

Joues orange, poitrine zébrée, flancs roux tachetés de blanc : ce diamant mandarin est un mâle. La femelle ne présente aucune de ces caractéristiques.

EN CHIFFRES

10 500

On connaît environ 10 500 espèces d'oiseaux actuels. Parmi eux, 5 000 sont des oscines (les oiseaux chanteurs), 1 300 des suboscines et 3 des acanthisittidés.

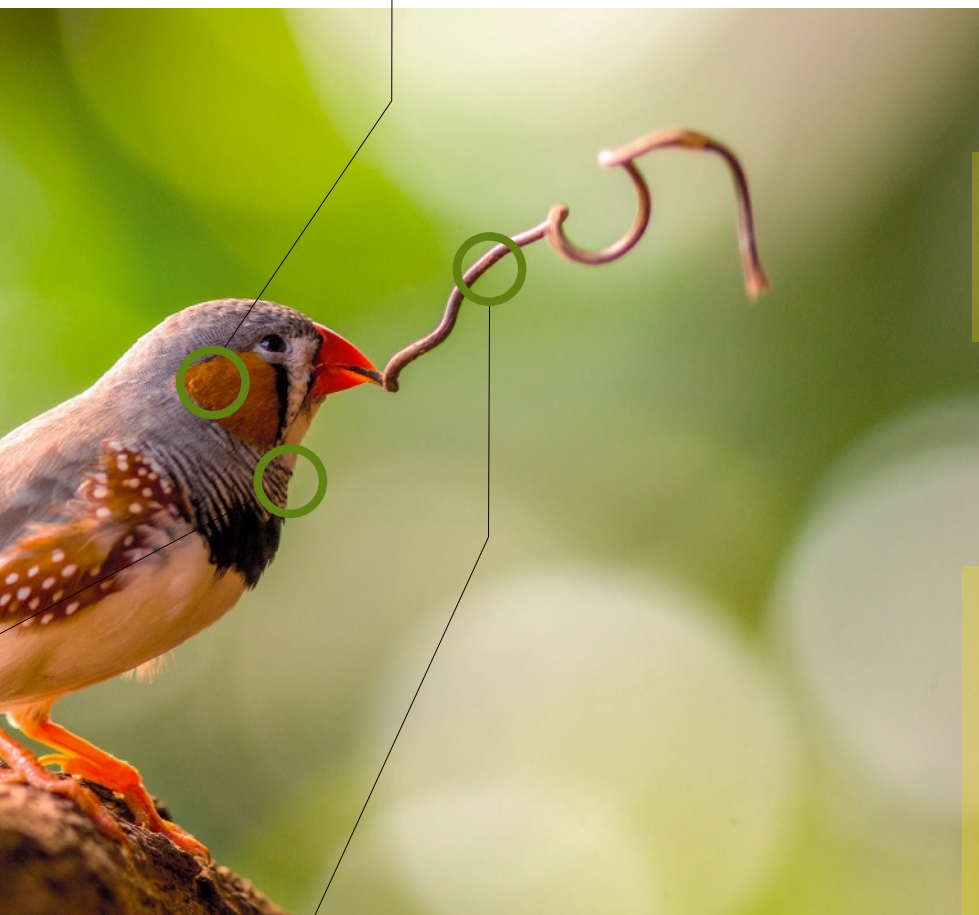
10 %

Le chromosome B du diamant mandarin est le plus grand de son génome, dont il constitue plus de 10%. Il comporte au moins 115 gènes, qui sont tous des copies de gènes portés sur les autres chromosomes.

6

Les gènes du chromosome B du diamant mandarin sont arrivés en au moins 6 vagues mises en évidence par des spéciations :

2 gènes il y a 26 millions d'années, 3 il y a 14 millions d'années, 1 il y a 10 millions d'années, 1 il y a 8 millions d'années, 4 il y a 5 millions d'années... et 26 il y a 1 million d'années.



Les diamants mandarins choisissent leur partenaire pour la vie. Le mâle apporte à la femelle tout le matériel nécessaire pour fabriquer leur nid, mais c'est elle qui décide de son emplacement et le construit. Tous deux s'occuperont des œufs, puis des petits.



Diamant mandarin
(*Taeniopygia guttata*)
Taille : environ 10 cm

La structure de son arbre est très parlante. En 2002, dans un travail pionnier, l'équipe de Janette Norman, de l'université d'Oxford, avait reconstruit cet arbre en utilisant pour la première fois des séquences d'ADN d'acanthisittidés. Un travail publié en 2016 par l'équipe de Rafe Brown, de l'université du Kansas, et réalisé avec bien plus d'ampleur a confirmé et précisé cette structure, qui se révèle fortement dépendante de la biogéographie.

Le premier groupe qui a émergé est celui des acanthisittidés, endémiques de Nouvelle-Zélande. Puis les suboscines et les oscines se sont séparés. Les suboscines sont constitués de deux groupes :

l'un, majoritaire, peuple l'Amérique du Sud (et un peu l'Amérique du Nord), l'autre, l'Afrique (et un peu l'Asie du Sud-Est). Du côté des oscines, les deux premiers clades basaux à émerger – les ménuridés (oiseau-lyre) et les méliphagoidés (méliphages) – comprennent des espèces exclusivement australiennes. Dans le troisième clade, les corvoïdés, on retrouve par ailleurs de nombreuses familles exclusivement d'Australie ou de Nouvelle-Guinée, comme les oiseaux de paradis, mais aussi certaines à large distribution, comme les corvidés (corbeaux, geais...). Puis ont émergé les passeridés, mondialisés.

L'interprétation de cette biogéographie est simple lorsqu'on sait qu'à partir du Jurassique supérieur (il y a 160 millions d'années), le continent du Gondwana s'est disloqué, individualisant, entre autres : l'Amérique du Sud, l'Afrique, l'Australie et la Nouvelle-Zélande. Il apparaît donc que l'ensemble des passeriformes sont d'origine gondwanienne, les dichotomies entre groupes ayant suivi la séparation des continents (voir l'encadré page 70).

Le premier facteur est donc géologique : entraînée vers le nord par la tectonique des plaques, l'Australie a heurté l'Asie du Sud-Est, provoquant tout d'abord, il y a 23 millions d'années, la >

> formation de la Wallacea, une zone constituée principalement des actuelles petites îles de la Sonde, de Sulawesi (anciennement Célèbes) et de la majorité des Moluques, puis, il y a 15 millions d'années, l'émergence de la Nouvelle-Guinée. Ces événements géologiques ont donné lieu à un corridor autorisant le passage d'animaux volants vers le continent asiatique, puis vers l'ensemble du monde. Or la datation fine des deux vagues de diversification des oscines, réalisée par l'équipe de Rafe Brown, coïncide avec celle des formations de la Wallacea et de la Nouvelle-Guinée, calculée par les géologues.

L'ORIGINALITÉ GÉNÉTIQUE DES OSCINES

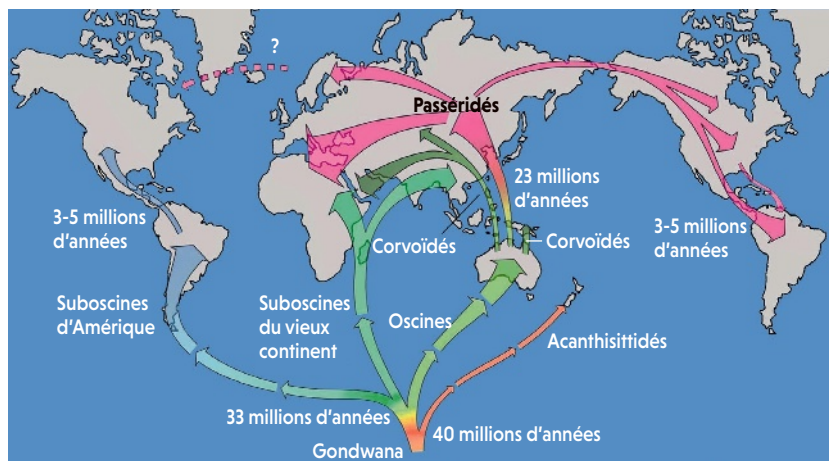
Le second facteur de la diversification des oscines est en revanche minuscule. Dès 1998, Maria Pigozzi et Alberto Solari, de l'université de Buenos Aires, ont découvert qu'un oscine, le diamant mandarin (*Taeniopygia guttata*), possède dans son génome un chromosome surnuméraire – appelé chromosome B. Celui-ci ne se comporte pas comme les chromosomes classiques lors des divisions cellulaires, en particulier lors de la méiose, au cours de laquelle il ne s'apparie pas avec un chromosome homologue. Ainsi, les gènes qu'il porte n'obéissent pas aux lois de Mendel. Plusieurs milliers d'espèces animales, végétales ou fongiques présentent de tels éléments. Habituellement, un tel chromosome ne confère aucun avantage à l'organisme qui l'abrite et est donc considéré comme un élément parasite, égoïste, qui utilise la machinerie cellulaire pour se maintenir et se propager.

Or de très récents travaux de l'équipe de Pavel Borodin, de l'Académie russe des sciences, montrent à présent que tous les oscines portent un chromosome B et que celui-ci a un comportement surprenant. On ne le détecte que dans les cellules germinales, et il disparaît de la lignée germinale mâle durant la maturation des spermatozoïdes. De plus, transmis par les femelles, il paraît enrichi en gènes impliqués dans la maturation des ovocytes. Il serait donc devenu indispensable. Suivant les espèces, ces chromosomes B varient énormément en taille et montrent de faibles similarités interspécifiques. En fait, chez les oiseaux, de parasite, le chromosome B est devenu symbiote.

Pour le vérifier, une équipe internationale autour d'Alexander Suh, de l'université d'Uppsala, en Suède, a analysé le chromosome B du diamant mandarin. Il

LA ROUTE DES PASSÉRIFORMES

Tous d'origine gondwanienne, les passériformes se sont diversifiés avec la séparation des continents : les acanthisittidés en Nouvelle-Zélande ; les suboscines en Amérique du Sud et en Afrique ; les oscines en Australie. Postérieurement, certaines espèces de suboscines se sont disséminées, qui en Amérique du Nord, qui en Asie du Sud-Est. Mais les oscines présentent un cas bien particulier : à partir de l'Australie, ils ont conquis le monde.



compte au moins 115 gènes, dont 32 s'expriment dans les ovaires et 6 dans les testicules. De plus, la plupart de ces gènes présentent des signes de sélection positive. Ainsi, bien que ce soient des copies de gènes distribués sur les chromosomes classiques, le chromosome B est indéniablement indispensable à l'animal.

Par phylogénie moléculaire, il est possible de reconstituer l'histoire de ce chromosome B. Son émergence paraît remonter à l'ancêtre hypothétique commun des passériformes. Il est sans doute présent chez les suboscines, ce qui sera à vérifier. Puis les gènes sont arrivés au fur et à mesure, certains récemment, il y a moins de 1 million d'années. Vu sa rapide dynamique évolutive et sa fonction essentielle, le chromosome a certainement joué un rôle fondamental dans l'isolement reproducteur lors de la diversification de masse des oiseaux chanteurs.

Ainsi, les oscines ont conquis les continents grâce à la surrection de la Wallacea et de la Nouvelle-Guinée, d'une part, et à l'acquisition d'un chromosome B, d'autre part. Sans oublier bien sûr le chant qui, en permettant au mâle de déterminer un territoire et d'y attirer une femelle, joue un rôle essentiel dans la spéciation ! Les oiseaux sont décidément une magnifique illustration de l'importance de la contingence en biologie évolutive. ■

BIBLIOGRAPHIE

C. M. Kinsella et al., **Programmed DNA elimination of germline development genes in songbirds**, *Nat. Commun.*, vol. 10, article 5468, 2019.

A. A. Totgasheva et al., **Germline-restricted chromosome (GRC) is widespread among songbirds**, *PNAS*, vol. 116(24), pp. 11845-11850, 2019.

R. G. Moyle et al., **Tectonic collision and uplift of Wallacea triggered the global songbird radiation**, *Nat. Commun.*, vol. 7, article 12 709, 2016.

P. G. Ericson et al., **A Gondwanan origin of passerine birds supported by DNA sequences of the endemic New Zealand wrens**, *Proc. R. Soc. Lond. B*, vol. 269, pp. 235-241, 2002.