

En perspective du déconfinement, Denis Dessus, Président du Conseil National de l'Ordre des Architectes et le Dr Suzanne Déoux, fondatrice de MEDIECO, signent une tribune dans laquelle ils appellent à une réflexion à la fois globale et pragmatique pour que les bâtiments ne participent pas à l'extension ou à la reprise de l'épidémie de COVID-19....

Écoles, bureaux, comment limiter le risque COVID-19 dans les bâtiments ?

Le 29 avril 2020

Dès le 26 mars 2020, le Conseil national de l'Ordre des Architectes (CNOA) a alerté sur les risques sanitaires liés à l'installation de malades dans des locaux inadaptés et sur la nécessité d'intervenir en urgence sur les EHPAD. Il rappelait notamment le besoin d'organiser l'espace pour éviter les croisements critiques des flux, la nécessité d'abaisser la charge virale de l'air ambiant et de contrôler les flux aérauliques en intervenant sur les systèmes de ventilation.

Actuellement, en période de préparation du déconfinement et de réutilisation de locaux qui auront été inoccupés depuis plus de deux mois, une réflexion à la fois globale et pragmatique, au cas par cas, s'impose afin que les bâtiments ne participent pas à l'extension ou à la reprise de l'épidémie de COVID-19.

Interrompre la chaîne de transmission dans le bâtiment

Comme lors des infections respiratoires virales, le virus SRAS-CoV-2 se transmet par contact direct de personnes infectées, de surfaces ou d'objets que ces personnes ont touché ou sur lesquels se sont déposées de grosses gouttelettes contenant du virus expiré par les individus contagieux. Les gouttelettes peuvent également atteindre directement les personnes à proximité immédiate de celle qui est infectée. On comprend que le lavage fréquent des mains et le maintien d'une distance d'au moins un mètre (longueur d'un bras), évitent de contracter l'infection.

Le maintien de la distanciation physique doit pouvoir s'organiser dans des locaux où la densité d'occupation humaine est, au contraire, la règle pour des raisons économiques. Par exemple, cette épidémie met en lumière qu'un accueil correct des élèves ne peut être assuré en dessous de surfaces minimales qui mériteront, quand l'épidémie sera terminée, d'être reconsidérées selon le nombre d'enfants, l'évolution des besoins et des modes pédagogiques.

Concernant les modalités de réouverture des écoles, le Conseil scientifique COVID-19 recommande, dans sa note du 24 avril 2020¹, « ***le lavage des mains*** (eau, savon liquide, papier à usage unique) au minimum à l'arrivée à l'école, avant le début de la classe et à la fin des cours, avant et à la fin de chaque repas et chaque fois que les mains auront pu être souillées par des liquides biologiques. » Ces recommandations ne seront pas sans poser des difficultés et soulèvent un problème récurrent. Depuis de nombreuses années, les toilettes scolaires

¹ Conseil scientifique COVID-1. Enfants, écoles et environnement familial dans le contexte de la crise COVID-19. Note du 24 avril 2020.

posent une réelle et grave question de santé publique comme alertait déjà l'ONSES² en 2007 : nombre insuffisant, éloignement trop important des salles de classe, pas de ventilation dans 65 % des écoles, nettoyage insuffisant, insécurité, etc. Certains sanitaires ne sont pas équipés de lavabos, ne sont pas pourvus de savon, de serviettes en papier, de papier toilette... Cette épidémie remet en lumière le vide juridique et administratif, car il n'existe pas de réglementation proprement dite sur les caractéristiques des sanitaires scolaires : surface, nombre, équipement. A ce jour, les municipalités confrontées aux besoins de construction et de rénovation des écoles dont elles ont la responsabilité établissent la plupart du temps leur propre cahier des charges.

Jusqu'à ces derniers jours, face à la pénurie d'équipements de protection individuelle, **la question du transport par l'air de particules chargées de virus** a été peu ou pas du tout abordée.

Des chercheurs de l'Institut technique du Massachusetts³ et de l'Université de Queensland en Australie⁴ rappellent les travaux récents qui mettent en évidence que si l'expiration, les éternuements et la toux génèrent des grosses gouttelettes mucosales qui se déposent près du point d'émission, ils créent aussi de plus petites gouttelettes libres de voyager dans l'air et de transporter leur charge virale à des mètres voire des dizaines de mètres dans l'air intérieur (Voir Figure 1). La transmission virale s'effectue alors par aérosol.

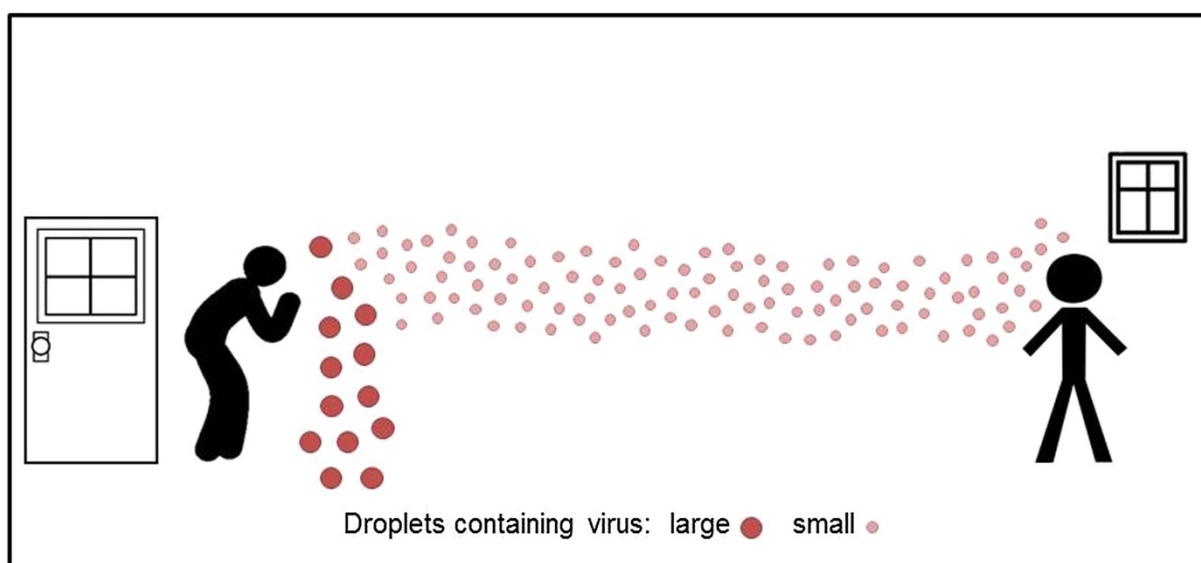


Figure 1. Les plus grosses gouttelettes avec un contenu viral se déposent près du point d'émission (transmission des gouttelettes), tandis que les plus petites peuvent parcourir des mètres ou des dizaines de mètres de longues distances dans l'air à l'intérieur (transmission par aérosol).

Le professeur Lidia Morawska, expert de renommée mondiale en matière de qualité de l'air à l'Université du Queensland et le professeur Junji Cao de l'Académie chinoise des sciences

² ONSES : Observatoire national de la sécurité et de l'accessibilité des établissements d'enseignement

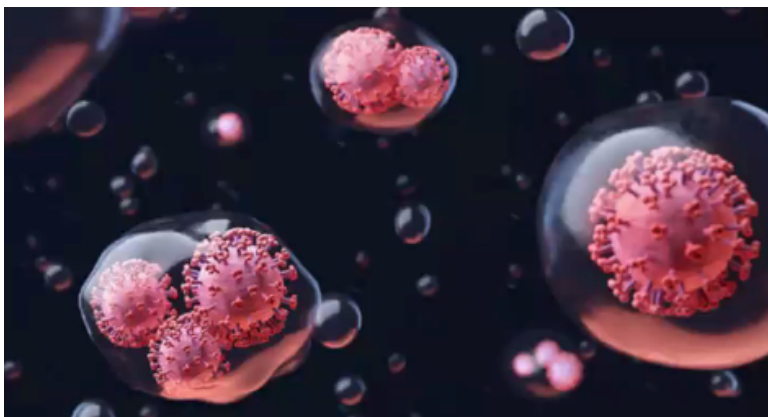
³ L. Bourouiba. Turbulent Gas Clouds and Respiratory Pathogen Emissions Potential Implications for Reducing Transmission of COVID-19. JAMA. March 26, 2020. Massachusetts Institute of Technology

⁴ L. Morawska and J. Cao. Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. Environment International June 2020. International Laboratory for Air Quality and Health (ILAQH), School of Earth of Atmospheric Sciences, Queensland University of Technology, Brisbane, Queensland, Australia and Key Lab of Aerosol Chemistry & Physics (KLACP), Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

rappellent que « le précédent coronavirus, le SARS-CoV-1, s'est propagé dans les airs comme cela a été signalé dans plusieurs études et a expliqué rétrospectivement la voie de transmission dans plusieurs établissements et dans les aéronefs. Une revue de l'Organisation mondiale de la santé (OMS 2009) a révélé que les maladies infectieuses virales peuvent être transmises à des distances pertinentes pour les environnements intérieurs par les aérosols (par exemple, les infections aéroportées) et peuvent entraîner de grands groupes d'infection en peu de temps. Comme il existe de nombreuses similitudes entre ces virus, il est très probable que le SARS-CoV-2 puisse se propager par voie aérienne.

Il est difficile d'expliquer pourquoi les autorités de santé publique marginalisent l'importance de la transmission aérienne des coronavirus, mais une raison possible est qu'il est difficile de détecter directement les virus se déplaçant dans l'air. Immédiatement après l'expiration, le panache portant le contenu viral expiré est dilué et, au fur et à mesure transporté par le flux d'air. Dans ce processus, la concentration du virus n'augmente pas uniformément dans l'environnement intérieur de l'espace clos, mais elle n'est élevée que dans le flux. Par conséquent, l'échantillonnage pour la détection du virus nécessite une connaissance du flux d'air de la personne infectée et une période d'échantillonnage suffisamment longue pour collecter suffisamment de copies des virus.

Ces deux exigences posent des défis majeurs : les microbiologistes qui collectent des échantillons viraux ne sont normalement pas des experts en construction de dynamique des flux, et la praticité empêche de longs temps d'échantillonnage qui



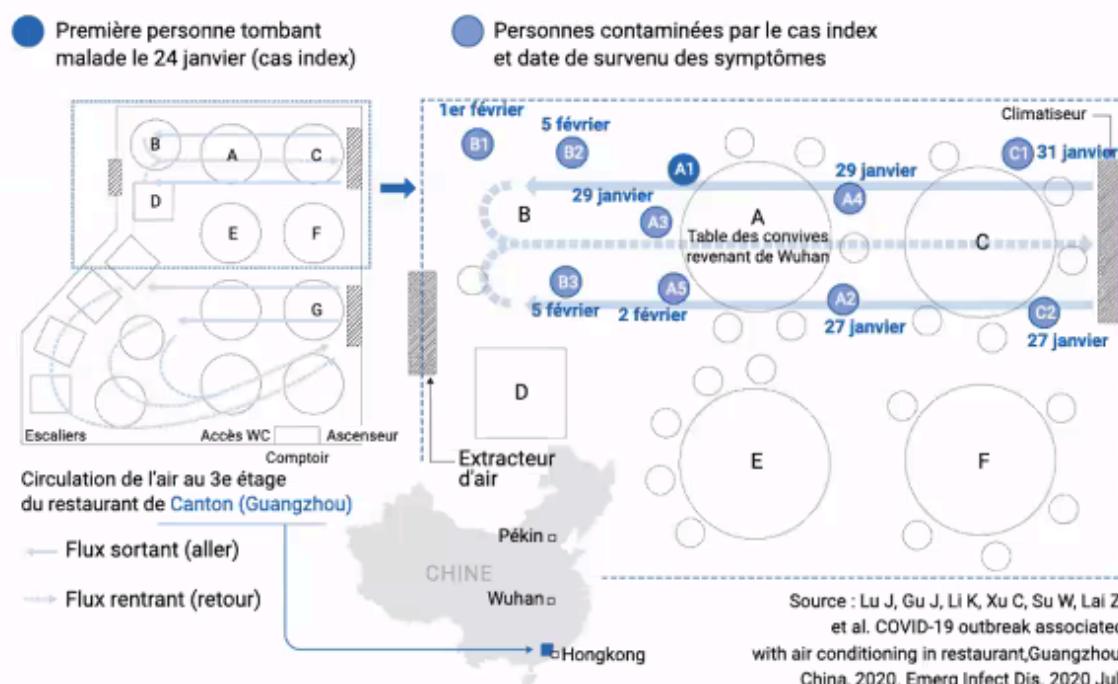
seraient adéquats pour la sensibilité des méthodes de détection virale existantes. Le fait qu'il n'existe pas de méthodes simples pour détecter le virus dans l'air ne signifie pas que les virus ne voyagent pas dans l'air. Nous avons déjà perdu un temps précieux en ignorant ce mode de propagation et nous devons agir sur la base de l'hypothèse que le COVID-19 se propage dans l'air ».

Les exemples de transmission virale sans contact sont nombreux : l'analyse du modèle de propagation du COVID-19 en Chine révèle de nombreux cas de transmission sans contact, en particulier dans les zones situées en dehors de Wuhan. Dans un article récent⁵ qui a évalué la dispersion virale dans l'environnement hospitalier, le virus a été détecté sur les sorties d'évacuation d'air, ce qui suggère que le virus se trouvait dans des gouttelettes déplacées par les flux d'air. Les systèmes de ventilation pourraient propager le virus. Ce type de transmission est capable d'infecter un grand nombre de personnes rapidement comme en témoigne l'épidémie survenue à Canton dans un restaurant à air conditionné⁶ où une personne

⁵ Ong SWX, Tan YK, Chia PY, et al. Air, surface environmental, and personal protective equipment contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a symptomatic patient. JAMA. Published online March 4, 2020.

⁶ Lu J, Gu J, Li K, Xu C, Su W, Lai Z et al. COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020. Emerg Infect Dis. 2020 Apr 2;26(7)

asymptomatique venant de Wuhan a contaminé, pendant le repas, 9 autres personnes, toutes distantes de plus d'un mètre. Le facteur clé de la contamination semble être les flux d'air extrait et soufflé selon la figure suivante.



Par conséquent, **toutes les précautions possibles contre la transmission aérienne dans les espaces clos doivent être prises** : ouverture des fenêtres, augmentation du débit de ventilation et de la durée de fonctionnement, arrêter la recirculation de l'air et le fonctionnement de certains systèmes de récupération de chaleur, ne pas rester dans le flux d'air direct d'une autre personne et réduction du nombre de personnes partageant le même environnement. Ces précautions se concentrent sur l'environnement intérieur : maisons de retraite, soins infirmiers, hôpitaux, mais aussi commerces, bureaux, écoles... c'est-à-dire dans tout lieu, où le risque d'infection est le plus élevé, en raison de l'accumulation possible de particules transportant le virus aéroporté, et d'une plus grande densité de personnes.

Pour le retour à l'école des élèves, le Conseil scientifique COVID-19 mentionne dans sa note¹ la nécessité de « l'aération des salles de classe, en particulier lors des temps de pause (récréation, déjeuner, changement de salle de classe) ».

Les écoles construites avant les années 60-70 fonctionnent en ventilation naturelle, il faut donc veiller à ouvrir les fenêtres régulièrement, si possible avant l'arrivée des enfants et à chaque interruption, récréation etc. Les établissements avec une ventilation mécanique devront en augmenter le débit, et renforcer le renouvellement par une ventilation naturelle. Les systèmes récents et plus sophistiqués de ventilation double-flux, très performants énergétiquement, plus complexes de maintenance, devraient être corrigés pour un fonctionnement évitant le recyclage. Nous arrivons dans des périodes où les problématiques énergétiques sont moins aiguës, ce qui devrait faciliter ces adaptations de fonctionnement.

Les immeubles tertiaires, administrations et sièges sociaux, notamment ceux aux façades étanches à l'air, caractéristiques des quartiers d'affaires comme La Défense, nécessitent des diagnostics au cas par cas. En fonction des différents locaux, accueil du public, réunions, open

spaces... les systèmes de ventilation, mais également la nature des revêtements et la densité d'occupation, l'analyse des espaces investis par les flux d'utilisateurs, dont les ascenseurs, devraient être analysés. Cela n'est pas sans conséquences probables sur le fonctionnement, avec une modulation de l'occupation notamment permise par le télétravail, les installations techniques et l'organisation spatiale.

***Le confinement, un mot dont le sens dépend du moment !
À respecter en temps de COVID-19, mais à éviter absolument dans tout bâtiment !
Le renouvellement d'air de tout local occupé est indispensable.***

Désinfecter sans intoxiquer

Pour rassurer la population, il est annoncé la désinfection des locaux avant leur réutilisation. Les caractéristiques du COVID-19 ne réclament pas beaucoup plus de dispositions que la reprise d'activités en septembre après une longue période d'interruption de congés d'été. La réouverture doit être précédée d'une ventilation importante, d'un nettoyage complet, de l'élimination des poussières et des moisissures qui ont pu apparaître dans des volumes clos. Par contre, en fonctionnement, la présence potentielle du virus doit être intégrée dans les préconisations.

La durée de l'infectiosité du virus est conditionnée par plusieurs paramètres comme le type de support, l'humidité résiduelle, la température, la quantité de liquide biologique et la concentration virale initiale. La stabilité de plusieurs coronavirus dont le SARS-CoV-1 et -2 a été testée expérimentalement en 2020 sur des surfaces différentes. Le plastique et l'acier inoxydable offrent une plus grande stabilité au virus. Sur le carton, aucune persistance n'a été détectée après 24 heures, et sur le cuivre, après 4 heures. Il n'y a pas de différence de persistance environnementale entre les deux virus testés. Toutefois, les études ne permettent pas d'apporter d'éléments sur la transmissibilité du virus aux personnes qui rentreraient en contact avec ces surfaces contaminées.

Le Conseil scientifique COVID-19 préconise que « le bionettoyage des établissements scolaires (salles de classe mais aussi parties communes) en insistant sur les zones fréquemment touchées (poignées de porte, interrupteurs, par exemple) devra être réalisé plusieurs fois par jour avec les produits adéquats et au mieux avec des lingettes désinfectantes pour les surfaces. »

***Il faut donc identifier les surfaces fréquemment touchées,
d'abord les nettoyer et ensuite les désinfecter.***

L'inactivation des coronavirus humains est obtenue avec les procédures de désinfection des surfaces avec des solutions de 62-71 % d'éthanol, 0,5 % de peroxyde d'hydrogène ou 0,1 % d'hypochlorite de sodium et avec un temps de contact minimum d'une minute. Dans son avis du 18 février 2020, le Haut Conseil en Santé Publique signale « qu'aucun désinfectant n'a été testé sur le SARS-CoV-2. La norme EN 14 476 utilise deux virus test dont le poliovirus qui est un virus nu, particulièrement résistant. Compte tenu des incertitudes quant à la survie des coronavirus et à l'activité des produits désinfectants, et dans ce contexte de virus émergent ayant un pouvoir pathogène important et entraînant des maladies sans traitement spécifique,

il est légitime de proposer une stratégie de sécurité, visant une activité validée sur un virus particulièrement résistant (poliovirus)».

Parmi les différentes familles de désinfectants de surface, plusieurs sont irritants voire caustiques comme le chlore et ses dérivés, d'autres allergisants comme les ammoniums quaternaires, les aldéhydes dont le formaldéhyde, les phénols. Les alcools sont peu toxiques et non corrosifs. Les produits parfumés participent à la dégradation de la qualité de l'air intérieur en raison de leurs émissions de substances irritantes et allergisantes. Les lingettes désinfectantes sont pour la plupart imprégnées d'une solution comprenant des substances actives telles que de l'éthanol, de la chlorhexidine digluconate, du chlorure de benzalkonium, ammonium quaternaire responsable d'allergies cutanées et respiratoires. L'utilisation de gants est recommandée pour l'utilisation de ces lingettes.

Dans son actualité du 2 avril 2020, l'Agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES) attire l'attention sur les intoxications liées à la désinfection en lien avec le COVID-19. Les Centres antipoison signalent de nombreux accidents domestiques et intoxications pour lesquels plusieurs origines ont été identifiées : les nettoyeurs et désinfectants, les solutions hydro-alcooliques, les huiles essentielles et les anti-inflammatoires. L'Anses rappelle que les huiles essentielles ne constituent pas un moyen de lutte contre le coronavirus. L'utilisation des huiles essentielles par voie aérienne (spray) pour « assainir un espace clos », peut être à l'origine de signes respiratoires chez des personnes ayant des affections respiratoires chroniques (asthme...). Les femmes enceintes ou allaitantes ne doivent pas utiliser les huiles essentielles.

Hors installation hospitalière et cabinets de soins spécialisés, la purification de l'air ne peut être une solution à la dispersion virale dans les locaux tertiaires et résidentiels. Divers appareils sont proposés qui n'utilisent pas tous les mêmes procédés. Certains s'avèrent inefficaces face aux virus et d'autres peuvent être sources de polluants secondaires.

Quelles conséquences de la crise COVID-19 sur nos futurs bâtiments ?

Cet événement sanitaire va nécessairement impacter les programmes architecturaux. Nous nous battons depuis des décennies pour que la problématique santé soit un des paramètres clefs quand on pense l'architecture, en construction neuve comme en rénovation.

Les hôpitaux devront tendre à encore plus de flexibilité, même s'ils ont tenu le choc et prouvé leur efficacité. En effet, il y a eu peu de recours à des structures créées dans l'urgence comme nous avons pu le voir dans d'autres pays, et de nombreux services libérés pour accueillir des patients COVID n'ont pas été utilisés.

Les EHPAD, malgré nos alertes, n'ont pas pu ou su mettre à temps en œuvre les dispositions qui s'imposaient, dépistage, déplacement des résidents dans des services ou bâtiments dédiés, protocoles et modification des flux de circulation résidents, visiteurs et personnel, sas de désinfection, modification des ventilations. Les futurs établissements devront prévoir ces possibilités d'aménagement, concevoir les chambres comme de vrais logements, proposer plus de liens aux résidents avec le monde extérieur, liens nécessaires à la bonne santé psychologique.

Espérons que l'expérience de l'utilisation à temps plein de nos logements va améliorer la qualité de l'offre des bailleurs et promoteurs. Oui, il faut des appartements traversants, ventilés, avec des volumes, des vues et des espaces extérieurs, pour travailler, et avoir une vie familiale.

Les programmes scolaires sont à réinventer, en évitant les salles de classe manquant de volume et de surface par élève, des circulations étroites et inadaptées, en reconsidérant enfin la configuration des toilettes, indispensables à l'acquisition et au maintien des réflexes d'hygiène comme en témoigne cette épidémie.

Les immeubles tertiaires vont devoir s'adapter à la problématique santé, mais surtout intégrer le bouleversement des modes de travail que beaucoup d'actifs ont découverts et appréciés, ces deux derniers mois.

Le risque infectieux n'est qu'un élément d'une démarche holistique de la conception architecturale, qui prend en compte tous les paramètres fonctionnels, émotionnels, financiers et patrimoniaux, écologiques, climatiques etc. Intégrons-le, mais ne refaisons pas l'erreur de la rénovation « énergétique » qui a cristallisé pendant des années l'action publique sur un seul critère.

Denis DESSUS, *Président du Conseil National de l'Ordre des Architectes*

Suzanne DÉOUX, *docteur en médecine, ORL, professeur associé honoraire à l'Université d'Angers, Ingénierie de santé dans le cadre bâti et urbain, fondatrice MEDIECO et Présidente BÂTIMENT SANTÉ PLUS*