

Les Boliviens des hautes terres sont des survivants. Voilà quelque 10 000 ans que leurs ancêtres sont venus vivre à plus de 3 200 mètres d'altitude, où l'air contient 35% d'oxygène de moins qu'au niveau de la mer. Le milieu de vie de ces Andins est l'un des plus rudes jamais habités par des humains. Les chercheurs savent depuis longtemps que les Boliviens sont dotés d'adaptations génétiques à l'air raréfié en oxygène de leur habitat élevé. Mais voilà qu'ils se sont aperçus qu'ils ont développé une autre de ces remarquables adaptations !

L'arsenic est en effet naturellement abondant dans le substrat volcanique des Andes, au point que les eaux du sol andin en sont chargées. Les conséquences sur les autres populations de l'ingestion d'arsenic sont bien connues : cancers, lésions cutanées, maladies cardiaques, diabète et une mortalité infantile accrue. Toutefois, la façon dont les processus biochimiques des Andins ont évolué les rend capables de métaboliser efficacement l'élément toxique. Des variants du gène AS3MT ont été sélectionnés au sein de populations boliviennes et de certains groupes argentins et chiliens, qui produisent des enzymes facilitant la décomposition de l'arsenic dans le foie. C'est là un autre exemple emblématique de sélection naturelle : les individus présentant des traits avantageux dans un environnement donné y ont une plus grande probabilité de survie et donc de reproduction. Les Urus et les Ayamaras-Quechuas de l'Altiplano bolivien possèdent des séquences d'ADN rares au sein des autres populations, mais que la sélection naturelle a multipliées au point de devenir prédominantes chez eux. Ce cas est l'un des nombreux exemples d'adaptation biologique récente, à l'échelle de l'évolution, illustrant le phénomène de « micro-évolution » : le fait que notre espèce est toujours en train d'évoluer.

Aujourd'hui encore, des biologistes de l'évolution supposent que les humains évoluent à un rythme lent depuis plusieurs millénaires, qui contrasterait fortement avec les transformations d'ampleur de la Préhistoire. (...), nombre de spécialistes ont pensé que le dernier chapitre de la saga humaine se traduisait davantage par des évolutions culturelles que par des évolutions biologiques. Nous nous serions adaptés davantage en assurant mieux nos ressources alimentaires, qu'en modifiant nos systèmes digestifs ou métaboliques.

Toutefois, le séquençage à haut débit de génomes anciens et modernes a rendu les chercheurs capables de mieux appréhender comment notre code génétique a évolué au fil du temps – et ils ont fait des constatations surprenantes. Une série d'études

suggère ainsi qu'H. sapiens a connu de nombreux épisodes majeurs de sélection naturelle au cours des derniers milliers d'années, tandis que nos ancêtres entraient dans divers nouveaux environnements caractérisés par leurs ressources particulières, leurs maladies et leurs poisons jamais encore rencontrés. « Cela illustre la plasticité du génome humain », souligne Karin Broberg, de l'institut Karolinska, en Suède, qui étudie les adaptations des Andins à la présence d'arsenic dans leur environnement. « Nous nous sommes répandus à travers le monde jusque dans les environnements extrêmes, où nous sommes devenus capables de vivre malgré les conditions qui y règnent. Nous sommes comme les rats ou les cafards : extrêmement adaptables ! » Ces nouvelles recherches ouvrent des perspectives sur la façon dont notre espèce s'est installée dans chaque coin de la planète grâce à des adaptations culturelles, mais pas seulement comme l'ont soutenu certains : grâce, aussi, à des adaptations biologiques induites par les modifications radicales des modes de vie des humains à mesure qu'ils s'enfonçaient en *terra incognita*. (...)

En biologie darwinienne, on considère que la sélection naturelle effectue ce que l'on nomme des « balayages sélectifs » : elle balaie les individus munis des mutations bénéfiques et favorise leurs porteurs, qui, survivant mieux, produisent davantage de progéniture. Cela augmente la fréquence dans la population du variant portant la mutation bénéfique. Au début des années 2000, lorsque les chercheurs ont commencé à rechercher des indices de balayage sélectif dans les génomes des populations contemporaines, les exemples les plus clairs sont provenus de groupes ayant subi des sélections dans des environnements très particuliers. Il y a environ 42 000 ans, par exemple, un balayage sélectif a favorisé la modification de l'une des protéines de surface des globules rouges des Africains, ce qui a renforcé leur résistance au paludisme. Autre exemple : (...) il y a environ 8 500 ans, les premiers agriculteurs ont propagé un allèle les aidant à synthétiser des acides gras polyinsaturés à chaîne longue à partir d'aliments d'origine végétale. Ces acides gras, que les chasseurs-cueilleurs obtiennent à partir de la viande et des fruits de mer, sont essentiels pour les membranes cellulaires, en particulier dans le cerveau. Un nouveau variant génétique a permis aux populations agricoles de les synthétiser à partir d'acides gras à chaîne courte présents dans les plantes. Rare avant l'agriculture, ce variant est désormais présent chez environ 60% des Européens. (...)

Ces exemples de balayages sélectifs sont parmi les mieux connus des généticiens, principalement parce qu'ils semblaient très peu fréquents, ce qui a accrédité l'idée au cours des deux dernières décennies que les populations humaines contemporaines présentent relativement peu de différences génétiques stables. De nombreux chercheurs ont donc pensé que les balayages sélectifs n'expliquaient qu'une petite partie du changement génétique que notre espèce a subi au cours des quelques derniers milliers d'années. La plupart des changements, ont-ils proposé, provenaient non pas de la sélection naturelle, mais de flux géniques entraînés par les croisements de populations et par la dérive génétique, c'est-à-dire par l'augmentation de la fréquence d'un variant génétique du fait du hasard [la dérive génétique affecte surtout les populations de petites tailles (isolées), où les mutations aléatoires sont susceptibles d'avoir un impact notable, ndlr]. (...)

Kermit PATTISON, « Nous évoluons à un rythme sous-estimé », in *Pour la science*, n°576, octobre 2025.

Vous ferez un **résumé** de ce texte de 953 mots en 100 mots $\pm 10\%$.

Marquez les dizaines de mots et indiquez le **dé-compte** total à la fin de votre copie.

Les formules caractéristiques doivent impérativement être **reformulées**.

Appuyez-vous sur les **liens logiques** du texte, explicites ou implicites, et **faites des paragraphes**.

Prévoyez **une marge** d'au moins 5 ou 6 cm, et **sautez des lignes**.

Il est interdit d'utiliser un stylo-plume ; utilisez un **stylo-bille ou un feutre de couleur bleue ou noire**. Pas de blanc machine, ni d'effaceur.