

Décembre 2021

Qualité de l'air et Covid-19 : quelles interactions ?



En mai 2020, l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) a publié une note intitulée « Pollution de l'air, gaz à effet serre et crise du Covid-19 : quelles interactions ? » qui s'intéressait d'une part, à l'évolution de la pollution de l'air (gaz à effet de serre et polluants réglementés) lors du confinement du printemps 2020, d'autre part à la pollution de l'air comme possible facteur aggravant de l'épidémie. Lors de l'examen de la note, l'Office avait jugé qu'une mise à jour serait nécessaire afin de suivre l'évolution des travaux, nationaux et internationaux, sur ce sujet important.

Plus d'un an et demi après le début de la pandémie de Covid-19, les études scientifiques ont été poursuivies et ont fourni de nouvelles données. C'est pourquoi le 16 septembre 2021, la commission des affaires sociales et la commission du développement durable et de l'aménagement du territoire de l'Assemblée nationale ont conjointement saisi l'Office afin de « dresser un bilan des connaissances scientifiques sur ce sujet » et « d'avancer des recommandations dont nous pourrions collectivement nous saisir ».

Comment peut-on expliquer l'augmentation des contaminations lors des épisodes de forte pollution ? Une pollution chronique favorise-t-elle la maladie ? Les particules très fines ont-elles un rôle spécifique dans le transport aérien du virus ? Dans les espaces clos, peut-on se contenter d'aérer régulièrement ou doit-on aussi mobiliser des dispositifs comme les purificateurs d'air ? Étayé par les enseignements tirés d'une audition publique organisée le 4 novembre, le rapport de l'Office¹ fait le point sur des questions qui touchent au quotidien de chacun.

Jean-Luc FUGIT, député

Angèle PRÉVILLE, sénatrice

1 Rapport Assemblée nationale n° 4761 (15^{ème} législature), Sénat n° 257 (2021-2022).

Pollution de l'air extérieur et recrudescence de cas de Covid-19

La pollution de l'air, notamment à travers les particules fines (PM), le dioxyde d'azote (NO₂) et l'ozone, est suivie quotidiennement sur une grande partie du territoire français en raison des risques associés pour les fonctions respiratoire et immunitaire, et plus globalement la santé humaine. L'exposition à des polluants peut être ponctuelle (pic de pollution) ou chronique. Selon Santé publique France, la pollution de l'air aux PM_{2,5} (particules de taille inférieure à 2,5 µm) serait responsable, en France, d'environ 40 000 décès prématurés par an, soit 6 % de la mortalité totale. En Europe, plus de 300 000 personnes seraient mortes

prématurément en 2019 à cause de la pollution aux particules fines.

Dès le début de la pandémie de Covid-19, la pollution de l'air a été suspectée d'être un facteur aggravant. Des chercheurs ont enquêté sur un possible lien entre les épisodes de forte pollution et l'augmentation du nombre de cas graves, voire de morts. En complément de ces études statistiques, des travaux se sont intéressés aux mécanismes biologiques qui pourraient être à l'œuvre.

Des enquêtes ont été menées d'abord en Chine puis en Europe, la majorité calculant des corrélations spatiales entre les concentrations atmosphériques des principaux polluants réglementés et le taux de contamination par le virus. Leurs résultats vont dans le même sens : les zones où le virus circule le plus

correspondent aux zones avec les plus forts taux de pollution, notamment en PM_{2,5} et en NO₂. Les rapporteurs appellent cependant à la prudence vis-à-vis de ces résultats, qui sont issus de modélisations et de calculs de corrélation et dont l'interprétation doit être pondérée par la considération de certains facteurs sources de biais : densité de population, maladies chroniques, tabagisme, composition des familles par exemple.

C'est pourquoi les rapporteurs recommandent de mettre en place des études sur cohorte pour mieux explorer ces phénomènes dans leur pleine mesure.

Les zones décrites dans ces études, souvent industrielles, sont sujettes à des pics temporaires de pollution, mais aussi à une pollution chronique. Des études montrent une corrélation statistique entre les répartitions spatiales de la pollution chronique et des formes graves, voire mortelles, de Covid-19. D'autres études suggèrent que l'exposition chronique à des polluants tels que les PM_{2,5} ou le dioxyde d'azote favoriserait la surexpression de l'enzyme ACE2 située sur la face externe des membranes plasmiques des cellules de l'appareil respiratoire. Or l'ACE2 est le récepteur sur lequel se fixe la protéine Spike du SARS-CoV-2. Une exposition chronique à ces polluants faciliterait ainsi l'entrée du virus dans les cellules et augmenterait le risque de développer des formes graves de Covid-19. Par ailleurs, la réponse immunitaire peut être perturbée par les polluants, notamment les particules fines issues d'activité de combustion.

Une autre hypothèse avance que les polluants peuvent jouer un rôle dans le transport aéroporté du virus, ce qui expliquerait la forte circulation du virus les jours pollués. La probabilité d'interaction entre une particule fine et un aérosol porteur de charge virale est cependant très faible, en particulier à cause de l'effet de dilution en air extérieur. La recrudescence du nombre de cas de Covid-19 les jours de pics de pollution

pourrait plutôt résulter de ce que les conditions météorologiques (température, humidité) propices aux pics de pollution sont aussi les plus propices à la survie du virus en extérieur.

Transmission du SARS-CoV-2 en milieu confiné et qualité de l'air intérieur

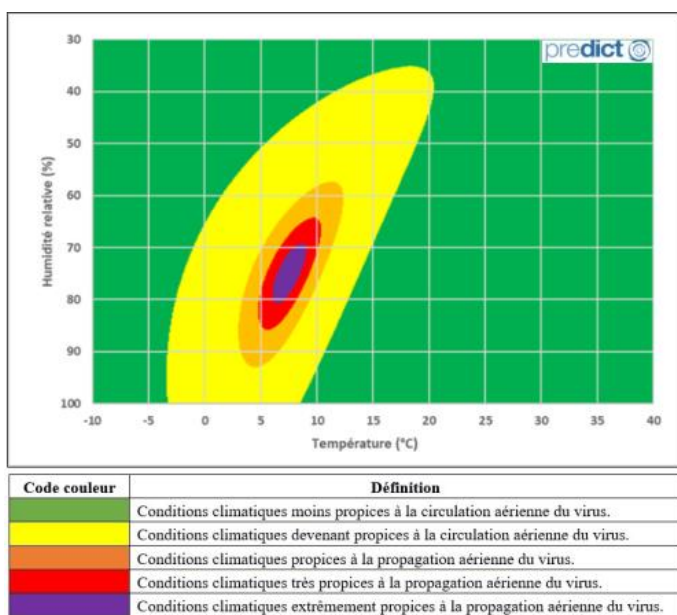
En milieu confiné, les dynamiques de circulation du virus sont différentes et l'effet de dilution devient négligeable. Les polluants de l'air intérieur proviennent de différentes sources, la plupart liées aux activités humaines (ménage, tabagisme) ou à la combustion. Les conséquences sur la santé humaine sont similaires à celles des polluants de l'air extérieur. Ces effets sont souvent sous-estimés alors que nous passons en moyenne 80 % de notre temps en milieu intérieur. Des agents pathogènes (virus, bactéries, champignons) peuvent aussi proliférer dans les espaces confinés, souvent chauds et humides car peu aérés ; l'effet de dilution étant plus faible en milieu clos, le transport de ces agents – y compris le virus SARS-CoV-2 – par les polluants de l'air intérieur peut être favorisé.

Les agents pathogènes sont souvent de même taille que les polluants, les méthodes de gestion des polluants de l'air intérieur peuvent donc aussi s'appliquer. Pour la Covid-19, il s'agit alors de savoir si la charge virale peut se trouver durablement en suspension dans l'air, ce qui rejoint la question de la potentielle contamination par aérosols.

Les virus, en particulier le SARS-CoV-2, peuvent se transmettre de différentes manières. Les principales sont le contact direct avec la bouche, le nez, ou les muqueuses des yeux, et les modes de transmission dits aéroportés. Ce dernier cas peut faire intervenir les gouttelettes, de taille supérieure à 5 µm – lourdes, elles tombent rapidement au sol – ou les aérosols, de taille inférieure à 5 µm et plus légers, qui peuvent se déplacer sur une plus grande distance et rester longtemps en suspension.

En milieu clos, il est important de quantifier la part de contamination par aérosols car les dynamiques de propagation sont particulières. La transmission par aérosols peut être réduite par des mesures de renouvellement de l'air intérieur, comme peut l'être la concentration des polluants de l'air intérieur. C'est pourquoi l'aération régulière des pièces est un geste barrière qui permet d'éviter l'accumulation de particules fines et d'aérosols susceptibles de transporter le virus. Même si le Haut conseil de la santé publique recommande une aération de 5 minutes toutes les heures dans les établissements recevant du public (ERP), la durée et la fréquence dépendent du volume de la pièce, du nombre de personnes présentes, des activités effectuées ou encore de la ventilation déjà en place.

Un bon indicateur du renouvellement de l'air dans une pièce est le niveau de dioxyde de carbone (CO₂). Facilement mesurable à l'aide de petits capteurs, le dioxyde de carbone est émis lors de la respiration et s'accumule dans la pièce au fil du temps. La



Relation entre conditions climatiques (température et humidité relative) et propagation aérienne du virus (source : Predict)

concentration atmosphérique en CO₂ est, en moyenne, de 400 ppm ; plus un espace est clos, mal ventilé, et contient un grand nombre de personnes, plus la concentration en dioxyde de carbone est importante et croissante.

Le collectif Projet CO₂ présente une grille de lecture des situations possibles :

- **< 800 ppm** : ceci correspond à une qualité d'air excellente et constitue donc une valeur « cible » à atteindre ;
- **entre 800 et 1 000 ppm** : ceci correspond à une qualité d'air moyenne ;
- **entre 1 000 et 1 500 ppm** : ceci correspond à une qualité d'air modérée et à des valeurs trop élevées en contexte Covid-19 ;
- **> 1 500 ppm** : ceci correspond à une qualité d'air basse et à des valeurs beaucoup trop élevées en contexte Covid-19.

Les rapporteurs recommandent l'installation et l'usage des capteurs de CO₂ dans les ERP afin de faciliter la mise en place des mesures d'aération et de diminuer le risque de contamination par aérosols dans la lutte contre le SARS-CoV-2. Un tel usage dépasse d'ailleurs la lutte contre la Covid-19 et s'étend à la prévention des épidémies saisonnières et respiratoires, comme la grippe et la bronchiolite, et à l'objectif général de santé publique qu'est une bonne qualité de l'air intérieur.

On voit par ailleurs se développer un marché des purificateurs d'air, censés aspirer et « nettoyer » l'air intérieur au moyen de filtres mécaniques ou de procédés physiques ou chimiques, sans qu'il soit besoin d'ouvrir les fenêtres. Ils seraient surtout indiqués en cas

de pic de pollution en extérieur, puisqu'ouvrir les fenêtres pour aérer pourrait alors être contre-productif.

Les techniques (filtration, piégeage, oxydation, etc.) sont antérieures à la pandémie de Covid-19 et visent à éliminer les polluants de l'air intérieur. L'efficacité de certains dispositifs rend possible leur utilisation pour assainir l'air ambiant des agents pathogènes, et donc potentiellement du virus SARS-CoV-2. Au vu des avis rendus par les agences sanitaires, les rapporteurs estiment que les purificateurs d'air équipés de filtres HEPA 13 ou 14 sont la solution de référence et qu'il convient de rester prudent quant à l'utilisation des autres techniques, notamment dans les ERP. En effet, les filtres mécaniques HEPA n'initient aucune réaction physico-chimique susceptible de produire des polluants.

Les rapporteurs soulignent que l'amélioration de la qualité de l'air intérieur doit reposer en priorité sur un renouvellement de l'air résultant de la ventilation et de l'aération, dès lors que la qualité de l'air extérieur le permet, et que l'usage de purificateurs d'air doit être vu comme une mesure complémentaire.

C'est sur la toile de fond formée par tous ces éléments que s'est déroulée l'audition publique du 4 novembre 2021 sur le thème « Transmission du virus dans les espaces confinés, rôle des capteurs de CO₂ et des purificateurs d'air ». Cette audition publique a permis d'approfondir nombre de sujets et les **dix recommandations formulées par les rapporteurs** visent à proposer une stratégie globale non seulement pour la prise en compte des interactions entre la pollution de l'air et l'épidémie de Covid-19 mais aussi, plus globalement, au service de la qualité de l'air dans les milieux confinés.

Recommandations

1. Encourager la mise en place d'études épidémiologiques de cohorte afin d'améliorer la connaissance des effets de l'exposition chronique à la pollution de l'air sur la résistance au SARS-CoV-2 ;
2. Examiner la prise en compte des données atmosphériques telles que la température, l'humidité relative, le rayonnement UV et la pollution de l'air dans les modèles épidémiques, à la fois pour effectuer des prévisions à court terme et pour évaluer la saisonnalité de l'épidémie ;
3. Développer la pédagogie et la vulgarisation autour du transport et de la transmission du virus par aérosols, surtout en milieu confiné ;
4. Renforcer les politiques d'incitation au renouvellement de l'air dans les milieux clos, avec un accent particulier sur les ERP, en appuyant ces politiques par l'installation et l'usage généralisés de capteurs de CO₂ performants qui permettent de disposer d'un indicateur efficace. Cette mesure doit dépasser la lutte contre le Covid-19 et s'étendre à la prévention des épidémies saisonnières et respiratoires (grippe, bronchiolite) ;
5. Accompagner le développement des capteurs de CO₂ par un guide des bonnes pratiques, qui explique les manières d'utiliser le dispositif et alerte sur la nécessité de porter attention à la qualité de l'air extérieur avant l'ouverture des fenêtres ;
6. Mener une campagne nationale de tests d'efficacité des purificateurs d'air dans les ERP (écoles, EHPAD, établissements sportifs, etc.), en partenariat notamment avec le ministère de l'Éducation nationale et les collectivités territoriales, et dans un contexte global de gestion de la qualité de l'air intérieur afin de mettre en évidence une éventuelle valeur ajoutée par rapport aux simples mesures de ventilation. Cette campagne pourrait être menée par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) ;
7. Définir un cadre juridique national pour l'installation et l'utilisation des purificateurs d'air dans les ERP, listant les technologies autorisées et les obligations d'entretien ;
8. Favoriser les technologies utilisant des filtres HEPA 13 ou 14 en cas d'utilisation de purificateurs d'air ;
9. Rendre systématique les essais en conditions dites « réelles » de l'équipement complet formant l'unité mobile de purification d'air. Il ne s'agit pas de tester seulement le filtre en laboratoire mais l'intégralité de l'appareil afin de garantir la qualité du flux sortant ;
10. Définir des règles d'hygiène et sécurité nécessaires à la protection des personnels chargés de l'entretien des purificateurs et mettre en place une filière de gestion ou de recyclage des filtres usagés garantissant la protection de l'environnement.

Pour consulter le rapport :

www.senat.fr/opecst

www.assemblee-nationale.fr/commissions/opecst-index.asp