



LE QUORUM SENSING BACTÉRIEN : LE PLUS ANCIEN LANGAGE SUR TERRE

Bonnie L. Bassler ^{1,2*}, **E. Peter Greenberg** ³ et **Michael R. Silverman** ^{4,5}

¹Département de Biologie Moléculaire, Université de Princeton, Princeton, NJ, États-Unis

²Institut médical Howard Hughes, Chevy Chase, MD, États-Unis

³Département de Microbiologie, Université de Washington, Seattle, WA, États-Unis

⁴Chercheur émérite, Institut Agouron, La Jolla, CA, États-Unis

⁵Professeur adjoint émérite, Institut Scripps d'Océanographie, Université de Californie à San Diego, San Diego, CA, États-Unis

Il y a quelques décennies, les scientifiques décrivaient les bactéries comme des créatures très simples ne communiquant pas entre elles et n'étant bonnes qu'à se multiplier. Récemment, ils ont réalisé que c'était bien loin de la vérité ! Les bactéries communiquent entre elles en utilisant un langage appelé « quorum sensing ». Figure toi que le quorum sensing est le tout premier réseau social ! Dans cet article, nous allons te parler de la découverte du quorum sensing et comment cette découverte a changé radicalement notre compréhension du monde microbien. Nous t'expliquerons aussi comment nos nouvelles connaissances sur ce phénomène peuvent aider les médecins à traiter des infections bactériennes dangereuses pour les humains. Accompagne-nous dans ce voyage à la découverte du langage fascinant des bactéries et des bénéfiques qu'il peut apporter aux humains.

Bonnie Bassler, Michael Silverman et E. Peter Greenberg ont reçu le prix international Gairdner du Canada en 2023 pour leurs découvertes sur la manière

dont les bactéries communiquent entre elles et avec les cellules non bactériennes environnantes, ce qui permet de mieux comprendre le comportement des microbes et ouvre des perspectives intéressantes pour la mise au point de nouveaux médicaments contre les maladies infectieuses.

Résumé graphique de l'article.

(1) Certaines bactéries produisent de la lumière uniquement lorsqu'elles sont entourées par des bactéries de la même espèce. Les chercheurs ont émis l'hypothèse que ces bactéries produisent des "mots chimiques" pour communiquer; ces auto-inducteurs s'accumulent dans leur environnement et induisent la production de lumière lorsque leur concentration est suffisante.

(2) Les bactéries utilisent des auto-inducteurs pour communiquer avec d'autres bactéries de la même espèce ou d'espèces différentes, des virus et des cellules eucaryotes.

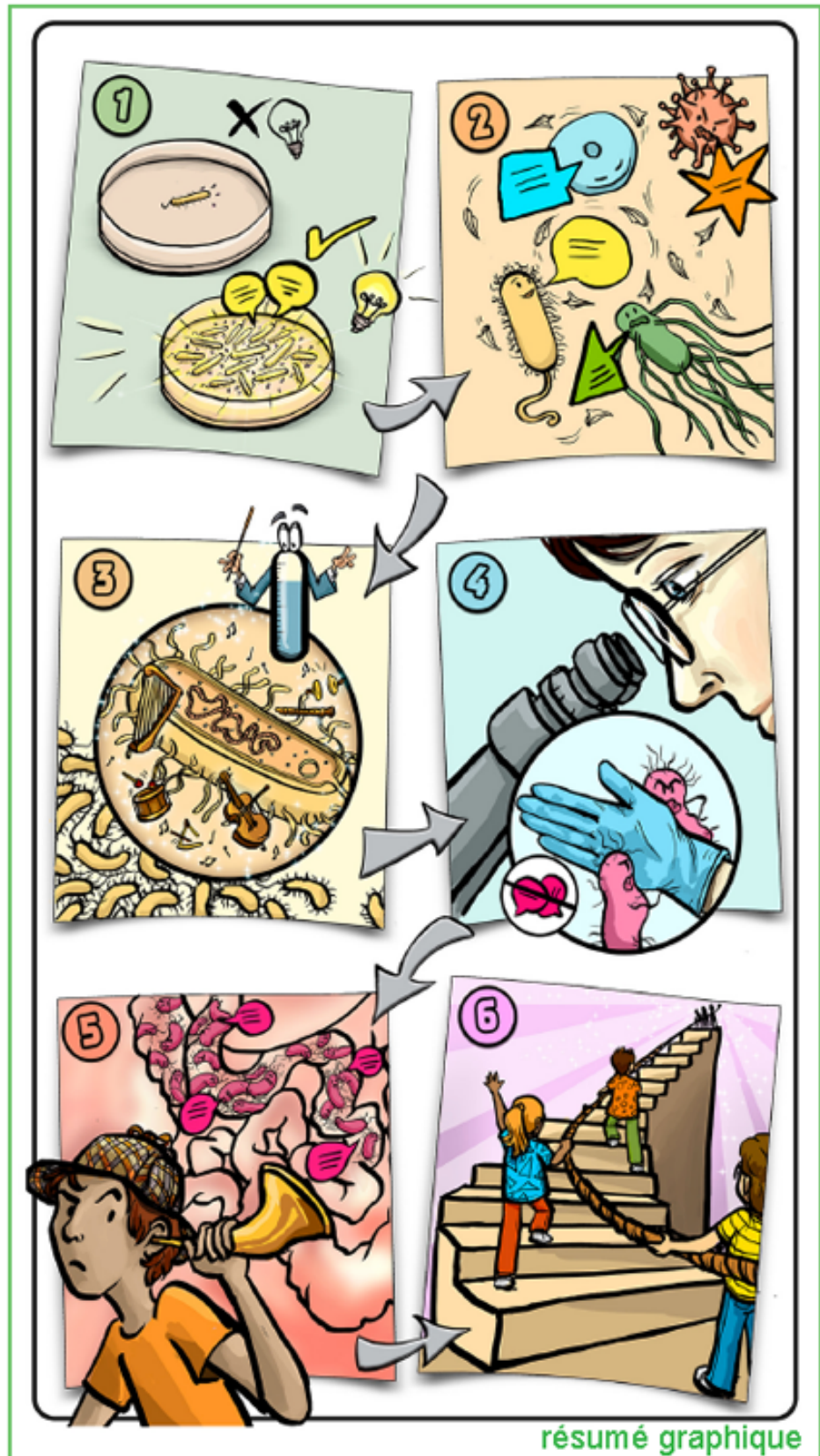
(3) Cette communication des bactéries, appelée quorum sensing, est orchestrée par un ensemble de gènes de la bactérie qui s'expriment ou pas en réponse au signal.

(4) Des chercheurs sont en train de développer de nouveaux traitements d'infections bactériennes qui la communication des bactéries nocives.

(5) Connaître le quorum sensing permet d'espionner la communication entre les bactéries qui colonisent le corps humain.

(6) Il a fallu plusieurs dizaines d'années et de nombreuses étapes pour en arriver où nous en sommes et toi aussi, tu en es capable !

Illustration par : Iris Gat.



DES BACTÉRIES LUMINEUSES RÉVÈLENT UN LANGAGE ANCIEN

BIOLUMINESCENT. Mot appliqué à un organisme vivant qui produit et émet de la lumière.

AUTO-INDUCTEUR. Substance chimique utilisée par les bactéries pour communiquer et permet aux bactéries de dénombrier les autres bactéries et autres organismes dans leur environnement.

* Michael Silverman

VIRULENCE. Capacité d'une bactérie (et d'autres micro-organismes) à se multiplier et provoquer des dommages à l'organisme qu'elle infecte.

QUORUM SENSING. Mode de communication des bactéries utilisant des substances chimiques appelées auto-inducteurs. Le quorum sensing est responsable d'une réponse de groupe chez les bactéries comme la bioluminescence ou la virulence.

Notre histoire commence avec une minuscule bactérie luminescente. Dans les années 1970, Ken Nealson et Woody Hastings ont découvert qu'une bactérie marine **bioluminescente**, appelée *Vibrio fischeri* n'émettait de la lumière que lorsque de nombreuses bactéries de cette espèce sont proches les unes des autres [1]. Ces chercheurs ont aussi remarqué que, lorsque les bactéries *V. fischeri* sont très nombreuses, elles émettent toutes de la lumière en même temps. Ils ont alors fait l'hypothèse que les bactéries produisaient une substance chimique, qu'ils ont appelée **auto-inducteur** et que lorsqu'il y a assez de bactéries suffisamment proches les unes des autres qui produisent cet auto-inducteur, la concentration de celui-ci est assez élevée pour allumer la lumière. C'était une idée radicalement nouvelle car elle signifiait que les bactéries communiquaient entre elles alors que jusque là, on les considérait comme des organismes solitaires qui n'avaient aucun moyen de communication.

Suite à cette découverte, nous avons tous les trois (Peter, Mike* et Bonnie) travaillé pendant quelques dizaines d'années pour révéler les secrets de la communication des bactéries et prouver que Ken Nealson et Woody Hastings avaient raison (**Encadré 1**). Les bactéries communiquent en permanence et partagent des informations étonnamment complexes à leur sujet et celui de leur environnement – pas seulement l'une avec l'autre mais aussi avec d'autres cellules et organismes.

Encadré 1 : Nos principales découvertes sur la communication bactérienne.

Au début des années 1980, Mike et ses collaborateurs ont découvert les gènes responsables de la bioluminescence chez *Vibrio fischeri* (**Figure 1A**) [2]. Cette bioluminescence permet à ces bactéries qui vivent dans une seiche nocturne de la protéger (et en même temps de se protéger elles-mêmes) des prédateurs qui ne voient plus les seiches. Ils ont montré que si ces gènes sont transférés dans le génome d'une autre espèce de bactéries, celles-ci devenaient également bioluminescentes ! Plus tard, pour étudier ce phénomène de communication bactérienne, Peter a transféré les gènes découverts par Mike et ces collaborateurs à des bactéries couramment utilisées en recherche nommées *Escherichia coli* [3]. Il a alors montré que d'autres bactéries communiquent ainsi et même que ce type de communication est responsable de la **virulence** d'une bactérie appelée *Pseudomonas aeruginosa*, responsable d'infections respiratoires dangereuses pour les personnes atteintes de mucoviscidose (**Figure 1B**). En 1994, Peter et ses collaborateurs ont inventé le terme **quorum sensing** (détection du quorum) pour décrire la communication bactérienne via des signaux chimiques ; ils se sont inspirés du terme *quorum*, qui désigne le nombre minimal de personnes qui doivent assister à une réunion importante. Bonnie, qui a rejoint le laboratoire de Mike en 1990, a étudié une autre bactérie bioluminescente *Vibrio harveyi* et trouvé que cette bactérie utilise deux sortes d'auto-inducteurs : un auto-inducteur qui lui permet de communiquer avec d'autres bactéries de son espèce et un autre auto-inducteur qui s'est avéré être un langage « universel » partagé par de nombreuses espèces de bactéries [4, 5] (**Figure 1C**). Bonnie a

découvert par la suite d'autres types d'auto-inducteurs et le fait que les bactéries les utilisent non seulement pour communiquer avec d'autres bactéries mais également avec d'autres microbes, y compris avec des virus [6]. Elle a ensuite découvert qu'en interférant avec le quorum sensing, on peut soigner certaines infections bactériennes chez des animaux [7].

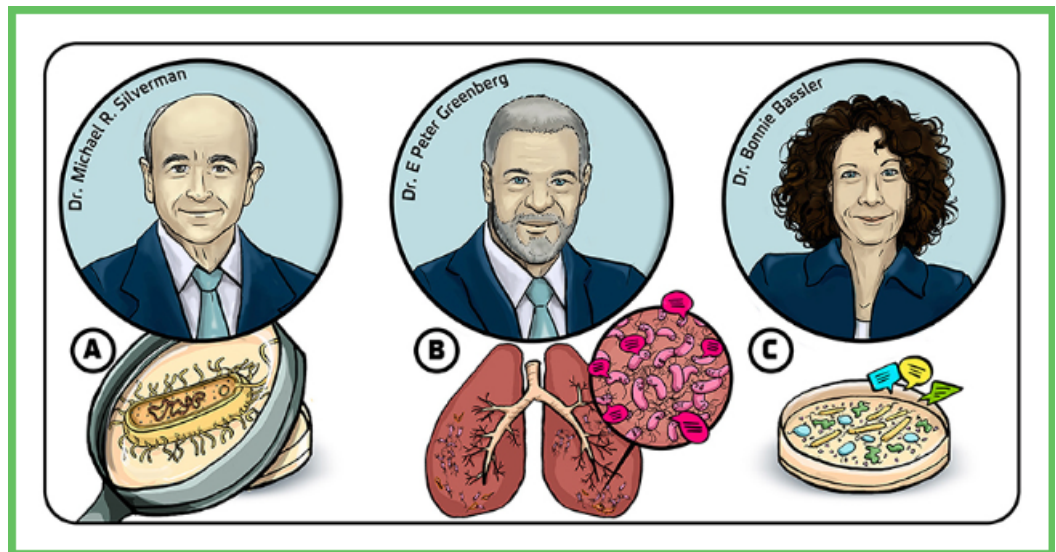


Figure 1. Découvertes principales des Dr. Silverman, Greenberg et Bassler. (A) découverte des gènes responsables de la bioluminescence chez *Vibrio fischeri*. (B) identification et étude du quorum sensing chez *Pseudomonas aeruginosa*, responsable d'infections pulmonaires humaines. (C) découverte d'une variété d'auto-inducteurs – qui permet de communiquer au sein d'une même espèce mais aussi avec d'autres espèces de bactéries et des virus. Illustration par : Iris Gat.

LE QUORUM SENSING : LE TOUT PREMIER MOYEN DE COMMUNICATION AU MONDE

On pense que les bactéries sont les plus anciens organismes vivant sur Terre. Elles ont entre 1500 et 7500 gènes dont 600 peuvent être contrôlés par le quorum sensing. Cela signifie qu'une partie du génome, importante chez certaines bactéries, est comme un orchestre dirigé par le quorum sensing. Dans un orchestre, le chef ne veut pas que tous les instruments jouent en même temps – à un moment donné, c'est le tour des violons et à un autre moment les cuivres s'y ajoutent. Il en va de même dans l'orchestre des bactéries : certains gènes « instruments » sont activés par une concentration donnée d'auto-inducteur et peuvent « arrêter de jouer » si la concentration change, ils s'éteignent.

Le quorum sensing est le tout premier moyen de communication qui s'est développé sur Terre. C'est aussi le tout premier comportement social observé sur Terre. Les bactéries sont si petites qu'elles ne peuvent pas faire grand-chose si elles sont isolées. Mais lorsqu'elles envoient des signaux qui les renseignent sur le nombre de bactéries qui les entourent et sur les liens qui les unissent, elles se comportent davantage comme un organisme pluricellulaire.

EUCARYOTE. Organisme dont les cellules ont un noyau.

Nous savons aujourd'hui qu'il y a au moins quatre types d'auto-inducteurs ou « mots chimiques » dans le langage du quorum sensing (Figure 2). Un de ces types est spécifique à une espèce donnée de bactéries et lui permet de communiquer avec les autres bactéries de la même espèce (Figure 2A). En utilisant cet auto-inducteur, une bactérie dit à une autre « tu es ma sœur jumelle ». Un autre type d'auto-inducteur est produit par des espèces bactériennes qui sont proches génétiquement (mais pas identiques) et il signifie « nous sommes apparentées ». Un troisième type d'auto-inducteur est produit par de nombreuses espèces de bactéries et signifie « je suis une bactérie » (Figure 2B). Il est utilisé pour communiquer avec d'autres espèces de bactéries, même éloignées génétiquement. Nous pensons que les bactéries sont capables de compter le nombre de bactéries présentes dans leur environnement. En utilisant à la fois ce troisième type d'auto-inducteur et le premier, une bactérie peut même en déduire si son espèce est majoritaire ou minoritaire en faisant le rapport entre la quantité d'auto-inducteur « jumelle » et celle de l'auto-inducteur « bactérie ». Le dernier type d'auto-inducteur découvert comprend deux molécules : l'une dit « tu es un eucaryote » (Figure 2C) et l'autre « tu es un virus » (Figure 2D). Ainsi, en utilisant ces cinq « messages », les bactéries sont capables de reconnaître les bactéries de son espèce, savoir si d'autres espèces bactériennes l'entourent et identifier d'autres types d'organismes.

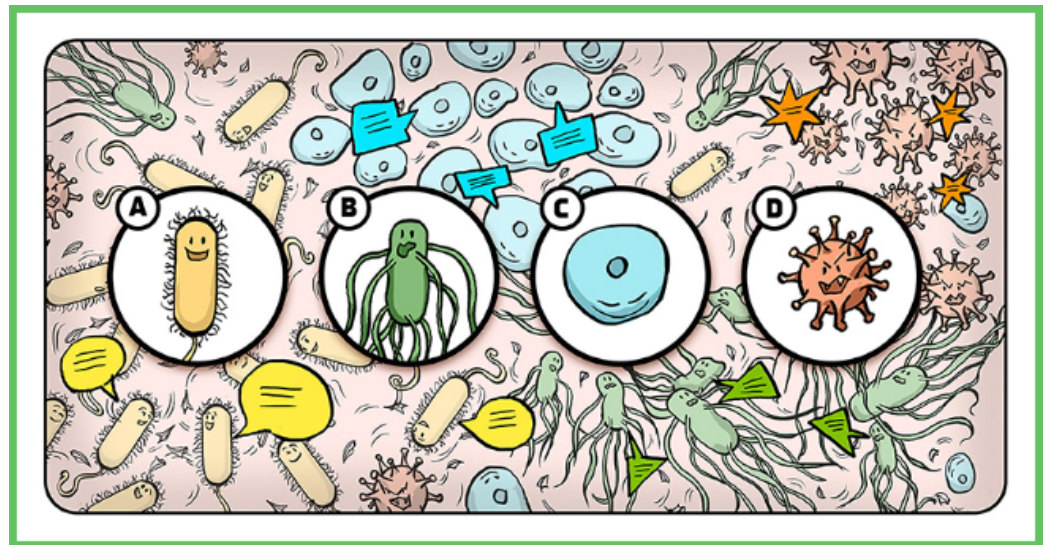


Figure 2. Les quatre types de messages des bactéries. Grâce au quorum sensing les bactéries communiquent (A) avec d'autres membres de la même espèce de bactéries (message jaune), (B) d'autres espèces de bactéries (message vert), (C) des cellules eucaryotes (message bleu) et (D) des virus (message orange). Les bactéries, cellules eucaryotes et virus ne sont pas représentés à l'échelle. Illustration par : Iris Gat.

DE NOUVEAUX ANTIBIOTIQUES ?

Le quorum sensing joue un rôle important en santé humaine car il est utilisé par des bactéries pathogènes (responsables de maladies). Les bactéries

BIOFILMS. Structure formée par une communauté de bactéries accolées les unes aux autres et à une surface, comme la paroi intestinale.

RÉSISTANCE À UN ANTIBIOTIQUE.

Caractéristique d'une bactérie qui n'est pas affectée par la présence d'un antibiotique et continue à se multiplier en sa présence.

pathogènes ont des gènes particuliers qui les rendent virulentes et ces gènes sont contrôlés par le quorum sensing. Certains de ces gènes, par exemple, aident les bactéries à former des communautés difficiles à éliminer appelées **biofilms** ; d'autres gènes leur permettent de libérer des toxines au bon moment pour une attaque efficace de leur hôte. Classiquement, les infections bactériennes sont traitées avec des antibiotiques qui tuent les bactéries ou arrêtent leur multiplication. Mais il y a des bactéries qui échappent à l'action des antibiotiques et ces bactéries dites **résistantes aux antibiotiques** survivent et continuent à se multiplier dans notre corps (pour en savoir plus sur la résistance aux antibiotiques, voir <https://kids.frontiersin.org/articles/10.3389/frym.2020.554493>). Y aurait-il un autre moyen de neutraliser les bactéries dangereuses ? Pourrait-on les rendre moins nocives en bloquant leur moyen de communication ?

Des scientifiques recherchent à l'heure actuelle de nouveaux antibiotiques qui empêcheraient les bactéries de détecter ou produire des auto-inducteurs et bloqueraient ainsi leur communication (**Figure 3**). Lorsque le quorum sensing est bloqué, les bactéries sont beaucoup moins nocives car elles ne peuvent plus coordonner leurs activités néfastes. Contrairement aux antibiotiques classiques, les substances qui interrompent le quorum sensing n'interfèrent pas avec la croissance des bactéries et ne les tuent pas ; les scientifiques espèrent qu'ainsi cela prendra beaucoup plus de temps pour sélectionner des bactéries résistantes aux antibiotiques ciblant le quorum sensing.

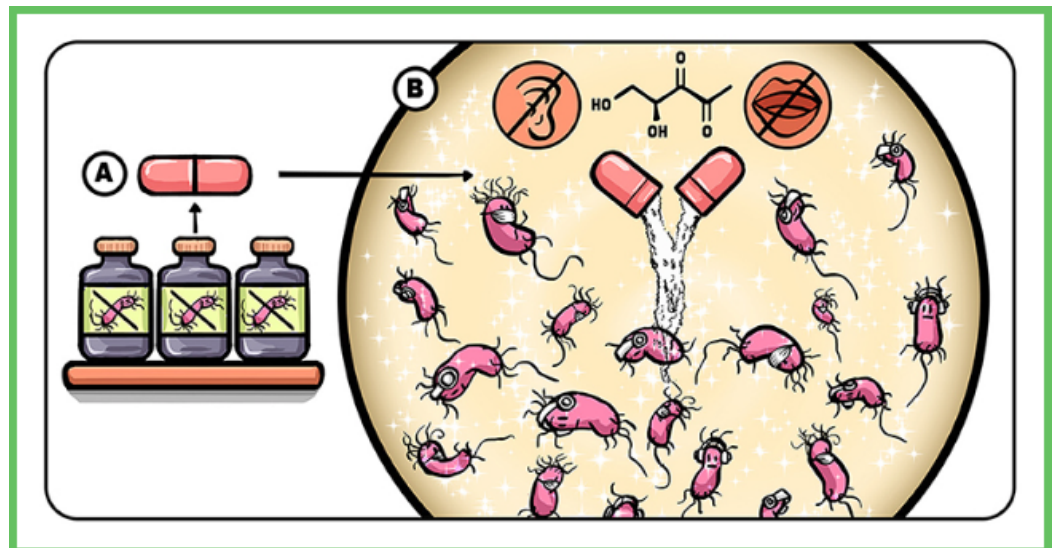


Figure 3. Nouveaux antibiotiques ciblant le quorum sensing. (A) Des chercheurs développent de nouveaux types d'antibiotiques ciblant le quorum sensing. (B) Ces antibiotiques interfèrent avec la capacité des bactéries à communiquer, soit en les rendant incapables de « parler » à d'autres bactéries (incapables de produire des auto-inducteurs) soit en les rendant incapables d'« entendre » ce que les autres bactéries leur disent (incapables de détecter les auto-inducteurs présents dans leur environnement). Illustration par : Iris Gat.

MICROBIOTE. Ensemble des micro-organismes vivant dans un environnement particulier, comme l'intestin humain par exemple.

QUE POUVONS-NOUS FAIRE D'AUTRE AVEC LE QUORUM SENSING ?

La recherche sur le quorum sensing progresse rapidement et nous continuons à découvrir de nouvelles molécules de quorum sensing aux propriétés très différentes. Ces molécules peuvent transmettre des informations beaucoup plus complexes qu'on ne le pensait au départ ! Un domaine d'études fascinant est celui de la communication entre bactéries du **microbiote** humain, qui correspond à la totalité des bactéries et autres microorganismes à la surface et à l'intérieur du corps humain [6]. Le microbiote humain peut communiquer avec notre corps et il est tellement important pour notre santé qu'il peut être considéré comme un organe – même s'il n'est pas constitué de cellules humaines. Le microbiote intestinal, par exemple, interagit avec le système immunitaire et même avec notre cerveau, pouvant ainsi influencer notre santé mentale. Nous aimerions pouvoir espionner les interactions entre les bactéries et entre les bactéries et d'autres microbes au sein du microbiote intestinal – comme des enquêteurs qui écoutent les appels téléphoniques de suspects. Cartographier les communications entre organismes du microbiote pourrait conduire à d'importantes découvertes sur la santé humaine.

Le quorum-sensing peut provoquer chez les bactéries la production de substances bénéfiques à la communauté lorsqu'elles sont très nombreuses. Mais il peut y avoir des tricheuses au sein d'une population de bactéries, c'est-à-dire des bactéries qui ne produisent pas une certaine substance en réponse au quorum sensing mais utilisent celles produites par les autres. Nous voulons également utiliser le quorum sensing pour étudier comment les communautés de bactéries coopèrent entre elles et comment elles font face aux « tricheuses » qui ne respectent pas les « règles ». Ces tricheuses, par exemple, ne produisent pas les substances qu'utilise toute la communauté mais continuent à les consommer. Elles sont alors en meilleure forme que celles qui coopèrent parce qu'elles profitent de ces substances nécessaires sans avoir à investir de l'énergie pour leur production. Mais alors, si tricher est si profitable, pourquoi les tricheuses ne deviennent-elles pas majoritaires dans la population ? Il s'avère que ces tricheuses n'activent pas les gènes du quorum sensing ce qui d'un côté leur évite de produire certaines substances nécessaires mais d'un autre côté, cela les rend vulnérables à une toxine libérée par la communauté de bactéries. Les bactéries qui coopèrent activent les gènes du quorum sensing et, parmi eux, un gène qui les protège de cette toxine ; elles sont donc moins affectées par son action. Voilà pourquoi la coopération se maintient dans la population de bactéries et nous pensons pouvoir utiliser cette connaissance au niveau moléculaire pour comprendre d'autres types de coopération dans la nature.

AMOUREUX DE LA NATURE

Nous partageons tous les trois un grand amour de la nature et avons choisi d'exprimer cet amour par la science – mais il y a bien d'autres façons d'étudier la nature ou de travailler pour elle qui sont tout autant bénéfiques et gratifiantes. Certains veulent être médecins ; d'autres désirent voyager dans la jungle et observer les animaux exotiques. Quelque soit le choix qui te connecte avec les beautés et merveilles de la nature, c'est une excellente voie à suivre.

Si tu choisis une carrière scientifique, tu peux la considérer comme une chasse au trésor. Les « trésors », c'est-à-dire les grands moments d'enthousiasme que nous vivons et les découvertes scientifiques que nous faisons, sont extrêmement importants et excitants mais ne se rencontrent pas très souvent. Pour les trouver, nous travaillons en général pendant de longues périodes sans résultats positifs. Pendant ces périodes, nous devons trouver le moyen de rester curieux et motivés dans notre chasse au prochain trésor. Et même si nous trouvons un trésor, cela peut prendre un peu de temps pour que les autres scientifiques, ou même ceux qui l'ont découvert, l'apprécient. Ce fut certainement le cas pour le quorum sensing comme c'est souvent le cas pour toute nouvelle percée scientifique : récolter suffisamment de données pour avoir un impact prend du temps. Heureusement, nous avons des collègues et des étudiants formidables qui aimaient la nature autant que nous et ont réussi à faire de ce voyage un vrai plaisir.

Les jeunes gens pensent souvent qu'ils ne pourront jamais réussir comme nous. La vérité c'est que nous étions exactement comme eux quand nous étions étudiants il y a quelques décennies ! Cela prend du temps de devenir un bon scientifique. Nous sommes persuadés que tout étudiant peut devenir comme nous, s'il se consacre à son projet aussi longtemps que nous l'avons fait. S'il peut être utile d'avoir des idoles scientifiques auxquelles tu voudrais ressembler un jour, nous pensons aussi que, à chaque moment de ta carrière, tu dois aussi choisir des modèles dont tu es plus proche à ce moment là ; ces personnes pourront te servir de tremplin vers ton objectif final.

MATÉRIEL SUPPLÉMENTAIRE

1. How Bacteria "Talk"—Bonnie Bassler (TED)
2. Canada Gairdner International Award Laureates: Drs. Bassler, Greenberg and Silverman

REMERCIEMENTS

Nous remercions Noa Segev qui a mené les interviews ayant servi de base

à cet article et a participé à son écriture ainsi qu'Iris Gat pour les illustrations.

RÉFÉRENCES

- [1]. Nealson, K. H., Platt, T., and Hastings, J. W. 1970. Cellular control of the synthesis and activity of the bacterial luminescent system. *J. Bacteriol.* 104:313–22. doi: 10.1128/jb.104.1.313-322.1970
- [2]. Engebrecht, J., Nealson, K., and Silverman, M. 1983. Bacterial bioluminescence: isolation and genetic analysis of functions from *Vibrio fischeri*. *Cell.* 32:773–81. doi: 10.1016/0092-8674(83)90063-6
- [3]. Fuqua, W. C., Winans, S. C., and Greenberg, E. P. 1994. Quorum sensing in bacteria: the LuxR-LuxI family of cell density-responsive transcriptional regulators. *J. Bacteriol.* 176:269–75. doi: 10.1128/jb.176.2.269-275.1994
- [4]. Bassler, B. L., Wright, M., Showalter, R. E., and Silverman, M. R. 1993. Intercellular signalling in *Vibrio harveyi*: sequence and function of genes regulating expression of luminescence. *Mol. Microbiol.* 9:773–86. doi: 10.1111/j.1365-2958.1993.tb01737.x
- [5]. Chen, X., Schauder, S., Potier, N., Van Dorsselaer, A., Pelczar, I., Bassler, B. L., et al. 2002. Structural identification of a bacterial quorum-sensing signal containing boron. *Nature.* 415:545–9. doi: 10.1038/415545a
- [6]. Duddy, O. P., and Bassler, B. L. 2021. Quorum sensing across bacterial and viral domains. *PLoS Pathog.* 17:e1009074. doi: 10.1371/journal.ppat.1009074
- [7]. Papenfort, K., and Bassler, B. L. 2016. Quorum sensing signal–response systems in Gram-negative bacteria. *Nat. Rev. Microbiol.* 14:576–88. doi: 10.1038/nrmicro.2016.89

VERSION FRANÇAISE

Cet article d'accès libre est une traduction avec modifications d'un article publié par Frontiers for Young Minds (doi :10.3389/frym.2023.1223179; Bassler BL, Greenberg EP and Silverman MR (2023) Bacterial Quorum Sensing: The Most Ancient Language on Earth. *Front. Young Minds* 11:1223179).

TRADUCTION : Jean-Marie Clément, Association Jeunes Francophones et la Science.

ÉDITION : Catherine Braun-Breton, Association Jeunes Francophones et la Science.

MENTOR SCIENTIFIQUE : Mathieu Sicard, ISEM Montpellier

JEUNE EXAMINATRICE :

CAMILLA, 16 ANS

Bonjour, je m'appelle Camilla, je suis en Terminale. J'ai depuis toujours été passionnée par les sciences. C'est pour cela que plus tard j'aimerais devenir Médecin. Dans mon temps libre j'aime bien lire et passer du temps avec mes amis.

ARTICLE ORIGINAL (VERSION ANGLAISE)

SOUMIS le 15 Mai 2023 ; **ACCEPTÉ** le 31 Août 2023 ;
PUBLIÉ EN LIGNE le 17 Octobre 2023.

ÉDITION : Fulvio D'Acquisto, Université de Roehampton, Londres, Royaume Uni

MENTORS SCIENTIFIQUES : Sandra R. Maruyama et Alexandra Dimitri

CITATION : Bassler BL, Greenberg EP and Silverman MR (2023) Bacterial Quorum Sensing: The Most Ancient Language on Earth. Front. Young Minds 11:1223179. doi: 10.3389/frym.2023.1223179

DÉCLARATION DE CONFLIT D'INTÉRÊT

Les auteurs déclarent que les travaux de recherche ont été menés en l'absence de toute relation commerciale ou financière pouvant être interprétée comme un conflit d'intérêt potentiel.

DROITS D'AUTEURS

Copyright © 2023 Bassler, Greenberg and Silverman.

Cet article en libre accès est distribué conformément aux conditions de la licence Creative Commons Attribution (CC BY). Son utilisation, distribution ou reproduction sont autorisées, à condition que les auteurs d'origine et les détenteurs du droit d'auteur soient crédités et que la publication originale dans cette revue soit citée conformément aux pratiques académiques courantes. Toute utilisation, distribution ou reproduction non conforme à ces conditions est interdite.

JEUNES ÉDITEURS

ANASTASIA, 15 ANS

Je suis captivée par la science ! J'adore découvrir de nouvelles choses. Mon rêve est d'étudier la médecine : je suis très intéressée par le comment notre corps fonctionne et peut tomber malade. J'aime peindre, dessiner, bricoler et participe à de nombreux clubs extrascolaires. Mais par dessus tout, j'aime faire des desserts (j'ai un penchant pour les sucreries).

BRUNA, 14 ANS

J'aime jouer au volley et au basket et regarder des matchs de foot. J'adore passer du temps avec mes amis et avec ma famille. J'aime parler avec ma petite sœur et jouer avec elle, c'est important pour une bonne relation entre nous. À l'école, mes matières préférées sont les mathématiques et la physique. Je veux être en bonne santé et pratique beaucoup d'activité physique car je crois que c'est important pour les jeunes comme moi.

HELENA, 14 ANS

J'aime faire beaucoup de choses mais il y a certaines activités que j'aime

par dessus tout comme jouer au volley, voyager et regarder des émissions de télévision ou assister à des concerts. Ma famille est la chose la plus importante dans ma vie. Mes chiens aussi. Ils me rendent toujours heureuse. Ma vie à l'école est vraiment agréable. Mes amis et mes enseignants sont tellement drôles.

MATHILDE

Je m'appelle Mathilde et suis en dernière année dans un lycée français. Je lis pendant mon temps libre, mais ne m'accroche jamais à un livre. Je joue à la capoeira, une forme traditionnelle de rugby, et me demande où je devrais dans l'avenir étudier l'économie et le marketing.

AUTEURS

BONNIE L. BASSLER

Bonnie Bassler est chercheuse à l'Institut médical Howard Hughes et titulaire de la chaire Squibb au département de biologie moléculaire de l'université de Princeton. Elle a grandi dans le nord de la Californie. Jeune, elle adorait la nature et les animaux et espérait devenir vétérinaire. Mais elle s'est passionnée pour la biochimie et la biologie moléculaire lorsqu'elle est entrée à l'université, ce qui l'a amenée à changer d'orientation. Bonnie a obtenu une licence en biochimie à l'université de Californie à Davis et un doctorat en biochimie à l'université Johns Hopkins. Elle a effectué un travail postdoctoral avec Michael Silverman en génétique à l'Institut Agouron et rejoint l'université de Princeton en 1994. Ses recherches portent sur les mécanismes moléculaires qu'utilisent les bactéries pour communiquer. Ses découvertes ouvrent la voie à de nouvelles thérapies contre les bactéries pathogènes. Elle a reçu de nombreux prix : une bourse de la Fondation MacArthur, le prix Shaw en sciences de la vie et en médecine, le prix Dickson en médecine, le prix Gruber en génétique, le prix Wolf en chimie, le prix du président de Princeton pour l'excellence de son enseignement. Elle se consacre à la diversité dans les sciences et à communiquer au grand public l'importance et la pertinence de la recherche scientifique. Bonnie a été présidente de la Société américaine de microbiologie et a siégé au Conseil National de la Science, nommée à ce conseil par le président Barack Obama. Le conseil supervise la NSF et donne la priorité aux activités nationales de recherche et d'éducation dans les domaines des sciences, des mathématiques et de l'ingénierie. *bbassler@princeton.edu

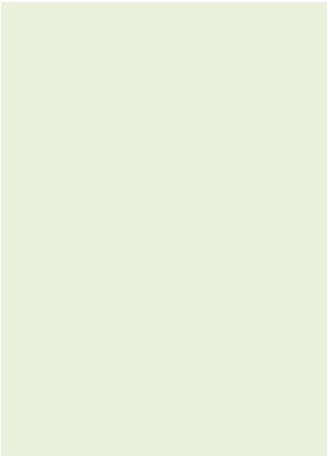
E. PETER GREENBERG

Peter Greenberg est né le 7 novembre 1948 à Hempstead, New York. Il a obtenu une Licence en biologie, à l'Université Western Washington en 1970, une maîtrise en microbiologie à l'Université de l'Iowa en 1972 et un doctorat en microbiologie en 1977 à l'Université du Massachusetts. Il a

réalisé un stage postdoctoral à l'Université de Harvard de 1977 à 1978. Peter a eu plusieurs postes universitaires : Professeur adjoint de microbiologie à l'université Cornell de 1978 à 1984 ; professeur associé de microbiologie entre 1984 et 1988, puis professeur de microbiologie à l'université de l'Iowa 1988-2005 (professeur responsable de la microbiologie de 2000 à 2005) ; professeur et président de la faculté de microbiologie de l'Université de Washington de 2005 à 2008. Il est actuellement professeur « Nester » de microbiologie. Peter a codirigé le programme d'été sur la diversité microbienne aux Laboratoires de Biologie Marine de Woods Hole MA, de 1985 à 1990. Il a assuré des responsabilités éditoriales comme rédacteur en chef adjoint de *Annual Reviews of Microbiology* de 1987 à 2001, rédacteur en chef de *Journal of Bacteriology* de 1991 à 2001, rédacteur en chef fondateur de *eLife* de 2013 à 2022 et membre du comité de rédaction de PNAS depuis 2005. En 1984 il est élu membre de l'Académie américaine de microbiologie, responsable du Programme de soutien de l'ASM à la carrière des étudiants issus de minorités. Parmi ses autres distinctions, citons : élu membre de l'AAAS en 1991 ; Directeur associé du Centre de recherche sur la mucoviscidose de l'Université de l'Iowa en 1998 ; Conférencier de la Fondation ASM en 2002 ; Membre élu de l'Académie américaine des arts et des sciences en 2004 ; Membre élu de l'Académie nationale des sciences en 2008 ; ASM DC White Award en 2013 ; Docteur honoraire de l'Université de Guelph en 2015 ; Prix Shaw en sciences de la vie et en médecine en 2017 ; Président honoraire de la conférence de la Fondation nord-américaine de la mucoviscidose en 2022 ; Lauréat Clarivate (chercheur susceptible de recevoir un prix Nobel) en chimie en 2022. Peter Greenberg est largement considéré comme le père du domaine du quorum sensing microbien. Il étudie le quorum sensing depuis la fin des années 1970 et, en fait, le terme quorum sensing trouve son origine dans un article du *Journal of Bacteriology* de 1994 dont il est l'auteur principal.

MICHAEL R. SILVERMAN

Mike est né le 7 octobre 1943 à Fort Collins (Colorado). Il est le fils d'un vétérinaire rural qui exerçait dans l'ouest du Nebraska, aux États-Unis. Mike a étudié l'agriculture en lycée professionnel puis travaillé dans une ferme expérimentale où il a développé un intérêt pour les maladies des plantes et la bactériologie. Il a obtenu une licence (1966) et un master (1968) en bactériologie à l'université du Nebraska. En 1972, Mike a obtenu un doctorat à l'université de Californie, à San Diego, en étudiant la génétique moléculaire de la motilité et de la chimiotaxie chez *Escherichia coli*. Ce travail a nécessité des méthodes génétiques classiques et modernes telles que le clonage et le séquençage de l'ADN, la programmation de gènes et la mutagenèse par transposons. Il a poursuivi ses recherches en tant que



scientifique indépendant à l'Institut Agouron et en tant que professeur adjoint de biologie marine à l'Institut océanographique Scripps de La Jolla, en Californie. Il y a étudié la motilité et la bioluminescence des bactéries marines. Ses travaux avec JoAnne Engebrecht et Bonnie Bassler ont abouti à la découverte de mécanismes génétiques fondamentaux qui contrôlent la bioluminescence. Il s'est avéré par la suite que ces mécanismes contrôlaient de nombreuses fonctions différentes chez de nombreuses espèces de bactéries. Mike a pris sa retraite dans les montagnes du Wyoming en 2000.