

# Quoi de neuf dans les techniques de désinfection des chambres de réanimation ?

## What's New in Room Decontamination in the Intensive Care Unit?

C. Blazejewski · F. Wallet · S. Nseir

Reçu le 3 décembre 2013 ; accepté le 3 mars 2014  
© SRLF et Springer-Verlag France 2014

**Résumé** L'environnement joue un rôle majeur dans la transmission croisée des micro-organismes. Le bionettoyage standard est microbiologiquement insuffisant. Son amélioration est primordiale pour le contrôle des endémies et des épidémies bactériennes. C'est pourquoi des systèmes automatisés de désinfection des surfaces par voie aérienne à base de peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) sont de plus en plus utilisés en complément du bionettoyage terminal. Deux technologies existent à ce jour : l'aérosolisation et la vaporisation. Les vaporisateurs d'un gaz sec d' $H_2O_2$  sont les plus étudiés : ils présentent une efficacité microbiologique *in vitro* et *in situ*. Leur utilisation a permis à diverses reprises d'endiguer des endémies et des épidémies bactériennes. Les études sont encore trop rares pour permettre de conclure définitivement à l'efficacité des aérosolisateurs d' $H_2O_2$ . Les autres technologies (ultraviolets, ozone, dioxyde de chlore, vapeur d'eau, filtres d'air haute performance, ultramicrofibres, biocides à base de cuivre) sont insuffisamment étayées par des études pour être recommandées. Tous ces systèmes engendrent un surcoût et un délai d'attente supplémentaire entre deux admissions. De plus, leur innocuité n'est pas prouvée.

**Mots clés** Peroxyde d'hydrogène · Vaporisation · Aérosolisation · Bionettoyage terminal · Décontamination environnementale · Bactéries multirésistantes

**Abstract** The environment plays a central role in the transmission of hospital-acquired pathogens. Current cleaning

methods are microbiologically ineffective. Improvements in environmental cleaning are associated with a decrease in the rate of hospital-acquired infections. To improve terminal cleaning, automated room disinfection systems containing hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ) are more and more considered. Two technologies are available: aerosolization and vaporization. Dry- $H_2O_2$  vaporization is microbiologically efficient (*in vitro* and *in situ*). Its use is associated with endemic colonization and outbreak control.  $H_2O_2$  aerosolization effectiveness is still in assessment. Evidence is lacking to recommend others technologies (ultraviolet, ozone, chlorine dioxide, steam, high-efficiency particulate air-filtration, ultra microfiber, copper-based biocide). All methods are associated with extra-cost and longer waiting-time between two admissions. Safety for healthcare workers is not proved.

**Keywords** Hydrogen peroxide · Vaporization · Aerosolization · Terminal cleaning · Environmental decontamination · Multidrug-resistant bacteria

## Introduction

L'environnement hospitalier est un véritable réservoir bactérien. En effet, les bactéries peuvent y survivre durant une période variant de quelques heures à plusieurs mois [1]. Les surfaces inertes les plus contaminées sont celles se trouvant à proximité des patients et celles fréquemment touchées par les personnels de santé [2]. Les micro-organismes environnementaux contaminent secondairement nos patients. Cette transmission peut être secondaire à un contact direct entre l'environnement contaminé et le malade, mais peut aussi se faire indirectement, le vecteur étant alors les personnels de santé [2–4]. En plus d'une transmission horizontale des micro-organismes, on recense également une transmission verticale. En effet, un patient risque d'acquérir le même germe que le patient ayant précédemment occupé la même chambre [5]. En fonction de la bactérie étudiée

C. Blazejewski · S. Nseir (✉)  
Centre de réanimation, hôpital R.-Salengro, CHRU de Lille,  
F-59037 Lille cedex, France  
e-mail : s-nseir@chru-lille.fr

C. Blazejewski · F. Wallet · S. Nseir  
Université Lille–Nord-de-France, F-59000 Lille, France

F. Wallet  
Centre de biologie–pathologie, institut de microbiologie,  
boulevard du Professeur-Leclercq, F-59037 Lille cedex, France

(*Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline [SARM], entérocoque résistant à la vancomycine [ERV], *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium difficile*), ce risque peut varier d'un facteur 2 à 4. Cette voie de transmission verticale souligne bien le rôle primordial de la contamination bactérienne environnementale dans la propagation des micro-organismes d'un patient à l'autre au sein des services hospitaliers et a fortiori en réanimation. De plus, elle met en exergue le fait que la désinfection environnementale terminale actuellement pratiquée est insuffisante. Les études s'accordent quant à la médiocrité de l'efficacité microbiologique du bionettoyage terminal, puisqu'en moyenne seules 50 % des surfaces sont décontaminées [2,3,6,7]. Nombre d'études prouvent que son amélioration permet de contrôler, au sein de l'établissement hospitalier et des services, les épidémies [1,2] et les endémies [1,7] bactériennes, notamment à bactéries multirésistantes (BMR).

Des mesures simples et efficaces existent afin d'améliorer la qualité du bionettoyage. Il est certes possible d'augmenter le temps imparti au bionettoyage [8], d'augmenter les effectifs dédiés [4], d'éduquer les agents quant à l'intérêt et aux règles de bonne pratique du bionettoyage [6,7,9] et, enfin, de contrôler les procédures [9]. Ces mesures ont cependant une efficacité partielle et éphémère [7]. L'efficacité partielle est notamment due aux surfaces difficiles d'accès pour la main de l'agent en charge du bionettoyage [6]. Le moindre respect des bonnes pratiques avec le temps est aussi essentiellement lié au facteur humain. Pour pallier ces inconvénients, de nouvelles méthodes automatisées de décontamination environnementale ont vu le jour [10]. Parmi ces nouveaux concepts, les procédés automatisés de désinfection des surfaces par voie aérienne (DSVA) à base de peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) sont les plus prometteurs. D'autres systèmes automatisés de désinfection environnementale existent (ultraviolets, ozone, dioxyde de chlore, vapeur d'eau, filtres d'air haute performance HEPA [*high-efficiency particulate air*], ultramicrofibres, biocides à base de cuivre) mais restent cependant moins étudiés et utilisés à ce jour.

## DSVA

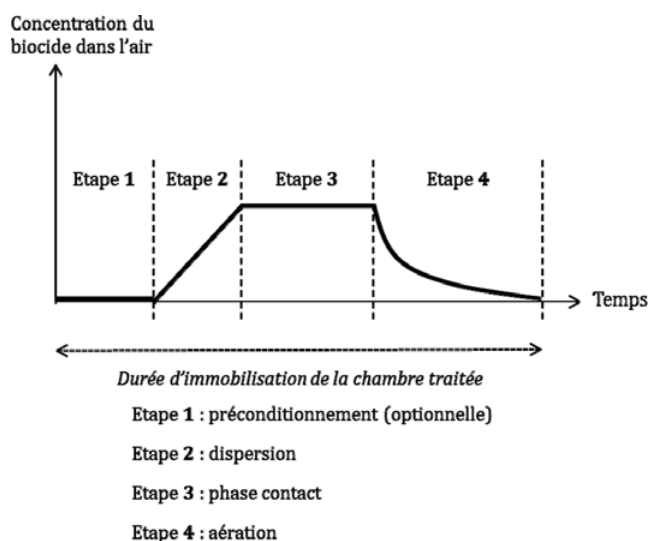
Son but est de disperser dans l'atmosphère un produit biocide afin que ce dernier puisse entrer en contact avec les surfaces à désinfecter. L'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (Afssaps) émettait, dès 2011, des recommandations relatives aux critères de choix de ces procédés de DSVA [11]. La DSVA doit toujours succéder à une étape de nettoyage (déterSION) ou de bionettoyage (déterSION suivie d'une désinfection) des surfaces à traiter. Les procédés automatisés permettent la dispersion d'un gaz ou de gouttelettes de biocide en l'absence de toute présence humaine. Un

cycle de désinfection comprend toujours trois ou quatre étapes (Fig. 1) :

- étape 1 (optionnelle), le préconditionnement : adaptation de la température et de l'hygrométrie du local assurant des conditions optimales d'efficacité du procédé ;
- étape 2, la phase de dispersion du produit : diffusion du produit dans le local permettant le contact du biocide avec les surfaces à décontaminer ;
- étape 3, la phase de contact : temps nécessaire pour atteindre le niveau d'efficacité attendu du biocide ;
- étape 4, la phase d'aération : temps nécessaire à l'élimination du biocide.

Les biocides utilisés par les DSVA étant en général toxiques pour l'être humain, le local désinfecté est donc indisponible durant toute la durée du cycle de désinfection.

Les différents appareils de DSVA doivent répondre à des normes précises. Les biocides utilisés doivent être de type 2 (TP 2) selon la classification européenne des biocides. Un procédé de DSVA (couple appareil/produit biocide) ne peut être commercialisé que si la norme NF T72-281 relative à la détermination de l'activité bactéricide, fongicide, levuricide et sporicide est respectée. Cette norme précise le taux de réduction logarithmique minimum requis pour démontrer une efficacité microbiologique du procédé (Tableau 1). Il faut noter que cette norme n'évalue pas l'activité virucide du procédé. Cependant, une méthodologie similaire peut être utilisée afin de tester cette virucidie. La norme NF T72-281 ne peut être délivrée que par un laboratoire accrédité Cofrac, et ce, pour un couple appareil/biocide donné, testé en conditions standard d'utilisation. La surveillance du marché réalisée depuis 2006 par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a conduit au retrait



**Fig. 1** Étapes du cycle de désinfection

Tableau 1 Taux de réduction logarithmique minimum requis pour l'obtention de la norme NF T72-281	
Activité	Réduction logarithmique
Bactéricide	≥ 5 log
Sporicide	≥ 3 log
Fongicide	≥ 4 log
Levuricide	≥ 4 log

du marché de procédés de DSVA n'atteignant pas les niveaux d'efficacité microbiologique requis [12]. Les systèmes automatiques de DSVA à base d' $H_2O_2$  sont actuellement les plus utilisés et étudiés.

## Générateurs d' $H_2O_2$

### Description technologique

L' $H_2O_2$  est un oxydant puissant. Par le stress oxydant qu'il induit, cet agent chimique présente des activités bactéricides, fongicides, virucides et sporicides. L'innocuité de ses produits de dégradation,  $H_2O$  et  $O_2$ , est avérée. Cette dégradation est spontanée, mais peut être potentialisée par des catalases. Les bactéries possédant une catalase sont donc, en théorie, moins sensibles à l'action bactéricide de l' $H_2O_2$ . Il s'agit des staphylocoques et des bactéries à Gram négatif.

Il existe deux technologies de DSVA à base d' $H_2O_2$  [10,13]. Cette notion est importante à connaître, car les études sur le sujet amalgament parfois les résultats obtenus avec des technologies différentes, ce qui conduit in fine à des conclusions erronées quant à l'efficacité réelle de ces différents systèmes. Les caractéristiques de ces deux technologies sont résumées dans le Tableau 2. Il s'agit de l'aérosolisation et de la vaporisation d' $H_2O_2$  (Fig. 2).

### Aérosoliseurs

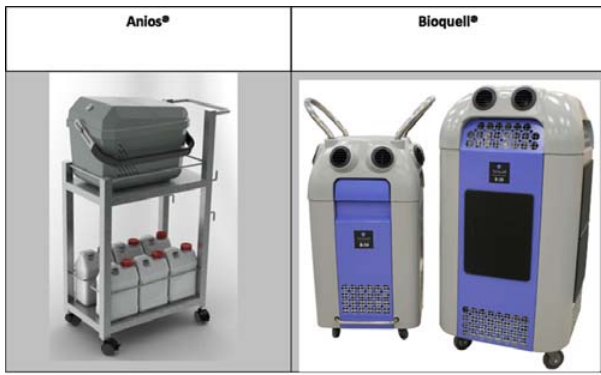
Les aérosoliseurs génèrent, sous pression, des microgouttelettes de produit biocide. Le biocide utilisé est un mélange d' $H_2O_2$  avec un autre agent désinfectant. Selon les fabricants, ce second produit est soit un sel d'argent, soit un mélange d'acide acétique et d'acide peracétique. La majorité des études concerne à l'heure actuelle les aérosoliseurs d' $H_2O_2$  et de sels d'argent. L'aérosolisation des gouttelettes se fait à travers une buse unidirectionnelle. Les études suggèrent que la répartition du biocide dans le volume traité serait de ce fait inhomogène [14–16]. Après aérosolisation, la décomposition de l' $H_2O_2$  se fait de manière passive dans l'environnement traité. La durée d'un cycle est variable en fonction des fabricants : il faut compter en moyenne deux à trois heures d'indisponibilité de la chambre [14–17]. Cette technologie est nommée « aHP » ou « dry mist HP » dans la littérature. Les marques les plus fréquemment rencontrées sont : ASP Glosair<sup>®</sup> (anciennement Sterinis<sup>®</sup>), Steris Biogénie<sup>®</sup>, Oxypharm Nocospray<sup>®</sup> pour les aérosoliseurs à base de sels d'argent ; Anios<sup>®</sup>, Sapoxim<sup>®</sup> pour les aérosoliseurs à base d'acide acétique et peracétique.

### Vaporiseurs

Les vaporiseurs génèrent un gaz d' $H_2O_2$ . Aucun autre produit désinfectant n'est associé à l' $H_2O_2$ . La vaporisation de l' $H_2O_2$  se fait à haute vitesse dans l'environnement, ce qui permet une répartition homogène du biocide. Après la phase contact, la décomposition de l' $H_2O_2$  est activée par un catalyseur. La durée totale d'un cycle est de l'ordre de deux à trois heures. Deux systèmes différents sont commercialisés : le système Steris<sup>®</sup> (nommé « VHP » dans la littérature) et le système Bioquell<sup>®</sup> (nommé « HPV »).

Ces deux technologies ne s'envisagent qu'en complément d'un bionettoyage terminal correctement effectué. Du fait de la toxicité de l' $H_2O_2$ , elles imposent que l'espace à traiter soit totalement vierge de toute présence humaine. Elles

Tableau 2 Caractéristiques des deux technologies de DSVA à base d' $H_2O_2$			
	Aérosoliseurs		Vaporiseurs
<b>Générateur</b>	De pression		De chaleur
<b>Biocide sous forme de</b>	Gouttelettes		Vapeur (gaz)
<b>Distribution</b>	Inhomogène		Homogène
<b>Biocide</b>	$H_2O_2$ + sels d'argent	$H_2O_2$ + acides acétique et peracétique	$H_2O_2$ uniquement
<b>Décomposition</b>	Passive		Catalysée
<b>Marques</b>	ASP Glosair <sup>®</sup> (Sterinis <sup>®</sup> ) Steris Biogénie <sup>®</sup> Oxypharm Nocospray <sup>®</sup>	Anios <sup>®</sup> Sapoxim <sup>®</sup>	Steris <sup>®</sup> Bioquell <sup>®</sup>
<b>Abréviation</b>	aHP		VHP      HPV



**Fig. 2** Exemples de systèmes de DSV à base d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

nécessitent un délai de restitution des chambres traitées supplémentaire et, de ce fait, sont responsables d'un surcoût non négligeable. Les systèmes par aérosolisation sont globalement moins onéreux.

### Efficacité des générateurs d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Les études sont pour la plupart des études *in vitro* ou *in situ* : elles quantifient la réduction de la présence microbologique dans l'environnement, au laboratoire ou à l'hôpital. Les bactéries étudiées sont essentiellement les SARM, les ERV, les *C. difficile* et plus rarement les *A. baumannii* et *Mycobacterium tuberculosis*. De nombreuses études utilisent des indicateurs biologiques (des spores de *Geobacillus stearothermophilus*) pour évaluer la réduction de la charge bactérienne obtenue. La littérature reste de ce fait relativement théorique, avec des études cliniques peu nombreuses. Globalement, l'efficacité des aérosoliseurs est moins étudiée que celle des vaporisateurs.

### Efficacité des aérosoliseurs

Aucune étude n'est publiée à ce jour sur l'efficacité microbologique des aérosoliseurs à base d'acide acétique et peracétique. Les aérosoliseurs à base de sels d'argent permettent une décontamination environnementale bactérienne et sporée partielle *in vitro* et *in situ* : la réduction de la charge microbologique reste inférieure ou égale à 4 log [14,17–26]. Cet effet est encore moindre si les bactéries environnementales sont en solution [22]. L'efficacité de ce procédé n'est donc maximale que sur des surfaces sèches. De plus, le biocide diffuse mal au sein des systèmes de ventilation des appareils informatiques hors tension et au sein des espaces semi-clos (e.g. tiroir à moitié ouvert) [20,22]. L'exposition à des doses sublétales d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + sels d'argent aboutit à une tolérance, voire à une résistance des bactéries au biocide [27–29]. Aucune étude sur l'impact clinique de ces modes de décontamination n'est recensée à ce jour.

### Efficacité des vaporisateurs

L'efficacité des vaporisateurs d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> est mieux documentée que celle d'aHP. Les études portent surtout sur HPV (Bioquell®) et peu sur VHP (Steris®). HPV permet *in vitro* une réduction de plus de 6 log de l'indicateur biologique *G. stearothermophilus* et *in situ* une éradication de SARM, ERV, *C. difficile* et *A. baumannii* [30–32]. HPV semble aussi efficace sur *M. tuberculosis* [33] et les virus [34] tels que norovirus [35] ou adénovirus [36]. Ces systèmes sont moins performants en présence d'une charge bactérienne importante ou de souillures organiques [32]. Le bénéfice de la vaporisation en termes d'impact clinique a été rapporté à plusieurs reprises. HPV a été utilisé dans la gestion d'endémies [37–45] et d'épidémies [39,40,46–51] bactériennes à MRSA, ERV, *C. difficile*, *A. baumannii*. VPH a concouru à la gestion d'épidémies à *A. baumannii* multirésistants en secteur conventionnel [52] et de réanimation [53]. À plus petite échelle, une épidémie à *Serratia marcescens* a été gérée après le recours à HPV en réanimation néonatale [47]. Il en est de même pour une épidémie hospitalière à *Klebsiella pneumoniae* résistante aux carbapénèmes [51] et pour une endémie à *Enterobacter cloacae* en réanimation [38]. Il est à noter que bon nombre de ces études sont faites en réanimation [37–40,44,50,53] et que le bénéfice de la vaporisation d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ne s'envisage qu'en complément des mesures standard habituellement mises en place dans la lutte contre les épidémies/endémies bactériennes. HPV permet aussi un contrôle de la transmission verticale des bactéries. Passaretti et al. rapportent un risque d'acquisition de BMR 64 % moindre par un patient occupant une chambre ayant accueilli antérieurement un malade porteur de BMR lorsque la décontamination terminale s'est vue parfaire par HPV [44].

### Efficacité comparée des aérosoliseurs/vaporisateurs

Seules deux études, à ce jour, comparent l'efficacité des aérosoliseurs à base de sels d'argent et l'appareil commercialisé par Bioquell®. Ces études sont purement *in vitro*. Leurs conclusions sont semblables : HPV permet une réduction de la charge bactérienne supérieure à aHP [15,16]. Dans l'étude de Holmdahl et al. [15], 20 indicateurs biologiques, chacun porteur de 10<sup>6</sup> spores de *G. stearothermophilus*, étaient placés dans une chambre test. Après un cycle d'HPV (d'une durée de trois heures), 100 % des indicateurs biologiques étaient inactivés contre 10 % après un cycle d'aHP (d'une durée de 3 h 30). Dans l'étude de Fu et al. [16], des indicateurs biologiques porteurs de 10<sup>6</sup> et 10<sup>4</sup> *G. stearothermophilus* ainsi que des disques contenant 10<sup>6</sup> SARM, *Clostridium difficile* et *A. baumannii* étaient soumis à un cycle d'HPV ou d'aHP. HPV s'associait à une réduction de la présence bactérienne de 6 log au niveau des différents supports (indicateurs biologiques et disques), tandis qu'aHP assurait une réduction inférieure à 4 log.

## Toxicité des générateurs d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

L'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> est un produit caustique pour la peau et les muqueuses. À haute dose, il peut être responsable de troubles digestifs, neurologiques ou d'un syndrome de détresse respiratoire aiguë. Les acides acétique et peracétique sont aussi des caustiques. La toxicité de ces produits impose leur utilisation en l'absence de toute présence humaine. C'est pourquoi un calfeutrage de l'environnement est indispensable durant le traitement par générateurs d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Les vaporisateurs présentent l'intérêt d'être commandés via un boîtier externalisé qui informe en permanence l'opérateur de la concentration en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dans l'environnement traité [10,13]. Lorsque la concentration interne en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> est inférieure à 1 ppm, l'opérateur peut à nouveau pénétrer dans l'espace traité sans risque de toxicité pour lui. Pour les aérosolisateurs, la concentration interne en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> n'étant pas monitorée, le risque d'intoxication à l'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> existe lors de la réouverture de l'espace traité [10,13,16]. Il existe, par ailleurs, une toxicité propre des acides acétique et peracétique d'autant plus gênante que l'acide peracétique n'est pas dosable en pratique quotidienne et est hautement toxique.

## Compatibilité de l'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> avec les matériaux

Aucun test spécifique n'a été entrepris avec les aérosolisateurs d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. La compatibilité de la vaporisation d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (HPV et VHP) avec les matériaux a été testée par l'Environmental Protection Agency (EPA). Cet organisme américain retrouve une bonne tolérance des outils informatiques et électroniques à la vaporisation d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Seuls bémols :

- les matériaux et appareils testés ne sont pas issus du monde médical ;
- le suivi de ces matériaux a eu lieu sur une durée et après un nombre de cycles limités.

## Autres méthodes de décontamination environnementale

Les techniques citées dans ce chapitre sont beaucoup moins étudiées que la DSVA à base d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Parmi elles, les ultraviolets restent cependant la technologie la mieux appréhendée.

### Ultraviolets

Les ultraviolets C (UVC) ont un effet biocide du fait des altérations irréversibles et létales qu'ils causent à l'acide désoxyribonucléique (ADN) et à l'acide ribonucléique (ARN). En fonction de la dose délivrée, les UVC sont bactéricides et sporicides [13]. L'efficacité est maximale en ligne directe de la source d'émission. C'est pourquoi le matériel commercialisé (Tru-D, Lumalier<sup>®</sup>) est muni de multiples sources d'émission.

Le matériel doit être placé au centre de la zone à traiter et les surfaces les plus contaminées doivent être placées à proximité du dispositif. En effet, l'efficacité des UVC est dose-dépendante et cette dose diminue avec le carré de la distance parcourue [54]. Du fait du risque mutagène chez l'homme, cette décontamination ne peut être que terminale. Le dispositif est télécommandé depuis l'extérieur de la zone traitée. L'efficacité microbiologique est partielle in situ sur les SARM, ERV, Acinetobacter et *C. difficile* [54–56], mais identique en l'absence ou en présence de souillures organiques [13]. Seul un résumé d'étude présenté en congrès a retrouvé une moindre incidence des infections à *C. difficile* avec l'utilisation de la décontamination par UVC [57]. Aucune autre étude d'impact clinique n'existe à ce jour. Cette technique reste chère et la compatibilité des matériaux n'a pas été testée. La durée d'un cycle est de 45 minutes, mais deux cycles sont souvent nécessaires pour couvrir l'intégralité du volume à traiter [55]. Reste en suspens le risque d'émergence de germes rendus résistants aux antibiotiques secondairement à l'effet mutagène de doses d'UVC sublétales [10].

Une seconde technologie à base d'UV est l'émission d'UV à partir de xénon pulsé (Xenex<sup>®</sup>) : elle consiste en l'émission d'un large spectre d'UV sous forme pulsée. Cette technique permet de réduire la durée du cycle de décontamination à 12 minutes. Un nombre très restreint d'études existe sur ce système [58,59].

### Autres

Les autres méthodes de décontamination sont plus confidentielles avec peu d'études à leur actif. Il s'agit de l'ozone [60–62] et du dioxyde de chlore [63] comme solutions utilisables uniquement lors du bionettoyage terminal. La vapeur d'eau [64,65], les filtres d'air haute performance HEPA (*high-efficiency particulate air*) [66] et les ultramicrofibres (surtout en association avec un biocide à base de cuivre) [67,68] peuvent, du fait de leur innocuité pour l'homme, s'envisager comme des agents utilisables lors de la décontamination environnementale au quotidien.

## Conclusion

Les nouvelles méthodes de décontamination des chambres de réanimation sont donc multiples, mais seuls les DSVA à base d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sont à l'heure actuelle évalués. La vaporisation d'un gaz sec d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (HPV, Bioquell<sup>®</sup>) présente des preuves de son efficacité tant in vitro qu'en secteurs de soins. De plus, ce système a un réel impact clinique. Son utilisation a contribué à la gestion d'endémies et d'épidémies bactériennes, notamment en réanimation. La majorité des technologies présentées s'envisagent comme un complément au bionettoyage terminal. Leurs limites résident dans l'augmentation du délai de

restitution des chambres et des coûts. Il existe, par ailleurs, une toxicité propre des biocides utilisés qui ne doit pas être méconnue. Enfin, la compatibilité de ces biocides avec les matériaux reste incertaine à moyen-long termes.

Il est donc légitime de se poser la question de la place de ces nouvelles méthodes de décontamination environnementale. Faut-il les utiliser de manière systématique ou dans des cas bien précis : après la sortie d'un patient porteur de BMR ? Après la sortie d'un patient avec une durée de séjour longue ? Dans la gestion d'une épidémie à BMR ? ... Actuellement, la Société française d'hygiène hospitalière, dans ces recommandations de 2010 [69], réserve l'utilisation de la DSVa à « quelques situations exceptionnelles telle une épidémie non maîtrisée à micro-organismes à haut potentiel de survie dans l'environnement ».

**Conflit d'intérêt** C. Blazejewski, F. Wallet et S. Nseir déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt.

## Références

- Dancer SJ (2009) The role of environmental cleaning in the control of hospital-acquired infection. *J Hosp Infect* 73:378–85
- Dancer SJ (2008) Importance of the environment in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* acquisition: the case for hospital cleaning. *Lancet Infect Dis* 8:101–13
- Bhalla A, Pultz NJ, Gries DM, et al (2004) Acquisition of nosocomial pathogens on hands after contact with environmental surfaces near hospitalized patients. *Infect Control Hosp Epidemiol* 25:164–7
- Dancer SJ, White LF, Lamb J, et al (2009) Measuring the effect of enhanced cleaning in a UK hospital: a prospective cross-over study. *BMC Med* 7:28
- Nseir S, Blazejewski C, Lubret R, et al (2011) Risk of acquiring multidrug-resistant Gram-negative bacilli from prior room occupants in the intensive care unit. *Clin Microbiol Infect* 17:1201–8
- Goodman BER, Platt R, Bass R, et al (2008) Impact of an environmental cleaning intervention on the presence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and vancomycin-resistant enterococci on surfaces in intensive care unit rooms. *Infect Control Hosp Epidemiol* 29:593–9
- Carling PC, Parry MM, Rupp ME, et al (2008) Improving cleaning of the environment surrounding patients in 36 acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 29:1035–41
- Rampling A, Wiseman S, Davis L, et al (2001) Evidence that hospital hygiene is important in the control of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Hosp Infect* 49:109–16
- Guerrero D, Carling P, Jury L, et al (2013) Beyond the “hawthorne effect”: reduction of *Clostridium difficile* environmental contamination through active intervention to improve cleaning practices. *Infect Control Hosp Epidemiol* 34:524–6
- Otter JA, Yezli S, Perl TM, et al (2013) The role of “no-touch” automated room disinfection systems in infection prevention and control. *J Hosp Infect* 83:1–13
- Afssaps (2011) Recommandations de l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé relatives aux critères de choix des procédés de désinfection des surfaces par voie aérienne en milieu de soins. [http://ansm.sante.fr/var/ansm\\_site/storage/original/application/f9267cb30a296eedb359f513ea33137a.pdf](http://ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/f9267cb30a296eedb359f513ea33137a.pdf)
- ANSM (2012) Liste des procédés de désinfection des surfaces par voie aérienne retirés du marché. [http://ansm.sante.fr/Activites/Biocides-Appareils-de-desinfection-par-voie-aerienne/Procédes-et-appareils-de-desinfection-des-surfaces-par-voie-aerienne/\(offset\)/1#paragraph\\_35102](http://ansm.sante.fr/Activites/Biocides-Appareils-de-desinfection-par-voie-aerienne/Procédes-et-appareils-de-desinfection-des-surfaces-par-voie-aerienne/(offset)/1#paragraph_35102)
- Blazejewski C, Guerry MJ, Preau S, et al (2011) New methods to clean ICU rooms. *Infect Disord Drug Targets* 11:365–75
- Shapey S, Machin K, Levi K, Boswell TC (2008) Activity of a dry mist hydrogen peroxide system against environmental *Clostridium difficile* contamination in elderly care wards. *J Hosp Infect* 70:136–41
- Holmdahl T, Lanbeck P, Wullt M, Walder MH (2011) A head-to-head comparison of hydrogen peroxide vapor and aerosol room decontamination systems. *Infect Control Hosp Epidemiol* 32:831–6
- Fu TY, Gent P, Kumar V (2012) Efficacy, efficiency and safety aspects of hydrogen peroxide vapour and aerosolized hydrogen peroxide room disinfection systems. *J Hosp Infect* 80:199–205
- Bartels MD, Kristoffersen K, Slotsbjerg T, et al (2008) Environmental methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) disinfection using dry-mist-generated hydrogen peroxide. *J Hosp Infect* 70:35–41
- Orlando P, Cristina ML, Dallera M, et al (2008) Surface disinfection: evaluation of the efficacy of a nebulization system spraying hydrogen peroxide. *J Prev Med Hyg* 49:116–9
- Chan HT, White P, Sheorey H, et al (2011) Evaluation of the biological efficacy of hydrogen peroxide vapour decontamination in wards of an Australian hospital. *J Hosp Infect* 79:125–8
- Andersen BM, Rasch M, Hochlin K, et al (2006) Decontamination of rooms, medical equipment and ambulances using an aerosol of hydrogen peroxide disinfectant. *J Hosp Infect* 62:149–55
- Barbut F, Menuet D, Verachten M, Girou E (2009) Comparison of the efficacy of a hydrogen peroxide dry-mist disinfection system and sodium hypochlorite solution for eradication of *Clostridium difficile* spores. *Infect Control Hosp Epidemiol* 30:507–14
- Piskin N, Celebi G, Kulah C, et al (2011) Activity of a dry mist-generated hydrogen peroxide disinfection system against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Acinetobacter baumannii*. *Am J Infect Control* 39:757–62
- Taneja N, Biswal M, Kumar A, et al (2011) Hydrogen peroxide vapour for decontaminating air-conditioning ducts and rooms of an emergency complex in northern India: time to move on. *J Hosp Infect* 78:200–3
- Andersen BM, Syversen G, Thoresen H, et al (2010) Failure of dry mist of hydrogen peroxide 5% to kill *Mycobacterium tuberculosis*. *J Hosp Infect* 76:80–3
- Andersen BM (2011) Does “airborne” hydrogen peroxide kill *Mycobacterium tuberculosis*? *J Hosp Infect* 77:81–3
- Grare M, Dailloux M, Simon L, et al (2008) Efficacy of dry mist of hydrogen peroxide (DMHP) against *Mycobacterium tuberculosis* and use of DMHP for routine decontamination of biosafety level 3 laboratories. *J Clin Microbiol* 46:2955–8
- McDonnell G, Russell AD (1999) Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev* 12:147–79
- Meyer B, Cookson B (2010) Does microbial resistance or adaptation to biocides create a hazard in infection prevention and control? *J Hosp Infect* 76:200–5
- Chopra I (2007) The increasing use of silver-based products as antimicrobial agents: a useful development or a cause for concern? *J Antimicrob Chemother* 59:587–90
- Otter JA, Yezli S, French GL (2012) Impact of the suspending medium on susceptibility of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* to hydrogen peroxide vapour decontamination. *J Hosp Infect* 82:213–5
- Barbut F, Yezli S, Otter JA (2012) Activity in vitro of hydrogen peroxide vapour against *Clostridium difficile* spores. *J Hosp Infect* 80:85–7

32. Otter JA, French GL (2009) Survival of nosocomial bacteria and spores on surfaces and inactivation by hydrogen peroxide vapor. *J Clin Microbiol* 47:205–7
33. Hall L, Otter JA, Chewins J, Wengenack NL (2007) Use of hydrogen peroxide vapor for deactivation of *Mycobacterium tuberculosis* in a biological safety cabinet and a room. *J Clin Microbiol* 45:810–815
34. Pottage T, Richardson C, Parks S, et al (2010) Evaluation of hydrogen peroxide gaseous disinfection systems to decontaminate viruses. *J Hosp Infect* 74:55–61
35. Bentley K, Dove BK, Parks SR, et al (2012) Hydrogen peroxide vapour decontamination of surfaces artificially contaminated with norovirus surrogate feline calicivirus. *J Hosp Infect* 80:116–21
36. Berrie E, Andrews L, Yezli S, Otter JA (2011) Hydrogen peroxide vapour (HPV) inactivation of adenovirus. *Lett Appl Microbiol* 52:555–8
37. Hardy KJ, Gossain S, Henderson N, et al (2007) Rapid recontamination with MRSA of the environment of an intensive care unit after decontamination with hydrogen peroxide vapour. *J Hosp Infect* 66:360–8
38. Otter JA, Yezli S, Schouten MA, et al (2010) Hydrogen peroxide vapor decontamination of an intensive care unit to remove environmental reservoirs of multidrug-resistant gram-negative rods during an outbreak. *Am J Infect Control* 38:754–6
39. Manian FA, Griesenauer S, Senkel D, et al (2011) Isolation of *Acinetobacter baumannii* complex and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from hospital rooms following terminal cleaning and disinfection: can we do better? *Infect Control Hosp Epidemiol* 32:667–72
40. Barbut F, Yezli S, Mimoun M, et al (2013) Reducing the spread of *Acinetobacter baumannii* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* on a burns unit through the intervention of an infection control bundle. *Burns J Int Soc Burn Inj* 39:395–403
41. Cooper T, O’Leary M, Yezli S, Otter JA (2011) Impact of environmental decontamination using hydrogen peroxide vapour on the incidence of *Clostridium difficile* infection in one hospital Trust. *J Hosp Infect* 78:238–40
42. Otter JA, Cummins M, Ahmad F, et al (2007) Assessing the biological efficacy and rate of recontamination following hydrogen peroxide vapour decontamination. *J Hosp Infect* 67:182–8
43. French GL, Otter JA, Shannon KP, et al (2004) Tackling contamination of the hospital environment by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): a comparison between conventional terminal cleaning and hydrogen peroxide vapour decontamination. *J Hosp Infect* 57:31–7
44. Passaretti CL, Otter JA, Reich NG, et al (2013) An evaluation of environmental decontamination with hydrogen peroxide vapor for reducing the risk of patient acquisition of multidrug-resistant organisms. *Clin Infect Dis* 56:27–35
45. Manian FA, Griesenauer S, Bryant A (2013) Implementation of hospital-wide enhanced terminal cleaning of targeted patient rooms and its impact on endemic *Clostridium difficile* infection rates. *Am J Infect Control* 41:537–41
46. Dryden M, Parnaby R, Dailly S, et al (2008) Hydrogen peroxide vapour decontamination in the control of a polyclonal methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* outbreak on a surgical ward. *J Hosp Infect* 68:190–2
47. Bates CJ, Pearse R (2005) Use of hydrogen peroxide vapour for environmental control during a *Serratia* outbreak in a neonatal intensive care unit. *J Hosp Infect* 61:364–6
48. Jeanes A, Rao G, Osman M, Merrick P (2005) Eradication of persistent environmental MRSA. *J Hosp Infect* 61:85–6
49. Boyce JM, Havill NL, Otter JA, et al (2008) Impact of hydrogen peroxide vapor room decontamination on *Clostridium difficile* environmental contamination and transmission in a healthcare setting. *Infect Control Hosp Epidemiol* 29:723–9
50. Landelle C, Legrand P, Lesprit P, et al (2013) Protracted outbreak of multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* after intercontinental transfer of colonized patients. *Infect Control Hosp Epidemiol* 34:119–24
51. Snitkin ES, Zelazny AM, Thomas PJ, et al (2012) Tracking a hospital outbreak of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* with whole-genome sequencing. *Sci Transl Med* 4:148ra116
52. Ray A, Perez F, Beltrami AM, et al (2010) Use of vaporized hydrogen peroxide decontamination during an outbreak of multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* infection at a long-term acute care hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol* 31:1236–41
53. Chmielarczyk A, Higgins PG, Wojkowska-Mach J, et al (2012) Control of an outbreak of *Acinetobacter baumannii* infections using vaporized hydrogen peroxide. *J Hosp Infect* 81:239–45
54. Nerandzic MM, Cadnum JL, Pultz MJ, Donskey CJ (2010) Evaluation of an automated ultraviolet radiation device for decontamination of *Clostridium difficile* and other healthcare-associated pathogens in hospital rooms. *BMC Infect Dis* 10:197
55. Boyce JM, Havill NL, Moore BA (2011) Terminal decontamination of patient rooms using an automated mobile UV light unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 32:737–42
56. Rutala WA, Gergen MF, Weber DJ (2010) Room decontamination with UV radiation. *Infect Control Hosp Epidemiol* 31:1025–9
57. Pettis A (2010) Elimination of *Clostridium difficile* infections (CDI) by illumination? Surface disinfection by ultraviolet light treatment. *Am J Infect Control* 38:e16–e7
58. Stibich M, Stachowiak J, Tanner B, et al (2011) Evaluation of a pulsed-xenon ultraviolet room disinfection device for impact on hospital operations and microbial reduction. *Infect Control Hosp Epidemiol* 32:286–8
59. Levin J, Parrish C, Riley L, English D (2011) The use of portable pulsed xenon ultraviolet light (PPX-UV) after terminal cleaning was associated with a dramatic decrease in the hospital-associated *Clostridium difficile* infection (HA-CDI) rate in a community hospital. *Infect Dis Soc Am Idsa Annu Meet (Abstract)*
60. Berrington AW, Pedler SJ (1998) Investigation of gaseous ozone for MRSA decontamination of hospital side-rooms. *J Hosp Infect* 40:61–5
61. Moore G, Griffith C, Peters A (2000) Bactericidal properties of ozone and its potential application as a terminal disinfectant. *J Food Prot* 63:1100–6
62. Sharma M, Hudson JB (2008) Ozone gas is an effective and practical antibacterial agent. *Am J Infect Control* 36:559–63
63. Beswick A, Farrant J, Makison C (2011) Comparison of multiple systems for laboratory whole room fumigation. *Appl Biosaf* 16:139–57
64. Meunier O, Meistermann C, Schwebel A (2009) Effectiveness and limits of the cleaners steam in hospitals. *Pathol Biol* 57:252–7
65. Griffith CJ, Dancer SJ (2009) Hospital cleaning: problems with steam cleaning and microfibre. *J Hosp Infect* 72:360–1
66. Boswell TC, Fox PC (2006) Reduction in MRSA environmental contamination with a portable HEPA-filtration unit. *J Hosp Infect* 63:47–54
67. Wren MWD, Rollins MSM, Jeanes A, et al (2008) Removing bacteria from hospital surfaces: a laboratory comparison of ultramicrofibre and standard cloths. *J Hosp Infect* 70:265–71
68. Hall T, Jeanes A, Mckain L, et al (2009) The mayday hospital cleaning study: relative performance of ultramicrofiber, with or without a novel copper-based biocide, against standard chlorine-based cleaning. *Abstracts ICCAC*
69. Société française d’hygiène hospitalière (2010) Surveiller et prévenir les infections associées aux soins (recommandation R62). [http://www.sf2h.net/publications-SF2H/SF2H\\_surveiller-et-prevenir-les-IAS-2010.pdf](http://www.sf2h.net/publications-SF2H/SF2H_surveiller-et-prevenir-les-IAS-2010.pdf)