

> génétiques d'ancestralité directement aux consommateurs. Si la grande majorité d'entre elles sont localisées sur le territoire nord-américain, un nombre croissant d'entreprises fleurissent en Europe et au Moyen-Orient (Autriche, Royaume-Uni, Espagne, Italie, Suisse, Russie, Israël, Liban, Émirats arabes unis), et certaines commencent à s'implanter en Asie (Chine, Inde) et en Amérique du Sud (Brésil).

La vente de ces tests a commencé à décoller en 2013 et connaît une croissance exponentielle depuis 2016. En avril 2018, plus de 15 millions de personnes avaient déjà envoyé leurs échantillons d'ADN pour analyse, soit 15 fois plus qu'en 2013, selon la généalogiste américaine Leah Larkin, auteure du blog The DNA Geek, qui a rassemblé les données de cinq entreprises phares du secteur, AncestryDNA, 23andMe, MyHeritage, GEDmatch et Family Tree DNA. Stimulé par une publicité omniprésente, l'engouement semble ne pas faiblir. Si la vente de ces tests poursuit sa croissance exponentielle, 100 millions de personnes pourraient y avoir fait appel d'ici à 2021, voire plus avec la prolifération des spots publicitaires et la diminution des coûts de génotypage de l'ADN.

UN MARCHÉ LUCRATIF

L'offre résonne particulièrement aux États-Unis, jeune nation transformée par des vagues de migrations successives, où nombre de citoyens ne connaissent pas bien leur histoire familiale. Les Afro-Américains en quête de leurs lointaines racines africaines sont les premiers à recourir à leurs services. Pour Henry Louis Gates, historien à l'université Harvard, ces analyses génétiques permettent aux Afro-Américains de renverser symboliquement les stigmates de l'esclavage et de la traite transatlantique en renouant avec leur patrimoine africain. Une démarche popularisée par de nombreuses stars afro-américaines et la série télévisée *Finding Your Roots*, diffusée sur la chaîne publique PBS depuis 2012, qui conduit le téléspectateur à la recherche des racines de célébrités. Ce sont ainsi les héritages génétiques de l'animatrice Oprah Winfrey, de l'actrice Whoopi Goldberg, du cinéaste Spike Lee, du producteur de musique Quincy Jones ou encore des époux Obama qui ont été révélés au grand public.

Un fructueux business pour les entreprises proposant les tests, qui n'hésitent pas à se diversifier dans le tourisme, comme en témoigne ce partenariat entre AncestryDNA et l'agence de voyage EF Go Ahead Tours pour la conception de voyages sur mesure dans les «pays d'origine» en fonction des résultats des tests ADN. Ou ce grand jeu-concours que le comparateur de voyages Momondo a organisé avec AncestryDNA et qui offre un voyage dans le pays «de ses racines» au participant qui aura envoyé la

meilleure vidéo le montrant en train de découvrir ses résultats de test ADN. Plus surprenant encore, ce récent partenariat établi avec Spotify, l'une des plateformes de streaming les plus utilisées du monde, qui propose de générer des playlists personnalisées en fonction des résultats des tests ADN de la société AncestryDNA, sous le slogan accrocheur «Découvrez votre ADN musical».

En France, cette génomique dite récréationnelle est interdite. Avoir recours à ces tests en libre accès sur Internet est passible de 3 750 euros d'amende. Notre pays semble pourtant ne pas échapper totalement à cet engouement pour la généalogie génétique. «Chaque année, 100 000 Français contourneraient la loi en achetant ces tests aux États-Unis, en Grande-Bretagne ou en Suisse», souligne le journaliste et généalogiste Guillaume de Morant dans une pétition qu'il a lancée en 2017 pour réclamer la légalisation des tests ADN généalogiques en France. Bien qu'AncestryDNA et 23andMe, les deux leaders mondiaux du secteur, n'envoient pas leurs kits en France, les sites internet de généalogie génétique regorgent d'astuces pour contourner cet embargo de livraison. Il est possible par exemple d'acheter le kit AncestryDNA auprès d'un revendeur sur le site amazon.com qui propose une livraison en France... pour un prix du kit 40 dollars plus cher que le tarif usuel.

Toutefois, avec ce succès grandissant s'élèvent aussi nombre d'interrogations et d'inquiétudes. Par quelle magie moderne ces tests nous révèlent-ils des informations si précieuses sur nos proches et lointains ancêtres? L'analyse des informations contenues dans notre ADN permet-elle réellement d'inférer de façon précise et fiable nos origines ethniques et géographiques? Existe-t-il vraiment un marqueur génétique de l'ethnie? L'ADN peut-il être utilisé pour définir notre identité? Bref, dans quelle mesure peut-on faire confiance aux tests génétiques en accès libre?

Les premières mises en garde sont apparues à la fin des années 2000. Les tests génétiques en

100 000 Français par an contourneraient la loi en achetant ces tests à l'étranger

CES VARIATIONS QUI NOUS DISTINGUENT

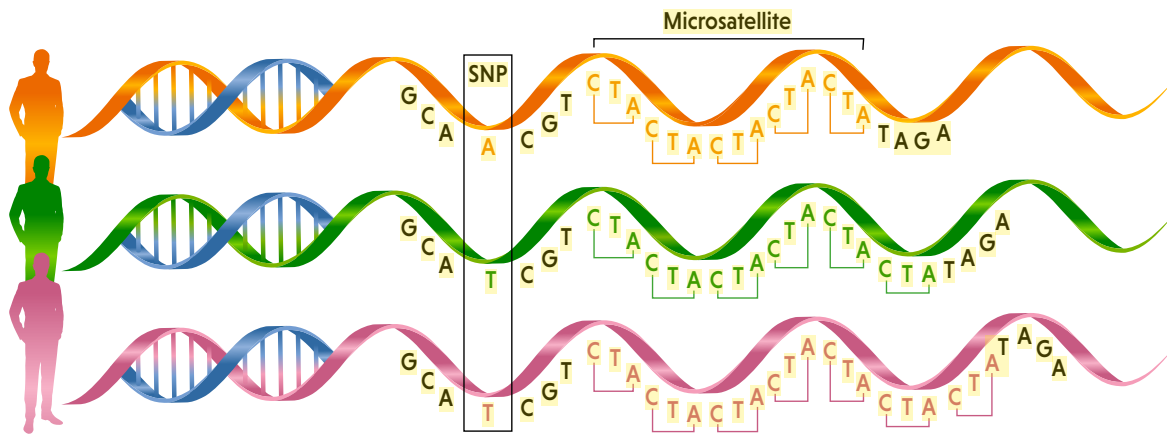
D'un individu à l'autre, le génome varie en des endroits très ciblés, comme les SNP (variations d'un seul nucléotide) ou les microsatellites (répétitions d'un motif court).

Les tests génétiques reposent sur l'étude de la variation génétique entre individus, ou polymorphisme. Ce terme traduit le fait que tous les individus d'une même espèce ne sont pas identiques génétiquement : à certains endroits du génome, ils présentent différentes versions d'une même séquence, nommées allèles. Les endroits variables sont nombreux, mais très ciblés : un génome humain compte plusieurs millions d'endroits variables, mais deux génomes humains tirés au hasard ne diffèrent qu'au niveau de 0,1 % de leur séquence d'ADN.

La forme la plus commune de variation de séquence entre deux individus est le polymorphisme touchant un seul nucléotide (les nucléotides sont les constituants de l'ADN) ou SNP (pour *single-nucleotide polymorphism*). Si quatre états alléliques sont théoriquement possibles à une position donnée (l'ADN n'est constitué que de quatre nucléotides distincts, notés A, T, G, C et assemblés en une longue

chaîne), seuls deux allèles sont observés pour la grande majorité des SNP. Les SNP sont stables, abondants et distribués uniformément dans tout le génome. L'une des méthodes les plus performantes actuellement pour mettre en évidence un polymorphisme SNP est l'usage des puces à ADN : sur une lame, on fixe des centaines de milliers de fragments d'ADN complémentaires des régions à SNP et l'on regarde à quelles versions de ces fragments l'ADN testé se lie.

Un autre marqueur moléculaire très utilisé est le microsatellite. Il est constitué d'une répétition continue d'un motif court (de 1 à 4 nucléotides le plus souvent). Le nombre variable de répétitions du motif détermine les différents allèles du marqueur. Moins abondant dans le génome que le SNP, le microsatellite présente cependant l'avantage d'être plus informatif du fait de son multi-allélisme : un même marqueur peut avoir plusieurs dizaines allèles.



accès libre sur Internet avaient vu le jour quelques années plus tôt, en 2002, aux États-Unis. Dans ce xxi^e siècle débutant, les technologies disponibles ne permettaient pas encore d'analyser l'ADN complet d'une personne à des coûts raisonnables. Le séquençage du premier génome humain venait d'être publié et son coût total était estimé à 3,8 milliards d'euros. Il était néanmoins possible de caractériser des endroits précis du génome, connus pour être très variables d'une personne à l'autre : soit des régions ponctuelles nommées SNP, soit des régions plus étendues, nommées microsatellites (voir l'encadré ci-dessus).

Chacun de ces « marqueurs génétiques » existe en plusieurs versions nommées allèles, et tout individu présente deux allèles pour chaque marqueur : un reçu de la mère et l'autre du père. Or, pour tester la paternité, il suffit de comparer chez deux personnes (un enfant et un père potentiel) une dizaine de marqueurs microsatellites répartis de façon aléatoire sur le génome. Si, pour tous les marqueurs comparés, l'enfant présente un allèle également retrouvé chez le père potentiel, la paternité est

extrêmement probable. De la même façon, quelques marqueurs situés sur le chromosome Y ou l'ADN mitochondrial – des portions un peu particulières du génome – permettent de proposer des indications d'origine pour certains ancêtres (voir l'encadré page 31). Enfin, en considérant des marqueurs dans un gène bien choisi, il est possible de calculer un risque de développer une maladie, comme le diabète. Ces pratiques restaient toutefois relativement marginales et peu médiatisées. Mais en 2007, l'entrée sur le marché d'entreprises analysant l'ADN de façon beaucoup plus systématique a changé la donne.

VOTRE TEST CHEZ VOUS POUR UNE POIGNÉE DE DOLLARS

« Genetics just got personal » : avec ce slogan, la société 23andMe s'est alors mise à vendre, pour 1000 dollars, un service fondé sur la caractérisation de plusieurs milliers de SNP répartis sur tout l'ADN. Les deux autres sociétés qui s'étaient lancées à la même époque n'étaient pas en reste. Quand l'islandaise DecodeMe affirmait : « C'est mon code », l'américaine Navigenics ➤