

MODULE DE DÉSINFECTION & PURIFICATION

SYNTHÈSE SCIENTIFIQUE & COMMERCIALE

SOMMAIRE :

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	2
LISTE DES VIRUS, BACTÉRIES & COV ÉLIMINÉS	4
CONFORMITÉ RÉGLEMENTAIRE & CERTIFICATIONS	5
DONNÉES D'EFFICACITÉ	5
EFFICACITÉ DES RAYONNEMENTS UV	5
EFFICACITÉ DU PLASMA D'OXYGÈNE	6
DONNÉES TOXICOLOGIQUES	8
Concentration d'ozone généré <i>in situ</i>	8
Réduction de la charge polluante de l'air ambiant	9

L'ORIGINE DE LA TECHNOLOGIE :

Une technologie développée par la NASA...

Elle est le fruit de plusieurs années de R&D réalisés par les ingénieurs de la NASA au milieu des années 80 dans le cadre des programmes spatiaux Columbia. Ces recherches ont été initiées pour disposer d'une solution sûre et efficace pour purifier et décontaminer l'air et les surfaces des navettes spatiales afin qu'aucun membre de l'équipage ne tombe malade une fois en orbite.

... toujours utilisée dans la Station Spatiale Internationale !

Cette technologie de pointe brevetée et basée principalement sur la production et la diffusion de plasma froid d'oxygène est encore présente aujourd'hui dans les navettes spatiales ainsi que dans la Station Spatiale Internationale.

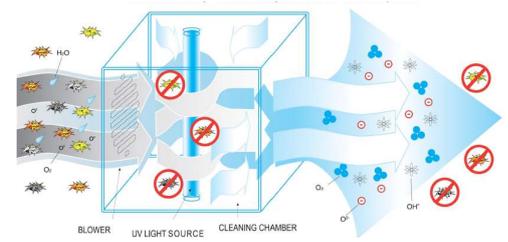
Elle est à ce jour la seule technologie capable d'agir à la fois dans l'air et sur les surfaces sans produits chimiques ce qui la rend unique en son genre et qui lui confère de multiples applications. Elle a d'ailleurs fait l'objet d'adaptations dans le domaine militaire américain avant d'être mise à la portée du grand public.



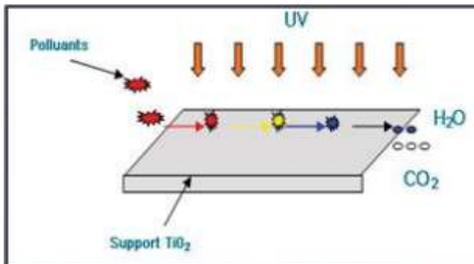
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le procédé repose sur trois processus complémentaires générés dans la chambre de désinfection & purification.

On parle d'une triple technologie combinant la photo-catalyse, le rayonnement UV et la génération d'un plasma froid d'oxygène.



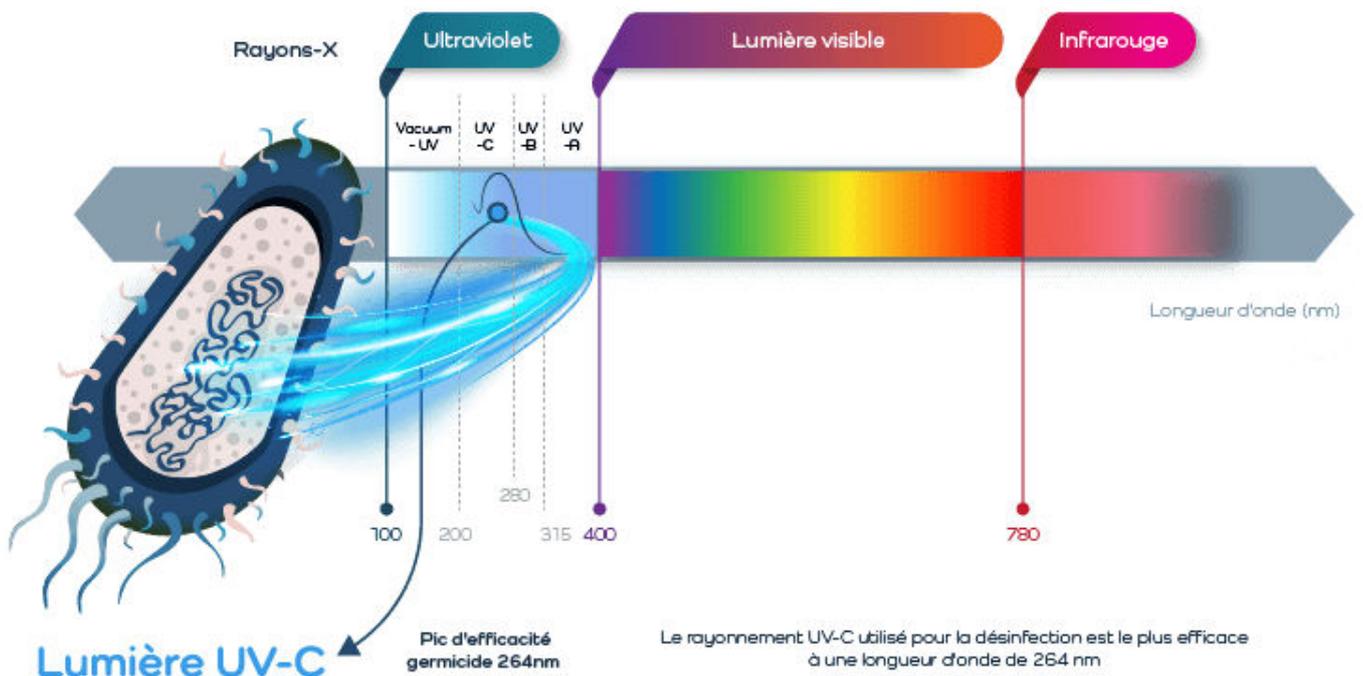
OXYDATION PHOTOCATALYTIQUE ET RAYONNEMENT UV :



L'oxydation photocatalytique décompose les Composés Organiques Volatils (COV) tels que le méthane, le benzène, les formaldéhydes, etc... La photocatalyse est issue de la réaction entre la lumière UV et un catalyseur, qui est ici en dioxyde de titane.

L'exposition aux UV-C de l'air passant dans la chambre de décontamination exercent leur pouvoir germicide en éliminant les bactéries, moisissures, micro-organismes et virus (dont Covid-19).

Le bombardement photonique provenant de la lampe dénature l'ADN et l'ARN, ce qui désactive une partie des micro-organismes. Le rayonnement UV permet de créer des radicaux libres (OH-) qui réduisent par réaction en chaîne les composants chimiques en contact avec le catalyseur (TiO2) en CO2 et en eau.

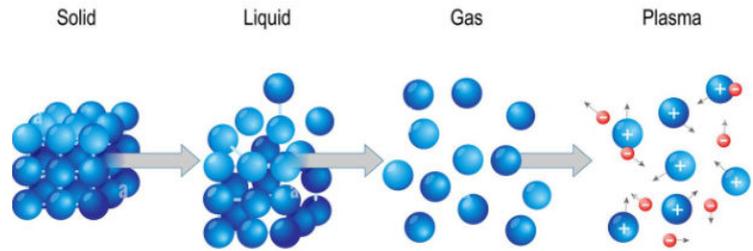


Ces 2 premiers processus désinfectent exclusivement l'air : ni les surfaces, ni les utilisateurs ne sont exposés au rayonnement UV.

PLASMA D'OXYGÈNE :

De quoi s'agit-il ?

Le plasma froid est le quatrième état de la matière, après l'état solide, liquide et gazeux.



Pour en obtenir, il faut appliquer un champ électrique à un gaz, par exemple l'air ambiant. Les atomes qui composent le gaz vont alors perdre des électrons, ce qui leur confèrera une charge électrique. On dit qu'ils sont ionisés. Lorsque les atomes sont tous ionisés, on parle de plasma chaud. A l'inverse, une ionisation incomplète donne du plasma froid.

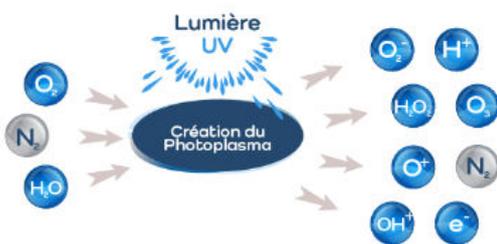
En cherchant à se débarrasser de leur surplus d'énergie, les ions vont entrer au contact des molécules organiques des virus, comme les lipides, protéines ou ARN (matériel génétique proche de l'ADN). Au contact de ces ions, les virus sont détruits, inactivés, ils ne pourront plus être infectieux et ce, aussi bien dans l'air que sur les surfaces. Un plasma est un gaz excité. Cela signifie qu'il est instable et qu'il va donc naturellement chercher à se stabiliser rapidement.

C'est précisément dans ce processus naturel de retour à un état physique stable qu'il va oxyder les polluants organiques (parois des virus, bactéries) ou casser les liaisons carbonées (polluants chimiques, COV, odeurs).

Le photo plasma se trouve à l'état naturel sur notre planète et il est communément appelé le «détergent» de l'atmosphère terrestre en raison de sa capacité à décomposer de nombreux polluants nocifs.

Comment cela fonctionne dans nos armoires et vestiaires ?

Dans notre cas, c'est la diffusion de ce plasma froid d'oxygène dans l'armoire ou les vestiaires qui va permettre la destruction des odeurs, des COV et des polluants organiques tels que les moisissures, champignons, bactéries et virus. Il n'est donc pas question de diffusion de produits masquants, ni de filtration. **Cette technologie ne nécessite pas de faire passer l'intégralité du volume d'air à l'intérieur du module désinfection car l'action s'effectue aussi et surtout à l'extérieur du module c.a.d. directement dans l'armoire et même dans la pièce où elle se trouve ! C'est donc l'air "excité hyperactif " rempli d'ions négatifs, sortant du module, autrement dit "l'air désinfecté et purifié", qui va éliminer, en se mélangeant et se propageant dans l'air "vicié et contaminé", les micro-polluants et contaminants qui s'y trouvent en suspension ou qui reposent sur les surfaces (textiles, métallique, etc...).**



Le plasma généré inclut une multitude d'ions négatifs. Ces ions vont former des clusters particulières en s'agréant aux impuretés de l'air. Les micropolluants en suspension dans l'air qui acquièrent une charge négative sont éliminés (Loi Bricard).

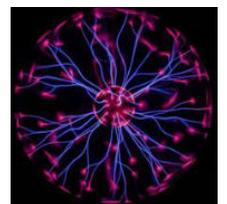
L'ionisation négative de l'air a un effet apaisant et relaxant sur l'être humain.

Le plasma généré inclut aussi une très faible concentration d'ozone ne dépassant pas les 0.04 ppm. Sa durée de demi-vie est de 25 minutes, cela signifie qu'après 1/2 heure, la moitié de l'ozone résiduel contenu dans une pièce aura été dégradé.

L'ozone sera décomposé plus rapidement par contact avec un contaminant, tel les bactéries, virus, moisissures, COV.

Son action permet d'inhiber la croissance bactérienne et moisissures par les mécanismes suivants :

- oxydation des parois cellulaires ;
- décomposition de l'ozone en radicaux libres qui oxydent les composants des cellules ;
- abîme les acides nucléiques ;
- dépolymérisation des parois cellulaires.



Ce processus désinfecte à la fois l'air et les surfaces sans exposer l'utilisateur à des toxiques ou polluants.

Technologie testée et prouvée en laboratoire, approuvée par le CNRS



Qui tue les bactéries !

La technologie élimine les bactéries présentes dans l'air ainsi que sur les surfaces, et continue d'agir en prévention de futures infestations.

Liste des bactéries éliminées par la technologie*

Aeromonas hydrophila	Citrobacter freundii	Legionella pneumophila	Pseudomonas aeruginosa	Staphylococcus aureus
Aeromonas salmonicida	Clavibacter michiganense	Leptospiranicola	Pseudomonas fluorescens	Staphylococcus hemolyticus
Agrobacterium tumefaciens	Clostridium botulinum	Listeria monocytogenes	Pseudomonas stutzeri	Staphylococcus lactis
Bacillus anthracis - Anthrax and spores	Clostridium tetani	Micrococcus candidus	RB2256	Streptococcus faecalis
Bacillus magaterium sp. (spores)	Corynebacterium diphtheriae	Micrococcus sphaeroides	Rhodospirillum rubrum	Streptococcus viridans
Bacillus magaterium sp. (veg.)	Ebertelia typhosa	Mycobacterium avium	Salmonella spp	Typhus abdominalis
Bacillus paratyphus	Escherichia coli	Mycobacterium fortuitum	Shigella flexneri - Dysentery	Vibrio anguillarum
Bacillus subtilis spores	Halobacterium elongata	Mycobacterium tuberculosis	Shigella paradysenteriae	Vibrio cholerae - Cholera
Bacillus subtilis	Halobacterium salinarum	Neisseria catarrhalis	Shigella sonnei	Vibrio natriegens
Campylobacter jejuni	Klebsiella pneumoniae	Phytomonas tumefaciens	Spirillum rubrum	Yersinia enterocolitica
Citrobacter diversus	Klebsiella terrigena	Proteus vulgaris	Staphylococcus albus	Yersinia ruckeri

*liste non exhaustive, mais représentant la plupart des bactéries communes et néfastes.

Qui élimine les virus !

La technologie détruit l'ADN viral et l'ARN, elle élimine efficacement les virus pathogènes et plus encore.

Liste des virus, champignons et protozoaires éliminés avec la Technologie*

Virus		Champignons et Protozoaires			
B40-8 phage	Echovirus I	PHI X 174 phage	Alternaria solani	Cryptosporidium hominis	Oospora lactis
H5N1 (Influenza A)	Echovirus II	Poliovirus type 1	Aspergillus flavus	Cryptosporidium parvum	Paramecium
hPIV-3 (Parainfluenza virus)	Echovirus 29	Poliovirus type Mahoney	Aspergillus glaucus	Encephalitozoon cuniculi	Penicillium expansum
Adenovirus type 2	Encephalomyocarditis virus	PRD-1 phage	Aspergillus niger	Encephalitozoon hellem	Penicillium digitatum
Adenovirus type 15	Enteric virus	Reovirus type 1	Aspergillus oryzae	Encephalitozoon intestinalis	Penicillium roqueforti
Adenovirus type 40	Enterovirus	Reovirus type 3	Aspergillus saitoi	Endamoebic cysts	Phytophthora parasitica
Adenovirus type 41	GDVII	Rhabdovirus	Aspergillus terreus	Fusarium oxysporum	Rhizopus nigricans
Calicivirus canine	Hepatitis A	Rotavirus SA-11	Basidiomycetes	Giardia lamblia	Saccharomyces carevisiae
Calicivirus feline	Herpes Virus	Stomatitis	Botrytis allii	Giardia muris	Saccharomyces ellipsoideus
Coxsackievirus A9	HIV	Tobacco mosaic	Botrytis cinerea	Mucor racemosus A	Saccharomyces spores
Coxsackievirus B3	Influenza Virus	Variola virus (smallpox)	Candida	Mucor racemosus B	Schistosoma
Coxsackievirus B5	MS2 phage	Vesicular virus	Chlorella vulgaris	Mucor piriformis	Verticillium albo-atrum
			Cladosporium	Nematodes	Verticillium dahliae

*liste non exhaustive mais représentant la plupart des virus, champignons et protozoaires communs et néfastes.

Qui détruit les Composés Organiques Volatiles !

La technologie élimine efficacement les mauvaises odeurs, les composés et particules en suspens, sans produits chimiques, ni filtres.

Liste des Composés Organiques Volatiles détruits par la technologie

(E)-2-butene-1-thiol	Body Odor	Cyclohexane	Garlic Odor	Methylacrylic Acid	Pesticides
3-methyl-1-butanethiol	Bromochloromethane	Dibutyl phthalate	Glycerol	n-Butyl Acetate	Phenol
2-quinolinemethanethiol	Butane	Dichlorobenzene	Ham Odor	Nicotene	Polychlorinated biphenyl
Acetic Acid	Butoxythanol	Dimethyl Sulfide	Hexane	Nitrite	Propane
Acetone	Butyl Mercaptan	Dinitrogen Trioxide	Hydraquinone	Nitrogen Dioxide	Propylene Glycol
Acrylic Acid	Camphor	Dinitrogen Tetroxide	Hydrocarbons	Nitrous oxide	Quinone
Ammonia	Carbon Monoxide	Egg Odor	Hydrogen Cyanide	Nitrosylazide	Roast Odor
Ammonium Persulfate	Carbon Disulfide	Ethanol	Hydrogen Sulfide	Nitrate Radical	Styrene
Atrazine	Cetyl Alcohol	Ethnic Food Odor	Isopropyl Alcohol	Non-Ionic Detergents	Skunk Odor
Bacon Odor	Cheese Odor	Ethylene	Liquefied Petroleum Gas	Octane	Sulfur Dioxide
Benzene	Chlorinated hydrocarbons	Ethylbenzene	Manganese (Soluble)	Organic Compounds	Tricresyl Phosphate
Benzidine	Chloroform	Ferrous Iron	Methane	Organobromides	Trimethylamine
Benzyl Alcohol	Cilantro Odor	Fluorene	Methanol	Organochlorides	Trinitramide
Biphenyl	Curry Odor	Formaldehyde	Methyl-Ethyl Ketone	Organofluorides	Toluene
Biphenyl Sulfide	Cyanide	Fried Food Odor	Methyl Mercaptan	Organiodide	Urethane
			Mineral Spirits	Ozone	Volatile Organic Compounds (VOCs)
			Mustard gas	Para-Phenylenediamone	Xylene

*liste non exhaustive mais représentant la plupart des Composés Organiques Volatiles.



CONFORMITÉ RÉGLEMENTAIRE & CERTIFICATIONS

Le module est en conformité avec le marquage CE qui impose le respect des normes de qualité, de performance et de sécurité applicables au sein de l'Union européenne.

CONFORMITÉ RÉGLEMENTAIRE	CERTIFICATIONS
Directive n°2014/35/EU Directive n°2014/30/EU Directive n°2011/65/EU Règlement (CE) n°1907/2006 Règlement (CE) n°528/2012 	IEC 60335-1 :2010 (Ed 5) + AMD1 :2013 IEC 60335-2-65 :2002 (Ed 2) + A1 :2008 EN 60335-1 :2012 + A11 :2014 EN 60335-2-65 :2003 + A1 :2008 + A11 :2012 EN 62233 :2008 EN 55014-1 :2006 + A2 :2011 EN 55014-2 :1997 + A2 :2008 EN 61000-3-2 :2015 EN 61000-3-3 :2013



DONNÉES D'EFFICACITÉ

De nombreuses études montrent l'efficacité de la technologie sur de nombreuses souches microbiologiques (bactéries, moisissures, levures et virus).

EFFICACITÉ DES RAYONNEMENTS UV :

AGIT SUR	SOUCHES	TEMPS DE CONTACT	RÉSULTATS	MÉTHODE	SOURCE
BACTÉRIES	K. terrigena S. aureus E. coli	15 min	> 96%	--	BCS Laboratories (2016)
	B. anthracis A. tumefaciens B. megtherium B. subtilis C. tetany C. diphtheria E. coli Legionella sp. L. interrogans M. tuberculosis N. catarrhalis P. vulgaris P. aeruginosa R. rubrum S. enteritidis S. paratyphi S. typhimurium S. typhose S. marcescent Shigella sp. S. epidermidis S. aureus Streptococcus sp. V. streptococci V. cholera	< 1 sec	> 99.9%	--	Envirogen International Testing Laboratory (--)
	--	24 h	> 99.9%	Étude de qualité de l'air dans un environnement domestique. Comptage bactérien sur boîte de pétri.	Environmental Industries International Inc. (--)
	E. coli S. marcescens	2 h	> 97%	Mesure de l'efficacité de désinfection dans l'air et les surfaces	Institute of microbiology and epidemiology (2003)
		2 h	Mortalité de 61.2%	Mesure de l'efficacité de désinfection dans l'air	Institute for Environmental Health and Related product safety (2003)

AGIT SUR	SOUCHES	TEMPS DE CONTACT	RÉSULTATS	MÉTHODE	SOURCE
MOISSISSURES / LEVURES	M. ramosissimus P. expansum P. roquetorti B. yeast B. yeast Common yeast cake S. ellipsoideus	< 1 sec	> 99.9%	--	Envirogen International Testing Laboratory (--)
VIRUS	SARS-CoV-2	< 1 sec	> 99.9%	ASTM E3135-18	BCS Laboratories (2020)
	hPIV-3	< 0.44 sec	> 99.9%	--	CNRS (2007)
	RSV A	< 0.44 sec	> 99.9%	--	CNRS (2008)
	Bacteriophage Hepatitis virus Influenza virus Poliovirus Rotavirus Small pox virus	< 1 sec	> 99.9%	--	Envirogen International Testing Laboratory (--)

La Technologie UV est efficace après 1 seconde de traitement aux UV sur l'élimination du SARS-Cov-2 dans l'air et sur les surfaces non-poreuses.

EFFICACITÉ DU PLASMA D'OXYGÈNE :

AGIT SUR	SOUCHES	TEMPS DE CONTACT	RÉSULTATS	MÉTHODE	SOURCE
BACTÉRIES	--	24 h	> 99.9%	Étude de qualité de l'air dans un environnement domestique. Comptage bactérien sur boîte de pétri.	Environmental Industries International Inc.
	--	2 h	> 99%	Mesures réalisées dans l'air ambiant de voitures après 2 heures de traitement.	Envirogen International Testing Lab. (--)
	K. pneumoniae	3 h	> 99%	Taille salle : 2 x 1 x 1m Mesure réalisée sur les surfaces de l'activité bactérienne après 3 h d'exposition.	Korea Apparel Testing & Research Institute (2004)
	S. aureus E. coli	3 h	> 99%	Taille salle : 2 x 1 x 1m Mesure réalisée sur les surfaces de l'activité bactérienne après 3 h d'exposition.	Korea Apparel Testing & Research Institute (2004)

AGIT SUR	SOUCHES	TEMPS DE CONTACT	RÉSULTATS	MÉTHODE	SOURCE
	S. typhimurium	3 h	> 99%	Taille salle : 2 x 1 x 1m Mesure réalisée sur les surfaces de l'activité bactérienne après 3 h d'exposition.	Korea Apparel Testing & Research Institute (2004)
	E. coli	3 h	100%	Mesure réalisée sur les surface de l'activité bactérienne après 3 h d'exposition	Penn State University Biology Department Test at Applied Research Laboratory (2000)
	L. monocytogenes E. coli	2 min	> 99.9%	Mesure de la réduction de la contamination bactérienne sur les surfaces après 2 minutes d'exposition.	FDA Certified laboratory Tri-Tech Analytical Laboratories (--)
	E. aerogenes	3 h	> 96%	Mesure de la réduction de la contamination bactérienne sur les surfaces.	USDA certified Laboratory Vallid Labs (2000)
	E. coli (ATCC25922)	2 h	> 99.99% (-4 Log) sur les surfaces	EN 17272 :2020	SOGEST AMBIANTE (2021)
	E. coli (ATCC25922)	1 h	> 98-99% (-2-3Log) dans l'air	EN 17141 :2020	SOGEST AMBIANTE (2021)
	MOISSISSURES / LEVURES	--	2 h	> 99%	Mesures réalisées dans l'air ambiant de voitures après 2 heures de traitement.
	Actinomycetes Cladosporium Coelomycetes Penicillium Aspergillus	12 h	Réduction significative des Actinomycetes dans les échantillons testés.	Mesures réalisées sur les surfaces après 12 h de traitement.	Kokkola Area Food Stuff and Environmental Laboratory (2004)
VIRUS	H5N2	< 0.44 sec	> 99.9%	--	CNRS (2007)
	hPIV-3	< 0.44 sec	> 99.9%	--	CNRS (2007)
	SARS-CoV-2	4 h	Absence du virus sur les surfaces	EN 17272 :2020	SOGEST AMBIANTE (2021)
	Adenovirus type 5 Adenoid 75, ATCC VR-5	20 min, 60 min et 240 min	> 99 % (-3Log) dans l'air	EN 17141:2020	SOGEST AMBIANTE (2021)

DONNÉES TOXICOLOGIQUES

Concentration d'ozone généré *in situ* :

MÉTHODE	RÉSULTAT	SOURCE
<p>IEC 60335-2-65 :</p> <p>Local :</p> <ul style="list-style-type: none"> - dimension : 2.5 x 3.5 x 3 m ; - sans ouverture ; - murs recouvert de polyéthylène ; - température : 25°C ; - HR : 50% <p>Appareil :</p> <ul style="list-style-type: none"> - positionné conformément aux instructions sur une table au centre de la pièce à environ 750 mm au-dessus du sol ; - alimenté à tension nominale pendant 24 h ; - filtres amovibles retirés <p>Mode de prélèvement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - tube de prélèvement situé dans le flux d'air à 50 mm de la sortie d'air de l'appareil ; - concentration d'ozone de fond mesuré avant l'essai et soustraite de la concentration maximale mesurée pendant l'essai ; - pourcentage d'ozone dans la pièce ne doit pas dépassé 5×10^{-6}. 	<p>Concentration ozone de fond : 0.015 ppm</p> <p>Mesure après 24 h 0.062 ppm</p> <p>Taille de la pièce : 100 m²</p> <p>Concentration maximale généré : 0.047 ppm</p>	SGS test report (2020)
EN 60335-2-65	Concentration maximale : 0.041 ppm	Laboratoire finlandais SPARKLITE Ltd (2006)
Non précisé	<p>Concentration ozone de fond : 0.025 ppm</p> <p>Concentration maximale généré : < 0.060 ppm</p> <p>Résultat n'excédant pas la VLE fixée en Irlande (IR SI 53/2004)</p>	Université de Dublin (2006)
Mesure après 4 heures de fonctionnement dans différentes salles et en extérieur	<p>Concentration ozone de fond : 0.01 ppm</p> <p>Concentration durant l'utilisation : 0.02 ppm</p>	Engineered Environments Pty Ltd (2004)

Les mesures réalisées sur le module de désinfection dans des conditions normalisées dans le cadre de la certification IEC 60335-2-65, montrent que la concentration en ozone générée après 24 h de fonctionnement est inférieure à la valeur limite d'exposition professionnelle fixée en France après 8 heures d'exposition, **soit 0.1 ppm** (INRS-ed984, 2016).

D'autre part, les préconisations réglementaire (article R4222-6 du Code du travail) indiquent que l'air dans les pièces doit être renouvelé selon un débit minimal d'air par occupant de 25m³ pour les bureaux et de 30m³ pour les locaux de réunion.

	CONCENTRATION OZONE GÉNÉRÉ (mg/h)	AIRE PIECE (m ²)	VOLUME PIECE (m ³)	CONCENTRATION OZONE PAR RENOUELEMENT D'AIR		
				0 / h (ppm)	1 / h (ppm)	4 / h (ppm)
	4.8	10	24	0.101	0.025	0.006

Réduction de la charge polluante de l'air ambiant :

Le module dépollue l'air en supprimant les COV et les polluants de l'air ambiant. Ils ne provoquent pas à l'inverse la formation de polluants.

MÉTHODE	RÉSULTATS	SOURCE
Mesure réalisée sur des fumées de tabac.	Réduction de : - 74% la concentration en CO ₂ ; - 27% la concentration en Formaldéhyde ; - 80% la concentration en Benzène ; - 66% la concentration en particule respirable.	National Research Center for Environmental Analysis and Measurements, Chine (2003)
Mesures réalisées après 4 heures d'utilisation	Réduction de moitié des concentration en nicotine dans les salles traitées.	Engineered Environments Pty Ltd (2004)
Mesures réalisées dans l'air ambiant de voitures après 2 heures de traitement.	Réduction des : - COV de 25 mg/cm ³ à 4 mg/cm ³ - particules respirables de 2200/cm ³ à 40/cm ³ .	Envirogen International Testing Lab. (--)
Mesures réalisées après 4 heures d'utilisation	Réduction de plus de 60% des concentration en nicotine dans les salles traitées.	Healthy Buildings International Pty Ltd (2003)

MÉTHODE	RÉSULTATS	SOURCE
Mesures réalisées après 20 minutes de traitement	Réduction du : - CO de 1.27 mg/m ³ à 0.3 mg/m ³ ; - Formaldéhyde de 97 µg/m ³ à 71 µg/m ³ ; - Benzène de 25.6 µg/m ³ à 5.18 µg/m ³ .	National Research Center for Environmental Analysis and Measurements, Chine (2003)
Mesures réalisées après 24 h de traitement	Réduction du : - Toluene de plus de 30% ; - Xylene de 63% ; - Butyl acetate de 46%	VTT Technical research center of Finland (2004)