

ART & SCIENCE

L'ADN fait bonne figure

À partir de traces d'ADN recueillies dans la rue, une artiste reconstitue le visage de ceux qui les ont abandonnées. La ressemblance avec les originaux s'améliorera grâce aux récents progrès de la génétique : l'ère de portraits-robots à partir de l'ADN s'ouvre.

Loïc MANGIN

Prenez n'importe quelle rue : mégots de cigarettes, chewing-gums usagés, voire cheveux en jonchant inmanquablement les trottoirs...

Comme n'importe qui, vous ressentez de l'indifférence ou, au mieux, pestez contre ces incivilités. Et si vous les ramassiez ? C'est ce qu'a fait l'artiste américaine Heather Dewey-Hagborg. Son idée n'était pas de se substituer aux équipes de nettoyage de la voirie, mais de faire de ces détritiques la matière première de son projet *Stranger Visions*, qui, depuis 2013, a été montré aux États-Unis, en Irlande, en Australie... La partie visible consiste en des masques très réalistes d'êtres humains (voir la figure a). Voyons comment elle s'y est prise.

D'abord, elle a apporté ses échantillons à *Genspace*, un laboratoire de biologie DIY (pour *Do it yourself*, soit Faites-le vous-même). Dans ces endroits, chacun peut s'adonner aux joies de la génétique et de la biologie moléculaire. L'artiste a extrait l'ADN et amplifié des régions connues pour varier notablement selon les individus. Rappelons que l'amplification consiste à multiplier une séquence d'ADN en un grand nombre d'exemplaires grâce à des enzymes.

L'étape suivante a consisté à séquencer les fragments d'ADN obtenus, c'est-à-dire à lire l'enchaînement de nucléotides (A, T, C et G) qui les composent. Les différences entre individus à l'endroit d'un nucléotide sont nommées SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*). Ces séquences ont ensuite alimenté un modèle

informatique grâce auquel H. Dewey-Hagborg a pu proposer des visages (matérialisés par une imprimante 3D) de ceux qui avaient laissé par inadvertance leur ADN sur la voie publique.

Est-ce ressemblant ? Sans doute pas, car les informations utilisées ici sont peu nombreuses : couleur de la peau et des yeux, origine ethnique... L'objectif n'était pas là. L'œuvre est surtout destinée à interpeller sur la surveillance dont nous faisons tous l'objet, le respect de la vie privée, l'utilisation de l'ADN à notre insu... Cependant, le projet continue et évolue sans cesse. Et il pourrait se nourrir de récents progrès

L'œuvre est destinée à interpeller sur la surveillance, le respect de la vie privée, l'utilisation de l'ADN à notre insu...

dans la compréhension des fondements génétiques des caractéristiques du visage.

Ainsi, en 2012, Manfred Kayser et son équipe de l'Université de Rotterdam, aux Pays-Bas, ont mis en évidence, à partir de l'étude de 10 000 individus de type européen, le rôle crucial de cinq gènes dans la forme de la face : largeur du nez, taille du visage, distance interoculaire... Trois de ces gènes étaient connus pour leur implication dans des défauts du développement craniofacial. C'était un premier pas vers l'établissement d'un portrait-robot à partir d'ADN prélevé sur une scène de crime par exemple.

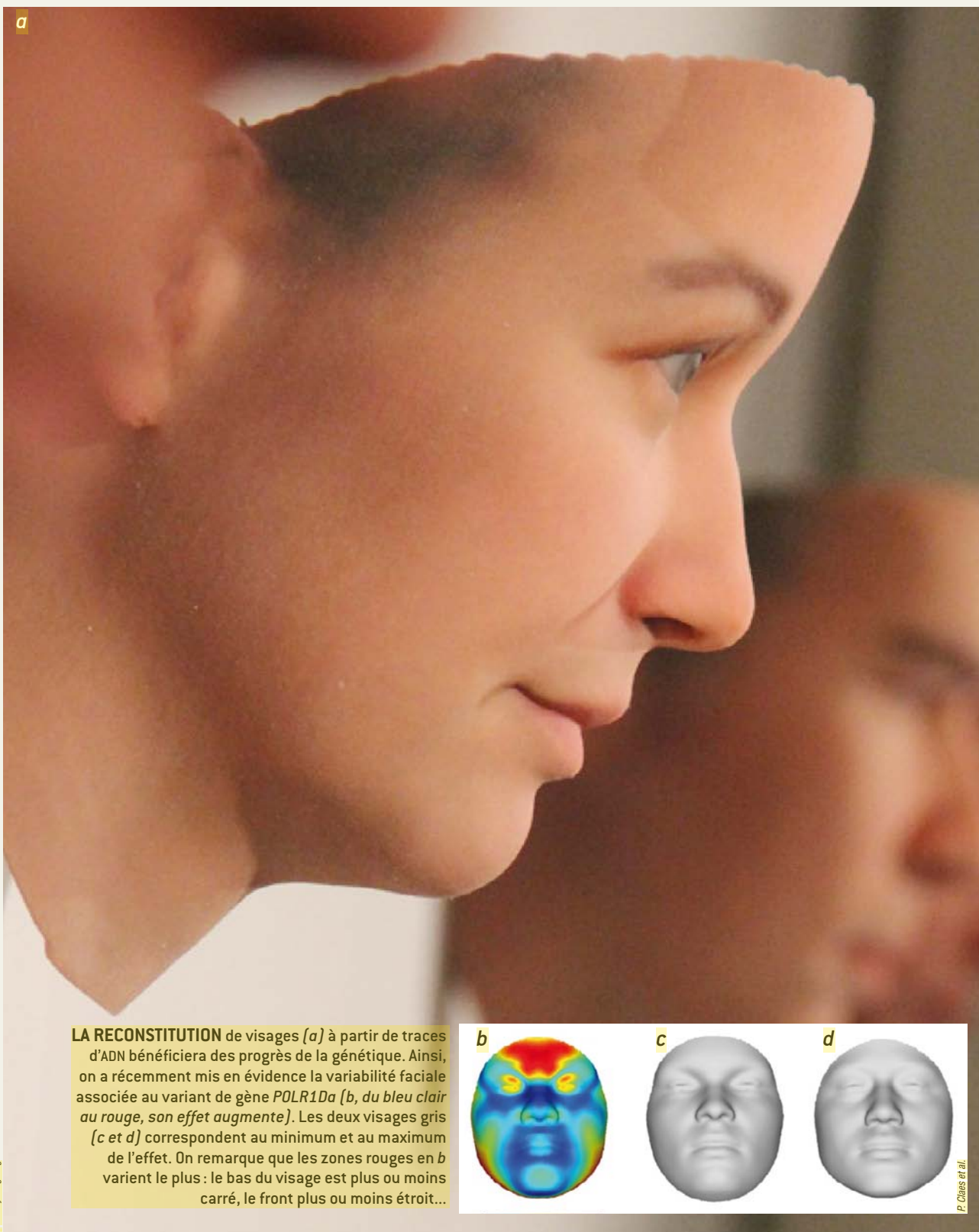
En 2014, Peter Claes, de l'Université catholique de Louvain, en Belgique, Mark Shriver, de l'Université Penn State, aux États-Unis, et leurs collègues ont annoncé avoir identifié une vingtaine de nouveaux gènes qui participeraient à la morphologie faciale. Pour ce faire, ils ont exploité des images à haute résolution des visages de 592 individus d'origine mixte (Europe et Afrique de l'Ouest) vivant aux États-Unis, au Brésil et au Cap Vert. Ces images ont été posées sur une grille numérique de plus de 7 000 points grâce à laquelle on met en évidence, en certains de ces points, les variations d'un individu donné par rapport à une moyenne.

Dans un second temps, les biologistes se sont intéressés aux génomes des individus et y ont mis au jour les SNP qui pouvaient expliquer les variations (voir la figure en bas). Au total, ce sont 24 SNP dans 20 gènes qui ont été repérés. Enfin, ils ont développé un programme qui propose un modèle tridimensionnel d'un visage à partir d'une séquence d'ADN. Exactement ce que fait H. Dewey-Hagborg !

La prochaine fois que vous jetterez un mégot ou un chewing-gum dans la rue, vous y réfléchirez peut-être à deux fois ! Et en plus, la municipalité vous en saura gré. ■

P. Claes et al., *Modeling 3D facial shape from DNA*, *PLoS Genetics*, vol. 10(3), e1004224, 2014.

F. Liu et al., *A genome-wide association study identifies five loci influencing facial morphology in Europeans*, *PLoS Genetics*, vol. 8(9), e1002932, 2012.



IDÉES DE PHYSIQUE

Le réfrigérateur qui transpire

L'évaporation de l'eau à travers un matériau poreux est à la base de dispositifs réfrigérants simples et efficaces.

Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK

Par une chaude journée d'été, quel bonheur de se désaltérer avec une gorgée de boisson fraîche ! Nul besoin de glaçon ou de réfrigérateur : le traditionnel *botijo* espagnol, en terre cuite non émaillée, conserve son contenu à une température inférieure de plus de dix degrés à la température ambiante. Pourquoi un tel dispositif, dont le principe a inspiré en Afrique un réfrigérateur rudimentaire constitué d'une double jarre, est-il aussi efficace ?

Se refroidir en transpirant

Le principe du *botijo* s'énonce brièvement : la surface de ce cruchon est humide car l'eau traverse l'argile poreuse, et c'est l'évaporation de cette humidité qui refroidit le récipient. On peut toutefois se poser des questions sur les détails de ce processus.

Commençons par l'origine du refroidissement dû à l'évaporation. L'eau liquide est un état condensé de la matière où chaque molécule est au contact de ses voisines. Dans un gaz, en revanche, les molécules sont distantes les unes des autres et interagissent peu.

Passer de la phase liquide à la phase gazeuse requiert donc de l'énergie afin de briser les liaisons entre molécules, qui assurent la cohésion du liquide. En l'absence de source d'énergie extérieure (une plaque chauffante, un four, etc.), cette énergie est prélevée in

fine à l'énergie cinétique associée à l'agitation thermique des molécules : ces dernières ralentissent et la température baisse.

Ce processus est particulièrement efficace. Ainsi, l'énergie nécessaire pour évaporer un gramme d'eau liquide, aussi nommée chaleur latente de vaporisation, est de 2 250 joules, alors qu'il ne faut que 4,18 joules pour élever sa température de un degré ! Cette évaporation contribue à réguler la température de notre corps lorsque

nous avons trop chaud (voir la figure 1). Par exemple, lors d'un effort physique continu (à vélo !), nous déployons une puissance mécanique de l'ordre de 300 watts, mais une puissance thermique de un kilowatt. L'évaporation d'un litre d'eau par sudation permet d'évacuer la chaleur produite par l'organisme pendant 38 minutes : sans ce processus, la température corporelle grimperait de plus de 5 °C !

L'efficacité dépend de l'humidité de l'air

Toutefois, l'efficacité du processus dépend beaucoup de l'humidité de l'air ambiant. En effet, dès que la teneur en vapeur d'eau atteint un certain seuil (les « 100 % d'humidité »), il y a autant de molécules d'eau de l'air qui viennent au contact du liquide et s'y incorporent que de molécules d'eau du liquide qui le quittent et rejoignent l'air ambiant.

Dans cette situation dite d'air saturé en vapeur d'eau, le flux de condensation et le flux d'évaporation s'équilibrent, et il en est de même pour les flux d'énergie. Aucun refroidissement n'est alors possible. En revanche, plus l'air ambiant est sec, plus l'évaporation et le refroidissement associé sont favorisés.

L'humidité fait ainsi toute la différence entre le sauna et le hammam. Dans un sauna, on peut supporter un air à 95 °C parce qu'il est sec (dix pour cent d'humidité) et parce que la sueur s'évapore alors facilement.



1. LA TRANSPIRATION aide le corps à se refroidir : en s'évaporant, l'eau absorbe de la chaleur, qui est ainsi évacuée hors de l'organisme. Plus l'air ambiant est sec, comme dans un sauna (*ci-dessus*), plus cette évaporation est intense. Dans un hammam, l'humidité de l'air réduit cette évaporation et la vapeur se condense sur la peau et les autres surfaces.