

> 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

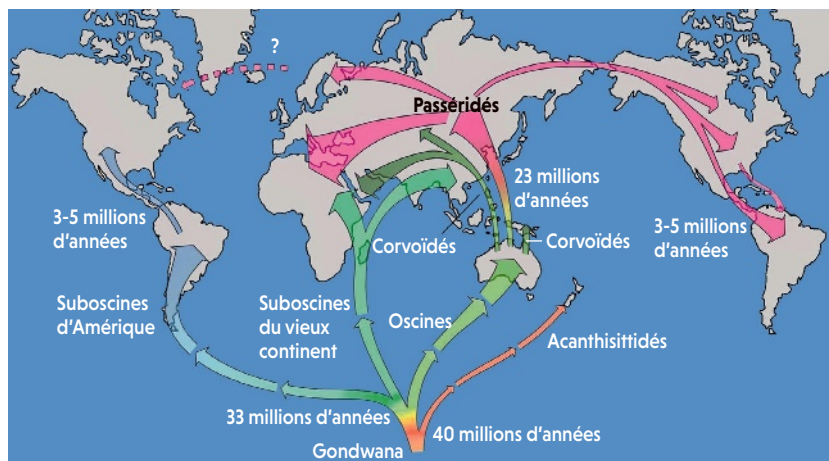
Le second facteur de la diversification des oscines est en revanche minuscule. Dès 1998, Maria Pigozzi et Alberto Solari, de l'université de Buenos Aires, ont découvert qu'un oscine, le diamant mandarin (*Taeniopygia guttata*), possède dans son génome un chromosome surnuméraire – appelé chromosome B. 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.

L'AUTEUR



HERVÉ THIS
physicochimiste,
directeur
du Centre international
de gastronomie moléculaire
AgroParisTech-Inra, à Paris

GOÛT DE VIANDE POUR IMITATIONS DE VIANDE

À l'aide de coproduits de l'élevage, tels que les os, on peut donner du goût à des reproductions de viandes concoctées à partir de végétaux.

L'industrie de la viande se préoccupe de valoriser des coproduits de l'élevage (os, peaux, tissus gras, abats, sang) pour donner du goût... à des reproductions végétales de viande! Ce goût qui apparaît à la cuisson résulte de nombreuses réactions: thermolyses, pyrolyses, «déshydratation intramoléculaire» des hexoses, hydrolyses... ou encore ces «réactions de Maillard» évoquées à tort et à travers. Examinons cela plus en détail.

Des brunissements surviennent quand on chauffe des sucres à haute température (caramélisation), mais des sucres en solution peuvent également brunir par la réaction de «déshydratation intramoléculaire» des hexoses. Par exemple, les pectines de végétaux chauffés libèrent leurs constituants, qui sont des petits sucres, dont le principal est l'acide galacturonique. Ce dernier se présente à l'état pur comme une poudre blanche, qui fait dans l'eau une solution incolore, comme un sirop habituel; mais le chauffage prolongé de cette solution conduit à une coloration brune (c'est peut-être pourquoi les bouillons de légumes brunissent).

Des protéines chauffées brunissent aussi: on peut s'en convaincre en chauffant dans une poêle des protéines de lait ou de la gélatine. Il en est de même pour des acides aminés que l'on achètera dans des boutiques de diététique, ou que l'on produira en «hydrolysant» des protéines, notamment avec de l'ananas cru, qui apporte l'enzyme protéase nommée «broméline».

Du chauffage de composés purs, passons à des mélanges dont les constituants peuvent réagir. Par exemple, entre des sucres réducteurs et des acides aminés, on a une réaction découverte dès 1866 par le chimiste allemand Hugo Schiff. Quand ce sont les fonctions amines (un atome

Un steak à base de végétaux au goût proche de la viande? C'est possible, si l'on s'autorise à consommer un peu de substances dérivées de l'élevage.



d'azote lié à un ou deux atomes d'hydrogène) des protéines qui réagissent avec des sucres réducteurs, la réaction s'effectue à des températures modérées... et elle porte abusivement le nom du chimiste nancéien Louis-Camille Maillard, car cette réaction n'est autre que la précédente...

En fait, il y a mille autres réactions de brunissement avec d'autres composés organiques, à haute température, des thermolyses ou des pyrolyses. Et tout cela se mêle dans les aliments réels, comme on le voit en grillant de la farine dans une poêle: ce mélange de polysaccharides, de protéines et de nombreux autres composés prend d'abord une couleur blonde et une belle odeur... que n'a pas l'amidon pur («féculé») chauffé dans les mêmes conditions.

Munis de ce bagage chimique, revenons à la valorisation des coproduits de l'élevage. Des chercheurs néozélandais ont cuit des os dans l'eau, avant de dégraisser la solution, de la concentrer et d'hydrolyser les protéines extraites à l'aide de protéases, afin de libérer davantage d'acides aminés libres; puis ils ont ajouté un sucre et chauffé. Les solutions obtenues étaient ensuite ajoutées à des reproductions de viande faites par extrusion de diverses protéines, provenant de gluten, d'albumine sérique bovine, de

soja. Les reproductions de viande ainsi «assaisonnées» au goût de viande cuite étaient ensuite soumises à des jurys de dégustation.

Résultat: c'était pour une concentration en hydrolysate de 20% que les reproductions de viande étaient préférées... Mais que vaut la majorité, en matière d'art culinaire? Si mon ami préfère du vin blanc et moi du rouge, ce n'est pas le rosé qui nous mettra d'accord! ■



LA RECETTE

- 1 À des déchets de viande, ajouter un peu d'ananas frais et stocker pendant deux jours au réfrigérateur, afin que les protéases du fruit (les bromélines) dissocient les protéines.
- 2 Ajouter du glucose et chauffer jusqu'à l'apparition d'une couleur brune.
- 3 Pour faire la reproduction de viande, mélanger 20 % de poudre de blanc d'œuf et 80 % d'eau. Assaisonner.
- 4 Cuire un peu de farine dans de l'eau et ajouter cet empois au mélange précédent.
- 5 Y ajouter la préparation brune obtenue à partir de l'hydrolysate de viande.
- 6 À l'aide d'une seringue sans aiguille ou d'une poche à douille, faire des structures filamenteuses alignées, comme les fibres musculaires d'une bavette.
- 7 Faire sauter dans une poêle avec un peu de matière grasse pour éviter que cela n'attache. Saler, poivrer et servir.



Tous les enfants font des rêves mais pour certains c'est vital de les réaliser.

*Depuis 1987, l'Association Petits Princes réalise les rêves
des enfants gravement malades.
Pour leur donner l'énergie de se battre contre la maladie,
nous avons besoin de vous.*



Devenez bénévole ou faites un don
www.petitsprinces.com - 01 43 35 49 00

A

PICORER



Retrouvez tous
nos articles sur
www.pourlascience.fr

P.52

21 000

C'est le nombre de géocroiseurs – des corps célestes dont la trajectoire approche celle de la Terre – actuellement recensés. Ils représentent un danger potentiel pour la vie sur Terre.

P.18

« La comparabilité internationale des données de mortalité et la standardisation des logiques de dépistage à grande échelle renforcerait la légitimité des autorités sanitaires au niveau mondial »

VIRGINIE TOURNAY
politologue à Sciences Po

P.32

39,3

Tel sera, en mètres, le diamètre du miroir principal du *Télescope géant européen*, ou *ELT*, actuellement en construction au Chili. Ce miroir aura donc une superficie équivalente à celle de trois terrains de basket.

P.8

NÉANDERSOVIENS

Ces humains eurasiens, ancêtres communs aux populations néandertaliennes et dénisoviennes, se seraient séparés en ces deux groupes distincts il y a environ 500 000 ans, et non il y a 380 000 ans comme on le pensait jusqu'ici. Les paléoanthropologues rattachent les Néandersoviens à l'espèce *Homo heidelbergensis*.

P.58

NOMBRE-UNIVERS

On conjecture que π est un nombre-univers car son développement décimal inclurait toutes les séquences possibles de chiffres, aussi longues que l'on veut. Il existerait alors une séquence de 1 million de décimales de π codant une image de 1 000 × 1 000 pixels en 10 niveaux de gris et qui représenterait... votre portrait!

P.42

110 000

C'est le nombre de variétés de riz différentes que cultivaient les agriculteurs indiens jusque dans les années 1970. Un recensement achevé en 2006 indique que, trois décennies plus tard, seules 6 000 variétés subsistent encore : une perte de biodiversité énorme.

FAIRE UNE THÈSE POUR PRÉPARER L'AVENIR.



AU SEIN D'UN PARTENARIAT AVEC L'ÉTUDIANT, SON LABORATOIRE D'ACCUEIL
ET UN COFINANCEUR PUBLIC OU PRIVÉ,
L'ADEME FINANCE VOTRE THÈSE PENDANT 3 ANS POUR INVENTER LE MONDE DE DEMAIN.

www.ademe.fr/theses