

tions somatiques de l'ADN mitochondrial perturberait aussi la production d'énergie.

Selon la théorie mitochondriale du vieillissement, les mitochondries produisent des radicaux libres qui les attaquent inexorablement et créent des mutations dans l'ADN mitochondrial. L'accumulation aléatoire de mutations somatiques, dans l'ADN mitochondrial de personnes dont les gènes mitochondriaux étaient ini-

tialement normaux, finit par réduire trop la production d'énergie dans certains tissus. Ainsi, les mutations somatiques et l'inhibition de la fonction mitochondriale participeraient à l'apparition des signes cliniques observés lors du vieillissement normal : la perte de mémoire, la baisse de l'ouïe, de la vue et de la force.

Chez les personnes dont la production d'énergie était déjà amoindrie (par des mutations héréditaires,

mitochondriales ou nucléaires, ou par des toxines), les anomalies supplémentaires de l'ADN mitochondrial abaisseraient la production d'énergie au-dessous du seuil tolérable. Ces personnes seraient atteintes plus jeunes que les personnes dont la capacité de production d'énergie était initialement normale.

On a effectivement démontré qu'avec l'âge la production d'énergie diminue et que le nombre de muta-

ADN mitochondrial et migrations humaines

Des analyses comparatives de molécules d'ADN mitochondrial de personnes disséminées dans le monde entier ont permis aux généticiens de retracer les grandes migrations humaines. Grâce à ces analyses, ils ont aussi daté approximativement le moment où les diverses populations sont arrivées sur leurs continents respectifs (bien que certaines dates diffèrent selon les méthodes de calcul utilisées).

D'après notre modèle, *Homo sapiens* est apparu en Afrique il y a 130 000 ans. Les premières migrations l'auraient conduit jusqu'en Asie (*flèche rouge*) il y a 73 000 ans. Il y a quelque 51 000 ans, un autre groupe aurait quitté le Moyen-Orient pour coloniser l'Europe (*flèche orange*).

Plusieurs vagues migratoires ont mené l'homme moderne de l'Asie vers le Nouveau Monde. Il y a environ 34 000 ans, certaines tribus ont traversé la Sibérie et l'Alaska, puis sont descendues par l'Amérique du Nord et l'Amérique centrale jusqu'en Amérique du Sud (*flèches jaunes*). Ce sont les ancêtres des Paléo-Indiens modernes : les Pimas d'Arizona, les Mayas du Mexique et les Yanomamis du Venezuela. Il y a 15 000 ans, une deuxième vague d'immigrants venus d'Asie traversa la Sibérie, probablement en longeant la côte, avant d'atteindre l'Alaska et de se disperser sur l'ensemble du territoire américain (*flèches vertes*). Ils se sont mélangés à la population indigène pour engendrer les Paléo-Indiens actuels qui parlent l'amérindien.

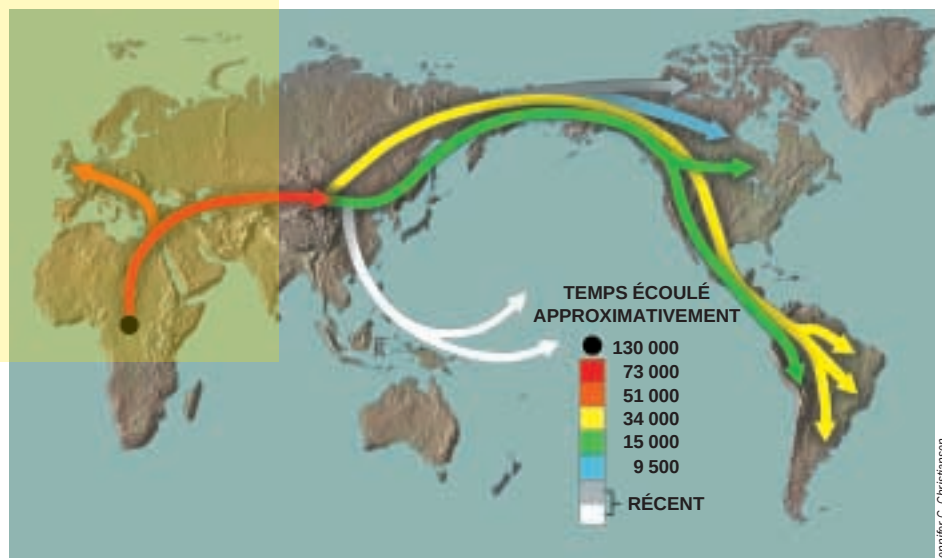
Il y a près de 9 500 ans, une migration en provenance de la Sibérie a conduit en Amérique du Nord les fondateurs du groupe linguistique Na-Déné, incluant les tribus athabaskan du Nord-Ouest du Canada et d'Alaska (tels les Dogribs), ainsi que les Apaches et les Navajos du Sud-Ouest des États-Unis (*flèche bleue*). Les migrations des Esquimaux et des Aléoutes, vers l'Amérique du Nord (*flèche grise*), et celles des peuples insulaires, vers le Pacifique (*flèches blanches*), sont plus récentes, mais n'ont pas été datées avec précision à l'aide de l'ADN mitochondrial.

Les analyses de l'ADN mitochondrial permettent de retracer les migrations mondiales des femmes, car des mutations non pathogènes s'accumulent progressivement dans leur ADN mitochondrial : les séquences de paires

de bases trouvées dans l'ADN mitochondrial ne se sont pas différenciées de la même façon sur les divers continents. En regroupant les séquences apparentées sur un continent en «haplogroupes», puis en comparant ces groupes sur les divers continents, les biologistes déterminent les liens de parenté entre des femmes de divers sites et découvrent quels ont été les pays les premiers colonisés : la colonisation est d'autant plus ancienne que les séquences des ADN mitochondriaux sont diverses. Les populations africaines sont les plus anciennes, car elles ont les ADN mitochondriaux les plus variés. La variation diminue des Asiatiques aux Européens et aux diverses populations américaines.

Toutefois, les dates dépendent de la vitesse à laquelle les molécules d'ADN mitochondrial ont accumulé les mutations. Cette vitesse est quasi constante, mais on ne la connaît pas précisément. Les mutations semblent survenir à peu près tous les 2 000 à 3 000 ans. Les dates que nous donnons ici se fondent sur une fréquence de mutations moyenne d'environ 2 500 ans.

De surcroît, d'après les analyses de l'ADN mitochondrial, *Homo sapiens* aurait remplacé toutes les espèces humaines plus primitives (par exemple, l'Homme de Neandertal) qu'il a rencontrées sur les territoires colonisés. Certains anthropologues contestent cette hypothèse, affirmant que les ancêtres d'*Homo sapiens* sont apparus en Afrique il y a plus d'un million d'années. Ils se seraient ensuite répandus dans l'Ancien Monde et auraient évolué localement, donnant naissance aux principales races humaines.



Jennifer C. Christiansen