

A

CTUALITÉS

P.6 Échos des labos
 P.16 Livres du mois
 P.18 *Homo sapiens informaticus*
 P.20 Disputes environnementales
 P.22 Les sciences à la loupe

GÉNÉTIQUE

DU MÉTISSAGE ANCIEN DANS LES POPULATIONS OCÉANIENNES



Les habitants des archipels du Pacifique ont acquis des gènes qui les ont aidés à résister aux disettes et aux agents infectieux. Une partie de ces gènes sont d'origine dénisovienne.

Le séquençage des génomes de plus de 317 individus d'Océanie révèle des métiassages anciens qui ont conféré aux populations de la région quelques avantages adaptatifs.

Au-dessus de 25 d'indice de masse corporelle, il y a surpoids. Or, en Polynésie française, l'indice de masse corporelle moyen est de 29,1. La diffusion de la nourriture industrielle et les changements de modes de vie ont mis la région du Pacifique en tête du classement mondial de l'obésité et du diabète. Cette situation a aussi des racines génétiques, que révèle une équipe réunie autour de Lluis Quintana-Murci, de l'institut Pasteur à Paris.

Ces chercheurs ont séquencé les génomes complets de 317 individus

issus de 20 populations du Pacifique. Les chercheurs ont recherché dans ce matériel génétique les signes de balayages sélectifs, c'est-à-dire des processus qui augmentent la fréquence des mutations avantageuses jusqu'à les fixer. Ils en ont par exemple identifié un pour le gène *RANBP17*, associé à l'indice de masse corporelle et au niveau de cholestérol de haute densité, ainsi qu'un autre pour le gène *OSBPL10*, associé à la dyslipidémie, c'est-à-dire à une concentration anormale de lipides dans le sang.

Il apparaît que l'adaptation des populations océaniques aux environnements insulaires a entraîné une sélection

positive des gènes favorisant la résistance aux périodes de disette. Mais avec l'arrivée de l'alimentation occidentale et le changement des modes de vie, cette qualité est devenue un problème : elle a favorisé l'obésité dans ces populations.

L'étude a montré que, comme toutes les populations du monde, hors celles d'Afrique, les Océaniens portent des gènes néandertaliens (comme *OSBPL10*). Mais les données recueillies portent également des traces de plusieurs métiassages anciens entre les populations asiatiques et les Denisoviens (cousins orientaux des Néandertaliens), en Asie continentale orientale d'abord, puis en Asie du Sud-Est, ainsi qu'entre Papous et Austronésiens. Dans leur progression vers l'Océanie, les groupes d'*Homo sapiens* ont bénéficié de quatre flux géniques provenant soit des Denisoviens eux-mêmes, soit de groupes qui leur étaient liés.

Il y a environ 46 000 ans, des populations ancestrales de celles de l'Océanie proche (Papouasie-Nouvelle-Guinée, archipel Bismarck et îles Salomon) et des Agtas des Philippines (des Négritos) ont reçu en Asie orientale un premier flux de gènes provenant d'un groupe génétiquement distant des Denisoviens de l'Altai, qu'ils ont plus tard transmis aux Océaniens. Il semble que les ancêtres des Agtas des Philippines aient aussi reçu un deuxième flux génétique d'un autre groupe d'énisovien.

Il y a environ 21 000 ans, en Asie orientale, une population ancestrale des Océaniens actuels a reçu un troisième flux de gènes d'un groupe cette fois proche des Denisoviens de l'Altai.

Finalement, un autre flux génétique – spécifique aux Papous – serait issu d'un groupe d'énisovien plus lointain, lié aux Denisoviens de l'Altai, il y a quelque 25 000 ans.

« Nous avons été surpris de constater que, contrairement à l'héritage génétique néandertalien, très homogène entre les 20 groupes étudiés (environ 2,5%), l'héritage génétique d'énisovien varie considérablement d'une population à l'autre : de presque 0% à Taïwan et aux Philippines, il monte jusqu'à 3,2% en Papouasie-Nouvelle-Guinée et au Vanuatu », commente Lluís Quintana-Murci.

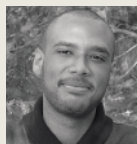
Les chercheurs ont constaté en outre que les quatre flux de gènes d'énisoviens ont apporté presque exclusivement des mutations bénéfiques, liées à la régulation de la réponse immunitaire. En d'autres termes, les populations d'énisoviennes d'Asie du Sud-Est, qui étaient depuis longtemps adaptées à leur environnement équatorial, ont transmis aux premiers *Homo sapiens* parvenus dans la proche Océanie des traits immunitaires les aidant à mieux résister aux nombreux agents infectieux présents dans les forêts tropicales humides. Ces humains modernes les ont ensuite transmis aux populations austronésiennes en expansion.

Résultat : ces mutations se rencontrent aujourd'hui dans toute l'Océanie, et leur nombre témoigne de « la grande diversité génétique des hommes archaïques qu'étaient les Denisoviens », souligne Lluís Quintana-Murci. ■

François Savatier

Le coût économique des invasions biologiques

Les invasions biologiques auraient coûté près de 1 300 milliards d'euros sur la période 1970-2017, selon une étude menée sous la houlette de Christophe Diagne et Franck Courchamp, du laboratoire Écologie, systématique et évolution, à Orsay. Décryptage.



Propos recueillis par Théo Torcq

CHRISTOPHE DIAGNE
écologue à l'université
Paris-Saclay

Pourquoi s'intéresser au coût des invasions biologiques ?

Une invasion biologique est le processus par lequel une espèce, animale ou végétale, est transportée de son environnement d'origine jusqu'à un autre d'où elle était absente. On qualifie une telle espèce d'« exotique » dans la région envahie. Et elle est dite « envahissante » lorsqu'elle parvient à s'établir, stabiliser sa population, puis proliférer, avec des impacts sanitaires, socioéconomiques et écologiques parfois extrêmement délétères sur la zone touchée. Ces invasions sont l'une des plus grandes menaces connues pour la biodiversité. Aussi la mobilisation scientifique est-elle importante autour de ce phénomène. Et il est nécessaire que l'ensemble de la société s'y intéresse, car c'est l'humain qui transporte ces espèces, de façon directe – par transport mécanique (souvent le bateau ou l'avion) – ou indirecte – via le réchauffement climatique. Or on est beaucoup plus écouté quand on parle d'argent.

Comment avez-vous procédé pour évaluer ce coût ?

Les coûts sont très divers. Nous avons choisi de les séparer en deux catégories : les coûts directs ou indirects des dégâts causés par les espèces envahissantes (coûts de santé dus aux maladies transmises, ravages de cultures, dégâts causés aux infrastructures...), et les coûts de gestion – l'argent investi pour lutter contre l'invasion d'une espèce, la contrôler ou réduire son impact.

Nous avons construit une base de données, InvaCost, où nous avons compilé des milliers de coûts publiés dans la littérature scientifique. Cette base n'est pas exhaustive, même si on la met régulièrement à jour, mais elle propose une homogénéisation de l'information ainsi récupérée. Dans

un second temps, nous avons filtré ces données afin de ne conserver que les plus robustes et éliminer les biais potentiels.

Sur cette couverture de presque cinquante ans, nous avons ainsi montré qu'au fil des ans le coût moyen annuel a constamment progressé : autour de 1 milliard d'euros dans les années 1980 d'après les données brutes collectées, il pourrait avoir dépassé les 160 milliards d'euros pour la seule année 2017 selon nos estimations, soit 20 fois les budgets combinés de l'OMS et du secrétariat de l'ONU cette même année. Et ce coût est largement sous-estimé.

Comment expliquer cette augmentation ?

D'abord, avec l'intensification des activités et déplacements humains, il y a plus d'occasions d'invasions biologiques. Ensuite, de plus en plus d'études s'intéressent à leur coût économique. Davantage de coûts sont donc rapportés. Et l'on ne présente ici que le sommet visible de l'iceberg. Depuis, nous avons collecté des données dans 15 langues différentes et non plus seulement en anglais, ce qui a déjà augmenté le coût total de 15 %. Par ailleurs, tous les impacts des espèces exotiques envahissantes ne sont pas monétisés, d'où une sous-estimation des coûts de ces invasions. En plus, il existe un biais taxonomique et géographique important dans les données disponibles : elles proviennent principalement des pays développés. Enfin, il existe un délai entre le moment où une invasion a lieu et celui où elle est rapportée.

Quel impact espérez-vous avoir ?

Déjà, nous espérons une prise de conscience du grand public et des autorités. Ensuite, il faut que naisse l'action. Au vu des impacts des espèces envahissantes, de la difficulté de « s'en débarrasser » ou d'en limiter les effets, l'accent devrait être mis sur la prévention (surveillance des points d'entrée, opérations de biosécurité...) plutôt que sur la réaction. ■

C. Diagne et al., *Nature*, vol. 592, pp. 571-576, 2021