

Mieux comprendre l'importance du microbiote oral

1 - Grand angle sur le microbiote oral

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 08.04.Q18

janvier 2026

Philippe BESNARD, membre de l'Académie d'Agriculture de France

Mots clés : bactériome, mosaïque écologique, cavité orale, *quorum sensing*, eubiose, dysbiose

Les travaux pionniers de Jeffrey Gordon et de son équipe ont révolutionné notre compréhension du rôle joué par la flore intestinale sur la santé, en démontrant que sa composition peut affecter la prise de poids[1]. Ces résultats novateurs ont été à l'origine de l'émergence d'un champ de recherche produisant des découvertes inattendues comme, par exemple, l'impact du microbiote intestinal sur la dépression et l'anxiété.

On sait aujourd'hui que le corps humain est en fait un super-organisme composé de 10 fois plus de cellules microbiennes que de cellules constitutives. De ce fait, les gènes microbiens sont de 100 à 150 fois plus nombreux que ceux de notre patrimoine génétique, constituant ainsi un second génome dont les potentialités fonctionnelles ne sont encore que très partiellement connues.

Cette fiche fait partie d'une série de 3 fiches complémentaires (08.04.Q18, 08.04.Q19 et 08.04.Q20) dédiées à compréhension de l'importance du microbiote oral.

De l'oralome¹ au bactériome²

Le séquençage à haut débit de l'ARN ribosomal 16S – qui permet de détecter et d'identifier les micro-organismes présents dans la cavité buccale – a révélé la complexité de cette niche écologique : le fait que cet environnement chaud, humide et riche en nutriments soit un système ouvert en contact direct avec le milieu extérieur constitue un biotope propice au développement de multiples micro-organismes.

Le microbiote oral est un écosystème complexe, constitué majoritairement de bactéries, et dans une moindre mesure, de virus (essentiellement bactériophages), de champignons, d'archées³ (initialement dénommées archéobactéries) et de protozoaires (*Figure 1-A*, page 2).

Les bactéries orales constituent la deuxième communauté bactérienne de l'organisme après l'intestin, mais reste la première pour la diversité bactérienne. Selon les données de l'*Human Oral Microbiome Database* (HOMD), plus de 750 espèces de bactéries y ont été répertoriées dont seulement 54 % sont actuellement identifiées et 14 % cultivées. Les principaux phyla⁴ bactériens identifiés au niveau oral sont les *Firmicutes*, *Proteobacteria*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria* et *Fusobacteria*.

Habitats bactériens et mosaïques écologiques

L'*HOMD program* a identifié 9 compartiments ou écosystèmes bactériens au niveau de la cavité orale :

- 1 muqueuse buccale,
- 2 gencive kératinisée,
- 3 palais dur,
- 4 langue,
- 5 amygdales palatines,
- 6 gorge,
- 7 salive,
- 8 plaques dentaires sous-gingivales,
- 9 plaques dentaires supra-gingivales.

¹ Ensemble des micro-organismes oraux

² Ensemble des bactéries orales

³ Organismes unicellulaires sans noyau et ni organelle distincts des bactéries et initialement dénommées archéobactéries

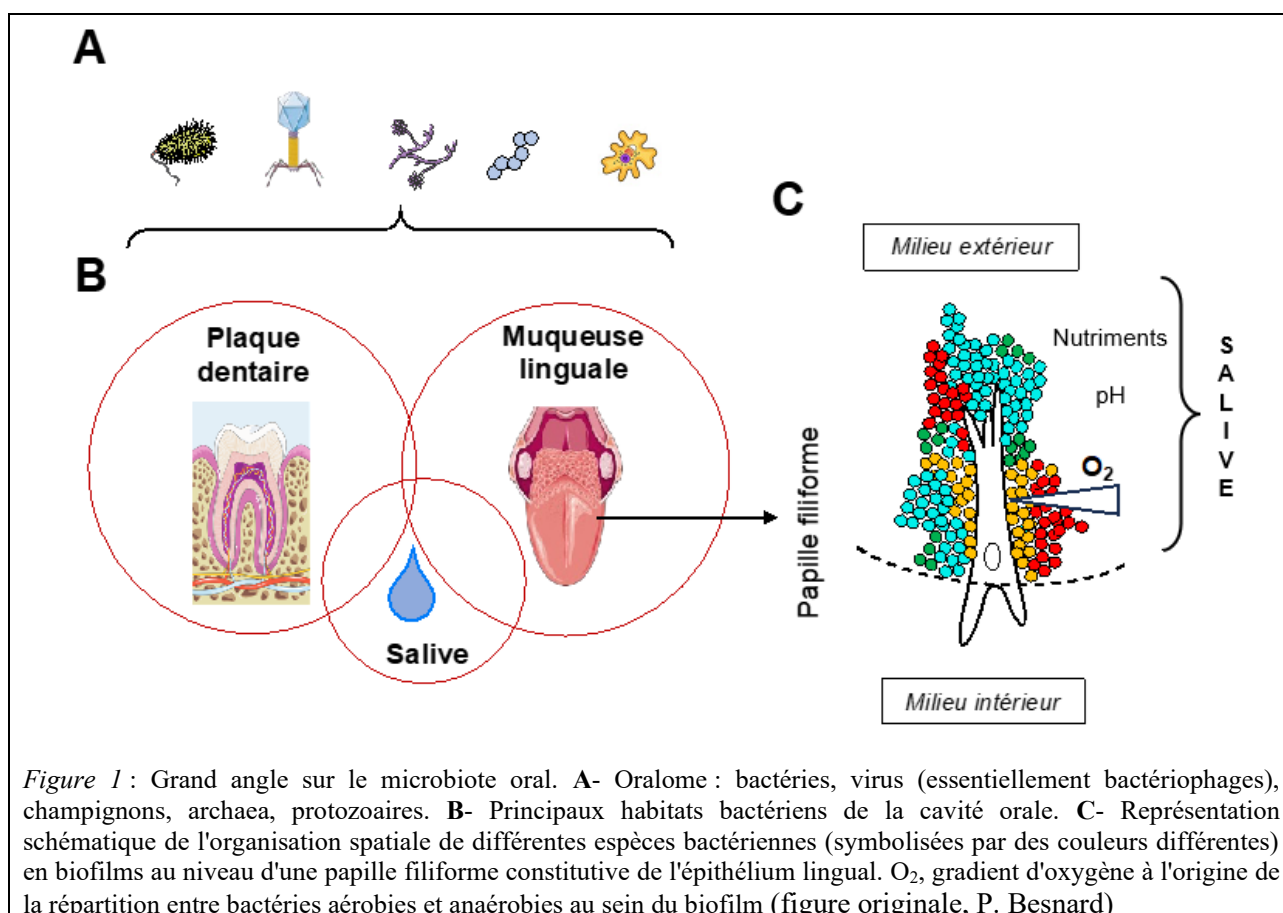
⁴ Le phylum (pluriel phyla) est le deuxième niveau de la classification des espèces, le premier étant le règne

Les habitats majeurs concernant la charge bactérienne sont les surfaces dentaires, la partie dorsale de la langue et la salive. Celle-ci peut contenir jusqu'à un milliard de bactéries par millilitre, pour une production salivaire de 0,7 à 1,5 litres/jour, et sert de communication entre ces différents compartiments (*Figure 1-B*).

Chacun de ces habitats abrite des communautés bactériennes distinctes, en raison de micro-environnements spécifiques dépendant :

- de la disponibilité en nutriments et en oxygène,
- de la fréquence et de l'importance du stress mécanique (brossage des dents voire de la langue, mastication),
- et des caractéristiques salivaires (composition, flux, pH).

Il en résulte, au niveau dentaire et lingual, une géographie bactérienne complexe, présentant une organisation spatiale en biofilms⁵ formant une architecture multicouche où sont co-agrégées dans une matrice d'exopolysaccharides des communautés aérobies et anaérobies [2] (*Figure 1-C*).



Les mécanismes moléculaires à l'origine de l'organisation de ces biofilms, ont été progressivement décryptés : des glycoprotéines⁶ salivaires régulent la fixation de différentes espèces bactérienne aux surfaces buccales, en stimulant ou en bloquant leur adhérence. Une fois en place, la sécrétion et la détection de molécules informatives – appelées auto-inducteurs – comme les N-acyl-homosérine lactones ou les *auto-inducing peptides*, permettent d'adapter la croissance des colonies bactériennes aux conditions environnementales, tout en facilitant la synchronisation inter-espèces à l'origine de la structuration du biofilm en mosaïque.

Appelé *quorum sensing*, ce système de communication est non seulement impliqué dans la modulation de l'expression de gènes contrôlant la densité des communautés bactériennes constitutives du biofilm, mais aussi dans la réponse immunitaire de l'hôte à la présence de bactéries pathogènes[3].

⁵ Ecosystème constitué d'un ensemble de micro-organismes

⁶ Protéine dont la structure comporte un ou plusieurs enchaînements glucidiques

Relations bactéries-hôte

Bien que l'essentiel des bactéries orales soit en symbiose avec l'hôte (c'est l'eubiose), certaines espèces se distinguent par leur activité potentiellement délétère quand elles sont en proportion inadéquate (c'est la dysbiose). Ce phénomène intervient quand il y a une rupture homéostatique, qui peut être d'origine environnementale ou génétique. Ces bactéries deviennent alors néfastes pour l'écosystème local et plus généralement pour la santé de l'hôte.

L'eubiose

L'eubiose est un état caractérisé par :

- une grande diversité des espèces constitutives des biofilms,
- une redondance fonctionnelle,
- une stabilité avec le maintien de la composition et de la localisation des différentes communautés bactériennes.

Il existe un équilibre dynamique entre les bactéries symbiotiques et l'hôte en raison d'un système de communication bidirectionnel complexe, à l'origine de bénéfices réciproques (Figure 2-A).

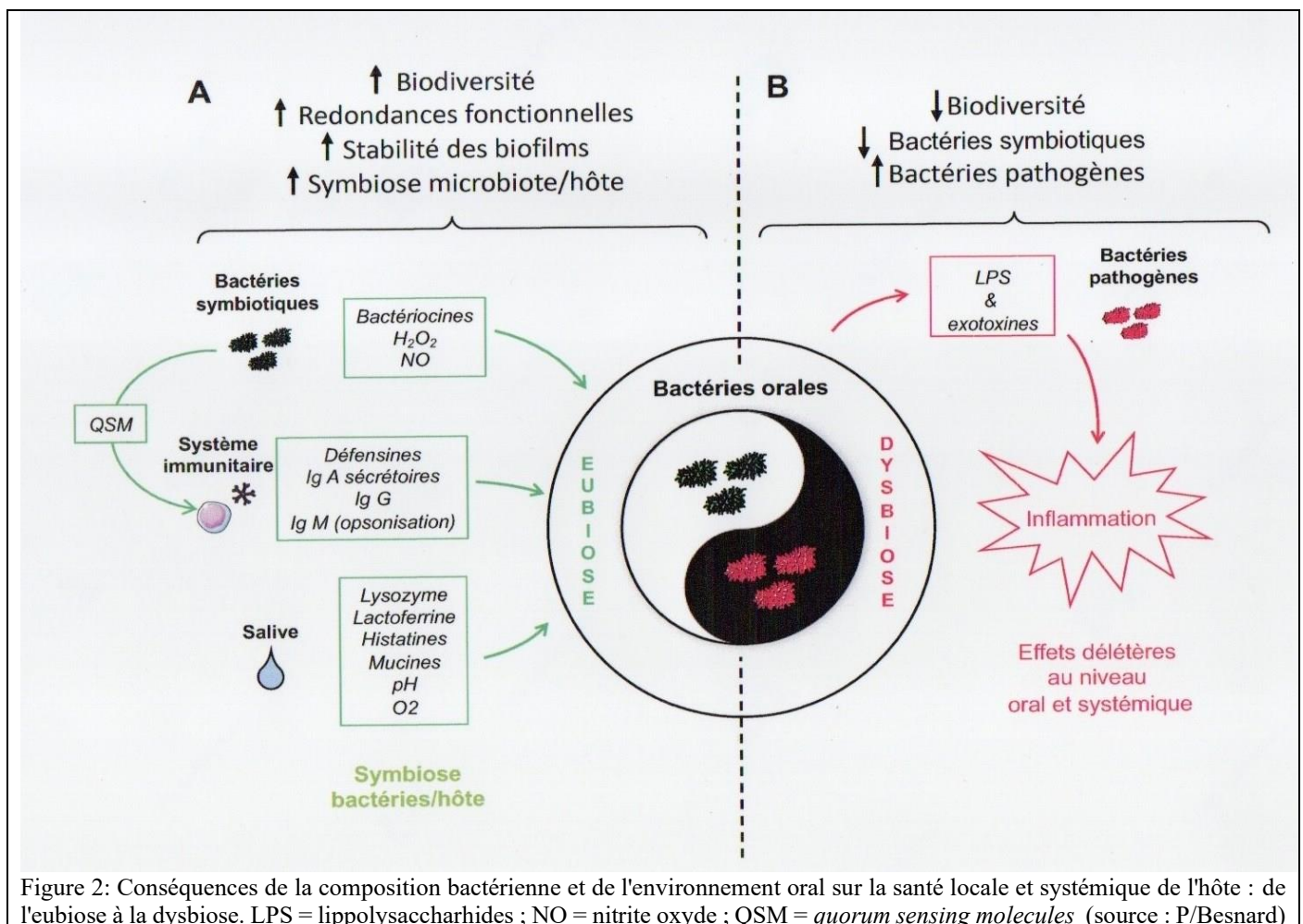


Figure 2: Conséquences de la composition bactérienne et de l'environnement oral sur la santé locale et systémique de l'hôte : de l'eubiose à la dysbiose. LPS = lipopolysaccharhides ; NO = nitrite oxyde ; QSM = *quorum sensing molecules* (source : P/Besnard)

Les bactéries profitent d'un environnement propice à leur croissance (nutriments, température, oxygène). En contrepartie, elles renforcent le système de défense de l'hôte en entretenant la vigilance immunitaire locale vis-à-vis de pathogènes. En effet, on trouve chez l'hôte des récepteurs d'auto-inducteurs bactériens au niveau de cellules impliquées dans l'immunité innée (monocyte/macrophages, neutrophiles), ce qui se traduit notamment par la production de peptides⁷ anti-microbiens (défensines) et d'anticorps réduisant l'adhésion des micro-organismes (immunoglobulines-A) et aussi contrôlant de la croissance de pathogènes (immunoglobulines-G et M). Les bactéries symbiotiques elles-mêmes peuvent participer à la résistance de la colonisation de l'hôte, en sécrétant des molécules bioactives (bactériocines, H₂O₂, NO) limitant l'expansion

⁷ Petite molécule ou fragment de protéine ou enchaînement linéaire d'acides aminés, présent à l'état naturel dans l'organisme

des bactéries pathogènes. L'existence au niveau salivaire d'une large gamme de composants antimicrobiens (lysozyme, lactoferrine, histatines, défensines et IgA sécrétoires) renforce ce statut symbiotique.

La dysbiose

Ce phénomène est la conséquence d'une rupture homéostatique au sein du biofilm. Elle se traduit par une chute de la diversité bactérienne, associée à une augmentation de l'abondance de certaines espèces pathogènes opportunistes comme :

- *P gingivalis* et *F nucleatum* qui sont notamment à l'origine d'atteintes des tissus de soutien des dents (parodonte),
- les bactéries cariogènes comme *S mutans*.

La dysbiose se traduit par un environnement pro-inflammatoire dû aux lipopolysaccharides (LPS) des membranes externes de certaines bactéries Gram-négatives (endotoxines) et par la libération de métabolites⁸ solubles (exotoxines) qui, en activant l'inflammation, perturbent le fonctionnement des cellules de l'hôte et provoquent l'apparition de pathologies locales et systémiques (*Figure 2-B*).

Cependant, le point de bascule entre eubiose et dysbiose est difficilement standardisable,

- en raison des multiples variables intrinsèques (âge, genre, indice de masse corporelle, génétique, réactivité immunitaire, flux et composition salivaire) et extrinsèques (alimentation, hygiène orale, origine ethnique et géographique, statut socio-économique) influençant la composition,
- et par l'abondance des bactéries orales. Par exemple, les espèces *F Nucleatum*, *P Gingivalis* – considérées comme potentiellement pathogènes chez les populations occidentales industrialisées – sont présentes en quantité chez les chasseurs-cueilleurs, sans pour autant être associées à des pathologies orales ou systémiques ; ce phénomène est probablement dû à la différence des régimes alimentaires (pour plus de détails, voir la fiche 08.04.Q19 *Bactéries orales et santé*).

Ce qu'il faut retenir :

Parmi les micro-organismes colonisant la cavité orale, les bactéries sont largement majoritaires. Commensales ou opportunistes, elles sont organisées en biofilms multi-espèces communiquant – entre elles et avec les cellules de l'hôte – par l'intermédiaire d'un système informatif complexe, le *quorum sensing*.

Quand les conditions optimales sont réunies, ce système est symbiotique, contribuant ainsi à la santé de l'hôte (eubiose). En revanche, une rupture homéostatique au sein du biofilm favorise la prolifération de bactéries opportunistes (dysbiose) à l'origine de pathologies locales (caries, parodontite, cancer) et systémiques.

Pour en savoir plus :

JL Baker et al : *The oral microbiome: diversity, biogeography and human health's*, Nature Reviews Microbiology 2024, 22: 89-104

Références citées:

- [1] Turnbaugh PJ, Ley RE, Mahowald MA, Magrini V, Mardis ER, Gordon JI : *An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest*. Nature. 2006; 444:1027-31
- [2] Wilbert SA, Mark Welch JL, Borisy, GG. : *Spatial ecology of the tongue dorsum microbiome*. Cell reports 2020; 30:4003-4015.
- [3] Mukherjee S, Bassler BL. : *Bacterial quorum sensing in complex and dynamically changing environments*, Nat Rev Microbiol. 2019;176):371-82.

⁸ Substance organique formée au cours du métabolisme ou qui y participe