 2021).

Dès les premiers jours de la pandémie, de nombreux pays touchés ont eu recours à des stratégies d'atténuation, impliquant une certaine forme d'isolement à domicile pour freiner la propagation du virus. Ces confinements ont entraîné une baisse significative de la pollution atmosphérique liée au trafic, notamment dans les zones les plus polluées. Les mesures par satellite et en surface des niveaux de pollution de l'air dans 20 villes du monde, ont montré une réduction d'environ 28 tonnes de NO₂ (somme de 20 villes) et d'environ 184 tonnes de CO (somme de 20 villes) pendant la période d'étude (du 1er février au 11 mai 2019 et la période correspondante en 2020). Les PM_{2,5}, PM₁₀ et NO₂ ont été réduits d'environ 37 µg/m³, 62 µg/m³ et 145 µg/m³ respectivement (Sannigrahi et al., 2021).

Cependant, l'évaluation de l'impact potentiel de la pollution atmosphérique sur les résultats de la COVID-19 est difficile étant donné que la nature des polluants atmosphériques a changé pendant la pandémie de SARS-CoV-2. Les émissions provenant de l'industrie et du trafic ont diminué dans de nombreux endroits, tandis que certains pays ont adopté la politique non éprouvée et inefficace de la pulvérisation de désinfectants à l'extérieur. Cette pratique peut être nocive et provoquer une irritation des yeux et de la peau. (OMS, 2020b)

2.1.1 Effets directs sur le COVID-19

Les polluants atmosphériques ne sont pas seulement associés à des maladies respiratoires aiguës, mais aussi à un large éventail de maladies chroniques comme les maladies cardiovasculaires, le diabète, les cancers et les maladies chroniques du foie et des reins, dont la plupart coïncident avec les facteurs de risque de la COVID-19 sévère.

Le SARS-CoV-2 infecte d'abord les voies respiratoires supérieures, provoquant une toux sèche et de la fièvre. Chez certains patients, l'infection du tractus gastro-intestinal provoque des nausées et des diarrhées. L'infection peut progresser vers les voies respiratoires inférieures et provoquer une bronchite et une pneumonie. Des effets cardiovasculaires sont également fréquemment observés. Cette séquence de symptômes est également caractéristique de l'exposition à de fortes concentrations de polluants atmosphériques. L'exposition à long terme à des polluants tels que le SO₂ et les particules fines (PM_{2,5}) contribue aux maladies cardiovasculaires, réduit la fonction pulmonaire, provoque des maladies respiratoires (dont l'asthme) et des thromboses. L'exposition aux polluants atmosphériques peut induire un stress oxydatif et la formation de radicaux libres, qui peuvent à leur tour endommager le système respiratoire et réduire la résistance aux infections.

Ce sont les raisons pour lesquelles une relation entre la pollution atmosphérique et la COVID-19 a été étudiée (Fattorine et Regoli, 2020 ; Brunekreef et al., 2021).

Outre l'impact de la pollution atmosphérique sur les maladies respiratoires comme la BPCO (bronchopneumopathie chronique obstructive) et l'asthme, il a également été démontré que la pollution atmosphérique favorise les infections virales respiratoires (Domingo et al., 2020). Les modes de transmission virale communément admis comprennent la transmission par des gouttelettes plus grosses (qui tombent à proximité de l'endroit où elles sont expirées). Au départ, l'accent a été mis sur la transmission du SARS-CoV-2 par l'intermédiaire de gouttelettes plus grosses directement ou indirectement par contact avec des surfaces infectées (fomites). Mais le 9 juillet 2020, l'OMS a reconnu la transmission par voie aérienne via les aérosols comme une voie de transmission importante du SARS-CoV-2 (OMS, 2020a).

La pollution de l'air est émise par toute une série de sources naturelles et anthropiques, allant du trafic routier à la pollution industrielle, en passant par les feux ouverts et le chauffage.

Parmi l'éventail des interférences possibles avec la COVID-19, les effets de l'exposition aux particules et aux oxydes d'azote sont les plus documentés. Ce rapport se concentre sur les PM et en particulier sur les PM_{2,5} et le NO₂, qui sont des polluants importants en Belgique.

2.1.1.1 Particules en suspension

Les particules (PM) sont émises par une série de sources naturelles et anthropiques allant du chauffage domestique à la pollution industrielle en passant par le trafic. Les PM comprennent les nitrates, les sulfates, les composés de carbone, les métaux (lourds) et les particules biologiques.

En 2020, plusieurs observations précoces (qui n'ont souvent pas encore fait l'objet d'un peer review) ont suggéré des associations significatives entre les concentrations ambiantes de PM_{2,5} et PM₁₀ et la COVID-19 dans les pays les plus touchés : Chine, Italie, Inde et États-Unis (pour un aperçu, voir Copat et al., 2020 ; Brunekreef et al., 2021). Cette association semblait logique puisque la pollution de l'air est connue pour être à l'origine de nombreuses maladies sous-jacentes qui se sont avérées être un facteur de risque pour la COVID-19. En outre, on sait que la pollution atmosphérique peut accroître les infections des voies respiratoires dues à d'autres agents pathogènes (peut-être en réduisant la réponse immunitaire) et il est donc probable que ce soit également le cas pour le SARS-CoV-2. Plus précisément, l'exposition prolongée à la pollution atmosphérique augmente l'expression de l'ECA2 (enzyme de conversion de l'angiotensine 2) qui est la cible du virus du SARS-CoV-2 et peut donc conduire à une infection plus grave.

En plus de rendre les gens plus sensibles aux infections respiratoires (en particulier les enfants, les personnes âgées et les patients atteints de BPCO), il est possible que les particules de pollution atmosphérique (aérosols) jouent un rôle dans le transport des virus dans l'air. Cela est peu probable dans des conditions extérieures, mais probablement très pertinent dans des environnements intérieurs (voir la discussion dans le paragraphe sur la pollution de l'air intérieur).

Les premières preuves de l'association temporelle entre la pollution atmosphérique et le COVID-19 ont été rapportées en Chine (Zhu et al., 2020). Ils ont observé que l'effet des PM_{2,5} sur les cas quotidiens confirmés dépassait celui des PM₁₀. Ils ont notamment constaté qu'une augmentation de 10 µg/m³ des PM_{2,5} et des PM₁₀ était associée à une augmentation respective de 2,24 % et de 1,76 % du nombre quotidien de cas avérés.

En Inde aussi, une corrélation positive significative a été signalée entre la pollution par les PM_{2,5} dans les zones urbaines, et les cas de COVID-19 signalés et les décès qui en résultent (Sahu et al., 2020).

Une analyse économétrique des relations entre la pollution atmosphérique et la COVID-19, utilisant les données de 355 relativement petites villes néerlandaises, fournit des preuves qu'une augmentation des concentrations de PM_{2,5} de 1 µg/m³ est associée à une augmentation entre 9,4 et 15,1 des cas et entre 2,2 et 3,6 des décès (Cole et al., 2020).

Dans l'ensemble, ces études mettent en évidence le rôle des PM comme déclencheur et porteur de COVID-19. Par conséquent, le SARS-CoV-2 n'est pas seulement transporté par les grosses gouttelettes respiratoires émises lors des éternuements et de la toux, mais aussi par les petites particules en suspension dans l'air émises en parlant ou en chantant. En outre, des concentrations d'échantillons d'aérosols de PM₁₀ chargés de virus inférieures à 0,8 copie/m³ ont été identifiées, mais il semble peu probable que ces faibles concentrations représentent un vecteur majeur de transmission du SARS-CoV-2 en milieu extérieur (Maleki et al., 2021).

Une analyse des décès liés à la COVID-19 et de la qualité de l'air dans neuf villes asiatiques polluées, a montré une forte corrélation entre la pollution atmosphérique et l'augmentation des décès déclarés liés au COVID-19. La réponse continue à de fortes concentrations de polluants, a probablement eu un impact sur le système immunitaire des personnes décédées. Une exposition à court terme aux PM_{2,5} pourrait agir sur l'équilibre des polarisations inflammatoires M1 et anti-inflammatoires M2 des macrophages, ce qui pourrait être impliqué dans les troubles et maladies immunitaires induits par la pollution atmosphérique. À son tour, l'exposition aux particules en suspension ou à l'ozone pourrait activer des réseaux de signalisation cellulaire comprenant des récepteurs membranaires, des kinases et des phosphatases intracellulaires, ainsi que des facteurs de transcription qui régulent les réponses inflammatoires. L'hypothèse selon laquelle les cas graves de COVID-19 pourraient résulter de niveaux tissulaires plus élevés d'ACE2, d'une infection accrue et, finalement, d'une charge virale plus importante, est activement étudiée. D'autres ont suggéré que l'interaction du SARS-CoV-2 avec l'ACE2 entraîne une diminution de l'expression de surface de l'ACE2 et une altération de la protection cardiopulmonaire (Brandt et Mersha, 2021).

Cette constatation est étayée par le fait que la mortalité est mieux corrélée avec les PM_{2,5} qu'avec les PM₁₀ (Gupta, 2020).

En se basant sur les données les plus partielles et les plus préliminaires, le Forum économique mondial (2020) a également indiqué qu'une augmentation des particules (PM) de 1 mg/m³ était associée à une augmentation de l'incidence de la COVID-19, des admissions à l'hôpital et des décès.

L'épidémie de COVID-19 en Italie, qui a eu un impact considérable, a également été associée aux concentrations de pollution atmosphérique. L'Italie du Nord, où la plupart des cas et des décès ont été enregistrés au début de la pandémie en Europe (mars-avril 2020), a été constamment exposée pendant de nombreuses années à des niveaux élevés de pollution atmosphérique chronique. Les données sur la qualité de l'air à long terme, ont été corrélées de manière significative avec les cas de COVID-19 dans pas moins de 71 provinces italiennes. Cela suggère que l'exposition chronique aux polluants atmosphériques fournit un contexte favorable au virus (Fattoni et Regoli, 2020), bien que le ou les mécanismes à l'origine de ce phénomène restent flous.

Une étude menée à l'échelle des États-Unis par le « Center for Systems Science and Engineering Coronavirus Resource Center » de l'université John Hopkins, a conclu qu'une augmentation de 1 µg/m³ des concentrations de PM_{2,5} est associée à une augmentation de 11 % du taux de mortalité par le COVID-19 (Wu et al., 2020). Ces résultats n'ont toutefois pas été reproduits dans une étude ultérieure utilisant des données et une conception similaires, mais avec de meilleures techniques statistiques (Liang et al. 2020).

Dans l'ensemble, ces études mettent en évidence le rôle possible des particules en tant que vecteur et déclencheur de la COVID-19, et la manière dont les mesures visant une croissance durable dans un environnement raisonnablement propre, pourraient avoir un impact positif sur la

prévention des effets sur la santé, la réduction de la mortalité et la charge sur les systèmes de soins de santé.

Malheureusement, les méthodes épidémiologiques qui ont permis de démontrer les effets néfastes de la pollution atmosphérique, exigent que les personnes appartenant à de grandes cohortes soient suivies individuellement pendant plusieurs années ou décennies. Une telle étude à long terme pour déterminer l'ampleur exacte de la COVID-19 sur un quelconque critère de santé, n'est pas encore possible étant donné le début récent de l'épidémie. Un autre type d'étude sur la pollution atmosphérique, examine la corrélation entre les variations quotidiennes de la pollution atmosphérique, et les variations de la mortalité. Les efforts déployés à cet effet en 2020, ont été entravés par les effets simultanés des mesures de confinement sur la pollution atmosphérique et l'épidémie, ce qui peut facilement conduire à des corrélations fallacieuses qui peuvent ne pas être causales (Brunekreef et al., 2021).

La plupart des études disponibles aujourd'hui ont utilisé (par nécessité) une conception écologique ou transversale qui peut conduire à des résultats peu fiables en fonction de la classification erronée (par exemple, toutes les personnes infectées ont-elles été diagnostiquées correctement) et du niveau d'agrégation (par exemple, Brunekreef et al. (2021) font référence à une étude de la province de Hubei qui a trouvé une association positive, nulle ou négative en fonction du niveau d'agrégation géographique). Les données sur les facteurs de confusion, c'est-à-dire les caractéristiques personnelles (âge, revenu, etc.) qui peuvent être corrélées à la fois à la sévérité de la COVID-19 et la pollution atmosphérique, ne sont pas encore prises en compte.

En général, il existe une forte association entre les infections à COVID-19 et la pollution atmosphérique dans les villes, mesurée pendant les jours où les limites de PM₁₀ ou d'ozone ont été dépassées au cours des années précédentes (Coccia, 2020 ; Barcelo, 2020).

L'impact de la pollution atmosphérique sur l'émergence et l'aggravation des maladies pulmonaires présente un intérêt particulier. Pour les patients présentant un risque d'infections respiratoires émergentes, de développement d'une fonction pulmonaire réduite et/ou d'aggravation d'une maladie pulmonaire existante (asthme, mucoviscidose, BPCO), l'exposition à l'air pollué par les PM est un facteur de risque. Les patients atteints de COVID-19 souffrent de conséquences à long terme sur leur santé respiratoire et cardiovasculaire. Ces faiblesses les rendront probablement plus vulnérables aux effets de la pollution atmosphérique à l'avenir (par exemple, lorsque les confinements seront levés). Des chercheurs belges ont récemment montré que les patients des unités de soins intensifs (USI) étaient maintenus plus longtemps sous respirateurs lorsque la pollution atmosphérique précédente était plus élevée (De Weerd et al., 2020).

2.1.1.2 Dioxyde d'azote (NO₂)

Après les particules, c'est le NO₂ qui mérite l'attention. Outre sa présence naturelle, le NO₂ est émis par les transports et la combustion de carburants.

Le NO₂ affecte principalement le système respiratoire. Une augmentation des concentrations (à l'intérieur et à l'extérieur) peut accroître sensiblement le risque d'infections des voies respiratoires, en particulier chez les enfants. Par conséquent, l'infection virale devient plus fréquente après une exposition au NO₂. L'exposition au NO₂ augmente également le risque d'autres problèmes pulmonaires tels que l'asthme, l'asthme avec eczéma et la BPCO.

Les premiers rapports sur une association entre les concentrations ambiantes de NO₂ et la COVID-19 en Europe, en Chine et aux États-Unis, ont été complétés par des études qui n'ont pas retrouvé cette relation, ou qui ont même signalé une association négative (Copat et al., 2020).

Zhu et al. (2020) ont observé, en Chine, qu'une augmentation de 10 µg/m³ de NO₂ est associée à une augmentation de 6,5 % cas journaliers de COVID-19. L'exposition à long terme au NO₂ peut

être un facteur potentiel de la mortalité causée par la COVID-19. Cette affirmation est fondée sur les taux de mortalité élevés de la COVID-19 sur les sites à forte concentration de NO₂ en Italie et en Espagne (Copat et al., 2020).

Pendant le confinement, les villes européennes ont connu une baisse du trafic de 65 à 85 %. Cela a conduit à une réduction des polluants associés au trafic, notamment du NO₂.

Les concentrations de NO₂ ont diminué dans le nord de l'Italie, en Espagne et au Royaume-Uni (Ficetola et Rubolini, 2020). Les concentrations de NO₂ induites par l'heure de pointe du matin aux points noirs en termes de trafic ont été réduites d'environ 50 % (Tanzer-Gruener et al., 2020). D'ici avril 2020, les concentrations de NO₂ ont été considérablement réduites dans toute l'Europe. Cette réduction était indépendante des conditions météorologiques (AEE, 2020 ; Celik et Gul, 2020).

Bien que les rapports scientifiques ne soient pas sans équivoque, on peut conclure, sur la base de preuves de plus en plus nombreuses, que l'exposition au NO₂ est probablement l'un des principaux déclencheurs environnementaux de l'apparition du COVID-19 et des décès qu'il provoque.

2.1.2 Effets du confinement

Dans de nombreux pays du monde, le confinement a entraîné des réductions sans précédent de l'activité économique et du trafic, ce qui a affecté les principales sources de pollution atmosphérique : le chauffage domestique, l'industrie de production d'électricité et, surtout, la mobilité (HGR, 2011). Cela a permis d'améliorer considérablement la qualité de l'air (urbain). Les concentrations de NO₂ ont diminué dans le nord de l'Italie, en Espagne et au Royaume-Uni (Ficetola et Rubolini, 2020). Dans la capitale indienne Delhi, la réduction des PM₁₀ et PM_{2,5} a été de 60 % et 39 % respectivement, suite au confinement local (Mohapatra et al., 2020). En Belgique (ISSeP, 2020), les périodes de confinement ont coïncidé avec :

- des conditions météorologiques particulières qui n'ont pas favorisé la dispersion des polluants ;
- les activités de l'agriculture, notamment l'utilisation d'engrais qui épandent et émettent de l'ammoniac et des précurseurs secondaires de particules ;
- un épisode de poussière du Sahara.

Pendant le confinement complet à New York (États-Unis) du 22 au 31 mars 2020, les niveaux de CO (1,7 à 0,22 ppm), les concentrations de NO_x (25 à 12 ppb), de SO₂ (0,95 à 0,25 ppb) et de PM_{2,5} (10,3 à 3,5 µg/m³) ont diminué. Cependant, les concentrations d'ozone (O₃) ont augmenté de 0,02 à 0,03 ppb en raison de la diminution des émissions locales de NO₂ (Shehzad et al, 2021). À Pittsburgh, en Pennsylvanie, aux États-Unis, les fermetures liées à la COVID-19 ont entraîné une diminution globale des concentrations de PM_{2,5} d'environ 3 µg/m³. Les concentrations de CO et de NO₂ induites par les heures de pointe du matin aux points névralgiques de la circulation ont été réduites d'environ 50 % (Tanzer-Gruener et al., 2020).

En 2020, Rajpur (Inde) a dû faire face à 4 confinements dans tout le pays. Au cours de ces périodes, les concentrations moyennes de PM_{2,5} ont été réduites de plus de 90 % (de 136 µg/m³ pendant les jours normaux précédant la mise en place de COVID-19 à 11 µg/m³ pendant le confinement 1). Les concentrations massiques de carbone noir ont chuté de 9 µg/m³ à 2 µg/m³ au cours des deux premières périodes de confinement. Les concentrations moyennes d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont passées de 136 ng/m³ à 15 ng/m³ au cours de la première période de confinement. Les évaluations des risques sanitaires calculées et le risque excessif de cancer sur la durée de vie (ELCR) se sont améliorés en conséquence (Ambade et al., 2020).

Des résultats similaires sur l'amélioration de la qualité de l'air pendant les périodes de confinement ont été rapportés dans le monde entier (pour une revue, voir Celik et al., 2020).

L'Agence européenne pour l'environnement (2020) a évalué l'impact du confinement au cours du printemps 2020, en se concentrant sur le NO₂ et les PM₁₀. L'évaluation s'est basée sur des données mesurées et a pris en compte les changements dus à la variabilité météorologique, ainsi que les estimations basées sur des modèles du Service de surveillance de l'atmosphère de Copernicus (CAMS - Copernicus Atmosphere Monitoring Service). L'accent a été mis sur les limites et les incertitudes de l'évaluation dues aux paramètres météorologiques, saisonniers, d'affectation du sol (urbain, rural) et paysagers.

À Bruxelles, l'exposition à l'azote a varié dans le temps. La concentration hebdomadaire moyenne de NO_x a diminué pendant la première et la deuxième vague de COVID-19, mais a atteint 44 µg/m³ au début du mois de mars 2021.

Dans le monde entier, il existe d'importantes variations dans l'amélioration de la qualité de l'air entre les pays (de 2 % en Suède à 89 % au Sénégal) et le type de confinement (de 13 % pendant le confinement complet au Royaume-Uni, à 2 % en Suède pendant un confinement partiel) (Talukdar et al., 2020). Dès les premiers jours de la pandémie, de nombreux pays touchés ont eu recours à des stratégies d'atténuation impliquant une certaine forme d'isolement à domicile pour freiner la propagation du virus. Ces confinements ont entraîné une baisse significative de la pollution atmosphérique liée au trafic, notamment dans les zones les plus polluées. Les mesures satellitaires et de surface mesurant les niveaux de pollution atmosphérique dans 20 villes du monde ont baissé de ~ 28 tonnes de NO₂ (somme de 20 villes) et de ~ 184 tonnes de CO (somme de 20 villes) entre le 1er février et le 11 mai 2020, et pendant la période correspondante en 2020. Les PM_{2,5}, PM₁₀ et NO₂ ont été réduits de ~37 µg/m³, 62 µg/m³ et 145 µg/m³ respectivement.

Il n'existe pas de relation linéaire claire entre la pollution atmosphérique dans un pays donné, et les mesures prises, cela, en raison de la complexité de la chimie de la pollution atmosphérique. En Belgique, par exemple, des concentrations élevées de particules ont été signalées au cours de la dernière semaine de mars 2020, soit deux semaines après le début du confinement, en raison d'une augmentation des émissions dues au chauffage au bois combinée à des conditions météorologiques qui ont facilité la formation d'aérosols secondaires. Avant le confinement du 13 mars, la qualité de l'air était relativement bonne en raison d'un temps pluvieux et de vitesses de vent plus élevées (VMM, 2020). Une analyse complète en 2021 des concentrations de pollution atmosphérique de 2020 sera nécessaire pour déterminer l'ampleur des réductions des émissions et l'effet sur les concentrations. On s'attend à ce que les concentrations moyennes de NO₂ en Belgique pour l'ensemble de l'année 2020 soient inférieures de 20 à 30 % (ce qui implique des concentrations d'ozone plus élevées), et à ce qu'il y ait peu ou pas d'effet sur les particules. On s'attend à ce que des valeurs plus élevées subsistent dans certains points noirs, ce qui indique l'ampleur des mesures nécessaires pour assainir l'air après la COVID-19.

Un autre effet bénéfique indirect du confinement sur la santé, est que le nombre de personnes blessées ou tuées dans la circulation a été inférieur à celui auquel on pourrait s'attendre statistiquement. Au cours du premier trimestre de 2020 (qui n'a compté que deux semaines de confinement complet), le nombre de tués a diminué de 6 % et celui des blessés de 14 %. Les données pour l'ensemble de l'année 2020 ne sont pas encore disponibles. Les accidents qui se sont produits pendant le confinement se sont avérés deux fois plus meurtriers. Les personnes qui ont conduit leur voiture durant cette période roulaient très vite (Vias, 2020).

Des avantages indirects pour la santé peuvent également être attendus d'une réduction du bruit du trafic (en particulier celui des avions de passagers à proximité de l'aéroport pendant la journée et des routes). Au début du confinement du printemps 2020, une réduction moyenne de 10 à 12 décibels a été observée dans de nombreuses parties de la Flandre, avec des réductions plus faibles près des autoroutes ; -3dB a été signalé aux Pays-Bas. On s'attend à des effets différents pour la période de confinement pendant le deuxième semi-confinement, avec plus d'effets la nuit (et donc potentiellement plus de bénéfices pour la santé) (VRT, 2020).

Le confinement a également un impact complexe sur les concentrations d'ozone troposphérique. Il existe un équilibre complexe entre la formation de l'ozone et sa destruction. Malgré un trafic nettement moins important, il restait suffisamment de NO₂ et de composés organiques volatils dans l'air pour entraîner la formation d'ozone. D'autre part, les concentrations plus faibles de NO aux points de mesure situés à proximité du trafic ont entraîné un taux plus faible de dégradation de l'ozone. Le résultat net est une augmentation des concentrations de O₃ (Bruxelles Environnement, 2020).

Il existe généralement une forte corrélation entre les infections par la COVID-19 et la pollution atmosphérique dans les villes, mesurée pendant les jours où les limites de PM₁₀ ou d'ozone ont été dépassées au cours des années précédentes (Coccia, 2020 ; Barcelo, 2020).

2.2 Qualité de l'air intérieur

Comme l'air intérieur contient les mêmes polluants que l'air extérieur, souvent à des concentrations plus élevées, il est évident que l'analyse de la littérature conduit à des effets similaires sur la santé. Les conditions environnementales pertinentes comprennent le temps passé dans les pièces, le taux de ventilation, la température et l'humidité, ainsi que le nombre d'occupants (Morawska et Cao, 2020 ; Morawska et al., 2020). Il existe moins de publications sur ce sujet par rapport au nombre d'articles sur la COVID-19 et la qualité de l'air extérieur. Toutefois, le compte rendu d'un séminaire en ligne sur la COVID-19 présente un intérêt particulier : « The issue of airborne transmission and how to minimize risks indoors » (19 juin 2020, Niel, Belgique (eu.reca, 2020)).

La bouche et le nez sont les sources de propagation des gouttelettes expiratoires contaminées par le virus. Des gouttelettes plus grosses peuvent être transmises par contact étroit (< 1,5 m) ou en touchant les lieux de dépôt. Les gouttelettes plus petites se comportent comme des aérosols dans la pièce, et peuvent rester en suspension jusqu'à 3 heures après l'émission. Les concentrations les plus élevées ont été trouvées pendant la parole, le chant et la toux (Buonano et al. 2020a,b ; Morawska et al., 2009). Cela signifie que le contact étroit n'est pas la seule voie de transmission du virus ; la transmission par voie aérienne représente également une voie de transmission. La respiration sédentaire peut également être une source importante d'émission de virus. La charge virale des particules respiratoires varie considérablement au cours des phases de la maladie ; la charge virale la plus élevée a été constatée chez les personnes récemment infectées mais ne présentant pas encore de symptômes (Miller et al., 2020). Le taux d'émission respiratoire du SARS-CoV-2 dans l'air s'est avéré élevé (jusqu'à 10⁵ virus par minute) au cours des premiers stades de la COVID-19. Cela montre que la transmission par voie aérienne doit également être considérée comme une voie de transmission du virus.

Le risque d'infection lié aux émissions atmosphériques peut être estimé de manière quantitative à l'aide de modèles prenant en compte les paramètres connus pour influencer le risque.

Ces résultats expliquent également pourquoi une ventilation suffisante et efficace des pièces est la stratégie dominante dans un climat belge pour prévenir les infections. Dans le cas où une ventilation suffisante ne peut être réalisée, le nettoyage et la désinfection de l'air limiteront le contact avec le virus. Ce n'est que si la ventilation naturelle est limitée ou impossible que des solutions techniques visant à limiter le contact avec le virus (lumière UV, purificateurs d'air, etc.) contribuent à la prévention de l'infection. Dans ce contexte, le CSS renvoie à ses rapports précédents, notamment celui sur la ventilation (CSS, 2021).

3. Déchets

L'impact social considérable de la COVID-19 et les mesures de protection, ainsi que les limitations des activités commerciales et de la mobilité, ont affecté la nature et les quantités de déchets produits pendant et après la pandémie.

Deux flux de déchets méritent une attention particulière :

a) Déchets hospitaliers solides :

La gestion des déchets médicaux a représenté un problème dès le début de la pandémie. Peu de propriétés du virus étaient connues et, probablement plus par intuition que sur la base de preuves tangibles, tout le matériel utilisé pour le traitement ou le diagnostic des patients était considéré comme dangereux (Hoseinzadeh et al., 2020 ; OMS 2014, 2020). La constatation que le virus a une capacité de survie étendue sur de nombreuses surfaces est en effet suggestive pour une approche de précaution de la gestion des déchets (Wiktorczyk et al., 2021 ; Van Doremalen et al., 2020). Des messages plutôt confus et contradictoires ont été diffusés par exemple par les CDC (US Centers for Disease Control and Prevention), qui ont déclaré que les déchets des patients atteints de la COVID-19 n'étaient pas différents de ceux des autres patients, alors que l'OMS a conseillé aux personnes manipulant les déchets médicaux des patients atteints du COVID-19 de porter des bottes, des tabliers, des blouses à manches longues, des gants épais, des masques et des écrans faciaux. Ceci est inutile si les déchets sont considérés comme inoffensifs.

En conséquence, la quantité de déchets médicaux considérés comme à risque a augmenté de manière significative. À Wuhan, en mars 2020, la quantité de déchets considérés à haut risque était environ 5 fois plus élevée que pendant la période pré-COVID-19, tandis que la densité des déchets (kg/m³) a diminué de 120 à 67-85 en raison de l'utilisation abondante d'équipements de protection individuelle légers à usage unique tels que tabliers, gants, masques, etc. (Wei, 2021).

En Belgique, les déchets hospitaliers des patients COVID-19 ont été initialement considérés comme des RMA (*risicohoudend medisch afval* - déchets médicaux à risque) en Flandre ou comme des B2 en Wallonie et à Bruxelles (déchets médicaux à risques) nécessitant la collecte dans des conteneurs spécifiques désignés en polypropylène à usage unique de 30 ou 50 litres ou dans des boîtes en carton avec un sac en plastique jaune. Compte tenu de la disponibilité limitée prévisible de ce type de conteneurs, la stratégie initiale a été revue et une partie des déchets a été considérée soit comme NRMA (*niet-risicohoudend medisch afval* - déchets médicaux non à risque) en Flandre, soit comme B1 en Wallonie et à Bruxelles (déchets médicaux non à risque) à condition que les déchets soient conservés sur le site de l'hôpital pendant 72 heures. La stratégie et tous les protocoles ont été mis en place en collaboration avec la fédération sectorielle belge des déchets (Ska, 2020).

Il convient de mentionner que le passage des déchets à risque aux déchets non à risque était principalement motivé par la disponibilité limitée des conteneurs et accessoirement par des considérations virologiques. De plus, toute décision était susceptible d'être prise en fonction des considérations du service d'hygiène hospitalière et le principe de précaution était souvent pleinement appliqué, qualifiant les déchets des patients COVID-19 de déchets à risque. De plus, garder les compacteurs de déchets pendant trois jours peut être difficile d'un point de vue logistique. En résumé, il y a eu une certaine confusion typique d'une situation de crise.

Dans de nombreux hôpitaux en Belgique, le point de vue est encore que les déchets des patients COVID-19 doivent être considérés comme RMA ou B2. Les résultats préliminaires dans un hôpital universitaire démontrent l'impact de cette décision. Au cours de la première vague de COVID-19, on a constaté une diminution temporairement marquée des traitements médicaux différés non urgents de la part d'autres patients « normaux » par rapport à la période précédant COVID-19. La diminution de la quantité de déchets à risque (moins de patients non-COVID-19) et l'augmentation des déchets à risque en raison du

nombre croissant de patients COVID-19 ont agi comme des vases communicants, laissant la quantité totale de déchets à risque médical presque constante.

Lors de la deuxième vague, la diminution des traitements non urgents a été moins prononcée alors que le nombre de patients COVID-19 était plus élevé que lors de la première vague. Il en a résulté que la quantité de déchets hospitaliers à risque a augmenté de manière significative.

Une deuxième observation est que la quantité de déchets générés par le traitement des patients COVID-19, exprimée en kg de poids/jour/lit occupé par un patient COVID-19, est environ 3 à 5 fois plus élevée que celle des patients non COVID-19. Cela s'explique par l'application abondante de matériaux de protection individuelle à usage unique tels que les gants, les tabliers, etc.

Enfin, il a été constaté que le poids des conteneurs contenant des déchets à risque provenant de patients COVID-19 était significativement inférieur au poids des conteneurs contenant des déchets à risque provenant de patients non COVID-19. Cela va de nouveau dans le sens de l'utilisation de matériaux légers pour la protection individuelle. Lorsqu'ils sont mis dans des conteneurs à déchets, cela représente évidemment un poids inférieur par conteneur. Tous ces résultats (Fraeyman, 2021) sont compatibles avec les informations actuelles de la littérature (Wei, 2021).

b) Déchets non médicaux et ménagers :

La politique de confinement et de maintien à domicile ainsi que d'autres mesures préventives visant à contrer la propagation de la COVID-19 ont entraîné une augmentation de la production et de la consommation de produits ménagers classiques et de produits directement liés aux mesures de protection internes (masques, gants, thermomètres, désinfectants, produits de nettoyage). La vague d'achats de panique au début de la pandémie a augmenté la consommation d'aliments et de leurs emballages, parmi lesquels des micro- et nanoplastiques, et probablement leur présence dans l'environnement (Jiang et al., 2020). Le confinement soudain et la peur du virus ont conduit à une augmentation des produits à usage unique (Sarkodie et Owusu, 2020). En particulier, les quantités élevées de masques buccaux, qui étaient obligatoires dès qu'ils étaient disponibles, posaient un problème de déchets potentiellement contaminés, pour lesquels la logistique était souvent insuffisante ou à peine disponible. Il a été démontré que certains types de masques buccaux (par exemple Avrox) comportent des composants en argent et en dioxyde de titane, bien que leur impact toxicologique ne soit actuellement pas clair (HGR, 2021).

Tout cela a eu un impact important sur la gestion des déchets ménagers.

Malgré le fait que la quantité totale de déchets ménagers ait considérablement augmenté, la crainte de propager le virus par le biais des déchets ménagers semble minime (De Maria et al., 2020). Bien que ces résultats demandent à être confirmés, il semble que la gestion des déchets ménagers pendant la pandémie ne nécessitera pas de traitement particulier autre que celui qui est aujourd'hui d'usage pour les déchets ménagers classiques.

La conclusion est que la situation concernant les déchets médicaux et les déchets ménagers potentiellement contaminés en Belgique et au-delà pendant la pandémie de COVID-19 est complexe. On suppose que la connaissance progressive des propriétés clés du virus conduira à des décisions plus cohérentes. Certaines questions doivent encore être examinées. Tout d'abord, l'accent mis sur le virus SARS-CoV-2 devra être élargi aux différentes mutations, notamment la variante α (Royaume-Uni), δ/κ (Inde) et β (Afrique du Sud). Le fait que certaines de ces mutations du virus SARS-CoV-2 soient plus contagieuses que le virus actif lors de la première vague s'avère

particulièrement inquiétant (Leung et al., 2021). À notre connaissance, on ne dispose d'aucune donnée sur l'impact de ces mutations dans les déchets (médicaux). Ensuite, la question de savoir si les déchets COVID-19 doivent être considérés comme des déchets à risque ou non n'est pas encore entièrement résolue. Des données expérimentales supplémentaires sont nécessaires.

4. La pollution de l'eau

Le confinement lié à la COVID-19 ne réduit pas seulement la pollution atmosphérique. La littérature décrit des cas dans lesquelles les mesures COVID-19 ont aussi affecté la qualité de l'eau. En Inde, la qualité de l'eau du Gange près des villes saintes, s'est améliorée pendant le confinement, car le nombre de pèlerins utilisant l'eau a diminué en raison de la mobilité limitée pendant la pandémie. La fermeture des usines situées le long de la rivière a également contribué à l'amélioration de la qualité de l'eau (Mohaptra et al., 2020). Une tendance similaire a été signalée pour la lagune de Venise en Italie (Braga et al., 2020). Les valeurs de turbidité estimées ont diminué jusqu'à atteindre des niveaux similaires à ceux que l'on trouve normalement dans les zones lagunaires autour de la ville.

En utilisant une approche de télédétection, Das et Kaur (2020) ont montré que le confinement complet avait un impact bénéfique sur les six paramètres mesurés de la qualité de l'eau de la rivière Buddha Nada au Punjab (Inde). Cela indique une amélioration globale de la qualité de l'eau et de la croissance de la végétation dans le bassin.

La présence des virus dans ce milieu est un indicateur de l'ampleur de l'infection. Auparavant, des norovirus, des poliovirus et des virus de la rougeole avaient été détectés dans les eaux usées, ce qui a alimenté l'idée d'une épidémiologie basée sur les eaux usées. Les premières données relatives à la détection de la présence du SARS-CoV-2 dans les eaux usées ont été rapportées aux Pays-Bas (Medema et al., 2020), suivis peu après par l'Australie (Ahmed et al., 2020) et la France (Wurtzer et al., 2020). Aujourd'hui, la détection et la mesure de la présence de la SARS-CoV-2 dans les eaux usées non traitées, sont largement acceptées comme une stratégie d'indicateur précoce de la présence du problème viral pour la population (Barceli, 2020).

L'utilisation accrue d'antimicrobiens à large spectre pour l'hygiène personnelle et la désinfection de l'environnement, qui entrent dans les eaux usées, pourrait sérieusement entraver l'interprétation des données.

Dans de nombreux pays, il est indiqué d'étudier la qualité des eaux côtières en relation avec les mesures COVID-19 influençant le nombre de visiteurs de la côte.

Du point de vue de la sécurité, il n'existe aucune preuve concluante d'une infection par exposition aux eaux (usées). D'autre part, les preuves s'accumulent en faveur de l'intégration de la SARS-CoV-2 dans la gestion des eaux usées et la qualité de l'eau pour les mollusques et les loisirs.

5. Développement durable

Le cadre actuel du développement durable (DD) est converti en 17 ODD (ONU, 2020) et 169 cibles. Une analyse exploratoire des données combinée à une approche 3 R (raisons, réponses, recommandations) a montré que le COVID-19 touchait la plupart de ces cibles. La pollution atmosphérique, l'économie bleue et verte, la faune et la flore sauvages, la prévention de la violence et les partenariats mondiaux urgents en matière de développement durable sont les plus menacés.

Une interprétation commune et répandue du développement durable repose sur trois piliers : la société, l'économie et l'environnement. La COVID-19 affecte chacune de ces composantes et leurs interrelations.

a) Environnement :

L'impact sur les compartiments environnementaux physiques est discuté plus haut. La liste de ces impacts est incomplète. Par exemple, la lutte contre les changements climatiques, la perte de biodiversité, les changements d'affectation des sols et l'impact de la démographie sont aussi importants que les éléments évoqués. En raison de la réduction de la pression humaine sur les écosystèmes pendant le confinement, la qualité de l'air et des eaux de surface s'est temporairement améliorée. Cela a eu un impact sur la biodiversité et a réduit la consommation de ressources naturelles. Il n'est cependant pas encore clair actuellement, si et dans quelle mesure ces améliorations pourraient être préservées après la pandémie de COVID-19 pour éviter que les avantages environnementaux ne disparaissent (Celin, 2020).

b) Économie :

Non seulement le nombre de cas de COVID-19 et de décès, mais plus encore les mesures de confinement ont eu un impact sur l'économie mondiale. De nombreuses personnes ont perdu ou vont perdre leur emploi, ce qui entraîne une insécurité financière. Le fossé entre les « nantis » et les « démunis » se creuse. En Belgique, les conséquences spécifiques pour les « pauvres » sont les suivantes :

- La numérisation croissante pendant et après les périodes de confinement entraîne des mécanismes d'exclusion.
- La sécurité sociale était performante pour les personnes ayant accès à la sécurité sociale, mais moins pour les personnes ayant une sécurité du travail limitée.
- Les pauvres décideront plus rapidement et plus facilement de retarder les soins médicaux, y compris les soins psychologiques.
- Les inégalités existantes comme les difficultés d'apprentissage se sont accentuées pendant la pandémie.
- Les mesures de précaution nécessaires, comme la ventilation, sont souvent plus difficiles à mettre en œuvre dans des conditions de logement submodales. Les personnes économiquement défavorisées ont moins accès à la nature pour faire face aux effets du confinement (Van Hootegem, 2020).
- En 2020, la plupart des pays européens ont été confrontés à une croissance économique négative de 2 à 5 % du produit intérieur brut (PIB) en raison de la baisse des recettes d'exportation et du secteur largement fermé du tourisme, de la culture et du divertissement. Ces chiffres ne tiennent pas compte des effets de la deuxième vague de la pandémie au cours du dernier trimestre de l'année. Au niveau politique, des mesures ont été mises en place pour contrecarrer les effets négatifs et pour stimuler l'économie, en particulier dans les secteurs fortement touchés.

c) Aspects sociaux :

L'incidence de l'infection est plus élevée chez les pauvres. Des variations ont été observées entre les catégories de genre et les groupes ethniques. Les activités sociales de l'ensemble de la population, comme les mariages, les funérailles et les divertissements, accélèrent la propagation du virus.

Le lourd impact économique de la pandémie a entraîné un large éventail d'effets sociaux, de conflits familiaux, d'abus supplémentaires sur les enfants et (d'aide à) l'enseignement du programme scolaire. La distanciation physique est souvent considérée comme le moyen le plus efficace de contrôler la propagation du virus dans une population. En même temps, elle provoque des problèmes psychosociaux parmi

les différents groupes de la société. Les groupes socialement vulnérables vivent plus fréquemment à côté de routes à fort trafic, près de zones industrielles et dans des zones urbanisées pauvres en verdure. Leurs maisons sont plus petites, moins ventilées, mal isolées et souvent humides. Ils sont confrontés à la pauvreté énergétique et sont obligés de faire des économies sur le chauffage, l'eau, l'électricité, la nourriture saine, les vêtements et les soins médicaux. En 2020, en Belgique, 195 000 citoyens par mois ont eu recours à la distribution gratuite de nourriture. Cela coïncide avec une augmentation significative par rapport aux années précédentes. La crise de la COVID-19 a également entraîné des violences intrafamiliales. Un nombre croissant de personnes ont cherché de l'aide concernant la violence intrafamiliale et la maltraitance des enfants.

À côté de ces conséquences sociales négatives, on a noté comme effets positifs une modification de la conscience du temps, nettement moins influencée par les horaires de travail et les rendez-vous traditionnels (Klatt et al., 2020). Dans son avis 9610 intitulé « Prise en charge psychosociale pendant la pandémie COVID-19 », le Conseil a analysé ces effets plus en détail (CSS, 2021).

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Un nombre croissant de preuves montre l'effet croissant de la pollution atmosphérique, en particulier des PM_{2,5} et du NO₂, sur le nombre de cas de COVID-19, la guérison et les décès. La prévalence du COVID-19 doit donc être évaluée en combinaison avec la pollution atmosphérique. Le tableau est complexe : d'une part, la pollution atmosphérique apparaît comme un facteur stimulant significatif des infections par la COVID-19, mais n'est pas explicitement prise en compte dans la transmission et les décès. Les principaux résultats mettent en évidence une contribution possible des PM_{2,5} et du NO₂ dans la stimulation de la propagation et de la létalité du COVID-19. D'autre part, les mesures de confinement ont permis d'améliorer la qualité de l'air, par exemple dans les villes, ce qui a sans doute eu des effets bénéfiques sur les chiffres de la morbidité (risques).

Pendant les périodes de confinement, une amélioration significative de la qualité de l'air (urbain) et une amélioration correspondante des effets sur la santé, ont été constatées dans le monde entier. Bien que les études sur la pollution atmosphérique et son impact sur la COVID-19 n'en soient qu'à leurs débuts et seront affinées dans les années à venir, les preuves actuelles sont plus que suffisantes pour motiver une réduction de la pollution atmosphérique plus efficace qu'aujourd'hui. Dans l'ensemble, les données, en particulier sur les particules, fournissent une base pour repenser les effets de la qualité de l'air sur la santé après la COVID-19 (Chieg et Kajino, 2020).

Dans un contexte plus global, les mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre, se traduiront par des avantages pour la transmission et les répercussions hospitalières des patients COVID-19. Le rôle de la pollution de l'air intérieur reste sous-estimé. Il convient d'accorder une plus grande attention à la qualité de l'air intérieur, en commençant par éliminer les sources évidentes de contamination de l'air intérieur, comme le tabagisme passif et les poêles à bois.

La complexité de la situation met en relation la discussion avec l'application du principe de précaution. La précaution est applicable en tant que stratégie d'action pour prévenir ou limiter les menaces graves pour la santé et l'environnement. La précaution vise à faire face à l'incertitude de manière vigilante, rationnelle et transparente. Elle suppose une collaboration internationale et une évaluation transdisciplinaire des données (Eggermont, 2021). Dans ce contexte, les données environnementales sur la COVID-19, devraient nécessairement faire partie intégrante de l'évaluation des effets et de la stratégie d'action, pour faire face à la pandémie.

On dispose de moins d'informations sur l'impact de la qualité des eaux de surface, mais jusqu'à présent, les études menées à certains endroits indiquent une amélioration de la qualité de l'eau pendant les périodes de confinement.

Les liens avec la santé environnementale évoqués ci-dessus, illustrent l'importance d'une approche interdisciplinaire pour comprendre les schémas d'infection et la distribution du COVID-19. Le problème est donc lié à l'approche « One Health » soutenue par l'UE. Il s'agit d'un concept intégré, qui reconnaît que la santé humaine est étroitement liée à la santé animale, à un environnement sain, à la sécurité alimentaire et aux pratiques agricoles. Les mesures « One Health » doivent être évaluées en fonction de ce qu'elles apportent, non seulement directement à la santé humaine, mais aussi indirectement à la prévention précoce des zoonoses et à la propagation des organismes transmetteurs de maladies. Actuellement, l'initiative « One Health » est fortement axée sur les zoonoses, mais l'approche devrait être élargie à une interprétation plus holistique de la relation entre la santé et les moyens d'existence (Lajaunie et al., 2020).

La pandémie COVID-19 offre des opportunités d'en tirer des leçons en matière de gestion des déchets. Une plus grande attention devrait être accordée aux flux de déchets médicaux et non médicaux liés à la COVID-19. Cette attention supplémentaire ne doit pas se limiter à la distribution

de dépliants d'information. La pandémie nécessite des ajustements structurels et accentue l'importance de la transition d'une économie linéaire à une économie circulaire.

La pandémie touche des éléments majeurs du développement durable. Il est indiqué d'évaluer les plans de DD existants en tenant compte des effets de la COVID-19. En particulier, l'effet de la pandémie sur la réalisation des objectifs de durabilité devrait être (ré)examiné.

Le confinement, qui a été une des principales stratégies utilisées contre la propagation du virus, a souvent fait l'objet de critiques en raison de ses répercussions sociales considérables et de ses aspects de surréglementation. Cette analyse des aspects de santé environnementale fait également ressortir des effets positifs du confinement : l'amélioration de la qualité de l'air, en particulier dans les villes, et des effets probables, principalement liés au tourisme, sur une meilleure qualité de l'eau. Les cibles post-COVID-19 reprennent une « vie normale » dès que les paramètres virologiques le permettent. Cependant, on peut envisager de conserver ces avantages autant que possible lors du retour à la « normalité ».

Cet aperçu des aspects liés à la santé et à l'environnement est incomplet. Des questions importantes telles que l'impact sur le sol et les effets sur la faune, associés à la déforestation et au reboisement, par exemple, ne sont pas prises en compte. Pour la plupart de ces aspects, des informations supplémentaires permettant des évaluations quantitatives des risques sont nécessaires.

Les données relatives à la santé environnementale, devraient constituer une partie structurelle et intégrale du système d'alerte et de réponse, que les pays doivent mettre en place pour se préparer à de futures épidémies virales. Les paramètres déterminant la santé environnementale, et la pollution atmosphérique en particulier, devraient faire partie de nos systèmes de surveillance afin de limiter l'incidence des infections, le nombre d'hospitalisations et de décès lors de futures épidémies.

La COVID-19 est un phénomène récent et la littérature actuelle est donc caractérisée par de grandes lacunes et incertitudes. Ces deux aspects pourraient être atténués par des recherches plus ciblées. Entre autres, les domaines suivants ont besoin de plus de données :

- L'incidence des infections/décès dus à la pollution atmosphérique sur la COVID-19 doit être confirmée par un suivi, par des recherches plus approfondies (par exemple sur le type de pollution et d'exposition (aiguë ou à long terme)) et par des données quantitatives applicables à l'évaluation des risques. En outre, les résultats des études statistiques doivent être liés et soutenus par des travaux sur les mécanismes biologiques. Les études sur les effets à long terme de l'environnement sur la santé des survivants du COVID-19 ne sont actuellement pas disponibles, mais devraient être établies dans les années à venir.
- L'utilisation de la qualité de l'eau comme indicateur de surveillance précoce de l'épidémiologie basée sur les déchets doit être détaillée et validée.
- Les effets du COVID-19 sur les mers et les océans (surpêche, acidification) et leurs impacts sur la santé doivent être pris en compte.
- Il est impératif de disposer de davantage de données sur les flux de déchets hospitaliers et ménagers, et de les intégrer dans les approches existantes en matière de gestion des déchets. La propagation des microplastiques provenant des déchets médicaux et ménagers liés au COVID-19 est préoccupante.
- Les plans de développement durable à différents niveaux politiques devraient être révisés en tenant compte de l'expérience de la COVID-19.
- Les effets sur la santé, l'environnement et l'économie sont probablement pires dans de nombreux pays en développement et émergents (en particulier ceux où la propagation du virus est la plus rapide). L'incidence de l'infection est plus élevée chez les personnes « socialement » défavorisées dans le monde industrialisé. Les effets sur la santé environnementale devraient être abordés de manière structurelle dans les programmes de coopération belges et européens.

- Des critères d'examen complémentaires permettant d'éviter les données non contrôlées et les « fake news » devraient être élaborés.

Les résultats de cette recherche devraient nous permettre d'apporter des réponses, à la fois meilleures et plus rationnelles aux épidémies futures. En particulier, la qualité de l'air doit être considérée comme faisant partie intégrante de l'approche du développement durable, de la santé et de la prévention de la propagation des épidémies.

5. REFERENCES

- ACR+ – Association of Cities and Regions for sustainable Resource management. Municipal waste management and Covid-19. 2020. Available from: URL:<<https://buff.ly/3dbvNs3>>
- Ahmed W, Angel N, Edson J, Bibby K, Bivins A, O'Brien JW et al. First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: a proof of concept for the wastewater surveillance of Covid-19 in the community. *Sci Total Environ* 2020;728:138764.
- Ambade B, Sankar TK, Kumar A, Gautam AS, Gautam S. COVID-19 lockdowns reduce the black carbon and polycyclic aromatic hydrocarbons of the Asian atmosphere: Source apportionment and health hazard evaluation. *Environment, Development and Sustainability*. 2020. Available from: URL:<<https://link.springer.com/journal/volumesAndIssues/10668?tabName=topicalCollections>>
- Awasthi A, Sharma A, Kaur P, Gugamsetty B, Kumar A. Statistical interpretation of environmental influencing parameters on Covid-19 during the lockdown in Delhi, India. *Environ Dev Sustain* 2020;1-14.
- Bherwani H, Nair M, Musugu K, Gautam S, Gupta A, Kapley A et al. Valuation of air pollution externalities: comparative assessment of economic damage and emission reduction under Covid-19 lockdown. *Air Qual Atmos Health* 2020;13:683-94.
- Braga F, Scarpa GM, Brando VE, Manfé G, Zaggia L. COVID-19 lockdown measures reveal human impact on water transparency in the Venice lagoon. *Sci Total Environ* 2020;736:139612-20.
- Brandt EB, Mersha TB. Environmental Determinants of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Curr Allergy Asthma Rep* 2021;15:21.
- Brunekreef B, Downward G, Forastière F, Gehring U, Heederik DJJ, Hoek G et al. Air pollution and COVID-19. 2021. Available from: URL:<<http://www.europarl.europa.eu/supporting-analyses>>
- Bruxelles Environnement. Evaluation de l'impact des mesures prises dans le cadre de la pandémie de Covid-19 sur la qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale. 2020. Available from: URL:<<https://environnement.brussels/news/evaluation-de-limpact-des-mesures-prises-dans-le-cadre-de-la-pandemie-de-covid-19-sur-la>>
- Buonanno G, Morawska L, Stabile L. Quantitative assessment of the risk of airborne transmission of SARS-CoV-2 infection: Prospective and retrospective applications. *Environ Int* 2020; 145:106112.
- Buonanno G, Stabile L, Morawska L. Estimation of airborne viral emission: Quanta emission rate of SARS-CoV-2 for infection risk assessment. *Environ Int* 2020;141:105794.
- Carleton T, Meng KC. Causal empirical estimates suggest Covid-19 transmission rates are highly seasonal. *MedRxiv* 2020; 20044420.
- Carta MG, Scana A, Lindert J, Bonanno S, Rinaldi L, Fais S et al. Association between the spread of COVID-19 and weather-climatic parameters. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2020;24:8226-31.
- Celik E, Gul M. How Covid-19 pandemic and partial lockdown decisions affect air quality of a city: The case of Istanbul, Turkey. *Environment, Development and Sustainability*. 2021. Available from: URL:<<https://link.springer.com/journal/volumesAndIssues/10668?tabName=topicalCollections>>
- Celin SM. Resource management : Ways to sustain the environmental gains of COVID-19 lockdown. *Environ Development Sustainability* 2020.

Ching J, Kajino M. Rethinking air quality and climate change after COVID-19. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:5167.

Chong KC, Ran J, Lau SYF, Goggins WB, Zhao S, Wang P et al. Limited role for meteorological factors on the variability in COVID-19 incidence: A retrospective study of 102 Chinese cities. *PLoS Negl Trop Dis* 2021;15.

Coccia M. Factors determining the diffusion of Covid-19 and suggested strategy to prevent future accelerated viral infectivity similar to COVID. *Sci Total Environ* 2020;729:138474.

Cole MA, Ozgen C, Strobl E. Air pollution Exposure and COVID-19. *IZA Institute of Labor Economics* 2020;76:581-610.

Copat C, Cristaldi A, Fiore M, Grasso A, Zuccarello P, Signorelli SS et al. The role of air pollution (PM and NO₂) in COVID-19 spread and lethality: A systematic review. *Environmental Research* 2020;191:110129.

Das S, Kaur S. Impact of COVID-19lockdown on surface water quality of Buddha Nala Punjab, India. 2020. Available from: URL:<<https://link.springer.com/journal/volumesAndIssues/10668?tabName=topicalCollections>>

De Weerd A, Jansen BG, Cox B, Bijnens EM, Vanpoucke C, Lefebvre W et al. Pre-admission air pollution exposure prolongs the duration of ventilation in intensive care patients. *Intensive Care Med* 2020;46:1204-12.

Di Maria F, Beccaloni E, Bonadonna L, Cini C, Confalonieri E, La Rosa G et al. Minimization of spreading of SARS-CoV-2 via household waste produced by subjects affected by COVID-19 or in quarantine. *Sci total environ* 2020;743:140803.

Domingo JL, Rovira J. Effects of air pollutants on the transmission and severity of respiratory viral infections. *Environ Res* 2020;187:109650.

Echstein D, Künzel V, Schäfer L, Wings M. Global climate risk index 2020. 2019. Available from: URL:<<https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/publication/16411.pdf>>

EEA – European Environment Agency. Air quality in Europe. 2020. Available from: URL:<<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2020-report>>

[Eggermont G. Better safe than sorry. Personal communication 2021.](#)

eu.reca – European Respiratory Cluster Antwerp. Proceedings webinar Covid-19 The issue of airborne transmission and how to minimize risks indoors. 2020. Available from: URL:<<https://eureca.world/wp-content/uploads/2020/06/eu.reca-Proceedings-Covid-19-The-issue-of-airborne-transmission-and-mitigation-strategies-to-reduce-the-risk-indoors.pdf>>

Fattorini D, Fegoli F. Role of the chronic air pollution levels in the Covid-19 outbreak risk in Italy. *Environ Pollut* 2020;264:1-15.

Ficetola GF, Rubolini D. Climate Affects Global Patterns of Covid-19 Early Outbreak Dynamics. *Med Rxiv* 2020. Available from: URL:<<https://doi.org/10.1101/2020.03.23.20040501>>

Fraeyman N. Management of solid medical hospital waste from covid-19 patients. In preparation. 2021.

Gautam S, Samuel C, Gautam AS, Kumar S. Strong link between coronavirus count, bad air: a case study of India. *Environment, Development and Sustainability*. 2021. Available from: URL:<<https://link.springer.com/journal/volumesAndIssues/10668?tabName=topicalCollections>>

Gupta A, Bherwani H, Gautam S, Anjum S, Musugu K, Kumar N et al. Air pollution aggravating Covid-19 lethality? Exploration in Asian cities using statistical models. *Environment Development and Sustainability* 2021;23:6408-17.

HGR - Hoge Gezondheidsraad. Dringend voorlopig antwoord op adviesvragen in verband met het rapport van Sciensano over de met zilveren behandelde maskers. Brussel: HGR; 2021. Advies nr. 9623.

HGR - Hoge Gezondheidsraad. Gezond op weg: De milieueffecten van verkeer en gezondheid. Brussel: HGR; 2011. Advies nr. 8603.

HGR – Hoge Gezondheidsraad. Psychosociale opvang tijdens de COVID-19 pandemie; herziening. Brussel: HGR; 2021. Advies nr. 9610.

HGR - Hoge Gezondheidsraad. Aanbevelingen betreffende de ventilatie van gebouwen met uitzondering van ziekenhuizen en verzorgingsinstellingen om de overdracht van SARS-CoV-2 via de lucht te beperken. Brussel: HGR; 2021. Advies nr. 9616.

Hoseinzadeh E, Javan S, Farrzadkia M, Mohammadi F, Hossini H, Taghavi M. An Updated min-review on environmental route of the SARS-CoV-2 transmission. *Ecotoxicol environ saf* 2020;202:111015.

Mandal I, Pal S. Covid-19 pandemic persuaded lockdown effects on environment over stone quarrying and crushing areas. *Sci Total Environ* 2020;732:139281.

ISSeP - Institut Scientifique de Service Public. Impact du confinement Covid-19 sur la qualité de l'air en Région Wallonne. 2020. Available from: URL:< https://www.walonair.be/images/pdf/rapport_COVID19_final.pdf>

Jiang B, Fauffman AE, Li L, McFee W, Cai B, Weinstein J et al. Health impacts of environmental contamination of micro- and nanoplastics : a review. *Environ health prev med* 2020;25:29.

Klatt A, Spengler L, Schwirn K, Löwe C. Social impact of the COVID-19 pandemic in Germany and possible consequences for environmental policy. 2020. Available from: URL:< https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/pp_gesellschaftliche_wirkungen_corona_bf.pdf>

Kulkarni BN, Anantharama V. Repercussions of COVID-19 pandemic on municipal solid waste management: challenges and opportunities. *Sci Total Environ* 2020;743:140693.

Lajaunie C, Romanelli C, Rodrigo Rüegg S, Payyappallimana U, Morand S, McMahan B et al. One health. Operationalization: Strategies for a more integrative approach to biodiversity and health. 2020. Available from: URL:<<https://www.frontiersin.org/research-topics/18921/on-health-operationalization-strategies-fo-amor-integrative-approach-to-biodiversity-health>>

Leung K, Shum MHH, Leung GM, Lam TT, Wu JT. Early transmissibility assessment of the N501Y mutant strains of SARS-CoV-2 in the United Kingdom, October to November 2020. *Euro Surveill* 2021;26:2002106.

Ma Y, Lin X, Wu A, Huang Q, Li X, Yan J. Suggested guidelines for emergency treatment of medical waste during Covid-19: Chinese experience. *Waste Dispos Sustain Energy* 2020;3:1-4.

Maleki M, Anvari E, Hopke PK, Noorimotlagh Z, Mirzaee SA. An updated systematic review on the association between atmospheric particulate matter pollution and prevalence of SARS-CoV-2. *Environ Res* 2021;195:110898.

Medema G, Heijnen L, Elsinga G, Italiaander R. Presence of SARS-Coronavirus-2 in sewage. *MedRxiv* 2020.

Meo SA, Abukhalaf AA, Alomar AA, Sumaya OY, Sami W, Shafi KM et al. Effect of heat and humidity on the incidence and mortality due to COVID-19 pandemic in European countries. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* 2020;24:9216-25.

Miller S, Nazaroff WW, Jiminez JL, Boerstra A, Buonanno G, Dancer SJ et al. Transmission of SARS-CoV-2 by inhalation of respiratory aerosol in the Skagit Valley Chorale superspreading event. *MedRxiv* 2020.

Mohan SV, Hemalatha M, Kopperi H, Ranjith I, Kumar AK. SARS-CoV-2 in environmental perspective : occurrence, persistence, surveillance, inactivation and challenges. *Chem Eng J* 2021;405:126893.

Mohapatra RK, Das PK, Mohapatara SR, Mohapatara P, Mahal A, Kandi V et al. Environmental Perspective of Covid-19 Lockdown: Air and Water quality. In Press.

Morawska L, Cao J. Airborne transmission of SARS-Cov-2: The world should face the reality. *Environ Int* 2020;139:105730.

Morawska L, Johnson GR, Ristovski ZD, Hargreaves M, Mengersen K, Corbett S et al. Size distribution and sites of origin of droplets expelled from the human respiratory tract during expiratory activities. *Journal Aerosol Science* 2009;40:256-69.

Morawska L, Tang JW, Bahnfleth W, Bluyssen PM, Boerstra A, Buonanno G et al. How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? *Environ Int* 2020;142:105832.

Nemery B, Hoet PH, Nemmar A. The Meuse valley fog of 1930: An air pollution disaster. *Lancet* 2001;357:704-8.

Nunez-Delgado A. What do we know about the SARS-CoV-2 corona virus in the environment? *Sci Total Environ* 2020;727:138647.

Oliveiros B, Caramelo L, Ferreira NC, Caramelo F. Role of temperature and humidity in the modulation of the doubling time of Covid-19 cases. *MedRxiv* 2020.

Sahu SK, Mangaraj P, Beig G, Tyagi B. Does COVID-19 spread in India is linked with higher fine particulate matter (PM2.5) zones? 2020. Available from: URL:<<https://link.springer.com/journal/volumesAndIssues/10668?tabName=topicalCollections>>

Sannigrahi S, Kumar P, Molter A, Zhang Q, Basu B, Basu AS et al. Examining the status of improved air quality in world cities due to COVID-19 led temporary reduction in anthropogenic emissions. *Environmental Research* 2021;196:110927.

Sarkodie SA, Owusu PA. Global assessment of environment, health and economic impact of the novel coronavirus (Covid-19). *Environment Development and Sustainability* 2021;23:5005-15.

Shehzad K, Bilgili F, Koçak E, Xiaoxing L, Ahmad M. COVID-19 outbreak, lockdown, and air quality: fresh insights from New York City. *Environ Sci Pollut Res Int* 2021;29:1-13.

Ska B. Covid-19: corona-afval. 2020. Available from: URL:<<https://denuo.be/covid-19-corona-afval>>

Talukdar S, Mahato S, Pal S, Debanshi S, Shahfahad, MA, Das P et al. Modelling the global air quality conditions in perspective of COVID-19 stimulated lockdown periods using remote sensing data. 2020. Available from: URL:<<https://europepmc.org/article/PPR/PPR208941>>

Tanzer-Cruener R, Li J, Eilenberg SR, Robinson AL, Presto AA. Impacts of Modifiable Factors on Ambient Air Pollution: A Case Study of Covid-19 Shutdowns. Environ Sci Technol Lett 2020;7: 554-9.

UN - United Nations. United Nations Sustainable Development Goals Knowledge Platform. 2020. Available from: URL:<<https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300>, accessed: 2020-07-27>

Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. NEJM 2020;382:16.

Van Hootehem. Personal communication. 2020.

Vias. 2020. Available from: URL:<<https://www.vias.be/nl/newsroom/aantal-verkeersdoden-op-onze-wegen-daalt-tijdens-het-eerste-trimester-door-de-lockdown/>>

VRT – Vlaamse Radio en Televisie. 2020. Available from: URL:<<https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2020/04/28/hoeveel-stiller-is-het-tijdens-de-lockdown-we-horen-andere-ding/>>

Wang J, Tang K, Feng K, Lin X, Lv W, Chen K et al. Impact of temperature and relative humidity on the transmission of COVID-19: a modelling study in China and the United States. BMJ Open 2021;11: e043863.

Wei G. Medical waste treatment lessons from the COVID-19 outbreak in Wuhan. 2021. Available from: URL:<<https://waste-management-world.com/a/medical-waste-treatment-lessons-from-the-covid-19-outbreak-in-wuhan>>

WEF - World Economic Forum. Air pollution exposure linked to higher Covid-19 cases and deaths – new study. 2020. Available from: URL:<<https://www.weforum.org/>>

WHO - World Health Organization. Safe management of wastes from health-care activities. 2014. Available from: URL:<https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wastemanag/en/>

WHO - World Health Organization. Air pollution. 2016. Available from: URL:<https://www.who.int/health-topics/air-pollution%20tab=tab_1>

WHO - World Health Organization. Director General's opening Remarks at the Media Briefing on Covid-19 on 11 march 2020. 2020. Available from: URL:<<https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11march-2020> Google Scholar>

WHO - World Health Organization. Water sanitation, hygiene and waste management for the COVID-19 virus: technical brief. 2020a. Available from: URL:<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331305/WHO-2019-NCoV-IPC_WASH-2020.1-eng.pdf>

WHO - World Health Organization. Corona disease (Covid-19). Situation Report – 115. 2020. Available from: URL:< <https://www.who.int/docs/default-source/coronavirus/situation-reports/20200514-covid-19-sitrep-115pdf?sfvsn=3fce8d3c6> >

Wiktorczyk-Kapischke N, Grudlewska-Buda K, Walecka_Zacharska E, Kwiecinska-Pirog J, Radtke L, Gospodarek-Komkowska E et al. Sars-CoV-2 in the environment – non-droplet spreading routes. Sci Total Environ 2021;770:145260.

Wu X, Nethery RC, Sabath BM, Braun D, Dominici F. Exposure to air pollution and Covid-19 mortality in the United States: A nationwide cross-sectional study. MedRxiv 2020;2.

Wurtzer S, Marechal V, Mouchel JM, Moulin L. Time course quantitative detection of SARS-CoV-2 in Parisian wastewaters correlates with Covid-19 confirmed cases. MedRxiv 2020.

Xu H, Yan C, Fu Q, Xiao K, Yu Y, Han D et al. Possible environmental effects on the spread of COVID-19 in China. Sci Total Environ 2020;731:139211.

Zhu Y, Xie J, Huang F, Cao L. Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: evidence from China. Sci Total Environ 2020;727:138704.

6. COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

La composition du Bureau et du Collège ainsi que la liste des experts nommés par arrêté royal se trouvent sur le site Internet du CSS (page : [Qui sommes-nous](#)).

Tous les experts ont participé **à titre personnel** au groupe de travail. Leurs déclarations générales d'intérêts ainsi que celles des membres du Bureau et du Collège sont consultables sur le site Internet du CSS (page : [conflits d'intérêts](#)).

Les experts suivants ont participé à l'élaboration et à l'approbation de l'avis. Le groupe de travail a été présidé par **Luc HENS** et le secrétariat scientifique a été assuré par Marleen VAN DEN BRANDE.

BOULAND Catherine	Santé environnementale et professionnelle	ULB
FRAEYMAN Norbert	Toxicologie et toxicologie environnementale	UGent
GODDERIS Lode	Médecine du travail et environnementale	KULeuven/IDEWE
HENS Luc	Écologie humaine	VITO
INT PANIS Luc	Mobilité	VITO/UHasselt
KEUNE Hans	Services écosystémiques, écosanté, onehealth	UA/INBO/BBPF
ROMAIN Anne-Claude	Pollution de l'air et qualité de l'air	ULiège
STEURBAUT Walter	Exposition humaine	UGent
STRANGER Marianne	Qualité de l'air intérieur	VITO
VAES Bert	Pratique de la médecine générale	KULeuven

Les administrations et/ou les Cabinets ministériels suivants ont été entendus :

NAVEZ Yseult	DVZ - PHE	SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement
SCHUURMANS Chris		Conseil fédéral du développement durable

La traduction a été réalisée en externe.

Au sujet du Conseil Supérieur de la Santé (CSS)

Le Conseil Supérieur de la Santé est un organe d'avis fédéral dont le secrétariat est assuré par le Service Fédéral Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement. Il a été fondé en 1849 et rend des avis scientifiques relatifs à la santé publique aux ministres de la Santé publique et de l'Environnement, à leurs administrations et à quelques agences. Ces avis sont émis sur demande ou d'initiative. Le CSS s'efforce d'indiquer aux décideurs politiques la voie à suivre en matière de santé publique sur base des connaissances scientifiques les plus récentes.

Outre son secrétariat interne composé d'environ 25 collaborateurs, le Conseil fait appel à un large réseau de plus de 500 experts (professeurs d'université, collaborateurs d'institutions scientifiques, acteurs de terrain, etc.), parmi lesquels 300 sont nommés par arrêté royal au titre d'expert du Conseil. Les experts se réunissent au sein de groupes de travail pluridisciplinaires afin d'élaborer les avis.

En tant qu'organe officiel, le Conseil Supérieur de la Santé estime fondamental de garantir la neutralité et l'impartialité des avis scientifiques qu'il délivre. A cette fin, il s'est doté d'une structure, de règles et de procédures permettant de répondre efficacement à ces besoins et ce, à chaque étape du cheminement des avis. Les étapes clé dans cette matière sont l'analyse préalable de la demande, la désignation des experts au sein des groupes de travail, l'application d'un système de gestion des conflits d'intérêts potentiels (reposant sur des déclarations d'intérêt, un examen des conflits possibles, et une Commission de Déontologie) et la validation finale des avis par le Collège (organe décisionnel du CSS, constitué de 30 membres issus du pool des experts nommés). Cet ensemble cohérent doit permettre la délivrance d'avis basés sur l'expertise scientifique la plus pointue disponible et ce, dans la plus grande impartialité possible.

Après validation par le Collège, les avis sont transmis au requérant et au ministre de la Santé publique et sont rendus publics sur le site internet (www.hgr-css.be). Un certain nombre d'entre eux sont en outre communiqués à la presse et aux groupes cibles concernés (professionnels du secteur des soins de santé, universités, monde politique, associations de consommateurs, etc.).

Si vous souhaitez rester informé des activités et publications du CSS, vous pouvez envoyer un mail à l'adresse suivante : info.hgr-css@health.belgium.be.

www.css-hgr.be



Cette publication ne peut être vendue.



service public fédéral
SANTÉ PUBLIQUE
SECURITE DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE
ET ENVIRONNEMENT