



Un nouveau mécanisme de détoxification du mercure découvert chez les manchots

Une étude scientifique menée à l'ESRF a révélé que les manchots empereurs détoxifient le mercure grâce à deux mécanismes : en utilisant d'une part le soufre, comme le font les bactéries, et d'autre part le sélénium, comme le font les prédateurs supérieurs. Ce nouveau mécanisme de détoxification du mercure découvert chez les prédateurs marins est le résultat d'une étude publiée dans le *Journal of Hazardous Materials*.

Le mercure est classé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) parmi les dix substances chimiques les plus préoccupantes pour la santé publique. Sous sa forme neurotoxique, le méthylmercure, cet élément chimique s'accumule et se concentre dans les chaînes alimentaires aquatiques et terrestres. Comprendre les processus internes de détoxification du méthylmercure chez les animaux est crucial pour protéger la faune et développer des traitements contre l'empoisonnement au mercure.

Alain Manceau, scientifique à l'ESRF et chercheur émérite au CNRS, a étudié pendant plusieurs années les mécanismes de détoxification du mercure chez les animaux, en collaboration avec des scientifiques de l'Université de La Rochelle et du CNRS (LIENSs and CEBC), de l'US Geological Survey et de l'Université de Californie Davis. En 2021, l'équipe avait montré que les prédateurs au sommet des réseaux trophiques, tels que les pétrels géants - oiseaux marins- et les mammifères marins comme le globicéphale, sont capables de détoxifier le méthylmercure, via des réactions impliquant le sélénium sous forme d'une sélénoprotéine, pour former un composé minéral inerte non toxique, le séléniure de mercure (tiemannite).

« *Nous connaissons le mécanisme utilisé par les animaux très exposés au mercure ; notre objectif était de comprendre ce qui se passe chez des animaux situés plus bas dans la chaîne alimentaire, comme les manchots* », explique Alain Manceau. Les manchots empereurs se nourrissent principalement de calandres antarctiques, un poisson, et de calmars, qui contiennent du méthylmercure en quantités modérées. Par conséquent, ils sont moins contaminés par le mercure que les dauphins, les pétrels géants et autres prédateurs situés plus haut dans le réseau trophique.

Un mécanisme de détoxification encore inconnu chez les animaux

Grâce à une technique synchrotron, la spectroscopie d'absorption des rayons X, utilisée au Synchrotron Européen de Grenoble, l'équipe scientifique a identifié, pour la première fois, une nouvelle voie de détoxification du méthylmercure. Chez les manchots empereurs, une partie du mercure est détoxifiée grâce au même système que celui utilisé par les pétrels géants. Cependant, les manchots possèdent un second mécanisme de déméthylation, qui n'a été observé jusqu'à présent que chez des bactéries. Comme celles-ci, l'organisme des manchots forme un complexe appelé Hg-dithiolate. Ce complexe se lie aux groupes thiols des enzymes, altérant ainsi leur fonctionnement.

Pour parvenir à ces résultats, Alain Manceau et Pieter Glatzel, scientifiques ESRF, ont utilisé un spectromètre à très haute résolution pour identifier les formes chimiques du mercure dans le foie des manchots empereurs. Ils ont ensuite combiné ces données avec les isotopes stables de l'azote et du mercure pour identifier la source alimentaire du méthylmercure et son métabolisme de dégradation. La composition isotopique du complexe Hg-dithiolate a montré que la déméthylation se produit à l'intérieur du corps, et non dans le microbiote intestinal.



« *Nous pensons que ce mécanisme de déméthylation 'moins sophistiqué' est plus courant chez les vertébrés de niveau trophique inférieur, comme les reptiles, qui sont moins contaminés par le méthylmercure et n'ont pas besoin d'un mécanisme de décontamination aussi avancé que celui des pétrels géants* », expliquent les auteurs de l'étude, qui prévoient d'analyser le cas des crocodiles et du thon rouge, un poisson super prédateur.

Ces recherches sont cruciales pour tracer le cycle biogéochimique du mercure dans les écosystèmes, des bactéries aux prédateurs supérieurs.

Le transfert de mercure des mères aux poussins

Grâce à une expédition en Antarctique, l'équipe scientifique a aussi pu analyser des œufs de manchots abandonnés par leurs parents pendant l'incubation. Jusqu'à présent, on savait que les femelles transmettaient à leur petit le mercure toxique contenu dans le blanc d'œuf (albumen).

Dans la même étude, il a été découvert que, dans le jaune d'œuf, une partie du mercure est détoxifiée grâce au mécanisme sophistiqué utilisé en partie par les manchots. Cependant, la plus grande quantité de mercure dans l'œuf est sous forme toxique, en raison de la quantité disproportionnée d'albumine par rapport au jaune. « *Malgré tout, l'élimination du mercure toxique pendant la production des œufs reste quantitativement mineure comparée à la dépuration dans les plumes lors de la mue* », explique Paco Bustamante, professeur à l'Université de la Rochelle.

C'est un peu comme chez les humains, où le méthylmercure est en partie éliminé par les cheveux, alors que son transfert placentaire pendant la grossesse de la mère est connu pour avoir un impact sur le développement neurologique du fœtus.

Référence : <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.136499>

Contact – Scientifique : Alain Manceau, scientifique ESRF, alain.manceau@esrf.fr

Contact presse : Delphine Chenevier, directrice de la Communication, ESRF, +33 (0)6 07 16 18 79
delphine.chenevier@esrf.fr