

> phosphorite, prouvent que l'atoll, qui actuellement culmine à 8 mètres au-dessus du niveau de la mer, a été complètement submergé à plusieurs reprises. Deux inondations certaines datent d'environ 340 000 et 12000 ans, et deux autres se sont vraisemblablement intercalées il y a 240000 et 200000 ans.

Évidemment, la submersion complète d'un atoll entraîne l'éradication de l'ensemble des faune et flore terrestres. La plus récente a donc causé l'extinction des nombreuses espèces de vertébrés retrouvées dans le gisement du Bassin Cabri, dont deux oiseaux endémiques (un pétrel et un canard), un crocodile à corne endémique, une tortue géante, un iguane et des scinques... L'étude paléontologique du gisement de Point Hodoul, postérieur, montre qu'après réémergence de l'atoll, la recolonisation a été rapide. Si les oiseaux et le crocodile ont complètement disparu, les autres espèces, non endémiques, sont revenues et comptent parmi les fossiles du site.

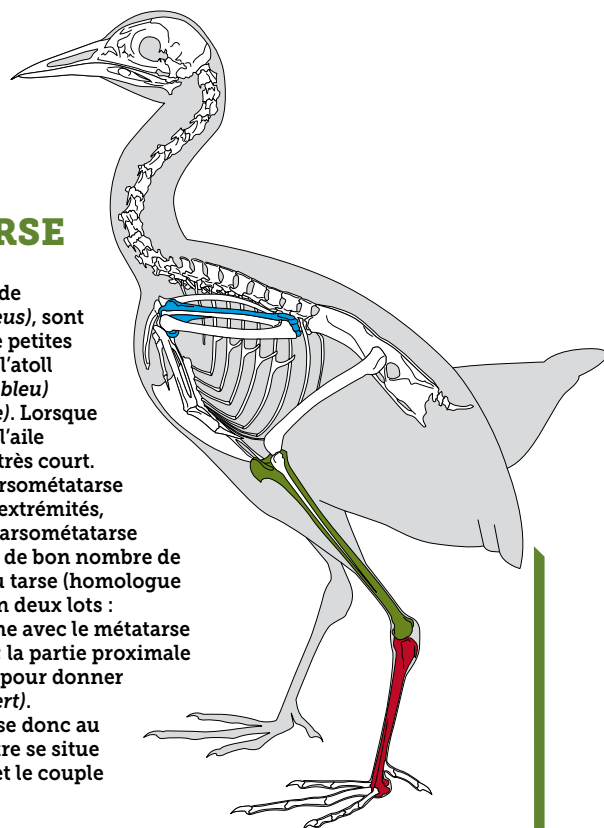
LA PARTICULARITÉ DU RÂLE DE CUVIER

Les gisements renferment des restes osseux de râle de Cuvier. Dans le plus ancien, celui du Bassin Cabri, ce sont deux humérus. De taille réduite, ils sont quasiment identiques à ceux du râle de Cuvier d'Aldabra moderne (*D. c. alda-branus*). Dans le gisement plus récent (Point Hodoul), il s'agit d'un tarsométatarse. Chez les oiseaux modernes, en effet, les homologues du tarse (cheville) et du métatarse (pied) des mammifères sont fusionnés en un seul os, le tarsométatarse (voir l'encadré ci-dessus). Celui de Point Hodoul paraît plus trapu, plus robuste que ceux des râles de Cuvier d'Aldabra modernes, eux-mêmes plus trapus et robustes que ceux des râles de Cuvier d'autres îles ayant conservé leur capacité de voler (sous-espèce *D. c. cuvieri*). Cela suggère que les râles de Point Hodoul étaient meilleurs coureurs que les oiseaux actuels. Or un oiseau qui perd le vol devient coureur, ce qui entraîne l'accroissement de la puissance de ses pattes. Les râles de Point Hodoul étaient donc très probablement aptères.

La présence du râle de Cuvier dans ces gisements du Pléistocène paraît très étrange. En effet, la petite taille des humérus du Bassin Cabri prouve que l'oiseau avait déjà perdu l'aptitude au vol. Étant strictement terrestre, il a donc dû disparaître au moment de la dernière

LE SECRET DU TARSOMÉTATARSE

Les rallidés, comme ce râle de Cayenne (*Aramides cajaneus*), sont dotés de fortes pattes et de petites ailes. Les os fossiles trouvés sur l'atoll d'Aldabra sont des humérus (en bleu) et des tarsométatarses (en rouge). Lorsque l'oiseau perd la faculté de voler, l'aile s'atrophie et l'humérus devient très court. L'oiseau devenant coureur, le tarsométatarse se renforce, en particulier à ses extrémités, au niveau des articulations. Le tarsométatarse est une curiosité des oiseaux et de bon nombre de dinosaures. En effet, leurs os du tarse (homologue de notre cheville) se séparent en deux lots : la partie distale (en bas) fusionne avec le métatarse pour donner le tarsométatarse ; la partie proximale (en haut) fusionne avec le tibia pour donner le tibiotarse, l'os du pilon (en vert). L'articulation de la cheville passe donc au milieu du tarse, alors que la nôtre se situe entre le tarse (avec l'astragale) et le couple tibia-péroné.



submersion de l'atoll. Or le râle de Cuvier est revenu sur l'île au moins une fois entre la formation des deux gisements et n'a pu le faire qu'en volant, ce qui signifie que l'oiseau a perdu au moins à deux reprises la possibilité de voler.

Comparons les deux événements évolutifs, séparés de plusieurs dizaines de milliers d'années. Des oiseaux de la même espèce, c'est-à-dire avec des génomes comparables, arrivent à deux moments différents sur un atoll, c'est-à-dire dans des écosystèmes comparables. Mêmes capacités d'évolution, mêmes interférences environnementales. Il en résulte une évolution similaire. Les biologistes appellent cela de l'évolution parallèle. Différents cas sont bien circonscrits, avec des lieux différents. Par exemple, le râle de Cuvier de la sous-espèce *D. c. abbotti*, aujourd'hui disparu, était lui aussi aptère, mais endémique de l'île de l'Assomption, également dans l'archipel des Seychelles. Par ailleurs, une équipe de l'université de Pennsylvanie a montré en 2012 que les canards-vapeur ou brassemers (genre *Tachyeres*), qui vivent en Patagonie et dans les îles Malouines, ont perdu trois fois indépendamment la faculté de voler. L'étonnant, dans le cas du râle de Cuvier, est que l'on ait eu la possibilité de démontrer la répétition d'un même processus évolutif à partir d'une même espèce, au même endroit. ■

BIBLIOGRAPHIE

J. Hume et D. Martill, **Repeated evolution of flightlessness in Dryolimnas rails (Aves : Rallidae) after extinction and recolonization on Aldabra**, *Zool. J. Linn. Soc.*, article zlz018, 2019.

J. Hume et al., **A terrestrial vertebrate palaeontological review of Aldabra atoll**, Aldabra group, Seychelles, *PLoS One*, vol. 13(3), article e0192675, 2018.

T. Fulton et al., **Multiple losses of flight and recent speciation in steamer ducks**, *Proc. R. Soc. B*, vol. 279(1737), pp. 2339-2346, 2012.

3 FORMULES AU CHOIX



À renvoyer accompagné de votre règlement à :

PAG19STD



**OUI, je m'abonne
pour 1 an à** **POUR LA SCIENCE**

FORMULE
DÉCOUVERTE

• 12 n° du magazine papier

59€
Au lieu d

Ad lieu de
~~82,80€~~

01A59E



**FORMULE PAPIER
+ HORS SÉRIE**

- 12 n° du magazine papier
- 4 Hors-série papier

79€

Au lieu de
~~114,40€~~

Q

FORMULE
INTÉGRALE

- 12 n° du magazine papier
- 4 Hors-série papier
- Accès illimité aux contenu

99€

Au lieu de

1A99E

☐ M. ☐ Mme

Nom: Prénom:

Adresse:

Code postal | | | | | Ville:

Téléphone | | | | | | | |

Email: (indispensable pour la formule intégrale)

.....@

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science

☐ OUI ☐ NON☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science☐ Carte bancaire

Nº

--	--	--	--

--	--	--	--

--	--	--	--

--	--	--	--

Date d'expiration Clé (Les 3 chiffres au dos de votre CB)

Signature obligatoire:

* Réduction par rapport au prix de vente en kiosque et l'accès aux archives numériques. Durée d'abonnement : 1 an. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre valable jusqu'au 31/12/2019 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site <https://boutique.pourlascience.fr>. Photos non contractuelles.

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.

L'AUTEUR



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

DÉLICIEUX OXYMORES THERMIQUES

Grâce aux particularités du chauffage par des microondes, il est possible de faire un plat à la fois glacé et brûlant.

Le manichéisme séduit par sa simplicité: le bon et le mauvais, le noir et le blanc, le salé et le sucré, le chaud et le froid... Or l'alternative ne se réduit que rarement aux deux termes opposés. Entre le noir et le blanc, il y a l'infinie gamme des gris...

Pour la consistance, par exemple, les rhéologues savent qu'il y a toute une gamme entre le liquide et le solide: il y a ainsi les liquides « newtoniens », dont la viscosité est constante, des fluides rhéofluidifiants, des fluides rhéoépaississants... Notamment, certaines peintures sont rhéofluidifiantes, ce qui signifie qu'elles ne coulent pas facilement quand elles sont immobiles, mais sont plus fluides quand on leur applique une force: utile quand on peint un plafond! En cuisine, c'est le cas des sauces tomate, entre autres.

Ce mois-ci, c'est avec les températures que je propose de jouer, pour faire un millefeuille à la fois glacé et brûlant. L'idée? Elle découle des « omelettes norvégiennes inversées » que nous avons proposées il y a plus de deux décennies, et qui sont fondées sur le fait que les microondes chauffent énergiquement l'eau liquide, alors que l'eau solide (la glace, donc) capte peu l'énergie de ces ondes.

Commençons par nous convaincre expérimentalement de ce fait en fabriquant un récipient en glace, à l'aide de deux saladiers qui s'emboîtent. Versons de l'eau dans le grand saladier, posons le petit saladier dessus (éventuellement avec un poids dedans pour l'enfoncer), et mettons le tout au congélateur. Quand nous sortirons l'ensemble, il suffira de retirer les deux saladiers pour avoir un récipient de glace.

Dans ce dernier, versons de l'eau liquide, et plaçons le tout au four à

Les couches glacées riches en glace d'eau sont relativement insensibles au chauffage par microondes, contrairement aux couches riches en eau liquide.

microondes: rapidement, l'eau liquide se met à bouillir, alors que la glace n'est pas fondue.

Pour faire un plat glacé-brûlant, il faut donc un élément glacé et un élément liquide. Et pour faire un millefeuille de ce type? Il suffira d'alterner des couches glacées et des couches liquides ou, du moins, suffisamment visqueuses pour ne pas couler. Bien sûr, pour donner aux convives la possibilité de bien percevoir l'alternance du glacé et du brûlant, on ne produira pas exactement un millefeuille, mais une alternance de couches ayant environ un centimètre d'épaisseur.

Le glacé? La glace d'eau n'a guère d'intérêt gustatif, mais on n'oubliera pas que les mousses sont des dispersions de bulles d'air dans un liquide, et que ce dernier peut avoir du goût. Pensons par exemple à du blanc d'œuf additionné de sucre, comme pour une meringue, ou, mieux encore, une mousse dont le liquide serait une solution aqueuse de sucre, d'un colorant, d'acide citrique, et de composés odorants, tels le limonène ou le citral, qui sont présents dans les agrumes. Une fois la mousse stabilisée (relativement) par le sucre, on coulera la mousse sur une plaque, dans des moules en forme de disques, de sorte que la congélation produise des disques glacés.



Lors du dressage, on alternera donc des disques glacés et des couches d'un sirop un peu épais, puis l'ensemble sera rapidement chauffé, à pleine puissance, au four à microondes, ce qui produira l'alternance voulue de glacé et de brûlant. Un oxymore thermique et culinaire, en quelque sorte. ■



LA RECETTE

- 1 Dans 120 grammes d'eau, dissoudre 15 grammes de poudre de blanc d'œuf et fouetter en neige ferme.
- 2 Ajouter une pincée de sel, une cuillerée d'acide citrique et 250 grammes de sucre en poudre; fouetter jusqu'à dissolution de tous les cristaux. Éventuellement, ajouter quelques gouttes de limonène ou de citral, ou d'huile essentielle d'agrumes.
- 3 Avec cette mousse, former des disques de dix centimètres de diamètre (soit en utilisant des disques métalliques posés sur un papier sulfurisé, soit en utilisant des moules).
- 4 Mettre les disques de mousse au congélateur.
- 5 Préparer un sirop épais avec de l'eau et du sucre; donner de la couleur avec un colorant alimentaire, et parfumer avec de l'eau de fleur d'oranger (on pourrait aussi utiliser de la confiture).
- 6 Sortir les disques glacés et les alterner avec des couches de sirop (ou de confiture).
- 7 Mettre au four à microondes, à pleine puissance, jusqu'à ce que le sirop se mette à bouillir. Servir.