

Association des Responsables Bionettoyage en Santé



JOURNÉES D'ÉTUDES 2026 - TOULOUSE

Introduction aux probiotiques

Dr Philippe Carencio

Médecin hygiéniste

Praticien hospitalier honoraire CHU Nice / CPIAS PACA

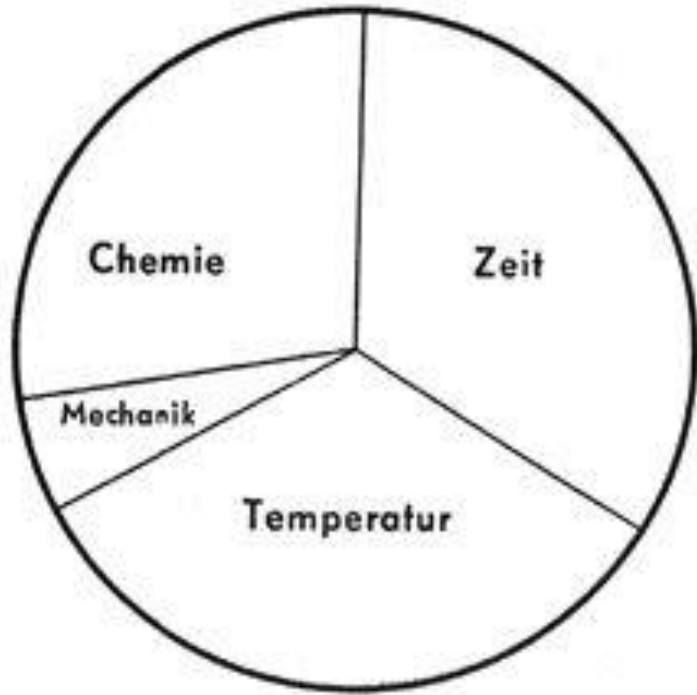


L'auteur n'a aucun lien d'intérêt à déclarer

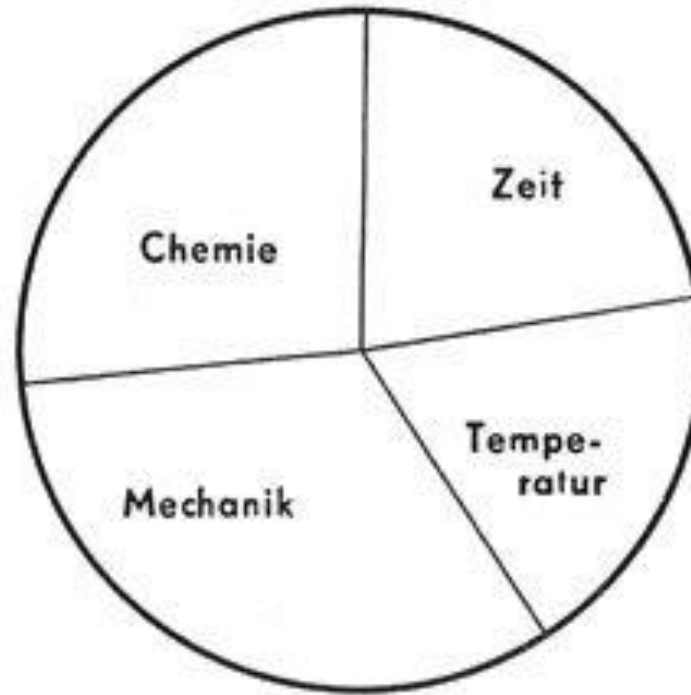
Le Cercle de Sinner pour privilégier ses choix de méthode de nettoyage

Abb. 1

Lavage du linge



En lessiveuse



Machine à tambour électrique

Nettoyage = 4 composantes

- **Action mécanique**
- **Action chimique**
- **Action thermique**
- **Durée**

Herbert Sinner (1900-1988) a décrit les quatre composantes d'une action de nettoyage (action mécanique, action chimique, action thermique, durée) sous la forme d'un cercle où chacune des composantes occupe une part variable.

Pour un même résultat, la diminution d'une composante doit être compensée par l'augmentation d'une ou plusieurs autres.

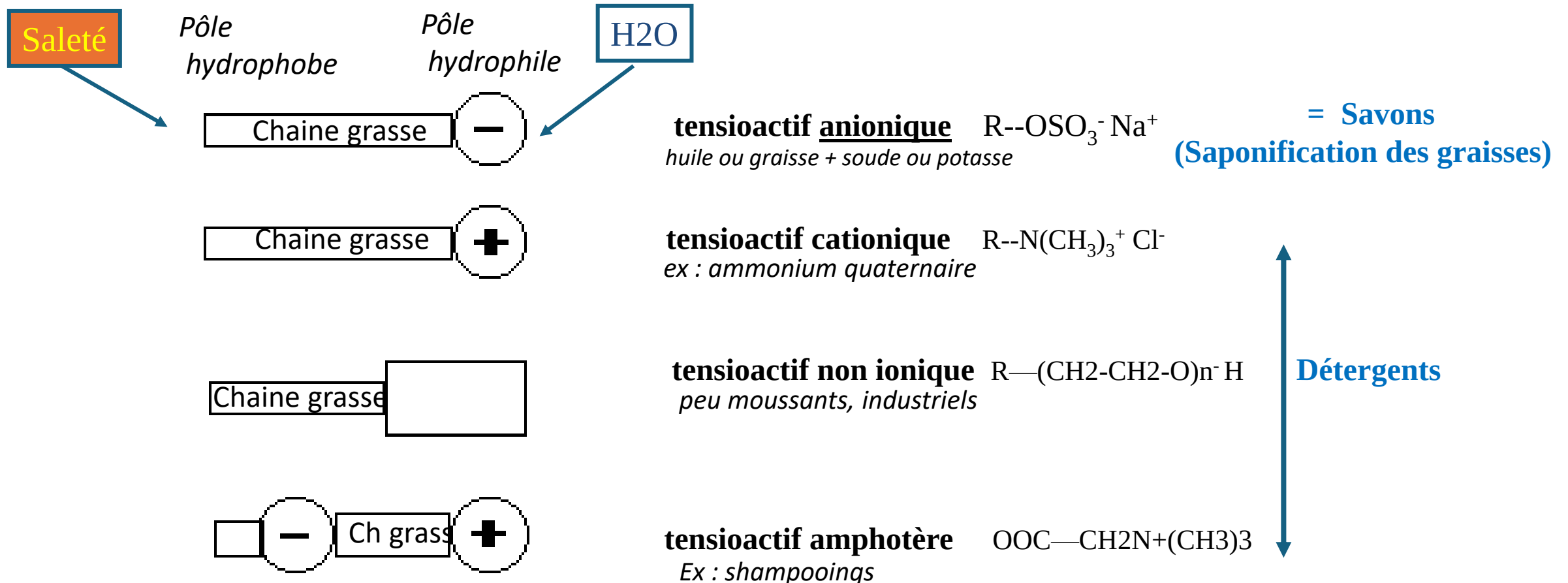
Ainsi, la réduction de la chimie doit être compensée par une augmentation de la part de l'action mécanique, ou celle du temps, ou celle de la chaleur, ou d'une combinaison de ces trois autres paramètres

Présentation originale dans l'ouvrage d'Herbert Sinner de 1959

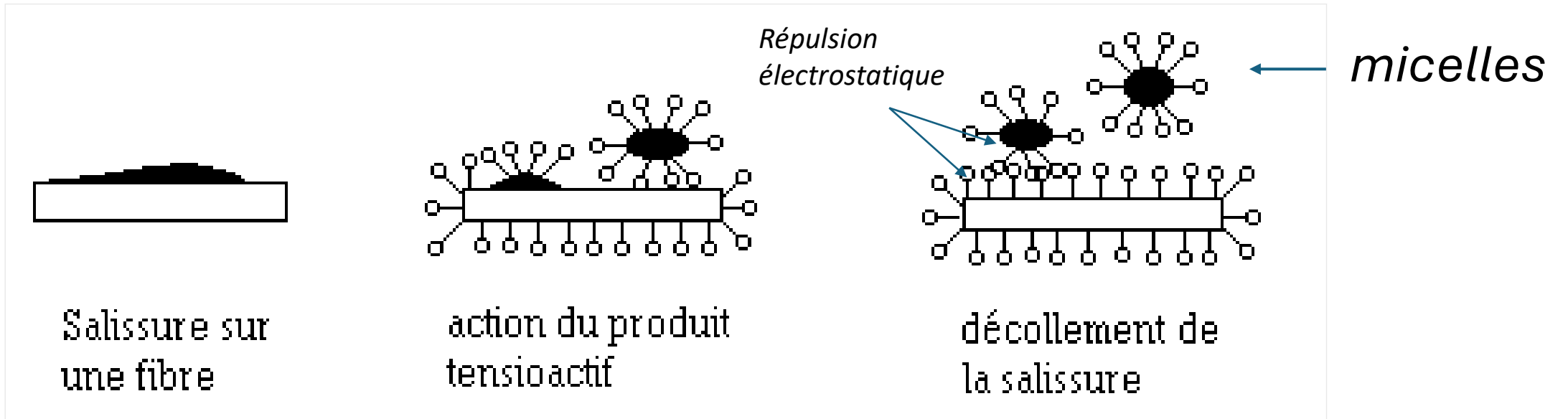
Sinner H. Über das Waschen mit Haushaltswaschmaschinen. Haus Heim-Verlag. 1959

Détergents, savons = tensioactifs

diminuent la tension superficielle de l'eau



Mode d'action d'un détergent



← *micelles*

Origine et impact des détergents

1. Détergents « classique »

- >95% du marché, 3 fabricants mondiaux (Procter & Gamble, Unilever, Ecolab)
- Le plus souvent issus de la **pétrochimie**
- Caractérisés par leur « concentration micellaire critique » à partir de laquelle se forment les micelles
- Difficilement biodégradés à cause de leur longue chaîne grasse

2. Détergents Biosourcés

- D'origine végétale (en France, production dans les Vosges ou dans les Landes)
- D'origine bactérienne = **probiotiques** ou MBP en anglais = **Microbial Based Product**
- Biodégradables complètement

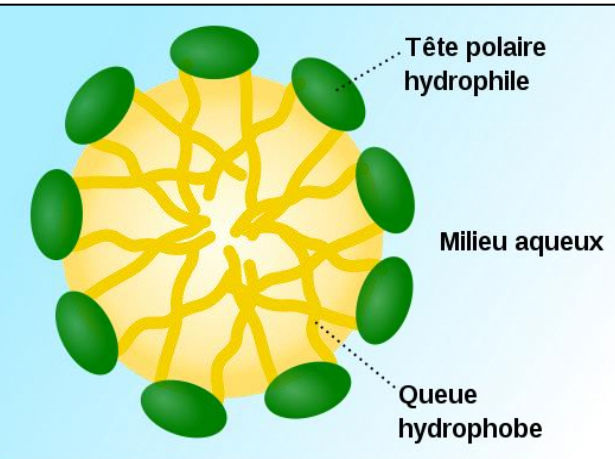
Lien structure-fonction

Pole hydrophile volumineux = micellisation à faible concentration

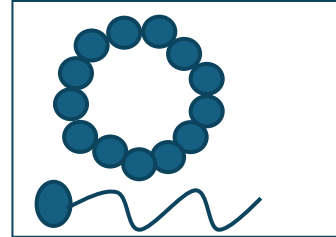
Longue chaîne hydrocarbonée = biodégradation lente

Les **micelles** enferment et emportent la saleté

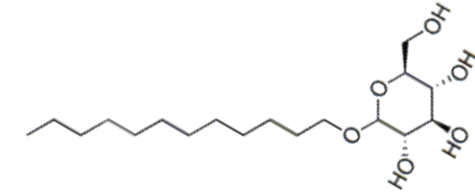
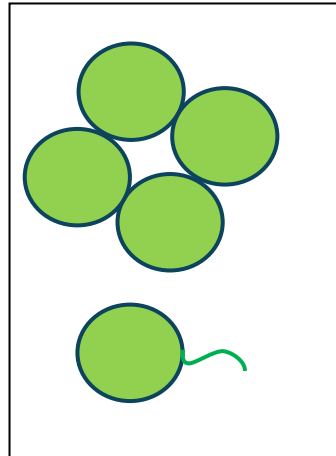
Elle se forment dans l'eau à partir d'une concentration appelée Concentration Micellaire Critique



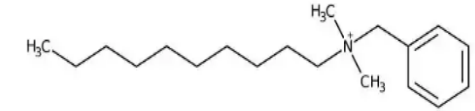
Les détergents issus de la **chimie du pétrole** forment des micelles nécessitant de nombreuses molécules car leur pôle hydrophile est petit



Les détergents **biosourcés** forment des micelles nécessitant moins de molécules car leur pole hydrophile est grand : ils forment leurs micelles à concentration plus faible, et leur biodégradabilité est meilleure du fait de la faible longueur de la chaine carbonée

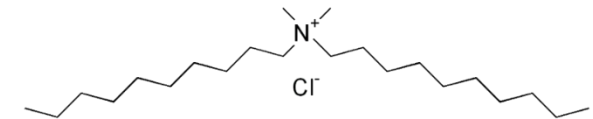


laurylglucoside



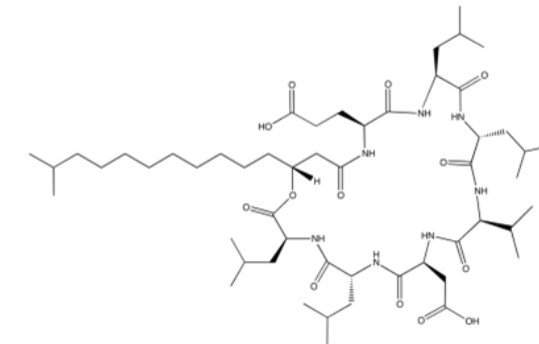
ADBAC (QAC)

Chlorure de benzalkonium



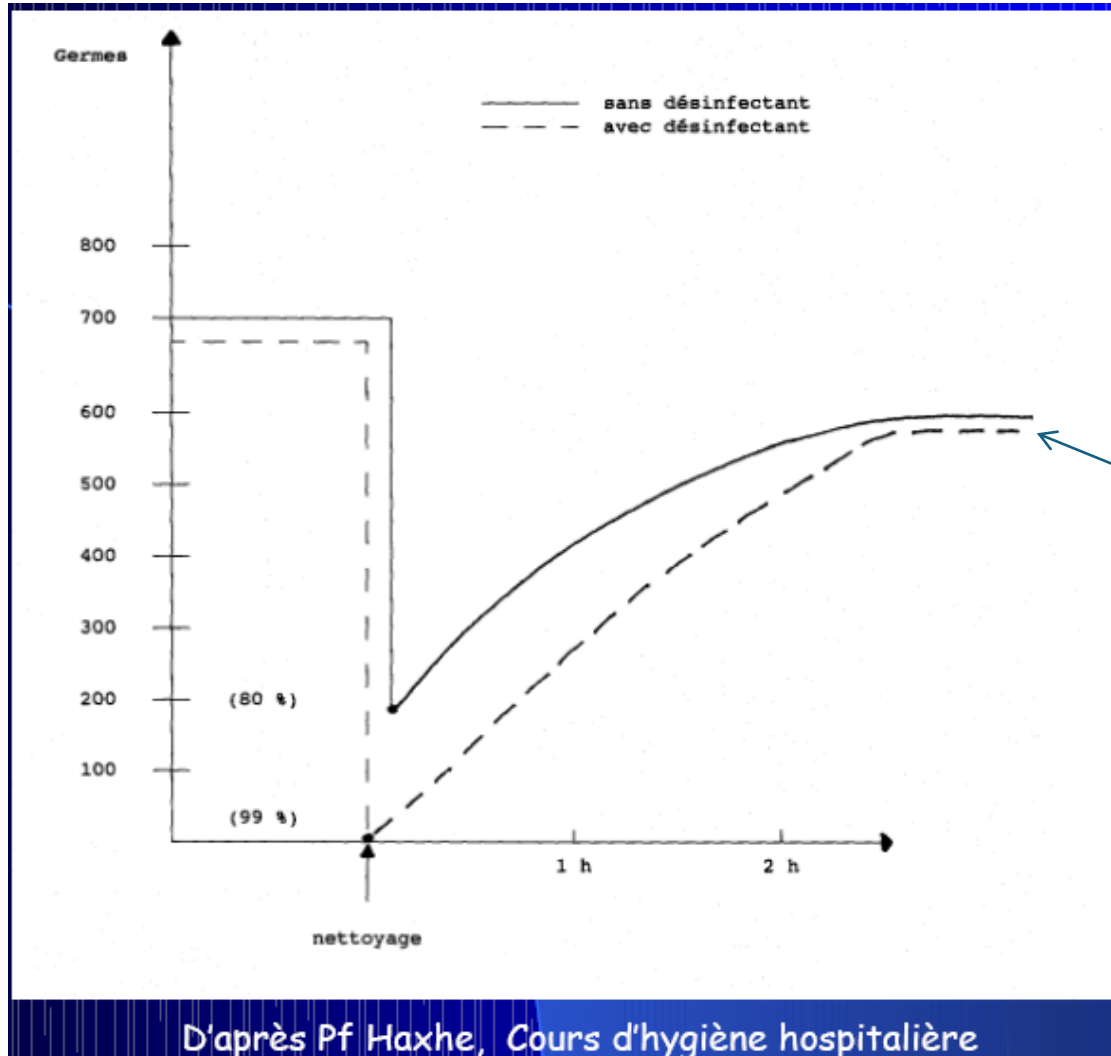
DDAC (QAC)

Chlorure de didecyl dimethyl ammonium



surfactine

Les désinfectants n'ont pas d'utilité durable dans la désinfection des surfaces



Courbes de recolonisation bactérienne d'un sol après entretien :

— sans désinfectant

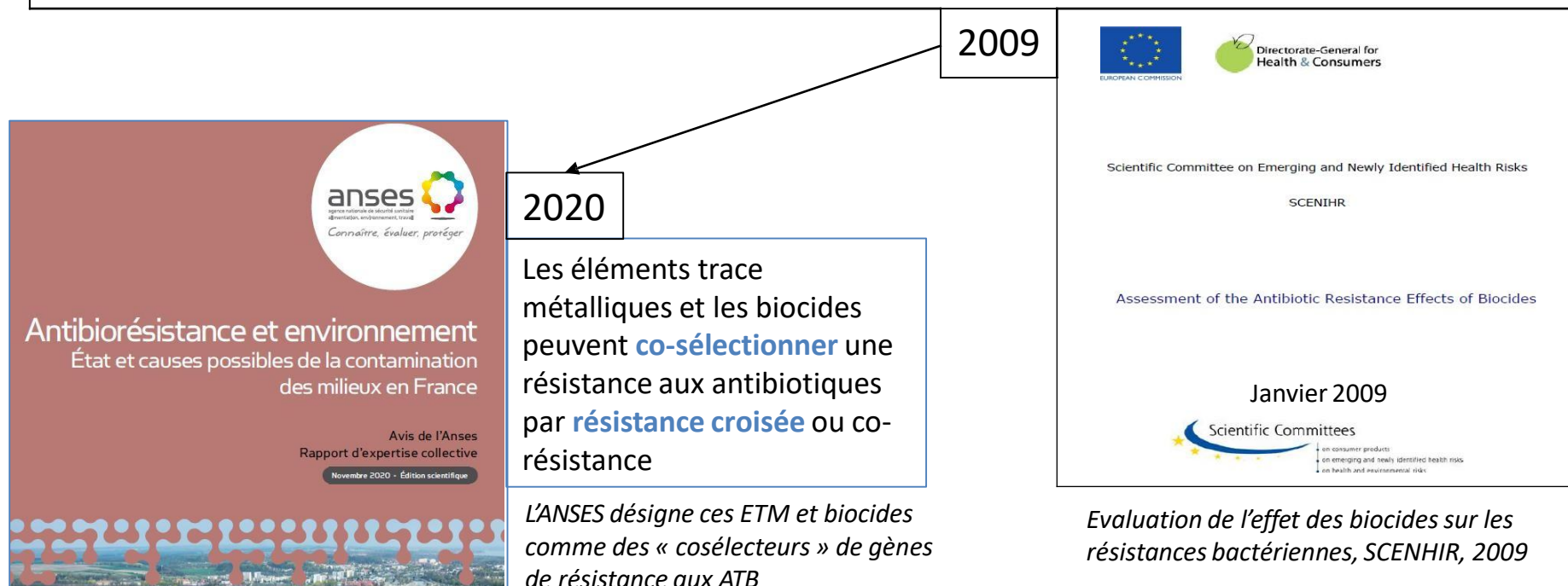
---- avec désinfectant

Niveau de colonisation identique après 2h30

→ La désinfection est une opération au **résultat momentané** qui consiste à **tuer ou éliminer** les microorganismes présents (AFNOR)

Lien désinfectants - antibiorésistance

Il existe des **preuves convaincantes que des mécanismes communs** qui confèrent la résistance à la fois aux biocides et aux antibiotiques sont présents chez les bactéries et que **ces bactéries peuvent acquérir des résistances** grace à l'intégration d'éléments génétiques mobiles. Ces éléments portent des gènes indépendants qui confèrent des résistances spécifiques **aux biocides et aux antibiotiques**

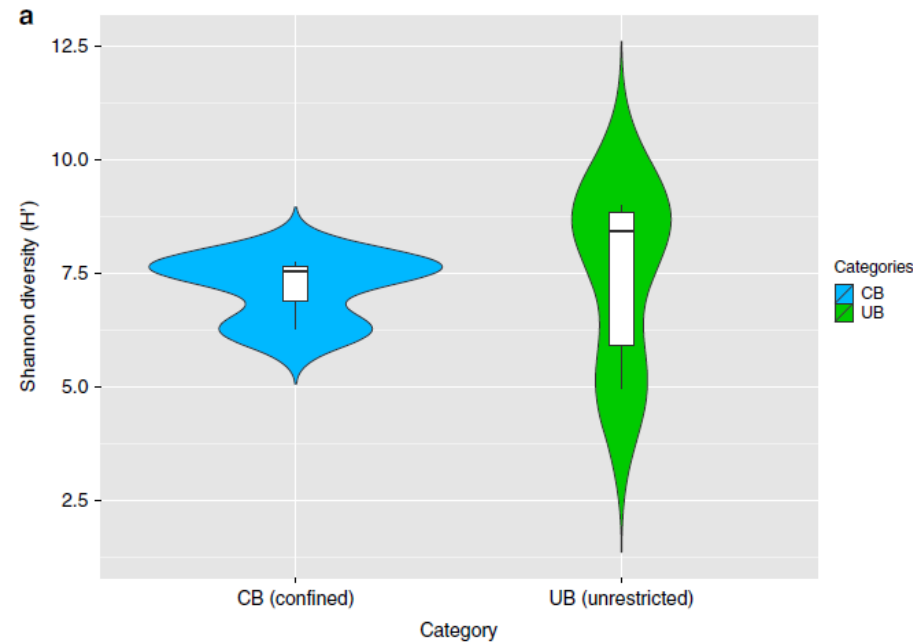


La désinfection régulière des locaux multiplie la résistance aux biocides et antibiotiques

Diversité des gènes d'antibiorésistance dans les environnements bâtis (Mahnert et al., 2019)

La désinfection systématique induit une réduction de diversité de 50 % associée à une hausse de résistance de 20 %

La diversité microbienne agirait comme une barrière écologique contre l'implantation de résistances.



Points clés

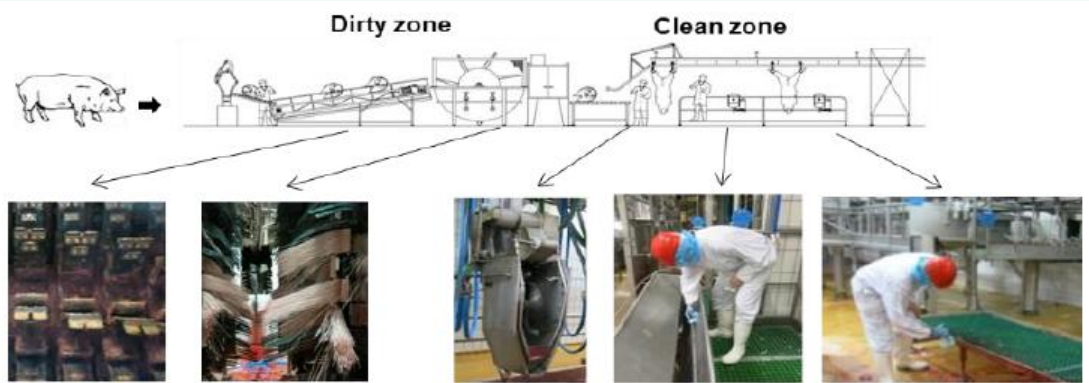
- diversité taxonomique significativement plus faible dans les environnements confinés/nettoyés (CB, 7,2 H') que dans les environnements non restreints (UB, 8,8 H'), niveau le plus bas en Unité de Soins Intensifs.
- environnements non restreints (UB) dominés par des bactéries à Gram positif (Actinobacteria, Firmicutes) associées à l'environnement extérieur.
- Locaux confinés désinfectés dominés par des bactéries à Gram négatif (Proteobacteria) d'origine humaine et pathogènes opportunistes (Acinetobacter, Pseudomonas, Stenotrophomonas).

Diversité des communautés bactériennes plus faible dans les environnements confinés/désinfectés

Conclusion

- favoriser une désinfection raisonnée, réservée aux zones à haut risque (blocs opératoires, salles blanches)
- adopter des stratégies de restauration de la biodiversité microbienne ailleurs (ventilation, plantes, biocontrôle).

Un exemple d'étude en abattoir porcin

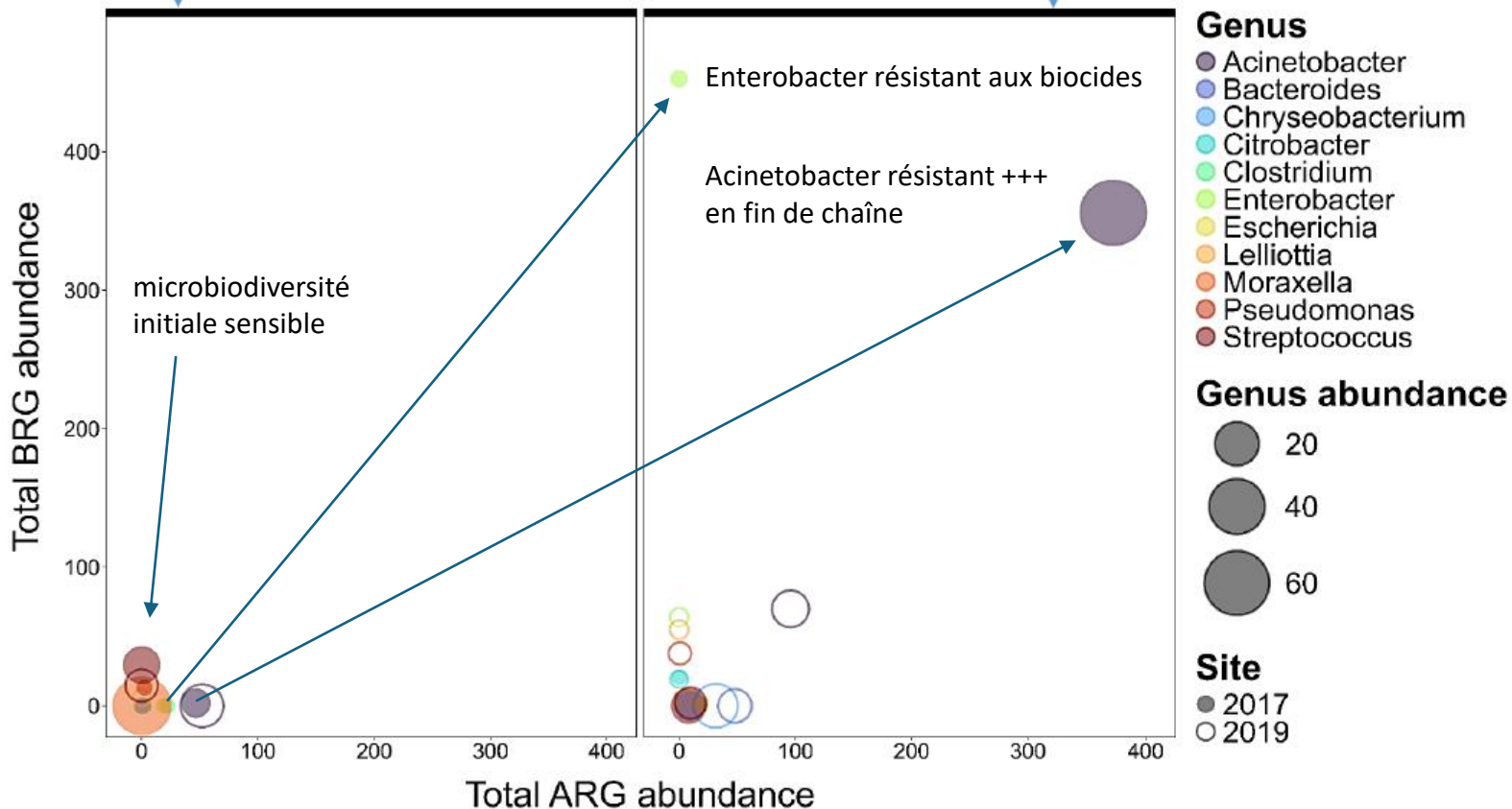


Campagnes de prélèvements en 2017 et en 2019



METAGENOMICS

La désinfection favorise les BHR



Enrichissement de populations bactériennes avec une plus grande abondance de gènes de résistance en fin de chaîne (BRG et ARG)
→ *Acinetobacter*

BRG : gènes de résistance aux biocides
ARG : gènes de résistances aux antibiotiques

Vocabulaire des bioproduits

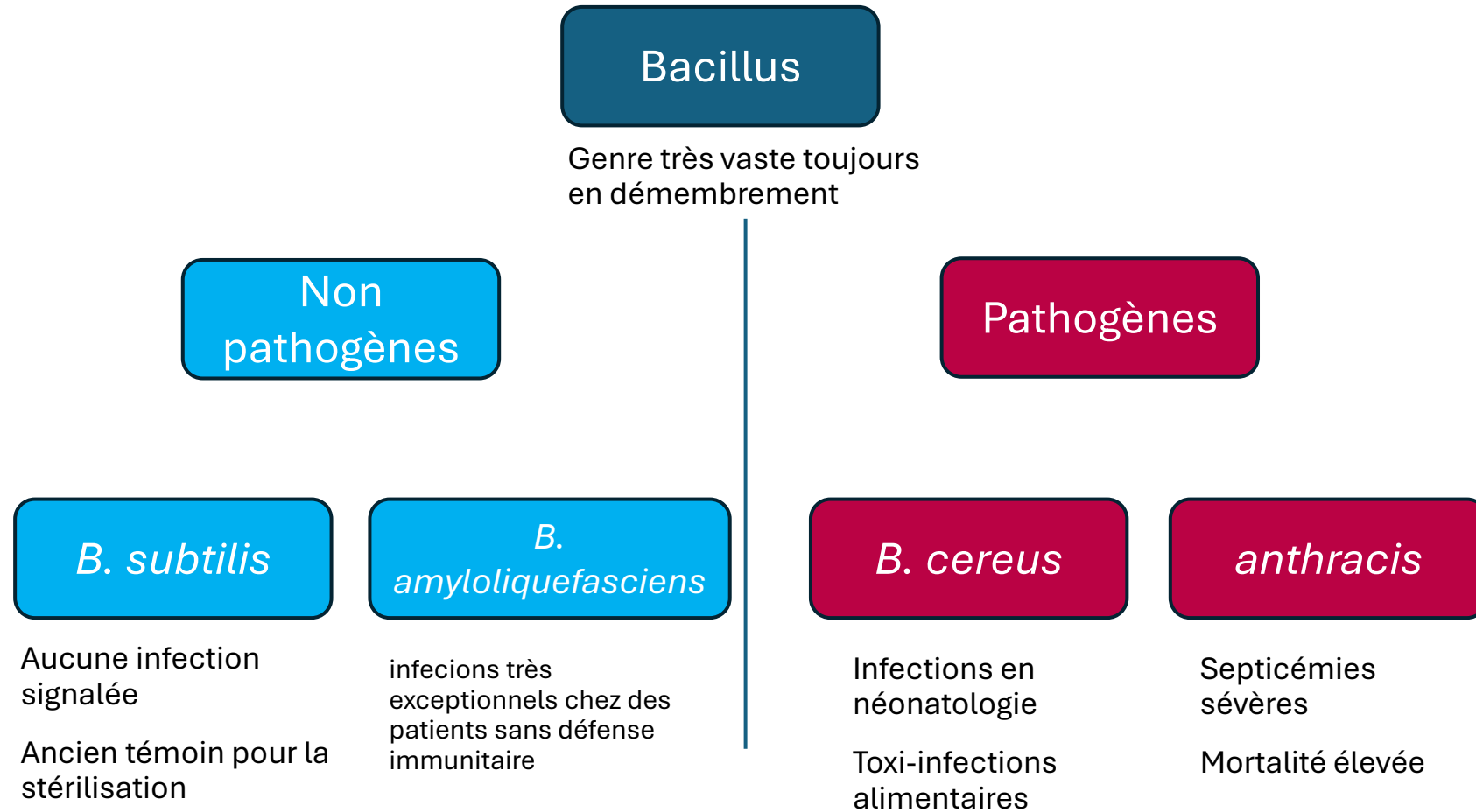
- **Biotechnologie** : Technique qui met en œuvre des organismes vivants pour l'industrie (notamment agroalimentaire). → biotech (source Le Robert, dico en ligne).
- **Biosourcé** : produit ou d'un matériau entièrement ou partiellement fabriqué à partir de matières d'origine biologique (source : site France Terme, ministère de la culture). exemples : huile de palme (végétal). Probiotique (bactérien).
- **Probiotique** :
 - Terme issu des domaines agroalimentaire puis pharmaceutique : Qui contient des micro-organismes vivants (bactéries, levures...) exerçant un effet bénéfique sur l'organisme qui les ingère.
 - Repris dans le domaine des **détergents : solution de nettoyage intégrant des bactéries sporulées (généralement du genre *Bacillus*) destinées à nettoyer les surfaces tout en y instaurant un écosystème microbiologique sain, stable et maîtrisé.**
 - En anglais, le terme probiotic est utilisable mais on aussi le terme MBP pour **Microbial Based Product**

Composition des produits de nettoyage probiotiques

Catégorie de composants	Exemples / Composants typiques	Rôle dans le produit
Bacilles probiotiques	Bacillus subtilis, B. licheniformis, B. pumilus, B. megaterium, B. amyloliquefaciens	Agents biologiques actifs : occupation de surface, exclusion compétitive, produisent detergent et enzymes
Enzymes microbiennes	Protéases, lipases, amylases, cellulases, glycosidases, estérases, xylanases	Dégradation enzymatique : protéines, graisses, amidons, cellulose ...
Surfactants biodégradables	Caprylyl/décyl glucoside, surfactants végétaux	Nettoyage initial : suspension et émulsification des graisses et salissures
Prébiotiques	Inuline, fructo-oligosaccharides (FOS)	Nutrition sélective des bacilles : croissance et activation des spores
Hydrotropes/Builders	Sodium polyitaconate, sodium xylene sulfonate, polysorbate 40	Stabilisation et amélioration de la solubilité ; tension superficielle
Diluant	Eau déminéralisée, propylène glycol	Véhicule ; préservation de la viabilité des spores
Conservateurs	Conservateurs compatibles (biocide faible concentration)	Stabilisation du produit ; inhibition de germination avant utilisation

Source: composantes typiques des produits commercialisés (HeiQ Synbio, Bionetix, CLR PRO, Chemzyme Plus) - recherche 2024

Focus sur les Bacillus, bactéries des sols naturels

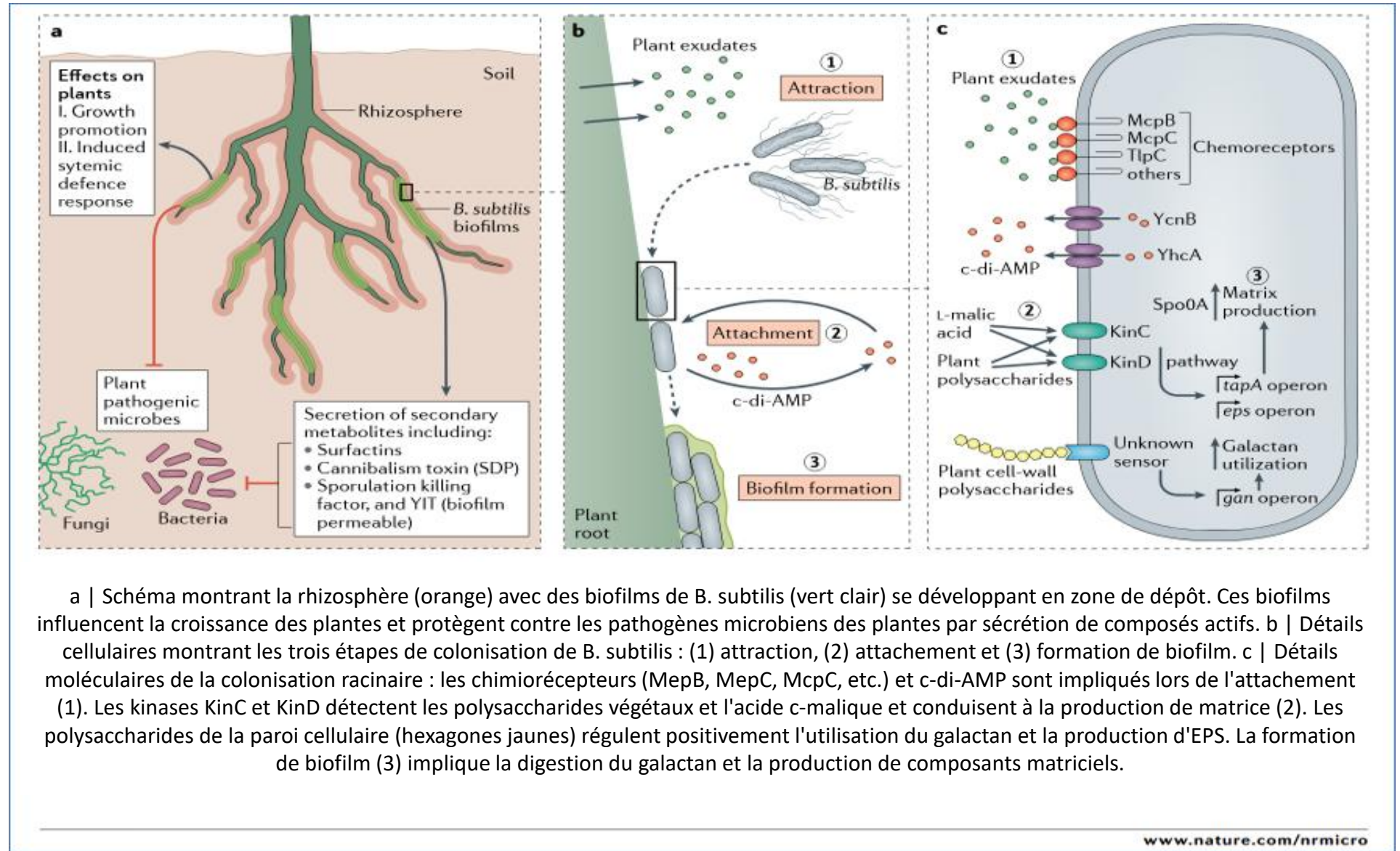


Bacillus subtilis et son biofilm dans la nature : protection et nutrition des plantes

Bacillus subtilis dans la rhizosphère

Association fungi-bactéries autour des racines

Favorise la croissance
Lutte contre les pathogènes



Surfactine de *Bacillus subtilis* — Lipopeptide — Fonctions chimiques et propriétés biologiques

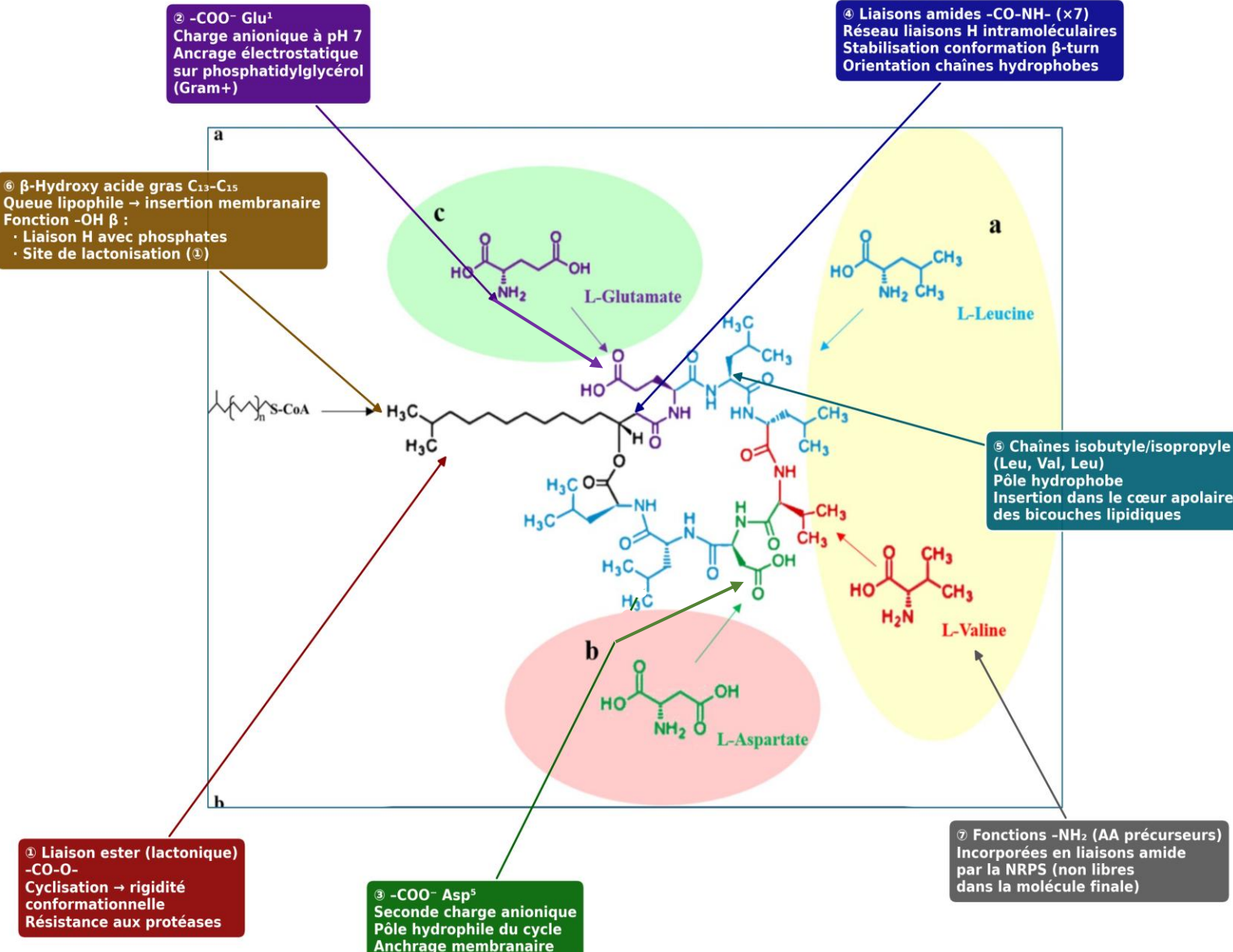
Surfactine (*Bacillus subtilis*) - Fonctions chimiques et rôles biologiques

Légende des fonctions

- ① **Liaison ester lactonique**
Cyclisation / résistance aux protéases
- ② **-COO⁻ Glu¹**
Charge anionique → ancrage sur membranes Gram+
- ③ **-COO⁻ Asp⁵**
2^e charge anionique, pôle hydrophile du cycle
- ④ **Liaisons amides ×7**
Liaisons H → conformation β -turn active
- ⑤ **Chaînes isobutyle/isopropyle (Leu, Val, Leu)**
Pôle hydrophobe
Insertion dans le cœur apolaire des bicouches lipidiques
- ⑥ **β -OH acide gras C₁₃-C₁₅**
Ancrage lipophile + liaison H + site lactonisation
- ⑦ **-NH₂ précurseurs AA**
Incorporés en amides NRPS (non libres in fine)

Charge nette de la molécule

À pH physiologique (7,4), la surfactine porte une charge nette anionique, portée par les deux carboxylates libres (Glu¹ et Asp⁵, pKa $\approx$ 3,5–4,5). Aucune amine libre n'est présente dans la molécule finale : les -NH₂ précurseurs sont tous engagés en liaisons amide par la NRPS. Cette charge négative nette confère à la surfactine sa sélectivité pour les membranes bactériennes anioniques (PG, cardiolipine) par opposition aux membranes eucaryotes zwitterioniques (PC, SM).



Classification microbiologique des Bacillus dans les probiotiques

Réglementation européenne appliquée au nettoyage hospitalier probiotique

- Statut réglementaire : Groupe de Risque 1 (RG1)
- Directive 2000/54/CE (protection des travailleurs)
- Agents non-pathogènes pour l'homme sain
- Absent de l'Annexe III de la directive sur la classification des pathogènes
- Différenciation claire du groupe B. cereus (RG1-2)
- Implications : **absence de restrictions d'utilisation basées sur la biosécurité**

Annexe III de la Directive 2000/54/CE— Groupes de risque des agents biologiques

Groupe de Risque	Définition	Exemple / Caractéristiques
RG1	Agents qui ne risquent pas de provoquer une maladie chez l'homme	Agents non-pathogènes ; pas de menace pour la santé
RG2	Agents causant une maladie modérée ; propagation communautaire improbable ; traitement efficace disponible	Virus du rhume ; Salmonella spp. ; prophylaxie possible
RG3	Agents causant une maladie sévère ; risque de propagation communautaire ; prophylaxie/traitement disponible	Mycobacterium tuberculosis ; virus de l'hépatite C
RG4	Agents causant une maladie grave ; propagation communautaire probable ; aucun traitement efficace	Virus Ebola ; virus de la fièvre de Marburg

Espèces et classification de risque

Espèce	Groupe de Risque (RG)	Statut	Usage hospitalier
B. subtilis	RG1	Non-pathogène	Autorisé
B. licheniformis	RG1	Cas exceptionnels immunocompromis	Autorisé
B. pumilus	RG1	Non-pathogène	Autorisé
B. megaterium	RG1	Non-pathogène	Autorisé
B. amyloliquefaciens	RG1 / RG2*	Majorité RG1, une souche RG2	Autorisé (RG1)

* B. amyloliquefaciens : souche RTI477 classée RG2 (évaluation EFSA). Les souches RG1 sont privilégiées en utilisation clinique.

Nota : En Amérique du Nord, le groupe de risque 1 est désigné par l’acronyme GRAS (Generally Recognised As Safe)

Rôle des bactéries probiotiques

- **Bactéries**

- Genre Bacillus non pathogènes et apparentés (origine tellurique)
- Plusieurs espèces associées (consortiums, assemblages)
- Très nombreuses ($\sim 10^8$ / mm³) dans les solutions commerciales
- Sporulées, s'activent à l'utilisation et colonisent la surface
- Caractère biocide et compétitif envers certains pathogènes (staph, pyo)

- **Produisent des détergents**

- Surfactines aux propriétés antibactériennes

- **Sécrètent des enzymes**

- protéases, amylases, lipases, cellulases, ...
- dégradent les matières biologiques sur les surfaces
- Agissent longtemps (> 36h) même après séchage

Mécanismes de *B. subtilis* contre les odeurs urinaires dans les locaux

Mécanisme	Description	Importance	Cible principale	Références
Inhibition des uréase-producteurs	Lipopeptides (surfactine, iturine A, fengycine) → disruption membranaire des bactéries odorigènes → réduction de l'hydrolyse de l'urée	++++	Proteus, Klebsiella, Pseudomonas	Ongena & Jacques, 2008 ; Rivardo et al., 2009
Dégradation enzymatique	Subtilisines, lipases et amylases hydrolysent les précurseurs azotés et lipidiques avant transformation odorigène ; effet résiduel après mort bactérienne	+++	Peptides, acides aminés, acides gras	Vandini et al., 2014
Exclusion compétitive	Biofilm robuste (EPS + TasA) occupant les niches d'adhésion ; swarming facilité par la surfactine ; inhibition de l'adhésion des Gram-	+++	Sites d'adhésion sur surfaces inertes	Caselli et al., 2016, 2018 ; Vandini et al., 2014
Compétition pour le substrat	Consommation directe de l'urée et des peptides azotés urinaires comme sources de C et N	++	Substrats communs (urée, acides aminés)	(mécanisme général)
Assimilation du NH₃	Captation de l'ammoniac atmosphérique local via GS-GOGAT pour la biosynthèse microbienne	+	NH ₃ volatil résiduel	(mécanisme général)
Acidification locale	Sécrétion d'acides organiques → abaissement pH de surface → inhibition des uréases bactériennes (opt. pH 6,5–7,5)	+	Activité enzymatique compétitrice	(mécanisme général)

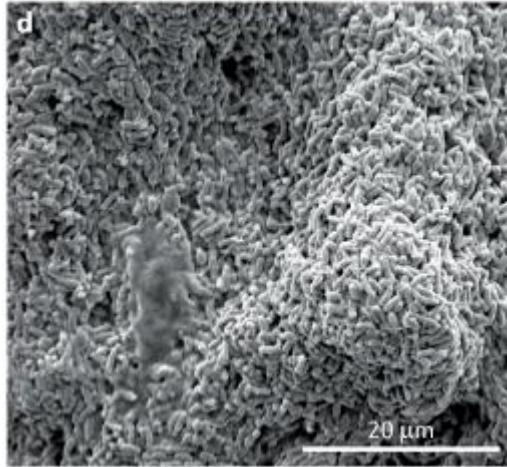
Choi IH, Kim JS. The impact of *Bacillus subtilis* on reducing environmental ammonia. *Bioresource Technology* 2018;245:1011–1017. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.08.199

Caselli E et al. Reduction of healthcare-associated infections by a *Bacillus subtilis*-based probiotic. *PLOS ONE* 2016;11:e0159307

Vandini A et al. Hard surface biocontrol using a *Bacillus*-based probiotic formulation. *Pathogens Global Health* 2014;108:210–216

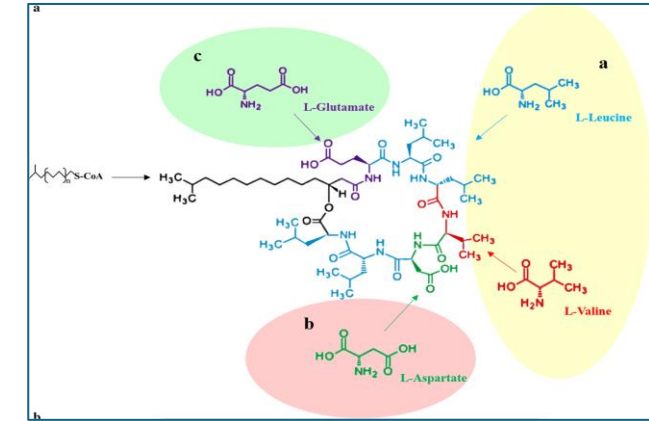
Souphannavong C et al. *Bacillus subtilis* effects on ammonia and odor reduction in swine facilities. *Animals* 2021;11:1653

Bacillus subtilis et son biofilm



- Colonise la surface en biofilm mince
- Résiste aux protéases des Pylori, Asp, entérob
- **effet retardé (rémanent) Bacillus subtilis**
- Produit ses propres enzymes (protéases, lipases)
- Assimile l'ammoniac issue de l'urine
- **disparition des odeurs**
- Est sensible aux désinfectants (CAQ)
- **Incompatible avec la désinfection en routine (mais pas avec la désinfection occasionnelle)**

La surfactine, détergent produit par Bacillus



Wang et al. Microb Cell Fact (2019) 18:90 <https://doi.org/10.1186/s12934-019-1139-4>

- Le plus puissant des biosurfactants
- **Excellente propreté**
- Dégère le biofilm des autres germes
- Inhibe l'adhésion des autres germes
- Détruit la membrane des bactéries G+ (Staph...) et des champignons
- Est rapidement biodégradée dans l'effluent
- **Préserve l'environnement**

Rapide tour du marché

Société	Pays de production	Gamme	Composition	Concentration ¹	Référence
COPMA	Italie	PCHS	Bacillus subtilis Bacillus pumilus Bacillus megaterium	10 ⁷ UFC/ml (1)	Caselli
HEIQ CHRISAL	Suisse / Belgique	Synbio	Bacillus subtilis Bacillus pumilus Bacillus megaterium Bacillus amyloliquefasciens	5×10 ⁷ UFC/ml (1)	Leistner
HTS BIO	France	Probioway	Bacillus subtilis Bacillus pumilus Bacillus velezensis Bacillus amyloliquefasciens	2×10 ⁸ UFC/ml (1) 2×10 ⁷ UFC/ml (2)	Regli
INNUSCIENCE	Canada	Non documenté en littérature	Non spécifiée	Non spécifiée	—
POLLET	Belgique	PolVita	Bacillus subtilis Bacillus amyloliquefasciens Bacillus velezensis	>10 ⁷ UFC/ml (1) >10 ⁵ UFC/ml (2)	—
PROBIOTIC GROUP	Luxembourg	Provilan Clean	Bacillus spp. (non spécifiées)	Non documentée	Provilan.com
ECOLAB	USA / Belgique / Suisse	Maxx Synbiotic	Bacillus spp. (co-développé HeiQ Chrisal) ≡ Synbio	5×10 ⁷ UFC/ml (1) 50×10 ⁹ UFC/L total	Ecolab/HeiQ 2024

¹ Concentration : (1) = Produit pur à diluer | (2) = Produit prêt à l'emploi

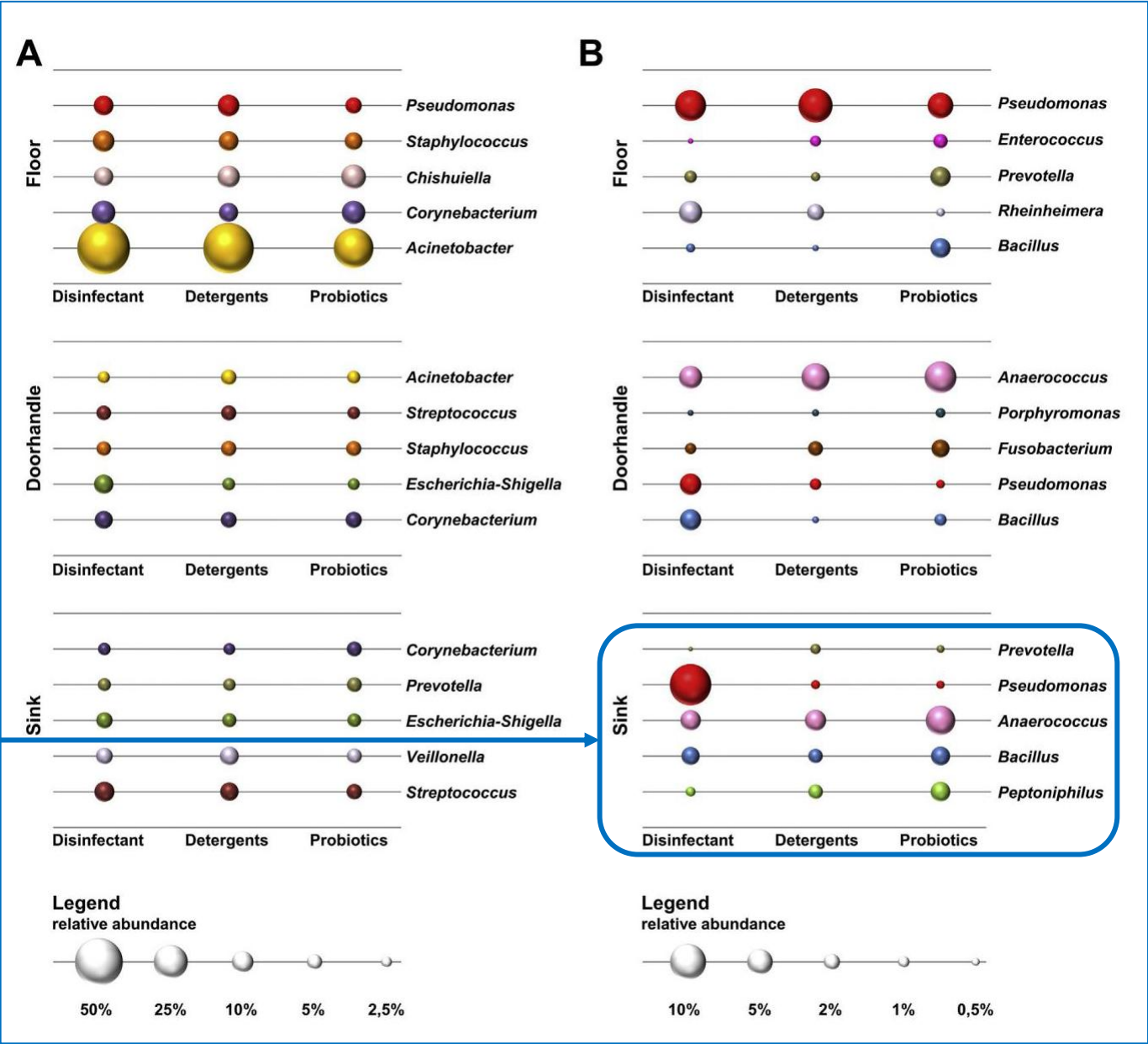
Note : ECOLAB/Maxx Synbiotic = co-développement HeiQ Chrisal (2024) | Composition ≡ Synbio (HeiQ CHRISAL)

Comparaison de trois méthodes de nettoyage : désinfection, détergence, probiotiques

Lutte contre le réservoir hydrique de BMR dans les siphons ?

Forte réduction de la proportion de pseudomonas dans les siphons

Nota : au sein des biofilms les Pseudomonacées sont des plaques tournantes des échanges de matériel génétique mobile



Soffritti 2022

- ▶ Etude de 2 mois dans 1 établissement (Italie)
- ▶ Urgences pédiatriques
- ▶ T0 à la chimie, T1, T2 et T3 aux probiotiques (2-5-9 semaines) → 152 échantillons
- ▶ Prélèvements sol, siphons, barrière de lits (7h après bionettoyage)
- ▶ **Diminution contamination des surfaces de 78%**
- ▶ Copma (Italie) : *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus megaterium*

Introduction of Probiotic-Based Sanitation in the Emergency Ward of a Children's Hospital During the COVID-19 Pandemic

Irene Soffritti^{1,2}, Maria D'Accolti^{1,2}, Carolina Cason³, Luca Lanzoni², Matteo Bisi², Antonella Volta², Giuseppina Campisciano³, Sante Mazzacane², Francesca Bini^{1,2}, Eleonora Mazziga¹, Paola Toscani⁴, Elisabetta Caselli^{1,2,*}, Manola Comar^{3,5,*}

IF = 2,9

Dégradation des biofilms par les probiotiques

- Sur trois surfaces stérilisées : acier, mélamine, céramique
- Production expérimentale de biofilms secs de *E. coli* et de *S. aureus*
- Application d'un consortium de *Bacillus*, sans détergent (à G) ou avec détergent (à D)
- Mesure de la réduction de la surface couverte par le biofilm

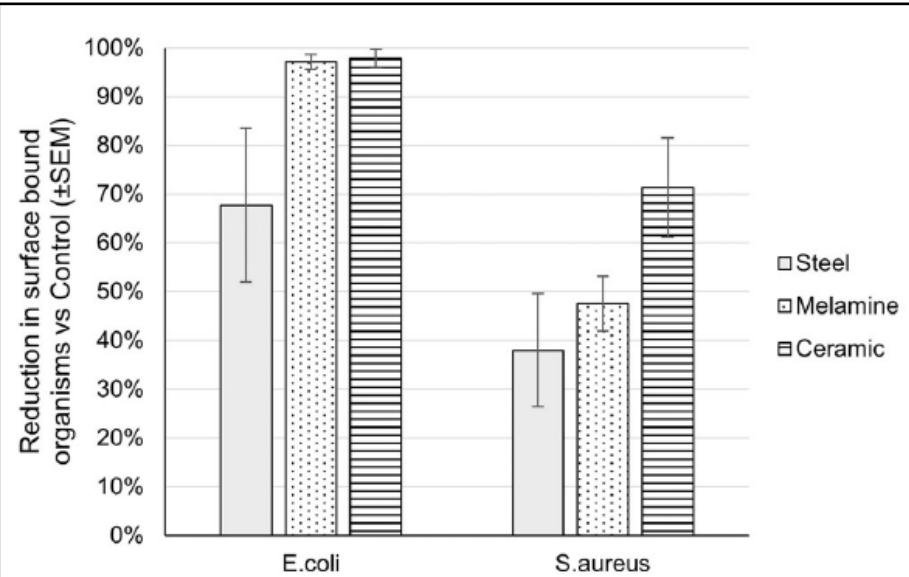


FIGURE 3 The *Bacillus* blend, with no additional cleaning chemistry, was capable of decreasing the microbial load on all three test surfaces when challenged with both *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* when compared to the phosphate-buffered saline control.

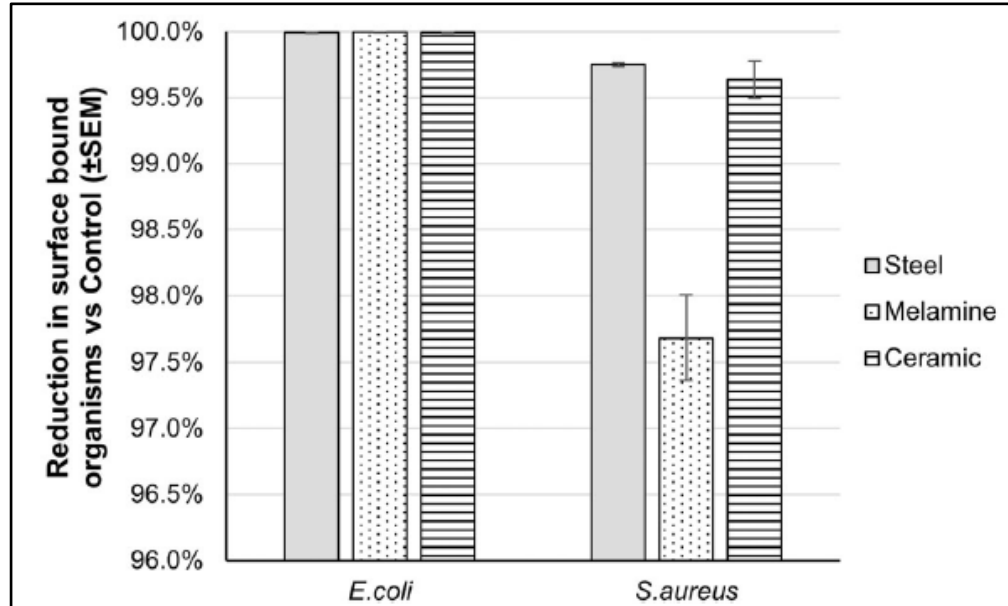
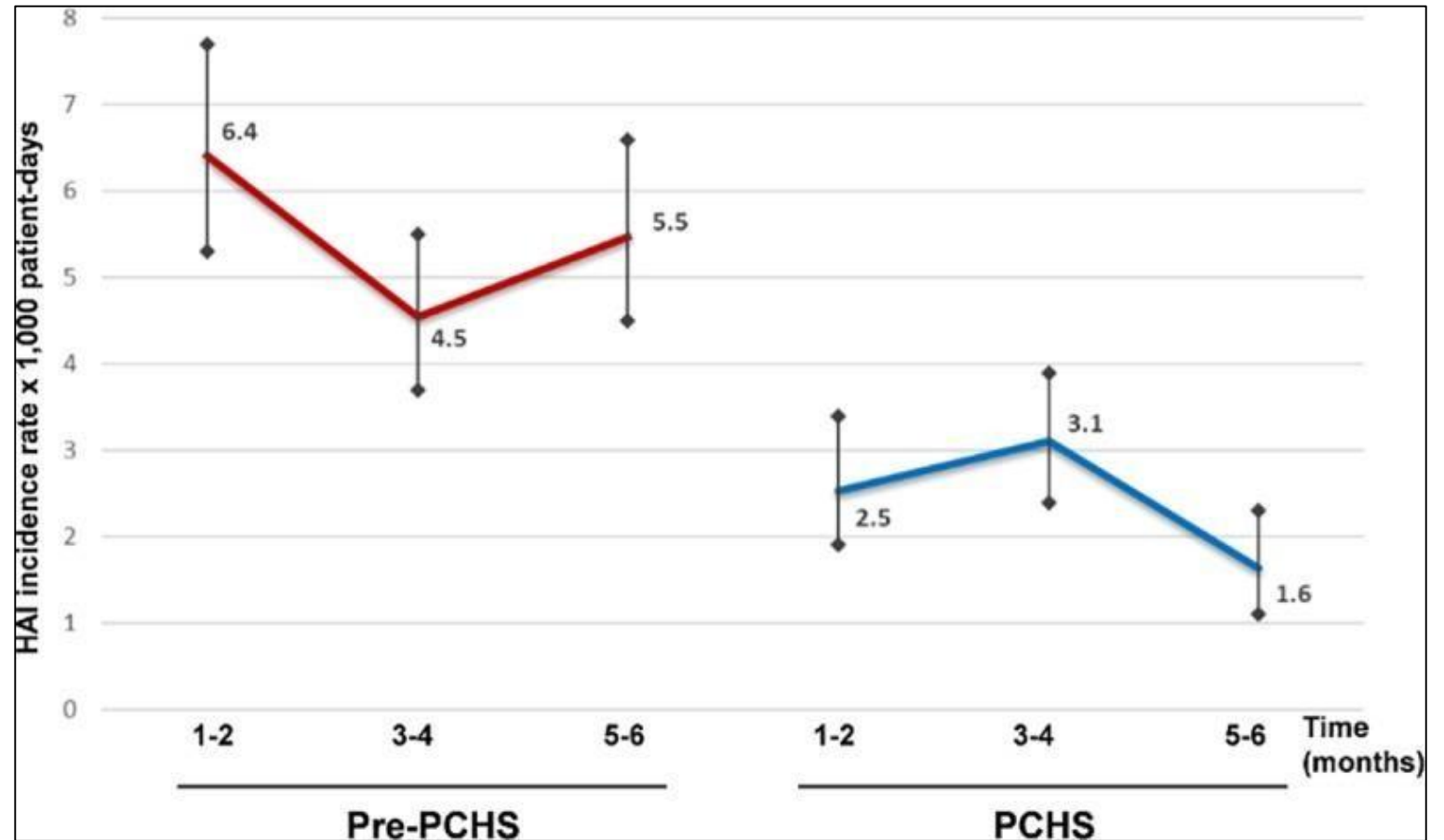


FIGURE 5 The probiotic cleanser (*Bacillus* spores and cleaning formulation) was capable of decreasing the microbial load on all three test surfaces when challenged with both *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* compared to the phosphate-buffered saline control.

Réduction de l'incidence des infections nosocomiales par un entretien utilisant un probiotique (détergent biosourcé contenant un *Bacillus* non pathogène)

*Etude multicentrique italienne
Six hôpitaux, 18 mois, 11 842 patients, 24 875 prélèvements*

Baisse de l'incidence des infections nosocomiales de 4,8% à 2,3 %
($p < 0,0001$)



HAI incidence rates in the I₁-I₂ intervention hospitals.

Results are expressed as bimonthly value of incidence rate per 1,000 patient-days, respectively in the pre-PCHS (red) and PCHS periods (blue). 95% CI intervals are also reported

Nettoyage Probiotique & Infections Associées aux Soins

DESIGN & POPULATION

Service de gériatrie hospitalier
Avant-après, 12 mois chaque

Période 1 (Biocide) :
37,511 patient-jours
188 HAI documentées

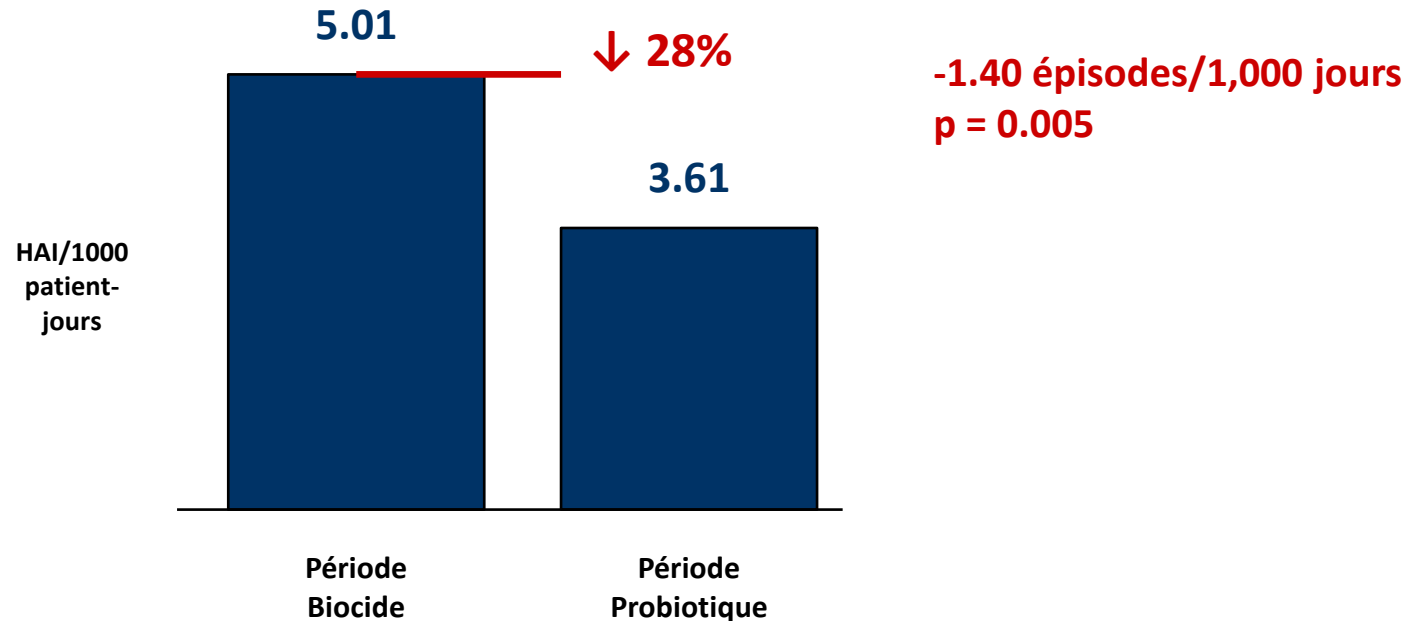
Période 2 (Probiotique) :
32,453 patient-jours
117 HAI documentées

RÉSULTATS

- ✓ Réduction 28% incidence
- ✓ 5.01 → 3.61 HAI/1000 jours
- ✓ $p = 0.005$ (significatif)
- ✓ IRR = 0.72 (IC 0.57-0.91)

- ✗ Non-randomisé
- ✗ Confusion résiduelle
- ✗ Pas d'échantillonnage env.

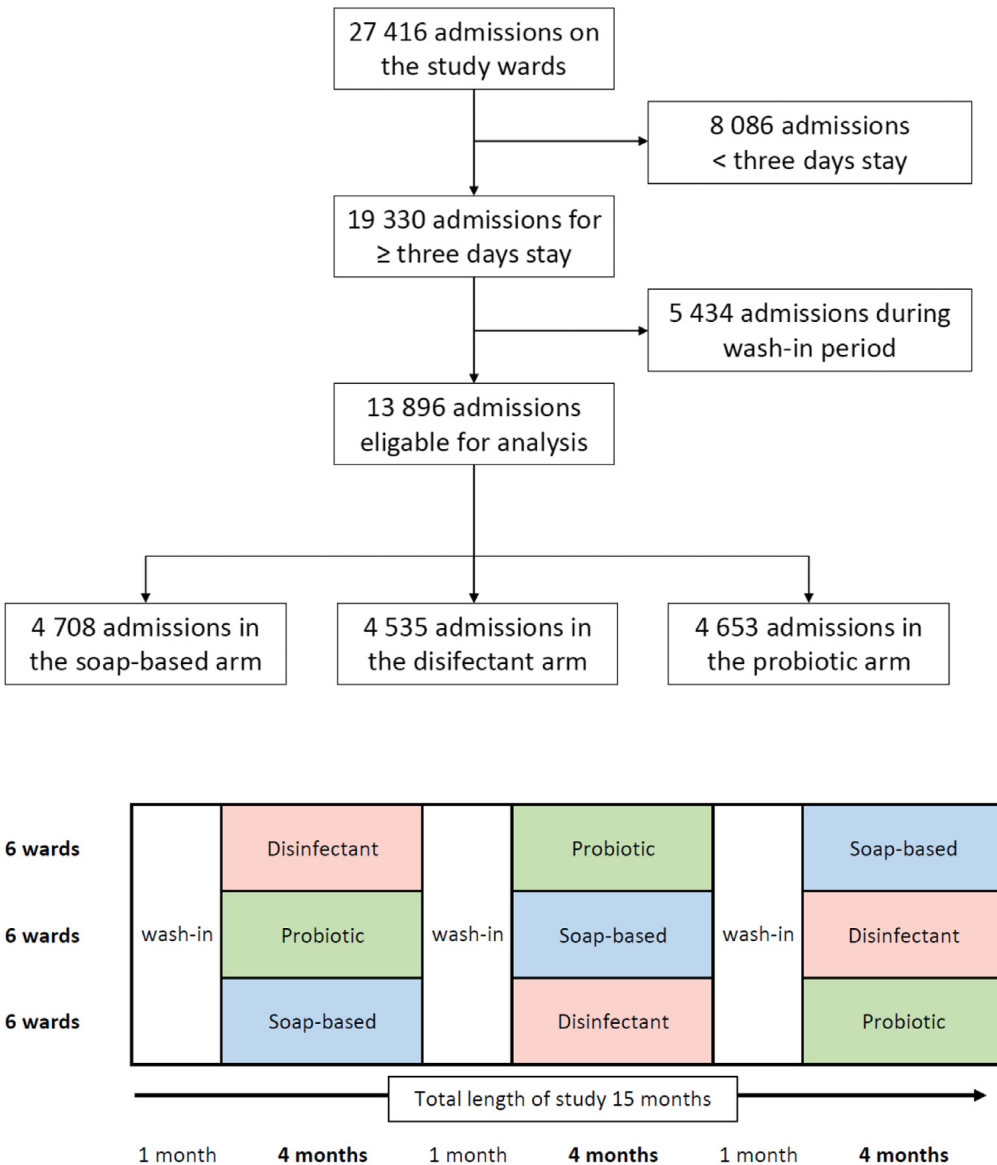
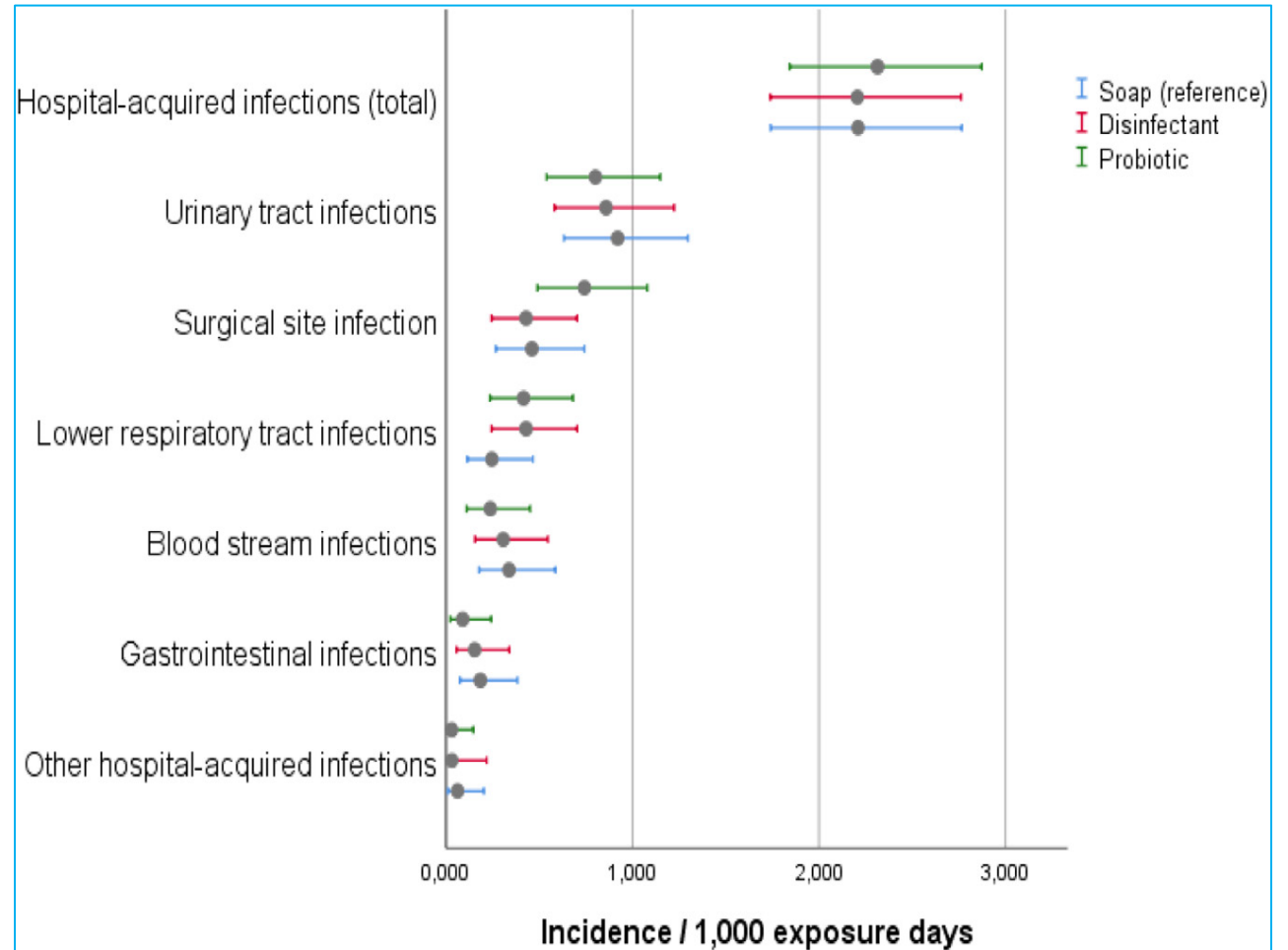
Incidence : densité des Infections associées aux soins



Conclusion : Signal positif cliniquement pertinent (28% réduction, $p=0.005$), mais causalité impossible à démontrer (confondants temporels non mesurés, design non-randomisé). ECR multicentriques avec échantillonnage microbiologique indispensables pour validation.

Sur les IAS : équivalence des méthodes et innocuité des probiotiques

- Etude publiée dans le Lancet
- comparaison détergent/désinfectant/probiotique
- Critère principal de l'étude : les IAS
- Pas d'IAS aux germes probiotiques



Environmental cleaning to prevent hospital-acquired infections on non-intensive care units: a pragmatic, singlecentre, cluster randomized controlled, crossover trial comparing soap-based, disinfection and probiotic cleaning. Rasmus Leistner and all. eClinicalMedicine. 2023;59: 101958. Published Online 6 April 2023. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2023.101958>

Nettoyage Hospitalier : Savon vs Probiotiques vs Désinfectant

CONTEXTE & MÉTHODOLOGIE

- 8 mois nettoyage comparatif
- 3 surfaces: céramique, linoléum, acier inox
- 4 régimes: eau (contrôle), savon, désinfectant, probiotique (Bacillus)
- Intérieur vs extérieur
- Pathogènes: **E. coli**, **S. aureus**
- Mesures: **survie + biofilms**

RÉSULTATS CLÉS

- ✓ **Savon & probiotique > désinfectant**
- ✓ Diversité = clé (pas juste nb cellules)
- ✓ Biofilm savon = meilleure compétition
- ✗ Probiotique = monoculture
- ✗ + cellules ≠ + exclusion compétitive

RÉGIME DE NETTOYAGE	ÉVALUATION CLINIQUE
SAVON SIMPLE	✓ Microbiome diversifié & stable ✓ Supériorité écologique confirmée ✓ Efficacité > désinfectant ✓ Pas de pression biocide
PROBIOTIQUE (Bacillus)	✓ Mieux que désinfectant & eau ✓ Charges microbiennes élevées ✗ Monoculture = instabilité ✗ Efficacité variable (4/144 zones colonisées) ✗ PAS d'avantage sur savon
DÉSINFECTANT (Jik bleach)	✗ Détruit la communauté ✗ Niche ouverte au pathogène ✗ Risque rebond pathogène ✗ Moins efficace que savon/probiotique

Conclusion : La diversité microbienne est aussi critique que la densité cellulaire pour l'exclusion compétitive.

Nettoyage Probiotique & Infections Associées aux Soins

DESIGN & POPULATION

Service de gériatrie hospitalier
Avant-après, 12 mois chaque

Période 1 (Biocide) :
37,511 patient-jours
188 HAI documentées

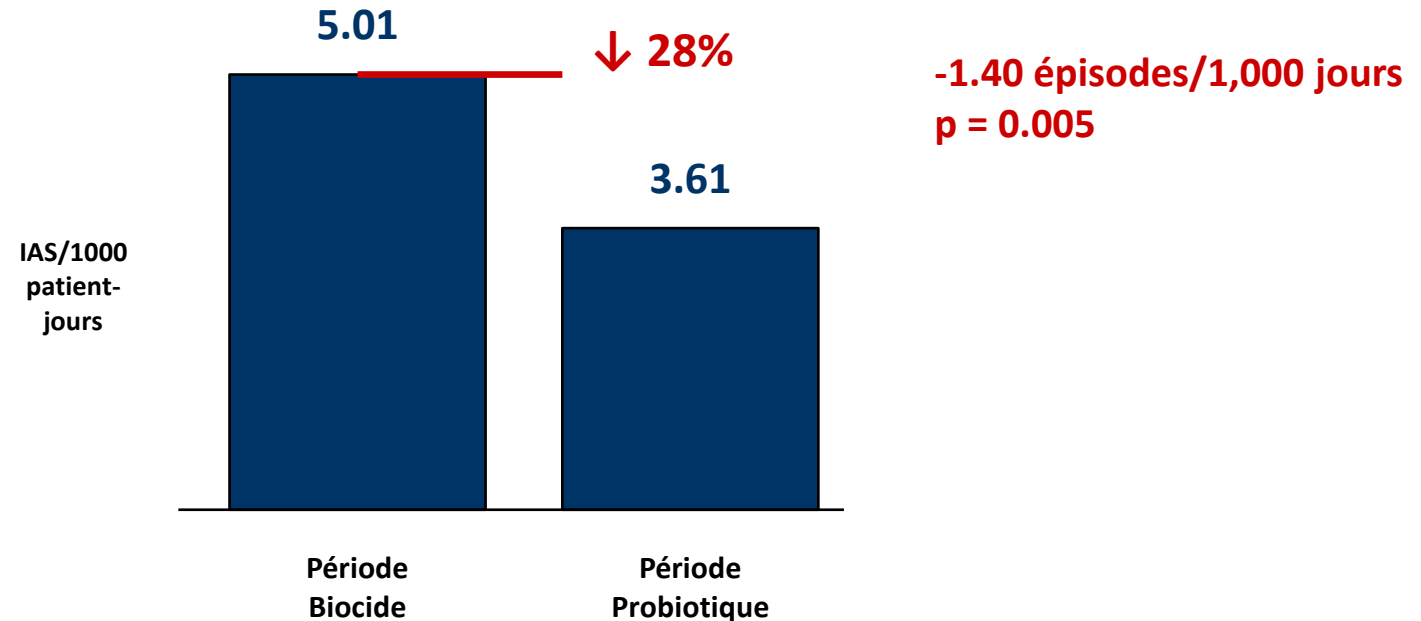
Période 2 (Probiotique) :
32,453 patient-jours
117 HAI documentées

RÉSULTATS

- ✓ Réduction 28% incidence
- ✓ 5.01 → 3.61 HAI/1000 jours
- ✓ $p = 0.005$ (significatif)
- ✓ IRR = 0.72 (IC 0.57-0.91)

- ✗ Non-randomisé
- ✗ Confusion résiduelle
- ✗ Pas d'échantillonnage env.

Incidence : densité des Infections associées aux soins (IAS)



- ▶ EHPAD 30 lits : 13 chambres probiotiques, 2 suivies 12 mois et prélevées tous les mois
- ▶ SSR 30 lits: 13 chambres probiotiques, 2 suivies 7 mois et prélevées tous les mois
- ▶ A chaque fois une chambre Biocide prélevée tous les mois
- ▶ Nettoyage chiffonnettes microfibre (ASH) ou jetables (soignants), spray de produit dilué
- ▶ 4 points par GC : adaptable, sol, lunettes WC, fond du lavabo (TSA, Cétrimide, Baird Parker, VRBG)
- ▶ 2 points par écouvillon : siphon évier et douche



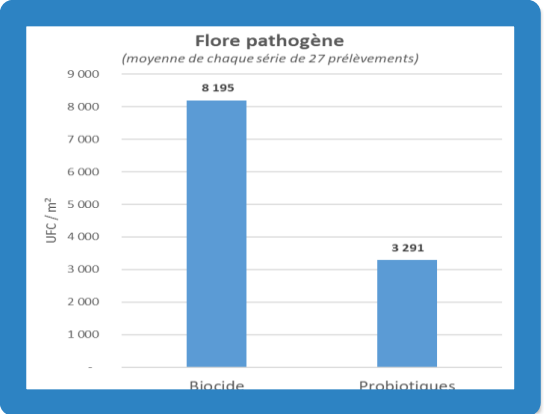
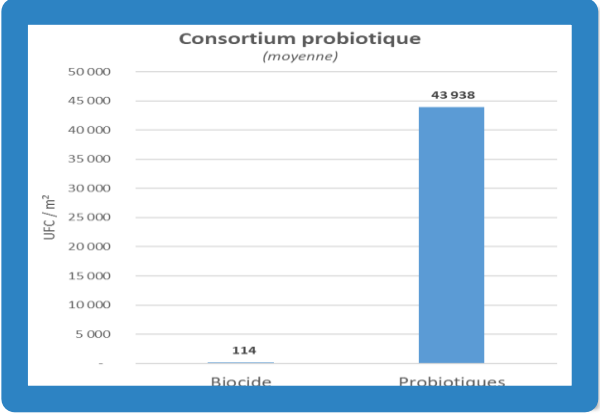
Service de maternité 1700 naiss/an

Design étude avant-après
1 an Biocide vs 1 an Probiotiques
Produits HTS Bio à diluer et prêt à l’emploi
Prélèvmnts : 3 chambres, 3 pts/chambre, 3 types de géloses
Critères : surfaces, IAS, BMR
Résultats :

- colonisation par probiotiques confirmée
- réduction 60% des pathogènes sur surfaces
- pas de variation du taux d’IAS
- pas d’acquisition de BMR
- satisfaction des personnels

Conclusion :

Les probiotiques sont utilisés depuis le 1^{er} juillet 2024

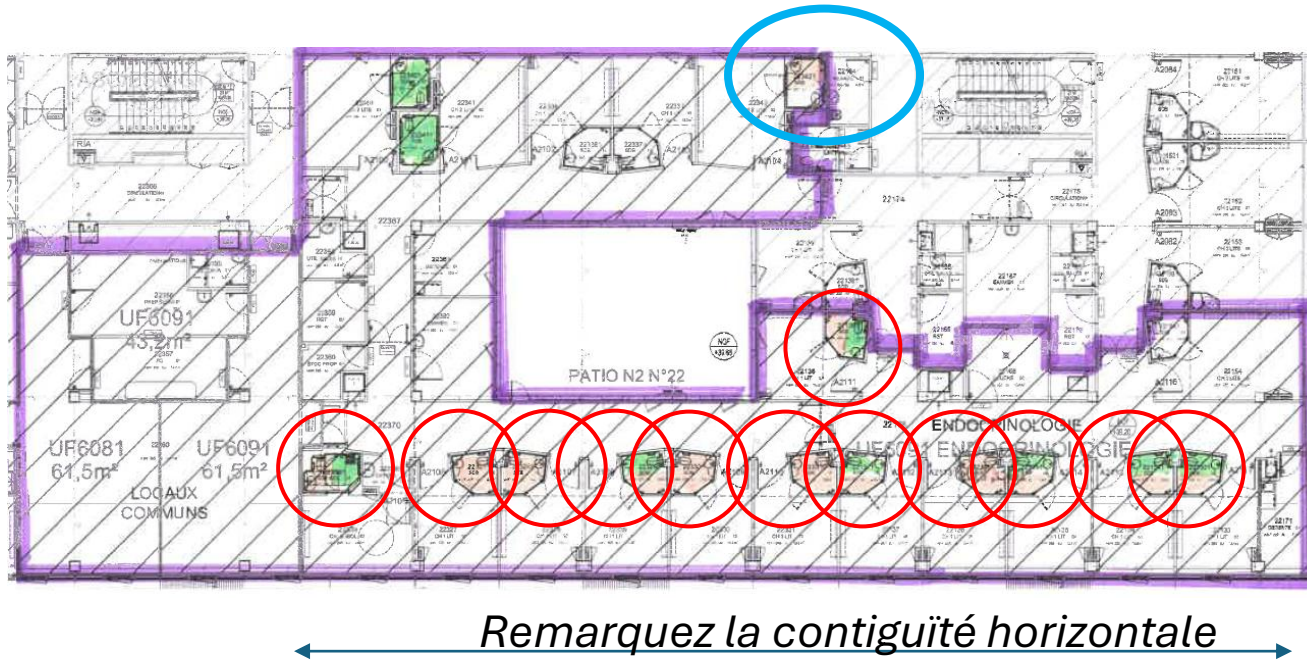


	Période Biocide 07/2023 à 06/2024	Période Probiotiques 07/2024 à 06/2025
Nb patientes	1 849	1 911
Nb de JH	6 963	6 742
Nb IAS	5	5
Type d’IAS	Inf. urinaires	Inf. urinaires
IAS / 100 patientes	0,32%	0,32%
IAS / 1000 JH	0,72	0,74
ICSHA (%)	39%	46%
Nb patients	1 849	1 911
Nb de JH	6 963	6 742
Nb de BMR acquises	1	0
BMR acquises / 100 patientes	0,06%	0,00%
BMR acquises / 1000 JH	0,14	0

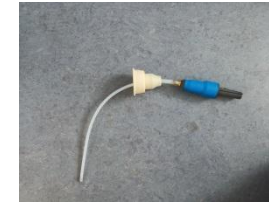
Un espoir pour lutter contre la diffusion des BMR/BHR dans les établissements ?

Epidémie Klebs Oxa-48.

2,5 ans de lutte contre la colonisation des siphons



- Siphons un service : 18/30 positifs
- Dans tout l'établissement : 15/124
- Traitement vapeur de tous les siphons



- Efficacité immédiate
- 3 mois après, autre service : 17/38 positifs
- **Efficacité méthode vapeur de courte durée**

Probiotiques (entretien complet surfaces, sols, siphons) = efficacité pendant 6 mois, puis épisodes ponctuels

Transmission croisée BHR par les toilettes /WC

Journal of Hospital Infection 106 (2020) 232–239



Available online at www.sciencedirect.com

Journal of Hospital Infection

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhin



Toilet drain water as a potential source of hospital room-to-room transmission of carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae*

L. Heireman^a, H. Hamerlinck^a, S. Vandendriessche^a, J. Boelens^{a,b},
L. Coorevits^a, E. De Brabandere^b, P. De Waegemaeker^b, S. Verhofstede^a,
K. Claus^a, M.A. Chlebowicz-Flissikowska^c, J.W.A. Rossen^{c,d}, B. Verhasselt^a,
I. Leroux-Roels^{a,b,*}

- KP oxa 48 détectée dans l'eau des toilettes de 4 des 6 chambres. 5 patients atteints avec la même souche.
- Encore présent dans 2 chambres (toilettes) après 2 mois de désinfection quotidienne à la javel.
- **Probable transmission entre les WC des différentes chambres par les canalisations d'eaux vannes.**

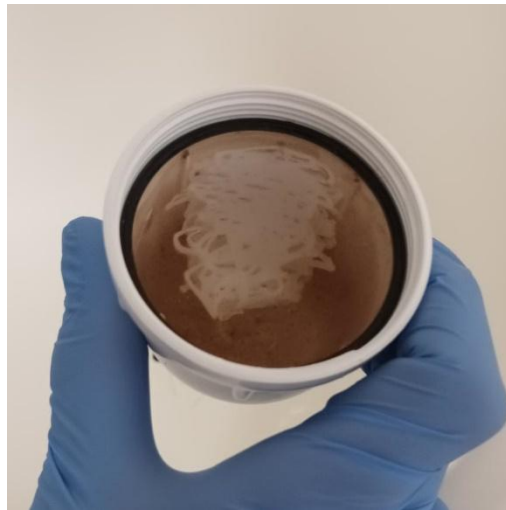
Siphons de lavabo, chambre de patient

photos prise après 8 Semaines d'essai: Siphons neufs remplacés à J0.

Secteur entretenu avec Biocides



Chambre témoin 1



Chambre témoin 2

Biofilm épais rosé/brun
Forte odeur d'égout

Secteur entretenu avec probiotique



Chambre test 1



Chambre test 2

Biofilm translucide/grisâtre
Absence de mauvaises odeurs

Arguments critiques contre les probiotiques (1 article)

Source: Fijan S, Kürti P, Rozman U, Šostar Turk S. (2024) "A critical assessment of microbial-based antimicrobial sanitizing of inanimate surfaces in healthcare settings." *Frontiers in Microbiology* 15:1412269. doi:10.3389/fmicb.2024.1412269

Catégorie	Argument critique	Réponse
Définition	Terme "probiotic" inapproprié : produits ne sont pas des probiotiques au sens scientifique (doivent être administrés oralement/ingérés avec bénéfices santé prouvés)	Attaque mesquine sur le nom
Identification	Absence d'identification à niveau souche chez 30/32 études. Impossible d'évaluer la sécurité sans identifier la souche spécifique	Faux selon la classification internationale. Les caractères de non-virulence sont partagés entre souche voisines
Sécurité réglementaire	AUCUN produit testé en milieu hospitalier n'a suivi l'évaluation de sécurité réglementaire requise (Regulation (UE) 528/2012)	Faux. Cette réglementation s'applique aux biocides seuls. Les probiotiques ne sont pas des biocides
Résistance antimicrobienne	Risque de transfert de gènes de résistance. Production d'antimicrobiens par Bacillus pourrait favoriser l'émergence de nouvelles résistances	Réelle question discutée dans la prochaine diapo
Preuves cliniques	Seulement 15/32 publications = études hospitalières réelles. Designs hétérogènes, durée limitée, résultats mitigés (Leistner 2023: pas de supériorité vs nettoyage classique)	Vrai : Etudes à compléter . Faux : La non-supériorité notée par Leistner ne porte que sur le taux d'infections nosocomiales qui est identique pour les trois méthodes testées. Ce n'est pas l'attendu principal des probiotiques.
Mécanismes d'action	Mal compris. Rôles relatifs du biofilm, des détergents, des métabolites antimicrobiens inconnus. Germination des spores sur surfaces sèches non démontrée	Faux : Surtout mal connus des auteurs.

HGT = transfert
horizontal de gènes

Question : Transmission de gènes de résistance aux antibiotiques par Bacillus ?

ARGUMENTS EN FAVEUR DU RISQUE	ARGUMENTS RASSURANTS / SÉCURITÉ
HGT trois mécanismes documentés : transformation, conjugation, transduction (Michaelis & Grohmann, 2023; Soucy et al., 2015)	Résistance intrinsèque chromosomale NON transférable : tet(L), erm gènes localisés sur chromosome sans éléments mobiles (Papadimitriou et al., 2016; Xu et al., 2023)
Bacillus subtilis produit surfactine qui favorise libération ADN et HGT in vitro (Fei et al., 2022)	BS50 : AUCUN gène de résistance flanqué par éléments génétiques mobiles complets . Susceptible à 7/8 antibiotiques testés (Brutscher et al., 2022)
Biofilms sur surfaces facilitent HGT ; conditions hospitalières favorisent biofilm (Michaelis & Grohmann, 2023)	B. clausii UBBC07 : gènes de résistance intrinsèques, non transférables. Sécurité confirmée chez l'humain (Kumar et al., 2016)
Plasmides conjugatifs potentiels chez B. subtilis (pLS20) avec régulation quorum-sensing (Beaulaurier et al., 2019)	MB40 : absence de gènes codant entérotoxine et résistance transférable . NOAEL = 2000 mg/kg poids corporel (Pavan et al., 2020)
HGT démontré dans microbiome intestinal : conjugation, transduction bien caractérisées (Sommer et al., 2009)	IDCC1101 : antimicrobiens secondaires (fengycine, bacilybactin) ne chevauchent pas éléments mobiles (Lee et al., 2023)
Bacillus capable transformer ADN exogène de souches apparentées (Competence naturelle) (Claverys et al., 2023)	Études cliniques (Kleintjes 2019-2020, Caselli 2018-2019) : AUCUNE infection ascribable à Bacillus malgré contact avec pathogènes résistants
Risque théorique : gènes de résistance reçus par pathogènes réduirait efficacité thérapie antibiotique (Fijan et al., 2024)	10+ ans utilisation PCHS® en milieu hospitalier : NO acquisition nouvelles résistances dans Bacillus malgré exposition continue pathogènes résistants (Tarricone et al., 2020; Caselli et al., 2019)
	Directives EFSA/ISO-IDF : distinction critique résistance acquise vs intrinsèque ; stabilité génétique démontrable par phylogénomique (Leuschner et al., 2010)

CONSENSUS SCIENTIFIQUE : La distinction entre résistance ACQUISE (transférable, dangereuse) et INTRINSÈQUE (chromosomale, sûre) est critique. Pour Bacillus probiotiques, plusieurs études montrent absence d'éléments mobiles flanquant gènes de résistance + stabilité génétique à long terme. Cependant, **caractérisation complète AU NIVEAU SOUCHE reste indispensable.**

Caractéristiques des régimes de nettoyage à l’hôpital (dia 1)

Consensus d’un groupe d’experts européens publié en 2024 : Denkel LA, Voss A, Caselli E, Dancer SJ, Leistner R, Gastmeier P, Widmer AF.

Avantages (PRO) et inconvénients (CONTRA) stratifiés pour chaque régime Tableau adapté de Denkel et al., Antimicrobial Resistance & Infection Control (2024) 13:119

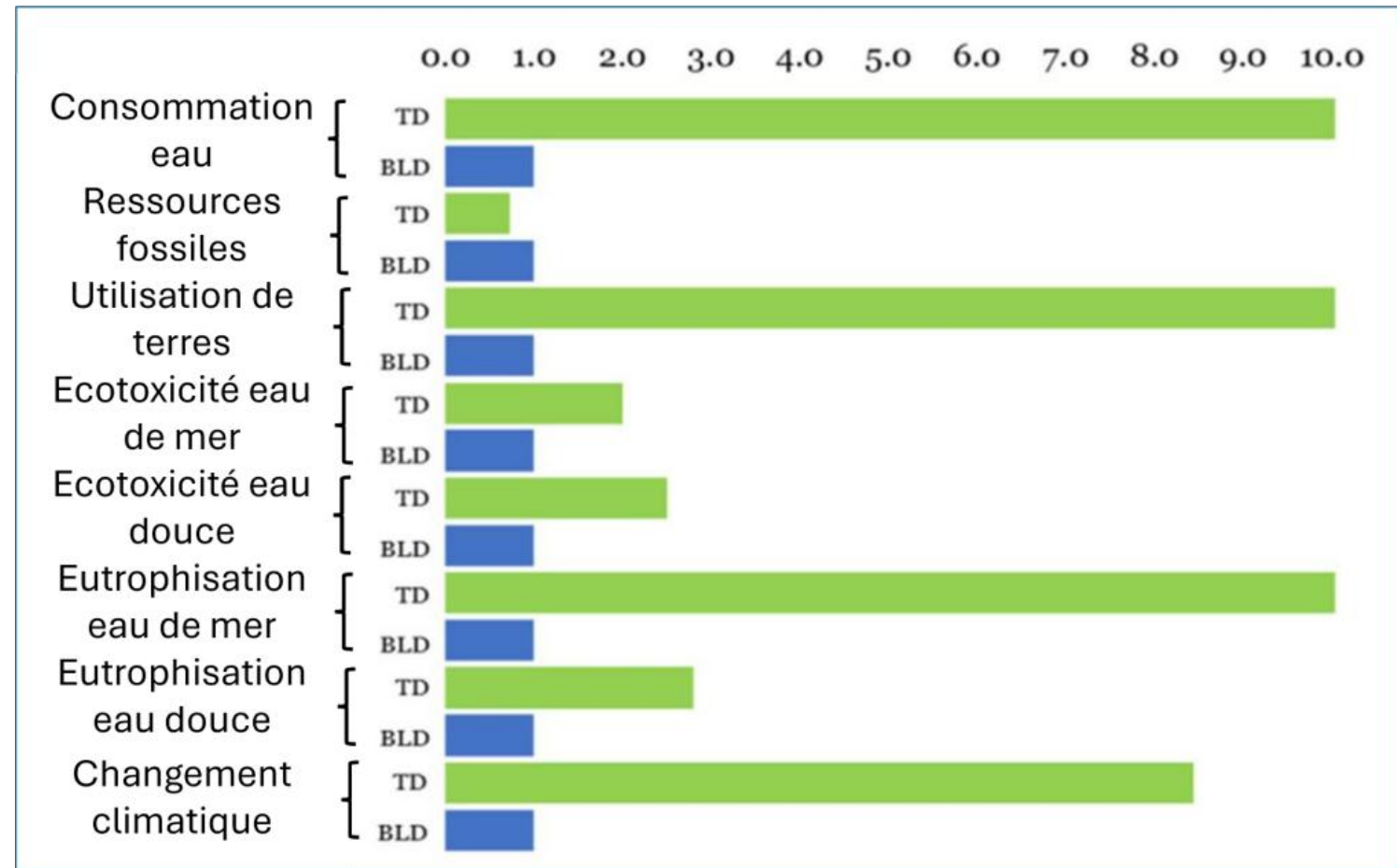
Sujet	Détergents (Savon et eau)	Désinfectants	Probiotiques
Sécurité environnementale / Durabilité	Certains produits (pas tous) peuvent être biodégradables, durables et respectueux de l'environnement (PRO/CONTRA)	Non biodégradables, non respectueux de l'environnement, non durables (CONTRA)	Biodégradables, respectueux de l'environnement, durables (PRO)
Sécurité professionnelle	Aucune substance dangereuse, généralement inoffensive pour la santé au travail, allergies possibles (PRO)	Substance dangereuse, potentiellement dangereuse pour la santé au travail, allergies possibles (CONTRA)	Aucune substance dangereuse, inoffensive pour la santé au travail, allergies possibles (PRO)
La méthode est-elle bien établie ?	Très bien établie (PRO)	Très bien établie, valeurs critiques pour la réduction/élimination des microorganismes disponibles (PRO)	Pas bien établie, études futures et normalisation nécessaires (CONTRA)
Réglementations	Conforme aux réglementations/recommandations nationales et internationales (PRO)	Conforme aux réglementations/recommandations nationales et internationales (PRO)	Absents de recommandations (ou réglementations selon les pays en Europe), pas de réglementation sur le bionettoyage en France, (CONTRA)
Coûts	Faibles coûts (PRO)	Coûts élevés (CONTRA)	Coûts plus élevés, supplémentaires si contrôle qualité demandé (CONTRA)

Caractéristiques des régimes de nettoyage à l’hôpital (dia 2)

Sujet	Détergents (Savon et eau)	Désinfectants	Probiotiques
Résistances antiseptiques/antimicrobiennes	Aucun effet attendu (PRO/CONTRA)	Potentiel pour augmenter les résistances (CONTRA)	Pourrait prévenir la résistance antimicrobienne (PRO) Travaux scientifiques en cours
Effet de nettoyage à longue durée d’action	Aucun effet durable (CONTRA)	Aucun effet durable (CONTRA)	Effets durables pour diminuer la charge organique des surfaces traitées (PRO)
Contrôle/suivi de qualité	Établis, aucune activité supplémentaire (PRO)	Établis, aucune activité supplémentaire (PRO)	Nécessaires si expérimental (coûts supplémentaires) (CONTRA)
Risque de contamination	Risque modéré par autres bactéries (PRO)	Très faible risque (PRO)	Risque (précaution de principe, non étudié) dû aux prébiotiques (CONTRA)
Effet sur la diversité du microbiome hospitalier	Aucun effet négatif (PRO)	Réduit la diversité (CONTRA)	Orienté vers microorganismes bénéfiques (PRO)
Applicabilité universelle	Non adaptée aux locaux stériles selon recommandations (CONTRA)	Adaptée aux locaux stériles (PRO)	Non adaptée aux locaux stériles (CONTRA)
Risques supplémentaires liés aux microorganismes vivants	Aucun (PRO)	Aucun (PRO)	Données montrant stabilité génétique élevée mais confirmation nécessaire (CONTRA)

Impacts du cycle de vie d'un détergent probiotique comparé à un détergent traditionnel

Les impacts environnementaux des détergents biosourcés sont limités par rapport aux détergents synthétiques dans tous les domaines



Principaux impacts (méthode ACV : ISO14040) de un litre de produit biosourcé comparé à un litre de détergent traditionnel. Echelle relative

TD = Détergent Traditionnel. BLD = Détergent Liquide Biosourcé

PCHS : Réduction Drastique des Coûts thérapeutiques

Le PCHS est la méthode d'entretien probiotique initiée en Italie par un producteur, qui finance les travaux scientifiques et l'étude présentée ici. L'étude intègre les économies liées à la baisse des IAS et de la résistance aux antimicrobiens (RAM)

Coût Médicamenteux Moyen par Patient (€) Désinfection Chimique vs PCHS

Infections Associées aux Soins (IAS)

- 59,8 %

Chimie

272 €

PCHS

110 €

Traitement Antibiorésistance (RAM)

- 66,5 %

Chimie

860 €

PCHS

288 €



Économie globale pharmacologie

Chute de 78,9 % des dépenses totales de médicaments anti-infectieux.



Maîtrise de l'antibiorésistance

Dépense moyenne ramenée de 9,72 € à 1,52 € par patient hospitalisé.



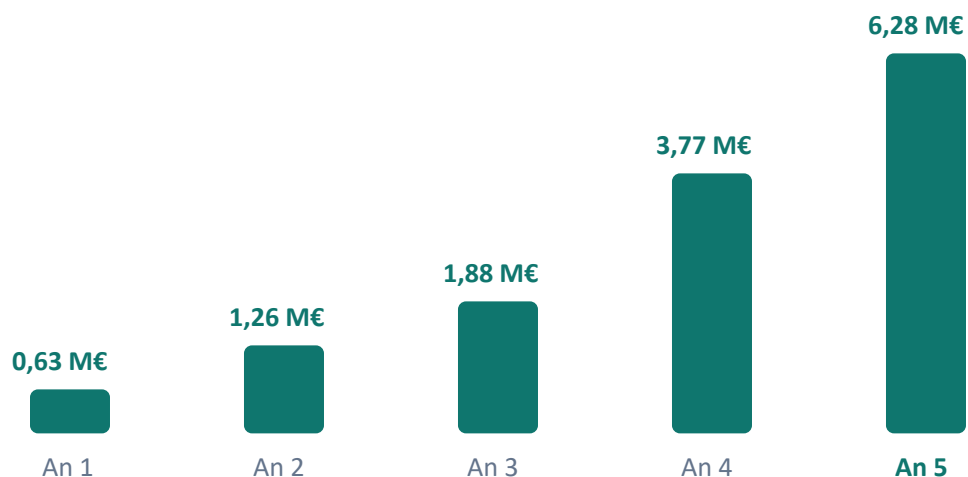
Sécurité biologique maximale

Aucun cas d'infection imputable aux souches Bacillus probiotiques en 10 ans.

Gains Budgétaires et Bénéfices RSE Globaux

Le PCHS est la méthode d'entretien probiotique initiée en Italie par un producteur, qui finance les travaux scientifiques et l'étude présentée ici. L'étude intègre les économies liées à la baisse des IAS et de la résistance aux antimicrobiens (RAM)

Économies Annuelles Projectionnelles



83 % des gains (11,5 M€) proviennent spécifiquement de la diminution de l'antibiorésistance.

31 000

Infections IAS évitées

Réduction du flux annuel de 58k à 30k cas sur 5 ans.

8 400

Cas RAM évités

Cas graves d'infections à bactéries résistantes évités.

- 45 %

Produits chimiques

Et -35 % d'empreinte CO2 (Certification Ecolabel UE).

- 3 %

Temps de nettoyage

Sans nécessité d'évacuation ni d'aération des locaux.

Contrôle microbiologique de l'entretien probiotique

- La classique quantification d'UFC perd tout son sens

On peut proposer :

- Recherche de germe(s) ciblé(s) en culture
- Recherche de gènes d'antibiorésistance par PCR
- Témoins de la constitution du biofilm probiotique

Au total :

- la méthodologie de contrôle reste à élaborer
- Les méthodes d'évaluations visuelles de la propreté restent efficaces

Stratégie de déploiement des probiotiques en environnement hospitalier

Phase	Locaux/Services	Stratégie	Justification
Pré-requis	• se former au sujet des probiotiques • Evaluer l'existant (qualité, satisfaction)	• Discuter avec les hygiénistes • Discuter des articles existants (pas d'avis SF2H à ce jour)	Phase de sensibilisation et information
Phase 1 Déploiement initial	Locaux non médicaux : • Logistique • Administration • Circulations Services médicaux appropriés : • Gériatrie • EHPAD • Longs séjours • Maternité • Psychiatrie	• Choisir les services les plus adaptés et les équipes motives. • Présenter les avantages • Montrer les exemples existants	• faible niveau de risque inf • bonne acceptabilité attendue
À EXCLURE	Locaux à environnement maîtrisé : • Blocs chirurgicaux • Stérilisations • Salles blanches • Salles interventionnelles Laboratoires de microbiologie	Ne pas déployer	• Risque de contamination • incompatibilité avec recos

Stratégie de déploiement des probiotiques en environnement hospitalier

Phase	Locaux/Services	Stratégie	Justification
Phase 2 Déploiement étendu	Services d'hébergement médicaux : • Services généraux (y compris chirurgie) • Urgences (hors salles interventionnelles)	Déploiement après bilan Phase 1	Après validation par retour d'expérience de la phase 1
Formation & Accompagnement	• Tous les personnels concernés • Encadrement des unités visées	• Lutter contre les préjugés • Combattre le "on a toujours fait comme ça" • Formation adaptée au contexte	Changement culturel

Qu'apportent les probiotiques ?

- C'est un moyen efficace de nettoyage des surfaces
- C'est un moyen de prévenir les mauvaises odeurs
- C'est une forte baisse de l'exposition des professionnels aux risques chimiques
- C'est sans doute un moyen de faire baisser les résistances aux antibiotiques dans l'hôpital et dans l'environnement
- Ce n'est pas un moyen de diminuer les infections associées aux soins dans les établissements où ce risque est maîtrisé
- Cela contribue à réduire l'impact environnemental des hôpitaux

Les probiotiques, c'est quoi pour vous ?

- hygiéniste « classique » : changement complet de paradigme
- professionnel du bionettoyage : propreté et fin des mauvaises odeurs
- Services écos : une pilule à avaler
- La nature : soulagement
- Les (mauvais) microbes : fin de la récréation