

Terres Marines

N°22 mars 2004

Terres Marines

a pour objectif
d'apporter à ses lecteurs,
à travers la présentation
de travaux de chercheurs
des rives de la Méditerranée,
un ensemble de connaissances
susceptibles d'aider
à leur compréhension
et à leur réflexion.

PRÉHISTOIRE

PREHISTOIRE

HISTOIRES D'HUMAINS...

TRANSITION NEOLITHIQUE

RECHERCHES EN PREHISTOIRE

CAMPANIFORME PROVENÇAL

ART PARIÉTAL

PALEOENVIRONNEMENTS CÔTIERS

ORIGINES DE L'HOMME

© DORTMUNDLICHE COMA



CONSEIL GÉNÉRAL DES BOUCHES-DU-RHÔNE
DIRECTION DE LA RECHERCHE ET DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
Hôtel du Département - 52, avenue de Saint-Just - 13256 Marseille cedex 20

sur internet : www.cg13.fr

L'HOMME

DANS TOUTE SA DIVERSITÉ

RECHERCHES EN PRÉHISTOIRE

Les recherches en préhistoire, qui ont pour objectif de comprendre l'Homme dans toutes ses dimensions, anatomique, sociale ou économique, se développent dans de nombreuses directions. Elles exploitent les témoignages archéologiques que constituent les restes industriels (outils de pierre, d'os, céramiques...), les fossiles humains, mais aussi des faunes associées à nos ancêtres, des restes d'habitats ou encore des restes alimentaires. Ces recherches peuvent faire appel, de plus, à des technologies de pointe qui constituent un complément désormais indispensable aux fouilles sur le terrain, comme l'explique **Robert Chenorkian**, directeur du Laboratoire "Economie Sociétés et Environnements Préhistoriques" (ESEP - UMR 6636) de la Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme d'Aix-en-Provence.



Fouilles dans la grotte du Lazaret, à Nice.

Détail du panneau des bisons, Salière Noire de la Grotte de Vaux, période magdalénienne.

Terres Marines Préhistoire

Terres Marines : Comment définit-on la préhistoire ?

Robert Chenorkian : La préhistoire, c'est l'Homme. Elle commence dès l'apparition des premiers représentants du genre humain, à une date qui fluctue selon les découvertes aux alentours de deux millions d'années jusqu'à trois millions d'années voire plus, et qui se termine environ à l'Age du fer, 1 000 ans avant Jésus-Christ, c'est-à-dire schématiquement avec l'apparition de l'écriture. Mais cette définition, d'apparence très stricte, doit être relativisée. Tout d'abord, les sociétés humaines ne se trouvent pas au même moment aux mêmes stades culturels et économiques. On connaît ainsi, sur la base des recherches archéologiques au Danemark, le cas d'une société préhistorique de chasseurs-cueilleurs, de type paléolithique, appelée culture Ertebølle, qui a vécu pendant des siècles immergée au milieu de zones occupées par des sociétés qui étaient devenues typiquement néolithiques, c'est-à-dire dont l'économie était basée sur l'agriculture et l'élevage. L'autre limite de cette définition, c'est qu'elle impose l'écriture comme borne pour marquer le passage de la préhistoire à l'histoire. Or, de nombreuses sociétés traditionnelles, africaines ou australiennes par exemple, ne possèdent pas l'écriture mais sont porteuses de traditions orales extrêmement riches, qui constituent une histoire à part entière, et ne peu-

vent donc absolument pas être considérées comme non historiques. De plus, toutes les sociétés humaines actuelles, même les plus isolées géographiquement, ont connu des interférences avec des économies différentes des leurs. Enfin, le caractère préhistorique d'une société dépend pour beaucoup des informations dont dispose le chercheur. Ainsi, des sociétés villageoises médiévales européennes, qui n'ont laissé absolument aucune trace écrite directe, pour lesquelles on ne sait pas précisément ce que les gens mangeaient, peuvent être considérées comme relevant plus des techniques et méthodes de la préhistoire que des sociétés de la Rome ou de la Grèce antique, pourtant plus anciennes.

Terres Marines : De quand datent les recherches sur la préhistoire, et quelles en sont les grandes étapes ?

Robert Chenorkian : On peut dire que l'intérêt des hommes pour leurs origines est déjà ancien. Dès la Renaissance, ou dans les cabinets de curiosité du XVIII^e siècle, on se pose la question des origines. L'homme préhistorique, celui des origines, est alors considéré comme un primitif, une sorte d'intermédiaire entre l'homme moderne et l'animal. Cette vision marque fortement le début des véritables recherches préhistoriques, lors du XIX^e siècle, avec la découverte des premiers fossiles. A la découverte de l'art pariétal, à la fin de ce même siècle, il semble



Le préhistorien André Leroi-Gourhan sur le site de Pincevent, en 1964.

ainsi inconcevable que les magnifiques peintures des grottes d'Altamira, par exemple, soient l'œuvre d'hommes fossiles, et on pense tout simplement qu'il s'agit de faux, réalisés par des « vachers désœuvrés ». Ce n'est qu'au fil du XX^e siècle, et surtout à partir de la seconde moitié du siècle, que l'homme des origines acquiert, au travers des travaux des préhistoriens, son caractère pleinement humain. En effet, tout l'outillage lithique, l'art, la connaissance du contexte et des cadres chronologiques fournis par les fouilles et les stratigraphies font émerger les sociétés préhistoriques dans toute leur complexité. A ce titre, les fouilles sur le site magdalénien de Pincevent, en Seine-et-Marne, dirigées par André Leroi-Gourhan, qui était à la fois préhistorien, ethnologue et linguiste, marquent une étape décisive.

La fouille permet, à travers l'analyse d'objets préhistoriques perçus comme appartenant à des couches stratigraphiques mais aussi à un espace complexe, de reconstituer un habitat au sens large du terme, c'est-à-dire intégrant toutes les activités humaines, techniques, domestiques et sociales. Le temps court, celui de l'occupation du site avec ses preuves de chasse, de pêche, de cueillette et de cuisine, voire d'activités moins matériellement fonctionnelles, s'intègre dans un temps plus long, celui de la géologie.

Terres Marines : Quelles voies de recherche permettent de faire ainsi revivre l'Homme dans toutes ses dimensions ?

d'imagerie, de la loupe binoculaire à la microscopie électronique à balayage (MEB). Cette discipline consiste à étudier toutes les microtraces sur les outils préhistoriques, principalement de pierre mais aussi d'os, et qui apportent énormément d'informations sur les gestes effectués et les matières travaillées. Ainsi, des stries sur des silex sont caractéristiques du travail sur bois, ce qui permet de savoir que cette matière était travaillée pour confectionner des lances, ou fabriquer leurs habitations, alors même que le bois ne sera pas disponible car il ne se fossilise quasiment jamais.

Au microscope électronique à balayage, on est capable de déceler, sur les dents fossiles des hominidés exhumés sur le terrain, des microstries qui peuvent nous renseigner très précisément sur le régime alimentaire de l'individu.

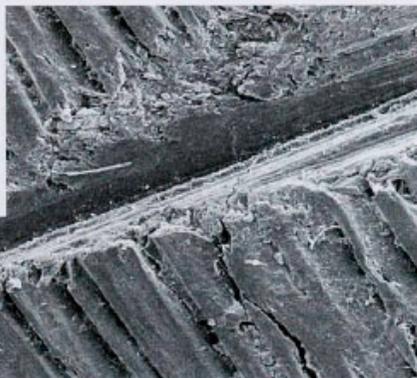
On peut ainsi savoir si un sapiens archaïque d'il y a quelque 100 000

ans consommait plutôt de la viande, ou beaucoup de végétaux (baies, graines, etc). Ces informations sont d'autant plus précieuses que les dents sont parmi les parties du squelette qui se fossilisent et se conservent le mieux. Une autre piste très importante pour mieux comprendre l'Homme consiste à s'intéresser aux animaux avec lesquels il cohabitait, et en particulier ceux qu'il chassait. L'étude des relations homme-animal, c'est-à-dire l'archéozoologie, abordées par l'analyse fine des restes animaux, nous en apprend en effet beaucoup sur les techniques, mais aussi les rythmes et les organisations sociales de ceux qui les chassaient. Ainsi, de manière schématique, si un gibier nombreux est ramené au campement, cela signifie que la chasse est organisée de façon collective, tandis que les espèces d'animaux chassées renseignent sur le climat, ou la saison de l'année à laquelle les hommes occupaient ce campement, voire sur les relations que



▲ La présence de stries sur ce fragment d'herminette (os aiglé) humaine nous renseigne sur son utilisation.

Robert Chenorkian : Au-delà de la stratigraphie, discipline essentielle qui consiste à établir l'ordre de superposition et l'âge relatif des couches d'occupation, une voie importante a été la tracéologie, rendue très précise grâce aux différentes techniques



▲ Observation au microscope électronique à balayage de stries d'origine humaine sur un ossement.



l'homme entretenait avec ces espèces sauvages dans la gestion de ses ressources. A Pincevent, l'étude des restes de rennes fossilisés de deux habitats différents a montré qu'ils provenaient en réalité du même animal. D'apparence banale, cette découverte montre que deux groupes humains, peut-être deux familles, ont partagé leur prise au retour de la chasse collective, ce qui impliquait des pratiques de partage, de solidarité et de répartition des tâches dans le groupe très élaborées. Par ailleurs, l'analyse fine des traces de dépeçage retrouvées sur les os nous renseigne précisément sur le geste de ceux qui ont accompli cette tâche. L'étude des fossiles humains eux-mêmes est évidemment primordiale, puisque au-delà des microstries dentaires citées précédemment, c'est l'analyse précise des dimensions osseuses, des proportions et des distances entre différents points du squelette qui renseigne le chercheur sur la place d'un fossile sur l'arbre phylogénétique des espèces humaines, c'est-à-dire de toutes les espèces du genre Homo, et au-delà, des espèces de la famille des hominidés, incluant les ancêtres africains du genre humain (voir article



« La longue histoire des espèces humaines », page 10). L'apport des études en génétique, qu'il concerne l'ADN fossile extrait de restes humains, ou qu'il se base sur les génomes de populations actuelles pour remonter à l'histoire des peuplements et des migrations humaines, prend une place de plus en plus importante (voir article « L'ADN au service de la quête des origines », page 38).

▲ Travail en laboratoire au Tardéon de Gât-sur-Noyon.





Terres Marines : Quelle est l'importance de l'analyse des isotopes, c'est-à-dire les différents types de noyaux atomiques d'un même élément, que l'on retrouve dans les ossements ou les vestiges archéologiques ?

Robert Chenorkian : Ils permettent de recueillir énormément d'informations. Les isotopes radioactifs, qui se désintègrent et se transforment avec le temps, permettent de dater des fossiles avec une précision de plus en plus grande en fonction des concentrations isotopiques. Ainsi, le carbone 14 permet de dater des vestiges jusqu'à 40 000 ans, mais surtout, compté par spectrométrie de masse, il permet des datations à partir d'échantillons infi-

mes, de quelques milligrammes seulement. C'est grâce à cette technique que l'on peut désormais dater l'art pariétal, comme celui des grottes Cosquer ou Chauvet, par exemple (voir article « Aux sources de l'esprit humain », page 18). D'autres isotopes, comme le couple uranium/thorium, ou le potassium/argon permettent la datation de fossiles plus anciens. Au-delà des isotopes, d'autres méthodes de datation existent, comme la thermoluminescence ou la dendrochronologie, méthode de datation basée sur l'analyse des anneaux de croissance des arbres, dont les apports à la discipline sont essentiels et qui a permis la mise en place des calibrations des dates radiocarbone. Quant aux isotopes stables de certains corps (carbone, azote) retrouvés dans un os humain ou dans un os d'animal chassé par

l'homme, ils permettent de déterminer en partie le régime alimentaire de nos ancêtres, puisqu'en fonction du climat dans lequel elles poussent, et de l'énergie qu'elles emmagasinent, les plantes sont plus ou moins riches en ces différents isotopes.

Terres Marines : Quelles sont les thématiques poursuivies par votre laboratoire ?

Robert Chenorkian : Nous nous intéressons bien sûr aux productions de l'homme et à ses acquisitions, ainsi qu'à l'archéozoologie, dans des périodes allant principalement du Paléolithique moyen au Néolithique, et en couvrant les régions de la Méditerranée occidentale, au nord et au sud. Avec, au-delà, des sites au Kenya, au Mali et en Mauritanie. Un autre axe de nos recherches consiste à reconstituer l'environnement de l'homme préhistorique, dans des conditions climatiques très différentes des nôtres, comme par exemple lorsque la mer était à un niveau bien plus bas qu'aujourd'hui (voir article « Plongée au cœur de la préhistoire », page 24). Un de nos éléments de réflexion privilégiés concerne les modalités et les contextes qui mènent à la néolithisation, c'est-à-dire le passage d'une économie essentiellement basée sur la chasse et la cueillette, à une organisation sociale radicalement différente. C'est alors qu'apparaissent l'agriculture et l'élevage, et surtout la contrainte qui les accompagne, complètement inconnue jusqu'alors : le travail.

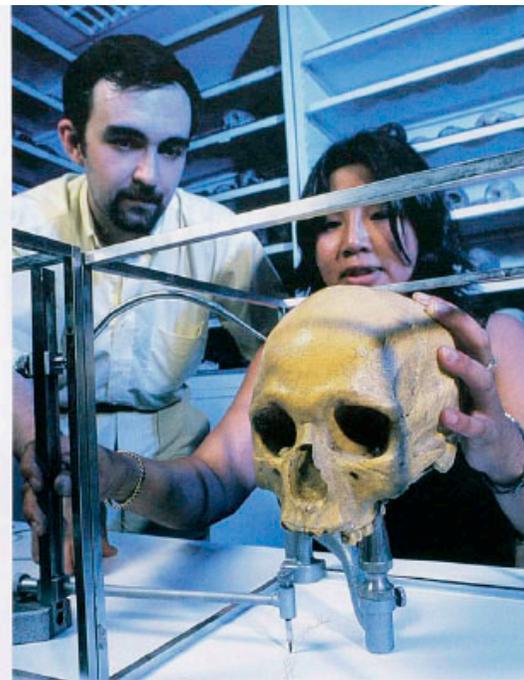


▲ Moulage d'un crâne fossile, au moyen d'un "cryosphère cubique". Laboratoire "L'homme préhistorique son environnement, son matériel, ses actions" de Marseille.

En fait, il n'y a pas de règle absolue pour cette néolithisation, en terme de contexte social, géographique ou climatique. Cette transition économique majeure a dû correspondre à des impératifs démographiques, c'est-à-dire qu'il fallait nourrir plus de gens, et non pas à des choix ou une volonté délibérée. D'ailleurs, on constate que les populations produisaient juste ce dont elles avaient besoin pour vivre. Le travail au champ, déjà pénible, ne devait donc être pour eux qu'un moyen, une contrainte nécessaire pour assurer leur subsistance.

Terres Marines : L'étude des coquillages mangés par nos ancêtres est également une voie de recherche, moins connue, mais qui vous passionne tout autant...

Robert Chenorkian : L'étude des dépôts et rejets de cuisine constitués de coquillages est captivante, car elle permet, à partir d'un matériau de base ingrat constitué d'amas de coquilles ne demandant qu'à s'effondrer lorsque l'on cherche à les fouiller, de remonter à des informations très variées. Tous les os y sont extrêmement bien conservés. On peut en déduire la nature et la saisonnalité du régime alimentaire, puisque au-delà des coquillages eux-mêmes, les dépôts conservent des os, des crânes, voire des écailles de poissons, également riches en données. Le ramassage de coquillages est une activité que l'homme a exercée pour diversifier son alimentation en



▲ Étude d'un moulage de crâne fossile, au moyen d'un "cryosphère cubique". Laboratoire "L'homme préhistorique son environnement, son matériel, ses actions" de Marseille.

milieu côtier, et qui était réalisable par des membres du groupe trop faibles pour la chasse, en particulier les enfants et les individus plus âgés. De plus, la collecte de coquillages est une activité dont on retrouve les traces dans tout le monde préhistorique, du Danemark à l'Afrique du Sud, du Pérou à l'Australie. Enfin, on peut penser qu'elle a toujours revêtu, outre son intérêt alimentaire, un caractère ludique, le fait de patauger dans l'eau et de remuer la vase pour débusquer les bivalves se prêtant bien au jeu. Ainsi, notamment, des travaux menés chez les « Anbarra », des Aborigènes australiens, ont montré que le ramassage de coquillages par les jeunes et les femmes constituait un moment de détente et de plaisir particuliers. Étudier une activité qui a eu cours de tous temps, tout autour de la planète, et qui procure du plaisir à ceux qui l'exercent, c'est le rêve pour un préhistorien !

■ Propos recueillis par Pedro Lima



▲ Pointe de flèche en silex

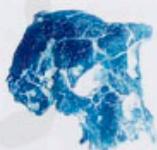
LA LONGUE HISTOIRE DES ESPÈCES HUMAINES

Les premiers représentants de la grande famille des hominidés ont fait leur apparition en Afrique, il y a six ou sept millions d'années. C'est le point de départ d'une histoire évolutive complexe, conduisant à l'apparition et la disparition de nombreuses espèces, dont l'unique survivante actuelle est la nôtre, *Homo sapiens*. Voyage vers les origines, avec **François Marchal**, chercheur à l'Unité d'Anthropologie, adaptabilité biologique et culturelle (UMR 6578) de Marseille.

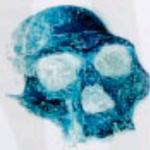


Homo habilis
au site d'Olduvai, Kenya, environ 2 millions d'années

Lucy, *Australopithecus afarensis*, 3 à 3,5 millions d'années



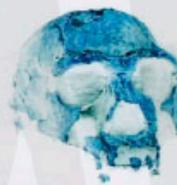
Sahelanthropus



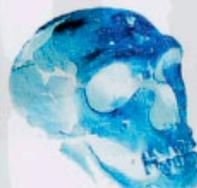
Australopithecus



Homo habilis



Homo ergaster



Homo neanderthalensis



Homo sapiens

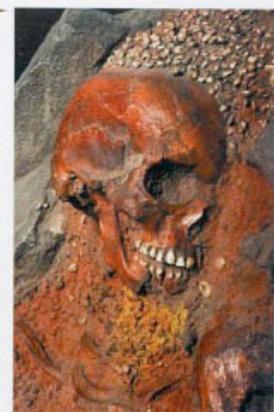
Terres Marines Préhistoire

Terres Marines : Quelles sont les grandes étapes de l'évolution humaine, retracées par la paléanthropologie ?

François Marchal : On distingue classiquement trois grandes étapes ayant conduit, entre autres, à l'apparition de l'homme moderne, *Homo sapiens*, espèce à laquelle appartient toute l'humanité actuelle. Même si les choses ne se sont certainement pas passées de façon aussi tranchée. Tout d'abord, il s'est produit une divergence, en Afrique, entre notre lignée comprenant tous les hominidés, et celle des grands singes africains, gorilles, chimpanzés et bonobos. Sur la base des résultats de la biologie moléculaire, qui compare notre génome avec celui des grands singes actuels, et les informations apportées par les données fossiles, on estime actuellement que cette divergence remonte aux alentours de six à sept millions d'années, même si la fourchette pourrait être plus large. La seconde étape évolutive a conduit, il y a moins de trois millions d'années, toujours en Afrique, à l'apparition des premiers représentants du genre humain, *Homo*. Enfin, la dernière phase de cette évolution complexe conduit à la naissance, entre 100 000 et 200 000 ans, vraisemblablement en Afrique de l'est, de l'homme moderne, ou *Homo sapiens*.

Terres Marines : Qui sont les premiers représentants de la famille des hominidés, et dans quelles conditions ont-ils fait leur apparition ?

François Marchal : Le scénario le plus courant, connu en France sous le nom d'East Side Story, évoque une réactivation tectonique du grand rift est-africain, survenue il y a environ huit millions d'années. Couplée avec un rafraîchissement global, elle provoque un assèchement du climat en Afrique de l'est. À l'ouest du continent, les grands singes s'adaptent à la vie en forêt et évoluent vers les chimpanzés et les gorilles, alors que ceux restés à l'est s'adaptent à l'assèchement progressif du milieu, notamment en se redressant... Trois hominidés postulent au titre de premier ancêtre des hommes. Ce sont *Orrorin tugenensis*, âgé de six millions d'années, découvert au Kenya, *Ardipithecus ramidus*, découvert en Éthiopie, âgé de 4,4 à 5,8 millions d'années, et enfin *Sahelanthropus tchadensis*, baptisé Toumaï, exhumé en 2001 au Tchad, et âgé de six à sept millions d'années. Ce dernier fossile pose bien sûr un problème par rapport à la théorie, puisqu'il a été exhumé bien à l'ouest du rift. Tous ces fossiles présentent une majorité de caractères



Sépulture de la grotte d'Enlène-Candé, Lorraine, datée de 15 000 av. J.-C.

très primitifs, ce qui est normal compte tenu de leur âge, et quelques caractères qui les apparenteraient aux hominidés. Mais on est si proche de la racine de notre arbre, les fossiles sont si nouveaux, les caractères si ténus, qu'on est encore très loin de pouvoir comprendre comment cette toute première partie de notre histoire s'est jouée. Au moins a-t-on enfin en main quelques fossiles et c'est déjà énorme !

Plus tard, entre 4,2 et 1 million d'années, neuf espèces, réparties en trois genres, apparaissent et disparaissent, de la Tanzanie au Tchad, en passant par le Kenya et l'Afrique du Sud : cinq Australopithecus (*anamensis*, *afarensis*, *africanus*, *bahrelghazali* et *garhi*), et trois Paranthropes (*aethiopicus*, *boisei* et *robustus*), parfois appelés Australopithecus robustes, caractérisés par la robustesse de l'appareil masticatoire et du crâne. La célèbre Lucy, de l'espèce *Australopithecus afarensis*, co-découverte il y a tout juste trente ans par le chercheur marseillais Maurice Taïeb, fait partie de cette vaste famille.

Ces hominidés ont été rejoints, en 1999, par *Kenyantropus platyops*. Ces espèces sont dotées d'une bipédie plus ou moins assurée, certaines sont sans doute encore en partie arboricoles. Elles possèdent des cerveaux dont les volumes varient de 380 à 600 cm³, ce qui est très faible. Le nombre de ces hominidés, le caractère spécifique de chacun, et les relations phylogénétiques qui les unissent font encore l'objet de nombreux débats.

Terres Marines : Dans quelles conditions apparaissent les premiers Homo ?

François Marchal : A nouveau, il semble que cet événement se produise au moment d'un changement climatique important, associé en Afrique de l'est avec une intensification de l'assèchement du climat, entraînant l'ouverture du paysage. Avec une grande question en suspens : à quel point cet événement climatique est-il brutal, et à quel point influence-t-il sur l'évolution des faunes en général et des hominidés en particulier ? Ce que l'on peut observer chez ces derniers, c'est que certains évoluent vers des formes plus robustes, les Paranthropes, qui perdureront jusqu'au cap du million d'années. D'autres évoluent vers des êtres plus habiles et polyvalents, capables de s'adapter aux conditions changeantes... Il s'agit vraisemblablement des *Homo habilis* et *rudolfensis*, qui apparaissent en Afrique de l'est et du sud il y a environ 2,5 millions d'années. Ils ont une capacité crânienne de 550 à 750 cm³ et façonnent des outils oldowayens, qui constituent la plus ancienne technique de taille

de pierre. Pour autant, la frontière entre le genre humain et les autres hominidés est difficile à délimiter aussi bien du point de vue morphologique que comportemental. Notamment, il se pourrait tout à fait que certains Australopitèques aient pu tailler des outils de pierre.

Les premiers humains avérés sont les *Homo erectus* africains, appelés *ergaster* par certains, qui font leur apparition il y a 1,9 million d'années. Ils possèdent une boîte crânienne volumineuse, de 800 à 1 100 cm³, et une morphologie élancée associée à un schéma corporel très semblable au nôtre, correspondant sans doute à une bipédie complète. Ainsi, le squelette complet d'un adolescent, exhumé en 1984 sur les bords du lac Turkana, à Nariokotome, mesurait 1,62 mètre. Il aurait atteint, à l'âge adulte, la taille de 1,90 mètre ! Ce sont probablement ces *Homo* qui quittent pour la première fois le berceau africain en empruntant le couloir de l'actuel Moyen-Orient, pour se disperser sur tous les continents à l'exception de l'Australie et l'Amérique. Mais la découverte récente d'hominidés fossiles d'environ 1,8 million d'années à Dmanissi, en Géorgie, indique que cette expansion hors d'Afrique est plus ancienne que ce que l'on imaginait et pourrait, pourquoi pas, être le fait d'hominidés plus anciens.

Terres Marines : De quand date l'apparition de l'espèce humaine actuelle ?

François Marchal : Cela peut sembler paradoxal car il s'agit de l'événement évolutif le plus récent de notre histoire, mais on a beaucoup d'incer-

titudes concernant l'origine d'*Homo sapiens*. Seules certitudes : les premiers fossiles clairement attribués à l'homme moderne datent d'environ 100 000 à 150 000 ans et proviennent de sites d'Afrique et du Moyen-Orient. *Homo sapiens* se caractérise par un squelette plus léger que celui des autres hommes, par une taille moyenne de 1,70 m, la face et les dents diminuant de taille et par un volume crânien d'environ 1 500 cm³ de moyenne. Deux hypothèses principales s'affron-



Reconstitution d'*Homo erectus*. Film « L'Éclipse de l'espèce ».



Reconstitution d'*Australopithecus africanus* (Lory). Film « L'Éclipse de l'espèce ».

tent concernant son origine géographique et la façon dont il a remplacé ses ancêtres. Selon l'hypothèse « monocétriste », une population de quelques dizaines de milliers de *sapiens* archaïques serait apparue pendant une période relativement courte, en Afrique de l'est, il y a 100 000 à 200 000 ans. Ces populations capables de s'adapter à des environnements très diversifiés auraient fini par peupler toute la planète en remplaçant les formes humaines plus anciennes partout où elles les ren-

contraient. À l'exception du foyer d'origine, il y aurait donc eu une profonde discontinuité. Selon la seconde hypothèse, appelée multirégionale, l'homme moderne est plutôt le fruit d'une lente évolution des *Homo erectus* vers les *sapiens*, progression qui se réalise graduellement dans l'immense territoire qui va de l'Asie à l'Europe occidentale, en passant par l'Afrique. À l'inverse de la théorie précédente, c'est donc ici une vision de continuité où les hommes modernes sont partout

Reconstitution d'*Homo neanderthalensis*. Film « L'Éclipse de l'espèce ».



Le cas Neandertal

Qui est vraiment Neandertal, cet homme au front fuyant et au crâne allongé, apparu il y a au moins 100 000 ans, et disparu il y a 30 000 ans après avoir longuement cohabité, en Europe, avec les hommes modernes ? Neandertal, parfaitement adapté aux rigueurs de l'Europe paléolithique, possédait en tous cas un langage, des capacités cognitives certaines attestées par la technique du Châtelperronien, et un sens symbolique développé, comme le montrent les sépultures qu'il réalisait. En 1997, l'analyse d'un fragment d'ADN mitochondrial prélevé sur un fossile néandertalien, comparé à l'ADN d'un homme moderne, a montré trop de différences pour que les deux individus appartiennent à la même espèce... Comme souvent, les résultats sont contestés, et la vérité viendra des fossiles. Mais l'essentiel est que, parent de l'homme moderne ou différent, Neandertal soit reconnu à sa juste valeur, celle d'un homme à part entière.

les descendants des formes humaines plus anciennes. Quelle que soit l'hypothèse retenue, *Homo sapiens*, avec ses cultures et son symbolisme développés, est en tous cas la seule espèce humaine à avoir survécu sur la planète, dernière représentante d'une lignée d'hominidés autrefois très fournie.

Terres Marines : Quels sont vos sujets de recherche actuels ?

François Marchal : Mes travaux portent sur les modalités et la vitesse de l'évolution du squelette locomoteur des hominidés, particulièrement l'architecture fémoro-pelvienne. Le pelvis humain, que l'on appelle bassin du fait de sa forme particulière, occupe une position charnière dans le corps humain. C'est un système essentiel dans le cadre de la bipédie. Mais c'est également, chez la femme, un canal osseux que le fœtus à terme doit traverser, malgré une augmentation constante de l'encéphale au cours de l'évolution humaine. J'ai montré qu'on pouvait reconnaître trois types de bassins au cours de l'évolution humaine, qui pourraient être corrélés aux trois événements majeurs dans l'histoire de notre lignée dont nous venons de parler : l'apparition des premiers hominidés, l'émergence du genre *Homo*, et l'origine des premiers hommes modernes. Ainsi, le premier changement, très profond, est celui qui marque l'apparition de la bipédie chez les premiers hominidés et qui engendre une architecture pelvienne adaptée à ce mode de locomotion : le pelvis large et bas. Sur cette architecture vont se développer deux variantes.

La plus ancienne correspond à la morphologie pelvienne des Australopithèques, avec certaines caractéristiques comme l'orientation des ailes iliaques, que certains interprètent dans le cadre de la persistance de capacités arboricoles.

Cette variante australopithèque reste inchangée pendant plusieurs millions d'années avant d'engendrer rapidement une deuxième variante, la morphologie pelvienne humaine. Par rapport aux Australopithèques, il s'agit essentiellement d'une augmentation des surfaces articulaires et d'un remaniement de la musculature fessière.

Cette variante humaine va également être très stable pendant au moins deux millions d'années et

n'exister que sous une forme, puis, vers 100 000 à 200 000 ans, un ajustement de cette morphologie va être apporté et donner le bassin humain moderne qui est encore le nôtre aujourd'hui. Par rapport au modèle archaïque ceci correspond à un léger remaniement des rapports architecturaux entre la partie supérieure du bassin, qui soutient les viscères et qui est le point d'origine des muscles fessiers, et la partie inférieure, qui correspond au bassin obstétrical. Il se trouve que visiblement, le bassin n'est pas seul à se comporter de la sorte pendant l'évolution humaine, mais que cela concerne au moins toute la partie inférieure du squelette locomoteur, du bassin jusqu'au pied. Et l'on se pose alors les questions



▲ Reconstitution d'*Homo sapiens* Film - L'Origine de l'espèce



▲ Propulseur aux bouquets affrétés. Grotte d'Enlène, Ariège. Période magdalénienne

▲ Dents de Villanderf, Rubriche. 28 000 av. J.-C. env. Période gravettienne.

suivantes : Pourquoi l'appareil locomoteur semble stable pendant de longues périodes, et pourquoi semble-t-il évoluer rapidement à d'autres moments ? Ces sauts évolutifs sont-ils effectivement liés aux grandes étapes de l'évolution humaine ? A quoi sont-ils dus ? Quelles sont leurs conséquences en termes de locomotion, bien sûr, mais aussi en termes de parturition ? C'est-à-dire quel était le mode de locomotion des australopithèques, mais on peut aussi se demander si les différences observées entre les hommes archaïques et les hommes modernes peuvent s'interpréter en termes de différences locomotrices. Ou s'agit-il des conséquences de modes d'accouchement différents ? Autant de questions qui restent à élucider.

■ Propos recueillis par Pedro Lima



▶ Propulseur au cheval hennissant. Abris du Châtelet, Brignol, Tarn et Garonne. Période magdalénienne

Les premiers Provençaux

Si les premiers Européens, vraisemblablement des *Homo erectus* partis d'Afrique, font leur apparition il y a 1,8 million d'années sur le territoire de l'actuelle Géorgie (site de Dmanissi, fouilles dirigées par Henry de Lumley), l'histoire de l'homme en Provence débute quelques centaines de milliers d'années plus tard. La Côte d'Azur, entre mer et montagne, devait déjà présenter des attraits, puisque plusieurs sites ont été découverts pour ces périodes anciennes. Il y a un million d'années, des *Homo erectus* s'installent en effet sur les rivages méridionaux, leur présence étant attestée dans la grotte du Vallonet, à Roquebrune-Cap-Martin. Leur outillage, encore rudimentaire, est essentiellement constitué de simples galets sur lesquels un tranchant a été aménagé. Il y a 400 000 ans, c'est sur une plage de l'actuelle Nice, à Terra Amata, au pied du Mont Boron, que des hommes, possédant une culture dite acheuléenne, domestiquent le feu. Pendant plus de 75 000 ans, entre -200 000 et -125 000, des chasseurs de cerfs et de bouquetins occupaient à intervalles plus ou moins réguliers une caverne escarpée, sur les pentes du Mont Boron : c'est la grotte du Lazaret, où ils aménagent leur habitat, et dans laquelle on a même retrouvé des traces de travaux de boucherie, sous la forme d'amas d'ossements animaux soigneusement tranchés et découpés, peut-être à des fins de conservation. Il y a 100 000 ans, les Néandertaliens, porteurs des cultures moustériennes, s'installent dans de nombreuses grottes des Alpes-Maritimes et de Ligurie. À partir de -35 000, les hommes de Cro-Magnon, ou hommes modernes, font leur apparition. Leur présence sur la Côte d'Azur est essentiellement attestée dans les grottes des Baoussé Roussé, près de Menton, ou dans la caverne des Arene Candide, à Finale Ligure, en Ligurie italienne... Sans oublier la grotte Cosquer !

Datation d'échantillons infimes

C'est au Centre des faibles radioactivités de Gif-sur-Yvette que sont datées la plupart des peintures des grottes pariétales, comme celles de Cosquer et de Chauvet, dans une machine appelée Tandétron : il s'agit d'un accélérateur de particules hérité des recherches en physique nucléaire, et qui permet de remonter le temps avec une belle précision. Les échantillons de charbon ou de peintures, prélevés dans les grottes en concertation avec les préhistoriens, sont tout d'abord traités chimiquement et thermiquement afin d'éliminer les contaminations en carbone étranger. Oxydés jusqu'à transformation en gaz carbonique, c'est sous cette forme qu'ils sont placés dans le Tandétron. L'accélérateur, en dissociant les différents composants de la matière, permet à la sortie le comptage précis du nombre d'atomes de carbone 14 : ce nombre diminuant avec l'âge, on peut ainsi estimer avec une précision d'environ 1 000 ans la période à laquelle ont été réalisées certaines œuvres. Grand intérêt de cette technique : elle permet de dater des quantités infimes de matière carbonée, de l'ordre du milligramme. La traditionnelle méthode du comptage d'émissions radioactives nécessite des échantillons 1 000 fois plus volumineux. Un progrès décisif dans la datation de l'art pariétal, étape indispensable à sa compréhension.

Il y a un siècle, on n'accorde aux peintres aucune motivation particulière, si ce n'est celle de réaliser une œuvre esthétique : c'est la théorie de l'art pour l'art. Puis vient l'hypothèse de la magie de la chasse, proposée au début du XX^e siècle, et qui sera érigée en dogme par l'abbé Henri Breuil jusqu'à la fin des années 50 : le chasseur, en peignant l'animal, exercerait sur lui un début de domination qui rendrait sa capture plus facile. Mais d'autres chercheurs, parmi lesquels Annette Laming-Emperaire et surtout André Leroi-Gourhan vont rejeter cette théorie et les préoccupations « alimentaires » des artistes. Selon eux, la grotte est une authentique cathédrale, un espace structuré et organisé où l'homme de Cro-Magnon exprime sous forme de peintures ses mythes et ses croyances. C'est l'explication

structuraliste de l'art pariétal, toujours vivace chez de nombreux chercheurs, mais qui ne s'intéresse en fait pas au pourquoi de l'art. Face à cette relative neutralité, le préhistorien français Jean Clottes et son collègue sud-africain David Lewis-Williams avancent depuis quelques années une interprétation chamanique. Les peintures rupestres seraient la matérialisation d'esprits rencontrés par les sorciers de la préhistoire au cours de leurs transes, la grotte représentant la frontière entre deux mondes, celui des hommes et celui des esprits... Une hypothèse partagée par un nombre croissant de chercheurs.

■ Pedro Lima

Fragment de la salle aux fauves de la grotte de Lascaux II, Dordogne



Tarnent granite sur le site de la Vallée des Pyrénées, Alpes-Maritimes, âge du Bronze



Modélisation informatique d'une molécule d'ADN

Puiser dans le génome des indices sur les origines et l'évolution de l'Homme, sur les nombreuses migrations et échanges qui ont conduit à l'Humanité actuelle... C'est l'objet de la paléogénétique, à la croisée de multiples disciplines, préhistoire, génétique, anthropologie et bioinformatique, dont Eliane Béraud-Colomb, du Laboratoire d'Immunologie de l'Hôpital Sainte-Marguerite (Inserm-CNRS-Université de la Méditerranée), à Marseille, est une des meilleures spécialistes.

PALÉOGÉNÉTIQUE

L'ADN AU SERVICE DE LA QUÊTE DES ORIGINES



Prélèvement d'échantillon sur une momie fatimide par Eliane Béraud-Colomb, site de Fostat, Le Caire.



Incision d'une fenêtre osseuse dans un fémur, site de Fostat, Le Caire.



Terres Marines : Comment l'étude de l'ADN permet-elle d'obtenir des informations sur nos ancêtres ?

Eliane Béraud-Colomb : Les scientifiques exploitent essentiellement deux méthodes distinctes. La première consiste à comparer les génomes d'êtres vivants, soit appartenant à des espèces différentes, soit à l'intérieur même de l'humanité. Certains travaux ont ainsi visé à comparer le patrimoine génétique de l'homme moderne, *Homo sapiens*, avec celui d'autres primates, comme le chimpanzé, afin d'estimer la distance génétique qui nous sépare. Il existe en effet une relation qui unit le nombre de différences génétiques entre deux

espèces et la date à laquelle elles se sont séparées au cours de l'évolution. Plus les différences, dues à des mutations apparues au hasard, sont nombreuses, plus le temps qui s'est écoulé depuis la séparation est long. C'est de cette façon que l'on a daté la scission, il y a six à sept millions d'années, entre notre lignée et celles des autres primates. Cette notion dite « d'horloge moléculaire » doit toutefois être relativisée, car elle peut être soumise à de brusques accélérations, susceptibles de fausser les résultats.

La génétique peut aussi remonter l'histoire des populations au sein d'une même espèce, en particulier l'Homme, sur la base des diversités génétiques actuelles. Ces recherches se font dans le cadre de la théorie de

la coalescence, qui permet d'évaluer, sur la base du nombre de mutations apparues, le temps écoulé depuis que deux gènes se sont différenciés à partir d'un gène ancêtre.

En appliquant à l'Homme la théorie de la coalescence, et en comparant des séquences génétiques d'individus issus de groupes ethniques différents, des chercheurs américains ont proposé, à la fin des années 1980, l'hypothèse dite de « l'Eve africaine », selon laquelle les hommes actuels seraient tous issus d'une population qui vivait en Afrique il y a 200 000 ans. Là encore, ces résultats doivent être pris avec précaution, et ils sont d'ailleurs très discutés. Seule la comparaison et la convergence de données fossiles et génétiques permettra de trancher sur ces questions.

Terres Marines : Quelle est la seconde approche ?

Eliane Béraud-Colomb : Elle consiste à prélever de l'ADN sur des fossiles bien datés d'*Homo sapiens* ou d'*Homo neanderthalensis*, puis à l'analyser en le comparant à celui issu d'autres échantillons, afin de comprendre certaines étapes de l'évolution génétique de nos lointains ancêtres et retracer les migrations humaines. Cette discipline bénéficie des apports de véritables pionniers qui ont montré, dans les années 1950, qu'il était possible de retrouver des acides aminés dans des fossiles, en l'occurrence des restes de poissons vieux de 200 à 300 millions d'années. Les acides aminés rentrant dans la composition des protéines, cela prouvait que les fossiles n'abritaient pas que du minéral, ce qui constituait une avancée extraordinaire. Pour moi, le travail sur l'ADN a commencé à la fin des années 1980. J'ai eu la chance d'avoir accès au matériel fossile du site de Taforalt, dans l'ouest marocain, daté de 12 000 ans. J'ai prélevé de l'ADN sur un cromagnonoïde africain, c'est-à-dire un individu dont la morphologie s'apparentait à celle de l'homme de Cro-Magnon. Cette date de 12 000 ans est importante pour les paléontologues qui étudient cette région. C'est en effet une période charnière dans l'évolution, qui correspond à la transition entre deux civilisations, les chasseurs-cueilleurs du Paléolithique et les pasteurs-agriculteurs du

Néolithique. La séquence prélevée sur l'os de 12 000 ans était différente de toutes celles collectées dans des bases de données, ce qui prouvait son authenticité.

Terres Marines : Comment parvenez-vous à retrouver de l'ADN dans un fossile aussi ancien ?

Eliane Béraud-Colomb : Pour étudier l'ADN d'un ossement ancien, il faut tout d'abord nettoyer l'échantillon d'os et le racler avec des lames de bistouri. C'est une opération extrêmement délicate, car il faut éviter toute contamination par l'ADN de l'expérimentateur. La poudre d'os, obtenue après sciage, est récupérée, et on peut alors en extraire l'ADN, afin de l'amplifier, grâce à une technique appelée PCR (Polymerase chain reaction). Cette étape consiste à multiplier plusieurs centaines de milliers de fois les séquences génétiques présentes, afin de pouvoir ensuite les analyser grâce à des méthodes bio-informatiques spécialement dédiées à ces recherches. Nous travaillons dans des conditions de laboratoire extrêmes, toutes les étapes de manipulation étant contrôlées avec des échantillons témoins, afin d'être toujours certains que nous ne contaminons pas l'ADN fossile. Pour cela, nous réalisons certaines étapes du procédé dans notre laboratoire de Sainte-Marguerite, et d'autres à plusieurs kilomètres de là. Pour l'étape dite de purification de

l'ADN, nous sommes par exemple protégés au moyen de cagoules, bottes et blouses jetables. Sur l'homme de Taforalt, nous avons ainsi pu amplifier et étudier des fragments d'un gène bien connu chez l'homme, celui de la bêta-globine, une protéine qui entre dans la composition de l'hémoglobine du sang. Une autre information intéressante que nous a apportée cet ADN, c'est que la possibilité de l'étudier n'est pas liée à son âge. En effet, l'amplification génétique a échoué pour des spécimens beaucoup moins vieux, entre 600 et 3 000 ans. Il est donc tout à fait imaginable de trouver de l'ADN dans des os encore plus vieux que 12 000 ans, comme ceux des humains plus proches de l'homme de Neandertal, entre 35 000 et 70 000 ans, et de l'étudier comme nous l'avons fait pour celui de Taforalt. En 1997, une équipe germano-américaine a d'ailleurs extrait de l'ADN mitochondrial d'un fossile d'homme de Neandertal, afin de le comparer à celui d'hommes modernes, pour conclure que les différences étaient telles que nous devions appartenir à deux espèces distinctes. Résultat, là encore, très discuté.

Terres Marines : Qu'est-ce que l'ADN mitochondrial ?

Eliane Béraud-Colomb : Chaque cellule porte en elle deux séquences génétiques. L'ADN nucléaire, héritage génétique transmis par les deux parents, contient le plus grand nombre

Lecture d'une radiographie de quantification d'ADN



d'informations et se trouve dans le noyau de la cellule. L'ADN mitochondrial est, pour sa part, stocké à l'intérieur d'organites de la cellule appelés mitochondries, chargés de fournir l'énergie à la cellule, et sa particularité est d'être transmis uniquement par la mère. L'ADN mito-

chondrial, qui contient au même titre que l'ADN nucléaire des marqueurs génétiques des populations, présente plusieurs avantages. Chaque cellule contient en effet une centaine de mitochondries comprenant chacune plusieurs copies d'ADN. Le matériel génétique se trouve donc en plus

grande quantité que pour l'ADN nucléaire, présent en un seul exemplaire dans une cellule. Notre équipe a donc choisi de se concentrer sur cet ADN mitochondrial, car au vu de la complexité des problèmes à résoudre, il est préférable de se limiter à un seul marqueur, au moins pour l'instant.

Terres Marines : Quels sont vos programmes de recherche actuels ?

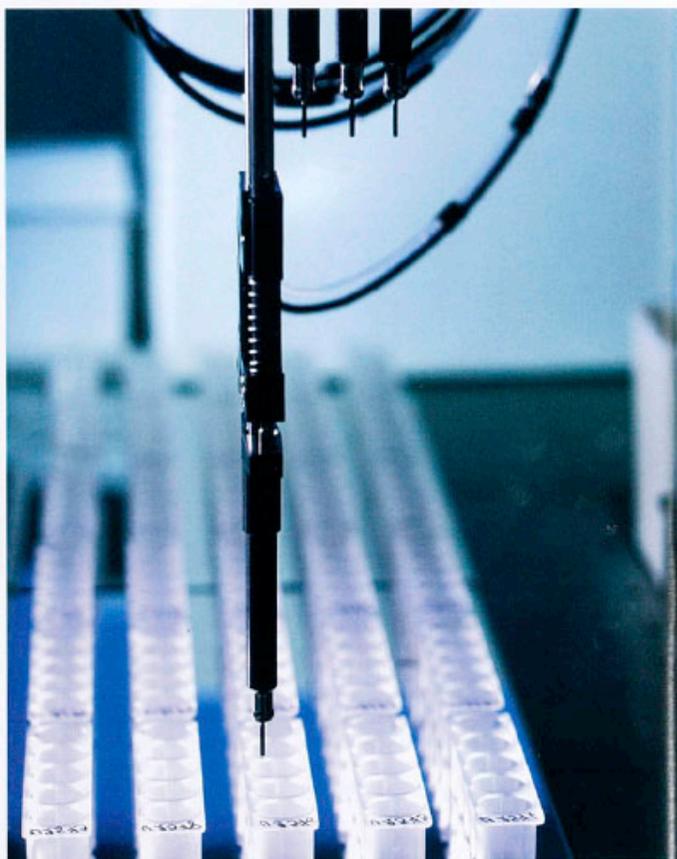
Eliane Béraud-Colomb : Notre principal programme de recherche, appelé « Diversité du génome mitochondrial en Afrique du Nord, migrations autour du bassin méditerranéen », vise à retracer les migrations des populations humaines du pourtour méditerranéen. Le bassin méditerranéen est en effet un lieu important de migrations humaines, tant pour le peuplement de l'Europe que celui du Maghreb.

Plusieurs grandes vagues de migration ont pu être mises en évidence le long de la Méditerranée au Paléolithique et au Néolithique, essentiellement depuis le Proche-Orient. Le peuplement du Proche-Orient est très ancien, et cette zone est proposée comme le point de départ de nombreuses migrations vers l'Europe et l'Afrique du Nord, notamment par la présence de restes d'*Homo sapiens* archaïques. La présence de barrières géographiques, culturelles ou linguistiques a engendré une répartition hétérogène des populations, et on peut se demander quelles sont les barrières qui ont influé sur les migrations de populations pour donner la répartition actuelle.

Pour tenter de répondre à ces questions, nous étudions les polymorphismes, ou variations, de l'ADN mitochondrial des individus qui composent les populations anciennes et actuelles du bassin méditerranéen. C'est un projet de recherche très pluridisciplinaire, tant les sujets abordés sont pointus et complexes. Il inclut des chercheurs de plusieurs laboratoires, dans des domaines tels que « Génome et évolution », l'archéologie médiévale méditerranéenne et l'anthropologie. Les spécialistes du Laboratoire de Police Scientifique de Marseille, également associé, apportent une expertise

supplémentaire sur l'analyse d'ADN, et le CEA de Saclay est aussi impliqué. Enfin, le projet comporte la mise en place d'un laboratoire d'extraction et d'analyse d'ADN humain ancien à la faculté de Mansoura, à proximité du Caire.

supplémentaire sur l'analyse d'ADN, et le CEA de Saclay est aussi impliqué. Enfin, le projet comporte la mise en place d'un laboratoire d'extraction et d'analyse d'ADN humain ancien à la faculté de Mansoura, à proximité du Caire.



Distribution de l'ADN dans des micro-plaques avant amplification.

Terres Marines : Comment étudiez-vous les populations actuelles ?

Eliane Béraud-Colomb : Nous nous intéressons à différentes populations égyptiennes, comme celle de Gournâ, près de Louxor, quelques groupes de la population oasienne égyptienne et quelques groupes de Bédouins du Sinaï auxquelles s'ajoute l'étude d'une population tunisienne, celle de Mektar. On demande aux individus, toujours volontaires, de prélever eux-mêmes quelques cheveux sur le cuir chevelu, car c'est dans le bulbe que se trouve l'ADN. On les interroge également sur l'origine géographique de leur grand-mère maternelle, puisque l'ADN mitochondrial est transmis par la mère. Comme nous avons une collaboration avec une équipe de Rome concernant le chromosome Y, qui est un marqueur génétique transmis uniquement par les hommes, nous demandons également l'origine du

grand-père paternel. Grâce à ce questionnaire, nous avons ainsi une idée des origines géographiques des individus. L'analyse de l'ADN consiste à mettre en évidence des différences entre les séquences génétiques des différentes populations, pour pouvoir les positionner entre elles, c'est-à-dire déterminer lesquelles sont issues des autres. Nous avons ainsi montré que la population de Gournâ se positionne entre les populations du Delta tournées vers le Moyen-Orient et les populations sud-soudanaises. Il y a donc une partie de la population de Gournâ formée de migrations venues du nord et du sud. On a également montré que la population de Gournâ avait un fond génétique issu d'une population locale plus ancienne.

Terres Marines : Et concernant les populations anciennes ?



Préparation d'un échantillon à analyser par nettoyage à l'alcool.

Eliane Béraud-Colomb : Pour cette partie de l'étude, nous étudions les vestiges issus de plusieurs sites archéologiques, dont celui de Taforalt au Maroc. Nous travaillons aussi sur la nécropole de Fostat, située au sud du Caire, où ont été inhumés, il y a 1 000 ans, les membres de la dynastie chiite des Fatimides.

Ceux-ci ont fondé en 969 la ville d'Al-Qâhira, le Caire actuel, devenue grâce à eux un important centre intellectuel et commercial. A Fostat, ils ont inhumé leurs morts pour la seconde fois, après les avoir transportés dans des cercueils en bois, comme l'a montré le directeur des fouilles sur le site, Roland-Pierre Gayraud, du Laboratoire d'Archéologie Médiévale Méditerranéenne (UMR 6572).

Nous avons réalisé des prélèvements sur ces corps, momifiés naturellement car inhumés dans des sols très secs. Nous allons tenter de répondre à plusieurs questions, comme les liens de parenté qui unissent certaines momies, ou la provenance de certains individus, dont les cheveux blonds supposent une origine européenne.

Mais plus largement, nous analysons les séquences issues des différents sites archéologiques, afin de les comparer entre elles, ainsi qu'avec celles des populations actuelles et avec celles contenues dans les banques de données existantes. Nous espérons ainsi retracer les migrations humaines, passées et présentes, qui ont caractérisé ce premier grand carrefour de civilisations que constitue l'arc proche-oriental. Reconstituer, en définitive, l'histoire du premier melting-pot de l'humanité.

Propos recueillis par Valérie Humbert et Pedro Lima