

identifier le propriétaire du bras découvert dans la glace.

O. Loreille a utilisé de l'ADN extrait du tissu osseux du bras, car il est généralement mieux protégé des contaminations par l'environnement et par les manipulations que celui des tissus mous (peau, muscles, etc.). Ainsi, on s'est servi d'ADN osseux pour identifier les victimes du tsunami de 2004 en Thaïlande. Peu de temps auparavant, O. Loreille avait élaboré une méthode pour séparer efficacement l'os des résidus de formol. Toutefois, même cette méthode avait peu de chances de fournir assez d'ADN. La généticienne a alors développé un procédé de déminéralisation, consistant à dissoudre totalement la matrice osseuse : de la sorte, elle a récolté juste assez d'ADN mitochondrial pour une analyse.

Bien sûr, l'extraction de l'ADN ne représentait que la moitié du chemin. Pour que l'on puisse identifier la personne dont on avait retrouvé le bras, il fallait comparer l'ADN mitochondrial à celui d'un parent de chacun des disparus. Comme l'ADN mitochondrial est transmis aux enfants uniquement *via* la mère, tout parent masculin ou féminin d'une lignée matrilineaire – un cousin dont la mère serait la sœur de la mère du sujet, par exemple – conviendrait. La nécessité d'un lien matrilineaire a compliqué la recherche de parents éloignés, car les femmes changent souvent de nom de famille à leur mariage. C'est à ce

stade que l'on a requis mes compétences de généalogiste scientifique, afin de retrouver des parents en mesure de fournir de l'ADN mitochondrial.

Cette recherche étant difficile, était-il possible de ne l'effectuer que pour quelques-uns des disparus ? En d'autres termes, pouvions-nous éliminer certaines possibilités par d'autres moyens ? Pour le savoir, O. Loreille s'est tournée en 2007 vers Ted Robinson, professeur assistant en criminalistique à l'Université George Washington. Il a effectué une nouvelle analyse des empreintes digitales, grâce à des techniques améliorant la qualité des empreintes dégradées – nous y reviendrons.

Présentons d'abord les principes de l'identification par empreintes digitales. Une telle identification se fonde sur trois types de détails, du plus grossier au plus fin (*voir la figure ci-dessous*). Le premier prend en compte le dessin général des crêtes (les lignes des empreintes, qui permettent aux doigts d'adhérer aux objets). Plusieurs catégories de dessins existent, chaque doigt n'en présentant qu'une : le faisceau de crêtes peut par exemple former une boucle, orientée vers la droite ou vers la gauche. Les détails du deuxième type sont nommés minuties. Il s'agit de points singuliers, ou points de Galton, nommés ainsi en l'honneur de sir Francis Galton, dont les travaux ont jeté les bases du système moderne de dactyloscopie

(l'étude des dessins digitaux) à la fin du XIX^e siècle. Les minuties comprennent par exemple les points où une ligne bifurque ou s'arrête. Le troisième type, le plus fin, décrit les caractéristiques des lignes individuelles, telles leur épaisseur, leur convexité, leurs irrégularités... Il précise en outre les emplacements des pores sudoripares.

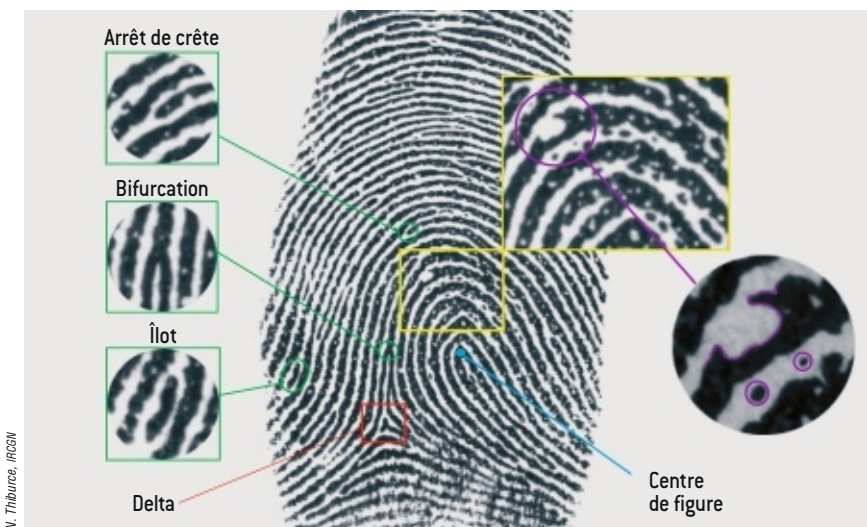
La comparaison des détails du premier type entre deux séries d'empreintes digitales suffit pour affirmer qu'elles ne correspondent pas ; elle n'est toutefois pas assez spécifique pour une identification, que seuls les détails des deux autres types autorisent.

Dans notre cas, la couche épidermique de la peau n'était plus présente sur les doigts – elle s'était détachée depuis que le bras avait été extrait de la glace –, et le derme sous-jacent était presque lisse. T. Robinson a alors tenté de restituer sa souplesse à la peau en la plaçant dans un bain réhydratant, une méthode nommée « restauration des empreintes digitales » et employée notamment pour l'identification des victimes de l'ouragan Katrina en 2005.

Faire réapparaître les empreintes

Les résultats ont été plus que satisfaisants : les détails des crêtes sont réapparus lentement sur les cinq doigts. Après avoir photographié les résultats, T. Robinson a exécuté des moules des empreintes en utilisant deux types de silicone. Il a ensuite retiré la pulpe des doigts (la partie charnue sous la peau) et a replongé chaque doigt séparément dans la solution : le détail des empreintes s'est encore amélioré. De nouvelles photographies retouchées grâce à un logiciel spécialisé ont livré des empreintes si nettes que même les pores sudoripares étaient visibles.

Paradoxalement, la grande qualité des photographies posait problème. Comme l'explique T. Robinson : « Un grand nombre [d'empreintes des fiches] étaient trop encrées, tachées et mal faites. Les empreintes digitales qui venaient d'être obtenues étaient meilleures que celles des fiches, dont la qualité médiocre rendait l'identification impossible. » T. Robinson a pourtant pu exclure dix victimes en déterminant que chacune avait au moins un doigt de la main gauche qui ne présentait pas de boucle, tandis que les cinq doigts de la main trouvée sur le site de la catastrophe



N. Thibureau, IRCSM

2. UNE EMPREINTE DIGITALE se distingue d'une autre par trois types de caractéristiques. Les détails de type 1 correspondent à la direction générale des crêtes (*ici une boucle orientée vers la droite*), à la position du centre (*en bleu*), à des motifs remarquables, tel le delta (*en rouge*)... Les détails de type 2 (*en vert*), ou minuties, sont des particularités tels des arrêts de crêtes, des bifurcations, des îlots... Enfin, les détails de type 3 (*en violet*) concernent la forme des bords de crête, leur épaisseur, leurs irrégularités...

aérienne en avaient. M. Grimm a éliminé quatre autres victimes sur la base de détails fins des boucles.

Pendant ce temps, avec le généalogiste Chriss Lyon, nous avons recherché des parents vivants des autres victimes, afin de récupérer des échantillons de référence d'ADN mitochondrial. Au mois de septembre 2007, 13 des 30 hommes avaient été éliminés uniquement par leur ADN, neuf sur la base des empreintes digitales seules, et cinq par l'ADN et par les empreintes digitales. Cela laissait trois hommes: le chef de cabine Robert Haslett et les passagers Francis van Zandt et John Elkins.

Les fiches d'empreintes d'Haslett étaient presque inutilisables et aucun parent matrilinéaire vivant n'avait été retrouvé, de sorte que nous ne disposions pas d'ADN mitochondrial de référence pour cet homme. Haslett avait un fils, Randall, mais son ADN mitochondrial ne pouvait donner d'indices sur son père. O. Loreille a alors exploité le chromosome Y, identique chez un père et son fils. Elle a utilisé des techniques avancées pour établir un profil partiel de l'ADN du chromosome Y de la victime inconnue à partir des faibles quantités d'ADN disponibles dans les noyaux des cellules du bras. Ce profil ne correspondait pas à celui de Randall.

Ne restaient plus que deux sujets possibles, van Zandt et Elkins. Les membres de la famille d'Elkins ont refusé de donner leur ADN, et ses fiches d'empreintes digitales étaient trop tachées pour être utilisables. En revanche, les recherches sur van Zandt ont été plus fructueuses.

La longue quête d'une lignée matrilinéaire

Après un premier échec dans la quête d'une lignée matrilinéaire aux États-Unis, nous avons prospecté en Irlande, car la mère de van Zandt était d'origine irlandaise. Grâce à de patientes recherches dans les registres d'état civil et les registres paroissiaux, nous avons retrouvé un de ses cousins éloignés, Maurice Conway, qui lui est lié par une lignée matrilinéaire: son arrière-arrière-grand-mère maternelle était la sœur de la grand-mère de van Zandt! Puisque M. Conway était un parent matrilinéaire, un échantillon de son ADN mitochondrial pouvait servir à l'identification.

O. Loreille a comparé l'ADN mitochondrial du bras sorti des glaces avec tous

les échantillons de référence disponibles pour les hommes du vol 4422. Seul celui du cousin de van Zandt correspondait. Pour bénéficier d'une confirmation supplémentaire, nous avons analysé l'ADN du chromosome Y du fils du frère de van Zandt: il correspondait parfaitement avec celui du bras.

Entre-temps, la recherche d'empreintes digitales de référence avait connu un rebondissement. Les 24 passagers disparus appartenaient à la marine marchande américaine et T. Robinson et M. Grimm avaient découvert que le *National Maritime Center* disposait des empreintes d'un grand nombre de marins, relevées lorsqu'ils s'engageaient à bord d'un bateau. Ces nouvelles fiches ont fourni pour la première fois les empreintes de van Zandt, de sorte que les enquêteurs ont pu constater qu'elles correspondaient à celles de la main découverte.

LES RESTES DE VAN ZANDT sont les plus anciens jamais identifiés grâce à des empreintes digitales.

Ainsi, les restes de van Zandt sont les plus anciens jamais identifiés grâce à des empreintes digitales. En outre, ces analyses s'ajoutent à celles de l'ADN, fournissant des résultats indépendants et concordants.

O. Loreille poursuit désormais ses recherches visant à identifier les corps des soldats inconnus de la guerre de Corée. Elle profite de l'expérience acquise dans l'extraction de l'ADN et des nouvelles techniques de séquençage. Dans un futur proche, celles-ci pourraient autoriser les identifications au moyen de quantités infimes d'ADN, applicables tant à des soldats décédés depuis longtemps qu'à des victimes de catastrophes.

Nos résultats ont aussi mis en évidence l'importance des collaborations interdisciplinaires. Si les experts en analyse d'ADN, en empreintes digitales et en généalogie sont souvent confrontés aux mêmes questions concernant l'identité d'inconnus, ils restent le plus souvent cantonnés à leurs domaines respectifs. Notre enquête sur le vol 4422 de la *Northwest Airlines* a montré que la conjonction d'expertises issues d'horizons divers permet de résoudre les énigmes difficiles. ■

L'AUTEUR



Colleen FITZPATRICK est généalogiste scientifique à Huntington Beach, en Californie.

✓ BIBLIOGRAPHIE

F. Brard et Y. Malignon, L'ADN, auxiliaire de justice, *Dossier Pour la Science* n° 70, janvier-mars 2011.

N. Thiburce, L'empreinte digitale, une preuve infaillible ?, *Dossier Pour la Science* n° 70, janvier-mars 2011.

J.-P. Beauchier, *Traité de médecine légale*, De Boeck, 2011.

O. Loreille et al., Integrated DNA and fingerprint analyses in the identification of 60-Year-Old mummified human remains discovered in an Alaskan glacier, *Journal of Forensic Sciences*, vol. 55, pp. 813-818, mai 2010. www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20384910