



Communiqué de presse – 5 novembre 2019

Les secrets de la pintade pour fabriquer une coquille d'œuf extraordinairement résistante

L'œuf de pintade est un des plus résistants du monde ovipare. Des scientifiques de l'Inra viennent de mettre en lumière les facteurs responsables de cette solidité remarquable en démontrant que la quantité, le type et la distribution de la matrice organique dans le minéral contribuent de manière très importante aux propriétés mécaniques de la coquille de l'œuf. De plus, ils ont mis en évidence le rôle de deux protéines qui sont de véritables guides du calcium de l'organisme vers le site de fabrication de la coquille de l'œuf. Ces travaux dont les résultats sont publiés respectivement dans *Journal of Biological Chemistry* et *Journal of Proteomics*, fournissent de nouvelles connaissances notamment sur le rôle des composants de la matrice organique dans la modulation de la formation de la coquille. Ces informations permettront de sélectionner des animaux aux coquilles plus solides contribuant à une meilleure sécurité alimentaire. Elles peuvent aussi servir pour fabriquer des matériaux céramiques à des basses températures et des basses pressions.

Les coquilles d'œufs sont des céramiques naturelles qui possèdent des propriétés biomécaniques remarquables. Elles constituent une barrière physique naturelle permettant d'assurer l'intégrité de l'œuf pour permettre un développement harmonieux du poussin et la garantie d'une hygiène parfaite de l'œuf de consommation. Les chercheurs s'intéressent donc aux mécanismes de la formation de cette biocéramique.

Parmi les différentes espèces d'oiseaux, les pintades pondent des œufs dont la coquille présente une structure inhabituelle par rapport à celle des autres oiseaux. Alors que les coquilles ont le plus souvent une seule couche représentant la majeure partie de son épaisseur, la coquille de l'œuf de pintade possède deux couches, chaque couche ayant une microstructure différente. C'est cette double épaisseur qui lui confère ses propriétés mécaniques exceptionnelles en empêchant la formation et la propagation des fissures. Plus précisément, la couche interne, représentant environ un tiers de l'épaisseur de la coquille, contient des unités cristallines en colonnes de calcite disposées verticalement comme dans la plupart des coquilles d'œufs des oiseaux. La couche externe n'est observée que chez la pintade. Elle est plus épaisse et présente un arrangement microstructural plus complexe. Elle est formée de microcristaux de calcite plus petits avec des frontières très imbriquées.

Les chercheurs ont observé que l'association d'un matériau organique avec un minéral produit une accumulation de défauts qui augmente la mosaïcité cristalline. Cette association perturbe la croissance des cristaux de calcite et les désoriente durant la formation de la coquille, entraînant des modifications microstructurales dans l'épaisseur de la coquille. C'est l'emboîtement des cristaux de calcite, associé au manque de continuité d'orientation cristallographique sur toute l'épaisseur de la coquille, qui rend la propagation d'une fissure plus difficile et confère à la coquille sa solidité particulière. Ces constituants organiques ont été identifiés et leur dynamique caractérisée au cours du processus de formation.

Par ailleurs, le dépôt du carbonate de calcium cristallin dans la coquille des œufs d'oiseaux, demande aux femelles une dépense énergétique considérable peu compatible avec les conditions du vivant. Les chercheurs viennent de découvrir un mécanisme vésiculaire permettant le transport d'une forme de carbonate de calcium intermédiaire (amorphe). Par ailleurs, ils montrent que deux protéines (EDIL3 et MFGE8) permettent le guidage du carbonate de calcium à l'origine de la naissance des cristaux de calcaire cristallin. Ces résultats décryptent des mécanismes économes en énergie permettant de passer des ions au minéral cristallin dans les conditions physiologiques.

Ces travaux ont mis en lumière pour la première fois les déterminants de la solidité d'une coquille d'œuf, tant au niveau de l'arrangement cristallin qu'en amont du processus de fabrication de la coquille. Ces résultats pourraient avoir un impact important sur la conception de biomatériaux mimant la coquille, mais aussi sur la sélection de volailles produisant des œufs aux coquilles plus résistantes aux chocs.



Coupes transversales de coquilles d'œufs de poule et de pintade, observées en lumière polarisée. *courtesy of Juan-Manuel Garcia-Ruiz.*

Références :

Guinea fowl eggshell quantitative proteomics yield new findings related to its unique structural characteristics and superior mechanical properties, Le Roy *et al.*, *Journal of Proteomics*, <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2019.103511>

The glycoproteins EDIL3 and MFGE8 regulate vesicle - mediated eggshell calcification in a new model for avian biomineralisation, Stapane *et al.*, *Journal of Biological Chemistry*, 10.1074/jbc.RA119.009799

Contact scientifique

Joel Gautron : joel.gautron@inra.fr - 02 47 42 75 40

Unité Biologie des oiseaux et aviculture (Inra, Université de Tours)
Département scientifique Physiologie Animale et Systèmes d'Elevage
Centre Inra Val de Loire

Contact presse

Inra service de presse – presse@inra.fr – 01 42 75 91 86