

Utilisation de nettoyeurs probiotiques de surface à base de *Bacillus* pour la maîtrise du risque infectieux en établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes et en soins de suite et de réadaptation

Anne Davin-Regli^{1,2}, Véronique Sinou¹, Corinne Maurin², Karine Hoareau³, Anthony Bonhomme³, Jean-Philippe Dos Santos³

1- Laboratoire Membranes et cibles thérapeutiques (MCT) U 1261 – Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) – Faculté de pharmacie – Marseille – France

2- Unité infectiologie et hygiène hospitalière – Centre hospitalier (CH) Edmond-Garcin – Aubagne – France

3- HTS BIO Laboratories – Gémenos – France

✉ Dr Anne Davin-Regli – Unité infectiologie et hygiène hospitalière – CH Edmond-Garcin – 179, avenue des Sœurs-Gastine – 13400 Aubagne – France – E-mail : anne-veronique.regli@univ-amu.fr

Résumé

Contexte. En cas d'infection associée aux soins (IAS), les nettoyeurs désinfectants ont montré leur limite contre la recontamination des surfaces, et les nettoyeurs probiotiques leur efficacité pour réduire la contamination et les infections. **Objectif.** Évaluer l'efficacité du bionettoyage par les nettoyeurs probiotiques à base de *Bacillus*. **Méthode.** La capacité à protéger les surfaces de la contamination a été testée en conditions de contamination contrôlée sur des plaques de PVC et de faïence. Les essais de terrain ont été réalisés dans un établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (Ehpad) et un service de soins de suite et de réadaptation avec pour comparaison une chambre témoin en détergence biocide classique. Les IAS et la charge microbienne de quatre surfaces différentes et des siphons traités avec un produit probiotique ont été suivies. **Résultats.** En laboratoire, le nettoyeur probiotique protège les plaques de PVC et de faïence de la contamination par *E. coli* et *S. aureus*. En milieu hospitalier, le protocole de nettoyage probiotique conduit à une stabilisation voire une baisse de la contamination des surfaces. On ne note aucune variation des IAS associée à *S. aureus* ou *P. aeruginosa*, les données restant très rares (0-2 infections par an), et le nombre d'infections à entérobactéries a baissé pendant l'année d'usage des probiotiques. Dans l'Ehpad de 30 lits à la population stable dans le temps, le nombre moyen d'infections passe de 40 à 18 par an. **Conclusion.** L'absence prolongée de désinfection des surfaces des secteurs traités au détergent probiotique n'a pas conduit à leur surcontamination par des bactéries potentiellement pathogènes. Le nombre annuel d'IAS n'augmente pas, les infections à *S. aureus* et *P. aeruginosa* restent très peu nombreuses et celles à entérobactéries se raréfient, en particulier en Ehpad. Ces résultats ne permettent pas de conclusion ferme basée sur un test statistique.

Mots-clés : Infection associée aux soins – Bionettoyage – Désinfection des surfaces.

Abstract

Control of infectious risk in an EHPAD and a SSR establishment by using surface probiotic cleaners based on Bacillus bacteria.

Background. Surfaces contamination plays a role in the transmission of healthcare-associated infections (HAIs). Disinfectants have shown their limitations in preventing recontamination. The use of probiotic cleaners is an alternative that has proven effective in reducing surface contamination and infections. **Objective.** To evaluate the efficacy of microbial-based cleaning products with *Bacillus*-based probiotic. **Methods.** The ability to protect surfaces from pathogen contamination was first tested under controlled contamination conditions on PVC and earthenware sheets. Care sector trials were carried out in an EHPAD and an SSR department, compared with a control room using conventional biocide detergents. IAS and the total or specific microbial load of 4 different surfaces and siphons treated with a specific probiotic product were monitored. **Results.** In the laboratory, the probiotic cleaner protected PVC and earthenware surfaces from contamination by *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. In hospital environments, the probiotic cleaning protocol leads to a stabilization or even a reduction in the potentially pathogenic load on surfaces. There was no change in the number of HCAs associated with *S. aureus* or *P. aeruginosa*, the data remaining very rare (0-2 infections per year), and the number of enterobacteria infections fell during the year in which probiotics were used. In the 30-bed Ehpad with a stable population over time, the average number of infections fell from 40 to 18 per year. **Conclusion.** The absence of surface disinfection over a long period in the area treated with probiotic detergent did not lead to over-contamination by potentially pathogenic bacteria. The annual number of HCAs is not increasing, there are still very few *S. aureus* and *P. aeruginosa* infections, and there are fewer enterobacteria infections, particularly in nursing homes. These results do not allow us to draw any firm conclusions based on a statistical test.

Keywords: Healthcare-associated infections – Biocleaning – Surface disinfection.

Introduction

Les surfaces touchées par les patients et les soignants représentent un élément de la chaîne de transmission des micro-organismes responsables d'infections associées aux soins (IAS), qui peuvent y survivre des semaines voire des mois [1,2]. La biocontamination de ces surfaces est par ailleurs insuffisamment contrôlée dans le temps par la désinfection chimique conventionnelle [3,4]. Outre la contamination microbienne persistante de l'environnement hospitalier, un problème majeur repose sur l'antibiorésistance qui touche chaque année 4 millions de patients en Europe, entraînant plus de 33 000 décès [5,6]. Dans ces environnements secs et pauvres en ressources, la compétition serait un facteur important de la composition de la communauté microbienne [5,7]. Comme les spores sont résistantes à de nombreux facteurs physico-chimiques, les *Bacillus* sont particulièrement adaptés à l'usage conjoint de détergents [8]. Ainsi, le nettoyage probiotique à l'aide d'un consortium d'espèces de *Bacillus* peut tirer parti des principes écologiques tels que l'exclusion compétitive, utilisant des micro-organismes bénins pour inhiber les agents pathogènes viables, et quelques études ont démontré que cette compétition se produisait effectivement dans l'environnement [5,9,10]. Selon les études réalisées sur le sujet, soit la cohabitation des pathogènes avec les probiotiques ne modifie pas la répartition des espèces dans les communautés mais influence les fonctions exprimées (résistance, virulence) par les bactéries [11], soit les probiotiques sont capables de supprimer la prolifération des bactéries pathogènes comme celles du groupe ESKAPEE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter* spp. et *Escherichia coli*) [12,13]. En effet, l'activité enzymatique des bacilles probiotiques, produisant des estérases, lipases, glucosidases et phosphatases, favorise l'élimination des bactéries qui y sont sensibles. Les travaux réalisés depuis plusieurs années par Caselli et al., basés sur l'application de nettoyants éco-durables contenant des probiotiques appartenant au genre *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. pumilus* et *B. megaterium*) constituant un « système d'hygiène pour le nettoyage probiotique » (*probiotic cleaning hygiene system* [PCHS]), suggèrent que l'assainissement des surfaces traitées par ces produits pourrait réduire de 50% à 83%, grâce au processus de compétition, l'installation des bactéries pathogènes du groupe ESKAPEE, souvent multirésistantes [14-16]. S'y associe une diminution allant jusqu'à 99% de la détection des gènes de résistance aux antibiotiques, indépendamment du type de mécanisme (gène *mecA*, β -lactamases, oxacillinases, gènes de pompes d'efflux...) [9,14-17] et une inhibition du fonctionnement de la détection du quorum [6]. Enfin, on constate une augmentation de l'occupation des pro-

biotiques sur les surfaces imprégnées représentant, au bout d'un mois, environ 70% du microbiote total par remodulation. L'effet PCHS ne s'est accompagné d'aucune sélection de souches résistantes aux antibiotiques chez les *Bacillus* utilisés au cours du temps, malgré la pression de sélection aux antibiotiques de l'environnement hospitalier [18]. Parallèlement, au niveau médical, il est noté dans les précédents travaux une diminution de 52% à 60,3% des cas d'IAS en phase de test, associée à une baisse des prescriptions d'antibiotiques de 58,6% [15,16]. Pour ce travail, nous nous sommes proposé de réaliser une étude similaire à celles décrites en amont et portant sur l'impact de l'usage d'une solution nettoyante probiotique commercialisée par la société HTS BIO Laboratories (Gémenos, France), prête à l'emploi, à base de *Bacillus* (*B. pumilus*, *B. subtilis* et *B. velezensis*), sur le microbiote de surface au cours du temps dans des chambres occupées par des patients ou des résidents en secteur de soins de suite et de réadaptation (SSR) et en établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (Ehpad). La surveillance de leur statut infectieux a été menée en parallèle.

Matériels et méthodes

Essais in vitro

Essais d'antagonisme

L'efficacité d'antagonisme de la souche de *Bacillus pumilus* contenue dans le produit commercial et déposée à l'Institut Pasteur (Paris, France) sous le numéro I-5531 vis-à-vis des bactéries pathogènes de surface cibles a été évaluée sur surface gélosée [19]. Les bactéries pathogènes étaient ensemencées par nappage sur la gélose puis un dépôt localisé de suspension de *Bacillus* était déposé sur la surface nappée uniformément. La présence d'une zone d'inhibition d'au moins 2 mm après 24 heures autour des souches probiotiques attestait de l'effet antagoniste vis-à-vis des pathogènes ensemencés en surface.

Essais de protection des surfaces contre des bactéries pathogènes

La capacité des formulations détergentes probiotiques à protéger les surfaces de la contamination par des pathogènes cibles a été réalisée en laboratoire en conditions de contamination contrôlée sous poste de sécurité microbiologique sur des plaques stériles de polychlorure de vinyle (PVC) et de faïence de 5x5 cm. Les surfaces étaient nettoyées à l'aide d'une microfibre imbibée d'une solution nettoyante probiotique prête à l'emploi à base de *Bacillus* (*B. pumilus*, *B. subtilis* et *B. velezensis*) afin de mimer l'action de nettoyage. Une solution de pathogènes était ensuite appliquée sur les surfaces 30 minutes, 24 heures et 5 jours après nettoyage des surfaces par les probiotiques. L'impact des formulations nettoyantes sur la réduction de la charge bactérienne sur les plaques

préalablement ensemencées a été évalué à l'aide de boîtes de Petri contacts pour les pathogènes cibles de la norme NF EN 1276 : *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. *Listeria monocytogenes* et *Salmonella Enterica* ont également été étudiées en raison de leur importance dans l'industrie agroalimentaire. Afin de distinguer, sur les surfaces, les bactéries probiotiques des bactéries pathogènes, les essais sont réalisés en présence d'antibiotiques utilisés à des concentrations inhibant la croissance des probiotiques tout en permettant celle des pathogènes (par exemple la vancomycine pour *E. Coli* ou la streptomycine pour *S. aureus*) (Annexe I).

Essais en unité d'hébergement

Les essais en conditions hospitalières réelles ont été réalisés dans deux secteurs de soins hébergeant des personnes de profils différents quant à leur statut infectieux. Le premier est une unité d'Ehpad de trente lits (résidents avec une moyenne d'âge de 85,8 ans ; rapport homme/femmes : 1/3 ; groupe iso-ressources [GIR] moyen pondéré de 781 et score Pathos de 232) où treize chambres ont été traitées par détergence probiotique dont deux suivies pendant douze mois par des prélèvements de surface mensuels. Le second est un service de SSR de trente lits dont treize chambres ont été traitées par détergence probiotique pendant sept mois, deux de ces chambres étant suivies par des prélèvements de surface mensuels. À chaque fois, pour comparaison, une chambre témoin avec détergence biocide classique était suivie et prélevée dans chacun des secteurs. Le nettoyage était réalisé à l'aide des procédures déjà en place dans les établissements (utilisation de lavettes non tissées en microfibre multi-usages pour les agents de service hospitalier et non tissées jetables pour les soignants, imprégnées par un spray de produit dilué à 0,5%). Les lavettes multi-usages étaient lavées tous les jours et jetées quand elles étaient usagées. L'évaluation de la charge microbienne totale ou spécifique de certains pathogènes (entérobactéries et staphylocoques) a été effectuée à l'aide de géloses Count-Tact® TSA¹ (bioMérieux, Marcy-l'Étoile, France) et sélectives (cétrimide, Baird-Parker, VRBG²) sur quatre surfaces différentes (adaptable, sol, zone circulaire autour du siphon d'évacuation dans le lavabo, lunette des w.-c.) et à l'aide d'écouvillons (siphons de l'évier et de la douche). Des prélèvements de surface mensuels ont été réalisés pour chaque essai et, au total, 1 584 analyses microbiologiques ont été effectuées. Une mise en culture a été faite à 30°C pendant 48 heures. Un suivi du taux de contamination de certaines bactéries potentiellement pathogènes (*P. aeruginosa* et entérobacté-

ries) a également été réalisé dans les siphons des chambres traitées avec un autre produit probiotique spécifique à base des mêmes souches de *Bacillus*. Le dénombrement sur boîte s'est fait de manière semi-automatique. En parallèle, les résultats des prélèvements bactériologiques cliniques dans les services avec chambre témoin (nettoyage classique) et des tests (nettoyage probiotique) réalisés au laboratoire de biologie médicale de l'hôpital et déclarés positifs pour les patients ou résidents ont été répertoriés.

Résultats

Essais in vitro

Essais d'antagonisme in vitro entre colonies

B. pumilus I-5531 possède une forte activité antagoniste vis-à-vis des bactéries du genre *Staphylococcus* et d'*E. coli* (Tableau I, Figure 1). Cependant, aucune souche de *Bacillus* sp. testée n'a permis une inhibition significative de la croissance de *P. aeruginosa* (un

Figure 1 – Antagonisme sur milieu solide gélosé de la souche *Bacillus pumilus* I-5531 vis-à-vis de la souche *Staphylococcus aureus* 1199.

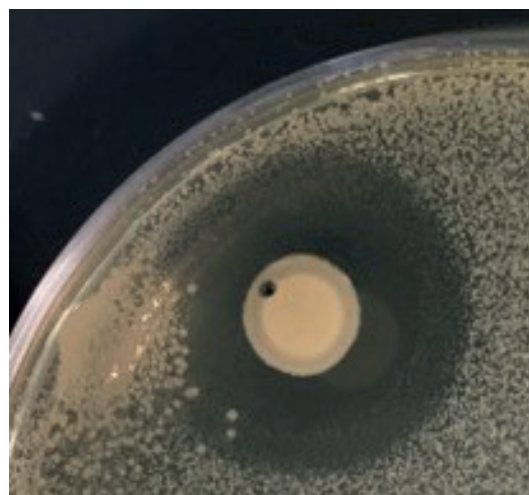


Tableau I – Moyenne des zones d'inhibition de la souche de *Bacillus pumilus* I-5531 envers différents pathogènes.

Souche	Dénomination	Moyenne des zones d'inhibition (mm)
<i>Escherichia coli</i>	DSM 1058	14,5
<i>Staphylococcus warneri</i>	DSM 20316	18,9
<i>Staphylococcus aureus</i>	1199	17,0
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	ATCC 12228	11,0
<i>Staphylococcus hominis</i>	ATCC 700236	14,0
<i>Listeria monocytogenes</i>	CIP 82.110	5,3

ATCC : American Type Culture Collection, Manassas, VA, États-Unis ; CIP : Collection de l'Institut Pasteur, Paris, France ; DSM : collection/référence du Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen (Collection allemande de micro-organismes et de cultures cellulaires), Brunswick, Allemagne.

1- Tryptone soy agar, gélose tryptone soja.

2- Violet red bile glucose, au glucose et à la bile rouge violette.

léger antagonisme est tout de même observé avec la souche *B. velezensis* du produit commercial). De même, aucune action antagoniste significative n'a été observée avec *Salmonella enterica*. L'absence d'effet antagoniste de la souche de *B. pumilus* vis-à-vis de *P. aeruginosa* est en accord avec la littérature scientifique [4], cependant certains auteurs ont montré un effet de *Bacillus amyloliquefaciens* sur la souche de référence *P. aeruginosa* PAO1 [20]. Ces résultats peuvent être expliqués par le pouvoir compétiteur très élevé présenté par *Pseudomonas*.

Essais d'antagonisme in vitro contre des bactéries pathogènes

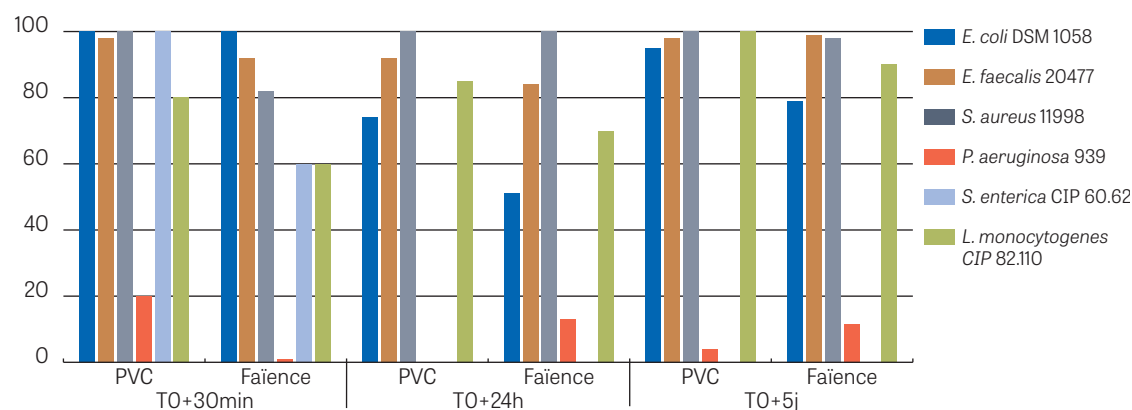
Les formulations testées se sont avérées les plus efficaces pour réduire la charge bactérienne sur PVC et faïence d'*E. coli*, *E. faecalis*, *S. aureus* et *L. monocytogenes* (Figure 2). En revanche, on note peu ou pas d'effet antagoniste de ces formulations sur la croissance de *P. aeruginosa* et de *S. Enterica*. L'ensemble de ces résultats montre que le nettoyage à l'aide d'une formulation nettoyante probiotique prête à l'emploi permet de protéger efficacement la surface des plaques de 5x5 cm de PVC et de faïence de la contamination par deux souches pathogènes cibles *E. coli* et *S. aureus*.

Essais hospitaliers

Les essais in situ réalisés en milieu hospitalier indiquent, par comparaison avec le traitement des surfaces à l'aide de nettoyants désinfectants, que le protocole de nettoyage probiotique à base de *Bacillus* conduit à une stabilisation voire à une légère baisse de la charge potentiellement pathogène des surfaces. En effet, le niveau de contamination des sols par *Staphylococcus* sp. reste stable ou inférieur au cours du temps entre la chambre témoin (106) restée en net-

toyage biocide et les chambres « essais » (218 et 219) nettoyées par la solution probiotique. L'écart moyen est inférieur à 1 log, avec une réduction allant jusqu'à 3 log dans la chambre 218 (Figure 3). Concernant la contamination des sols par *Enterococcus* sp., le suivi (Figure 4) révèle des variations marquées et successives de la charge bactérienne, tant dans la chambre témoin que dans les chambres essais. Ces fluctuations témoignent de la difficulté à obtenir des prélèvements uniformes, malgré leur réalisation à horaire fixe et à l'écart des activités les plus susceptibles de souiller les surfaces. Ce biais, bien connu des microbiologistes environnementaux, a déjà été documenté [21]. De la même façon, le suivi microbiologique mensuel des siphons montre un contrôle voire une réduction de la concentration viable en bactéries potentiellement pathogènes (Figure 5). Bien que nous n'ayons pas vu d'antagonisme direct de nos souches vis-à-vis de *P. aeruginosa* sur boîte, nous avons observé au cours des mois une compétition significative entre les probiotiques et *Pseudomonas* dans les siphons. En effet, comparée à la chambre témoin pour laquelle le biofilm du siphon est quotidiennement en contact avec le détergent-désinfectant classique, l'évolution de la charge en *P. aeruginosa* dans le biofilm des siphons traités par détergence probiotique est similaire. L'écart moyen observé est inférieur à 1 log entre la chambre témoin et les chambres d'essai, avec une diminution plus prononcée durant les cinq premiers mois de l'étude. Enfin, l'étude menée a permis de relever une baisse des infections identifiées au laboratoire sur la partie de l'hôpital nettoyée par détergence probiotique par rapport à l'année précédente. Par comparaison entre les douze mois de détergence probiotique (année N) et les douze mois précédents de nettoyage biocide (année N-1) et sur la même base de taux d'occupation, l'incidence des IAS chute de

Figure 2 – Réduction de la charge bactérienne observée après application d'une solution de nettoyage à base de probiotiques à l'aide d'une microfibre sur des carreaux de faïence et de PVC.



Le pathogène est ajouté à la surface 30min, 24 heures ou 5 jours après le nettoyage.

CIP : Collection de l'Institut Pasteur, Paris, France ; DSM : Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen (Collection allemande de micro-organismes et de cultures cellulaires), Brunswick, Allemagne ; PVC : polychlorure de vinyle.

6,8% pour les résidents infectés du secteur Ehpad. Cela correspond concrètement à une chute des infections à entérobactéries, les infections à *S. aureus* ou *P. aeruginosa* étant habituellement anecdotiques. On dénombre 18 infections à entérobactéries pendant l'année d'étude contre plus de 40 en moyenne par an les années antérieures pour les trente résidents. Dans le secteur SSR et pendant une durée plus courte, sept mois, le nombre d'IAS baisse aussi concernant les infections à entérobactéries, bien que dans ce service la population de patients et leur typologie soit ins-

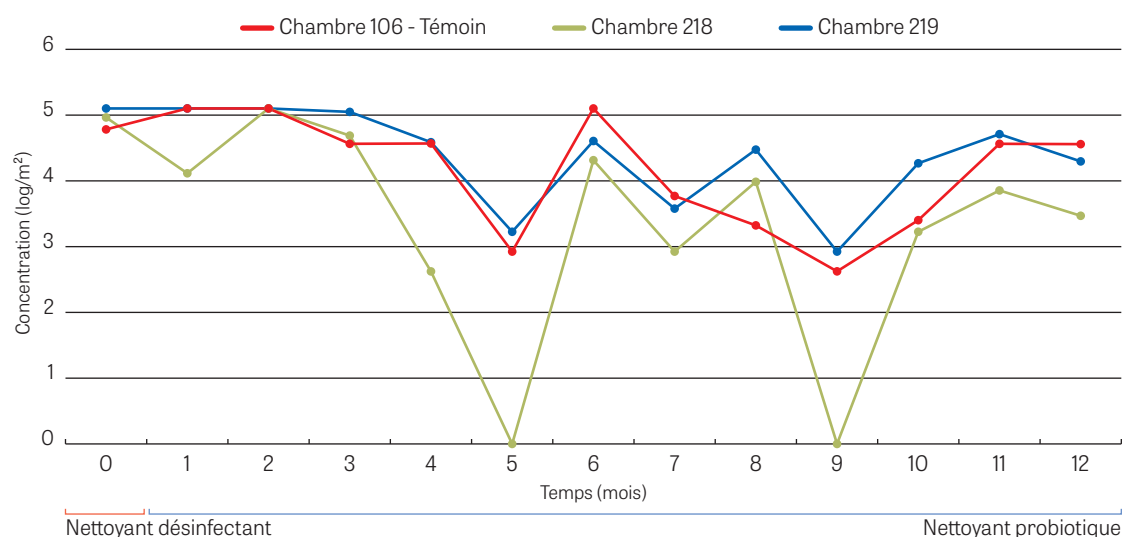
table dans le temps. On atteint ainsi une incidence de -21,05% sur le nombre d'infections relevées (17 infections versus 22 relevées auparavant). Ces résultats sont préliminaires et ne permettent pas de conclusion ferme basée sur un test statistique.

Discussion

Intérêt du nettoyage à base de probiotiques

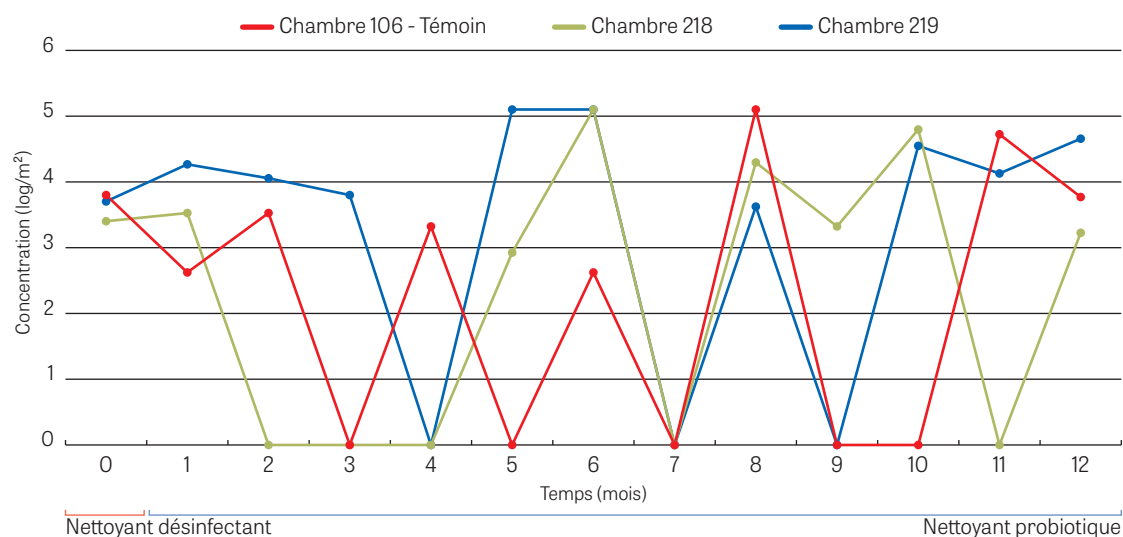
De nombreuses études ont démontré que plus de 50% des surfaces des chambres d'hôpital sont insuffisamment nettoyées et désinfectées lorsque des

Figure 3 – Évolution de la contamination par *Staphylococcus sp.* du sol de deux chambres traitées par la solution nettoyante probiotique en comparaison d'une chambre témoin où l'utilisation du détergent désinfectant classique était maintenue.



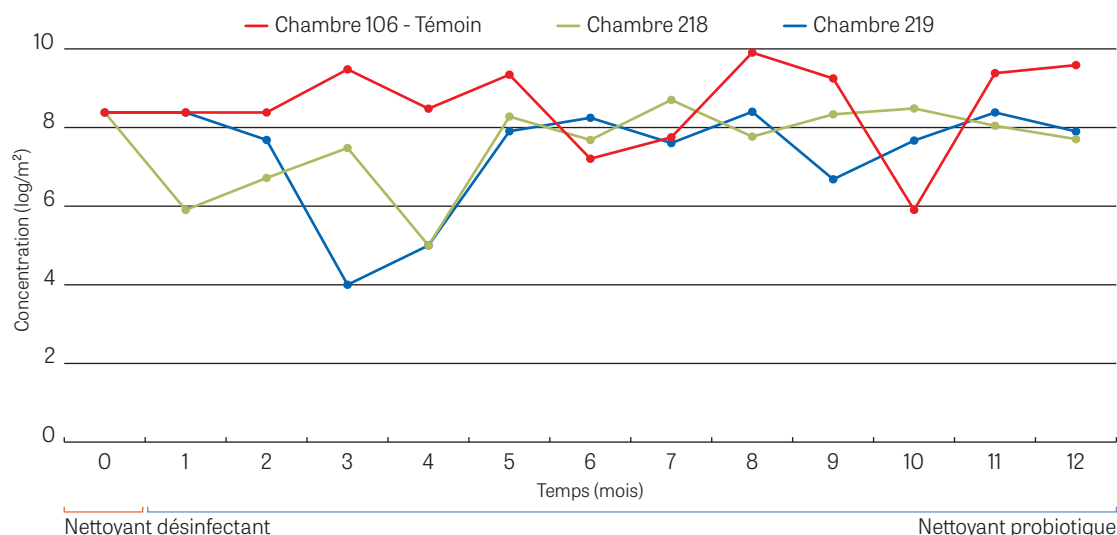
Les prélèvements de surface ont été réalisés tous les mois pendant l'année d'étude.

Figure 4 – Évolution de la contamination par *Enterococcus sp.* du sol de deux chambres traitées par la solution nettoyante probiotique en comparaison d'une chambre témoin où l'utilisation du détergent désinfectant classique était maintenue.



Les prélèvements de surface ont été réalisés tous les mois pendant l'année d'étude.

Figure 5 – Évolution de la contamination par *Pseudomonas aeruginosa* des siphons de douche de deux chambres traitées par la solution nettoyante probiotique en comparaison d'une chambre témoin où l'utilisation du détergent désinfectant classique était maintenue.



Les prélèvements de surface ont été réalisés tous les mois pendant l'année d'étude.

désinfectants chimiques sont utilisés, et que les surfaces des chambres de patients colonisés ou infectés par des agents pathogènes associés aux soins et cliniquement pertinents sont fréquemment contaminées [6,7]. La proportion de surfaces hospitalières contaminées par les différents pathogènes varie selon les rapports publiés. La présence de souches de *S. aureus* a été signalée sur 1% à 27% des surfaces dans les chambres de patients et jusqu'à 64% dans les unités de grands brûlés avec des patients porteurs de *S. aureus*. Pour *C. difficile*, la positivité a été démontrée dans jusqu'à 75% des chambres accueillant des patients porteurs [22]. De plus, des études récentes ont rapporté que les niveaux de contamination de surface observés sont très similaires, que la surface soit ou non une surface tactile élevée, moyenne ou faible [13,14]. Le nettoyage à base de probiotiques repose sur l'utilisation d'un détergent éco-labellisé par Eco-cert contenant des spores de probiotiques sélectionnés, appartenant au genre *Bacillus*, qui sont capables de coloniser les surfaces traitées et de déplacer les agents pathogènes environnants via un mécanisme d'exclusion concurrentielle. Par comparaison avec la désinfection chimique, cette technique induit une réduction stable d'agents pathogènes *S. aureus*, coliformes, *Pseudomonas* spp. et *Candida* spp. (80% de plus que la désinfection chimique) et une diminution de 3 log de la résistance de la population résiduelle, avec en corollaire une réduction des IAS de 52% [6,16,17]. Il a été montré par l'équipe de Caselli et al. que le PCHS était associé à une diminution de l'incidence cumulée des IAS de 4,8% [15]. Ce procédé marche également sur les virus enveloppés tel qu'étudié pen-

dant l'épidémie de Covid-19³ [23,24]. Les résultats ont montré que le PCHS était capable d'inactiver 99,99% de tous les virus testés dans un délai d'une à deux heures suivant le contact et que l'action antivirale avait persisté jusqu'à 24 heures après l'application, ce qui suggère que son utilisation peut effectivement permettre une prévention continue de la propagation virale via un environnement contaminé [23]. Cette approche est également prometteuse pour prévenir ou éradiquer les biofilms bactériens en milieu médical [13]. Les désinfectants ont un impact délétère sur l'environnement au niveau chimique mais aussi biologique car ils peuvent conduire à la sélection de bactéries résistantes y compris vis-à-vis d'autres biocides. De plus, ils ne sont pas efficaces contre la recontamination des surfaces qui peut survenir dès 30 minutes suivant la désinfection [25]. Notre étude en service, en conditions d'usage réel, a montré que l'on avait un microbiome spécifique dans chaque chambre, probablement lié au microbiote du résident, stable dans le temps avec détergence probiotique. On constate une absence d'envolée microbienne dans l'environnement du fait du phénomène de compétition sur les surfaces. L'incontinence de certains occupants des chambres contrôlées par des prélèvements de surface a eu pour résultante des pics de contamination par de la flore fécale lors de la réalisation des contrôles environnementaux, sans persistance dans le temps. Les probiotiques présents dans les chambres traitées n'ont pas permis l'élimination de la flore d'origine humaine ou hydrique mais n'ont pas

3- Coronavirus disease 2019, maladie à coronavirus 2019.

pour autant entraîné la multiplication anarchique de la flore potentiellement pathogène, en comparaison des chambres régulièrement désinfectées en chimie classique. Les souches de *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *E. coli*, retrouvées au niveau des prélèvements cliniques comme environnementaux ne présentaient pas de phénotype de multirésistance. De la même façon, il n'a pas été observé de nouvelles résistances chez les isolats de *Bacillus* testés plusieurs mois après la mise en place du nettoyage probiotique comme décrit sur une précédente étude par Vandini et al. [5]. Il a été observé pendant l'étude, bien que les données soient préliminaires et issues d'un petit échantillon de trente patients dans chacune des deux unités, une diminution des IAS, prouvant que le remplacement de la désinfection chimique de l'environnement par de la compétition probiotique avait un effet bénéfique sur le risque de transmission croisée. Pendant la période d'étude, l'apparition de petits clusters de cas de Covid-19 n'a pas donné lieu à une modification du protocole en cours. Ces clusters ont été rapidement maîtrisés dans ces conditions. Le personnel responsable de l'entretien a particulièrement apprécié l'utilisation de la gamme de produits à base de probiotiques. Leur facilité d'emploi, leur odeur, l'aspect visuel après application et la maîtrise des odeurs dans les chambres de patients incontinents a constitué un plus pour le respect des procédures et a contribué à l'engouement des personnels pour la participation à cette étude de terrain.

Perspectives

Une nouvelle étude de plus grande ampleur est envisagée et s'appuiera sur l'analyse d'un plus grand nombre d'échantillons (essais en triplicat) en utilisant

cette fois-ci la technique de la réaction en chaîne par polymérase quantitative (ou en temps réel) (dite qPCR pour *quantitative polymerase chain reaction*) qui n'est pas dépendante de la culture des micro-organismes, pour pouvoir fiabiliser l'identification des souches bactériennes isolées. Le plus grand nombre d'échantillons analysés permettront de fiabiliser la méthodologie sur le plan statistique.

Conclusion

Cette étude ouvre la perspective d'une nouvelle approche innovante pour la gestion du risque infectieux appliquée aux établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes et aux établissements de soins de suite et réadaptation par l'utilisation de nettoyants probiotiques de surface à base de *Bacillus*. L'absence totale de désinfection des surfaces pendant une période aussi longue du secteur traité au détergent probiotique n'a pas conduit à une surcontamination des surfaces testées, ni à un développement incontrôlé de bactéries spécifiques potentiellement pathogènes. Le nettoyage probiotique des surfaces a de plus permis une légère baisse du nombre d'infections associées aux soins relevées dans les services traités en comparaison des données obtenues pour les services traités par désinfection classique. Au-delà de la maîtrise du risque infectieux, les agents du bionettoyage n'ont pas été exposés durant la période de l'essai aux risques chimiques habituellement rencontrés avec l'utilisation de biocides. Par ailleurs, l'effet du nettoyage à l'aide de la formulation probiotique écologique utilisée (labellisée Ecocert) sur la qualité environnementale des effluents hospitaliers restera à évaluer. ■

Références

- 1- Cobrado L, Silva-Dias A, Azevedo MM, et al. High-touch surfaces: microbial neighbours at hand. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2017;36(11):2053-2062. Doi: 10.1007/s10096-017-3042-4.
- 2- Facciola A, Pellicaniò GF, Visalli G, et al. The role of the hospital environment in the healthcare-associated infections: a general review of the literature. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2019;23(3):1266-1278. Doi: 10.26355/eurrev_201902_17020.
- 3- Assadian O, Harbarth S, Vos M, et al. Practical recommendations for routine cleaning and disinfection procedures in healthcare institutions: a narrative review. *J Hosp Infect*. 2021;113:104-114. Doi: 10.1016/j.jhin.2021.03.010.
- 4- Sansom SE, Gussin GM, Schoeny M, et al. Rapid environmental contamination with *Candida auris* and multidrug-resistant bacterial pathogens near colonized patients. *Clin Infect Dis*. 2024;78(5):1276-1284. Doi: 10.1093/cid/ciad752.
- 5- Vandini A, Temmerman R, Frabetti A, et al. Hard surface biocontrol in hospitals using microbial-based cleaning products. *PLoS One*. 2014;9(9):e108598. Doi: 10.1371/journal.pone.0108598.
- 6- D'Accolti M, Soffritti I, Mazzacane S, et al. Fighting AMR in the healthcare environment: microbiome-based sanitation approaches and monitoring tools. *Int J Mol Sci*. 2019;20(7):1535. Doi: 10.3390/ijms20071535.
- 7- Leistner R, Kohlmorgen B, Brodzinski A, et al. Environmental cleaning to prevent hospital-acquired infections on non-intensive care units: a pragmatic, single-centre, cluster randomized controlled, crossover trial comparing soap-based, disinfection and probiotic cleaning. *EClinicalMedicine*. 2023;59:101958. Doi: 10.1016/j.eclinm.2023.101958.
- 8- Caselli E. Hygiene: microbial strategies to reduce pathogens and drug resistance in clinical settings. *Microb Biotechnol*. 2017;10(5):1079-1083. Doi: 10.1111/1751-7915.12755.
- 9- Vandini A, Frabetti A, Antonioli P, et al. Reduction of the microbiological load on hospital surfaces through probiotic-based cleaning procedures: a new strategy to control nosocomial infections. *J Microbiol Exp*. 2014;1(5):153-151.
- 10- Stone W, Tolmay J, Tucker K, et al. Disinfectant, soap or probiotic cleaning? Surface microbiome diversity and biofilm competitive exclusion. *Microorganisms*. 2020;8(11):1726. Doi: 10.3390/microorganisms8111726.
- 11- Hu J, Shuai W, Sumner JT, et al. Clinically relevant pathogens on surfaces display differences in survival and transcriptomic response in relation to probiotic and traditional cleaning strategies. *NPJ Biofilms Microbiomes*. 2022;8(1):72. Doi: 10.1038/s41522-022-00335-7.
- 12- La Fauci V, Costa GB, Anastasi F, et al. An innovative approach to hospital sanitization using probiotics: in vitro and field trials. *J Microb Biochem Technol*. 2015;7(3):160-164.
- 13- Neidhöfer C, Rathore K, Parina M, et al. ESKAPEE pathogen biofilm control on surfaces with probiotic *Lactobacillaceae* and *Bacillus* species. *Antibiotics (Basel)*. 2023;12(5):871. Doi: 10.3390/antibiotics12050871.
- 14- Caselli E, D'Accolti M, Vandini A, et al. Impact of a probio-

- tic-based cleaning intervention on the microbiota ecosystem of the hospital surfaces: focus on the resistome modulation. PLoS One. 2016;11(2):e0148857. Doi: 10.1371/journal.pone.0148857.
- 15- Caselli E, Brusafiero S, Coccagna M, et al. Reducing healthcare-associated infections incidence by a probiotic-based sanitation system: a multicentre, prospective, intervention study. PLoS One. 2018;13(7):e0199616. Doi: 10.1371/journal.pone.0199616.
 - 16- Caselli E, Arnoldo L, Rognoni C, et al. Impact of a probiotic-based hospital sanitation on antimicrobial resistance and HAI-associated antimicrobial consumption and costs: a multicenter study. Infect Drug Resist. 2019;12:501-510. Doi: 10.2147/IDR.S194670.
 - 17- Caselli E, D'Accolti M, Soffritti I, et al. An innovative strategy for the effective reduction of MDR pathogens from the nosocomial environment. Adv Exp Med Biol. 2019;1214:79-91. Doi: 10.1007/5584_2019_399.
 - 18- Tarricone R, Rognoni C, Arnoldo L, et al. A probiotic-based sanitation system for the reduction of healthcare associated infections and antimicrobial resistances: a budget impact analysis. Pathogens. 2020;9(6):502. Doi: 10.3390/pathogens9060502.
 - 19- Tagg JR, Dajani AS, Wannamaker LW. Bacteriocins of gram-positive bacteria. Bacteriol Rev. 1976;40(3):722-756.
 - 20- Medeot DB, Fernandez M, Morales GM, et al. Fengycins from *Bacillus amyloliquefaciens* MEP₁₈ exhibit antibacterial activity by producing alterations on the cell surface of the pathogens *Xanthomonas axonopodis* pv. *Vesicatoria* and *Pseudomonas aeruginosa* PA01. Front Microbiol. 2020;10:3107. Doi: 10.3389/fmicb.2019.03107.
 - 21- Rawlinson S, Ciric L, Cloutman-Green E. How to carry out microbiological sampling of healthcare environment surfaces? A review of current evidence. J Hosp Infect. 2019;103(4):363-374. Doi: 10.1016/j.jhin.2019.07.015.
 - 22- Newcomer EP, Fishbein SRS, Zhang K, et al. Genomic surveillance of *Clostridioides difficile* transmission and virulence in a healthcare setting. mBio. 2024;15(3):e0330023. Doi: 10.1128/mbio.03300-23.
 - 23- D'Accolti M, Soffritti I, Bonfante F, et al. Potential of an eco-sustainable probiotic-cleaning formulation in reducing infectivity of enveloped viruses. Viruses. 2021;13(11):2227. Doi: 10.3390/v13112227.
 - 24- D'Accolti M, Soffritti I, Bini F, et al. Shaping the subway microbiome through probiotic-based sanitation during the COVID-19 emergency: a pre-post case-control study. Microbiome. 2023;11(1):64. Doi: 10.1186/s40168-023-01512-2.
 - 25- Kampf G. Biocidal agents used for disinfection can enhance antibiotic resistance in Gram-negative species. Antibiotics. 2018;7(4):110. Doi: 10.3390/antibiotics7040110.

Citation

Davin-Regli A, Sinou V, Maurin C, Hoareau K, Bonhomme A, Dos Santos JP. Utilisation de nettoyants probiotiques de surface à base de *Bacillus* pour la maîtrise du risque infectieux en établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes et en soins de suite et de réadaptation. Hygiènes. 2024;32(6):1-8.

Remerciements : Nous remercions toute l'équipe responsable de l'entretien de l'environnement, ainsi que l'équipe paramédicale des secteurs SSR et Ehpad du centre hospitalier d'Aubagne pour leur investissement et l'intérêt porté à ce travail. Ils ont permis le respect des protocoles d'usage des différents produits en conditions réelles sans qu'aucun biais ne soit relevé pendant toute l'année d'étude.

L'annexe est disponible sur simple demande à redaction@heal-thandco.fr et, pour les abonnés numériques, sur le site internet de la revue (www.hygienes.net).

Historique

Reçu 12 août 2024 – Accepté 22 octobre 2024 – Publié 26 décembre 2024

Financement : Ce travail a bénéficié d'une aide de la fondation Amidex de l'université d'Aix-Marseille, issue des fonds partenariaux.

Liens d'intérêt : Karine Hoareau, Anthony Bonhomme et Jean-Philippe Dos Santos sont affiliés à HTS Bio Laboratories qui commercialise la solution probiotique utilisée pour cette étude.