

POUR LA SCIENCE HORS-SERIE

Edition française de Scientific American

COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION DÈS MAINTENANT!



N° 108 (sept. 20)
réf. DO108



N° 107 (mai 20)
réf. DO107



N° 106 (févr. 20)
réf. DO106



N° 105 (nov. 19)
réf. DO105



N° 104 (juil. 19)
réf. DO104



N° 103 (avr. 19)
réf. DO103



N° 102 (fév. 19)
réf. DO102



N° 101 (nov. 18)
réf. DO101



N° 100 (août 18)
réf. DO100



N° 99 (mai 18)
réf. DO099



N° 98 (févr. 18)
réf. DO098



N° 97 (nov. 17)
réf. DO097

RETROUVEZ L'ENSEMBLE DES ANCIENS NUMÉROS SUR BOUTIQUE.POURLASCIENCE.FR/HORS-SERIE.HTML



À renvoyer accompagné de votre règlement à : Next2C – Service abonnements Pour La Science – 26 BD Président Wilson CS 40032 – 67085 Strasbourg CEDEX – email : pourlascience@abopress.fr



OUI, je commande des numéros de Pour la Science Hors-série, au tarif unitaire de 10,90 €.

1 / JE REPORTE CI-DESSOUS LES RÉFÉRENCES à 5 chiffres correspondant aux numéros commandés :

1^{re} réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 2^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 3^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 4^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 5^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 6^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €

TOTAL À RÉGLER _____ €

Offre valable jusqu'au 31/12/20 en France Métropolitaine. Pour une livraison à l'étranger, merci de consulter boutique.pourlascience.fr

Les informations que nous collectons dans ce bon de commande nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société Pour La Science. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. Pour la Science ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à Pour la Science. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

2 / J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Téléphone _____

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

3 / JE CHOISIS MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science

☐ Carte bancaire

N° _____

Date d'expiration _____

Clé (les 3 chiffres au dos de votre CB) _____

Signature obligatoire : _____

Groupe Pour la Science – Siège social : 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris Cedex 14 – Sarl au capital de 32000 € – RCS Paris B 311 797 393 – Siret : 311 797 393 000 23 – APE 5814 Z



PLUS SIMPLE, PLUS RAPIDE
ABONNEZ-VOUS SUR BOUTIQUE.POURLASCIENCE.FR



La bouche, siège de nombreuses communautés microbiennes dont notre santé dans son ensemble dépend.

L'ESSENTIEL

● La cavité buccale est composée de multiples niches écologiques où vivent plusieurs communautés microbiennes, l'ensemble formant le microbiote buccal.

● Les microorganismes sont organisés selon des architectures complexes. C'est

particulièrement vrai dans la plaque dentaire.

● Sans une bonne hygiène buccodentaire, le microbiote évolue défavorablement. Le déséquilibre, ou dysbiose, qui en résulte est le prélude à différentes pathologies, de la carie à la parodontite.

LES AUTEURS



ÉMILE BOYER est assistant hospitalo-universitaire au CHU de Rennes.



MARTINE BONNAURE-MALLET est professeuse à l'UFR d'odontologie Inserm-Inra, à l'université Rennes 1, et praticienne hospitalière au CHU de Rennes.



VINCENT MEURIC est maître de conférences à l'université Rennes 1 et praticien hospitalier au CHU de Rennes.

Le microbiote fait la fine bouche

Notre bouche abrite quantité de bactéries réparties en plusieurs zones qui sont autant d'écosystèmes. L'équilibre de cette flore, le microbiote buccal, est fragile et doit être maintenu : la bonne marche de tout notre corps en dépend. À vos brosses à dents !

L

es messages adressés aux enfants dès la maternelle sont formels, un bon brossage des dents, plusieurs fois par jour, est indispensable à une bonne hygiène buccodentaire. Mais pourquoi ? L'essentiel de l'opération consiste à enlever la plaque dentaire, un dépôt blanchâtre hébergeant de nombreux microorganismes notamment des bactéries dont l'accumulation peut conduire à des désordres allant de la carie à la maladie parodontale grave. La plaque

est l'une des diverses niches écologiques où, dans la bouche, vivent des bactéries. L'ensemble de ces écosystèmes constitue le microbiote buccal, une flore dont on découvre depuis peu les ressorts. Quelque dix milliards de bactéries seraient présentes dans notre bouche, environ cent fois moins que dans l'intestin. D'où viennent-elles ?

La mise en place précoce de ce microbiote buccal pose les bases de la santé buccodentaire en devenant de la même façon que celle du microbiote intestinal dans la petite enfance influe sur la santé d'un individu toute sa vie durant. Au-delà de ce parallèle, existe-t-il des liens entre les flores de l'intestin et de la bouche ? Oui, particulièrement au moment de l'installation du microbiote buccal. De fait, les bactéries qui colonisent initialement l'intestin passent par la cavité buccale, sans nécessairement s'y implanter.

L'origine du microbiote buccal chez les nouveau-nés reste toutefois mal connue, et l'on ignore encore quelle est la contribution du microbiote maternel à la colonisation précoce de la bouche néonatale. Ce processus dépend de nombreux facteurs intervenant pendant et

>

- après l'accouchement, la nature de ce dernier (césarienne ou voies basses) jouant aussi un rôle, comme observé dans les microbiotes intestinal et pulmonaire.

Plus étonnant, des travaux récents ont montré que la colonisation du fœtus commencerait *in utero*. Alors que l'on imaginait le fœtus se développer dans un environnement stérile avant de rencontrer des bactéries au moment de l'accouchement, des microorganismes et leur ADN ont été détectés dans le placenta, le liquide amniotique et le sang du cordon ombilical. Cependant, ces études ne sont pas encore assez concluantes, et la présence d'un microbiote intra-utérin reste un sujet controversé. Aujourd'hui, le scénario faisant autorité stipule que, sans complication pendant la grossesse, la colonisation microbienne commence après la rupture de la membrane amniotique.

Par la suite, l'entourage échange des microorganismes avec le bébé. Ainsi, 85% des microbiotes buccaux de la mère et du nourrisson seraient communs pendant les premiers mois de vie. Avant l'apparition des premières dents, des bactéries aérobies à forte affinité pour les cellules

épithéliales, comme *Streptococcus salivarius* et *mitis*, colonisent les muqueuses de la cavité buccale. La colonisation par *S. salivarius* est favorisée par les premiers sucres ingérés. La présence des streptocoques favorise également l'installation des *Veillonella* et des *Lactobacillus*, ces derniers étant parfois acquis dès l'accouchement.

Puis viennent les dents! Vers 6 mois, les surfaces dentaires sont colonisées par des espèces bactériennes équipées en molécules nécessaires pour adhérer à l'émail, le composé minéral de la couronne des dents. Ces espèces, souvent nouvelles, s'associent à celles qui auparavant n'étaient qu'en transit et étaient ingérées.

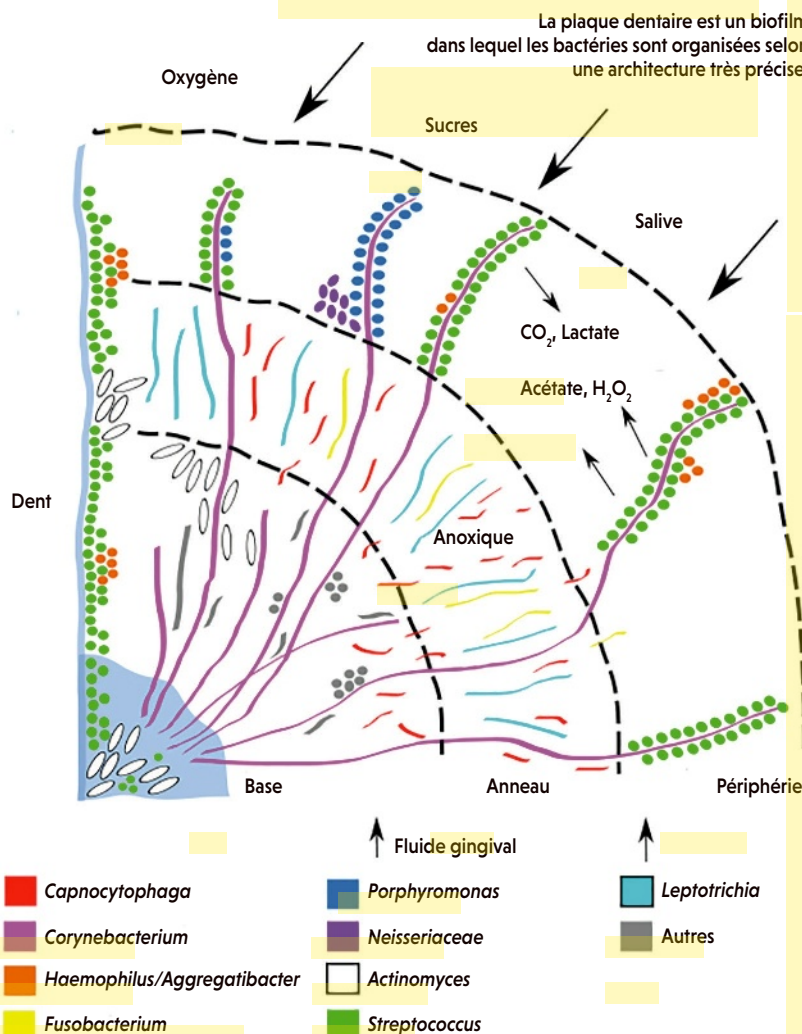
CHACUN SA NICHE

Surtout que de nouvelles niches écologiques, dentaires et péri-dentaires, sont créées: le sillon à la base de la dent, la pseudo-poche de la dent en cours d'éruption, laquelle peut contenir du sang, les dépressions à la surface des dents... Elles s'ajoutent à la langue avec sa face dorsale hérissée de papilles, les gencives et le palais recouverts d'un épithélium kératinisé, les versants internes des lèvres et des joues, ainsi que le plancher de la bouche. Chacune de ces niches, dotée de caractéristiques physicochimiques propres (acidité, teneur en oxygène, température...), abrite un microbiote singulier, lui-même évoluant, notamment avec l'alimentation. Parfois séparés d'à peine quelques millimètres, mais distincts, ces écosystèmes sont le lieu d'échanges permanents. Au final, le microbiote buccal serait acquis à l'âge de 2 ans, alors que seize à vingt dents de lait ont percé, et resterait quasiment stable toute la vie.

Une particularité de ce microbiote est d'être en permanence au contact de liquides, la salive d'une part, mais aussi d'un fluide moins connu, le liquide du sillon gingivodentaire, ce petit espace de 2 millimètres de profondeur entre la dent et la gencive. Riche en protéines, notamment des anticorps, il est sécrété par les tissus. Ce milieu «aquatique» favorise la dispersion des microorganismes et de leurs métabolites. Les genres les plus fréquents, et souvent les plus abondants, sont *Streptococcus*, suivi des *Prevotella*, *Haemophilus*, *Neisseria* et des *Veillonella*. Ensemble, ils constituent le «noyau» du microbiote, celui que l'on retrouve le plus couramment chez tout individu.

Ces bactéries résidentes s'installent en symbiose avec l'hôte et ont à la fois une activité pro- et anti-inflammatoire, cruciales pour le maintien de l'homéostasie. La salive et le fluide gingival fournissent des nutriments pour la croissance microbienne, mais contiennent également des composés antimicrobiens. Cette dichotomie de l'écosystème buccal, nourricier et hostile, est nécessaire au développement d'un microbiote équilibré, garant du maintien d'un bon état de santé.

À l'inverse, un déséquilibre de la diversité ou dans les proportions relatives des espèces



microbiennes, est souvent associé à état pathologique (on parle de «dysbiose»). Aujourd'hui, on admet que des bactéries considérées historiquement comme pathogènes puissent coloniser la cavité buccale sans occasionner de maladie si leur nombre reste limité et contenu par un microbiote en symbiose avec l'hôte.

Le noyau microbien est susceptible de varier sous l'effet de plusieurs paramètres. Ainsi, des changements physiologiques transitoires et réversibles, par exemple les changements hormonaux de la puberté et de la grossesse, affectent l'équilibre des espèces au sein des communautés bactériennes. Le dysfonctionnement des glandes salivaires, une mauvaise hygiène buccale, une inflammation gingivale... peuvent aussi entraîner une dysbiose.

Plusieurs études tentent d'identifier les espèces impliquées dans ces perturbations. Ainsi, le genre *Neisseria* serait associé à un parodontite sain alors que les genres *Prevotella* et *Veillonella* seraient plus abondants dans les cas de maladies parodontales. Toutefois, plusieurs auteurs estiment qu'il s'agit d'une approximation sommaire et qu'en aucun cas ces genres ne peuvent être utilisés à des fins diagnostiques. Pour y parvenir, le niveau d'analyse taxonomique devrait descendre jusqu'à l'espèce.

En 2018, Jesse Willis, de l'institut des sciences et des technologies de Barcelone, en Espagne, et ses collègues ont montré que l'hygiène buccodentaire, les habitudes alimentaires mais aussi la qualité de l'eau de boisson influent notablement sur la composition des microbiotes buccaux. Dans cette étude, les microbiologistes en arrivent également à définir des «stomatotypes», c'est-à-dire des compositions particulières en microorganismes, équivalents aux entérotypes déterminés pour le microbiote intestinal. Cependant, cette idée ne fait pas consensus, car la multiplicité des niches écologiques, celle des variables liées aux prélèvements et l'amplitude des paramètres de l'analyse des données informatiques rendent les comparaisons difficiles.

AU CŒUR DE LA PLAQUE

Relevant de la dysbiose dont elle est un des premiers stades, la plaque dentaire est une niche écologique du microbiote buccal particulièrement complexe. Ce dépôt blanchâtre que le brossage des dents s'obstine à éliminer, est un biofilm, c'est-à-dire une communauté de microorganismes réunis au sein d'une matrice protectrice et adhérente à une surface, ici celle des dents. Cette plaque abrite des levures, des protozoaires, des virus et, les plus étudiées, des bactéries, qui se développent dans une structure formée de biopolymères, principalement des polyosides, des protéines

notamment salivaires et des acides nucléiques, excrétés par certains des microorganismes à divers moments de leur cycle.

Cette matrice, fortement hydratée, permet la survie des microorganismes et favorise leur développement en piégeant les nutriments. L'organisation élaborée de cette niche ne doit rien au hasard et résulte des affinités des différents «habitants». Qui plus est, le biofilm évolue en fonction des conditions physicochimiques externes et des métabolismes microbiens: il voit se succéder différentes flores au cours de son développement.

Au niveau de la surface dentaire, la plaque naît sur une pellicule exogène constituée essentiellement de protéines d'origine salivaire. Celles-ci sont reconnues par des protéines bactériennes, les adhésines. Attachées à cette surface, les bactéries pionnières comme *Streptococcus* et *Actinomyces* s'organisent en microcolonies, poursuivent leur multiplication et leur croissance, et sécrètent une matrice extracellulaire. L'ensemble offre un environnement favorable pour l'adhérence de nouvelles espèces. Une dynamique s'installe, et si aucune action mécanique (comme le brossage dentaire) ne vient l'entraver, le biofilm croît en trois dimensions et abrite toujours plus d'espèces bactériennes, protégées au moins partiellement d'éventuels antibiotiques ou antiseptiques.

Cette organisation tridimensionnelle influe sur la physiologie et l'écologie de la communauté bactérienne, et pèse notamment, nous le verrons, sur leurs effets sur la santé. Ainsi, la proximité, voire un contact entre deux microorganismes, peut modifier sensiblement leur physiologie, par exemple en conférant à une bactérie anaérobie la capacité de survivre dans un environnement aérobie. La compréhension de la biologie des acteurs centraux de la plaque dentaire passe donc par l'identification des voisins avec lesquels ils interagissent et l'analyse du milieu (sillon gingivodentaire, telle ou telle surface dentaire...).

DU MAÏS DANS LA BOUCHE

Depuis l'avènement du séquençage, la caractérisation des microbiotes humains, dont le buccal, a beaucoup progressé. De fait, on dispose aujourd'hui du séquençage d'échantillons de biofilms supra- et sous-gingival. Les données révèlent que le premier est composé principalement de bactéries dites «à Gram positif» (cela renvoie à une technique de coloration) aérobies, alors que les anaérobies à Gram négatif dominent le second, en particulier chez les personnes atteintes d'une maladie parodontale. Cependant, les similitudes entre les deux microbiotes sont plus importantes que leurs différences lorsqu'il s'agit d'individus en bonne santé. ➤

**LE MICROBIOTE
BUCCAL SERAIT
ACQUIS À L'ÂGE DE
2 ANS ET RESTERAIT
QUASIMENT STABLE
TOUTE LA VIE**