**REVUE**

**Covid-19** **: la voie de transmission orale lors des repas et des boissons partagées est-elle crédible ?**

Covid-19: is the oral transmission route during shared meals and drinks credible?

**Dr Jean-Michel WENDLING1, Dr Aure SAULNIER2, Pr Jean-Marc SABATIER3**

**1 ACST - Strasbourg - Santé au Travail - 37 avenue de Colmar - 67000 Strasbourg**

**2 Membre de la Société Française de Virologie - France**

**3 Université Aix-Marseille - Institut de Neuro-physiopathologie (INP) - UMR 7051, Faculté de Pharmacie, 27 Bd Jean Moulin, 13385 Marseille Cedex, France**

Auteur correspondant : jean-michel.wendling@acst-strasbourg.com

**Liens d’intérêt** **:** Les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d’intérêt en rapport avec cet article.

**Résumé** **:**

Les études épidémiologiques et observationnelles convergent aujourd’hui pour suspecter un risque de contracter la Covid-19 autour des repas et des prises de boissons partagées. La contamination des objets de la table (assiettes, couverts, verres) ou des aliments et boissons mis en bouche est possible par la voie des gouttelettes projetées lors de la parole ou par des contacts directs par les mains souillées. Cette contamination pourrait impliquer les employés de la chaîne alimentaire, le personnel des restaurants ou des bars et les convives entre eux. La biopersistance sur les mains et les aliments froids soutient l’hypothèse d’une contamination par voie alimentaire. La voie oro-digestive est une voie d'infection également confortée par la présentation clinique des malades, la présence de récepteurs ACE2 et TMPRSS2 et celle du virus SARS-CoV-2 retrouvé dans l’ensemble du tube digestif. En outre, la reproduction de la maladie *via* des modèles expérimentaux d'inoculation orale chez les animaux confirme cette hypothèse. La prévention autour de la chaîne alimentaire et autour de la prise du repas par des mesures d’hygiène strictes notamment l’hygiène des mains est essentielle et devrait facilement être étendue à d’autres champs d’application de la vie quotidienne.

**Abstract:**

Epidemiological and observational studies converge to suspect today a risk of contracting Covid-19 around shared meals and drinks. Contamination of table objects (plates, cutlery, glasses) or food and beverages put in the mouth is possible through droplets projected during speech or through direct contacts by dirty hands. This contamination could involve employees in the food chain, restaurant or bar staff and diners among themselves. Biopersistence on hands and cold food supports the hypothesis of contamination by the food route. The oral-digestive route is also supported by the clinical presentation of the patients, the presence of ACE2 and TMPRSS2 receptors and the SARS-CoV-2 virus found in the entire digestive tract. In addition, the reproduction of the disease *via* the oral route in experimental animal models confirms this hypothesis. Prevention around the food chain and around the meal by strict hygiene measures, especially hand hygiene, is essential and may be extended to other fields of application of everyday life.

**Mots clés** **:** SARS-CoV-2, Covid-19, contamination, voie digestive, épidémiologie, restaurants, aliments.

**Key words:** SARS-CoV-2, Covid-19, contamination, digestive route, epidemiology, restaurants, food.

**Introduction** **:**

Le coronavirus de type 2, responsable du syndrome respiratoire aigu sévère (SARS-CoV-2 ), couramment appelé Covid-19 (*coronavirus disease 2019*) est apparu fin 2019, provoquant rapidement une pandémie (1). Comprendre le ou les modes de contamination par le SARS-CoV-2 est essentiel pour mieux prévenir sa transmission entre les patients sources et les sujets naïfs. Le virus est présent dans de nombreux liquides biologiques qui sont expulsés dans l’environnement ; en priorité dans la salive, les sécrétions bronchiques et les selles. Il n'existe à ce jour pas de preuves absolues de transmission de virus responsables de maladies respiratoires par les aliments ou les emballages alimentaires : certains auteurs pourtant le suggèrent (2). Le risque d’infection Covid-19 par voie alimentaire est considéré par l’OMS et le CDC comme improbable (3). En Chine, entre juillet et août 2020, de nombreux cas de contamination des aliments par le SARS-CoV-2 ont été suspectés *via* les matériaux d'emballage, l'environnement de stockage et la surface des aliments crus surgelés importés (4). Le SARS-CoV-2 peut conserver son pouvoir infectieux sur les produits alimentaires contaminés ; cependant, l’imputabilité de la consommation d'aliments et l'invasion virale ultérieure des tissus corporels n'ont pas été retenues jusqu’alors. Le risque de Covid-19 par la voie d’entrée orale est pourtant théoriquement possible voire probable puisque le virus peut atteindre les personnes par le biais d’un objet (verre ou un couvert) mis en bouche, il en est de même pour un aliment qui aurait été souillé avec les mains ou par les projections d'une toux ou d'un éternuement. Les mains semblent être un vecteur important de dispersion du virus sur les surfaces. Les mains d’un malade peuvent être souillées par l’écoulement nasal, la salive de la bouche ou les selles en cas de défaut d’hygiène. Nous allons tenter d’apporter les arguments pour étayer ces hypothèses.

**Risque attribué aux emballages et aux aliments**

En mai 2020, la résurgence de l’épidémie à Pékin sur le marché de Xinfadi (XFDM) a été attribuée à cinq échantillons de saumon importé qui étaient testés positifs au SARS-CoV-2. Ce produit a été vendu au stand S14 le 30 mai 2020 et tous les sept employés étaient ensuite tombés malades. Le dépistage sérologique (IgM /IgG) a permis d’identifier cinq clients qui avaient visité le stand. L’analyse phylogénétique des différents prélèvements et la reconstruction épidémiologique des transmissions successives confortent l’hypothèse d’une résurgence du Covid-19 à Pékin déclenchée par une transmission d'environnement à homme provenant d'aliments importés contaminés *via* la logistique de la chaîne du froid, selon les auteurs (5). Entre juillet et décembre 2020, la Chine a suspendu l'importation de très nombreux produits alimentaires suite à la découverte de contamination d’emballages de crevettes, de poulet brésilien, de saumon norvégien, de tranches d'oreilles de porc importé des Etats-Unis, de crème glacée et d'autres aliments surgelés en provenance de nombreux pays, estimant que la présence de nouveaux cas était liée à l'importation d'aliments, contaminés ou souillés par le SARS-CoV-2, en provenance des usines d'emballage et de transformation des aliments (6). En septembre 2020, cinquante des 421 échantillons de l’emballage extérieur de morues congelées ont été testés positifs au SARS-CoV-2. Avec les données épidémiologiques de suivi des travailleurs et le séquençage du virus, les auteurs ont conclu que la résurgence épidémique de Qingdao était également probablement causée par la contamination de l’emballage extérieur de la morue pendant la production ou lors du transport en liaison froide (-18°C) (7).

**Des malades sur toute la chaîne alimentaire**

Entre le 1er mars et le 31 mai 2020, dans 30 états des USA du secteur de production agricole et des usines de transformation des aliments, 8978 travailleurs ont été contaminés et 55 travailleurs en sont morts. Le pourcentage de travailleurs atteints variait de 2,0 % à 43,5 % par État (8). Dans la production agricole, les salariés ont été très touchés dans de très nombreux pays. Le comté d’Okanogan par exemple, dans l’État de Washington, a connu une flambée au cours de l’été 2020. Parmi 3708 travailleurs dans l’exploitation, l’incidence cumulative sur trois mois était de 23 % dont 28 % concernant des employés qui travaillaient à l’emballage et au tri des fruits (9). Dans les installations de transformation de la volaille et de la viande, de nombreux travailleurs ont été touchés (10). En outre, une étude environnementale sur 116 installations de production alimentaire entre le 17 mars et le 3 septembre 2020 a mis en évidence 278 contaminations de surfaces (1,23 % des prélèvements de toutes les usines). Dans un des établissements, le taux élevé de tests surfaciques positifs initiaux (40 %) a motivé le diagnostic PCR du personnel associé aux tests surfaciques en temps décalé : les échantillons humains et environnementaux prélevés ont révélé 10,90 % et 8,54 % d’échantillons positifs respectivement pour l’ARN viral (11).

Dans le secteur de la livraison à Quito, en Équateur, de juillet à août 2020, le taux d’incidence de Covid-19 était beaucoup plus élevé (15,2 %) que la moyenne nationale chez les motocyclistes de deux des principaux services de livraison en ligne (12). Une étude rétrospective cas-témoins de Santé publique de Grenade interrogeant les habitudes durant le confinement montre que la prévalence de la maladie était significativement plus élevée pour ceux utilisant le service de livraison à domicile comparativement à ceux qui choisissaient de faire leurs achats en magasin. Ce sur-risque serait cohérent avec un nombre plus important d’intervenants et notamment des denrées livrées potentiellement contaminées par des livreurs malades (13).

Dans le secteur de la préparation des repas, à l'hôpital Bach Mai (BMH) à Hanoï entre le 18 mars et le 14 avril 2020, sur les 46 positifs au SARS-CoV-2 confirmés dans tout l’hôpital, 27 concernaient l'entreprise de restauration hospitalière (28 %). Seuls deux cas étaient symptomatiques, avec fièvre et toux. Le personnel fournissait la nourriture et les boissons au personnel et aux patients de l'hôpital et gérait les cantines de l'hôpital et les tâches de nettoyage, se déplaçant dans tout l'hôpital. La cause de la transmission entre le personnel de l'entreprise pourrait être le contact étroit qu'ils ont eu pendant leur travail sans équipement de protection adéquat (14).

**Présence de SARS-CoV-2 dans les liquides biologiques**

L’ARN du SARS-CoV-2 a été détecté chez les patients malades très souvent dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire, le nasopharynx et les expectorations, les sécrétions respiratoires (15), le suc gastrique et les matières fécales (16) de patients symptomatiques et asymptomatiques, moins fréquemment dans le sang (17), les larmes, le cérumen (18) et plus rarement dans le lait maternel (19), le sperme (20), les sécrétions vaginales (21), l’urine (22). Sa présence sur la peau n’est pas liée à la sueur qui a été toujours retrouvée négative à notre connaissance (23).

**Modes de contamination de l’environnement**

L’expulsion du virus dans l’environnement est principalement lié à l’émission de grosses gouttelettes et d’aérosols lors de la respiration, de la parole et surtout de la toux et des éternuements (24–26). Le rôle exact des particules de moins de 5 microns comme voie de transmission majoritaire reste discuté et controversé (27). Selon les modélisations décrites par Mizukoshi et ses collaborateurs, le mode de contamination dépendrait de la concentration virale dans la salive. A des concentrations modérées, 60 à 86 % des contaminations se font par les grosses gouttelettes émises par le patient source et 9 à 32 % par des mains contaminées à partir de surfaces. Pour des charges virales importantes, les auteurs estiment que les mains sont le vecteur de transmission principal (41 à 83 %) (28). La question de la transmission du virus d’un patient infecté vers un sujet naïf *via* la porte d’entrée “bouche - yeux - nez” reste à préciser. Elle pourrait se faire de manière directe par projection ou inhalation, mais également *via* des objets souillés comme les couverts (ou les baguettes), les verres, les assiettes voire des aliments contaminés en surface mis en bouche. Une expérimentation en vie réelle avec dix cas dont neuf modérément symptomatiques et un asymptomatique a été menée autour de la période d’Halloween aux USA. Le SARS-CoV-2 a été détecté sur 60 % des bonbons emballés sur lesquels dix malades avaient délibérément toussé mais également sur 60 % des emballages des bonbons manipulés avec les mains non lavées (29). Cette expérience en vie réelle atteste de la possibilité de contaminer directement des aliments ou leurs emballages par la toux ou indirectement *via* le vecteur que sont les mains.

Si on considère la parole ou la toux, il est admis que des gouttelettes de salive sont projetées à des distances variables en fonction de leur taille (30). Les plus grosses gouttelettes à comportement balistique comportent les charges virales les plus importantes. La quantité de virions expulsés sur les surfaces dépend de la charge virale et de la taille des gouttelettes émises (31). On peut estimer le nombre de virions sur la base de la taille de la gouttelette assimilée à une sphère, et la concentration de virus dans un millilitre de salive. Ainsi une macro-gouttelette de salive de 0,5 mm de diamètre pourrait contenir environ 2.105 virions si la charge virale du malade dans la salive est aux alentours de 3,3 109 virions/ml comme celle de certains sujets (2 % des positifs) identifiés comme potentiels super-propagateurs (hautement contagieux) qu’ils soient symptomatiques ou asymptomatiques (32).

Concernant les mains, des chercheurs ont cherché à évaluer la présence du virus sur les mains de malades : ainsi, sur seize patients PCR positifs, deux (12,5 %) avaient une contamination SARS-CoV-2 détectée sur les mains pour ceux qui n'observent pas une hygiène régulière des mains. Sur les patients interrogés, 75 % ont déclaré ne pas respecter strictement les règles d'isolement à domicile et ont visité des centres commerciaux où ils ont fait leurs courses dispersant possiblement le virus sur les surfaces touchées (33). Bien que la charge virale sur les mains n’ait jamais été évaluée à ce jour, la main peut être sérieusement envisagée comme potentiel vecteur de transfert du virus. Une fois sur les mains, la biopersistance sur la peau humaine a été montrée près de cinq fois plus longue pour SARS-CoV-2 (9 h) que pour le virus de la grippe (2 h) (34). Cette première étude a été complétée par un second travail expérimental qui montre que le virus est identifié vivant au moins après 96 h à 4°C et jusqu’à 8 h à 37°C sur les échantillons de peau de porc (*Sus scrofa*) (35).

La question du mode de contamination des mains n’est pas tranchée. Comme le virus n’est pas présent dans la sueur, les mains pourraient se charger en virus *via* la salive, l’écoulement nasal -le mouchoir n’ayant jamais été testé à notre connaissance- ou par les selles. En effet, les échantillons de selles collectés présentent un virus détectable avec généralement une durée de la positivité fécale de la RT-PCR significativement plus longue que la RT-PCR respiratoire (36). La présence du virus infectieux dans des échantillons de selles est rare mais a été confirmée dans plusieurs études suggérant qu’il pourrait être une source de contamination féco-orale (37). Dans l'écoulement nasal, la salive, l’expectoration et les larmes, le virus a cependant, en phase liquide, une stabilité dans le temps et une infectiosité bien plus importante (jusqu’à 21 jours) que dans les selles (jusqu’à 24 h) surtout en zone froide ou en période hivernale (38).

**Contaminations surfaciques** **: un indicateur indirect de dispersion**

Dans une étude hospitalière à Toronto, sur une grosse série de prélèvements, le virus était beaucoup plus fréquemment retrouvé sur les surfaces (26,3 %) que dans les prélèvements d’air (2 %) et le virus a pu être cultivé dans 14 % des échantillons surfaciques alors qu’aucun virus cultivable n’a pu être obtenu dans les prélèvements d’air sachant que les techniques utilisées, ont une forte probabilité d’altérer les virus présents (39).

Le SARS-CoV-2 est retrouvé sur les surfaces au sol autour des WC, sur les sièges des toilettes où les projections des chasses d’eau ont été incriminées. Mais les tests surfaciques le retrouvent particulièrement sur les surfaces touchées par des patients hospitalisés comme au niveau des fauteuils de cabinet dentaire, des robinets (40,41), des poignées de porte, des boutons d’ascenseur, des mains courantes, des barres de lits, des interrupteurs (42). Il est également très présent sur les surfaces touchées par les soignants comme sur les distributeurs de savon (20 %), les poignées de portes des cabinets médicaux, les stéthoscopes, les claviers, souris et imprimantes d’ordinateurs, les téléphones (2,5 %), l’équipement ophtalmologique, les écrans tactiles médicaux, les chaises du bureau de pharmacie, la station d’infirmière, les équipements de protection individuelle comme les gants (15 %) ou les combinaisons de travail (33,43,44). La contamination peut être issue d’individus malades ou asymptomatiques (42). Hors milieu de soins, le génome viral a également été détecté sur neuf stations d'alimentation en carburant en Iran avec 5/36 échantillons de pistolets des distributeurs d’essence positifs (45) et au niveau du clavier du guichet automatique bancaire en Arabie saoudite (33).

**Détection de SARS-CoV-2 autour des espaces repas et boissons**

SARS-CoV-2 a également pu être retrouvé dans les lieux de vie et les cuisines notamment sur les robinets, les poignées de porte de réfrigérateur, les mains courantes, et les comptoirs de bar dans des installations touristiques (46,47). L’ARN du SARS-CoV-2 a été détecté sur un ustensile alimentaire pendant la préparation des aliments et sur le comptoir du bar d’un *ferry-boat* (48), sur la table de la salle à manger, la surface de cuisine, le distributeur d’eau, la tasse de patients alors que les prélèvements d’air étaient tous négatifs (49). Enfin, l’ARN du SARS-CoV-2 a été détecté sur des baguettes en bois jetables utilisées par cinq patients. Cette étude démontre une présence fréquente de traces du virus sur des couverts en bois souillés par des patients asymptomatiques et post-symptomatiques. Dans deux cas, les baguettes étaient testées positives même après la disparition des symptômes chez les patients (50).

**Viabilité sur les surfaces** **: importante sur les matériaux utilisés en cuisine**

Le SARS-CoV-2 a été montré stable sur le plastique et l’acier inoxydable : il a été isolé jusqu'à 72 heures. Sur le carton, aucun SARS-CoV-2 infectieux n’a été mesuré après 8 h. Sur le cuivre, aucun SARS-CoV-2 infectieux n’a été mesuré après 4 h (51). Le virus est très stable à 4°C, il est détruit par la chaleur et les ultraviolets. Sa tenue dans le temps est meilleure sur les surfaces lisses que poreuses (52). Une étude a évalué la persistance dans le temps du SARS-CoV-2 sur des barquettes alimentaires en polyéthylène et en polystyrène à 24°C et 65 % d’humidité relative (HR) : ce travail a montré une diminution significative de 55,0 % (2,42 Log réduction) alors que 78,6 % de la charge virale initiale était toujours présente sur le polyéthylène après 48 h. Ce dernier reste contaminé plus longtemps et est potentiellement infectieux jusqu'à 72 h à température ambiante. Ceci souligne l'importance des caractéristiques matérielles des supports en contact avec les aliments (53). La survie du virus est plus longue dans des conditions hivernales ou froides (5°C/75 % HR) où les valeurs de demi-vie (t ½) peuvent atteindre 235 h sur une surface en acier avec un virus retrouvé infectieux au 21e jour (38).

**Biopersistance expérimentale du SARS-CoV-2 sur des aliments et dans les boissons**

Une équipe de chercheurs du National Food Virology Reference Center (NFVRC) a examiné la bio-persistance d’un virus proche (HCoV-229) sur différents produits frais (tomates, pommes, concombres, laitue). Le délai d’isolement du virus était de de 24 h sur pommes et tomates, tandis qu'il persistait jusqu’à 72 heures sur les concombres et les laitues (54). Une étude expérimentale sur le saumon montre que le SARS-CoV-2 inoculé sur le produit est demeuré cultivable pendant deux jours à 25°C et jusqu’à huit jours à 4°C (55). Le virus infectieux a pu être isolé au moins après 96 h à 4°C et jusqu’à 8 h à 37°C sur les échantillons de peau de porc (*Sus scrofa*) (35). L’infectiosité du virus dans le lait est stable dans le temps à la température de stockage habituelle de 4°C sur 48 h (56). La pasteurisation HOLDER permet cependant d’inactiver le virus (57). En plus du lait, le virus infectieux inoculé persiste entre le 7e et le 35e jour dans certaines boissons, notamment les jus de fruits, les boissons alcoolisées (teneur en alcool < 16 %) et l'eau. Des particules virales infectieuses ont pu être détectées jusqu'au 77e jour pour le lait, le lait de soja et l’eau. Il est à noter qu’en parallèle les particules virales infectieuses n'ont pas été détectées dans les boissons à base de thé à J0 et aux premiers temps d’analyse cinétique d’une incubation à 4°C, indiquant la présence potentielle de composés actifs pouvant entraver l'infectiosité du SARS-CoV-2 *in vitro* (58).

**Le sur-risque lié aux restaurants vu par l'épidémiologie**

Une étude cas-témoins rétrospective mondiale impliquant 67 pays et 41 États des USA a comparé des soignants (n=1130) entre un groupe "malade" (n =244) et un groupe "sain" (n=886) afin d’identifier les facteurs déterminants associés. Les soignants malades étaient très fortement associés au fait d’être allés dans un restaurant ou un bar (ORa=16,2) bien plus qu’à un contact continu et prolongé avec des patients Covid-19 sans masque (ORa=2,3). Il n’y avait aucun sur-risque associé aux procédures exposant aux aérosols (59). L’étude COMCOR de l’Institut Pasteur montre que les repas jouent un rôle central dans les contaminations, que ce soit en milieu familial (35 % des cas hors repas de Noël), amical (42 %), ou à moindre degré professionnel (15 %) (60). Le CDC montre que les cas-patients étaient plus susceptibles que les témoins d'avoir mangé dans un restaurant (ORa = 2,8) ou d’être allé dans un bar / café (ORa=3,9) dans les deux semaines précédant l'apparition de la maladie (61). Le CDC a également montré qu’autoriser les repas sur place dans les restaurants était associé à une progression des cas positifs et de décès (< 3 points de pourcentage) entre le 1er mars et le 31 décembre 2020 (62). Enfin, sur onze villes américaines comparées, celles ayant gardé leurs restaurants fermés étaient associées à une baisse de 43 % d'incidence des cas positifs sur quatre semaines par rapport aux autres (63).

**Etudes observationnelles autour des repas et des boissons**

De nombreux rassemblements qui impliquent de manger ou de boire, tels que les repas dans les restaurants, les festivités lors des mariages et dans les boîtes de nuit où l’on consomme des boissons, ont été associés à des événements super-propagateurs.

Historiquement, les premiers cas de transmission du SARS-CoV-2 qui ont été décrits concernaient dix personnes issues de trois familles (familles A-B-C) qui avaient mangé dans le même restaurant climatisé de Guangzhou, en Chine. Les auteurs concluent que le système de climatisation et la ventilation avait été le facteur explicatif de la transmission par voie aérosol. Les auteurs signalent qu’aucun membre du personnel ou d’autres convives du restaurant n’avaient été infectés sur la base d’absence de symptômes. Cependant, aucun dépistage n’avait pu être réalisé auprès du personnel de cuisine ou de salle. De plus, les échantillons de frottis du climatiseur étaient tous négatifs. L’hypothèse d’une contamination croisée par le contact successif des assiettes par les mains souillées des serveurs n’a pas été envisagée à cette époque (64). Sur le navire du Princess Diamond, Le système de climatisation central et le système de ventilation des cabines n'ont joué aucun rôle car tous les patients Covid-19 étaient largement répartis sans grappes spatiales d'infection (65). Par contre, quinze des vingt cas confirmés chez les membres d’équipage se sont produits chez des travailleurs des services alimentaires qui préparaient de la nourriture pour d’autres membres d’équipage et les passagers (66). Lors d’une croisière en Grèce, le 20 mars 2020, le personnel de service de salle à manger et d’entretien (un steward de cabine) faisait partie des trois premiers cas de Covid-19. L'arrêt de la préparation et du service des repas, des activités de ménage dans les cabines et du service de blanchisserie ont interrompu la transmission à bord. Les résultats de l’analyse multivariée ont indiqué que les repas dans certaines chambres et certains bars étaient significativement associés à l'infection (67). Dans l‘Etat du Maine lors d’un mariage, deux membres du personnel (6,7 %) avaient un test positif et cinq se sont mis en quarantaine sans test parmi le personnel intervenant : 30 cas primaires ont été identifiés dont 27 des 55 invités au mariage et trois autres personnes qui dînaient sur place et qui n'étaient pas des invités du groupe des mariés (68). A Washington, dans une chorale, les auteurs attribuent la transmission entre les participants au chant, ils n’évoquent pas l’origine possible de la collation partagée pourtant documentée dans leur article : « les participants ont eu une pause de 15 minutes, au cours de laquelle des biscuits et des oranges étaient consommés à l’arrière de la grande salle » (69). De même, dans l’épidémie ayant affecté des religieux ayant pris deux bus dans la province du Zhejiang, la contamination était attribuée à une supposée transmission aérosol, mais les auteurs ne prennent pas en considération les festivités à l’arrivée qui comportaient un repas (70). A Bali, lors d’un mariage, 23 des 41 participants ont été infectés : les invités ont partagé des boissons et des chichas. Les taux d'attaque varient de 64 % à 87 % pour différentes expositions (71).

Par ailleurs, de nombreux bars ont été à l’origine d'événements de diffusion où, pour certains, le rôle du barman peut être supposé. Au Vietnam à Ho Chi Minh-Ville le 18 mars, un rétro-tracing identifie douze participants positifs. L'analyse chronologique montre que c'est le serveur qui était le premier sujet symptomatique le 16 mars (72). Dans la station de ski d’Ischgl, un barman était le 7 mars le cas index d’un cluster impliquant quatorze collègues, un invité et cinq clients (73). Un cluster survenu en février 2021 a été provoqué lors de l’ouverture d’un bar intérieur dans un comté rural de l'Illinois. Parmi les 29 participants contaminés, 10,3 % étaient des salariés du bar (74). Dans une boîte de nuit allemande en mars 2020, les auteurs rapportent que les membres du personnel ont été particulièrement touchés (taux d'attaque 56 %) et ont vraisemblablement causé une transmission virale soutenue impliquant 74 cas (75). Ces clusters illustrent le rôle potentiel des membres du personnel des bars et des boîtes de nuit dans la transmission et le rôle crucial de l’hygiène.

**Récepteur et virus détectés dans toute la sphère oro-digestive**

Si l’on considère que le SARS-CoV-2 peut pénétrer par la bouche *via* les couverts, verres, boissons ou tout ce qui est souillé et mis en bouche, il va facilement et rapidement trouver des cellules hôtes permissives. Une étude a démontré que la protéine ACE2 était largement exprimée dans la muqueuse de la cavité buccale, au niveau des cellules épithéliales de la langue (76) et dans les glandes salivaires (77). La salive, chargée en virions, est principalement déglutie. L’analyse en immunofluorescence montre que le récepteur ACE2, un des facteurs d’entrée du SARS-CoV-2 dans les cellules hôtes, est exprimé dans les cellules glandulaires gastriques, duodénales (78). ACE2 et TMPRSS2 sont tout particulièrement exprimés dans les entérocytes de patients présentant des antécédents d'infection à *Helicobacter pylori* et de métaplasie intestinale (79). Les entérocytes différenciés de l'intestin grêle expriment abondamment le récepteur sur leurs bordures en brosse (80). Plus récemment, les données de séquençage d'ARN monocellulaire (scRNA-seq) ont permis d’évaluer le niveau d’expression des récepteurs TMPRSS2 et ACE2 notamment dans le tube digestif. L'intestin grêle (jéjunum, iléon et duodénum), le gros intestin (rectum et côlon) et l'œsophage sont identifiés comme des organes à haut risque d’infection par SARS-CoV-2 du fait de la présence de cellules exprimant TMPRSS2 et ACE2 contrairement à l'estomac ou aux îlots pancréatiques (81).

L’ARN du SARS-CoV-2 a été détecté dans l’œsophage, l’estomac, le duodénum et le rectum de patients Covid-19 présentant des symptômes gastro-intestinaux lors d’endoscopies réalisées chez des malades (82). La coloration de la nucléocapside du virus a été obtenue dans le cytoplasme des cellules épithéliales glandulaires gastriques, duodénales et rectales, mais pas dans l'épithélium œsophagien (78). En effet, dans les organoïdes de l'intestin grêle humain (hSIO), les entérocytes étaient efficacement infectés par le SARS-CoV-2 (infection productive), comme le montrent les images en microscopie confocale et électronique. Par conséquent, l'épithélium intestinal prend en charge la réplication du SARS-CoV-2 (80). Le rôle du microbiote intestinal dans le développement de la maladie Covid-19 est en cours d’investigation. Dans une étude portant sur quinze patients Covid-19 hospitalisés, il apparaît que la composition et la fonctionnalité du microbiote est altérée (dysbiose) et que la présence de certains phylum bactérien est inversement corrélée à l’excrétion de SARS-CoV-2 dans les fèces et à la sévérité de la maladie (83).

**Manifestations cliniques digestives**

Les patients Covid-19 peuvent présenter des troubles gastro-intestinaux, notamment douleurs abdominales, vomissements ou diarrhées comme seule manifestation clinique de l'infection par le SARS-CoV-2 sans la moindre atteinte pulmonaire (84). Sur une série de 171 patients, 34 patients présentaient uniquement des symptômes gastro-intestinaux. Chez les patients la survenue des symptômes gastro-intestinaux est fréquemment associée aux cas graves (85,86). Parmi 23 patients hospitalisés, 85,7 % ayant les symptômes gastro-intestinaux les plus marqués présentent également des antécédents d'infection à *Helicobacter pylori* (79). Cependant, il faut noter que le SARS-CoV-2 est stable dans une large plage de pH allant de 3 à 10 (18,81). Enfin les inhibiteurs de la pompe à protons qui augmentent le pH gastrique tout comme l’infection à *Helicobacter pylori* semblent favoriser la fréquence et la gravité de la Covid-19. Sur 53 130 participants étudiés, le risque de déclarer une Covid-19 en cas de prise d’IPP était dose-dépendant ; risque augmenté en cas de prise unique (aOR=2,15) et encore plus lors de deux prises par jour (aOR=3,67) (87). Dans une méta-analyse portant sur 195 230 participants, l'utilisation des IPP a augmenté le risque de mortalité par Covid-19 (OR=1,67) (88). L’ensemble de ces résultats suggèrent un passage gastrique du SARS-CoV-2 facilité par une moindre acidité.

**Reproduction de Covid-19 par inoculation digestive en expérimentation animale**

La maladie a pu être reproduite sur trois modèles de mammifères par l’introduction de SARS-CoV-2 par voie orale. Sun et ses collègues ont démontré que l'inoculation intra-gastrique du SARS-CoV-2 chez la souris transgénique ACE2 humanisée a reproduit une infection productive et une pneumonie interstitielle (89). Une étude chez le hamster syrien prouve que la voie orale d'inoculation du SARS-CoV-2 avec déglutition spontanée peut entraîner des Covid-19 modérés. La gravité clinique et histopathologique augmentait proportionnellement à la dose infectieuse de SARS-CoV-2. L’excrétion virale subséquente à une inoculation orale et intra-nasale était quasi similaire. Sur six hamsters inoculés par voie orale, quatre ont développé une infection respiratoire cependant moins sévère (90). Enfin, dans un modèle plus proche de l’homme, l'infection de singes verts africains (AGM) avec un isolat de SARS-CoV-2 a été étudiée selon deux modes d’inoculation : aérosol (inhalation massive d'un aérosol généré) ou exposition des muqueuses (nasale, oculaire, orale et trachéale). Dans les prélèvements cinétiques des liquides biologiques jusqu’à 28 jours, le virus infectieux est retrouvé quelle que soit la voie d'infection tout long du tractus (oral/nasal, anal). A l'autopsie, l'ARN viral a été trouvé dans le système respiratoire et gastro-intestinal. Quatre à cinq semaines après l'infection, ce dernier était toujours détectable dans tout le tractus gastro-intestinal avec des titres 10 à 100 fois plus élevés que ceux observés dans les voies respiratoires supérieures et inférieures. Cela démontre le tropisme également intestinal du SARS-CoV-2 (91).

**Prévention** **: des habitudes négligées à retrouver**

**Lavage des mains** **: une priorité absolue**

Une étude cas-témoins réalisée par le centre universitaire de Macao et le CDC chinois ont montré que le lavage des mains après une activité de plein air était associé à une réduction de risque d’infection de 98 % (OR ajusté, 0,021 [IC à 95 %, 0,003–0,134], P<0,005). Le lavage des mains avant de toucher la zone de la bouche et du nez était associée à une réduction de risque de 70 % (ajusté OR, 0,303 [IC à 95 %, 0,114–0,808], P<0,05) (92). L’association internationale WIN, qui regroupe 75 des plus grands instituts d’études internationaux parmi lesquels BVA, publiait en 2015 les résultats de son enquête sur la pratique d’hygiène des mains. La France apparaissait alors très en retrait, se positionnant au 50ème rang sur 63 pays évalués au niveau mondial. En effet, seuls 62 % des Français affirmaient se savonner automatiquement les mains après être allés aux toilettes (93). En 2016, les équipes de Santé Publique France montrent que seules 39 % des personnes déclarent se laver les mains après s’être mouché, 79 % des personnes ont déclaré se laver «systématiquement » les mains après être allées aux toilettes et 63,2 % avant de faire la cuisine (94). Alors que nous sommes en pleine épidémie, l’enquête IFOP entre mars et octobre 2020 montre que les Français n’étaient que 37 % à se laver systématiquement les mains après s’être mouchés, 77 % après les WC et 65 % avant de passer à table (95). L'hygiène des mains est donc largement perfectible dans nos sociétés, tant au niveau de la régularité que de la façon de procéder au nettoyage.

Autour du repas, pour le personnel de cuisine, les serveurs et pour les convives avant de passer à table, l’hygiène des mains semble essentielle car tous seront amenés à partager différents objets (carafe d’eau, salière poivrière, panier de pain…) et à consommer certains aliments pris en main (pain). Lors du débarrassage dans un restaurant ou un bar, les gouttelettes issues de la parole et déposées sur l’assiette ou le verre, peuvent à leur tour souiller les mains du serveur. Ce dernier va ensuite servir d’autres convives et transférer possiblement les particules virales sur les assiettes “propres” des clients suivants. Ces contacts successifs et partagés sont sources potentielles de contaminations croisées (96).

**Lavage des fruits et légumes avant consommation**

L’étude des chercheurs en santé publique de Grenade montre que le nettoyage et la désinfection des produits venant du marché était associée à une réduction de risque de Covid-19 de 94 % sur une analyse univariée. Des résultats qui « suggèrent certaines faiblesses dans le maintien de la chaîne d’hygiène » (13). Ces denrées achetées ou livrées sont ensuite, pour certaines, susceptibles d’être consommées crues (fruits, légumes, viande ou poisson cru) dans les minutes ou les heures qui suivent. Le CDC, l'OMS, la FAO et l’Anses recommandent d’ailleurs de « se laver les mains avant de cuisiner » et de « laver et frotter les fruits et légumes sous l'eau courante, même si vous ne prévoyez pas de manger la peau. Les micro-organismes peuvent pénétrer dans les fruits et légumes lorsque vous les coupez » (97–99).

**Mesures préconisées par l’OMS et la FAO dans la chaîne alimentaire**

De la collecte, en passant par le conditionnement, le transport ou la transformation des aliments, le service à table, l’hygiène doit être strictement respectée. L’émission de gouttelettes lors de la parole avec des charges virales élevées est une potentielle source de contamination des denrées ou de leurs emballages. Même si le risque de contamination *via* les aliments est estimé faible par la FAO (Food and Agriculture Organisation) ou l’OMS (Organisation Mondiale de la Santé), leurs recommandations sont nombreuses pour tous les intervenants de la chaîne alimentaire (98). Dès avril 2020, elles recommandent pour tous les employés du secteur alimentaire d’utiliser les équipements de protection individuelle, d’avoir une bonne hygiène respiratoire (se couvrir la bouche et le nez pour tousser ou éternuer), d’avoir une bonne hygiène des mains en se lavant les mains à l’eau et au savon pendant au moins 20 secondes, d’utiliser fréquemment un gel hydroalcoolique, de jeter ses mouchoirs après usage, de laver ou désinfecter fréquemment les surfaces de travail et les ustensiles en contact avec denrées alimentaires, les points de contact (poignées de porte par exemple), de respecter les règles d’hygiène autour des étalages d’aliments non emballés (buffets de salades, présentoirs de fruits et légumes frais et présentoirs de produits de boulangerie) en les plaçant sous des vitrines en plexiglas, de mettre à disposition des pinces pour se servir, de laver et désinfecter fréquemment tous les comptoirs et porte-condiments utilisés par les clients, de ne pas mettre à l’étalage ou vendre en libre-service des produits de boulangerie non emballés. Certains restaurants dans certains pays ont également mis en place des parois plexiglass entre les tables ou entre les convives à table pour restreindre les projections éventuelles.

**Conclusion**

Même s’il est difficile de connaitre la part respective des différentes voies et modes possibles de contamination du virus SARS-CoV-2, l’ampleur des conséquences de l’épidémie et l’analyse de la littérature nous incite fortement à n’en exclure aucune. Les études observationnelles, épidémiologiques, virologiques, cliniques suggèrent une voie de pénétration et un risque oro-digestif lors des repas ou lors de la prise de boissons partagées : ceci pourrait expliquer de très nombreux clusters et évènements super-propagateurs au début de la crise de Covid-19. Les objets autour du repas (couverts, assiettes, verres, carafe d’eau…) ou les aliments et boissons mis en bouche pourraient être souillés par les liquides biologiques comme la salive expulsée par la parole, la toux ou *via* les mains souillées par défaut d’hygiène. La pénétration du virus en quantité significative (⋝dose infectante) par la bouche, lors de ces situations de contamination, peut possiblement entraîner la maladie comme l’attestent les modèles expérimentaux animaux d’inoculation oro-intestinale. La prévention sera centrée sur toutes les mesures qui font barrière à cette voie de transmission qui semble très probable. La dispersion potentielle du virus par les différents intervenants de la filière alimentaire et logistique peut être un facteur contribuant à la diffusion de l’épidémie. En conséquence, toutes les mesures de prévention (masques, hygiène des mains, distanciation/barrière) doivent être appliquées et adaptées autour des aliments, des boissons et des repas, de leur production à leur consommation.

Cette crise sanitaire aura finalement démontré que la médecine doit se réapproprier le domaine de l’hygiène comme un des moyens de prévention des maladies infectieuses et d’optimisation de la santé. L’observance de gestes simples doivent être appliqués autour des repas mais aussi dans tant d’autres occasions quotidiennes d’être en contact avec des agents étrangers (transports en commun, grandes surfaces…). Mieux comprendre le rôle de la voie oro-digestive dans la transmission des coronavirus émergents demeure un enjeu scientifique essentiel pour sans cesse mieux adapter nos stratégies de prévention du risque infectieux.

**Références**

1. Li Q, Guan X, Wu P, Wang X, Zhou L, Tong Y, et al. Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus–Infected Pneumonia. N Engl J Med. 26 mars 2020;382(13):1199‑207.

2. O’Brien B, Goodridge L, Ronholm J, Nasheri N. Exploring the potential of foodborne transmission of respiratory viruses. Food Microbiol. mai 2021;95:103709.

3. CDC. COVID-19 and Your Health [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention. 2020 [cité 29 mai 2021]. Disponible sur: https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/daily-life-coping/food-and-COVID-19.html

4. Han J, Zhang X, He S, Jia P. Can the coronavirus disease be transmitted from food? A review of evidence, risks, policies and knowledge gaps. Environ Chem Lett. févr 2021;19(1):5‑16.

5. Pang X, Ren L, Wu S, Ma W, Yang J, Di L, et al. Cold-chain food contamination as the possible origin of COVID-19 resurgence in Beijing. Natl Sci Rev. 18 déc 2020;7(12):1861‑4.

6. COVID-19 virus found in imported frozen chicken wings\_Notices-Shenzhen Government Online [Internet]. [cité 29 mai 2021]. Disponible sur: http://www.sz.gov.cn/en\_szgov/news/notices/content/post\_8000285.html

7. Liu P, Yang M, Zhao X, Guo Y, Wang L, Zhang J, et al. Cold-chain transportation in the frozen food industry may have caused a recurrence of COVID-19 cases in destination: Successful isolation of SARS-CoV-2 virus from the imported frozen cod package surface. Biosaf Health. déc 2020;2(4):199‑201.

8. Waltenburg MA, Rose CE, Victoroff T, Butterfield M, Dillaha JA, Heinzerling A, et al. Coronavirus Disease among Workers in Food Processing, Food Manufacturing, and Agriculture Workplaces. Emerg Infect Dis. janv 2021;27(1):243‑9.

9. Miller JS, Holshue M, Dostal TKH, Newman LP, Lindquist S. COVID-19 Outbreak Among Farmworkers — Okanogan County, Washington, May–August 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 30 avr 2021;70(17):617‑21.

10. Dyal JW, Grant MP, Broadwater K, Bjork A, Waltenburg MA, Gibbins JD, et al. COVID-19 Among Workers in Meat and Poultry Processing Facilities ― 19 States, April 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep [Internet]. 8 mai 2020 [cité 4 juin 2021];69(18). Disponible sur: http://www.cdc.gov/mmwr/volumes/69/wr/mm6918e3.htm?s\_cid=mm6918e3\_w

11. Ming Z, Han S, Deng K, Reyes E, Ha Y, Kim S, et al. Prevalence of SARS-CoV-2 Contamination on Food Plant Surfaces as Determined by Environmental Monitoring. J Food Prot. 1 mars 2021;84(3):352‑8.

12. Ortiz-Prado E, Henriquez-Trujillo AR, Rivera-Olivero IA, Lozada T, Garcia-Bereguiain MA. High prevalence of SARS-CoV-2 infection among food delivery riders. A case study from Quito, Ecuador. Sci Total Environ. mai 2021;770:145225.

13. Rodríguez-Barranco M, Rivas-García L, Quiles JL, Redondo-Sánchez D, Aranda-Ramírez P, Llopis-González J, et al. The spread of SARS-CoV-2 in Spain: Hygiene habits, sociodemographic profile, mobility patterns and comorbidities. Environ Res. janv 2021;192:110223.

14. Duy C, Nong VM, Van Ngo A, Doan TT, Nguyen TQ, Truong PT, et al. Nosocomial Coronavirus Disease Outbreak Containment, Hanoi, Vietnam, March–April 2020. Emerg Infect Dis. janv 2021;27(1):10‑7.

15. Bwire GM, Majigo MV, Njiro BJ, Mawazo A. Detection profile of SARS-CoV-2 using RT-PCR in different types of clinical specimens: A systematic review and meta-analysis. J Med Virol. févr 2021;93(2):719‑25.

16. Chen Y, Chen L, Deng Q, Zhang G, Wu K, Ni L, et al. The presence of SARS‐CoV‐2 RNA in the feces of COVID‐19 patients. J Med Virol. juill 2020;92(7):833‑40.

17. Peng L, Liu J, Xu W, Luo Q, Chen D, Lei Z, et al. SARS‐CoV‐2 can be detected in urine, blood, anal swabs, and oropharyngeal swabs specimens. J Med Virol. sept 2020;92(9):1676‑80.

18. Hanege FM, Kocoglu E, Kalcioglu MT, Celik S, Cag Y, Esen F, et al. SARS-CoV-2 Presence in the Saliva, Tears, and Cerumen of COVID-19 Patients. The Laryngoscope. mai 2021;131(5):E1677‑82.

19. Groß R, Conzelmann C, Müller JA, Stenger S, Steinhart K, Kirchhoff F, et al. Detection of SARS-CoV-2 in human breastmilk. The Lancet. juin 2020;395(10239):1757‑8.

20. Li D, Jin M, Bao P, Zhao W, Zhang S. Clinical Characteristics and Results of Semen Tests Among Men With Coronavirus Disease 2019. JAMA Netw Open. 7 mai 2020;3(5):e208292.

21. Schwartz A, Yogev Y, Zilberman A, Alpern S, Many A, Yousovich R, et al. Detection of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS‐CoV‐2) in vaginal swabs of women with acute SARS‐CoV‐2 infection: a prospective study. BJOG Int J Obstet Gynaecol. janv 2021;128(1):97‑100.

22. Kashi AH, de la Rosette J, Amini E, Abdi H, Fallah-karkan M, Vaezjalali M. Urinary Viral Shedding of COVID-19 and its Clinical Associations: A Systematic Review and Meta-analysis of Observational Studies. Urol J. 5 sept 2020;(2019: Instant):6248.

23. Fathizadeh H, Taghizadeh S, Safari R, Khiabani SS, Babak B, Hamzavi F, et al. Study presence of COVID-19 (SARS-CoV-2) in the sweat of patients infected with Covid-19. Microb Pathog. déc 2020;149:104556.

24. Zhou L, Yao M, Zhang X, Hu B, Li X, Chen H, et al. Breath-, air- and surface-borne SARS-CoV-2 in hospitals. J Aerosol Sci. févr 2021;152:105693.

25. Li X, Li J, Ge Q, Du Y, Li G, Li W, et al. Detecting SARS-CoV-2 in the Breath of COVID-19 Patients. Front Med. 17 mars 2021;8:604392.

26. Ryan DJ, Toomey S, Madden SF, Casey M, Breathnach OS, Morris PG, et al. Use of exhaled breath condensate (EBC) in the diagnosis of SARS-COV-2 (COVID-19). Thorax. janv 2021;76(1):86‑8.

27. Ram K, Thakur RC, Singh DK, Kawamura K, Shimouchi A, Sekine Y, et al. Why airborne transmission hasn’t been conclusive in case of COVID-19? An atmospheric science perspective. Sci Total Environ. juin 2021;773:145525.

28. Mizukoshi A, Nakama C, Okumura J, Azuma K. Assessing the risk of COVID-19 from multiple pathways of exposure to SARS-CoV-2: Modeling in health-care settings and effectiveness of nonpharmaceutical interventions. Environ Int. févr 2021;147:106338.

29. Salido RA, Morgan SC, Rojas MI, Magallanes CG, Marotz C, DeHoff P, et al. Handwashing and Detergent Treatment Greatly Reduce SARS-CoV-2 Viral Load on Halloween Candy Handled by COVID-19 Patients. Sessions PF de, éditeur. mSystems. 22 déc 2020;5(6):mSystems.01074-20, e01074-20.

30. Xie X, Li Y, Sun H, Liu L. Exhaled droplets due to talking and coughing. J R Soc Interface. 6 déc 2009;6 Suppl 6:S703-714.

31. Wang Y, Xu G, Huang Y-W. Modeling the load of SARS-CoV-2 virus in human expelled particles during coughing and speaking. Makinde OD, éditeur. PLOS ONE. 30 oct 2020;15(10):e0241539.

32. Yang Q, Saldi TK, Gonzales PK, Lasda E, Decker CJ, Tat KL, et al. Just 2% of SARS-CoV-2−positive individuals carry 90% of the virus circulating in communities. Proc Natl Acad Sci. 25 mai 2021;118(21):e2104547118.

33. Elbadawy HM, Khattab A, Alalawi A, Dakilallah Aljohani F, Sundogji H, Mahmoud AS, et al. The detection of SARS‐CoV‐2 in outpatient clinics and public facilities during the COVID‐19 pandemic. J Med Virol. mai 2021;93(5):2955‑61.

34. Hirose R, Ikegaya H, Naito Y, Watanabe N, Yoshida T, Bandou R, et al. Survival of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and Influenza Virus on Human Skin: Importance of Hand Hygiene in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Clin Infect Dis. 3 oct 2020;ciaa1517.

35. Harbourt DE, Haddow AD, Piper AE, Bloomfield H, Kearney BJ, Fetterer D, et al. Modeling the stability of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) on skin, currency, and clothing. Murray KO, éditeur. PLoS Negl Trop Dis. 9 nov 2020;14(11):e0008831.

36. Zheng S, Fan J, Yu F, Feng B, Lou B, Zou Q, et al. Viral load dynamics and disease severity in patients infected with SARS-CoV-2 in Zhejiang province, China, January-March 2020: retrospective cohort study. BMJ. 21 avr 2020;m1443.

37. Cuicchi D, Lazzarotto T, Poggioli G. Fecal-oral transmission of SARS-CoV-2: review of laboratory-confirmed virus in gastrointestinal system. Int J Colorectal Dis. mars 2021;36(3):437‑44.

38. Kwon T, Gaudreault NN, Richt JA. Seasonal Stability of SARS-CoV-2 in Biological Fluids. Pathogens. 30 avr 2021;10(5):540.

39. Kotwa JD, Jamal AJ, Mbareche H, Yip L, Aftanas P, Barati S, et al. Surface and air contamination with SARS-CoV-2 from hospitalized COVID-19 patients in Toronto, Canada [Internet]. Infectious Diseases (except HIV/AIDS); 2021 mai [cité 25 mai 2021]. Disponible sur: http://medrxiv.org/lookup/doi/10.1101/2021.05.17.21257122

40. Ding Z, Qian H, Xu B, Huang Y, Miao T, Yen H-L, et al. Toilets dominate environmental detection of SARS-CoV-2 virus in a hospital [Internet]. Infectious Diseases (except HIV/AIDS); 2020 avr [cité 25 mai 2021]. Disponible sur: http://medrxiv.org/lookup/doi/10.1101/2020.04.03.20052175

41. Ong SWX, Tan YK, Chia PY, Lee TH, Ng OT, Wong MSY, 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. 28 avr 2020;323(16):1610.

42. Wei L, Lin J, Duan X, Huang W, Lu X, Zhou J, et al. Asymptomatic COVID-19 Patients Can Contaminate Their Surroundings: an Environment Sampling Study. McMahon K, éditeur. mSphere. 24 juin 2020;5(3):e00442-20, /msphere/5/3/mSphere442-20.atom.

43. Pasquarella C, Colucci ME, Bizzarro A, Veronesi L, Affanni P, Meschi T, et al. Detection of SARS-CoV-2 on hospital surfaces. Acta Bio Medica Atenei Parm. 20 juill 2020;91(9-S):76‑8.

44. Razzini K, Castrica M, Menchetti L, Maggi L, Negroni L, Orfeo NV, et al. SARS-CoV-2 RNA detection in the air and on surfaces in the COVID-19 ward of a hospital in Milan, Italy. Sci Total Environ. nov 2020;742:140540.

45. Karami C, Normohammadi A, Dargahi A, Vosoughi M, Zandian H, Jeddi F, et al. Investigation of SARS-CoV-2 virus on nozzle surfaces of fuel supply stations in North West of Iran. Sci Total Environ. 1 août 2021;780:146641.

46. Abrahão JS, Sacchetto L, Rezende IM, Rodrigues RAL, Crispim APC, Moura C, et al. Detection of SARS-CoV-2 RNA on public surfaces in a densely populated urban area of Brazil: A potential tool for monitoring the circulation of infected patients. Sci Total Environ. avr 2021;766:142645.

47. Montagna MT, De Giglio O, Calia C, Pousis C, Apollonio F, Campanale C, et al. First Detection of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 on the Surfaces of Tourist-Recreational Facilities in Italy. Int J Environ Res Public Health. 21 mars 2021;18(6):3252.

48. Mouchtouri VA, Koureas M, Kyritsi M, Vontas A, Kourentis L, Sapounas S, et al. Environmental contamination of SARS-CoV-2 on surfaces, air-conditioner and ventilation systems. Int J Hyg Environ Health. sept 2020;230:113599.

49. Luo L, Liu D, Zhang H, Li Z, Zhen R, Zhang X, et al. Air and surface contamination in non-health care settings among 641 environmental specimens of 39 COVID-19 cases. Abd-Alla AMM, éditeur. PLoS Negl Trop Dis. 9 oct 2020;14(10):e0008570.

50. Lui G, Lai CKC, Chen Z, Tong SLY, Ho WCS, Yeung ACM, et al. SARS-CoV-2 RNA Detection on Disposable Wooden Chopsticks, Hong Kong. Emerg Infect Dis. sept 2020;26(9):2274‑6.

51. 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. N Engl J Med. 16 avr 2020;382(16):1564‑7.

52. Chin AWH, Chu JTS, Perera MRA, Hui KPY, Yen H-L, Chan MCW, et al. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. Lancet Microbe. mai 2020;1(1):e10.

53. Castrica M, Balzaretti C, Miraglia D, Lorusso P, Pandiscia A, Tantillo G, et al. Evaluation of the persistence of SARS-CoV-2 (ATCC® VR-1986HKTM) on two different food contact materials: flow pack polyethylene and polystyrene food trays. LWT. juill 2021;146:111606.

54. Blondin-Brosseau M, Harlow J, Doctor T, Nasheri N. Examining the persistence of human Coronavirus 229E on fresh produce. Food Microbiol. sept 2021;98:103780.

55. Dai M, Li H, Yan N, Huang J, Zhao L, Xu S, et al. Long-term Survival of SARS-CoV-2 on Salmon as a Source for International Transmission. J Infect Dis. 13 févr 2021;223(3):537‑9.

56. Walker GJ, Clifford V, Bansal N, Stella AO, Turville S, Stelzer-Braid S, et al. SARS-CoV-2 in human milk is inactivated by Holder pasteurisation but not cold storage. J Paediatr Child Health. déc 2020;56(12):1872‑4.

57. Unger S, Christie-Holmes N, Guvenc F, Budylowski P, Mubareka S, Gray-Owen SD, et al. Holder pasteurization of donated human milk is effective in inactivating SARS-CoV-2. Can Med Assoc J. 4 août 2020;192(31):E871‑4.

58. Fukuta M, Mao ZQ, Morita K, Moi ML. Stability and Infectivity of SARS-CoV-2 and Viral RNA in Water, Commercial Beverages, and Bodily Fluids. Front Microbiol. 5 mai 2021;12:667956.

59. Lentz RJ, Colt H, Chen H, Cordovilla R, Popevic S, Tahura S, et al. Assessing coronavirus disease 2019 (COVID-19) transmission to healthcare personnel: The global ACT-HCP case-control study. Infect Control Hosp Epidemiol. avr 2021;42(4):381‑7.

60. Galmiche S, Charmet T, Schaeffer L, Grant R, Fontanet A, Paireau J, et al. Etude des facteurs sociodémographiques, comportements et pratiques associés à l’infection par le SARS-CoV-2 (ComCor). :49.

61. Fisher KA, Tenforde MW, Feldstein LR, Lindsell CJ, Shapiro NI, Files DC, et al. Community and Close Contact Exposures Associated with COVID-19 Among Symptomatic Adults ≥18 Years in 11 Outpatient Health Care Facilities — United States, July 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 11 sept 2020;69(36):1258‑64.

62. Guy GP, Lee FC, Sunshine G, McCord R, Howard-Williams M, Kompaniyets L, et al. Association of State-Issued Mask Mandates and Allowing On-Premises Restaurant Dining with County-Level COVID-19 Case and Death Growth Rates — United States, March 1–December 31, 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 12 mars 2021;70(10):350‑4.

63. Schnake-Mahl AS, O’Leary G, Mullachery PH, Vaidya V, Connor G, Rollins H, et al. Evaluating the impact of keeping indoor dining closed on COVID-19 rates among large US cities: a quasi-experimental design [Internet]. Epidemiology; 2021 avr [cité 25 mai 2021]. Disponible sur: http://medrxiv.org/lookup/doi/10.1101/2021.04.12.21251656

64. 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. juill 2020;26(7):1628‑31.

65. Xu P, Jia W, Qian H, Xiao S, Miao T, Yen H-L, et al. Lack of cross-transmission of SARS-CoV-2 between passenger’s cabins on the Diamond Princess cruise ship. Build Environ. juill 2021;198:107839.

66. Kakimoto K, Kamiya H, Yamagishi T, Matsui T, Suzuki M, Wakita T. Initial Investigation of Transmission of COVID-19 Among Crew Members During Quarantine of a Cruise Ship — Yokohama, Japan, February 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 20 mars 2020;69(11):312‑3.

67. Hatzianastasiou S, Mouchtouri VA, Pavli A, Tseroni M, Sapounas S, Vasileiou C, et al. COVID-19 Outbreak on a Passenger Ship and Assessment of Response Measures, Greece, 2020. Emerg Infect Dis. 12 mai 2021;27(7).

68. Mahale P, Rothfuss C, Bly S, Kelley M, Bennett S, Huston SL, et al. Multiple COVID-19 Outbreaks Linked to a Wedding Reception in Rural Maine — August 7–September 14, 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 13 nov 2020;69(45):1686‑90.

69. Hamner L, Dubbel P, Capron I, Ross A, Jordan A, Lee J, et al. High SARS-CoV-2 Attack Rate Following Exposure at a Choir Practice — Skagit County, Washington, March 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 15 mai 2020;69(19):606‑10.

70. Shen Y, Li C, Dong H, Wang Z, Martinez L, Sun Z, et al. Community Outbreak Investigation of SARS-CoV-2 Transmission Among Bus Riders in Eastern China. JAMA Intern Med. 1 déc 2020;180(12):1665.

71. Ravindran B, Hogarth F, Williamson K, Wright R, Kirk M, Dalton C. High COVID-19 attack rate among attendees of wedding events in Bali, Indonesia, March 2020. Commun Dis Intell [Internet]. 16 sept 2020 [cité 29 mai 2021];44. Disponible sur: https://www1.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/AD2DF748753AFDE1CA2584E2008009BA/$File/high\_covid\_19\_attack\_rate\_among\_attendees\_of\_wedding\_events\_in\_bali\_indonesia\_march\_2020.pdf

72. Chau NVV, Hong NTT, Ngoc NM, Thanh TT, Khanh PNQ, Nguyet LA, et al. Superspreading Event of SARS-CoV-2 Infection at a Bar, Ho Chi Minh City, Vietnam. Emerg Infect Dis. janv 2021;27(1):310‑4.

73. Kreidl P, Schmid D, Maritschnik S, Richter L, Borena W, Genger J-W, et al. Emergence of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Austria. Wien Klin Wochenschr. nov 2020;132(21‑22):645‑52.

74. Sami S, Turbyfill CR, Daniel-Wayman S, Shonkwiler S, Fisher KA, Kuhring M, et al. Community Transmission of SARS-CoV-2 Associated with a Local Bar Opening Event — Illinois, February 2021. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 9 avr 2021;70(14):528‑32.

75. Muller N, Kunze M, Steitz F, Saad NJ, Mühlemann B, Beheim-Schwarzbach JI, et al. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Outbreak Related to a Nightclub, Germany, 2020. Emerg Infect Dis. févr 2020;27(2):645‑8.

76. Xu H, Zhong L, Deng J, Peng J, Dan H, Zeng X, et al. High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa. Int J Oral Sci. déc 2020;12(1):8.

77. Song J, Li Y, Huang X, Chen Z, Li Y, Liu C, et al. Systematic analysis of ACE2 and TMPRSS2 expression in salivary glands reveals underlying transmission mechanism caused by SARS‐CoV‐2. J Med Virol. nov 2020;92(11):2556‑66.

78. Xiao F, Tang M, Zheng X, Liu Y, Li X, Shan H. Evidence for Gastrointestinal Infection of SARS-CoV-2. Gastroenterology. mai 2020;158(6):1831-1833.e3.

79. Zhang M, Feng C, Zhang X, Hu S, Zhang Y, Min M, et al. Susceptibility Factors of Stomach for SARS-CoV-2 and Treatment Implication of Mucosal Protective Agent in COVID-19. Front Med. 2020;7:597967.

80. Lamers MM, Beumer J, van der Vaart J, Knoops K, Puschhof J, Breugem TI, et al. SARS-CoV-2 productively infects human gut enterocytes. Science. 3 juill 2020;369(6499):50‑4.

81. Qi J, Zhou Y, Hua J, Zhang L, Bian J, Liu B, et al. The scRNA-seq Expression Profiling of the Receptor ACE2 and the Cellular Protease TMPRSS2 Reveals Human Organs Susceptible to SARS-CoV-2 Infection. Int J Environ Res Public Health. 2 janv 2021;18(1):284.

82. Lin L, Jiang X, Zhang Z, Huang S, Zhang Z, Fang Z, et al. Gastrointestinal symptoms of 95 cases with SARS-CoV-2 infection. Gut. juin 2020;69(6):997‑1001.

83. Zuo T, Zhang F, Lui GCY, Yeoh YK, Li AYL, Zhan H, et al. Alterations in Gut Microbiota of Patients With COVID-19 During Time of Hospitalization. Gastroenterology. sept 2020;159(3):944-955.e8.

84. Song Y, Liu P, Shi XL, Chu YL, Zhang J, Xia J, et al. SARS-CoV-2 induced diarrhoea as onset symptom in patient with COVID-19. Gut. juin 2020;69(6):1143‑4.

85. Ghimire S, Sharma S, Patel A, Budhathoki R, Chakinala R, Khan H, et al. Diarrhea Is Associated with Increased Severity of Disease in COVID-19: Systemic Review and Metaanalysis. SN Compr Clin Med. janv 2021;3(1):28‑35.

86. Pan L, Mu M, Yang P, Sun Y, Wang R, Yan J, et al. Clinical Characteristics of COVID-19 Patients With Digestive Symptoms in Hubei, China: A Descriptive, Cross-Sectional, Multicenter Study. Am J Gastroenterol. mai 2020;115(5):766‑73.

87. Almario CV, Chey WD, Spiegel BMR. Increased Risk of COVID-19 Among Users of Proton Pump Inhibitors. Am J Gastroenterol. oct 2020;115(10):1707‑15.

88. Toubasi AA, AbuAnzeh RB, Khraisat BR, Al-Sayegh TN, AlRyalat SA. A meta-analysis: Proton pump inhibitors current use and the risk of Coronavirus Infectious Disease 2019 development and its related mortality. Arch Med Res. mars 2021;S0188440921000758.

89. Sun S-H, Chen Q, Gu H-J, Yang G, Wang Y-X, Huang X-Y, et al. A Mouse Model of SARS-CoV-2 Infection and Pathogenesis. Cell Host Microbe. juill 2020;28(1):124-133.e4.

90. Lee AC-Y, Zhang AJ, Chan JF-W, Li C, Fan Z, Liu F, et al. Oral SARS-CoV-2 Inoculation Establishes Subclinical Respiratory Infection with Virus Shedding in Golden Syrian Hamsters. Cell Rep Med. oct 2020;1(7):100121.

91. Hartman AL, Nambulli S, McMillen CM, White AG, Tilston-Lunel NL, Albe JR, et al. SARS-CoV-2 infection of African green monkeys results in mild respiratory disease discernible by PET/CT imaging and shedding of infectious virus from both respiratory and gastrointestinal tracts. Pekosz A, éditeur. PLOS Pathog. 18 sept 2020;16(9):e1008903.

92. Lio CF, Cheong HH, Lei CI, Lo IL, Yao L, Lam C, et al. Effectiveness of personal protective health behaviour against COVID-19. BMC Public Health. 29 avr 2021;21(1):827.

93. BreakingWeb. Les Français et le savonnage des mains après être allé aux toilettes [Internet]. BVA Group. [cité 29 mai 2021]. Disponible sur: https://www.bva-group.com/sondages/les-francais-et-le-savonnage-des-mains-apres-etre-alle-aux-toilettes/

94. SPF. Pratiques d’hygiène et prévention des infections respiratoires de l’hiver : résultats du Baromètre santé 2016 [Internet]. [cité 29 mai 2021]. Disponible sur: /determinants-de-sante/virus-hivernaux/pratiques-d-hygiene-et-prevention-des-infections-respiratoires-de-l-hiver-resultats-du-barometre-sante-2016

95. Les Français et le lavage des mains, le grand relâchement ? [Internet]. Unbottled. [cité 29 mai 2021]. Disponible sur: https://unbottled.co/blogs/journal/les-francais-et-le-lavage-des-mains-le-grand-relachement

96. Goulter R, Kirchner M, Chapman B, Clayton JS, Jaykus L-A. Cross-Contamination on Atypical Surfaces and Venues in Food Service Environments. J Food Prot [Internet]. 5 févr 2021 [cité 25 mai 2021]; Disponible sur: https://meridian.allenpress.com/jfp/article/doi/10.4315/JFP-20-314/456305/Cross-Contamination-on-Atypical-Surfaces-and

97. CDC. Steps to Safe and Healthy Fruits & Vegetables [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention. 2021 [cité 29 mai 2021]. Disponible sur: https://www.cdc.gov/foodsafety/communication/steps-healthy-fruits-veggies.html

98. FAO et WHO. COVID-19 et sécurité sanitaire des aliments: orientations pour les entreprises du secteur alimentaire. Orientations provisoires [Internet]. Rome, Italy: FAO et WHO; 2020 [cité 9 juin 2021]. 7 p. Disponible sur: http://www.fao.org/publications/card/en/c/CA8660FR

99. Coronavirus - Alimentation, courses, nettoyage : les recommandations de l’Anses | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l’alimentation, de l’environnement et du travail [Internet]. [cité 20 juin 2021]. Disponible sur: https://www.anses.fr/fr/content/coronavirus-alimentation-courses-nettoyage-les-recommandations-de-l%E2%80%99anses