

Biodécontamination

DSVA, UVC, OZONE, Purificateurs et nouveaux procédés: Qu' en retenir ?

Crespin C. ADJIDÉ

Pharm D, Biologiste des hôpitaux

Hygiène et Prévention du risque infectieux associé aux soins

Laboratoire hygiène Risque biologique et Environnement

Centre de Biologie Humaine, CHU Amiens-Picardie

@: crespin.adjide@chu-amiens.fr

 [@Lanmanu327](https://twitter.com/Lanmanu327)



Biodécontamination

DSVA, UVC, OZONE, Purificateurs et nouveaux procédés :

Qu' en retenir ?

Crespin Codjo ADJIDÉ

Aucun lien d'intérêts à déclarer



Biodécontamination

DSVA, UVC, Ozone, Purificateurs et nouveaux procédés :
Qu' en retenir ?

Bionettoyage
Biodécontamination

Eau, DSVA,
UVC, Ozone,
gaz plasma



Edward Mordrake, The Man With Two Faces

Traitement d'air
Épuration d'air



Biodécontamination

DSVA, UVC, Ozone, Purificateurs et nouveaux procédés :
Qu' en retenir ?

- Le sujet du jour

Hygiène & et risque infectieux en Etablissement de santé

Hygiène

= ensemble de mesures destinées à **prévenir** les **infections** (dictionnaire médical)

&

Risque infectieux (en Etablissement de santé)

= probabilité de survenue d'une infection suite à l'**exposition** à un **microorganisme potentiellement pathogène**



Biodécontamination

DSVA, UVC, Ozone, Purificateurs et nouveaux procédés :
Qu' en retenir ?



=> Réduire la **charge biologique ou biocharge** dans le milieu de soins et au cours des soins

= population de microorganismes viables sur ou dans un produit et/ou un système de barrière stérile (ISO 11139 : 2018)



=> Réduire le **risque microbiologique**

Précautions Standard (PS) 2017

gestion de l' environnement et biodécontamination



R31 - Procéder au nettoyage et/ou à la désinfection :

- * de l'environnement proche du patient (table de chevet, adaptable, lit...)
- * des surfaces fréquemment utilisées (poignées de porte, sanitaires...)
- * des locaux (sols, surfaces)

Selon des procédures et fréquences* adaptées

** La fréquence d'entretien doit être déterminée par l'établissement ou la structure de soins selon les niveaux de risque*



Biodécontamination ou Désinfection ?

Désinfection (ISO 11139 : 2018)

Élimination, destruction ou inactivation de **microorganismes viables** sur des objets, surfaces ou produits jusqu'au seuil préalablement déterminé comme approprié pour leurs usages ultérieurs

NB : Désinfection chimique (EN 14885:2018 (F)) : réduction obtenue grâce à l'action irréversible d'un **produit = désinfectant chimique**

Biodécontamination (ISO 11139 : 2018 et ISO 13408-6 : 2021):

Élimination de la **contamination microbiologique** ou sa réduction à un niveau acceptable

NB : *contamination microbiologique inclut celle par les métabolites (ex: pyrétogènes)*



Biodécontamination ou Désinfection ?

✓ **Désinfection**
(ISO 11139 : 2018)

Ou

✓ **Biodécontamination**
(ISO 11139 : 2018 et ISO 13408-6 : 2021)

niveau acceptable

Ou

seuil préalablement
déterminé comme
approprié pour leurs
usages ultérieurs



Objectif fixé

la réduction de la charge
bactérienne doit être mesurée



Biodécontamination ou Désinfection ?

✓ **Désinfection**
(ISO 11139 : 2018)

Ou

✓ **Biodécontamination**
(ISO 11139 : 2018 et ISO 13408-6 : 2021)




**Objectiver son
impact sur le
taux des IAS**

Chaîne épidémiologique
de la biocontamination
puis infection
multifactorielle ...


Biodécontamination

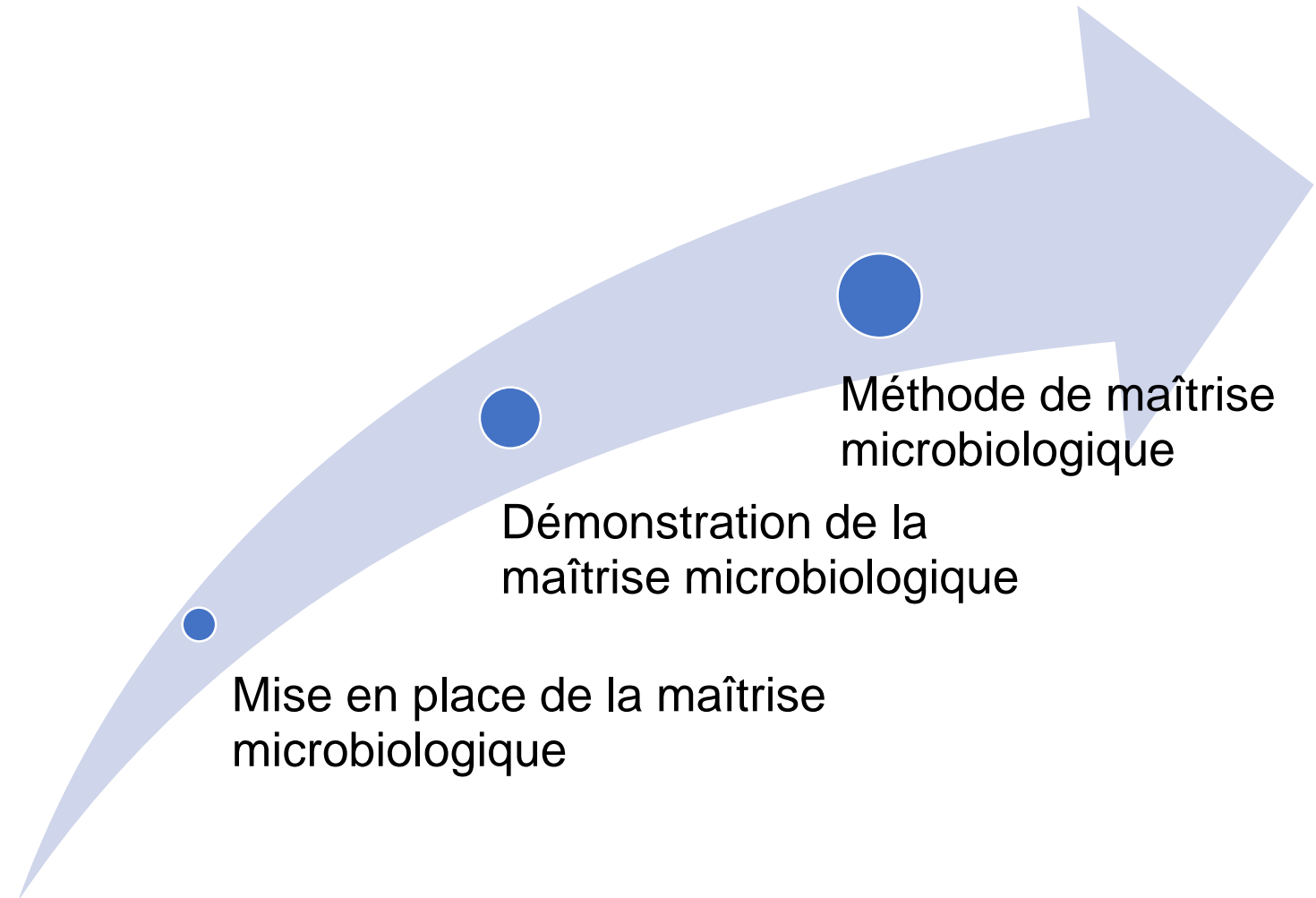
Démarche de management du risque de biocontamination

Management du risque

 Le risque
= effet de l'incertitude sur
l'atteinte des objectifs

LE RISQUE associé à la
BIOCONTAMINATION

 Démarche de management du
risque de biocontamination
(NF EN 17141:2020)



ISO 17141 : 2020

Mettre en place de la maîtrise microbiologique

- Établir un système formalisé de maîtrise microbiologique
- Prendre en compte les points ou étapes clés à ne pas oublier au cours de ce processus
- Identifier toutes les sources et voies de contamination microbiologique (biocontamination)
- Évaluer le risque microbiologique
- Établir un plan de surveillance microbiologique de l'environnement
- Établir les seuils limites (alerte et action) de maîtrise
- Mettre en place un système de documentation
- Former voire habilitier le personnel

Démonstration de la maîtrise microbiologique

- Déterminer les tendances des résultats obtenus
- Vérifier le système microbiologique formalisé (recherche d'écart par rapport aux limites préétablis)
- Examiner les résultats hors spécifications
 - Enregistrements
 - Traçabilité des prélèvements
 - Intégrité des résultats
 - Enregistrement des données
 - Évaluation des données
 - Analyse des tendances

CC Adjidé; SP 129;2021: 14-17

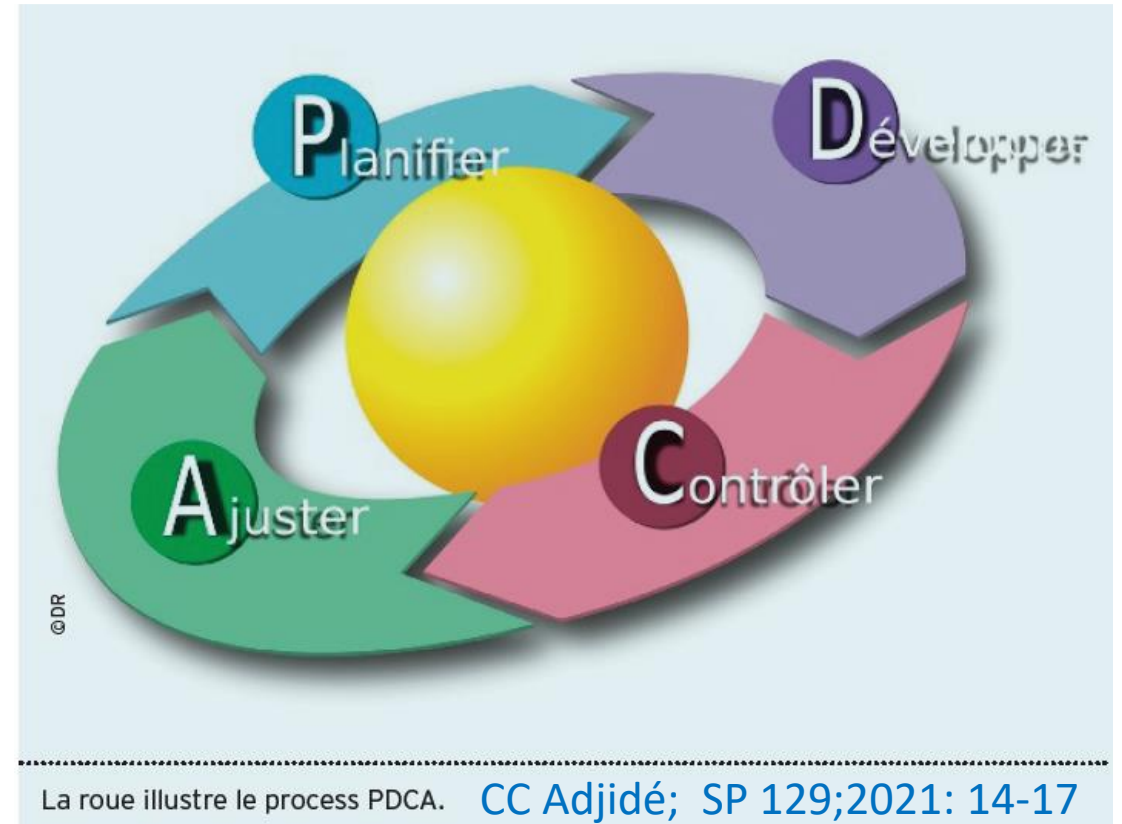
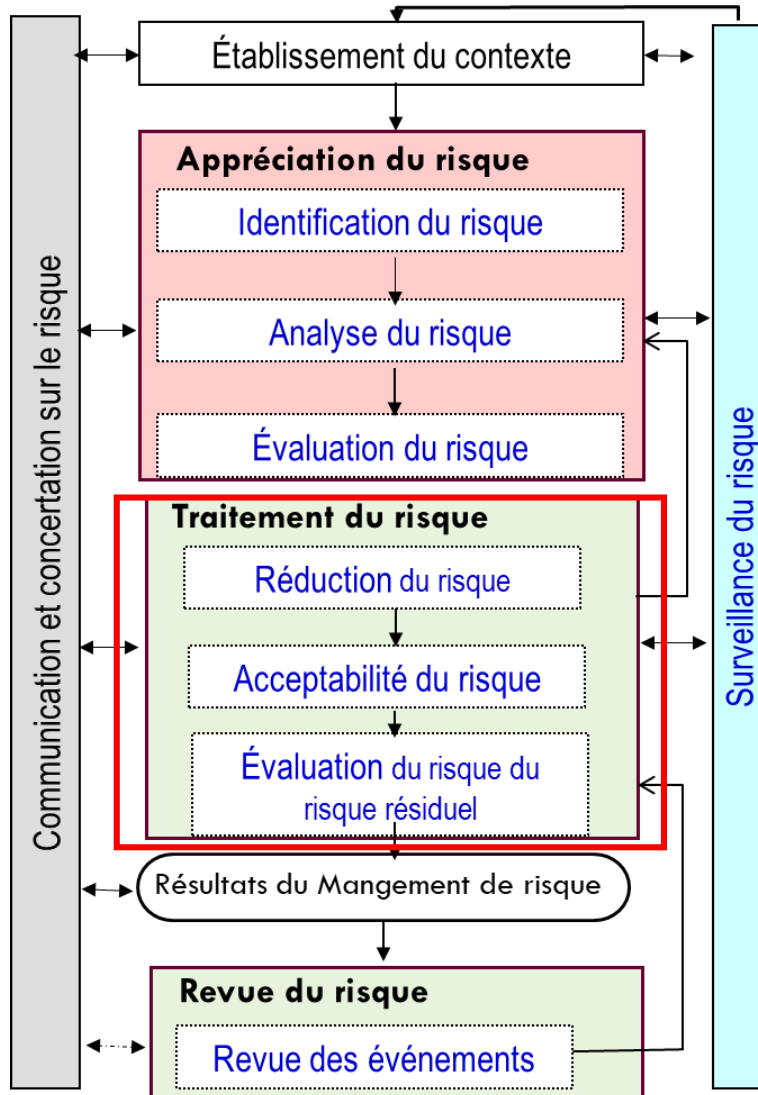
Méthodes de mesures microbiologiques

- Choisir la méthode de prélèvement
- Choisir l'échantillonneur d'air volumétrique
- Choisir les milieux de culture et incubation
- Choisir et qualifier l'incubateur

Démarche de management du risque de biocontamination

ISO 31000 :
management du
risque

ICH guideline
Q9 on quality risk
management



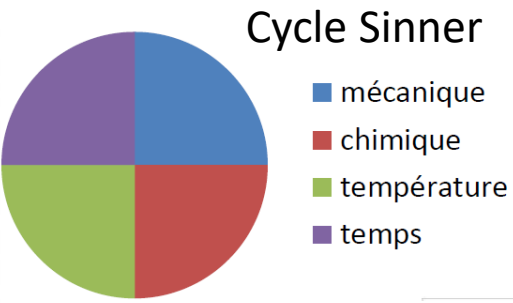
↔ Processus de Management de risque (MdR)

Question : comment traiter la biocontamination à laquelle je suis confrontée ?

Traitement de la biocontamination: le bionettoyage – 1



Herbert Sinner (1900-1988)



Nettoyage + Évacuation

+

Désinfection

Désinfectant
(cf. Prodhybase)

H₂O

Vapeur d'eau
Eau ionisée

Aérosol
Gaz
Vapeur

DSVA

Eau
électrolysée

UV-C

Plasma froid



Traitement de la biocontamination: le bionettoyage - 2

Nettoyage + Évacuation + Désinfection



H₂O



chimique



Autolaveuse



Vapeur d'eau
(NF T 72-110 : mars 2019)



Bandeaux
microfibres



Eau ionisée
(pH neutre, alcalin, acide)



Monobrosse



Bandeaux
microfibres

Traitement de la biocontamination: le bionettoyage – 3

Procédés de Désinfection automatisés (non-touch) : IA & APP



DSVA chimique



Mist disinfection system CF/Km-2N

Bioquell Z-2



DSVA HOCl



DSVA ozone



DS UV-C



The UVCM (Ultraviolet Mobile Unit)



T-care.M unité de désinfection par lampe UV-C, nexTsafe®)

Procédés simples; toujours en complément du nettoyage



Traitement de la biocontamination: la Désinfection par Voie Aérienne (DSVA)



Activité désinfectante d'un procédé DSVA automatisé :

dispersion par un émetteur d'un produit chimique ou d'un gaz :

bactéries, spores bactériennes, levures, moisissures, virus, bactériophages et mycobactéries, dans des conditions définies (NF EN 17272: avril 2020)

NF T 72-281: Nov. 2014 (remplacée par la 17272 sur les procédés automatisés)



VHP 1000ED



Mist disinfection system CF/Km-2N





Traitement de la biocontamination : la DSVa

DSVA question de Couple :
machine/produit

✂ Si procédé automatique

NF EN 17272 (Avril 2020)

Antiseptiques et désinfectants chimiques —
Méthodes de désinfection des pièces par
voie aérienne par des procédés automatisés
— Détermination de l'activité bactéricide,
fongicide, levuricide, sporicide, tuberculocide,
mycobactéricide, virucide et phagocide

= référentiel : permet de
confirmer l'efficacité d'un système
de DSVa automatisée

		Réduction en log de la biocharge			
	Catégories	Organismes d'essai	Secteur médical	Secteur vétérinaire	Secteur agro-alimentaire, industriel, domestique et collectivités
			TP 2**	TP2-TP3	TP2-TP4
Organismes d'essai et objectifs d'efficacité	Bactéries	<i>Staphylococcus aureus</i>	5	5	5
		<i>Enterococcus hirae</i>	5	5	5
		<i>Escherichia coli</i>	5	NA	5
		<i>Acinetobacter baumannii</i>	5	NA	NA
		<i>Proteus hauseri</i>	NA*	5	NA
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	5	5
	Spores	<i>Bacillus subtilis</i>	4	3	3
	Champignons et Levures	<i>Candida albicans</i>	4	4	4
		<i>Aspergillus brasiliensis</i>	4	4	4
	Virus	<i>Norovirus murin</i>	4	NA	4
		<i>Adénovirus type 5</i>	4	NA	4
		<i>Parvovirus porcin</i>	NA	4	NA
	Mycobactéries	<i>Mycobacterium avium</i>	4	4	4
		<i>Mycobacterium terrae</i>	4	4	4
	Bactériophage	<i>Lactobacillus lactis</i> P001	NA	NA	4
<i>Lactobacillus lactis</i> P008		NA	NA	4	

* : NA : Non-applicable – ** Biocides, type de produits(TP)
Crespin C. ADJIDÉ; Lab. Risque bio & Envir.; CHU Amiens-Picardie

Traitement de la biocontamination : la DSVA

Désinfectants = oxydants

Potentiel d'oxydation indique la tendance à oxyder tierces substances (SOP) [volt]

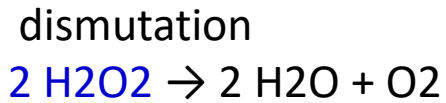
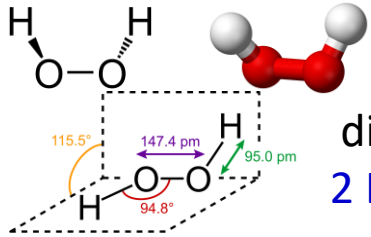
=> absorber des électrons (à se réduire)

- ✓ seuls
- ✓ mélangés
 - stabiliser le produit actif
 - activité plus rapide
 - ↗ spectre d'activité et ↘ doses
- ✓ ± adjuvants : corrosion, etc.

Espèce	Potentiel d'oxydation (v, NHE)
Fluor (F ₂)	3,03
Radical hydroxyl (HO•)	2,80
Atome d'oxygène (O)	2,42
Ozone (O ₃)	2,07
Acide peracétique	1,81
Peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂)	1,77
Radical hydroperxyle (H–O–O•)	1,70
Permanganate de potassium (KM _n O ₄)	1,67
Dioxyde de Chlore (ClO ₂)	1,57
Acide hypochloreux (HClO)	1,49
Chlore (Cl ₂)	1,36
Dioxygène (O ₂)	1,23
Brome (Br ₂)	1,06

Tableau : potentiel d'oxydation relatif par rapport au potentiel de l'électrode standard à l'hydrogène (Bigda 1995, Hunsberger, 1977)

Traitement de la biocontamination: la DSA par H₂O₂



Espèce	Potentiel d'oxydation (v, NHE)
Fluor (F ₂)	3,03
➔ Radical hydroxyl (HO•)	2,80
Atome d'oxygène (O)	2,42
Ozone (O ₃)	2,07
Acide peracétique	1,81
➔ Peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂)	1,77
Radical hydroperxyle (H-O-O•)	1,70
Permanganate de potassium (KM _n O ₄)	1,67
Dioxyde de Chlore (ClO ₂)	1,57
Acide hypochloreux (HClO)	1,49

✓ seul ou mélangé (=> récupération ++ locaux, sans risque de rémanence)

H₂O₂/APA : ↗ spectre d'activité et ↘ doses de H₂O₂

H₂O₂/alcool : freiner la dégradation du H₂O₂

✓ ± adjuvants (ions Ag⁺, APA, inhibiteurs de corrosion, etc.)

H₂O₂ => Activité : radicaux libres, radical hydroxyle (HO•) (SOP : 2,80 ev)

HO•: peroxydation des lipides

action sur les thiols (R-S-H) : enzymes et protéines structurales

destruction des membranes cellulaires => létalité



Traitement de la biocontamination: la DSVa par H₂O₂

☞ DSVa question de mode de diffusion

Vapeur : quantité suffisante pour saturer le volume

=> cycle long

=> micro-condensation

=> calfeutrage minutieux

=> aération post application +++

Aérosol, brume, brouillard : quantité faible

Adjuvants (ions Ag⁺, APA, inhibiteurs de corrosion, acide phosphorique, etc.)

Particules 8-10 μm [0,5 -20]

Hyperdry Mist : 95 % particules >1 μm



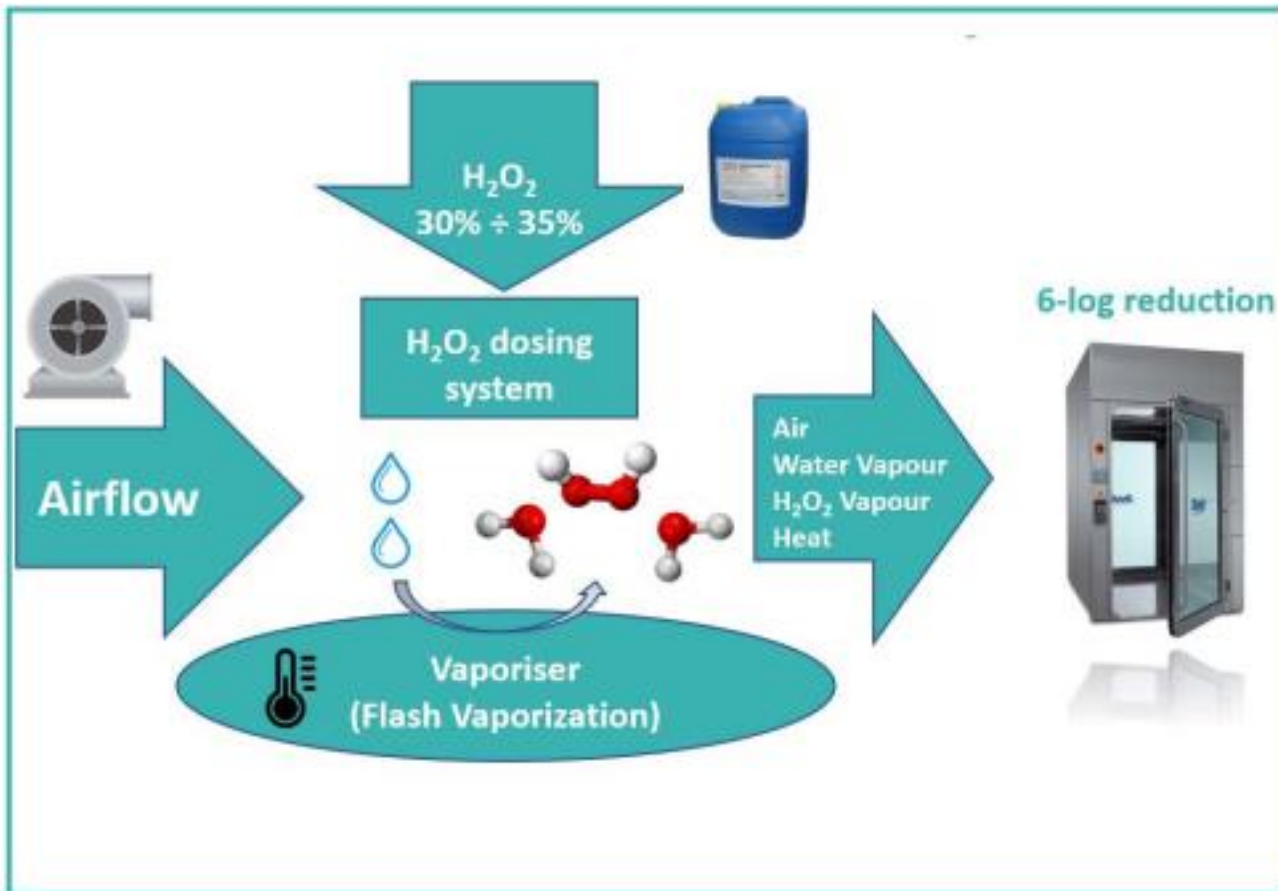
H₂O₂ : 30-35 % w/w; ≥ 6log



H₂O₂ : 8-12% [2-12] ; 3-4 log

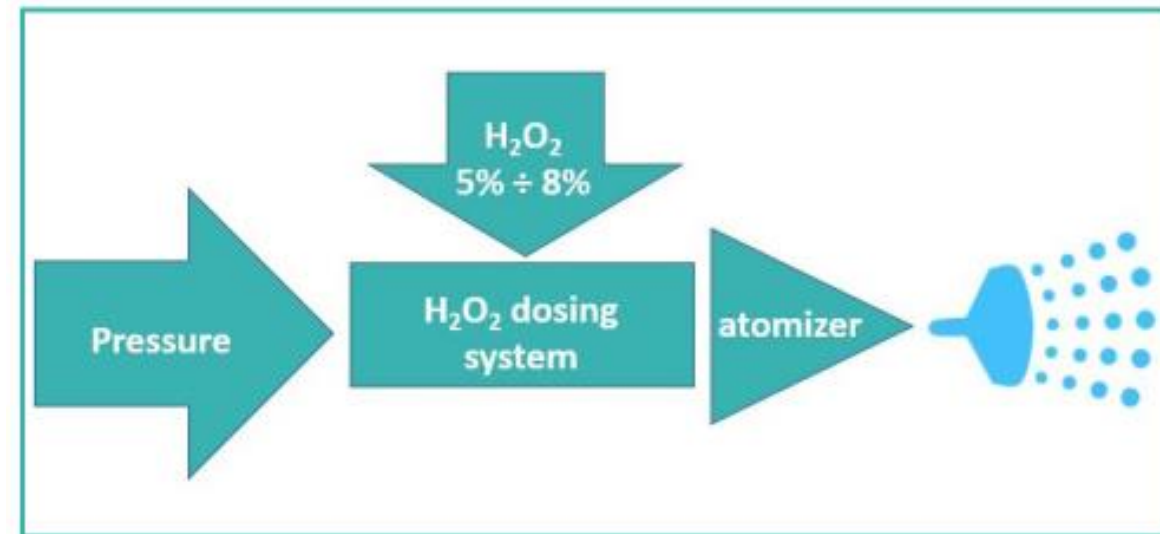


Traitement de la biocontamination: la DSA par H₂O₂



VPHP generator : generic functional scheme

https://www.tecniplast.it/usermedia/iwt/2016/brochures/WHITE_PAPER_DECON.pdf



Aerosolised Hydrogen Peroxide generator

https://www.tecniplast.it/usermedia/iwt/2016/brochures/WHITE_PAPER_DECON.pdf



Traitement de la biocontamination :

la DSVa par H₂O₂

👉 Cycle de diffusion (durée globale)

4 phases :

1. conditionnement
2. diffusion
3. contact
4. aération



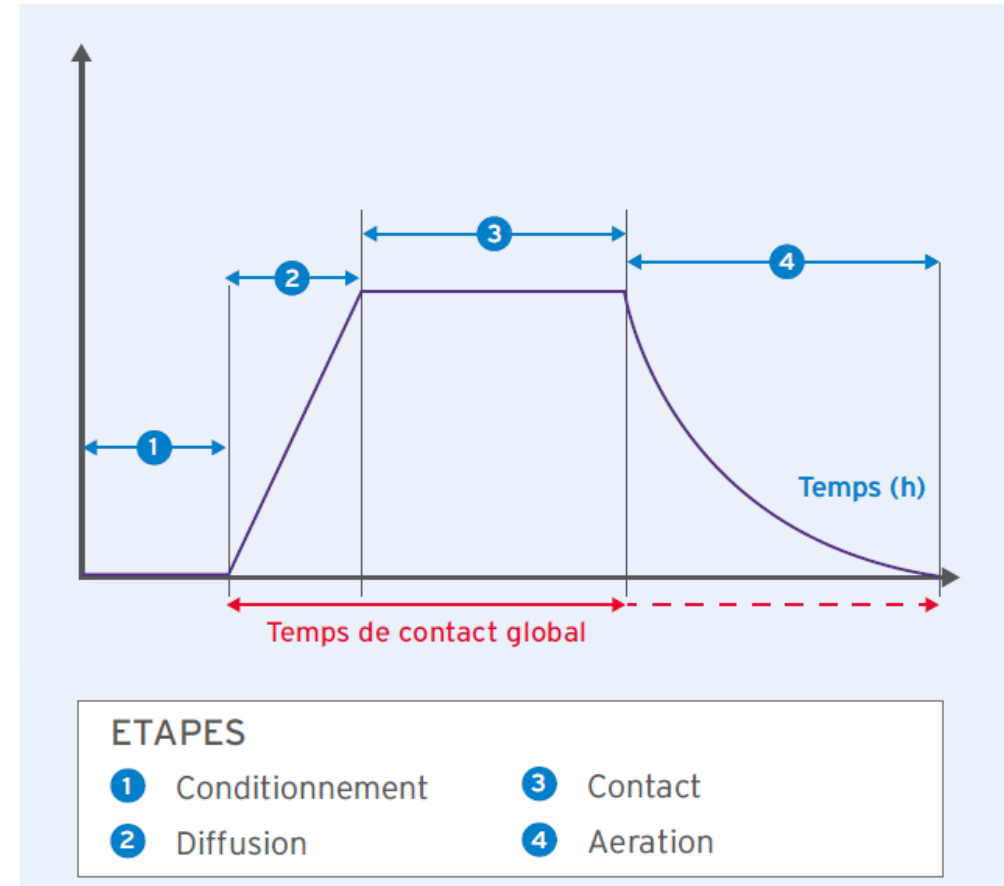
La DSVa peut aider à atteindre un objectif de biodécontamination dans un espace, une salle, une zone

Mais toute utilisation de la DSVa doit être

- * En réponse à une analyse de risque
- * Confiée à un personnel informé
- * Confiée à un personnel formé et jugé compétent à dessein

(<https://www.hse.gov.uk/coronavirus/disinfecting-premises-during-coronavirus-outbreak.htm>).

Durée globale et temps de contact global de la DSVa

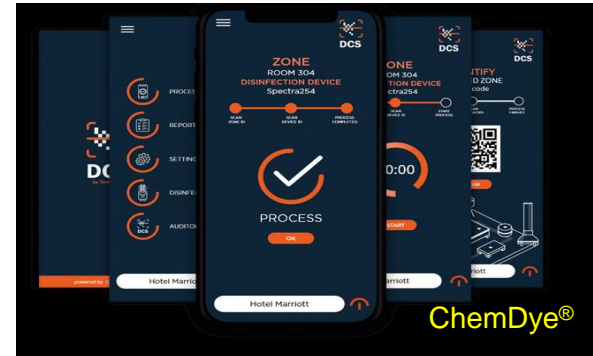




Traitement de la biocontamination: la DSVa par H₂O₂

Paramètres critiques du procédé

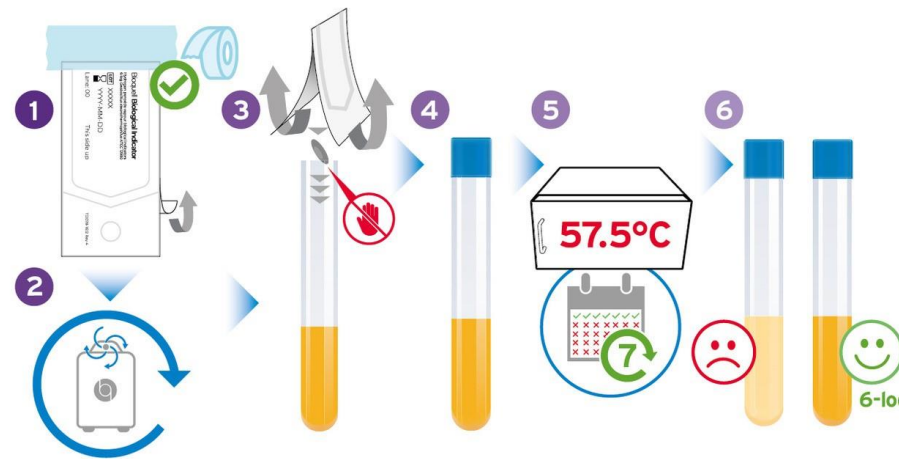
- ✗ ppm de produit actif (surfaces)
(pas les ppm dans l'air)
- ✗ Taux d'humidité relative
- ✗ Température



Indicateur

- * biologique (BIs)
6-log *Geobacillus stearothermophilus*
- * chimique

Mesurer [H₂O₂] avant réouverture du site (H₂O₂ : <1ppm/8h d'exposition)



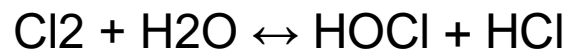
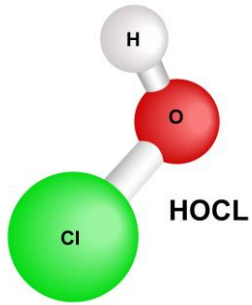
The drawback of biological indicators is that they must be incubated for **7 days**



ChemSurf



Traitement de la biocontamination : la DSVa par l'acide hypochloreux (HClO)



HClO

Naturellement produit par les globules blancs (mammifères)

Acide faible instable : n'existe qu'en solution

réagit avec : biomolécules ADN, ARN, lipides (acides gras, cholestérol), protéines (-SH; -NH) => réticulation, agrégation et clivage des protéines

Oxydation du glucose

Mécanisme de l'action désinfectante de HClO :
inactivation de nombreux systèmes vitaux

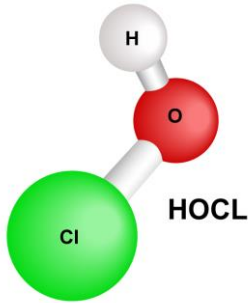
→ DL50 (0,0104 à 0,156 ppm)

→ à 2,6 ppm : inhibition totale croissance bactérienne en 5 min

Espèce	Potentiel d'oxydation (v, NHE)
Fluor (F ₂)	3,03
Radical hydroxyl (HO•)	2,80
Atome d'oxygène (O)	2,42
Ozone (O ₃)	2,07
Acide peracétique	1,81
Peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂)	1,77
Radical hydroperxyle (H-O-O•)	1,70
Permanganate de potassium (KMnO ₄)	1,67
Dioxyde de Chlore (ClO ₂)	1,57
→ Acide hypochloreux (HClO)	1,49
Chlore (Cl ₂)	1,36
Dioxygène (O ₂)	1,23
Brome (Br ₂)	1,06



Traitement de la biocontamination: la DSA par HClO



Innocuité



Usage dans tous les domaines de la biodécontamination

* industrie cosmétique

nettoyant et hydratant de la peau,
dans les produits pour bébés

*industrie alimentaire

traitement de l'eau

désinfection des surfaces de préparation des aliments

désinfectant (dans les piscines par exemple)

HClO désinfectant

☞ concentration bactéricide de inoculum bactérien
initiale

désodorisant, agent de blanchiment.

Traitement de la biocontamination: la DSA par HClO

Fig 1. Schematic illustration of the test chamber.

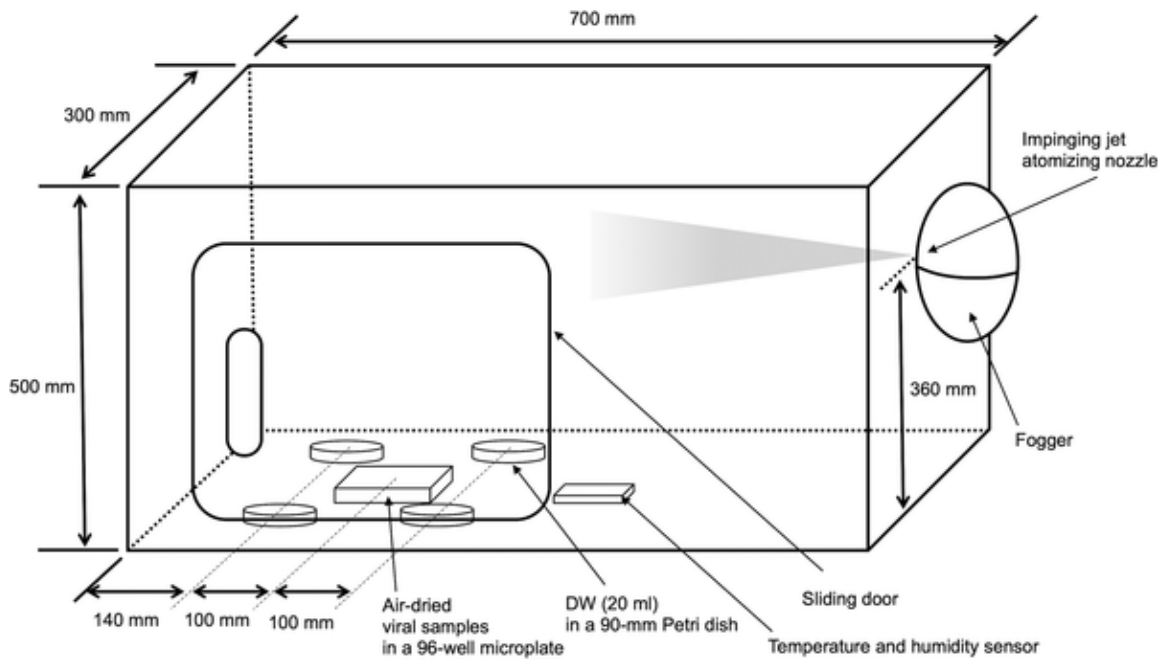
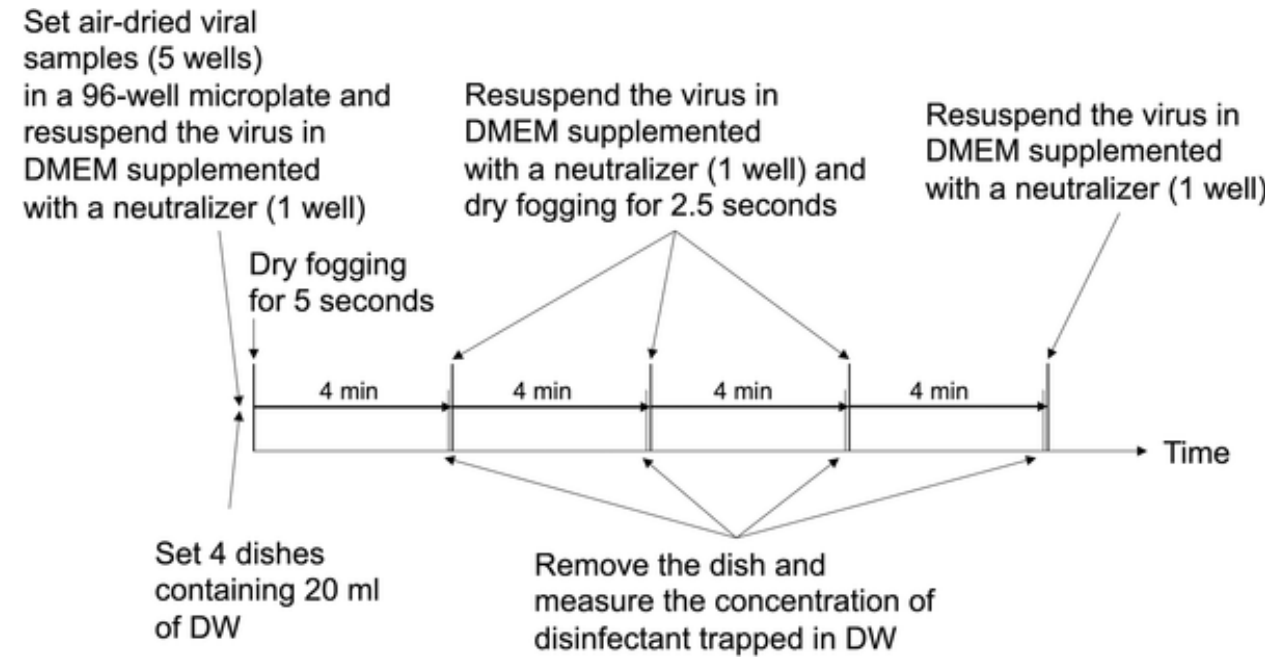


Fig 2. Flow diagram of the virus inactivation experiment.

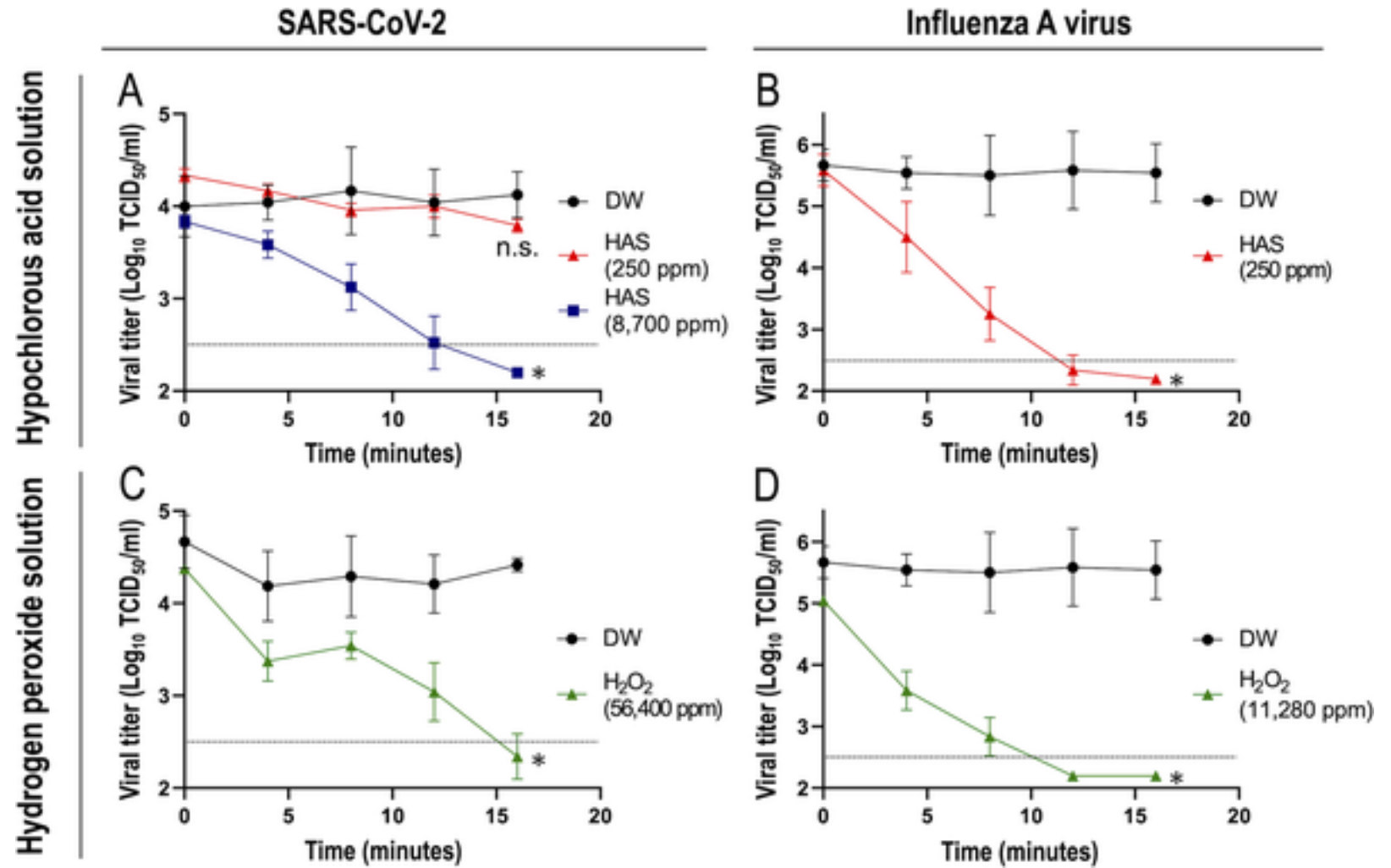


Urushidani M, Kawayoshi A, Kotaki T, Saeki K, Mori Y, et al. (2022) Inactivation of SARS-CoV-2 and influenza A virus by dry fogging hypochlorous acid solution and hydrogen peroxide solution. PLOS ONE 17(4): e0261802.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261802>
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0261802>

Urushidani M, Kawayoshi A, Kotaki T, Saeki K, Mori Y, et al. (2022) Inactivation of SARS-CoV-2 and influenza A virus by dry fogging hypochlorous acid solution and hydrogen peroxide solution. PLOS ONE 17(4): e0261802.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261802>
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0261802>

Traitement de la biocontamination: la DSA par HClO

Fig 3. Inactivation of viruses by the dry fogging of disinfectants.



Urushidani M, Kawayoshi A, Kotaki T, Saeki K, Mori Y, et al. (2022) Inactivation of SARS-CoV-2 and influenza A virus by dry fogging hypochlorous acid solution and hydrogen peroxide solution. PLOS ONE 17(4): e0261802.

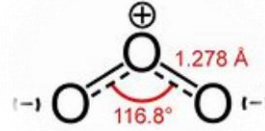
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261802> <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0261802>



Traitement de la biocontamination:

la DSVa par Ozone

L'ozone ou trioxygène (O_3)

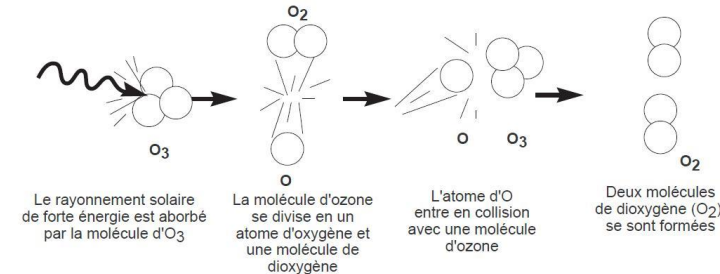
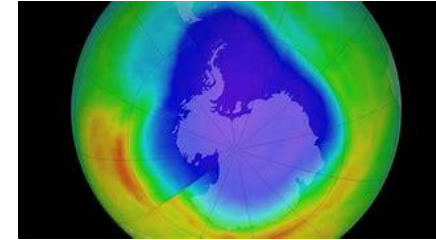


- gaz incolore, légèrement bleuté à forte concentration
- Naturellement retrouvé dans l'atmosphère terrestre
- Protège les organismes vivants sur la planète contre les rayons UV (dangereux et nocifs)

Gaz instable (durée de vie \approx 15 min.) \rightarrow O_2 (sans résidu)

- Ni inflammable, ni explosif
- Peut devenir
 - liquide à -111.9 °C et solide à partir de -192.5 °C
- Odeur rappelle le chlore ou l'eau de javel
- Odeur décelable par le système olfactif dès une concentration de 0.01 ppm

couche d'ozone



Ozone : gaz instable



Traitement de la biocontamination: la DSVa par Ozone

L'ozone est un oxydant très puissant (SOP = 2,07 eV)
induit des radicaux libres oxygénés cytotoxiques

Ozone gaz ou liquide (aqueux)

* opérations de purifications, d'assainissement, de désinfection ou de stérilisation

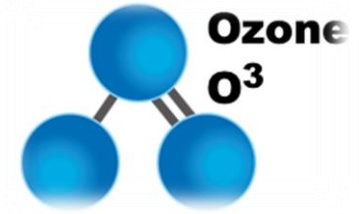
Action de l'ozone sur les micro-organismes fonction de :

* conditions du milieu

Usage comme désinfectant

* agro-alimentaire

* Divers espaces : commerces; usines, hôtels, véhicules



Espèce	Potentiel d'oxydation (v, NHE)
Fluor (F ₂)	3,03
Radical hydroxyl (HO•)	2,80
Atome d'oxygène (O)	2,42
→ Ozone (O ₃)	2,07
Acide peracétique	1,81
Peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂)	1,77
Radical hydroperxyle (H-O-O•)	1,70
Permanganate de potassium (KMnO ₄)	1,67
Dioxyde de Chlore (ClO ₂)	1,57
Acide hypochloreux (HClO)	1,49
Chlore (Cl ₂)	1,36
Dioxygène (O ₂)	1,23
Brome (Br ₂)	1,06

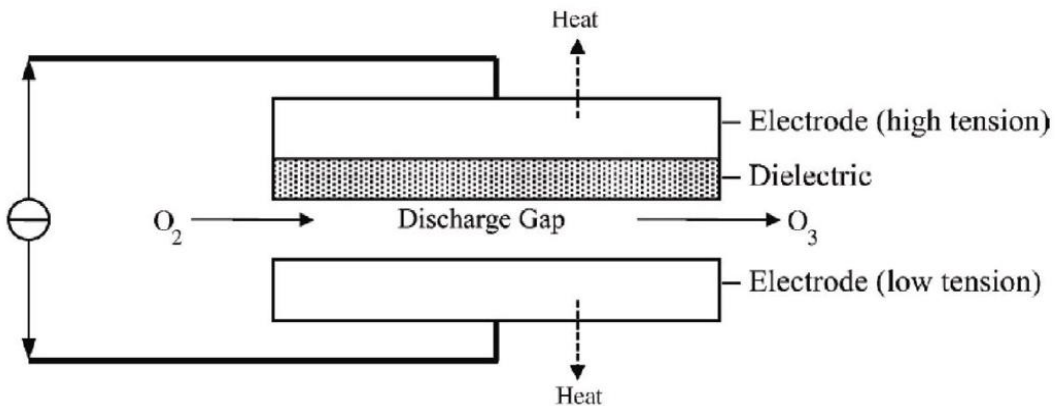


Traitement de la bicontamination: la DSVA par Ozone

Usage en milieu de soin: forme gazeuse

Gaz ozone est créé grâce au fractionnement de l'oxygène suite à une

- * décharge électrique (**décharge Corona**)
- * irradiation UV
- * réaction d'électrolyse



Schematic diagram of Corona Discharge method for ozone generation (Rice et al., 1981)

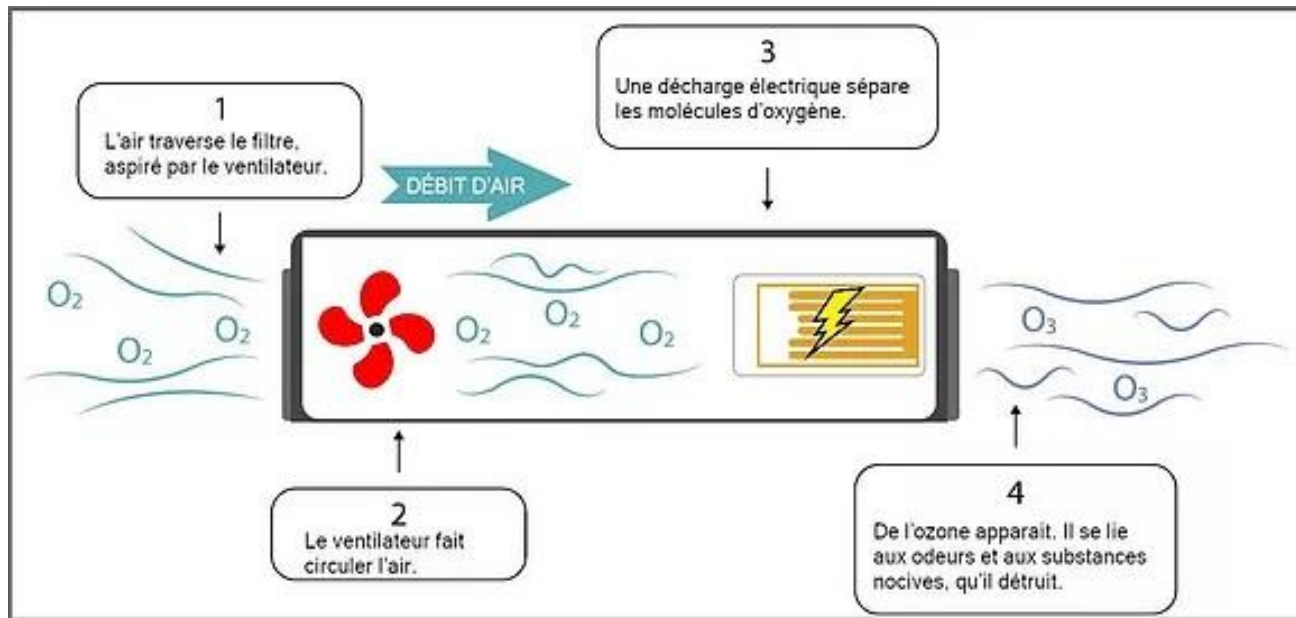


Système de contrôle de l'ozone et capteur d'ozone



Générateurs d'ozone

Traitement de la biocontamination: la DSVa par Ozone



Ozone : gaz instable → pas de stockage
produit en continu (lieu d'utilisation)
validation de la **NF EN 17272: avril 2020**



Système de contrôle de l'ozone et capteur d'ozone



Traitement de la bicontamination: la DSVA par Ozone

Irie MS, Dietrich L, Souza GL, Soares PBF, Moura CCG, Silva GRD, Paranhos LR.

Ozone disinfection for viruses with applications in healthcare environments :
a scoping review.

Braz Oral Res. 2022 Jan 14;36:e006. doi: 10.1590/1807-3107bor-2022.vol36.0006. PMID: 35081224.

Études sur désinfection par ozone

9937 → (titres) 461 (résumés) → 59 (texte intégral) → 15 incluses

Conclusion

Our findings suggest that ozone should be considered as an effective method to decrease the infectivity of several viruses commonly acquired inside hospitals and other healthcare environments



Traitement de la biocontamination: la DSA par Ozone

Steinmann J, Burkard T, Becker B, Paulmann D, Todt D, Bischoff B,
Steinmann E, Brill FH,

Virucidal efficacy of an ozone-generating system for automated
room disinfection

Journal of Hospital Infection, <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.06.004>.

Système de désinfection automatique STERISAFE™ Pro
([Standard NF T72-281: 2014-11-08](#)) - 150 min et 300 min

Chambre test : 4,95 m x 4,95 m; H: 2,55 m et vol: 62,48 m³

Ozone : 80 ppm, Humidité relative (RH) = 90%

Distance générateur d'ozone et porte-germes contaminés :
3,60 m

Conclusion

Ces résultats démontrent clairement, dans une expérience
de laboratoire, le potentiel d'inactivation, par l'ozone, des
virus enveloppés et non enveloppés par un procédé
automatisé sans contact

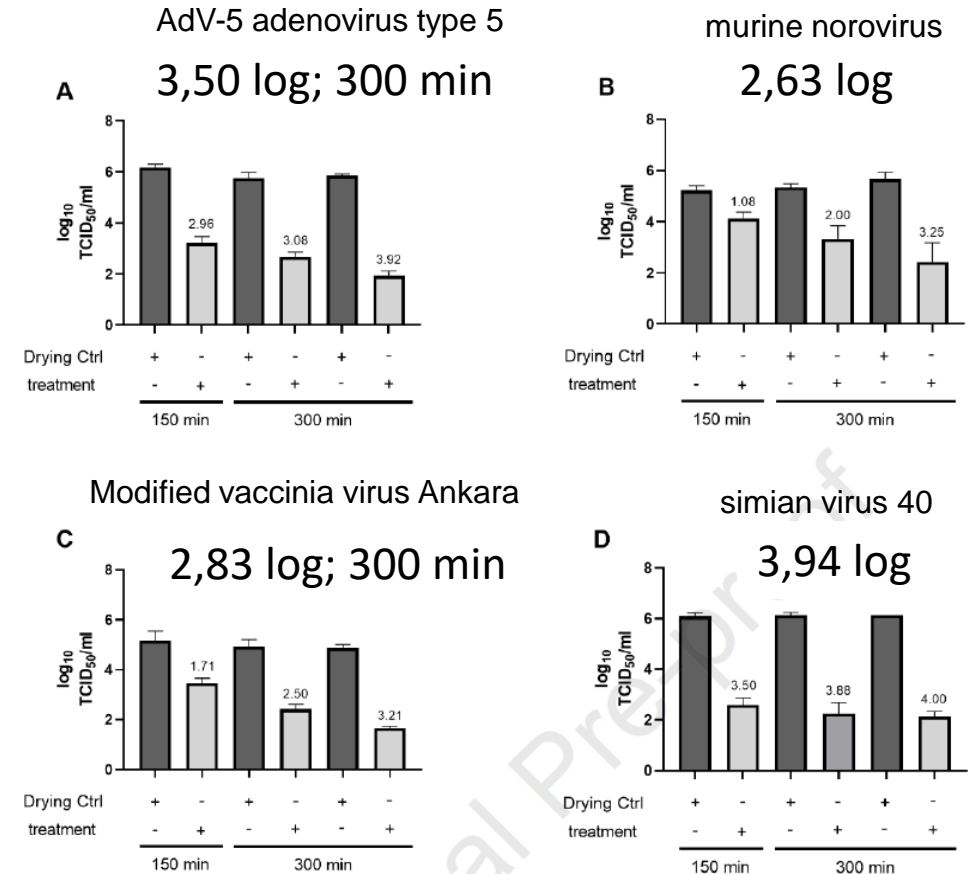


Figure 2: Titre reduction of 4 test viruses after exposure to ozone after 2 exposure times.



Traitement de la biocontamination: la DSVa par Ozone

Ozone Treatment Is Insufficient to Inactivate SARS-CoV-2 Surrogate under Field Conditions

Natalia Mazur-Panasiuk, Pawel Botwina, Adrian Kutaj, Damian Woszczyna and Krzysztof Pyrc

Antioxidants **2021**, 10, 1480. <https://doi.org/10.3390/antiox10091480>

Objectifs

Humidité :

Taux HR : 21,8 % / 49,8–54,2%

BS-EN 17272:2020

* MHV fixé (surfaces inox)

* MHV en suspension (PBS)

→ Efficacité gaz ozone 

→ Efficacité vH₂O₂

Table 1. Units in the study. Description of the environmental conditions applied in respective study units. Pretreatment was applied for 60 min and followed by 120 min (ozone) or 30 min (hydrogen peroxide) of treatment.

Unit Number	Unit Name *	Pretreatment	Conditions after Pretreatment	Treatment	Conditions after Treatment
1	Untreated + Low RH	No	RH = 21.8%	No	RH = 21.8%
2	Treated O ₃ + Low RH	60 min O ₃	RH = 21.8% O ₃ > 7.3 ppm	120 min O ₃	RH = 21.8% O ₃ > 7.3 ppm
3	Untreated + High RH	60 min humidification	RH = 49.8%	120 min humidification	RH = 54.2%
4	Treated O ₃ + High RH	60 min humidification 60 min O ₃	RH = 49.8% O ₃ > 7.3 ppm	120 min O ₃ 120 min humidification	RH = 54.2% O ₃ > 7.3 ppm
5	Treated H ₂ O ₂ + Low RH	No	RH = 21.8%	30 min H ₂ O ₂	RH = n/a H ₂ O ₂ = n/a

* With respect to the Figures.

O₃ : 7,3 ppm (1g /10m³) /120 min

vH₂O₂ : 7,3%; 30 min

Traitement de la biocontamination: la DSVa par Ozone

Résultats

Ozone gazeux

7,3 ppm, 180 min;

Efficace sur MHV (suspension)

Inefficace sur virus MHV fixé
(RH= 21,80 %)

↗ Efficacité avec ↗ HR

=> réduction de 2,1log
(< 4log) du titre viral

vH₂O₂ (7.3%, 30 min) :
réduction de 3.25 log
(conditions de RH bas)

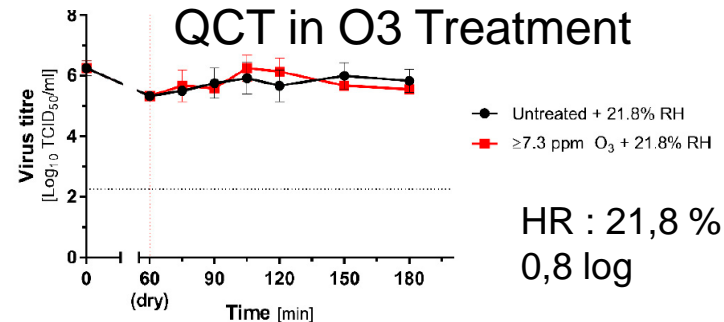


Figure 3. Inactivation of the coronavirus during the ozone treatment under low RH (21.8% RH). Comparison of mean (\pm SD, $n = 3$) titres of MHV recovered from contaminated carriers subjected to ozone treatment (≥ 7.3 ppm; red lines) and untreated (black lines) at 21.8% RH. Black dotted line represents the 4 logs virucidal efficiency threshold with respect to the initial titre; the red dotted line represents the beginning of O₃ treatment.

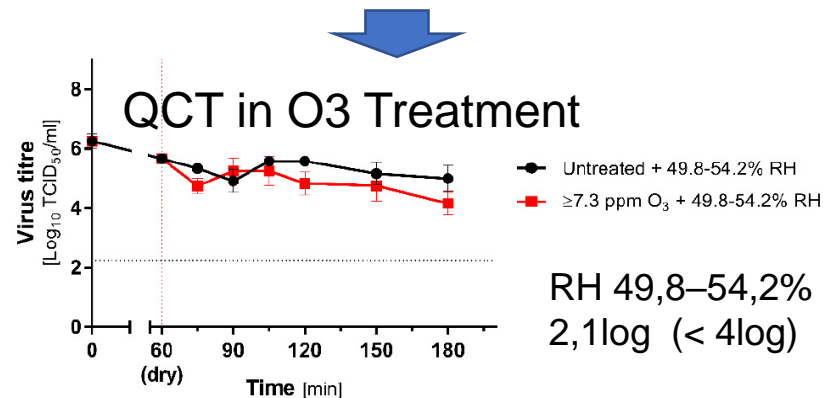


Figure 4. Inactivation of coronavirus during ozone treatment under high RH. Comparison of mean (\pm SD, $n = 3$) titres of MHV recovered from contaminated carriers subjected to ozone treatment (≥ 7.3 ppm, red lines) and untreated (black lines) at 49.8–54.2% RH (high RH). The vertical dotted line represents the end of drying and beginning of O₃ treatment, and the horizontal dotted line represents 4 logs virucidal efficiency threshold with respect to the initial titre.

QCT in H₂O₂ Fumigation

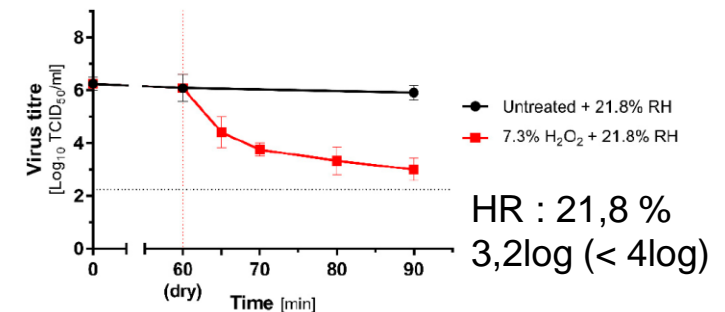


Figure 5. Effectiveness of H₂O₂ treatment on MHV dried on stainless steel carriers. Comparison of mean (\pm SD, $n = 3$) titres of MHV recovered from contaminated carriers subjected to hydrogen peroxide treatment (7.3%; red lines) and untreated (black lines) at 21.8% RH (low RH). The vertical dotted line represents the end of drying and beginning of H₂O₂ treatment, and the horizontal dotted line represents 4 logs virucidal efficiency threshold with respect to the initial titre.



Traitement de la biocontamination: la DSA par Ozone

Utilisation de l'ozone et risques

Toxicité pour les poumons

La VME (valeur moyenne d'exposition sur une durée de 8 h) de l'ozone : 0,1 ppm

entre 0,1 et 0,3 ppm : les premiers signes irritatifs

au-delà de 1 ppm : une dyspnée

dès 5 ppm : œdème pulmonaire lésionnel

Il oxyde le métal

Ne peut être contenu que dans :

titane, acier inoxydable, verre, aluminium et

les polymères : polytétrafluoréthylène et fluorure de polyvinylidène



Traitement de la biocontamination: la Désinfection par UV-C

AFNOR SPEC T72-902 (Août 2021)

Utilisation de la technologie du rayonnement UV à des fins de désinfection ou de décontamination

UV-C (100 à 280 nm)

LED UV-C (265 à 280 nm) - invisible à l'œil nu

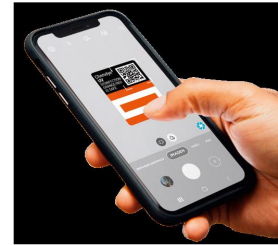
L'ultraviolet LED (DEL) : germicide à 265 nm et à 254 nm (lampes à mercure ou xénon)

La dose d'UV nécessaire

$$= \text{Dose} = I \times T \text{ (mJ/cm}^2\text{)}$$

Intensité (I) [énergie UV/unité de surface]

Durée d'exposition (T)



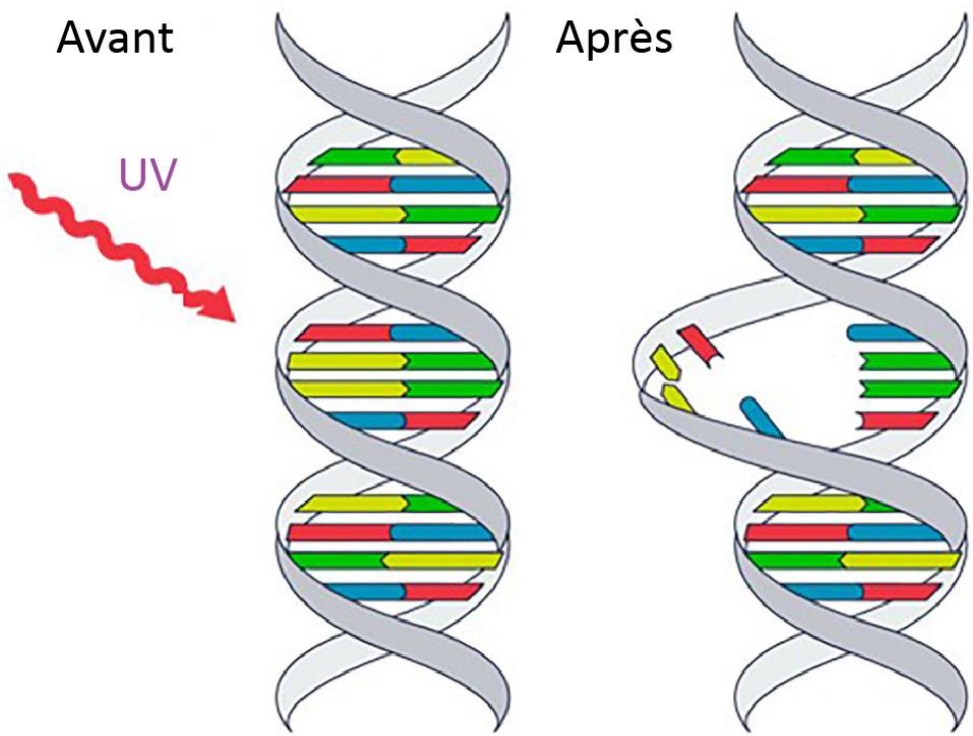
UV-C



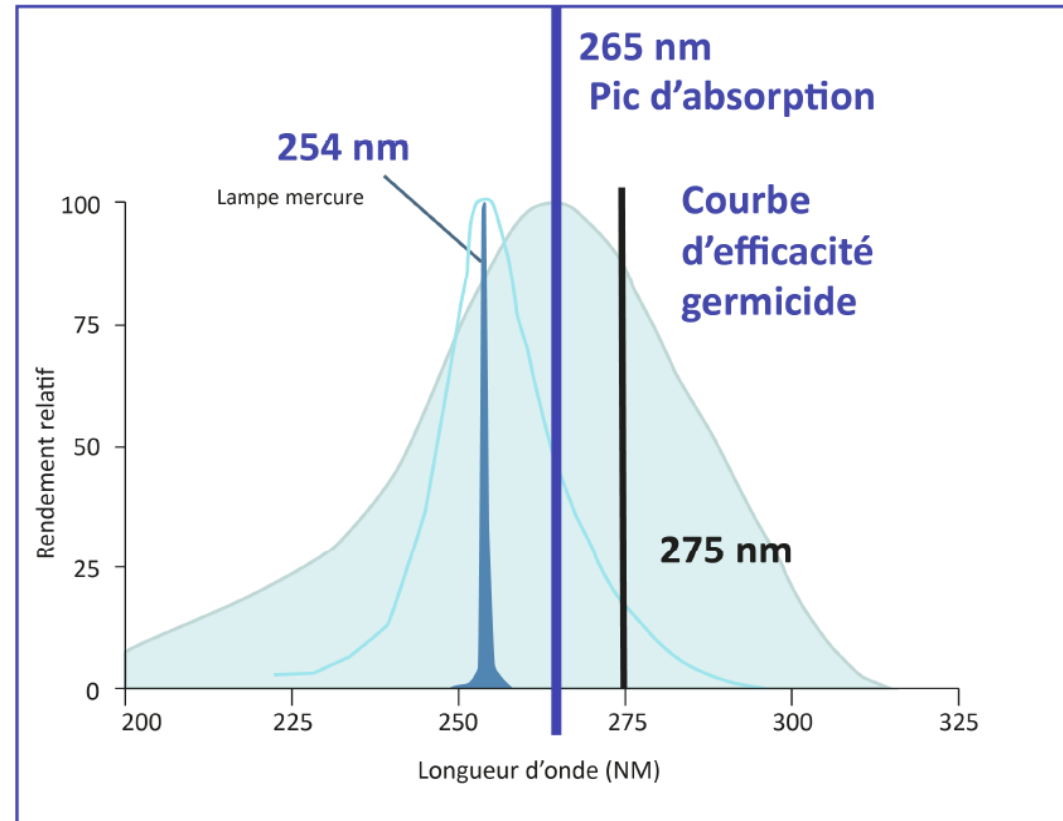
T-care.M unité de désinfection par lampe UV-C, nexTsafe®)



Traitement de la biocontamination: la Désinfection par UV-C



Formation d'un dimère de pyrimidine dans la double hélice d'ADN sous l'irradiation avec la lumière de UV-C (AFNOR SPEC T72-902 (2021-08))



Pic de rendement d'absorption – Courbe germicide en 265 nm (AFNOR SPEC T72-902 (2021-08))

Traitement de la bicontamination: la Désinfection par UV-C



Procédé à la désinfection UV (**hors présence humaine**) :

1. Solution portative et ergonomique
2. Solution sur portant mobile

👉 Désinfecter

* Surfaces

* Air (CTA ou CVCA)

AFNOR SPEC T72-902 AOÛT 2021



The UVCM
(Ultraviolet Mobile Unit)

T-care.M unité de
désinfection par lampe
UV-C, nexTsafe®



Traitement de la biocontamination: la Désinfection par UV-C

Utilisation de l'UV-C

✓ en combinaison des UV (effets additifs, synergie avec l'UV-C)

application en simultanée et/ou séquentielle

application en simultanée => effet catalyseur + ↘ temps de désinfection

☞ combinaison des 3 UV (gain de temps et ↗ efficacité)

* UV-C LED + : **UV-A; UV-B**; Si UV-C combinaison plus sécuritaire que l'UV-C seul (invisible à l'œil nu) (**AFNOR SPEC T72-902 (2021-08)**).

☞ combinaison des 2 UV : **UV-C+ lumière bleue**



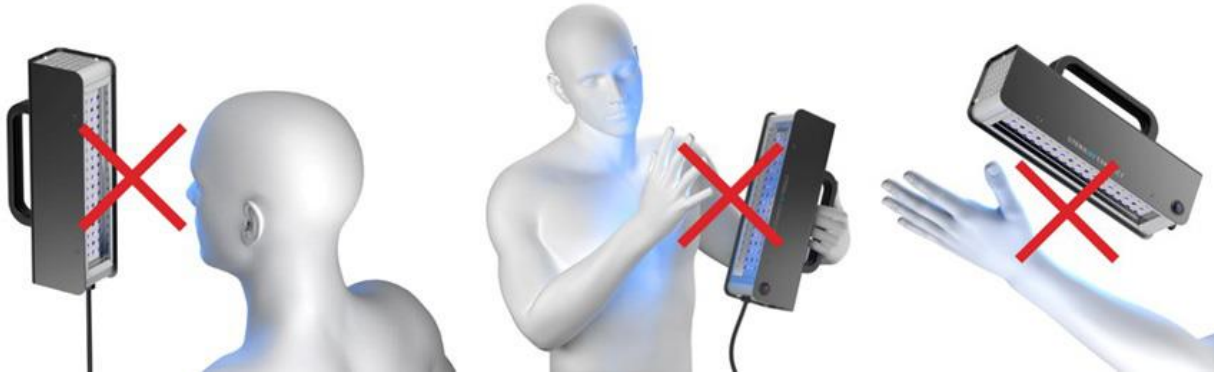
T-care.M, UV-C
nexTsafe®



Traitement de la biocontamination:

la Désinfection par UV-C

Les limites admissibles pour l'exposition humaine aux UV-C : $\leq 6 \text{ mJ/cm}^2 / \text{j} / 8 \text{ h}$ (norme NF EN ISO 15858).



Synoptique visuel sur objet portatif pour montrer l'interdiction d'exposition (AFNOR SPEC T72-902 (2021-08)).

UV-C : photodégradation

- * matériaux (plastique, le textile ou la peinture)
- * matériaux non-organiques et métaux comme (aluminium, inox, téflon) supportent mieux le rayonnement UV-C

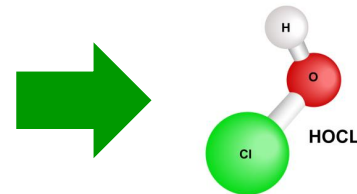


Traitement de la biocontamination: la DSVA ou la désinfection par UV-C

Conditions d'utilisation de l'UV-C

	UV-C	Produits chimiques
Temps de contact	non	oui
Toxicité	non	oui
Nettoyage préalable	Pas toujours	oui
Effets néfastes pour la santé	Yeux, peau, poumon	Oui (https://www.inrs.fr/risques/chimiques/reglementation.html)

AFNOR SPEC T72-902 (2021-08)



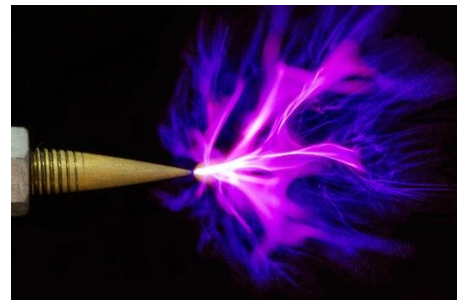
Innocuité



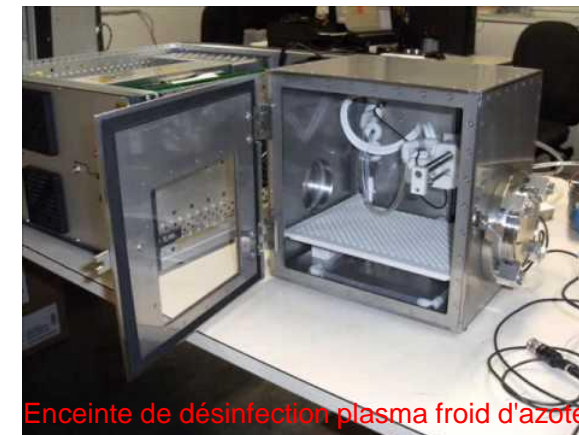
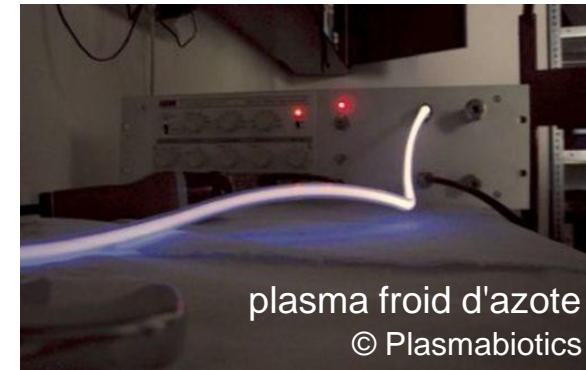
Traitement de la bicontamination: la Désinfection par Gaz plasma froid

Plasma froid ou ionisation bipolaire

Gaz électriquement énergisé où les molécules se décomposent
=> produire des électrons libres, des ions négatifs et positifs
=> libération d'ions positifs et négatifs qui vont se propager dans l'air ambiant pour neutraliser des agents pathogènes, odeurs



Destruction des microorganismes, des odeurs, COV, les particules fines, des allergènes et virus
=> Dispositifs médicaux thermosensibles, surfaces, système de ventilation, des fruits ou légumes, objets



Écosystème de Sûreté Sanitaire Raisonnée

nextxen

Plateforme Multi Technologies



Certification
Désinfection



Certification
De Moyens



Traçabilité



La connectivité au Cœur de la Data !!

CleanScience

Surveillance
Détection



Poppy



UV-C



Désinfection



DSVA

Micro-nébulisation

HDM



Validation
Traitement





Risque de biocontamination aéroportée

Indian Journal of Medical Microbiology, (2008) 26(4): 302-12

Review article

BIO-AEROSOLS IN INDOOR ENVIRONMENT: COMPOSITION, HEALTH EFFECTS AND ANALYSIS

*Padma Srikanth, Suchithra Sudharsanam, Ralf Steinberg

Table 1: Bio-aerosol concentrations in air systems, indoor surfaces and water treatment plants

Category	Activity type	Bacteria (CFU/m ³)*	Fungi (CFU/m ³)*
Air systems	HVAC	10 - 10 ³	10 - 10 ⁷
		10 ² - 10 ⁴	10 - 10 ³
Indoor surfaces	ceilings and walls	10 - 10 ³	10 - 10 ⁴
	carpet	10 ³ - 10 ⁶	10 ² - 10 ⁵
	house plants	10 - 10 ⁴	10 ² - 10 ⁵
	operating room	10 - 10 ²	10 - 10 ²
Water treatment plants	aeration tanks	10 ² - 10 ³	10 - 10 ²
	activated sludge	10 ² - 10 ⁶	10 - 10 ³

*Bio-aerosol concentrations given are only expected concentrations at various work environments and not the representative threshold limit values, Source: Adapted from germology.com^[17]

Table 2: Microorganisms associated with an airborne route of exposure that result in adverse human health effects

Organism	Source
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Mould-contaminated building, compost
<i>Aspergillus versicolor</i>	Mould-contaminated building
<i>Bacillus anthracis</i>	Bioterrorism, animal handlers, veterinarians
<i>Francisella tularensis</i>	Potential WMD*, infected rodents
<i>Legionella pneumophila</i>	Aerosols from water spray
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Person-to-person
<i>Penicillium</i> species	Mould-contaminated building
<i>Stachybotrys chartarum</i>	Mould-contaminated building
<i>Trichoderma</i> species	Mould-contaminated building
<i>Variola virus</i>	Potential WMD*
<i>Yersinia pestis</i>	Potential WMD*, infected fleas

*Weapons of mass destruction, Source: Modified from Stetzenbach et al.^[3]

Réduire le risque d'aérobiocontamination



CTA



Épurateur mobile d'air



Les épurateurs d'air :

état des lieux, choix et installation

Dr L. Simon , Dr C. C. Adjidé, Dr R. Baron, Dr B. Grandbastien, C. Lestrez et S. Vandriessche;
Salles Propres N°129

Objectif

Quelle qualité de l'air nécessaire ?

Quels paramètres aérauliques de décontamination ?

Distinguer traitement d'air d'épuration ou dépollution de l'air

Rappel:

l'épurateur d'air => améliorer le niveau de qualité d'air au sein d'une zone ou d'un local.

L'épurateur : débit d'air supplémentaire - augmentation taux de brassage

=> Diluer plus rapidement les **contaminants visés**

ÉPURATION

Les épurateurs d'air : état des lieux, choix et installation

Par Dr L. SIMON¹, Dr C. C. ADJIDÉ¹, Dr R. BARON¹, Dr B. GRANDBASTIEN¹,
C. LESTREZ² et S. VANDRIESSCHE²
¹SF2H, ²Aspic

Devant un confinement qui se prolonge dans le temps avec la fermeture des lieux de culture, des restaurants et autres lieux confinés, des politiques voire des scientifiques réclament l'installation d'épurateurs d'air, notamment pour éliminer le virus SARS-CoV-2. Cet article ne s'intéressera pas à la place des épurateurs d'air en communautaire (établissements scolaires...) mais uniquement en établissements de santé, voire médico-sociaux.



ans le contexte sani- les secteurs à hauts et très hauts
taire actuel, les proposi- risques infectieux contre la pollu-

Manipulateurs en laboratoire BSL-3 évaluant les performances d'épurateurs d'air contre le SARS-CoV-2 en enceinte confinée.



Les épurateurs d'air :

état des lieux, choix et installation

Dr L. Simon , Dr C. C. Adjidé, Dr R. Baron, Dr B. Grandbastien, C. Lestrez et S. Vandriessche; Salles Propres N°129

A Dimensions des épurateurs étudiés

	Largeur (cm)	Hauteur (cm)	Profondeur (cm)	Volume (dm ³)	Poids (kg)
Min	60,7	33,6	11,7	14,3	4,7
Max	92	200	85	1 312,2	280
Moyenne	60,7	127,1	48,9	471,2	77,4

Le caractère « mobile » des dispositifs est parfois à relativiser.

B Détail de la répartition des épurateurs selon les autres technologies

Autres technologies (en plus de la filtration mécanique)	Nombre d'équipements représentés
UV-C	2
Captation électrostatique	1
Photocatalyse	1
Adsorption sur charbon actif	2
Adsorption sur charbon actif + UV-C	1
Adsorption sur charbon actif + UV-C + catalyse athermique	1
Imprégnation d'une solution désinfectante à base d'huile essentielle	1
Plasma froid	1
Plasma froid + catalyse athermique + adsorption	2
Total	12 épurateurs

Tous ces épurateurs sont systématiquement équipés d'une filtration très haute efficacité.

Technologies

Débits d'utilisation et niveaux sonores

Niveaux d'efficacité

NF B44-200 : mai 2016 - Méthodes d'essais -

Performances intrinsèques

Qualification avant utilisation

Entretien et la maintenance de l'épurateur

CHU AMIENS PICARDIE

Les épurateurs d'air :

état des lieux, choix et installation

Dr L. Simon , Dr C. C. Adjidé, Dr R. Baron, Dr B. Grandbastien, C. Lestrez et S. Vandriessche; Salles Propres N°129

Le débit d'air épuré et son efficacité

Le débit d'air épuré Q_e (ou CADR, *Clean Air Delivery Rate*) de l'équipement est calculé à partir du débit d'air Q_{air} : $Q_e \text{ (m}^3\text{/h)} = Q_{air} \text{ (m}^3\text{/h)} \times E \text{ (\%)}$

$$\text{L'efficacité d'épuration } E = E(\%) = \frac{C_{am} - C_{av}}{C_{am}}$$

Où C_{am} = concentration mesurée à l'amont de l'épurateur et C_{av} la concentration mesurée en aval de l'épurateur

Exemples de taux de brassage horaire, en fonction des dimensions de local, et selon deux débits d'épurateur

H (local) = 2,50 m		Q épurateur	
		1 000 m ³ /h	500 m ³ /h
S	V	TB	
50	125	8,0	4,0
40	100	10,0	5,0
30	75	13,3	6,7
20	50	20,0	10,0
10	25	40,0	20,0

H = hauteur (m) ; S = surface (m²) ; V = volume (m³) ; Q = débit (m³/h) ; TB = taux de brassage (vol/h).

Précautions : déplacement et stockage de l'appareil

Les épurateurs d'air :

état des lieux, choix et installation

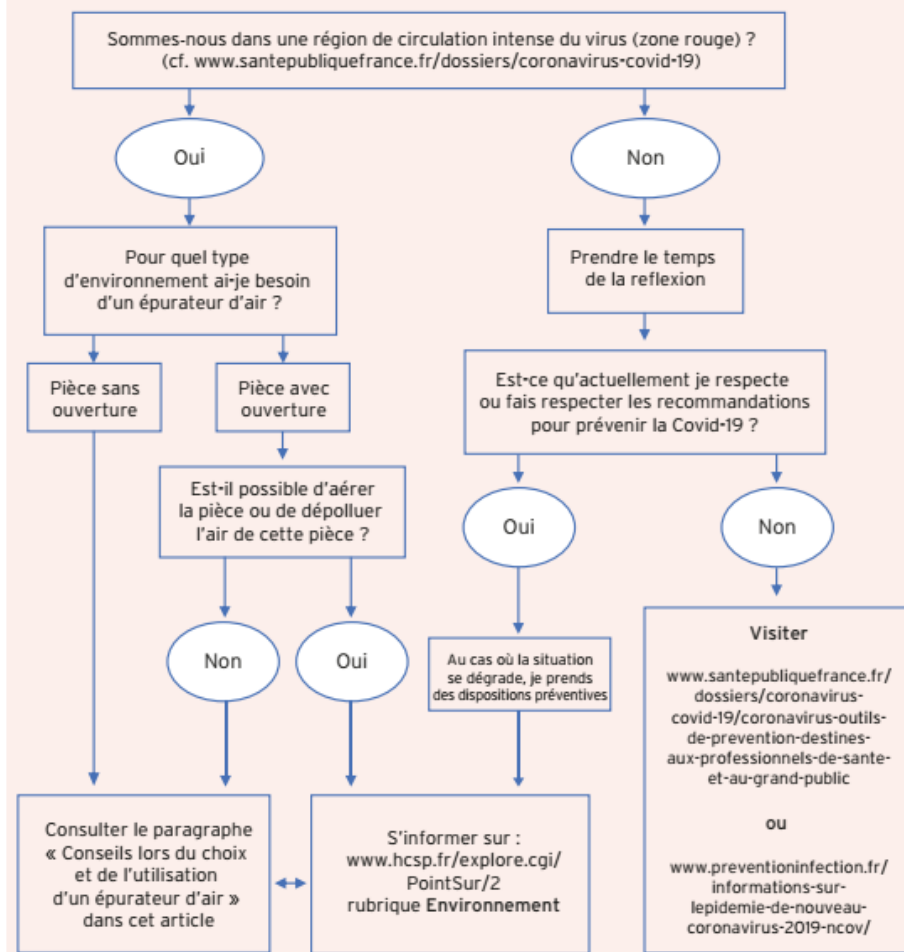
Dr L. Simon , Dr C. C. Adjidé, Dr R. Baron, Dr B. Grandbastien, C. Lestrez et S. Vandriessche; Salles Propres N°129

Utilisation : personnes formées pour éviter risque de contamination croisée dans le cas d'utilisations successives en zones sales ou en zones propres

Les épurateurs sont utilisés dans trois cas:

- protéger un patient
(spores champignons filamenteux dont *Aspergillus*)
- protéger proche environnement du patient
(risque d'infection communautaire)
- protéger environnement sensible autour d'une zone de travaux (zones ou secteurs de soins sensibles)

1 Éléments à prendre en compte pour justifier l'installation d'un épurateur d'air dans un contexte de pandémie SARS-CoV-2 en établissements de santé



Quoi qu'il en soit, il faut garder à l'esprit que dans le cadre de la prévention de la contamination par le virus SARS-CoV-2 ou par tout autre micro-organisme aéroporté, l'utilisation d'un épurateur d'air ne vient qu'en complément de toutes les autres mesures de prévention !



C'est l'homme
même qui se
protège avant que
dieu ne l'aide
(Bénin)

Merci pour votre attention