

**COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION
DÈS MAINTENANT !**



N° 525 (Juillet 21)
réf. PL525



N° 524 (Juin 21)
réf. PL524



N° 523 (Mai 21)
réf. PL523



N° 522 (Avril 21)
réf. PL522



N° 521 (Mars 21)
réf. PL521



N° 520 (Fév 21)
réf. PL520



N° 519 (Jan 21)
réf. PL519



N° 518 (Déc. 20)
réf. PL518



N° 517 (Nov. 20)
réf. PL517



N° 516 (Oct. 20)
réf. PL516



N° 515 (Sept. 20)
réf. PL515



N° 514 (Août 20)
réf. PL514

À retourner accompagné de votre règlement à :

Service Abonnement Pour la Science – 56 rue du Rocher – 75008 Paris – serviceclients@groupepourlascience.fr

☒ **OUI, je commande des numéros de Pour la Science, au tarif unitaire de 9,40 €**

1 / JE REPORTE CI-DESSOUS LES RÉFÉRENCES à 5 chiffres correspondant aux numéros commandés :

1^{re} réf. _____ 01 x 9,40 € = 9,40 €
 2^e réf. _____ x 9,40 € = _____ €
 3^e réf. _____ x 9,40 € = _____ €
 4^e réf. _____ x 9,40 € = _____ €
 5^e réf. _____ x 9,40 € = _____ €
 6^e réf. _____ x 9,40 € = _____ €

TOTAL À RÉGLER _____ €

Groupe Pour la Science – Siège social : 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris
 Cedex 14 – Sarl au capital de 32000 € – RCS Paris B 311 797 393 – Siret : 311 797 393 000 23 – APE 5814 Z

Offre valable jusqu'au 31/12/2021 en France Métropolitaine uniquement.
 Les prix affichés incluent les frais de port et les frais logistiques. Les informations que nous collectons dans ce bulletin d'abonnement nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société Pour la Science. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. Pour la Science ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à Pour la Science. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

2 / J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme
 Nom : _____
 Prénom : _____
 Adresse : _____
 Code postal _____ Ville : _____
 Téléphone _____
 Courriel : _____
 J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

3 / JE CHOISIS MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science
 en nous retournant ce bulletin complété



Pour retrouver tous nos numéros
 et effectuer un paiement par carte bancaire,
 rendez-vous sur boutique.groupepourlascience.fr



Striures, mouchetures, aplats de couleurs... Les motifs qui ornent les oiseaux sont à la fois d'une grande diversité et très reproductibles au sein d'une même espèce (ici, le faisan).

L'ESSENTIEL

> Les motifs qui ornent les animaux sont d'une extrême diversité, mais présentent aussi des récurrences, parfois même entre espèces éloignées.

> Les chercheurs ont longtemps expliqué la formation de ces motifs par l'une ou l'autre de deux théories mathématiques : l'autoorganisation, fondée sur le « modèle de Turing », et l'instruction, fondée sur l'influence de signaux externes.

> Mais ces dernières années, l'idée d'une combinaison des deux théories s'est peu à peu imposée, notamment grâce à l'étude des motifs cutanés des oiseaux.

> La découverte des mécanismes conduisant à la répartition des plumes et à leur coloration montre que ces deux théories peuvent suffire à décrire à la fois la diversité des motifs d'une espèce à l'autre et la constance au sein d'une même espèce.

L'AUTRICE



MARIE MANCEAU
directrice de
recherche du CNRS
au sein du Centre
pour la recherche
interdisciplinaire
en biologie du
Collège de France,
à Paris

Quand les plumes font des maths

Répartition des plumes, striures, couleurs... D'où viennent la richesse et la régularité des motifs cutanés des oiseaux ? Aujourd'hui, embryologie et mathématiques révèlent les mécanismes à l'œuvre. Et qui semblent transposables à bien d'autres motifs animaux.

« **A** force de se tenir moitié dans l'ombre et moitié pas, et sous l'ombrage dansant, glissant et cabriolant des arbres, voilà que la Girafe devint tachetée, et le Zèbre rayé. » En 1902, l'écrivain britannique Rudyard Kipling contenait en ces mots la formation des motifs pigmentaires qui habillent les animaux de la savane. Si cette magie de l'imaginaire ne reflète pas la réalité biologique, elle illustre une fascination universelle pour ces motifs naturels.

Répartition de la couleur, des poils ou des plumes, contours des antennes, cornes et becs, formes des empreintes digitales, dents et coquilles... Façonnés au fil de l'évolution, ces motifs sont en général vitaux pour les animaux. Depuis longtemps, les humains les observent, les représentent – de tels motifs ornent la grotte de Lascaux ! – et cherchent à comprendre comment ils se forment.

Jusqu'à récemment, notre conception des mécanismes en jeu était restreinte à deux théories mathématiques opposées proposées au ^{xx}e siècle. Mais ces dernières années, les progrès dans la compréhension de l'embryogenèse, en particulier chez les oiseaux, et le développement de la génétique ont permis de montrer que non seulement les deux mécanismes existent, mais aussi que c'est leur combinaison dans l'espace et le temps qui assure aux motifs leur précision, tout en contribuant à leur évolution.

UNE DIVERSITÉ EXTRÊME DE MOTIFS NATURELS...

Un motif est perçu comme un ordre visible dans la répartition spatiale d'éléments au sein d'un système; en biologie animale, il peut s'agir de caractères corporels, d'individus au sein d'une population ou d'espèces dans leur habitat. Une déambulation en campagne, sur la plage à marée basse ou dans les allées du Muséum national d'histoire naturelle sont autant d'occasions d'explorer la biodiversité des motifs animaux: plumages bariolés, crinières touffues, fourmis en files indiennes ou agrégats de bigorneaux, les formes et couleurs des animaux adoptent des géométries diverses, qu'il est possible de classer en grandes catégories.

Prenons les vertébrés, dont nous faisons partie: on constate tout d'abord des symétries par rapport à un axe ou à un point. Celle du corps est dite bilatérale, tous les organes externes étant répartis également de part et d'autre de la ligne formée par la moelle épinière. Ces symétries concernent aussi les comportements, comme ces parades nuptiales fréquentes chez les oiseaux dans lesquelles les partenaires en devenir effectuent une chorégraphie en miroir. Autre type de motif, les mousses et bulles, surfaces sphériques, sont souvent

présentes à petite échelle: les cellules et les compartiments intracellulaires, par exemple, entrent dans cette catégorie. Les fissures, discontinuités de surface, caractérisent les craquelures de la peau des crocodiles ou les lignes de la main.

Mais les motifs qui caractérisent le monde animal sont bien plus divers. Les motifs périodiques, produits par la répétition d'un même élément, sont très fréquents: pensez aussi bien aux doigts, vertèbres et dents qu'aux files de gnous en migration ou à la queue des acheteurs au supermarché! Parmi ces motifs, les fractales, géométries décrivant la reproduction à l'identique d'un motif à différentes échelles, se retrouvent dans les arborescences formées par les neurones ou les alvéoles des poumons. Les méandres et les vagues, sinuosités ou

Les motifs des animaux varient de façon extrême tout en obéissant à des lois

déformations de surface répétées, caractérisent le déplacement du serpent ou les circonvolutions de l'émail des molaires. Les tessellations ou « motifs de Voronoï », dans lesquels les surfaces sont découpées en géométries régulières, s'observent sur le manteau des girafes ou la carapace des tortues. Les spirales se retrouvent dans la cavité de l'oreille interne ou les cornes de certains herbivores, et enfin les rayures et taches, disques ou droites périodiques plus ou moins déformées, ornent les félins ou caractérisent la répartition des troupeaux d'herbivores... Plusieurs de ces géométries sont parfois combinées en motifs complexes. À l'inverse, certains caractères semblent disposés de façon aléatoire, n'obéissant à aucun critère géométrique évident.

... MAIS PAS SANS LIMITES

Les possibilités semblent infinies, et pourtant. On note certaines tendances, des récurrences dans l'orientation ou la géométrie des motifs au sein de certains groupes ou même, plus étrangement, entre espèces éloignées. Les rayures dorsales noires et jaunes qui couvrent les poussins de volaille varient en nombre et en largeur, mais sont toujours longitudinales. Celles des zèbres ou des poissons-clowns sont,