



actualité  
scientifique

## Du fer, dégradé par des bactéries

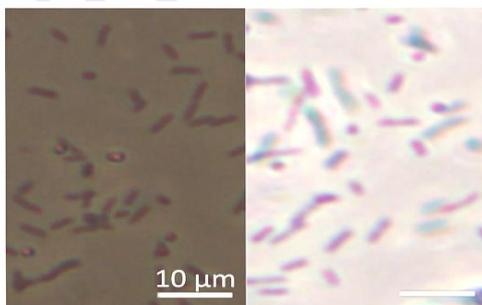
La diversité métabolique des bactéries est si vaste qu'il n'est pas étonnant qu'elles interviennent dans les cycles biogéochimiques. Mettre en évidence les mécanismes d'interaction des bactéries avec les premières couches interfaciales de la matière solide constitue donc un enjeu important, dans des domaines aussi variés que les nanotechnologies, la bio-ingénierie, la géo-microbiologie, la chimie/physique fondamentale des surfaces.

Une équipe multidisciplinaire de Paris-Saclay a réussi pour la première fois à relier quantitativement les étapes de la corrosion d'un nanofilm métallique avec l'action de bactéries.

Pour cela, les chercheurs ont synthétisé en laboratoire un mince film de fer, de surface centimétrique et d'épaisseur nanométrique. Son opacité étant reliée à son épaisseur, il est possible, en temps réel, de mesurer à la fois la dégradation du nanofilm et de localiser et quantifier la dynamique des bactéries *in situ*, par simples mesures optiques. Les chercheurs ont ainsi pu noter que le déclenchement de la corrosion a lieu dès que les premières nanocouches protectrices du métal, principalement constituées d'oxydes de fer III, ont été modifiées. Cette modification est liée à la consommation du dioxygène disponible près de la surface par les bactéries *S. oneidensis* qui basculent ensuite dans un régime anaérobie et se mettent à « respirer » les oxydes de fer, prenant le fer ferrique comme dernier accepteur d'électrons dans leur chaîne de respiration cellulaire. L'analyse quantitative du nombre de bactéries sur la surface, de leur dynamique ou encore de leur renouvellement révèle une forte agitation des bactéries *S. oneidensis* lors de la dissolution du fer.

Les expériences indiquent de plus que des mutants de *S. oneidensis* ainsi que d'autres espèces bactériennes telles que *E. coli* et *L. plantarum* sont également capables d'induire la corrosion mais avec des paramètres temporels retardés. L'étude met aussi en évidence le rôle des protéines membranaires électroactives et de molécules solubles secrétées par les bactéries dans la modification des propriétés de surface des nanofilms. En effet, certaines bactéries comme *S. oneidensis* ont la capacité de transférer des électrons à l'extérieur de leur cellule pour les échanger directement avec le fer ferrique insoluble grâce à des protéines respiratoires : les cytochromes. Un contact direct n'est cependant pas nécessaire pour d'autres bactéries comme *E. coli* qui utilisent probablement la production de molécules navettes interagissant avec les atomes de fer dans le milieu de culture. D'autres bactéries, comme *L. plantarum*, induisent la corrosion par une acidification du milieu aqueux.

En élargissant cette méthode à d'autres types de matières solides, ces données ouvrent des perspectives d'étude de la stabilité et réactivité des premières nanocouches de contact liquide-solide. Les débouchés sont nombreux, par exemple l'étude de la dégradation de plastique dans les océans, ou bien l'analyse de la contamination de surfaces par des bactéries en médecine.



Observations microscopiques de bactéries *Shewanella oneidensis* au contact ou à proximité de la surface d'un nanofilm de fer (à gauche) et d'une lame de verre (à droite). On constate que l'épaisseur nanométrique du film de fer permet d'observer précisément le comportement des bactéries lors de leurs premières étapes d'interaction avec la surface. Avant la corrosion, la répartition spatiale des bactéries est similaire sur une surface témoin en verre et sur du fer, indiquant l'absence d'affinité spécifique. © Eric Raspaud/LPS

### Pour en savoir plus...

*Biocorrosion on Nanofilms Induces Rapid Bacterial Motions via Iron Dissolution*. M. Lherbette, C. Regeard, C. Marlière, E. Raspaud, *ACS Central Science*. DOI : [10.1021/acscentsci.1c01126](https://doi.org/10.1021/acscentsci.1c01126)