



Cadarache, le 6 octobre 2013

Une bactérie dévoile le creuset de son activité métallurgique

Un consortium international dirigé par des chercheurs du CEA¹, en collaboration avec le CNRS, vient de caractériser la structure et la fonction d'une protéine impliquée dans la production de nano-aimants de magnétite chez les bactéries dites magnétotactiques². Cette protéine, MamP, est au cœur de l'activité métallurgique de la bactérie. C'est elle qui confère à la magnétite ses propriétés d'aimant. Il s'agit là d'une avancée importante dans la compréhension de ces bactéries et des processus de biominéralisation de la magnétite. Elle devrait permettre d'élargir le champ des applications biotechnologiques de ces nano-aimants, notamment en imagerie médicale et en dépollution des eaux. Ces résultats sont publiés sur le site de *Nature* le 6 octobre 2013.

Les bactéries magnétotactiques ont la capacité de synthétiser des nano-cristaux de magnétite (Fe_3O_4) leur permettant de s'orienter le long du champ magnétique terrestre afin de trouver la colonne d'eau la plus favorable à leur survie. L'alignement de ces nano-aimants agit comme l'aiguille d'une boussole. Or, la synthèse de ces cristaux de magnétite est encore un processus largement incompris et complexe. En effet, la magnétite est un savant mélange d'oxygène et de fer sous deux états d'oxydo-réduction différents [$\text{Fe(II)Fe(III)}_2\text{O}_4$]. Les chercheurs ont montré dans cette étude comment la bactérie produisait ces deux espèces de fer, dont l'une, le Fe(III), est quasiment insoluble.

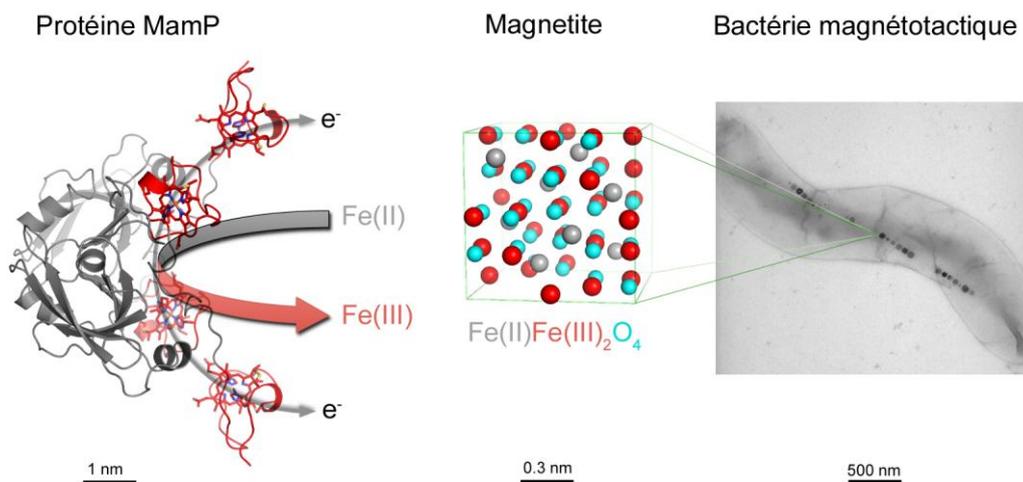
La détermination de la structure de la protéine MamP a permis de montrer pour la première fois qu'une partie de cette protéine possède un repliement original appelé « magnétochrome », que l'on ne trouve que chez les bactéries magnétotactiques. Celui-ci se caractérise par une forme de creuset pouvant accueillir du fer. Des expériences complémentaires ont permis de démontrer que MamP a la capacité d'oxyder du Fe(II) en Fe(III) et de stabiliser ce dernier dans son creuset. Des études de mutagenèse dirigée et de phénotypage des variants de bactéries magnétotactiques ont par la suite confirmé l'importance physiologique de ce creuset.

¹ Il s'agit de chercheurs de l'Institut de Biologie Environnementale et de Biotechnologie de la Direction des sciences du vivant, Cadarache. Le consortium implique également Aix-Marseille Université (AMU) et le CNRS, le Synchrotron SOLEIL (Gif-sur-Yvette) ainsi que des chercheurs de l'Institut Max-Planck (Potsdam, Allemagne) et de l'Université de Californie (Berkeley, USA).

² Les bactéries magnétotactiques sont des bactéries aquatiques qui ont la capacité de s'orienter le long des lignes du champ magnétique terrestre. Cette aptitude leur permet de trouver la profondeur idéale, variant en fonction du niveau d'eau et des marées, à laquelle la concentration d'oxygène dissout leur est optimale.

Enfin, des expériences *in vitro* ont montré que MamP, incubée en présence de Fe(II) seul, permet de produire un précurseur de la magnétite, prouvant que le Fe (III) est bien le résultat de l'activité de cette protéine.

Cette étude fondamentale lève le voile sur une partie du processus de biominéralisation du fer et de la synthèse de nano-aimants chez une bactérie magnétotactique. Les applications potentielles de ces nano-aimants sont très prometteuses. Ils pourraient, par exemple, être exploités comme agent de contraste en IRM. Autre application possible : la dépollution. En effet, équipées d'une enzyme qui dégrade des agents polluants, les bactéries magnétotactiques pourraient servir à traiter des effluents et être ensuite facilement récupérées par aimantation.



Légende : Le creuset de la protéine MamP, structure colorée en gris avec ses domaines magnétochromes en rouge, permet la transformation de Fe(II) en Fe(III), deux états redox nécessaires à la fabrication de nano-aimants de magnétite chez les bactéries magnétotactiques.

Crédit : Pascal Arnoux/CEA

Les travaux de cette étude ont été financés en partie par Eurotalent et soutenu par le Laboratoire International Associé « Biominéralisation et nanostructure ».

Référence de l'article :

Structural insight into magnetochrome-mediated magnetite biomineralization.

Marina I. Siponen, Pierre Legrand, Marc Widdrat, Stephanie R. Jones, Wei-jia Zhang, Michelle C.Y. Chang, Damien Faivre, Pascal Arnoux, David Pignol. *Nature*.

Contact Presse : CEA / Service Information-Media |
Tuline Laeser | T. +33 (0)1 64 50 20 97 |
tuline.laeser@cea.fr

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Saclay | 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
CEA service information média | T. +33 (0)1 64 50 20 11