

Intérêt des microorganismes dans le nettoyage

Table des matières

Introduction.....	1
La concurrence biologique à la place de la désinfection.....	2
La mesure de l'efficacité des solutions de compétition microbienne	4
Influence de souches de <i>Bacillus</i> sur la croissance de <i>Staphylococcus aureus</i>	5
Compétition microbienne et qualité de l'air	6
Des innovations en perspective	8
L'équipe derrière ces recherches	8
Les partenaires	9
Bibliographie.....	10

Introduction

Les produits de nettoyage sont utilisés par quasiment toutes les personnes pour nettoyer leur habitation, leurs animaux ou eux-mêmes.

Les produits de nettoyage sont principalement des formulations liquides ou en poudre. Une visite dans un supermarché local montre que la plupart des produits de nettoyage disponibles sur le marché contiennent des substances chimiques qui ont tendance à être réactives ou corrosives. Celles-ci incluent, par exemple, des solutions d'hypochlorite de sodium (eau de javel), d'hydroxyde de sodium (présent dans de nombreux détergents et produits de nettoyage pour drains) et d'hydroxyde d'ammonium (utilisés dans les nettoyeurs pour surfaces dures).

En raison de leur nature chimique et de leur utilisation récurrente, ces substances sont une source d'inquiétude pour les effets sur la santé humaine et pour l'environnement. Un mélange inapproprié de certains de ces produits génère des gaz toxiques au chlore et à l'ammoniac, entraînant des intoxications aiguës et des maladies, ainsi que des effets plus chroniques [1]. En 2018, une étude de l'université de Bruxelles a montré à quel point ce type de produit pouvait être dangereux pour les personnes qui y sont fréquemment exposées [2]. En effet, le risque de mortalité due à des maladies cardiovasculaires et pulmonaires est considérablement plus élevé chez les personnes qui utilisent fréquemment ce type de produit (Figure 1).

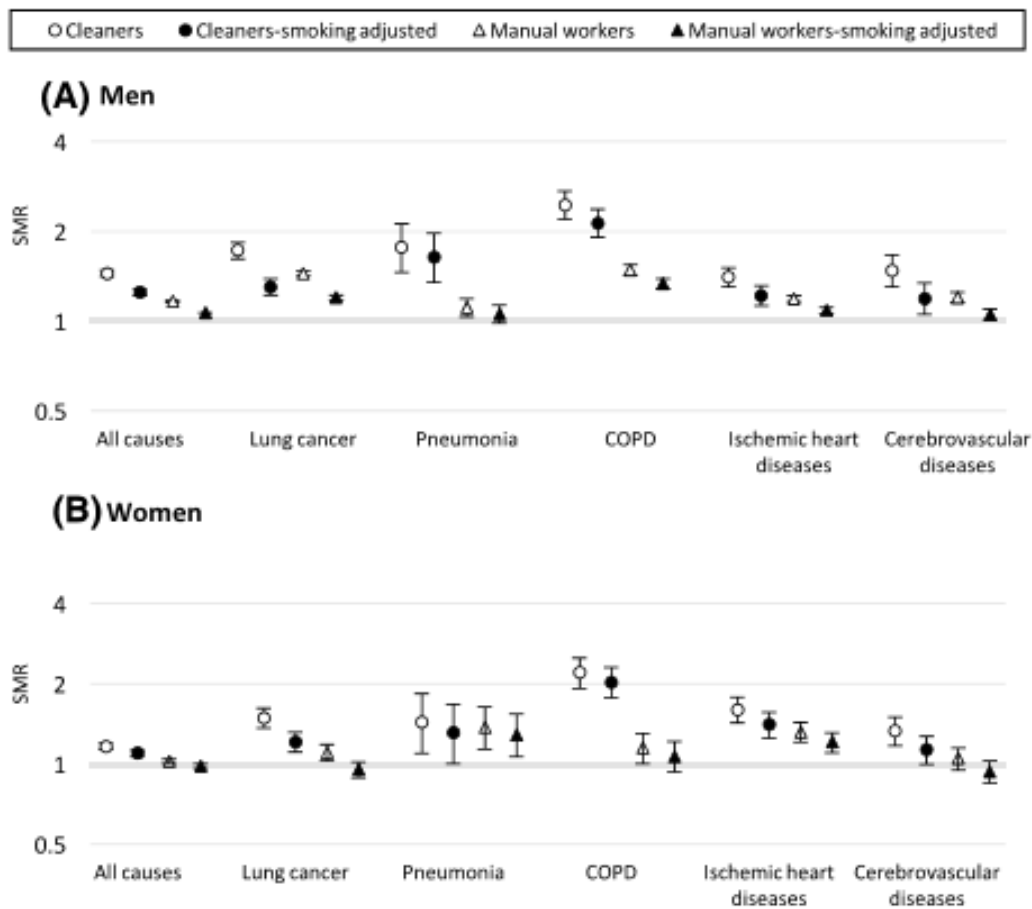


Figure 1: Ratios de mortalité standardisés (SMR) avec intervalles de confiance de 95% pour les nettoyeurs et les travailleurs manuels. Résultats regroupés par sexe. Etude réalisée entre 2001 et 2011

La concurrence biologique à la place de la désinfection

Probiotic Group Luxembourg (PBGL) est une société qui propose des solutions saines de nettoyage, d'hygiène et de soin utilisant des microorganismes pour augmenter l'efficacité des produits.

Contrairement à la technique de désinfection classique, la méthode de nettoyage de PBGL exploite le "principe de concurrence biologique" [3] des microorganismes. Ils colonisent les surfaces sur lesquelles ils sont appliqués, en neutralisant la prolifération des bactéries non-désirées sur la base du principe de la compétition d'exclusion [4]. Différentes espèces (bactéries et/ou champignons) essayant de dominer le même micro-espace écologique ne peuvent pas coexister en équilibre. La compétition pour l'accès aux nutriments va favoriser les bactéries les plus fortes et les moins exigeantes en nutriments [5]. Les bactéries les plus fortes deviennent alors surnuméraires et donc dominantes par rapport aux autres qui subissent l'extinction.

Comparaison des systèmes de nettoyage (classique vs avec des probiotiques).

Pour ces tests, les « bactéries saines » et les bactéries pathogènes ont été échantillonnées sur une petite surface donnée, dans le cas d'un nettoyage classique d'une part et d'un nettoyage avec des produits enrichis en probiotiques d'autre part.

Dans le cas d'une utilisation de solutions de nettoyage classique, la plupart des bactéries qu'elles soient bonnes et mauvaises sont éliminées par désinfection. Le fait est que quelques minutes plus tard, les mauvaises bactéries recolonisent rapidement la surface nettoyée (Figure 2), et ce plus rapidement que les bonnes bactéries.

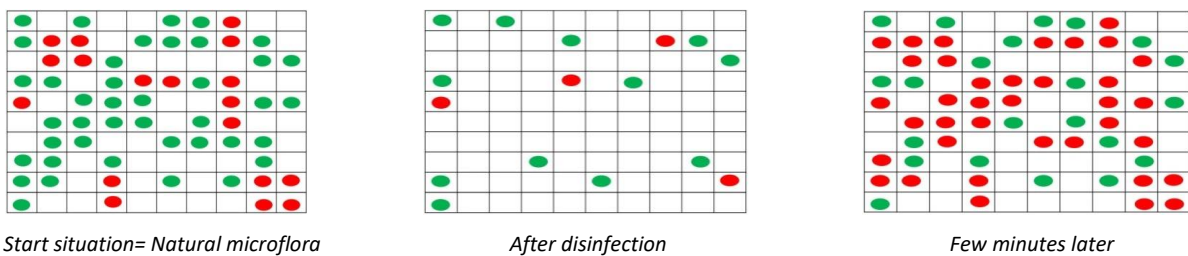


Figure 2: impact de la désinfection sur la colonisation de bactéries pathogènes d'une surface dans le temps. GREEN = good bacteria / RED = bad bacteria

Lors du nettoyage avec des produits probiotiques, les mauvaises bactéries ne sont pas touchées au premier abord. Cependant, les bonnes bactéries (probiotiques) colonisent progressivement les zones inoccupées. Après quelques minutes, le surnuméraire des bactériessaines repousse les mauvaises (Figure 3).

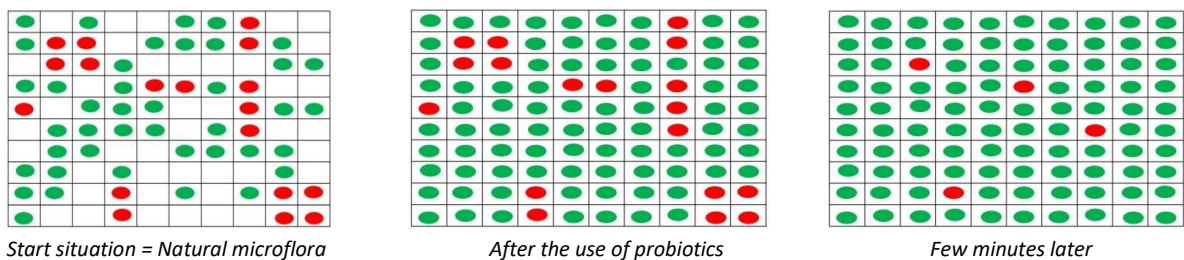


Figure 3: utilisation du principe de concurrence biologique pour éviter la colonisation de bactéries pathogènes GREEN = good bacteria / RED = bad bacteria

Un autre avantage des microorganismes est leur capacité à nettoyer les surfaces. En effet, les saletés qui doivent être nettoyées sont souvent des matières organiques que les probiotiques aiment digérer. Grâce à l'auto production d'enzymes spécifiques [6], ils sont capables de détruire les particules de saletés et d'ensuite les ingérer et les digérer [7]. La saleté est donc éliminée lors du nettoyage, mais également après puisque les probiotiques qui ont colonisé l'espace à nettoyer vont continuer leur travail pendant plusieurs jours (Figure 4).

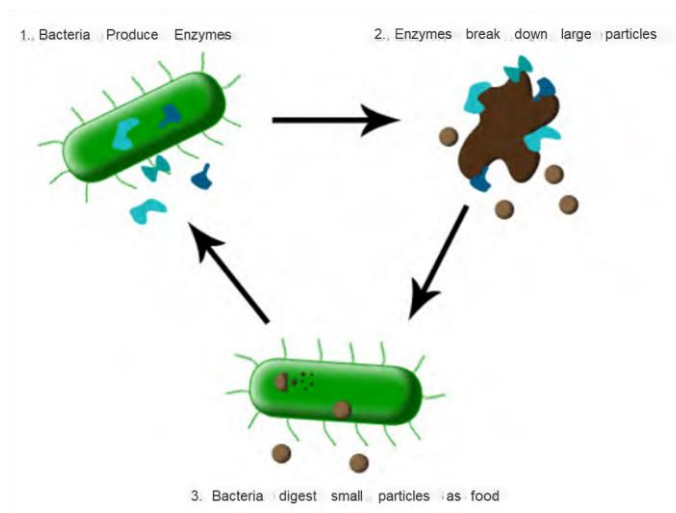


Figure 4: Action des bactéries sur la disparition des particules de molécules organiques (saleté)

Mesure de l'efficacité des solutions de compétition microbienne

Dans la recherche d'approches efficaces, il a récemment été démontré qu'un système de nettoyage éco-durable à base de probiotiques permet de stabiliser le nombre d'agents pathogènes de surface, sans sélection d'espèces résistantes aux antibiotiques [8]. Le but de cette étude était de déterminer si l'application de probiotiques pouvait avoir un impact sur l'incidence des infections nosocomiales. Une étude multicentrique pré-post-intervention a été réalisée pendant 18 mois dans les services de médecine interne de six hôpitaux publics du 1er janvier 2016 au 30 juin 2017. L'intervention consistait à remplacer l'assainissement conventionnel par des produits à base de probiotiques, en maintenant inchangée toute autre procédure influant sur le contrôle des infections nosocomiales.

L'incidence des infections nosocomiales dans la période pré et post-intervention était la principale mesure de résultat (Figure 5). En totalité, 11 842 patients et 24 875 échantillons environnementaux ont été examinés. Le produit de nettoyage à base de probiotiques était associé à une diminution significative de l'incidence cumulative des infections nosocomiales, passant de 4,8% (284 patients sur plus de 5 930 patients au total) à 2,3% (128 patients sur plus de 5 531 patients) (OR = 0,44, IC 95% 0,35-0,54) ($P < 0,0001$).

Parallèlement, l'utilisation des probiotiques était associée à une diminution stable des agents pathogènes de surface, par rapport à l'assainissement conventionnel (diminution moyenne de 83%), accompagné d'une chute simultanée jusqu'à 2 unités logarithmiques des gènes de résistance aux médicaments de microbiote de surface ($P < 0,0001$; $P_c = 0,008$) [9]. Cette étude fournit des résultats qui corroborent l'impact d'une procédure d'assainissement sur l'incidence des infections nosocomiales, montrant que le recours à une intervention environnementale à base de probiotiques peut être associé à une diminution significative du risque de contracter une infection nosocomiale pendant une hospitalisation.

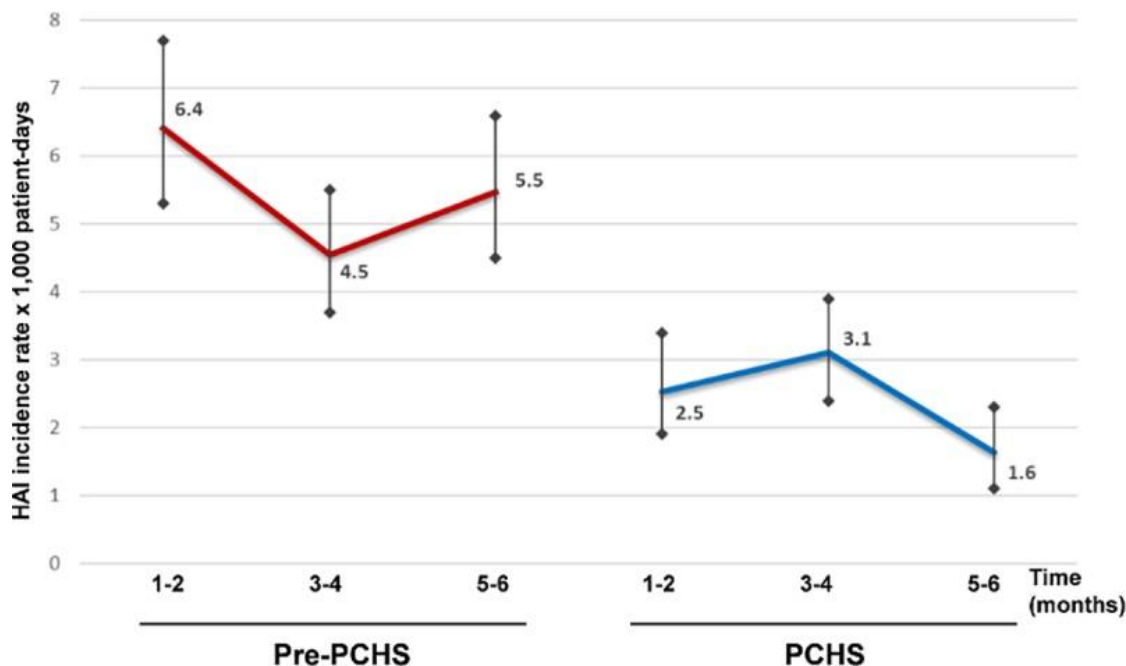


Figure 5: Les résultats sont exprimés en valeur bimensuelle du taux d'incidence pour 1 000 jours-patients, respectivement pour les périodes pré-probiotiques (en rouge) et probiotiques (en bleu). Des intervalles de confiance à 95% sont également rapportés.

Influence de souches de *Bacillus* sur la croissance de *Staphylococcus aureus*

Bien que l'effet des bactéries soit démontré par la littérature, il était essentiel pour Probiotic Group de démontrer l'efficacité de ses probiotiques. Pour cela, nous avons collaboré avec l'équipe du Docteur Henry Michel Cauchie du LIST (Luxembourg Institute of Science and Technology) qui a étudié l'impact du produit LUCAA+ Wound Care pour lutter contre une des bactéries qui cause le plus d'infections dans les hôpitaux : *Staphylococcus aureus* [10, 11]. Des volumes de 100 à 300 µl (correspondant respectivement à 1 et 3 sprays) de LUCAA+ ont été vaporisés sur des boîtes de Petri préalablement recouverte de *S. aureus* (figure 6). L'utilisation de spray permet de mimer au mieux des conditions réelles d'utilisation des produits.

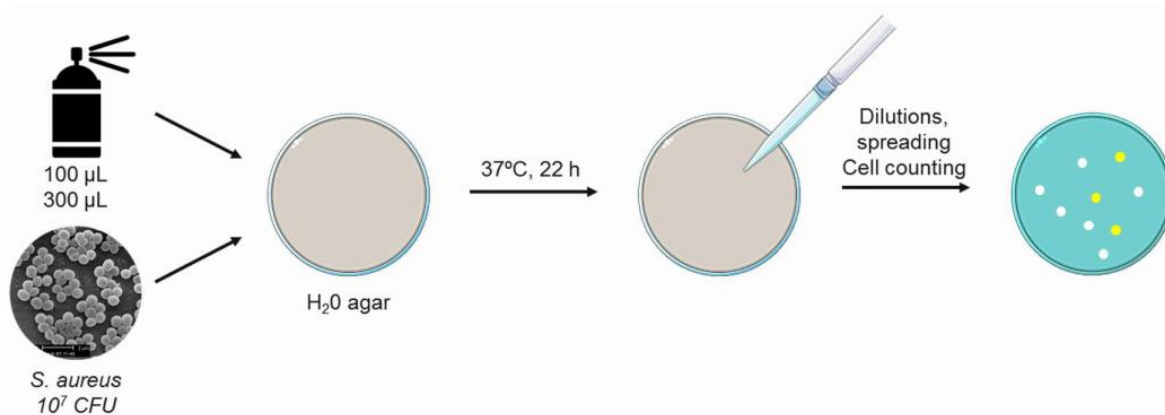


Figure 6: Schéma expérimental des tests réalisés pour déterminer les propriétés inhibitrices des probiotiques

La figure 7 présente les résultats des tests d'inhibition de *S. aureus* par les produits commerciaux LUCAA+ ainsi que les ingrédients LUCAA+ (sans probiotiques). La ligne horizontale pointillée représente la concentration initiale de *S. aureus* présentes au début de l'expérience. La ligne rouge représente la limite de détection (LOD) en-dessous de laquelle on ne peut pas dénombrer *S. aureus*.

Le produit commercial LUCAA+ produit une chute très importante de *S. aureus* (>3 unités log CFU/ml). L'observation du faible effet des ingrédients seuls du LUCAA+ indique par ailleurs que l'effet inhibiteur du LUCAA+ n'est pas dû aux ingrédients, mais bien aux probiotiques.

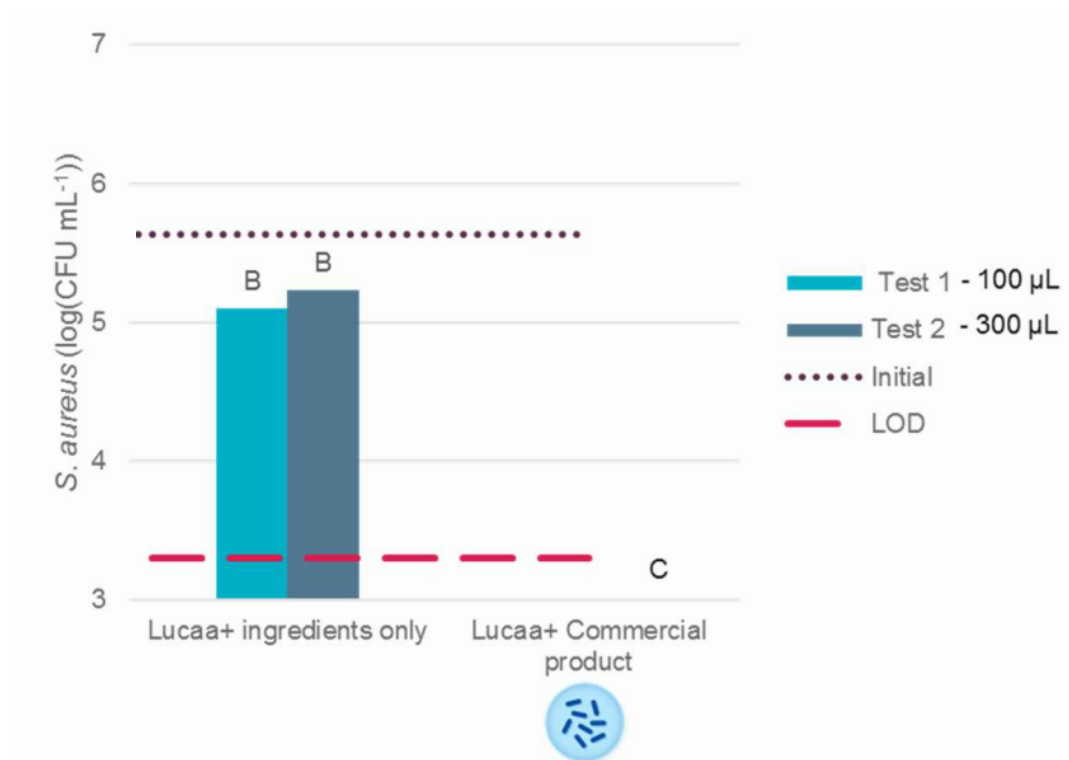


Figure 7: – Variations de la densité en *S. aureus* exposés aux produits commerciaux et aux ingrédients LUCAA+ (sans le cocktail bactérien). Les couleurs des histogrammes indiquent s'il y a eu 1 ou 3 sprays sur la boîte de Petri.

Compétition microbienne et qualité de l'air

La sécurité des produits Probiotic Group est tout aussi importante que leur efficacité. En effet, de nombreux produits arrivent à supprimer des bactéries pathogènes. Malheureusement ils ne sont pas forcément sans danger pour l'homme et l'environnement [12, 13].

Il était donc essentiel de vérifier l'impact des produits sur la qualité de l'air. Le produit Allergy Free de PBGL a été vaporisé avec un spray dans une enceinte équivalente au volume d'une toilette (2,5m³). L'air de cette enceinte a alors été analysé et la concentration de 20 polluants connus a été quantifiée. Le produit a été injecté dans l'enceinte grâce à un spray pour, de nouveau, se rapprocher au maximum des conditions réelles.

L'application se fait sur base de la norme NF EN ISO 16000-11 (adaptée aux produits d'entretien) : dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits – Echantillonnage, conservation des échantillons et préparation d'échantillons pour essais (AFNOR, 2006).

Le conditionnement se fait selon la norme NF EN ISO 16000-9: dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits – Méthode de la chambre d'essai d'émission (AFNOR, 2006). Les prélèvements et les analyses sont réalisés selon les normes:

- NF ISO 16000-3: dosage du formaldéhyde et d'autres composés carbonyles – Méthode par échantillonnage actif (AFNOR, 2011).
- NF ISO 16000-6 : dosage des composés organiques volatils dans l'air intérieur des locaux et chambres d'essai par échantillonnage actif sur l'adsorbant Tenax TA, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse utilisant MS ou MS-FID (AFNOR, 2012)

Les résultats sont extrêmement encourageants puisqu'après l'application de l'Allergy Free, les concentrations résiduelles des 20 substances toxiques sont extrêmement faibles : en moyenne, 200 fois sous les normes européennes les plus strictes. En effet, pour chaque substance, la figure 8 présente la concentration de chaque composé mesuré exprimé en % par rapport à la limite de la catégorie la plus faible. Le 100% représente donc le seuil au-delà duquel les limites de la catégorie A+ sont dépassées. Ces résultats montrent que les concentrations détectées en chaque substance est largement inférieur à ce seuil de 100%, propre à chaque substance. Nos produits se classent donc dans la catégorie A+ en ce qui concerne la qualité de l'air.

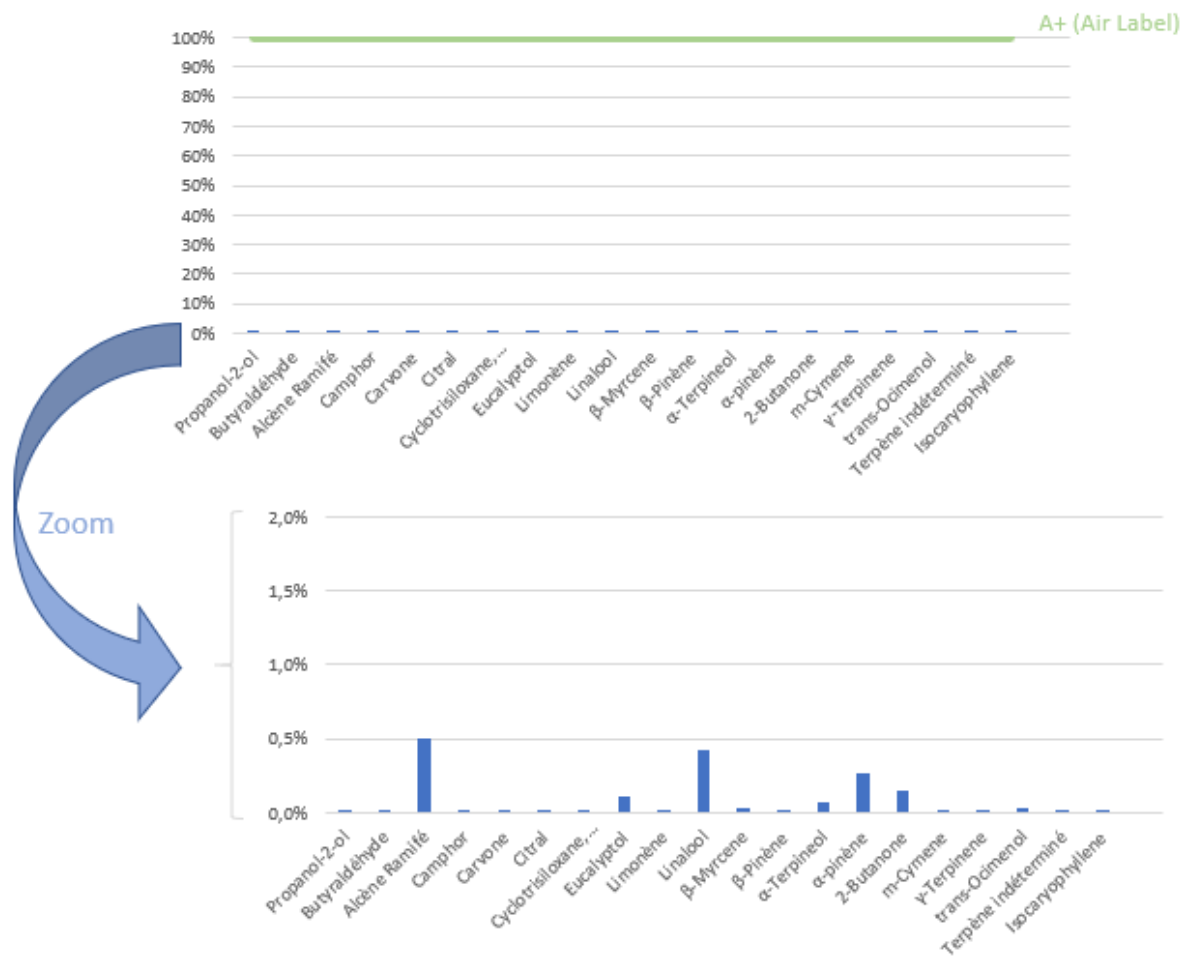


Figure 8: Concentration résiduelles de 20 substances toxiques après l'utilisation de l'Allergy Free par rapport à leurs limites A+ (ligne verte). Un zoom sur les deux premiers pourcents du premier graphe est fourni afin de visualiser les résultats finaux.

Des innovations en perspective

Probiotic Group a récemment démarré un projet de recherche avec le LIST et le LCSB, deux laboratoires à la pointe de la technologie au Luxembourg. Ce projet de recherche a pour but de découvrir de nouvelles souches de bactéries encore plus efficaces et de les caractériser. Ce projet durera au moins 3 ans et est cofinancé par l'état luxembourgeois.

L'équipe derrière ces recherches



Henry Michel Cauchie

PhD in Science



Louise Hock

Researcher in Microbiology



Masset Julien

PhD in Microbiology



Marie Bertucci

PhD in Applied Microbiology



Paul Wilmes

Associate Professor of Systems Ecology at the Luxembourg Centre for Systems Biomedicine (LCSB) of the University of Luxembourg,

Les partenaires

Afin d'étudier les produits, Probiotic Group travaille avec plusieurs laboratoires renommés. Le LIST (Luxembourg Institute of Science and Technology), les Laboratoires Réunis, l'Université du Luxembourg (Luxembourg Centre for Systems Biomedicine, LCSB) ainsi qu'Air Intérieur Contrôlé ont contribué aux résultats de ce rapport.

LUXEMBOURG
INSTITUTE OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY



probiotic
Group



Bibliographie

1. Nazaroff, W.W. and C.J. Weschler, *Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants*. Atmospheric Environment, 2004. **38**(18): p. 2841-2865.
2. Van den Borre, L. and P. Deboosere, *Health risks in the cleaning industry: a Belgian census-linked mortality study (1991-2011)*. Int Arch Occup Environ Health, 2018. **91**(1): p. 13-21.
3. Hibbing, M.E., et al., *Bacterial competition: surviving and thriving in the microbial jungle*. Nature reviews. Microbiology, 2010. **8**(1): p. 15-25.
4. Bauer, M.A., et al., *Microbial wars: Competition in ecological niches and within the microbiome*. Microbial cell (Graz, Austria), 2018. **5**(5): p. 215-219.
5. Ackermann, M., *A functional perspective on phenotypic heterogeneity in microorganisms*. Nature Reviews Microbiology, 2015. **13**: p. 497.
6. Diggle, S.P., et al., *Cooperation and conflict in quorum-sensing bacterial populations*. Nature, 2007. **450**(7168): p. 411-414.
7. Santisi, S., et al., *Biodegradation of crude oil by individual bacterial strains and a mixed bacterial consortium*. Brazilian journal of microbiology : [publication of the Brazilian Society for Microbiology], 2015. **46**(2): p. 377-387.
8. Caselli, E., et al., *Reducing healthcare-associated infections incidence by a probiotic-based sanitation system: A multicentre, prospective, intervention study*. PloS one, 2018. **13**(7): p. e0199616-e0199616.
9. Caselli, E., et al., *Impact of a Probiotic-Based Cleaning Intervention on the Microbiota Ecosystem of the Hospital Surfaces: Focus on the Resistome Remodulation*. PloS one, 2016. **11**(2): p. e0148857-e0148857.
10. Seringe, E., *[Epidemiology and prevention of health care associated infections]*. Rev Prat, 2017. **67**(2): p. 206-210.
11. Price, J.R., et al., *Transmission of Staphylococcus aureus between health-care workers, the environment, and patients in an intensive care unit: a longitudinal cohort study based on whole-genome sequencing*. The Lancet. Infectious diseases, 2017. **17**(2): p. 207-214.
12. Casey, M.L., et al., *Health problems and disinfectant product exposure among staff at a large multispecialty hospital*. American journal of infection control, 2017. **45**(10): p. 1133-1138.
13. Hawley, B., et al., *Respiratory Symptoms in Hospital Cleaning Staff Exposed to a Product Containing Hydrogen Peroxide, Peracetic Acid, and Acetic Acid*. Ann Work Expo Health, 2017. **62**(1): p. 28-40.