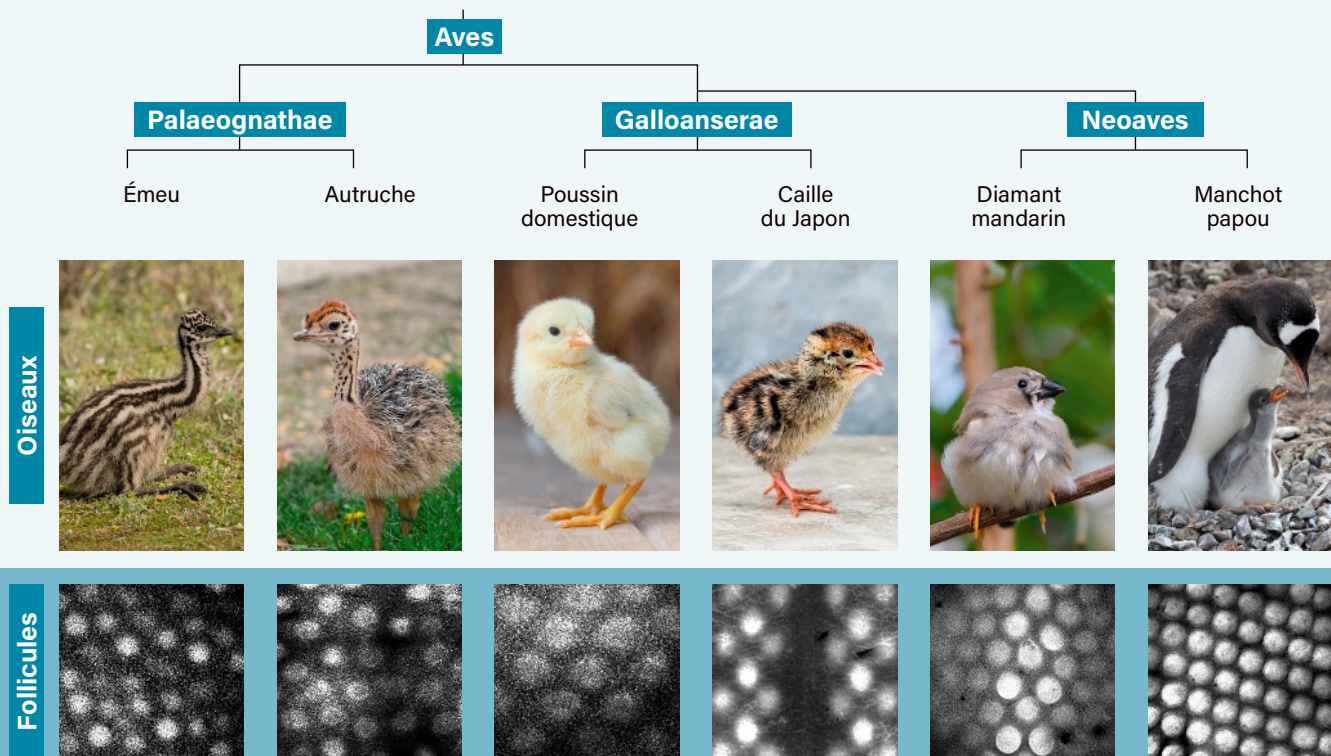




motifs cutanés n'est pas toujours intuitive, et encore moins souvent démontrée, leur diversité n'en est pas moins un outil de choix pour étudier les mécanismes contrôlant la formation et l'évolution des motifs, car elle est facilement quantifiable. C'est ainsi que récemment, après plus de cinquante ans de recherches, plusieurs équipes ont mis en évidence que ces motifs résultent eux aussi d'une combinaison d'instruction et d'autoorganisation.

L'IMPLANTATION DES PLUMES : DÉTERMINÉE OU ALÉATOIRE ?

Les premiers indices dans ce sens ont concerné la formation des zones pourvues de plumes. La peau est composée de deux couches. L'épiderme est la surface externe en contact avec l'environnement et sert de barrière. Le derme, sous-jacent, est un « mésenchyme » innervé et irrigué, un mélange de fibres et de cellules plus éparses. Au cours du développement embryonnaire, certaines zones de la peau s'épaississent, devenant « compétentes » : ce sont les futures régions présentant des plumes.

Dès les années 1990, l'équipe de Danielle Dhouailly, à l'université Joseph-Fourier, à Grenoble, a étudié le lignage de ces structures chez l'embryon. Les travaux de l'équipe, qui se sont poursuivis jusqu'à la fin des années 2000, ont montré que ces zones deviennent compétentes pour former des follicules en réponse à des signaux provenant de deux tissus du mésoderme (le feuillet embryonnaire qui donne

La géométrie formée par les follicules – structures dans lesquelles les plumes sont implantées – varie d'une espèce d'oiseau à l'autre à la surface de la peau. Chez la caille, le poulet et le diamant mandarin, les follicules sont organisés selon une géométrie hexagonale, alors que chez l'émeu et l'autruche, ils sont répartis aléatoirement. L'absence de régularité n'est pourtant pas toujours liée à l'incapacité de voler : le manchot, lui, présente un réseau d'une grande régularité et densité.

naissance aux muscles, aux os, au cartilage et au derme) : les régions compétentes dorsales sont instruites par des signaux provenant des somites – les tissus qui entourent la future moelle épinière et qui deviendront la colonne vertébrale, les muscles squelettiques et le derme. Les régions compétentes ventrales, quant à elles, sont instruites par la partie latérale du mésoderme (sur les « flancs » de l'embryon).

Au sein de chaque région compétente, les cellules de l'épiderme et du derme s'agrègent localement, formant des protubérances qui couvrent la surface de la peau : les précurseurs des follicules de plume. En étudiant leur formation, Danielle Dhouailly et d'autres chercheurs ensuite, dont Cheng-Ming Chuong à l'université de Californie du Sud, à Los Angeles, ont mis en évidence le rôle crucial de facteurs de croissance comme diverses protéines des familles FGF et BMP. L'identification de ces molécules a marqué un tournant dans l'étude des motifs cutanés aviaires. En effet, elles forment des gradients tout en interagissant localement, ce qui répond aux prérequis à la fois de l'instruction et de l'autoorganisation (voir l'encadré page 34).

Par ailleurs, grâce aux progrès de la génétique et de la modélisation mathématique, les chercheurs ont pu combiner études moléculaires et théoriques. Les résultats furent édifiants : lorsque l'autoorganisation des molécules exprimées dans la peau en développement est simulée numériquement, on