



DANGEREUSES LIMACES : COMMENT LES BIOFILMS BACTÉRIENS VOUS RENDENT MALADES ET COMMENT LES COMBATTRE

Hervé Poilvache^{1,2} et Françoise Van Bambeke^{1*}

¹Pharmacologie Cellulaire et Moléculaire, Institut de recherche sur les médicaments de Louvain, Bruxelles, Belgique

²Laboratoire neuro-musculo-squelettique, Institut de Recherche Expérimentale et Clinique, Université Catholique de Louvain, Bruxelles, Belgique

JEUNES EXAMINATEURS/TRICES :



NAVIN
ÂGE : 13 ANS



RANJANA
ÂGE : 14 ANS



TALAL
ÂGE : 14 ANS

Oui, nous pouvons héberger de dangereuses limaces appelées biofilms dans notre corps. Elles peuvent provoquer des infections graves dans toutes les parties de notre corps. Elles contiennent des bactéries cachées qui hibernent dans une matrice protectrice. Cela les rend très difficiles à traiter. Elles aiment se coller sur le matériel implanté comme les prothèses ou les cathéters. Elles peuvent également persister sur vos dents, dans vos oreilles, et même parfois dans vos poumons. Heureusement, les chercheurs sont très conscients de ce problème. Ils expérimentent diverses solutions pour tenter de détruire ces biofilms. Vous êtes curieux de connaître leurs idées brillantes? Alors suivez-nous pour découvrir comment les biofilms vous rendent malades et comment nous essayons de les combattre.

¹ <https://kids.frontiersin.org/article/10.3389/frym.2016.00014>

Figure 1

Quelques exemples d'infections liées au biofilm. En rouge, celles qui se développent sur les tissus de notre corps. En violet, celles qui se développent sur du matériel implanté. Contact lenses = Lentilles de contact ; Breast implant = Implant mammaire ; Wound infection = Infection de plaie ; Joint prosthesis = Prothèse articulaire ; Pacemaker = Stimulateur cardiaque ; Lung infection in patient with cystic fibrosis = Infection pulmonaire chez un patient atteint de fibrose kystique.

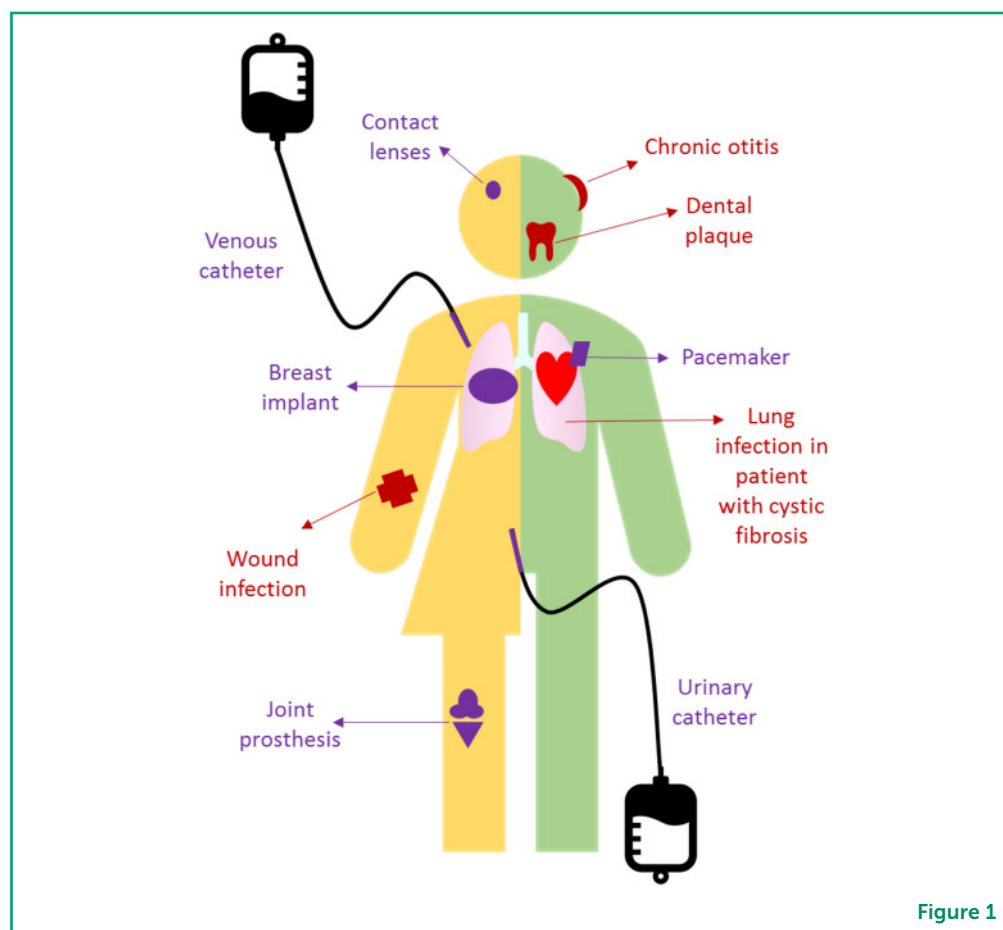


Figure 1

MATRICE

Mélange de substances dans lequel les bactéries sont intégrées et qui supportent l'architecture globale du biofilm.

Les bactéries jouent à cache-cache dans les biofilms. Elles produisent une couverture protectrice appelée **matrice**. Cette matrice contient des sucres, des protéines et des acides nucléiques [1]. Les biofilms sont donc très différents de ce que l'on appelle les « cultures planctoniques ». Ils sont composés de bactéries isolées qui nagent librement dans un liquide, comme le plancton dans la mer. Dans l'environnement, les biofilms se forment partout : sur les canalisations, les coques de bateaux, les rochers, ou même dans les sources d'eau chaude. Dans le corps humain, ils peuvent se fixer sur les organes et, plus facilement, sur du matériel implanté. Quand ils contiennent des bactéries pathogènes, ils sont une cause majeure d'infections chroniques.

POURQUOI LES BIOFILMS SONT-ILS IMPORTANTS DANS LES PATHOLOGIES HUMAINES ?

Les bactéries aiment se fixer partout dans notre corps [2] (Figure 1). Connaissez-vous la plaque dentaire ? Cette substance gluante se forme sur vos dents entre les visites chez le dentiste. Elle contient un mélange de bactéries et de protéines provenant de votre salive. Vous pouvez l'éliminer en vous brossant régulièrement les dents. Sinon, les bactéries présentes à l'intérieur de la plaque vont consolider le biofilm. Au final, vous souffrirez d'inflammation des gencives et de caries dentaires. Une bonne hygiène et des soins fréquents chez le dentiste vous aident à garder vos dents en bonne santé ! Des biofilms peuvent également se former dans de nombreux autres endroits et provoquer des infections chroniques. Ces infections peuvent se soigner lorsque vous prenez un **antibiotique**.

ANTIBIOTIQUE

Une substance qui est capable d'empêcher la croissance des bactéries, voire de les tuer.

² <https://kids.frontiersin.org/article/10.3389/frym.2019.00106>

Mais elles reprennent peu après l'arrêt du traitement. Quelques exemples de ces infections ? Infections chroniques de l'oreille (otite) si vous allez souvent à la piscine, ou infections pulmonaires chez les enfants atteints d'une maladie génétique appelée fibroses kystiques². Pauvres enfants ! Le mucus de leurs poumons est visqueux et les bactéries le trouvent très confortable. Il est difficile de se débarrasser de telles infections. C'est un gros problème. Le patient va subir des traitements antibiotiques prolongés et fréquents, mais les bactéries vont se défendre et évoluer. Elles finissent par devenir résistantes au traitement et, au final, les antibiotiques ne fonctionneront plus du tout pour combattre l'infection.

CATHÉTER

Tube fin qui peut être inséré dans le corps pour injecter des médicaments dans le sang ou pour drainer des fluides (urine ou pus, par exemple).

DRAIN

Tube implanté pour prélever les fluides de l'organisme (par exemple à la fin d'une intervention chirurgicale).

La plupart des appareils utilisés en médecine offrent également des abris parfaits pour le développement des biofilms. Pensez à votre dernière visite à vos grands-parents à l'hôpital. Ils avaient probablement des **cathéters** intra-veineux pour administrer des médicaments dans leur sang ou d'autres **drains**. Ils se sont peut-être aussi fait implanter une prothèse de la hanche ou du genou lorsque leur propre articulation était trop douloureuse. Ces surfaces artificielles sont facilement colonisées par les bactéries qui y adhèrent fortement. Ensuite, elles commencent rapidement à se multiplier et à produire une matrice. Sur ces dispositifs, les biofilms se développent en structures très complexes. Les bactéries s'adaptent progressivement à leur nouvel environnement. Elles ne répondront plus aux antibiotiques. Au final, la seule option pour les médecins sera de retirer le dispositif et de le remplacer par un nouveau, si cela est possible. Bien sûr, c'est facile lorsque le dispositif est un simple cathéter. Mais le retrait d'un implant, tel qu'une prothèse de hanche ou de genou, est une procédure complexe. Elle nécessite souvent de multiples interventions chirurgicales et votre grand-parent n'appréciera probablement pas beaucoup cela !

MÉTABOLISME

L'ensemble de la chaîne des réactions chimiques qui se produisent dans une cellule et permettent la vie (production d'énergie, synthèse des molécules nécessaires à la construction de la cellule).

³ <https://kids.frontiersin.org/article/10.3389/frym.2019.00045>

RÉSISTANCE AUX ANTIBIOTIQUES

Acquisition par les bactéries d'un mécanisme qui les rend insensibles aux antibiotiques (par ex. destruction de l'antibiotique, modification de la cible de l'antibiotique).

POURQUOI LES INFECTIONS LIÉES AUX BIOFILMS SONT-ELLES TOLÉRANTES AUX ANTIBIOTIQUES ?

Un biofilm est comme un terrier bien protégé où hibernent les bactéries. La matrice crée une barrière contre les antibiotiques. Mais cette barrière défensive limite également la pénétration de l'oxygène et des aliments. Les bactéries situées dans la profondeur du biofilm vont commencer à mourir de faim. Elles ralentissent leur **métabolisme**³, comme si elles dormaient (Figure 2, panneau de gauche). Un soldat endormi est plus facile à tuer qu'un soldat vigilant. Mais cela ne s'applique pas du tout aux bactéries ! De nombreux antibiotiques n'agissent que sur les bactéries qui se multiplient activement, ce qui ne peut pas se produire lorsque les bactéries dorment dans le biofilm. Ce phénomène est appelé « tolérance » aux antibiotiques. Contrairement à la **résistance aux antibiotiques**, la tolérance s'inverse lorsque les bactéries quittent le biofilm [3]. Mais la tolérance contribue également à l'échec du traitement. Il faut 1 000 fois plus d'antibiotiques pour tuer les bactéries dans les biofilms que dans les cultures planctoniques. L'antibiotique prescrit par votre médecin ne fonctionnera donc pas ! Sauf si vous prenez 1 000 pilules de plus...mais êtes-vous vraiment prêt à avaler autant de pilules ? Et même si vous le pouviez, des doses aussi élevées vous rendraient très malade ! Aimerez-vous avoir un très mauvais mal de ventre, de la diarrhée ou un mal de tête ? Ou pire encore, voulez-vous détruire vos reins, votre foie ou vos cellules sanguines ? Non !

QUELLES STRATÉGIES THÉRAPEUTIQUES PEUVENT ÊTRE UTILISÉES CONTRE LES BIOFILMS ?

Vous comprenez maintenant que les antibiotiques ne fonctionnent pas contre les biofilms. Nous devons imaginer d'autres stratégies pour combattre les biofilms. C'est l'un des principaux sujets de recherche intensive à l'heure actuelle [4]. Trois types d'approches peuvent être imaginés (Figure 2, panneaux de droite).

Premièrement, il vaut mieux prévenir que guérir ! Il est possible d'essayer de prévenir la formation du biofilm. C'est une bonne idée pour les biofilms se formant sur le matériel implanté. Nous pouvons recouvrir la surface de l'implant de substances qui empêchent la fixation de bactéries. Vous pouvez obtenir cet effet avec un revêtement argenté, par exemple. Avec ce métal noble dans votre corps, vous êtes maintenant très précieux ! Nous pouvons aussi remplir le dispositif implanté de fortes quantités d'antibiotiques. Ils sont donc prêts à agir sur les bactéries avant qu'elles ne commencent à dormir. Nous pouvons par exemple utiliser une sorte de ciment, chargé de billes antibiotiques, pour réparer une fracture osseuse. Nous pouvons aussi laver un cathéter avec une solution antibiotique concentrée. La plupart de ces approches sont déjà utilisées en clinique. Nous

Figure 2

(À gauche) Pourquoi les biofilms sont tolérants aux antibiotiques ? (À droite) Stratégies de lutte contre les infections liées au biofilm. coating = revêtement ; quorum sensing Inhibitor = inhibiteur de détection du quorum ; mechanical washing = lavage mécanique ; heat = chaleur.

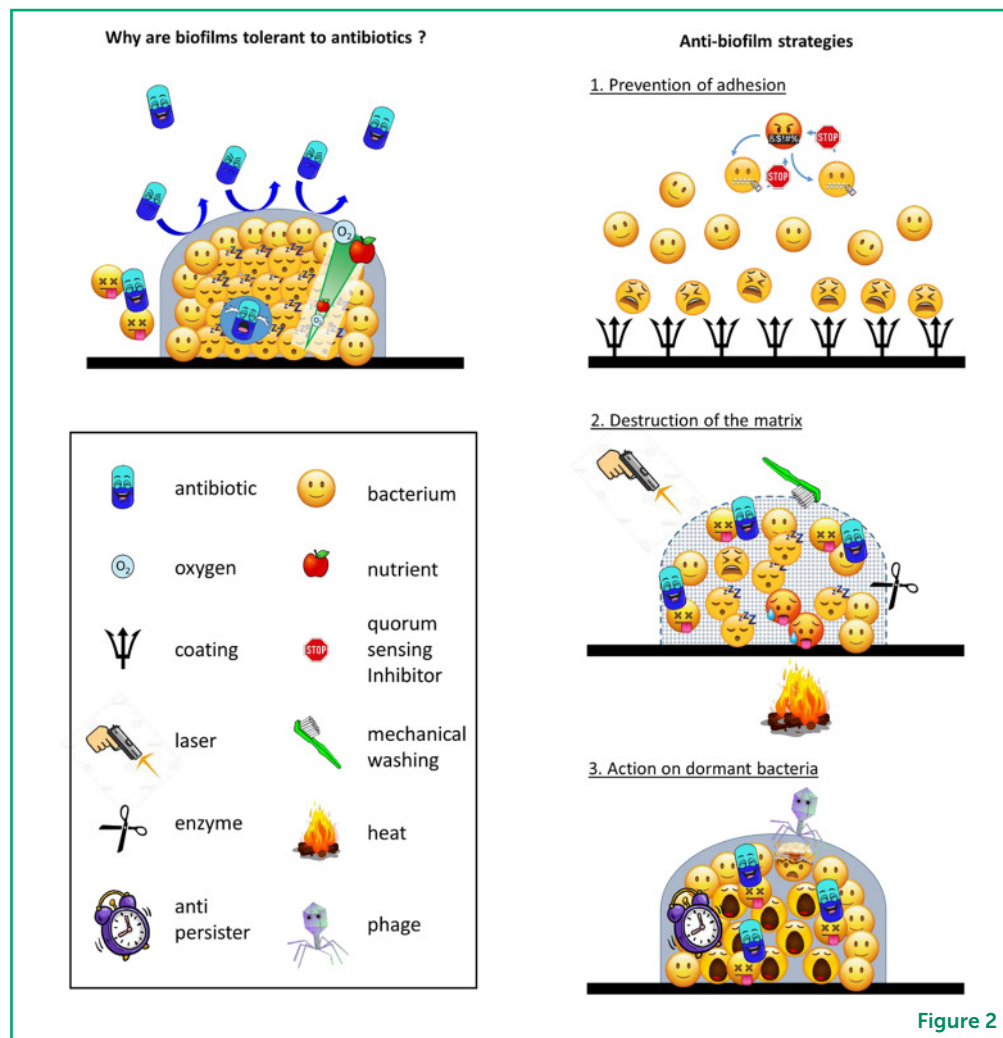


Figure 2

pouvons aussi interférer avec le système de communication utilisé par les bactéries.

C'est ce qu'on appelle la détection du quorum [5]. Il se compose de molécules produites par les bactéries qui sont perçues par leurs voisines, comme si elles sentaient un bon parfum. Sans votre téléphone portable, vous ne pouvez pas appeler vos amis. Sans détection du quorum, les bactéries ne peuvent pas se trouver entre elles pour commencer à construire le biofilm.

Nous pouvons ensuite essayer de détruire la matrice. Cela devrait aider l'antibiotique à atteindre les bactéries cachées. Cet objectif peut être atteint grâce aux **enzymes**. Ils vont couper en petits morceaux les substances présentes dans la matrice, tout comme si vous détricotiez votre pull-over : vous êtes plus exposé et plus fragile, n'est-ce pas ? Nous pouvons également laver le biofilm avec un Kärcher haute pression (outil de nettoyage à haute pression). Nous pouvons aussi essayer d'autres techniques impressionnantes, comme les chocs laser, les courants électriques ou même la chaleur. Cela peut ressembler à de la science-fiction ! Et c'est parfois une peu barbare et douloureux !

ENZYME

Protéine capable de transformer une molécule en une autre, par exemple en produits de dégradation.

Mais sachez que certaines de ces techniques sont déjà utilisées par votre dentiste ou par votre chirurgien pendant que vous dormez dans la salle d'opération...

Troisièmement, nous pouvons essayer de réveiller les bactéries endormies. Ce n'est pas une tâche facile. Nous devons découvrir des molécules « anti-persistantes ». Elles aideront les antibiotiques à tuer les bactéries dormantes. La première molécule anti-persistante a été découverte il y a seulement quelques années [6]. Elle active un système d'alarme dans les bactéries. Quand le réveil sonne, il est temps de se réveiller ! D'autres anti-persistants font des trous dans l'enveloppe bactérienne. Que se passe-t-il si vous ouvrez toutes les fenêtres de votre maison ? D'un côté, l'air frais de l'extérieur pénètre dans la pièce et vous réveille. Cela signifie que les bactéries ne dorment plus. D'autre part, les pollens peuvent pénétrer et provoquer des démangeaisons dans vos yeux si vous y êtes allergique. Pour les bactéries, cela signifie que les antibiotiques peuvent pénétrer dans la cellule pour leur nuire. Ces anti-persistants sont encore en cours de test dans les laboratoires. Ils ne sont pas encore utilisés pour guérir les gens. Une autre approche étonnante utilise les armes biologiques. Les bactériophages [7] sont des virus de bactéries. Ils rendent les bactéries malades mais pas les humains. Certains d'entre eux produisent également des enzymes qui peuvent détruire la matrice. Cela signifie qu'ils peuvent atteindre deux cibles d'un coup !

QU'EN EST-IL DE L'AVENIR ?

La plupart de ces nouvelles stratégies sont encore en cours d'élaboration. Il faut beaucoup de travail pour s'assurer qu'elles sont actives et fonctionnent correctement. Une autre préoccupation est le risque que ces stratégies soient toxiques. Cependant, nous progressons à un rythme régulier. Certains traitements ont récemment été expérimentés chez des patients ! Par exemple, des bactériophages ont été utilisés avec succès pour traiter un nourrisson atteint d'une grave infection du foie.

Souhaitez-vous rejoindre une équipe de chercheurs pour travailler sur ces sujets ? Nous sommes impatients de vous voir dans notre laboratoire dans un avenir proche !

Vous trouverez plus d'informations dans cet article de *Frontiers for Young Minds* [5, 7].

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Camille, Charlotte et Valentine (12 à 14 ans) d'avoir lu et commenté cet article.

DÉCLARATION D'UTILISATION DES OUTILS D'IA

Tout texte alternatif fourni avec les figures de cet article a été généré par Frontiers grâce à l'intelligence artificielle. Des efforts raisonnables ont été déployés pour garantir son exactitude, notamment par une relecture par les auteurs lorsque cela était possible. Si vous constatez des problèmes, veuillez nous contacter.

RÉFÉRENCES

1. Costerton, J. W., Stewart, P. S., and Greenberg, E. P. 1999. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science* 284:1318–22. doi: 10.1126/science.284.5418.1318
2. Lebeaux, D., Ghigo, J. M., and Beloin, C. 2014. Biofilm-related infections: bridging the gap between clinical management and fundamental aspects of recalcitrance toward antibiotics. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 78:510–43. doi: 10.1128/MMBR.00013-14
3. Yan, J., and Bassler, B. L. 2019. Surviving as a community: antibiotic tolerance and persistence in bacterial biofilms. *Cell Host Microbe* 26:15–21. doi: 10.1016/j.chom.2019.06.002
4. Suresh, M. K., Biswas, R., and Biswas, L. 2019. An update on recent developments in the prevention and treatment of *Staphylococcus aureus* biofilms. *Int. J. Med. Microbiol.* 309:1–12. doi: 10.1016/j.ijmm.2018.11.002
5. Costantino, V., and Esposito, G. 2018. Do you know that microbes use social networks? *Front. Young Minds* 6:31. doi: 10.3389/frym.2018.00031
6. Conlon, B. P., Nakayasu, E. S., Fleck, L. E., LaFleur, M. D., Isabella, V. M., Coleman, K., et al. 2013. Activated ClpP kills persisters and eradicates a chronic biofilm infection. *Nature* 503:365–70. doi: 10.1038/nature12790
7. Gutiérrez, D., Fernández, L., Martínez, B., Rodríguez, A., and García, P. 2016. Bacteriophages: the enemies of bad bacteria are our friends! *Front. Young Minds* 4:30. doi: 10.3389/frym.2016.00030

PUBLIÉ EN LIGNE LE 26 février 2026

ÉDITEUR/TRICE : Michel Goldman

MENTOR(S) SCIENTIFIQUE(S) : Vinaya Jaikumar et Marie Neunez

CITATION : Poilvache H et Van Bambeke F (2026) Dangereuses limaces : comment les biofilms bactériens vous rendent malades et comment les combattre. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2020.00062-fr

TRADUIT ET ADAPTÉ DEPUIS : Poilvache H and Van Bambeke F (2020) Dangerous Slimes: How Bacterial Biofilms Make You Sick and How to Combat Them. *Front. Young Minds* 8:62. doi: 10.3389/frym.2020.00062

CONFLIT D'INTÉRÊTS : 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 potentiel conflit d'intérêts.

DROITS D'AUTEUR © 2020 © 2026 Poilvache et Van Bambeke. 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 EXAMINATEURS/TRICES



NAVIN, 13 ANS

Je suis intéressé par le domaine médical et j'aspire à devenir anesthésiste. J'aime lire et dessiner des dessins animés. J'ai joué au hockey sur glace et j'adore être sur la patinoire. Le tennis, la natation et le cross-country font également partie de mes sports préférés. J'adore manger tout ce qui est végétarien. Je veux contribuer à ma communauté de toutes les manières possibles et apporter un changement positif.



RANJANA, 14 ANS

J'aime les sciences, et particulièrement la médecine. Je suis passionnée par la santé et le bien-être. J'aime lire et regarder des films de braquage. J'aime passer du temps dans les laboratoires, faire des recherches et apprendre. J'aimerais apprendre d'autres langues ; pour l'instant, j'en parle trois. J'espère pouvoir voyager dans d'autres pays à l'avenir !



TALAL, 14 ANS

Je suis un garçon de 14 ans qui a vécu en Angleterre où j'y ai fait toute ma scolarité. J'ai récemment déménagé en Belgique. Je fais beaucoup de sport, notamment du tennis, du football et du hockey. Je m'intéresse également aux sciences et j'aimerais être médecin.

AUTEURS/TRICES



HERVÉ POILVACHE

Je suis docteur en médecine de l'Université Catholique de Louvain (Bruxelles, Belgique). J'ai commencé une spécialisation en chirurgie orthopédique, et je suis actuellement doctorant en sciences pharmaceutiques et biomédicales dans la même université. Mon principal intérêt de recherche est le développement de nouvelles façons de traiter les infections liées au biofilm dans le domaine orthopédique.



FRANÇOISE VAN BAMBEKE

Je suis une pharmacienne passionnée par la recherche sur les antibiotiques et les bactéries. Après une thèse de doctorat et un séjour à l'Institut Pasteur (Paris, France), je suis revenue à l'Université Catholique de Louvain (Bruxelles, Belgique) où je travaille pour le Fonds de la Recherche Scientifique avec une équipe de chercheurs. Nous essayons de comprendre pourquoi les antibiotiques ne sont pas toujours actifs sur les bactéries et de trouver des solutions pour rétablir leur efficacité.

J'enseigne également le bon usage des médicaments aux futurs pharmaciens.
[*francoise.vanbambeke@uclouvain.be](mailto:francoise.vanbambeke@uclouvain.be)