

Les **UV-C**,
levier majeur
dans la **lutte**
contre
toutes les
pandémies

SYNDICAT DE

L'ÉCLAIRAGE

afe 
Association française de l'éclairage

Éditorial

Parmi les UV, la gamme des UV-C est celle ayant la plus forte énergie, ce qui la rend capable d'altérer l'ADN et l'ARN des cellules. Cette action sur le patrimoine génétique des cellules confère aux UV-C des propriétés bactéricides et virucides connues de longue date et utilisées depuis plus de 50 ans pour la désinfection médicale et chirurgicale et le nettoyage de locaux professionnels.

La nécessité de trouver des méthodes de désinfection efficaces contre le SARS-CoV-2 a relancé l'intérêt pour l'utilisation des UV-C. Des équipements existants utilisant la technologie des UV-C ont montré leur capacité à désinfecter l'air des pièces dans lesquelles ils sont installés en fonctionnant en permanence, ou de traiter les surfaces potentiellement contaminées. Les UV-C sont donc potentiellement capables de s'attaquer aux deux modes reconnus de transmission de la Covid-19, la transmission par des gouttelettes expirées et qui restent en suspension dans l'air et la transmission manuportée.

Cet engouement pour ce mode de décontamination a entraîné la multiplication de l'offre en appareils capables de produire des UV-C, tant pour les professionnels que pour le grand public. Il est actuellement possible de trouver des dispositifs portables destinés à un usage familial pour la stérilisation des surfaces. Or, ces UV-C ne sont pas dénués de risques en cas de mauvaise utilisation. Il n'y a pas de risque d'atteinte des organes internes en raison de leur absence de pénétration en profondeur dans les tissus. Par contre, ils peuvent être responsables de complications sévères, des brûlures par exemple, au niveau des tissus exposés : la peau et la cornée. Le manque de rigueur ou une utilisation inadaptée augmente le risque infectieux par absence d'efficacité germicide. Pour protéger le grand public, il serait souhaitable de le sensibiliser au respect des valeurs limites d'exposition aux UV-C et de renforcer les normes de sécurité des produits qui lui sont destinés.

L'AFE et le Syndicat de l'éclairage s'associent pour rappeler le fonctionnement et les règles de sécurité de ces appareils, notamment auprès des utilisateurs, professionnels, qui doivent être formés à leur utilisation. C'est ce que se propose de faire ce document qui rappelle l'ensemble des données techniques concernant cette gamme de rayonnement et leur mode d'action. En ce sens, il est important qu'il puisse être largement diffusé afin d'éviter des accidents cutanés ou ophtalmologiques dont plusieurs ont été rapportés dans la littérature médicale depuis la pandémie liée à la Covid-19.

Dr. Christophe ORSSAUD,

Président du Collège Santé de l'AFE,

Responsable de l'Unité Fonctionnelle d'Ophtalmologie

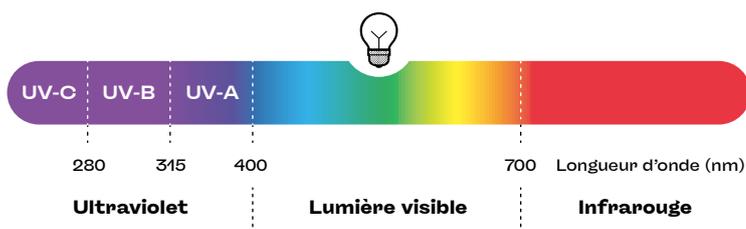
aux Hôpitaux Universitaires Paris-Ouest (CRMR OPHTARA HEGP, AP-HP Paris).

Les ultraviolets : ces rayons invisibles



Près de 5 % de l'énergie électromagnétique du soleil est émise sous forme d'un rayonnement invisible qui émet dans la gamme de longueurs d'onde de 100 à 400 nanomètres¹ (nm) : l'ultraviolet (UV). Ces longueurs d'onde sont plus courtes que celles de la lumière visible, qui se situe entre 400 nm et 780 nm. Selon leurs longueurs d'onde, les rayons ultraviolets, qui contiennent plus d'énergie que la lumière visible, peuvent traverser la couche d'ozone et avoir différents effets sur la santé.

On distingue trois catégories d'UV, en fonction de leur longueur d'onde : les UV-A (de 315 nm à 400 nm), les UV-B (de 280 nm à 315 nm) et les UV-C (de 100 nm à 280 nm).



Les UV-A, dont la longueur d'onde est la plus importante, sont les moins énergétiques. Ils sont responsables des changements de pigmentation de la peau.

Les UV-B, majoritairement bloqués par l'atmosphère, constituent la cause première des coups de soleil et des autres désagréments plus ou moins graves de la peau.

Les UV-C sont potentiellement les plus dangereux des rayonnements ultraviolets. Intégralement absorbés par la couche d'ozone et par l'oxygène présent dans l'atmosphère, ils n'existent pas à l'état naturel sur terre. En revanche, les UV-C présentent des propriétés bactéricides et germicides : ils sont donc recréés de façon artificielle pour désactiver des bactéries et des virus. Cette technologie est principalement utilisée dans des domaines où il existe un risque de contamination microbiologique et elle prouve son efficacité depuis plus de 60 ans pour son impact sur l'ADN, et un siècle pour ses effets sur les virus et autres bactéries.

¹ Un nanomètre représente un milliardième de mètre

Inactivation des micro-organismes

$$\text{Dose UV} = \text{Irradiance (W/m}^2\text{)} \times \text{Durée d'exposition (secondes)}$$

Selon les connaissances actuelles, les virus et bactéries se transmettent de différentes manières (et le SARS-CoV-2, virus responsable de la COVID-19, n'y fait pas exception) :

- par des gouttelettes de postillons émises lors de la parole et au cours des efforts de toux, à condition d'un contact rapproché et durable avec un sujet contagieux ;
- par des particules de plus petite taille qui peuvent être émises sous formes d'aérosols lors de la respiration, ce qui expliquerait que le virus puisse persister longtemps en suspension dans l'air dans une pièce non ventilée ;
- par contact des surfaces contaminées.

Les UV-C inactivent rapidement et efficacement ces microparticules en suspension ou sur les surfaces par un processus qui repose sur deux grandeurs physiques :

- l'irradiance, exprimé en W/m^2 , quantifie la puissance UV-C reçue par unité de surface ;
- la dose d'UV, exprimée en J/m^2 , est le produit de l'irradiance par la durée d'exposition. C'est le paramètre principal de dimensionnement pour une désinfection UV.

Pour protéger les personnes, il est important de s'assurer que les produits choisis ne génèrent pas d'ozone : c'est le cas des lampes et produits LED présentés dans ce guide par les fabricants du Syndicat de l'éclairage, qui sont conçus pour désinfecter l'air, les surfaces et les objets.

Les méthodes de traitement par rayonnement UV-C

Quelle que soit la méthode choisie, rappelons que le rayonnement UV-C ne saurait se substituer aux gestes barrières et autres mesures sanitaires prescrites pour lutter contre la propagation des virus en général, et du coronavirus en particulier.



En matière de désinfection UV, l'efficacité de l'élimination des micro-organismes dépend de la dose d'UV-C absorbée, car le taux d'inactivation des micro-organismes est corrélé à la quantité d'énergie absorbée. Les facteurs tels que la puissance UV-C de la source utilisée, la distance entre la source et les micro-organismes, leur nature et leur concentration, l'humidité de l'air de la pièce traitée et le temps d'exposition interviennent donc.

Comment les rayons UV-C peuvent-ils agir sur les virus ? Ils s'attaquent directement à l'ADN et l'ARN des pathogènes, les empêchant ainsi de se reproduire. Tous les micro-organismes testés à ce jour sont vulnérables au rayonnement UV-C. Trois stratégies existent : le traitement des objets, des surfaces et la purification de l'air.

Pour les objets, on utilise des enceintes fermées qui fonctionnent un peu comme un micro-ondes : on dépose les objets à l'intérieur, et le cycle de rayonnement UV-C pour supprimer les bactéries et les virus se déroule porte fermée. Ces boîtiers existent depuis longtemps pour un usage professionnel.

Pour traiter les surfaces (et de fait, l'air ambiant également), on peut disposer au plafond des luminaires qui vont envoyer des rayons UV-C sur les surfaces du local. Cette solution, qui doit être utilisée lorsque le local n'est pas occupé, est très efficace. Pendant le traitement des surfaces, les personnes, plantes et animaux ne doivent pas être dans la zone car le rayonnement est nocif au-delà d'un temps d'exposition admissible².

Pour garantir cela, le système doit être installé par un professionnel qui mettra en œuvre des dispositifs de protection adaptés qui peuvent se combiner, par exemple :

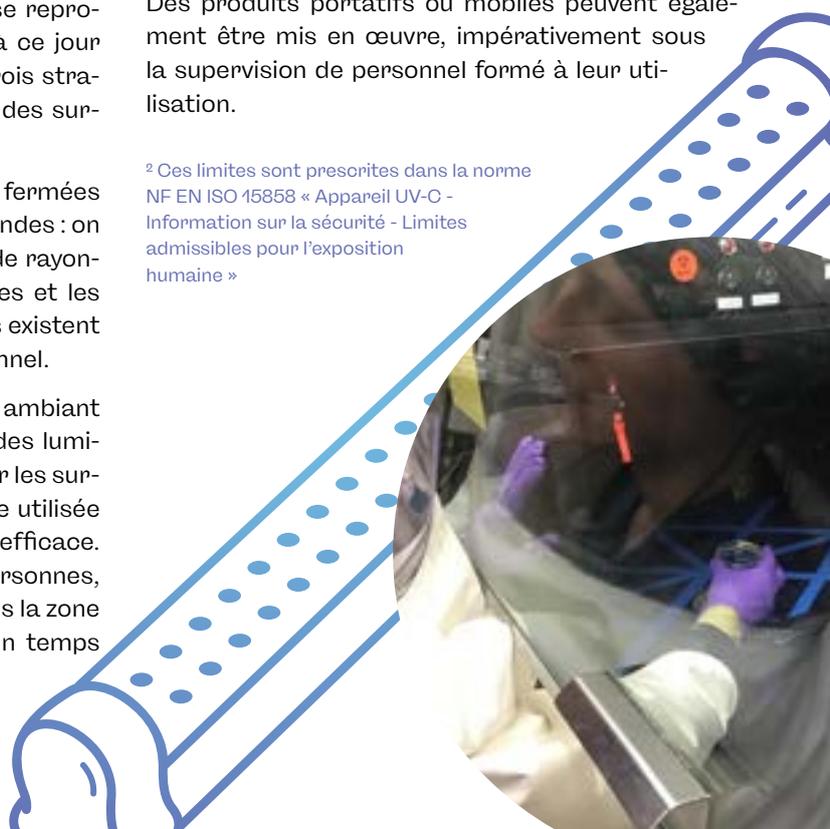
- détecteur de sécurité, qui coupe l'alimentation du système si des personnes ou des animaux pénètrent dans l'espace traité,
- interdiction de l'accès aux locaux pendant la période de traitement, par tout moyen jugé approprié,
- formation du personnel en charge de l'utilisation de ces systèmes.

Des études scientifiques ont déterminé les doses d'UV-C efficaces pour détruire la plupart des virus, bactéries et spores connus. On se base donc sur ces analyses pour prescrire un dosage adéquat : plus l'irradiance est élevée, moins il faut de temps et vice versa.

L'avantage de ce procédé est qu'il n'utilise pas de produits chimiques, donc il est possible de réintégrer la pièce juste après l'opération.

Des produits portatifs ou mobiles peuvent également être mis en œuvre, impérativement sous la supervision de personnel formé à leur utilisation.

² Ces limites sont prescrites dans la norme NF EN ISO 15858 « Appareil UV-C - Information sur la sécurité - Limites admissibles pour l'exposition humaine »



Comment lutter contre la contamination par aérosols ?

En intérieur, lutter contre la contamination par aérosols consiste à inactiver les micro-organismes en suspension dans l'air ambiant et/ou les évacuer. Pour les évacuer, il existe un consensus sur la nécessité de renouveler l'air des locaux concernés. Un taux de renouvellement d'air de 6 à 12 fois par heure (*Air Change per Hour – ACH*) est souvent cité dans la littérature scientifique³.

Malheureusement les systèmes de ventilation en place, dimensionnés pour la régulation de la température et du taux de dioxyde de carbone, offrent souvent des taux de l'ordre de 2, ce qui est largement **insuffisant pour évacuer efficacement les particules pathogènes**.

Or toute augmentation du taux de renouvellement d'air via ces systèmes entraîne des nuisances (bruit, courant d'air) et une consommation d'énergie très importante. Il existe une stratégie plus astucieuse qui consiste à mettre en œuvre des systèmes autonomes UV-C semi-ouverts ou fermés dans l'espace à traiter : **désinfecter l'air ambiant équivaut à apporter un air non contaminé** et donc à augmenter le taux de renouvellement de l'air.

Les systèmes semi-ouverts sont utilisés depuis très longtemps dans les centres de traitement de la tuberculose. Ils offrent une efficacité équivalant à renouveler l'air de 6 à 24 fois par heure.

L'appareil, installé au plafond, rayonne sur la couche supérieure de l'air de la pièce. Grâce à la convection (naturelle ou forcée) il désinfecte tout le volume d'air de l'espace en continu et silencieusement.

Ce type de solution peut être mis en œuvre dans des espaces occupés, en garantissant la sécurité des personnes présentes, puisque seule une fine couche d'air au plafond est exposée aux UV-C.

Une autre solution consiste à utiliser des appareils totalement fermés pour lesquels une ventilation forcée est nécessaire : ils aspirent en continu l'air pour le désinfecter grâce aux UV-C dans une chambre interne avant de le rejeter dans l'espace. Ces solutions permettent de contenir toute émission UV-C dans l'espace et de découpler le traitement d'air classique de sa décontamination. Il faudra néanmoins être vigilant sur le compromis à trouver entre le débit d'air, l'encombrement de l'équipement et le bruit éventuellement généré.

³ Citons par exemple les [recommandations des Centers for Disease Control and Prevention](#) américain.



UV-C en action dans l'entreprise Ledvance

Le site logistique du fabricant de matériel d'éclairage Ledvance à Molsheim (67) emploie quelques 600 personnes.

En plus des nombreuses actions barrières connues, l'entreprise a disposé des appareils UV-C dans les espaces où les salariés se croisent, comme les salles de réunion, et où ils sont susceptibles d'enlever leurs masques : notamment les salles de pause et le restaurant d'entreprise, les infirmeries, le cabinet médical.

Identifier les pièces à traiter

Tout d'abord, le bureau d'études a identifié le type de pièce qu'il fallait cibler en priorité et a défini ensuite les solutions à mettre en œuvre.

L'objectif est de diminuer le plus possible la charge virale présente dans les pièces afin de réduire le risque potentiel de contamination et de propagation du virus.

Deux solutions fonctionnent en parallèle : **le traitement de l'air en permanence** et **le traitement de surface** plusieurs fois par jour. Les appareils de traitement de l'air obtiennent un très haut niveau d'efficacité sur le flux d'air qui les traverse et contribuent ainsi à limiter en permanence la concentration

dans l'air de la pièce des virus ou bactéries potentiels. Quant aux luminaires de traitement de surface, leur efficacité est redoutable sur l'ensemble des surfaces exposées et sur le volume d'air de la pièce dans son ensemble, mais ils ne peuvent pas être activés en présence des usagers. L'utilisation de solutions UV-C n'empêche donc en rien d'appliquer les mesures prescrites en cette période de pandémie : ouvrir régulièrement les fenêtres, procéder à un nettoyage scrupuleux du mobilier et des objets, respecter le nombre de personnes en fonction des dimensions de la pièce, etc.



La méthode

Afin d'agir en permanence sur la potentielle concentration de virus dans l'air, il a été décidé d'installer rapidement dans toutes les pièces prioritaires des appareils de traitement de l'air fermés, sans émission externe d'UV-C. Le système fonctionne ainsi en continu, sans aucun risque pour les usagers. Ils sont dotés de ventilateurs silencieux et équipés d'un tube UV-C de 55 W ; ils offrent chacun un débit de 70 m³/heure.

Pour le traitement des surfaces, la méthode est différente : les luminaires envoient des rayons UV-C dans la pièce pour inactiver les microorganismes en suspension et sur les surfaces exposées ; il est impératif de s'assurer que la pièce est vide et le restera. Les luminaires sont munis de capteurs infrarouges coupant automatiquement l'alimentation dès qu'une personne est détectée. Il s'agit là d'une ultime sécurité, sachant que les différents accès à la pièce sont condamnés au préalable.

Le traitement est paramétré pour 30 minutes. Seules les personnes habilitées, en l'occurrence les agents d'entretien formés en conséquence, sont autorisées à déclencher l'opération à l'aide d'une clé qu'elles sont seules à posséder, trois fois par jour selon des plages horaires définies au préalable. Un affichage indique que le traitement est en cours.

Une vérification par la mesure a permis de s'assurer que les niveaux requis ont été atteints aux bons endroits : les zones plus particulièrement susceptibles d'être touchées par les usagers (surfaces des tables, panneau de commande des distributeurs de boissons, etc.)



Systeme Upper Air de Signify à la clinique Vauban

Dans la clinique Vauban à Livry-Gargan (93), Signify a mis en place le luminaire Upper Air dans les salles d'attente pour les consultations non programmées qui sont particulièrement à risque.

Cet établissement a été mis à contribution dès la première vague de contamination par le coronavirus COVID-19 : il a mis à disposition des espaces de consultation et d'attente destinés à recevoir des patients suspectés d'être atteints par le virus. Dans ces espaces des patients contaminés côtoient ceux qui ne le sont pas, ce brassage important est un facteur de risque majeur pour la contamination par aérosol.

En plus de la désinfection classique des surfaces, de l'obligation du port du masque, et de la mise à disposition de gel hydro alcoolique, la clinique a choisi de compléter ces mesures par la mise en œuvre d'un dispositif de purification de l'air.

Deux appareils de 36 W ont été installés dans la salle d'attente principale de 45 m² et fonctionnent en continu.

D'autres espaces sont en cours d'équipements : les autres salles d'attente ainsi que l'espace cafétéria.

Pour la direction de l'hôpital et l'équipe médicale, le choix d'un luminaire UV-C semi ouvert répond à deux impératifs :

- la garantie de l'efficacité de ce type de solutions grâce à un large retour d'expérience, des recommandations explicites d'organismes de référence (OMS, MSF, REHVA, NIOSH) et des publications scientifiques de référence sur le sujet
- la garantie d'une mise en œuvre en toute sécurité tout au long du cycle de vie : l'installation est vérifiée par un contrôle d'efficacité et de sécurité annuel, effectué par un professionnel certifié.

Ce système permet ainsi de protéger les patients et le personnel soignant de la contamination de toutes les maladies aéropoortées et se révèle un excellent complément aux gestes barrière.



Découvrez dans cette brochure la technologie de désinfection par UV-C.

Les UV-C sont une solution extrêmement simple et radicalement **efficace pour la désinfection de l'air et des surfaces**. Un long retour d'expérience et une conception rigoureuse permettent de les mettre en œuvre de façon **sûre**. L'étude, l'installation et la maintenance par des professionnels qualifiés est impérative pour assurer la maîtrise des risques tout au long du cycle de vie des systèmes.

Développer l'usage de cette technologie dans les bâtiments permettrait de réduire les risques de contamination par la Covid-19, mais aussi les autres virus et bactéries. C'est un enjeu de santé publique !

Un référentiel de sécurité robuste

La norme internationale **NF EN ISO 15858** prescrit les limites admissibles pour l'exposition humaine aux UV-C. Cette norme internationale encadre toute l'étendue de la bande UV-C. Dans le cas des lampes utilisées par les équipements présentés dans cette brochure, les UVC ont de préférence une longueur d'onde de 254 nm.

La norme européenne NF EN 60598-1, issue de la norme IEC correspondante, précise les exigences de sécurité des luminaires. Elle est applicable à toute source lumineuse et tout appareil utilisant des lampes (lampes à incandescence, lampes halogènes, lampes fluocompactes, lampes sodium, iodures métalliques... et bien sûr lampes à LED). Elle s'appuie sur la norme NF EN 62471 pour définir quatre groupes, en fonction du risque photobiologique : 0 ne présente aucun risque, 1 présente un très faible risque sur une très longue exposition, 2 un risque modéré, 3 un risque potentiel même pour une exposition courte ou très courte.

La directive 2006/25/CE donne les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (rayonnements optiques artificiels).

La Global Lighting Association a par ailleurs proposé des directives et des précautions à prendre quant à l'utilisation de cette technologie.



Association française de l'éclairage

Association à but non lucratif représentant la France dans les instances de normalisation nationales et internationales, l'Association française de l'éclairage (AFE) est une association dont les recommandations sont utilisées comme référence dans le Code du travail, les textes officiels et les appels d'offres. Elle est un partenaire essentiel des collectivités pour les conseiller sur les meilleures pratiques de l'éclairage. L'association agit pour la compréhension et la prévention des effets de la lumière sur l'Homme et l'environnement.

www.afe-eclairage.fr

SYNDICAT DE L'ÉCLAIRAGE

Inventeurs de LED, de capteurs et d'automatismes intelligents, les industriels du Syndicat de l'éclairage créent de la lumière UV-C depuis un siècle. Ils représentent les deux tiers du marché de l'éclairage des espaces intérieurs et extérieurs, résidentiels et professionnels.

Plus qu'observateurs ou commentateurs, ils sont acteurs de la transition technologique et énergétique du secteur grâce à la valeur ajoutée des installations d'éclairage modernisées qu'ils offrent.

www.syndicat-eclairage.com