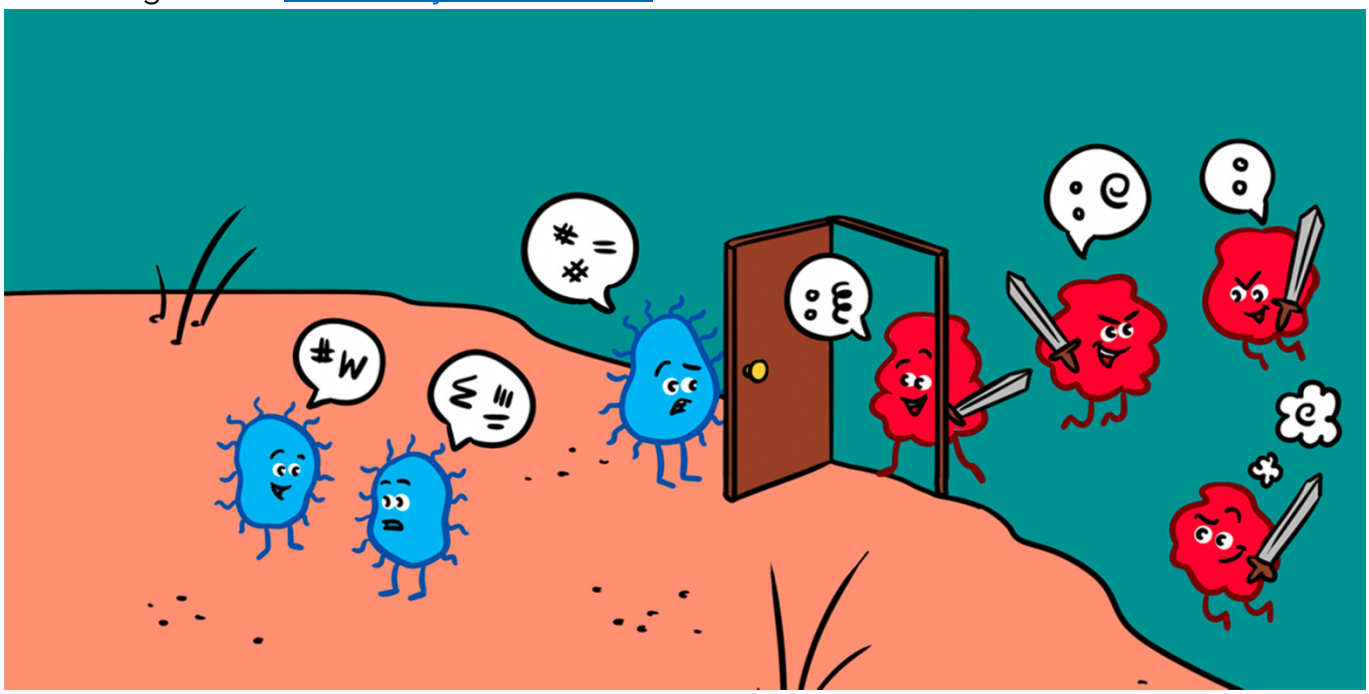
Article original: doi 10.3389/frym.2019.00001



LES BACTÉRIES CHANGENT-ELLES DE LANGAGE LORSQU'ELLES PÉNÈTRENT DANS LE CORPS PAR DES PLAIES ? EXPÉRIENCES SUR DES PUNAISES DE LIT

Oliver Otti [1], Peter Deines [2], Katrin Hammerschmidt [3] et Klaus Reinhardt [4]*

[1] *Écologie des populations animales, Écologie animale I, Université de Bayreuth, Bayreuth, Allemagne*
[2] *Institut zoologique, Département de biologie, Université Christian Albrechts, Kiel, Allemagne*
[3] *Institut de microbiologie, Département de biologie, Université Christian Albrechts, Kiel, Allemagne*
[4] *Zoologie appliquée, Département de biologie, Technische Universität Dresden, Dresde, Allemagne*

Les bactéries vivent presque partout sur Terre, même à l'intérieur et à la surface des animaux, y compris les insectes et les humains. Certaines bactéries sont utiles et nous aident à digérer notre nourriture, mais d'autres provoquent des maladies. Des bactéries de l'extérieur peuvent pénétrer dans notre corps par des blessures. Le corps va alors lutter contre ces bactéries et ce combat peut affecter nos propres bactéries utiles de deux manières : à cause du combat de notre corps contre toutes les bactéries, entrantes comme utiles, et parce que les bactéries entrantes peuvent être nuisibles pour nos bactéries utiles. Nos propres bactéries peuvent également lutter contre les bactéries entrantes. Les bactéries utilisent des molécules spéciales pour communiquer entre elles, un peu comme nous utilisons des mots. Nous avons étudié la conversation des bactéries de la punaise de lit car c'est un animal qui est très souvent blessé. Nous voulions comprendre comment la conversation entre bactéries change lorsque de nouvelles bactéries pénètrent dans le corps de l'animal. Nous avons constaté que les punaises femelles hébergent des espèces de bactéries différentes après une blessure et que leurs bactéries communiquent alors différemment. Notre étude aide à comprendre comment sont associées la réponse d'un animal à une blessure et la communication des bactéries chez cet animal.

INTRODUCTION

Tous les organismes vivent en relations étroites avec les bactéries. Celles-ci peuvent vivre à la surface ou à l'intérieur de l'organisme. Certaines bactéries sont trouvées seulement dans certains organes, comme les bactéries productrices de lumière de l'organe lumineux de calmars ou certaines bactéries de l'estomac des vaches. La communauté de bactéries et d'autres **micro-organismes** qui vivent dans un **environnement** particulier, comme à l'intérieur d'un animal, est appelée **microbiote**. Lorsqu'on parle d'un animal (appelé l'**hôte**) et de son microbiote associé, on utilise le terme **méta-organisme** [1]. Les scientifiques ont compris qu'il est important d'étudier comment les microbiotes affectent la santé et la reproduction de leurs hôtes.

De nombreuses interactions avec les bactéries de l'environnement se produisent sur la peau de l'hôte. Lorsque la peau est endommagée par une blessure, des bactéries de l'environnement peuvent pénétrer dans la plaie et se propager à l'intérieur de l'organisme hôte. Chez certaines espèces, les blessures se produisent régulièrement, comme lors de combats. Des bactéries vivent également sur les organes reproducteurs mâles et femelles, et certaines peuvent être transférées entre les partenaires d'accouplement. C'est le cas chez de nombreuses espèces animales, comme les insectes, les oiseaux et les humains [2]. Chez certains animaux, comme les punaises de lit, des blessures se produisent lors de l'accouplement, ce qui facilite le transfert de bactéries.

La façon dont les animaux se préparent aux attaques bactériennes après l'accouplement et comment le microbiote de l'hôte se comporte vis-à-vis des envahisseurs bactériens est encore largement inconnue.

Chez certains méta-organismes, le microbiote local aide l'hôte en combattant les bactéries qui l'envahissent. Les bactéries du microbiote local le font en communiquant entre elles et en perturbant la communication de l'espèce envahissante (Figure 1). Nous savons que cette communication appelée **quorum sensing** contribue à maintenir à la fois la stabilité de la communauté microbienne et la stabilité du méta-organisme [1]. Cependant, nous ne savons pas grand-chose sur la façon dont se produit cette communication entre le microbiote et les bactéries envahissantes.

POURQUOI LES BACTÉRIES COMMUNIQUENT-ELLES ?

Comme nous l'avons dit plus haut, les bactéries peuvent communiquer avec leur propre espèce et aussi avec d'autres espèces de bactéries [3]. La communication entre bactéries est liée à leur nombre. Elle peut aider à contrôler le nombre de bactéries vivant dans l'environnement, ce qui est important si les nutriments d'une espèce de bactéries sont en faible quantité ou si les bactéries sont en compétition avec d'autres espèces

MICRO-ORGANISME. Organisme microscopique (invisible à l'œil nu) se présentant soit sous la forme d'une seule cellule, soit d'un groupe de cellules (colonie).

ENVIRONNEMENT. Ensemble des facteurs entourant un être vivant et affectant sa survie, son développement et sa reproduction, tels que ; température, humidité, disponibilité en nourriture, prédateurs, micro-organismes et disponibilité de partenaires d'accouplement.

MICROBIOTE. Ensemble de micro-organismes vivant ensemble et interagissant les uns avec les autres dans un environnement défini.

HÔTE. Organisme hébergeant un autre organisme qu'il nourrit et abrite. Si l'hôte souffre à cause de l' « invité », ce dernier est appelé parasite. Si, au contraire, l'hôte reçoit quelque chose en retour (nutriment, protection), l'invité est appelé mutualiste. Si l'hôte n'obtient rien en retour et ne souffre pas de la présence de l'invité, on parle de commensalisme.

MÉTA-ORGANISME. L'organisme hôte et tous les micro-organismes qui lui sont associés.

QUORUM SENSING. Système de communication entre bactéries qui utilise des molécules spéciales permettant aux bactéries de détecter et de réagir à la quantité de bactéries présentes autour d'elles.

RÉPONSE IMMUNITAIRE. Activation du système immunitaire, un ensemble de cellules et d'organes permettant à un organisme de reconnaître et de se défendre contre des substances étrangères et des micro-organismes qui les infectent.

de bactéries pour les mêmes nutriments. On sait par exemple que des bactéries communiquent lorsqu'elles infectent un organisme. Ce ne sont pas seulement les bactéries de l'hôte qui communiquent ; les bactéries envahissantes peuvent le faire aussi. Cette communication peut les aider à éviter la **réponse immunitaire** de l'hôte et améliorer leurs chances d'envahir efficacement cet hôte. Enfin, les bactéries peuvent perturber la communication des autres bactéries et les empêcher de se développer ; c'est vrai pour le microbiote de l'hôte comme pour les bactéries qui l'envahissent.

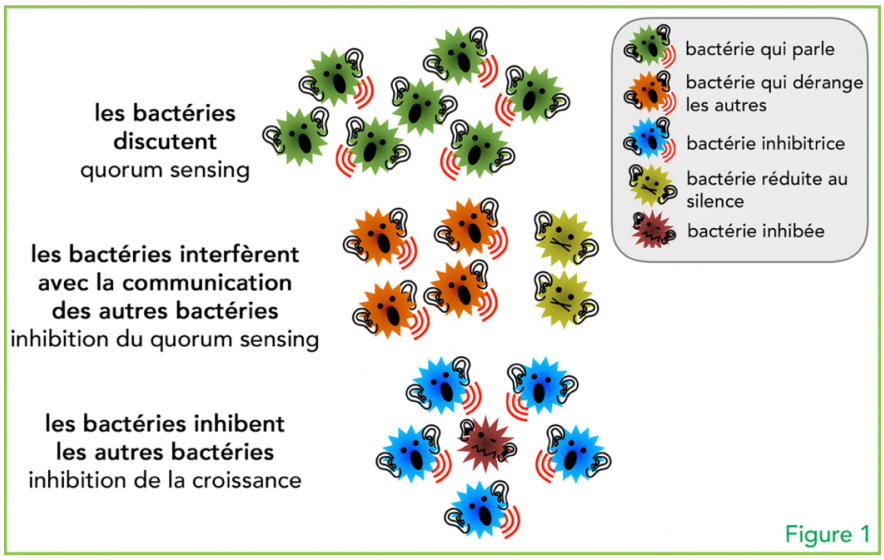


Figure 1. Modèle simplifié de communication bactérienne (quorum sensing). Les bactéries peuvent soit communiquer avec d'autres bactéries, soit interférer avec la communication des autres en inhibant cette communication ou en réduisant leur croissance.

L'HÔTE PEUT-IL COMMUNIQUER AVEC SES BACTÉRIES ?

Pour rendre les choses encore plus intéressantes, l'hôte lui-même peut interagir avec les bactéries qui le colonisent. Il peut perturber leur communication en réduisant la propagation de l'information entre les bactéries infectieuses et en inhibant leur croissance. Comment ? En augmentant sa température corporelle par exemple, ou l'acidité, ou encore en empêchant l'adhérence des bactéries à certains tissus. Cela peut empêcher une infection d'être efficace.

Nous ne savons pas encore grand-chose des deux formes de communication impliquant des bactéries : la communication entre les bactéries elles-mêmes et entre le microbiote et l'hôte. Les expériences dont nous te parlons ici permettent d'avancer dans cette compréhension : chez la punaise de lit, qui subit régulièrement des blessures, nous avons examiné le côté bactérien de la communication, avant et après une blessure de l'hôte.

LES PUNAISES DE LIT MÂLES BLESSENT LES FEMELLES PENDANT L'ACCOUPLEMENT

La punaise de lit commune mesure environ 5 mm de long, est brune et

ressemble un peu à une moitié de lentille. Elle se cache dans les fissures et les espaces creux des lits ou des murs des chambres et aime se nourrir de sang humain. De temps en temps, des punaises de lit sortent la nuit et se nourrissent en suçant le sang d'un humain endormi. Les punaises de lit ont besoin de six repas de sang de ce type pour devenir adultes.

La punaise de lit mâle a un organe d'accouplement en forme d'aiguille (appelé **paramère**) avec lequel elle pique la femelle (transperce son tégument et la blesse) à chaque fois qu'elles s'accouplent [4]. Ce comportement d'accouplement est appelé insémination traumatique. Cela semble bizarre, mais on le trouve en fait chez un certain nombre d'animaux [5].

PARAMÈRE. Partie externe de l'organe reproducteur des insectes mâles. Chez les punaises de lit, cette partie externe forme un organe d'accouplement en forme d'aiguille avec lequel le mâle pique la femelle (transperce son tégument) à chaque accouplement.

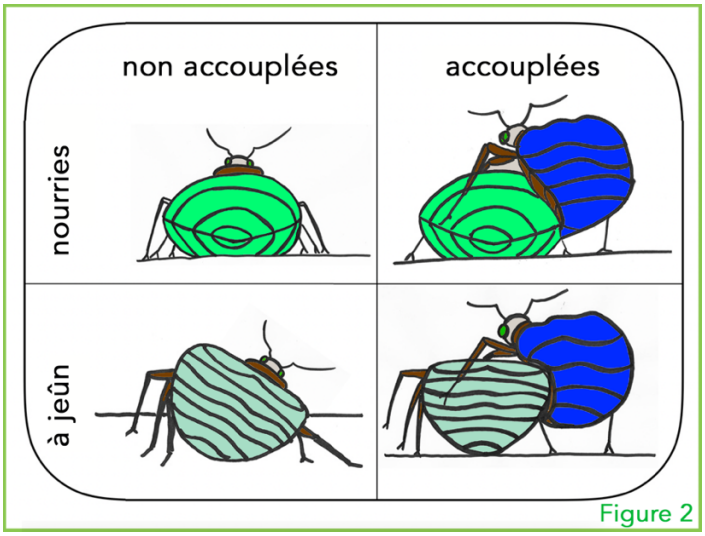


Figure 2. Les quatre groupes de femelles (en vert) à partir desquelles nous avons prélevé des bactéries. Les mâles (en bleu) ont un organe d'accouplement en forme d'aiguille. Avec cette aiguille, ils percent les femelles pour leur transférer leur sperme. C'est ce qu'on appelle une insémination traumatique. Les femelles ne peuvent pas se défendre contre un tel accouplement, surtout lorsqu'elles viennent de se nourrir (en haut à droite).

Des bactéries présentes sur le paramère du mâle peuvent alors être transférées à la femelle. Parfois, cela provoque la mort des punaises de lit femelles [6, 7]. En réponse, les femelles ont développé un organe immunitaire appelé **spermalège**. Cet organe est rempli de cellules immunitaires et aide les femelles à vivre plus longtemps, malgré les bactéries.

SPERMALÈGE. Organe immunitaire unique à la famille des punaises de lit.

L'une des difficultés de notre expérience était que les punaises de lit femelles s'accouplent souvent après s'être nourries. Pour nous assurer que nous ne regardions que les effets des blessures, pas de l'alimentation, nous avons comparé les quatre situations illustrées Figure 2. Notre expérience (Figure 3) avait trois objectifs : (1) identifier les bactéries vivant sur le paramère des punaises de lit mâles ; (2) étudier comment les blessures et l'alimentation affectent le microbiote des punaises de lit femelles ; et (3) déterminer si les bactéries du microbiote de la punaise de lit peuvent communiquer entre elles.

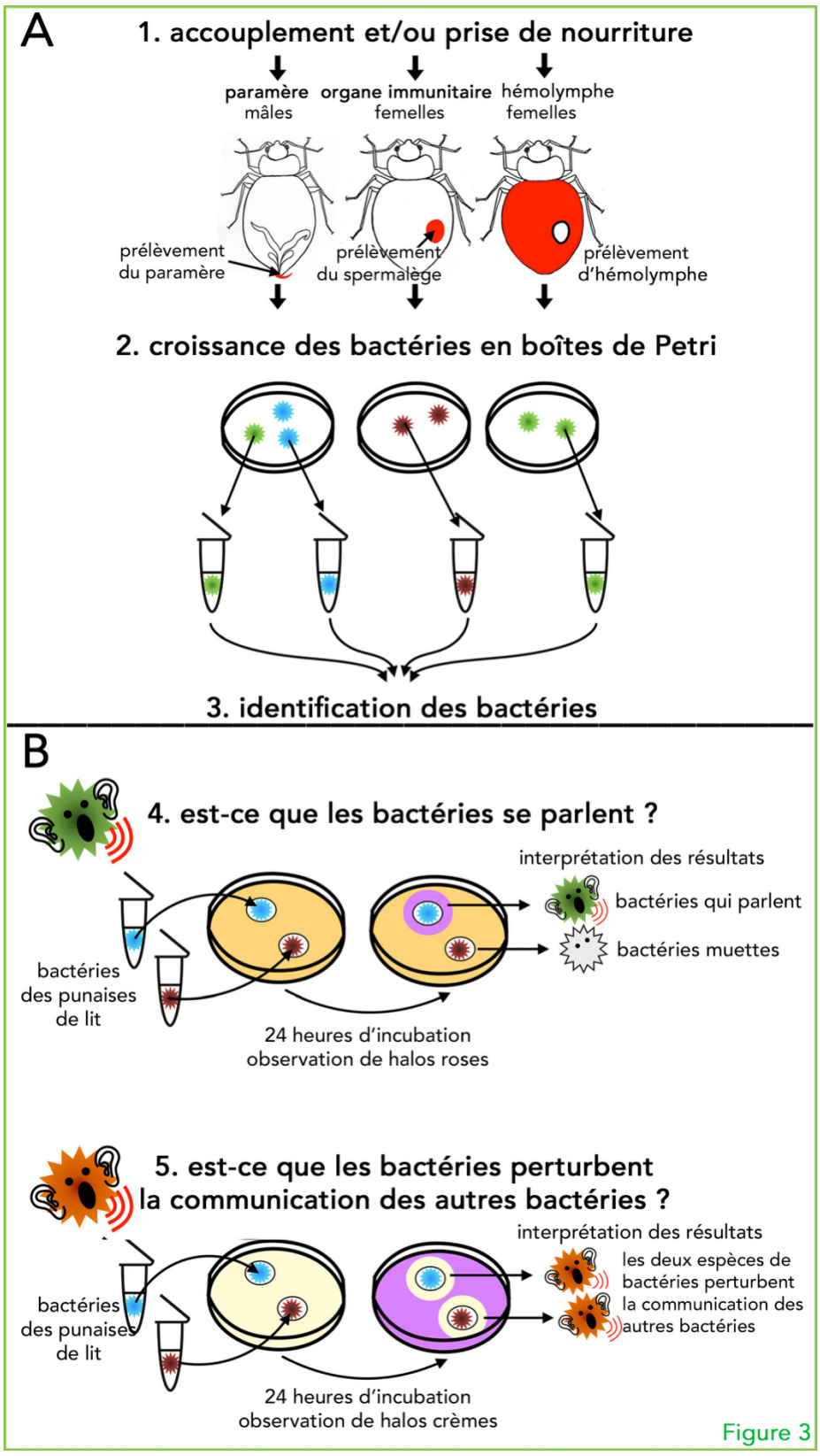


Figure 3. Aperçu simplifié de l'étude et des questions auxquelles nous cherchions à répondre. **(A)** Identification des espèces bactériennes présentes dans des organes spécifiques. Nous avons prélevé le paramère des mâles et le spermalège des femelles. Nous avons également prélevé un peu d'**hémolymphe** à l'aide d'une petite seringue (étape 1). Les bactéries cultivées à partir de ces échantillons ont été identifiées (étapes 2 et 3). **(B)** Capacité des bactéries à communiquer ou à perturber la communication d'autres bactéries. Nous avons utilisé des tests permettant, grâce à un changement de couleur du milieu, de déterminer si les bactéries communiquent (étape 4) ou perturbent la communication (étape 5).

HÉMOLYMPHE. Nom que l'on donne au « sang » des invertébrés qui ne contient pas de globules rouges.

LE MICROBIOTE DES PUNAISES DE LIT FEMELLES CHANGE APRÈS UNE BLESSURE

Nous avons étudié les bactéries de huit populations différentes de punaises de lit en les cultivant sur un milieu nutritif solide en boîtes de Petri* (Figure 3A). Nous avons ainsi identifié des bactéries de l'environnement des punaises de lit[1] ainsi que des bactéries présentes sur le paramère des mâles, dans l'hémolymphe et le spermalège des femelles (Figure 3A) selon qu'elles s'étaient nourries ou non[2] et accouplées ou non afin de pouvoir examiner séparément l'effet de l'alimentation et des blessures sur le microbiote.

Au total, nous avons trouvé une vingtaine d'espèces bactériennes différentes (Tableau 1). Nous en avons trouvé 10 sur le **tégument** des punaises de lit, 11 dans les organes femelles (hémolymphe + spermalège) et seulement deux sur le paramère masculin. Certaines espèces ont été trouvées à plus d'un endroit. Le nombre et le type de bactéries étaient différents entre les individus accouplés et non accouplés, entre les femelles nourries et non nourries, et entre les organes.

Espèce bactérienne	environnement	paramère	spermalège		hémolymphe	
			non accouplées	accouplées	non accouplées	accouplées
Bacillus sp.	6					1
S. pasteuri	1					
S. saprophyticus	3					
S. xylosus	3					
S. pasteuri		5	2	1		1
S. epidermidis		3	3	4	1	3
S. capitis				1	1	
S. succinus					1	
Micrococcus	1	1		1	1	
Pseudomonas				1		
ND	1		1	1		
Streptococcus				1	1	
Kocuria rosea	1					
Alacaligenes sp.	2					
A. septicus	4					
A. calcoaceticus	1					
Serratia marcescens	1					
nombre de punaises testées	19	12	13	20	13	20

Tableau 1. Différentes espèces bactériennes identifiées au cours de l'étude selon leur origine et la situation sexuelle des femelles (accouplées ou non). *S.* pour *Staphylococcus* ; *A.* pour *Acinetobacter*. ND : espèce non déterminée. Tableau ajouté à la version française de l'article d'après l'article source (doi : 10.3389/FIMMU.2017.01855).

Si on considère l'organe immunitaire, le spermalège, seulement 30 % des femelles accouplées y avaient des bactéries, alors que c'était le cas pour 62% des femelles qui ne s'étaient pas accouplées. Nous avons observé la même tendance dans l'hémolymphe des femelles (20 % des femelles accouplées et 31 % des femelles non accouplées avaient des bactéries). De plus, le nombre d'espèces bactériennes différentes (donc la diversité) était plus élevé dans le spermalège, mais pas dans l'hémolymphe, des femelles accouplées que dans celui des femelles

***** Note de la traductrice : il est important de rappeler que plus de 90% des espèces bactériennes ne sont pas actuellement cultivables de cette façon.

1. Ces bactéries ont été isolées à partir d'un papier sur lequel les punaises avaient été déposées. Ce sont essentiellement des bactéries provenant du tégument des punaises. Note ajoutée à la version française de l'article.

2. Les résultats des expériences réalisées avec des femelles nourries ou non avant l'accouplement ne sont pas présentés dans le Tableau 1. Note ajoutée à la version française de l'article.

TÉGUMENT. Structure externe du corps des insectes constituée de trois couches : une lame basale, une couche de cellules formant l'épiderme (« peau ») et une cuticule protectrice externe.

non accouplées (7 contre 3 espèces). Les femelles qui s'étaient nourries étaient également plus susceptibles d'avoir des bactéries (7 femelles sur 8) que celles qui ne l'avaient pas été (3 femelles sur 8). Aucune bactérie n'a été trouvée chez les femelles accouplées mais non nourries.

Certains de ces résultats nous ont un peu surpris, mais ceux qui montrent que les mâles et les femelles ont des microbiotes différents sont en accord avec les résultats de nombreuses autres espèces, telles que les humains, les souris et les moustiques. La découverte de moins de bactéries dans le spermalège après l'accouplement suggère que cet organe féminin joue un rôle central dans le contrôle des bactéries par le système immunitaire de la femelle.

LES BACTÉRIES DES ORGANES REPRODUCTEURS DES PUNAISES DE LIT PEUVENT COMMUNIQUER ET EMPÊCHER D'AUTRES BACTÉRIES DE COMMUNIQUER

Afin de savoir si ces bactéries pouvaient communiquer et empêcher les autres de communiquer (Figure 3B), nous avons effectué deux tests. Dans le premier test, nous avons cultivé les bactéries sur un milieu spécial qui devient violet si les bactéries produisent des molécules nécessaires à la communication. Dans le deuxième test, nous avons utilisé un autre milieu qui devient blanc laiteux si les bactéries bloquent les molécules de communication d'autres bactéries (Figure 3B).

Plus de la moitié des espèces bactériennes isolées au cours de notre étude étaient capables de communiquer et environ les trois quarts (72%) étaient capables d'empêcher d'autres bactéries de communiquer. La moitié des espèces bactériennes ont même été capables d'arrêter la croissance d'autres bactéries. Bien que l'arrêt de la croissance d'autres bactéries ne soit pas vraiment une communication, les bactéries qui peuvent le faire augmentent considérablement leurs chances de survie et d'obtenir des nutriments.

La plupart des organes reproducteurs des mâles que nous avons examinés transportaient des bactéries qui pouvaient à la fois communiquer et empêcher les autres de communiquer (Figure 4). Chez les femelles accouplées, aucune des espèces bactériennes de l'hémolymphe n'était capable de communiquer, mais environ la moitié des bactéries du spermalège étaient capables de communiquer et d'empêcher les autres de communiquer. Nous avons constaté l'inverse chez les femelles non accouplées : les bactéries étaient capables de communiquer et d'empêcher les autres de communiquer dans l'hémolymphe, mais pas dans le spermalège (Figure 4). Nous n'en sommes pas sûrs du fait du petit nombre de bactéries cultivées dans notre étude, mais nos résultats suggèrent que la communication d'une espèce bactérienne donnée pourrait être différente selon l'organe considéré et entre les femelles qui se sont récemment accouplées et

celles qui ne se sont pas encore accouplées.

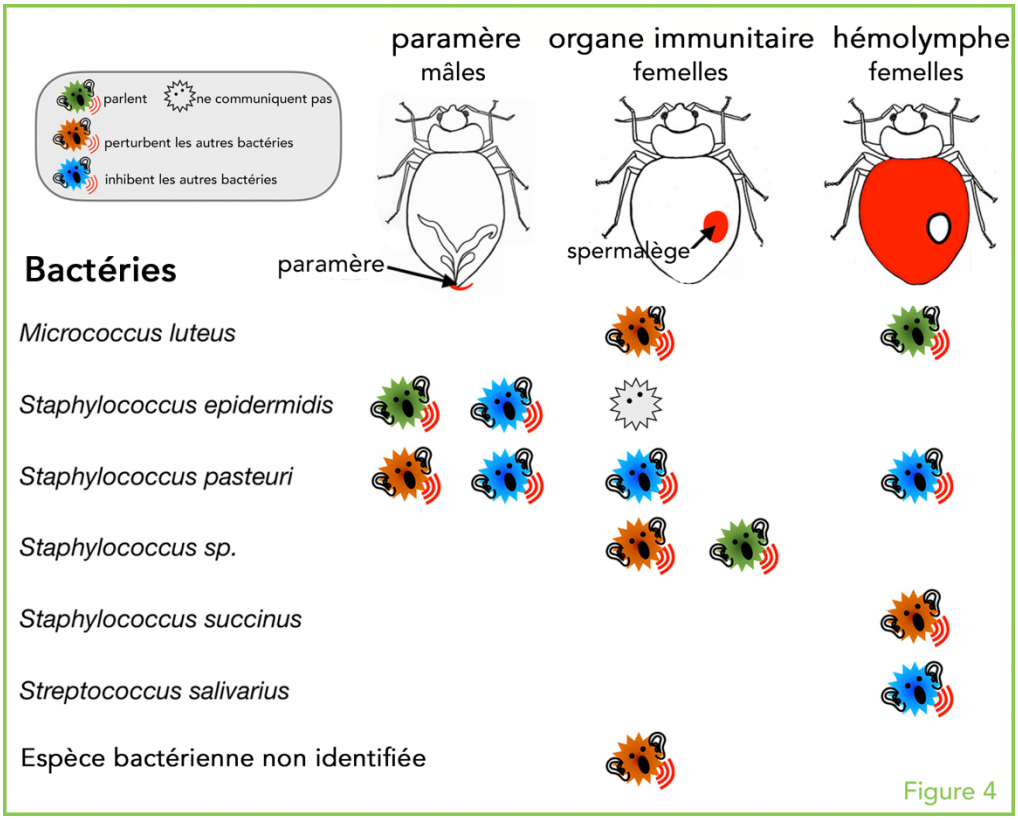


Figure 4. Les bactéries présentes dans les punaises de lit modifient leur comportement de communication en fonction de l'organe dans lequel elles se trouvent. Les noms de certaines des espèces bactériennes trouvées sont énumérés dans la colonne de gauche. Tu peux voir que *Staphylococcus epidermidis* et *Staphylococcus pasteuri* ont été trouvées dans les organes mâles et femelles, tandis que les autres bactéries n'ont été trouvées que chez les femelles. Tu peux également voir que la communication bactérienne diffère entre les organes et entre les mâles et les femelles.

QU'AVONS-NOUS APPRIS SUR LES PUNAISES DE LIT ET LEURS BACTÉRIES ?

Le microbiote est un composant essentiel de chaque animal, y compris des punaises de lit. Il subit certains changements en raison des blessures qui se produisent lors de l'accouplement. Nous avons montré que les différences entre les mâles et les femelles, ainsi que les comportements d'alimentation et d'accouplement des punaises de lit, affectent la composition du microbiote et la capacité de ses bactéries à communiquer.

Nos résultats ont porté sur la communication entre bactéries par le quorum sensing. Des travaux futurs pourraient tester si les cellules hôtes détectent cette communication. Les punaises de lit semblent un bon modèle d'étude de la communication par quorum sensing dans un système naturel.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

OO a préparé une première ébauche du manuscrit. PD et KH ont rédigé

les sections sur la communication bactérienne. OO et KR ont rédigé les sections sur la biologie des punaises de lit, les interactions hôte-pathogène et les résultats de l'étude. OO a préparé les chiffres. Tous les auteurs ont contribué à chaque section en examinant les écrits des autres.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Lina Emmy Kempke et Minna Hayter, deux élèves de 12 ans de Dresde et de Sheffield, pour leurs précieux commentaires sur la dernière version de notre manuscrit, en particulier pour avoir éliminé le jargon et amélioré le glossaire.

ARTICLE SOURCE

Otti, O., Deines, P., Hammerschmidt, K., and Reinhardt, K. 2017. Regular wounding in a natural system: bacteria associated with reproductive organs of bedbugs and their quorum sensing abilities. Front. Immunol. 8:1855. doi: 10.3389/fimmu.2017.01855

RÉFÉRENCES

1. Bosch, T. C. G., and McFall-Ngai, M. J. 2011. Metaorganisms as the new frontier. *Zoology* 114:185–90. doi: 10.1016/j.zool.2011.04.001

2. Lockhart, A. B., Thrall, P. H., and Antonovics, J. 1996. Sexually transmitted diseases in animals: ecological and evolutionary implications. *Biol. Rev.* 71:415–71. doi: 10.1111/j.1469-185X.1996.tb01281.x

3. Waters, C. M., and Bassler, B. L. 2005. Quorum sensing: cell-to-cell communication in bacteria. *Ann. Rev. Cell Dev. Biol.* 21:319–46. doi: 10.1146/Annurev.cellbio.21.012704.131001

4. Reinhardt, K., and Siva-Jothy, M. T. 2007. Biology of the bed bugs (Cimicidae). *Ann. Rev. Entomol.* 52:351–74. doi: 10.1146/annurev.ento.52.040306.133913

5. Reinhardt, K., Anthes, N., and Lange, R. 2015. Copulatory wounding and traumatic insemination. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.* 7:a017582. doi: 10.1101/cshperspect.a017582

6. Otti, O., McTighe, A. P., and Reinhardt, K. 2013. In vitro antimicrobial sperm protection by an ejaculate-like substance. *Funct. Ecol.* 27:219–26. doi: 10.1111/1365-2435.12025

7. Reinhardt, K., Naylor, R. A., and Siva-Jothy, M. T. 2005. Potential sexual transmission of environmental micro-organismes in a traumatically inseminating insect. *Ecol. Entomol.* 30:607–11. doi: 10.1111/j.0307-6946.2005.00730.x

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.2019.00001 ; Otti O, Deines P, Hammerschmidt K and Reinhardt K (2019) Do Bacteria Change Their Language When They Enter the Body Through Wounds? Answers From Bedbug Experiments. *Front. Young Minds* 7:1).

TRADUCTION : Catherine Braun-Breton, Association Jeunes

Francophones et la Science.

ÉDITION : Nicole Pasteur, Association Jeunes Francophones et la Science.

MENTOR SCIENTIFIQUE : Catherine Braun-Breton

REMERCIEMENTS : Merci à Benjamin Vierne et Martine Espanet pour leur accueil et leur implication dans l'édition de cet article par leurs élèves.

JEUNES ÉDITRICES ET ÉDITEURS :

ANAS, ESTEBANN, JOSÉ, VALENTINO, 12-13 ANS

Nous sommes des élèves de 5ème d'un collège de Salon de Provence, dans le sud de la France. Nous sommes vivants, curieux et fiers d'avoir participé à l'édition d'articles scientifiques.

ARTICLE ORIGINAL (VERSION ANGLAISE)

SOUMIS : 30 mai 2018 ; ACCEPTÉ : 03 janvier 2019 ;
PUBLIÉ EN LIGNE : 28 janvier 2019.

ÉDITION : Michele A. Johnson, Trinity University, États-Unis

CITATION : Otti O, Deines P, Hammerschmidt K and Reinhardt K (2019) Do Bacteria Change Their Language When They Enter the Body Through Wounds? Answers From Bedbug Experiments. *Front. Young Minds* 7:1. doi: 10.3389/frym.2019.00001

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 © 2019 Otti, Deines, Hammerschmidt et Reinhardt.
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 ÉVALUATEURS

CELIA, 11 ANS

J'adore nager, j'aime la couleur violette et j'aime aussi la science. J'ai teint mes cheveux en violet, et je viens de me couper les cheveux très courts. J'ai deux animaux de compagnie, un chien nommé Marco et un chat nommé Polo. C'est la paire la plus mignonne. Mon type de glace préféré est la glace à la menthe avec des pépites de chocolat. J'aime

aussi cuisiner. Je suis éclaireuse et mon biscuit scout préféré est celui à la menthe.

SHEIRDEN, 9 ANS

Je suis un élève de quatrième année. Ma matière préférée est la lecture. Celle que j'aime le moins est les mathématiques. Je suis ceinture marron de karaté. J'ai un petit frère. J'adore monter sur mon trampoline et jouer à des jeux.

AUTEURS

OLIVER OTTI

Je suis biologiste évolutionniste et travaille actuellement à l'Université de Bayreuth en Allemagne. Mes recherches portent sur la façon dont la reproduction et l'immunité sont liées. Je le fais en combinant des études sur les interactions hôte-parasite et sur le conflit entre mâles et femelles. Je m'intéresse également à la façon dont les fourmis et les bourdons utilisent leur venin pour se défendre contre les micro-organismes. Quand je ne travaille pas, j'aime passer mon temps avec ma famille ou aller observer les oiseaux. *oliver.otti@uni-bayreuth.de

PETER DEINES

Je suis écologiste microbien à l'Université de Kiel, en Allemagne. Mes recherches explorent les différentes interactions entre les hôtes et les micro-organismes, notamment prédateur-proie, hôte-pathogène et symbiose. Actuellement, j'étudie la dynamique écologique et évolutive des micro-organismes dans les microbiotes et les interactions entre les membres du microbiote.

KATRIN HAMMERSCHMIDT

Je suis biologiste évolutionniste, travaillant à l'Université de Kiel en Allemagne. Actuellement, j'étudie principalement les origines évolutives de la multicellularité, c'est-à-dire la transition d'organismes unicellulaires à des organismes composés de plusieurs cellules, tels que les animaux, les plantes et d'autres formes de vie complexes. Comme toutes les transitions connues sont anciennes et donc difficiles à rechercher, j'utilise des bactéries unicellulaires pour développer une multicellularité simple en laboratoire.

KLAUS REINHARDT

Je suis professeur de zoologie appliquée à l'Université technique de Dresde en Allemagne. J'étudie la biologie des spermatozoïdes, l'évolution de nouvelles espèces et le conflit entre les mâles et les femelles chez les insectes. Je pense qu'il est important de comprendre comment fonctionne la reproduction, car elle nous donne un aperçu de l'évolution des différentes tactiques de reproduction que l'on trouve chez les mâles et les femelles. L'étude de la reproduction peut également nous aider à mieux comprendre l'évolution des espèces.