

Des environnements plus sûrs



De nouvelles technologies luttent contre la propagation par le biais d'applications révolutionnaires, dont tissus et revêtements céramiques à action antimicrobienne

Dott. Claudio Caprara
Spécialiste en hygiène-santé publique

Partout dans le monde, la contamination microbienne est un problème de santé publique que certaines conditions particulières (pandémie) ont intensifié et mis sous les yeux de tous.

En effet, différents agents infectieux, tels que virus, bactéries, protozoaires et champignons, peuvent contaminer les surfaces et les cadres de vie et constituer alors un risque concret pour la santé. Le danger ne concerne pas seulement les virus respiratoires, mais aussi les agents infectieux émergents. Il s'agit d'un aspect amplifié par la résistance aux antibiotiques et désinfectants, un facteur qui a encouragé l'étude de techniques d'assainissement révolutionnaires.

Les méthodes conventionnelles, basées sur l'emploi de produits chimiques, ont été remises en cause en raison de l'exposition croissante de la population et de la dispersion dans l'environnement. Et notamment, la réaction de ces agents chimiques forme des sous-produits de la désinfection susceptibles d'avoir des effets secondaires. La recherche scientifique a donc examiné des stratégies alternatives et mis au point des méthodes novatrices.

La recherche scientifique et le développement industriel s'engagent à concevoir des technologies « green » en mesure de renforcer la désinfection de manière durable

Nouvelles technologies « green »

L'introduction de nouvelles technologies plus respectueuses de l'homme et de l'environnement promet de contribuer à maîtriser le risque biologique pour surmonter quelques criticités. À cet effet, chaque jour, la recherche scientifique et le développement industriel s'engagent à concevoir des technologies « green », compatibles et durables, en mesure de renforcer la désinfection de manière sûre pour l'environnement. Parmi les nouvelles solutions, les technologies **photocatalytiques** jouent un rôle très important.

Qu'est-ce que c'est la photocatalyse ?

Les premières études sur la photocatalyse remontent à 1972, lorsque des chercheurs ont découvert l'effet catalytique du **dioxyde de titane**, un composé chimique sous forme de poudre cristalline incolore. Selon la définition donnée par l'**Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC)** en 1997, la photocatalyse est « la modification de la vitesse d'une réaction chimique (ou son début) sous l'action d'un rayonnement ultraviolet, d'un rayonnement visible ou d'un rayonnement infrarouge en présence d'une substance, soit le photocatalyseur, qui absorbe la lumière et est impliqué dans la transformation chimique des composants de réaction. » Autrement dit, au contact de l'air, de la lumière et de l'eau, il se produit un processus d'oxydation qui, à la fin, est en mesure non seulement d'attaquer les molécules de bactéries, mais aussi d'agir sur certains polluants pour les neutraliser.

En effet, la photocatalyse génère des espèces réactives de l'oxygène (ou radicaux libres) qui peuvent entraîner la dégradation de plusieurs groupes de composés organiques et inorganiques, et inactiver les microorganismes pathogènes. Le mécanisme antimicrobien déclenché par l'action photocatalytique n'a pas encore été complètement élucidé, mais il peut

Une solution révolutionnaire concerne la mise au point de tout nouveaux matériaux de pointe à base de céramiques, avec une capacité antimicrobienne exaltée par la lumière



endommager la paroi ou la membrane cellulaire bactérienne, ainsi qu'altérer les macromolécules, comme par exemple les protéines.

Quelles sont les applications ?

Depuis les années 70, plusieurs études ont été menées sur l'utilisation de la photocatalyse à diverses fins, dont l'assainissement environnemental, la purification de l'air, de l'eau et du sol, et l'**autodésinfection**.

Les applications ont été évaluées aussi bien pour les milieux à haut risque comme les hôpitaux que pour les habituels contextes de loisirs, sportifs, en extérieur et en intérieur.

Les utilisations de la photocatalyse s'insinuent aussi sur les **tissus** et sur les **équipements de protection individuelle**, comme les masques portés pour lutter contre la transmission aérienne, sur lesquels les matériaux photocatalytiques ont prouvé exercer une action de protection tout en augmentant la durée de vie et, en conséquence, en favorisant le recyclage et en réduisant la quantité de déchets dans l'environnement.

La photocatalyse a également été exploitée **en plein air** pour traiter les polluants atmosphériques en diminuant non seulement la contamination microbienne, mais aussi certains polluants chimiques. Des **peintures** pour murs ou pour ouvrages artistiques, comme des murales, ont été mises au point pour obtenir ces actions d'assainissement. Le mécanisme d'inactivation des virus par photocatalyse doit encore être élucidé, mais plusieurs essais de laboratoire ont déjà prouvé l'efficacité du système sur de nombreux types de microorganismes, dont le Sars-CoV-2.

L'utilisation de nano et microparticules

Leur application au revêtement de surfaces, quel que soit le secteur, non seulement apporte d'intéressantes propriétés antimicrobiennes, mais active aussi des mécanismes d'autodésinfection en contribuant, dès lors, à **réduire les risques de transmission de certaines maladies infectieuses** tout en favorisant le maintien d'une charge microbienne faible. Différentes nanotechnologies (dimensions d'un milliardième de mètre) ont été mises au point pour améliorer ces revêtements, et d'après des études récentes, l'action antimicrobienne est également présente à l'échelle micrométrique (soit un millionième de mètre). Cet aspect revêt aussi une très grande importance pour la sécurité, car les nanoparticules ont été associées à de possibles risques pour la santé, et dès lors, la disponibilité de matériaux photocatalytiques 1000 fois plus grands (de l'ordre du micron) représente une occasion très intéressante, non seulement pour l'univers scientifique ou industriel,

mais également pour l'individu et ses lieux de vie quotidiens, où il exerce une activité de loisirs ou son travail.

Les céramiques

L'un des défis technologiques concerne les procédures pour poser ces matériaux sur des surfaces de différentes natures, comme par exemple **sols, meubles, murs, tuyauteries et bassins**. Plusieurs solutions ont été formulées, et parmi elles une solution extrêmement révolutionnaire et prometteuse concerne la mise au point de tout nouveaux matériaux avancés à base de **céramiques, avec une capacité antimicrobienne exaltée par la lumière (par ex. la céramique Advance fabriquée par Italcer sous forme micrométrique)**. Ce résultat s'avère particulièrement intéressant au niveau de la résistance des matériaux comme de leur flexibilité dans les applications pour sols et murs de diverses structures, et dans différents types d'espaces, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur.

Quel futur ?

Parmi les matériaux utilisés comme photocatalyseurs, nous connaissons le dioxyde de titane, les oxydes de fer, l'oxyde de zinc, le trioxyde de tungstène et le dioxyde d'étain. Ils comportent chacun des limites, et parmi eux, le dioxyde de titane est considéré comme l'un des meilleurs candidats à plusieurs titres, dont sa stabilité et son petit prix. Il présente, cependant, lui aussi des limites, comme une toxicité possible au niveau des nanoparticules, et souvent le besoin de recourir à la lumière ultraviolette pour en augmenter l'efficacité. En effet, même si les rayons ultraviolets sont bienvenus pour stimuler la production de vitamine D et pour favoriser le bronzage, ils peuvent être potentiellement cancérigènes aux fréquences utilisées pour désinfecter, et pour cette raison leur utilisation en présence humaine est plutôt compliquée. Solaire ou artificielle, la lumière, quant à elle, fait partie de notre vie et de nos activités quotidiennes. Il est donc souhaitable que de nouveaux photocatalyseurs soient développés. La recherche s'oriente actuellement vers des matériaux en mesure de s'affranchir des limites présentées par les matériaux connus et disponibles aujourd'hui.

Une initiative importante est le développement de photocatalyseurs actifs à la lumière visible, voire même en absence de lumière, et fixés sur des supports de différentes natures. Parmi ceux-ci, les **céramiques innovantes** sont tout particulièrement prometteuses, car leur stabilité, leur durabilité et leur polyvalence les rendent appropriées à plusieurs secteurs, dont le traitement de l'air et celui de l'eau, à l'aide de dispositifs prévus tout spécialement à cet effet.

Des études récentes ont prouvé que la réduction des microorganismes peut être intensifiée par la présence simultanée d'autres

agents microbiens, comme par exemple silices et substances vitreuses contenant des ions cuivre et argent, ou de produits contenant de l'argent métallique complexé, qui font office de réservoirs de substances actives en mesure d'attaquer les microorganismes. Plusieurs centres de recherche, en Italie également, continuent à développer et à expérimenter de nouvelles molécules et des processus physicochimiques pour les fixer.

Les résultats préliminaires obtenus jusqu'à présent par les chercheurs, dans ce domaine, sont prometteurs et encouragent les approfondissements pour évaluer et pour optimiser les différents paramètres impliqués dans le processus photocatalytique. Ce progrès scientifique vise à rendre cette technologie encore plus efficace, à l'instar des méthodologies de désinfection traditionnelles déjà consolidées, mais dans une optique de plus grande durabilité, aussi bien pour les individus que pour l'environnement. À l'heure actuelle, les matériaux antimicrobiens ne peuvent pas remplacer les méthodes classiques de désinfection, mais ils représentent une opportunité prometteuse, et notamment dans les applications où la charge microbienne doit être contrôlée en raison des activités qui y sont réalisées ou pour remplir des critères d'hygiène particuliers, ou encore tout simplement pour améliorer la salubrité des lieux où séjournent des personnes fragiles.

Les matériaux antimicrobiens représentent une opportunité prometteuse, et notamment dans les applications où la charge microbienne doit être contrôlée

Tous ces efforts et progrès technologiques, néanmoins, ne doivent pas donner l'idée que les microorganismes sont toujours des pathogènes et des ennemis dont il faut se débarrasser. Par ailleurs, la plupart du temps, ils sont des alliés avec lesquels nous devons coexister. Sans microbes la vie ne serait pas possible, les terres ne seraient pas fertiles et les plantes ne pourraient pas survivre. Nous-mêmes ne pourrions pas survivre sans les innombrables espèces bactériennes qui habitent notre organisme et le protège. Citons par exemple les nombreuses microflore que nous accueillons, dont le microbiote présent dans l'intestin ou dans d'autres tissus. Inversement, il convient de réduire l'emploi de produits chimiques antimicrobiens, également appelés « biocides », qui polluent et, parfois, s'accumulent dans l'environnement, voire même y restent pendant des générations. Apprendre à utiliser les principes naturels de la désinfection, basés sur la présence de lumière et de molécules d'eau, est une solution avancée et sophistiquée qui nous inscrit dans une perspective de développement durable ou, selon l'expression la plus en vogue en ce moment, dans une perspective un peu plus « green ».

Mars/Avril 2023