

Jean-Renaud Boisserie



11 octobre

LES CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX, CLEFS DE L'ÉVOLUTION HUMAINE ?

Éléments de réponse, de Sahelanthropus à Homo

L'année 2014 a vu à la fois le probable établissement d'un nouveau record de la température moyenne du globe et la publication du cinquième rapport du Groupe d'expert Intergouvernemental sur l'Évolution et le Climat (GIEC). En d'autres termes, l'automne a été bien doux tandis que quelques centaines de scientifiques s'alarment. Compte tenu d'une actualité consternante mêlant notamment hausse irrésistible du chômage, crise ukrainienne, groupes terroristes et menaces de pandémie du virus Ebola, les Français en particulier et l'humanité en général semblent avoir eu cette année bien d'autres sujets d'inquiétude que le climat. Tout dépend, en fait, de l'échelle de temps qui sert de cadre à nos réflexions. Dans une société qui voit la pensée politique s'exprimer dans l'immédiateté en 140 caractères, les perspectives liées aux changements climatiques peuvent sembler à des années-lumière de notre quotidien. De fait, l'observation des températures journalières ou des différences entre saisons ne permet pas de comprendre les inquiétudes exprimées dans le rapport du GIEC : le climat semble constamment jouer au yoyo. Pourtant, à l'échelle plus importante d'une vie humaine et un peu au-delà¹, l'enregistrement des températures sur des décennies nous renvoie un signal plus clair : celui d'une augmentation constante – le fameux réchauffement climatique.

Les archives géologiques permettent de reconstruire l'évolution des températures sur notre planète à des échelles beaucoup plus importantes, à proprement parler incommensurables pour notre esprit. Là encore, tout dépend de l'échelle d'observation choisie. Ainsi, sur les derniers 400 000 ans, nous avons de nouveau une succession de hauts et de bas d'une amplitude supérieure au réchauffement observé au cours du xx^e siècle... tandis qu'au

cours des 15 derniers millions d'années, la tendance générale est fortement à la baisse ! Quelles sont les raisons, alors, de l'inquiétude du GIEC ? Quelle est la signification, pour l'humanité, de ces tendances différentes à des échelles temporelles différentes ? Peut-on se fonder sur les prédictions compilées par le GIEC pour décider d'altérer de façon radicale le fonctionnement de nos sociétés ? Rétrospectivement, on peut être tenter de se dire que tous les aléas climatiques passés n'ont empêché ni la vie sur terre, ni l'avènement de l'humanité, ni sa marche vers le progrès culturel et technique. Justement, l'examen des archives paléontologiques et archéologiques est notre meilleur outil pour évaluer la pertinence de ce jugement à posteriori. Surtout, elles permettent de comprendre l'impact réel des variations environnementales (y compris climatiques) sur l'humanité et sa longue évolution.

Le rameau humain

Avant de présenter certaines phases importantes de cette évolution, il n'est sans doute pas inutile de définir ce qui est entendu ici par « humanité ». Intelligente, faiseuse d'outils, dotée de la parole et du sens de soi, capable d'abstraction et de projection dans le futur... Plus notre compréhension des

¹ Les températures atmosphériques sont enregistrées de façon fiable et continue depuis environ un siècle et demi.

formes de vie qui nous entourent progresse, plus ces caractéristiques formant ce qu'on appelait auparavant « le propre de l'Homme » apparaissent en réalité partagées avec bien d'autres, ne se singularisant chez notre espèce, *Homo sapiens*, que dans le détail ou dans l'intensité. Cette difficulté est la conséquence de notre appartenance à un vaste continuum : le vivant. Nous (c'est-à-dire, entre autres, les truites, les ours, les platanes, les gens, les bourdons et les staphylocoques dorés) sommes en effet tous les descendants évolués d'un seul et même organisme ayant vécu il y a près de quatre milliards d'années.

Dans ces conditions, pour définir l'humanité, il est finalement plus aisé d'identifier son emplacement dans l'arbre généalogique du vivant (les biologistes parlent d'arbre « phylogénétique »). Et pour également éviter une longue litanie de groupes aux noms scientifiques barbares, définis à coups de présence de glandes lactéales, de forme de vaisseaux sanguins à la base du crâne, de position du pouce, de perte de queue, etc., on peut simplement localiser cet emplacement à l'aide d'un carrefour : celui qui a vu se séparer l'histoire de l'humanité de celle des chimpanzés.

Les chimpanzés et nous sommes aujourd'hui plus proches les uns des autres que de n'importe quel autre être vivant. Même sans parler en détail de nos patrimoines génétiques, extrêmement similaires, les chimpanzés et nous partageons beaucoup de caractéristiques physiques ou comportementales : et pour cause, nous les avons héritées d'un ancêtre commun vivant il y a probablement 8 millions d'années (Ma) à 10 Ma. L'humanité définie ici comprend donc toutes les espèces descendantes de cet ancêtre commun et plus proches d'*Homo sapiens* qu'elles ne sont proches des chimpanzés. C'est le rameau humain, groupe frère du rameau chimpanzé.

Les espèces qui ont peuplé ce rameau humain sont unies par leur station bipède et la taille relativement réduite de leurs canines. On peut noter que l'histoire de ce rameau est très courte à l'échelle des temps géologiques. Si on rapporte la durée d'existence de la Terre (4,54 milliards d'années) à une année de 365 jours, les premiers représentants connus de l'humanité ne sont en fait apparus que le 31 décembre vers 10h30 du matin ! Ce sont justement par ces représentants initiaux de l'humanité que débute cette exploration en deux temps du rôle joué par les changements environnementaux dans notre histoire évolutive.

Lucy, Ardi, Toumaï et les autres

East Side Story. En 1974, il y a eu tout juste 40 ans le 24 novembre dernier, une équipe de scientifiques dirigée par le géologue Maurice Taieb et codirigée par les paléontologues Yves Coppens et Donald Johanson, mettait au jour un squelette dans le triangle des Afars (Fig. 1), en Éthiopie. Ce squelette partiel, celui d'une australopithèque morte il y a 3,2 Ma, est devenu mondialement connu sous le nom de Lucy. Lucy était une femelle fluette de l'espèce *Australopithecus afarensis*, alors

la plus ancienne représentante connue du rameau humain (voir l'encadré « Petit lexique paléontologique » pour la signification des noms scientifiques). Bipède, à la canine petite, mais aux mâchoires prognathes, au cerveau guère plus gros que celui des chimpanzés et grim pant sans doute volontiers dans les arbres, cette espèce semblait à l'époque remarquablement primitive. Autre point, cet australopithèque n'était connu qu'en Afrique orientale, essentiellement en Éthiopie et en Tanzanie.

Cette répartition a débouché sur une fameuse hypothèse expliquant l'origine de l'humanité à l'aide de changements environnementaux, baptisée « *East Side Story* » par Yves Coppens. Selon *East Side Story*, l'ancêtre commun aux chimpanzés et à l'humanité avait un habitat forestier, comme les chimpanzés actuels. Le climat relativement plus chaud et humide de son époque avait favorisé l'extension des forêts tropicales humides africaines de l'Atlantique à l'océan Indien. Le grand rift africain serait alors venu bouleverser cette situation (voir encadré « Qu'est-ce que le grand rift africain ? »). Ainsi, au cours d'une phase plus intense de la formation du rift, l'équilibre climatique de l'Afrique aurait été modifié par les reliefs associés au rift, créant des conditions plus arides dans la partie orientale du continent. Nos ancêtres auraient alors été séparés en deux populations. L'une, occidentale, se serait cantonnée à la forêt et aurait produit les chimpanzés. L'autre, orientale, aurait fait face à une transformation progressive du couvert forestier en savane. Les membres de cette dernière population seraient devenus progressivement bipèdes en réponse à l'extension de zones dépourvues d'arbres : il s'agit de nos ancêtres. *Australopithecus afarensis* ne vivait effectivement pas en forêt, mais dans des milieux généralement plus ouverts.

Le singe du sol. Les restes de fossiles humains anciens restent très rares, et que chaque élément nouvellement inventé apporte son lot de données inédites. En somme, la paléontologie est une science qui fait du neuf avec du vieux. Ainsi, une découverte intervenue de nouveau

Petit lexique paléontologique

Ardipithecus ramidus : racine (*ramid*, en langue afar) des singes (*-pithecus*, issu du grec) du sol (*ardi*, également en langue afar).

Australopithecus afarensis : singe austral (le genre *Australopithecus* a été mis au jour pour la première fois en Afrique du Sud) venant l'Afar.

crête sagittale : crête osseuse courant de l'arrière du front à l'occiput et divisant le sommet du crâne en deux parties égales.

foramen magnum : orifice situé à la base (station bipède) ou vers l'arrière (station quadrupède) du crâne et par lequel sort la moelle épinière.

Ma : date exprimée en millions d'années (du latin *Mega annum*).

Orrorin tugenensis : l'homme originel (en langue tugen) venant des collines des Tugen, au Kenya.

Paranthropus aethiopicus : le presque homme d'Éthiopie.

Paranthropus boisei : le presque homme dédié à Charles Boise (mécène).

Sahelanthropus tchadensis : l'homme du Sahel venant du Tchad.

dans l'Afar (Fig. 1) vingt ans après celle de Lucy a changé la donne. Il s'agit de la mise au jour d'une autre femelle connue par un squelette partiel passablement plus ancien (4,4 Ma) et baptisée « Ardi » d'après le nom de son espèce : *Ardipithecus ramidus*. Cette découverte, effectuée sous la direction du paléanthropologue Tim White, a nécessité un travail important de restauration et reconstitution des restes, extrêmement fragiles. Ce travail s'est également accompagné d'une analyse méticuleuse des éléments permettant de reconstruire l'environnement d'Ardi. Il a fallu, en tout, 15 années pour publier ces résultats dans le détail, en 2009.

Il en ressort qu'*Ardipithecus ramidus* est une espèce plus primitive qu'*Australopithecus afarensis* : les canines sont relativement plus fortes, son bassin est moins évasé dans sa partie supérieure, et son gros orteil est opposable aux autres doigts de pied – ce qui ne semble plus être le cas chez les hominidés plus tardifs. Il s'agit d'une forme bipède, mais conservant une excellente aptitude au déplacement dans les arbres.

La main d'*Ardipithecus ramidus* est également intéressante, car sa morphologie générale est à la fois proche de la notre et rappelle plus la main d'un babouin que celles des gorilles et des chimpanzés. Cela ne veut pas dire que nous devrions réviser nos relations de parentés au sein des primates, mais indique que le rameau humain a conservé une main relativement plus primitive que celle de nos proches parents. Les chimpanzés comme les gorilles ont évolué plus rapidement que nous sur ce plan, chacun de leur côté. Leurs mains sont adaptées à un mode de grimper particulier, dans lequel le corps reste vertical et suspendu par des mains aux pouces réduits et pouvant former un crochet robuste. Au sol, à l'avant, tout le poids repose sur le dos des phalanges des doigts les plus longs (ce que les

anglo-saxons appellent le « knuckle-walking »). *Ardipithecus ramidus*, bipède au sol, aurait plutôt utilisé un mode de grimper lent quadrupède dans les arbres, saisissant prudemment les branches avec ses mains et ses pieds.

En matière d'habitat, en accord avec sa morphologie, *Ardipithecus ramidus* aurait plutôt fréquenté un milieu boisé, marqué par des zones de forêt plus dense. Il en irait de même pour ses prédécesseurs en Afrique orientale (Fig. 1), quoique beaucoup moins bien documentés : *Ardipithecus kadabba*, en Éthiopie, daté de près de 5,8 Ma, et *Orrorin tugenensis*, au Kenya, d'âge sensiblement équivalent. Ces anciennes formes bipèdes, précédant largement Lucy, ne seraient donc pas des formes vivant en savane, ainsi que le prédisait *East Side Story*. Les discussions sont actuellement animées entre tenants et opposants de la savane comme moteur de l'évolution humaine. Mais une autre découverte est entre-temps venue mettre tout le monde d'accord sur le rôle du rift pour les premières phases de l'humanité.

Espoir de vie. En 2002, l'équipe du paléontologue Michel Brunet a publié un crâne fossile de près de 7 Ma, découvert 2.500 km à l'ouest de la vallée du rift, à la lisière sud du Sahara tchadien (Fig. 1). Ce crâne d'un individu mâle, rapidement baptisé « Toumaï » (espoir de vie en langue gorane), appartient à *Sahelanthropus tchadensis*, à l'heure actuelle le plus ancien représentant du rameau humain. De ce rameau, il présente notamment les caractéristiques suivantes : une canine relativement petite associée à un fort bourrelet au-dessus de l'orbite ; un *foramen magnum* (voir le lexique en encadré) dirigé vers le bas, suggérant une station bipède habituelle.

Sahelanthropus vivait dans la partie nord du bassin du lac Tchad. En période sèche, comme aujourd'hui, cette région hyperaride est parsemée de dunes actives et dépourvue de végétation : c'est le désert du Djourab. En période humide, les eaux du lac Tchad l'envahissent, favorisant le développement d'une végétation qui colonise les sables et permet aux grands mammifères de s'épanouir. C'était le cas il y a à peine 6.000 ans, ainsi que l'atteste les traces d'un mégalac Tchad de 400.000

km² et les peintures rupestres de la région représentant antilopes, girafes, et éléphants. C'était également le cas à l'époque de *Sahelanthropus*, dont les restes étaient accompagnés de ceux, très abondants, d'une faune comprenant des hippopotames et d'autres mammifères semi-aquatiques apparentés en grande abondance, jusqu'à sept espèces différentes d'éléphants et apparentés, diverses antilopes, des cochons, des poissons, des crocodiles – aujourd'hui tous éteints.

On ne dispose pas, pour l'instant, d'indices de l'existence d'une forêt dense dans le Djourab à l'époque de *Sahelanthropus*. Les principaux indicateurs environnementaux signalent l'importance des herbes dans la composition de la végétation. En tous cas, l'extension du lac Tchad est un phénomène cyclique : les sédiments du Djourab contenant *Sahelanthropus*, déposés en phase humide, ont été rapidement recouverts par des dépôts éoliens, typiques des dunes actives formées par le vent. L'écosystème dans lequel *Sahelanthropus* a vécu aurait alors reflué vers le sud, ou bien a tout simplement disparu.

L'environnement des premiers humains. Il devient évident qu'*East Side Story* ne permet plus d'expliquer l'émergence et la distribution des premiers humains fossiles. Alors que les plus anciens bipèdes connus en Afrique orientale vivaient plutôt en milieu relativement fermé, le plus ancien représentant de l'humanité connu à l'heure actuelle a été découvert en Afrique centrale, bien à l'ouest du rift, là où on s'attendait à trouver des représentants du rameau chimpanzé.

L'accélération des découvertes au cours des années 1990-2000 a d'une certaine façon brouillé les pistes, et il n'y a pas à l'heure actuelle de consensus entre les chercheurs sur les causes de la séparation entre rameau humain et rameau chimpanzé, ou de l'acquisition de la bipédie d'un côté, de l'association entre grimper vertical et knuckle-walking de l'autre. Il semble toutefois que les premiers représentants de l'humanité étaient relativement opportunistes,

pouvant vivre dans des milieux assez différents. Dans tous les cas, les alternances entre périodes arides et périodes humides, causes des changements environnementaux drastiques bien illustrés par les sédiments du Djourab, ont fortement marqué l'évolution et la distribution de nos ancêtres sur le continent africain.

Le genre *Homo*

Un tournant de notre histoire. Il y a environ 2,8 Ma, le cours de notre histoire a connu un rebondissement majeur, avec la formation au sein du rameau humain de deux branches parallèles : d'un côté, les australopithèques robustes, dotés de mâchoires et de molaires considérablement plus développées que celles de leurs prédécesseurs ; de l'autre, les précurseurs du genre *Homo*, auquel nous appartenons, à la mâchoire plus fine et surtout au cerveau plus développé. Les premiers outils en pierre taillée sont connus peu après. Au même moment, le climat global est devenu plus instable, alliant saisonnalités accrues, refroidissement progressif et ouverture des milieux. Le grand cycle des glaciations de l'hémisphère nord se mettait en place. Beaucoup de scientifiques voient un lien de cause à effet entre ce changement climatique et cette dichotomie entre australopithèques robustes et précurseurs d'*Homo*.

Ecce Omo. Paradoxalement, nous n'avons que peu d'informations directes sur cette période charnière – moins, par exemple, que pour celle de Lucy, pourtant plus ancienne. Une seule séquence géologique en Afrique a enregistré cette époque de façon presque continue : la formation de Shungura, dans la basse vallée de l'Omo en Éthiopie (Fig. 1). Le dépôt des sédiments à Shungura, amorcé il y a 3,6 Ma, ne s'est durablement interrompu que deux millions et demi d'années plus tard. De précédents travaux sur cette formidable séquence avaient conduit Yves Coppens, alors co-directeur français des expéditions internationales de l'Omo (1967-1976) aux côtés du paléontologue Clark Howell, à formuler un scénario évolutif baptisé : « l'évènement de l'(H)Omo ». Ce scénario liait l'émergence de notre genre à une ouverture marquée des milieux, car toutes deux semblaient enregistrées à peu près au même moment par la formation de Shungura.

Toutefois, il est compliqué de corréliser précisément les phénomènes évolutifs enregistrés de façon incomplète dans un bassin continental avec les événements climatiques planétaires, essentiellement archivés dans les dépôts océaniques. Une nouvelle mission, l'Omo Group Research Expedition, a donc été créée afin de retourner dans l'Omo et de mener l'enquête sur ce lien entre changements environnementaux et évolution humaine au cours des 2,5 millions d'années enregistrés par la formation de Shungura.

Pour cela, le projet s'emploie d'abord à compléter les données disponibles dans l'Omo sur notre évolution pour les phases qui sont les plus largement méconnues.

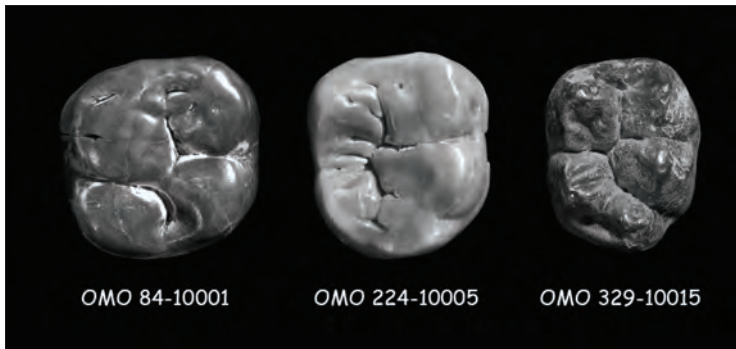


Figure 2 : Molaires d'humains fossiles découvertes dans la basse vallée de l'Omo par l'Omo Group Research Expedition (direction : Jean-Renaud Boisserie). © OGRE/Boisserie



Figure 3 : . Mise au jour d'une mandibule d'hippopotame fossile de 2,6 Ma, basse vallée de l'Omo. © OGRE/Boisserie



Figure 4 : Un outil en quartz de 2,3 Ma, basse vallée de l'Omo. © OGRE/Boisserie

Ainsi, les missions menées depuis 2006 ont découvert une trentaine de fossiles humains – dents isolées (Fig. 2), mâchoires, os des membres. Dans leur ensemble, ces fossiles permettront d'y voir plus clair sur la diversité de nos ancêtres dans l'Omo, et notamment sur la nature des précurseurs du genre *Homo* il y a au moins 2,5 Ma. Mais l'Omo recèle une autre source de données sur l'évolution humaine : une abondante industrie lithique, parmi les plus anciennes au monde, taillée à partir de petits galets de

quartz et omniprésente dans le paysage entre 2,3 Ma et 2,0 Ma (Fig. 3).

Deuxième tâche fixée pour les missions en cours : caractériser le plus finement possible les écosystèmes, théâtres de l'évolution humaine dans l'Omo. Pour cela, les chercheurs peuvent scruter les nombreuses couches du millefeuille sédimentaire et volcanique de la formation de Shungura. D'une part, chaque couche présente des faciès qui signent les environnements particuliers dans lesquels les sédiments se sont déposés. D'autre part, ces couches contiennent de très nombreux fossiles (Fig. 4) : plantes, primates terrestres et arboricoles, nombreuses formes éteintes d'antilopes, d'éléphants, de crocodiles, d'hippopotames, de cochons, de chevaux, etc. L'analyse de la morphologie, du régime alimentaire et de l'abondance de chaque espèce fossile doit donner des informations précieuses sur les caractéristiques et les variations dans le temps des écosystèmes de l'Omo.

Pour mettre en œuvre l'étude de ce registre à Shungura, l'équipe fait appel à la complémentarité de différentes disciplines et individus : paléontologues, archéologues, géologues et paléoécologistes, issus de diverses institutions (au premier rang desquelles, le CNRS et l'Université de Poitiers) et de divers pays (à ce jour : Allemagne, Belgique, États-Unis, Éthiopie, Italie, France, Tchad, Turquie). Les travaux bénéficient aussi des progrès techniques accumulés au cours des trois dernières décennies. Le GPS, l'imagerie satellitaire et l'enregistrement des données en temps réel dans des bases informatisées permettent aujourd'hui de comparer, recouper et confronter ces données avec de bien meilleures précisions spatiale et temporelle.

Les données sont aussi plus diversifiées qu'auparavant. Par exemple, aux côtés des données anatomiques "classiques", les régimes alimentaires des espèces fossiles collectées à Shungura peuvent être précisés par le biais d'analyses de l'émail dentaire fossile, utilisant les stries microscopiques laissées par les derniers aliments ingérés. Les isotopes stables du carbone contenus dans cet émail, quant à eux, varient en proportion en fonction du

type de plantes consommées au moment de la formation de la dent.

Un condensé d'évolution humaine. L'Omo apparaît en quelques sortes comme un laboratoire naturel dans lequel se sont réalisées des expériences grandeur nature sur l'évolution humaine. Au fil de la longue séquence enregistrée dans l'Omo, l'histoire humaine et son cadre environnemental peuvent être aujourd'hui reconstruits dans leurs grandes lignes. Autour de 3 Ma, la vallée est formée autour du fleuve Omo est humide et boisée. Les humains sont alors représentés par une espèce d'australopithèques identique ou peu différente d'*Australopithecus afarensis*. Par paliers successifs, à 2,8 Ma et à 2,4 Ma, la vallée devient plus sèche et plus riche en herbes. A ce moment, deux lignées humaines coexistent.

L'une de ces lignées est celle des australopithèques robustes, représentés par *Paranthropus aethiopicus* à partir de 2,7 Ma, puis vers 2,4 Ma par *Paranthropus boisei*. Ces formes sont caractérisées par le développement important de leurs prémolaires et de leurs molaires à émail très épais, tandis que leurs incisives et canines étaient fortement réduites. Leur crâne présentait des zygomatiques très larges, une mandibule très épaisse et une crête sagittale sur laquelle s'attachait de puissants muscles masticatoires. Ils étaient adaptés à consommer soit des éléments durs, soit des herbes (qui contiennent des cristaux de silice abrasifs), soit les deux. L'autre lignée, plus mal documentée autour de 2,5 Ma, inclut vraisemblablement les premiers représentants du genre *Homo*, reconnaissable par la morphologie de ses molaires.

Vers 2,3 Ma, une de ces lignées, ou bien les deux, développe l'industrie lithique de l'Omo. Cette industrie apparemment fruste a fait l'objet d'une sélection méticuleuse de la matière première, le quartz. Elle semble bien adaptée à la réalisation d'éclats tranchants destinés à découper de la viande.

Après 2,0 Ma, le lac Turkana envahit une grande partie de la vallée tandis que des milieux très ouverts se mettent en place. A ce moment là, la fabrication

Qu'est-ce que le grand rift africain ?

Il y a une trentaine de millions d'années, une bulle de magma très chaud d'environ 2 000 km de diamètre est remontée des profondeurs du globe terrestre juste sous l'Afrique orientale. Dans un premier temps, cette remontée a conduit l'écorce terrestre, froide et dure en surface, à se bomber, formant les hauts plateaux d'Afrique orientale. Dans un second temps, l'écorce s'est fissurée suivant trois directions : la mer Rouge, le golfe d'Aden, et le grand rift. Ces fissures, se traduisant par des vallées de quelques milliers de mètres de profondeur et une activité volcanique intense, délimitent en fait des continents en voie d'individualisation : le fond de ces vallées est petit à petit remplacé par le même basalte qui forme le plancher des océans. Le grand rift se distingue des deux autres fissures par le fait qu'il est moins abouti et qu'il n'est pas envahi par l'océan. La plupart des fossiles découverts en Afrique orientale l'ont été dans le rift, qui au fur et à mesure de son lent approfondissement, a accumulé les lacs, les rivières, les sédiments et les matériaux volcaniques très favorables à la fossilisation des restes osseux.

d'outils lithiques semble s'arrêter définitivement dans la vallée. Alors que les couches précédentes sont par endroits littéralement jonchées d'outils, les niveaux plus récents en sont étonnamment dépourvus.

Les australopithèques robustes s'éteignent également dans la vallée, mais plus tard, vers 1,4 Ma, sans doute au moment d'un retour à des conditions plus humides. Ils ne laissent ailleurs en Afrique aucun descendant après 1,0 Ma. Parallèlement, *Homo erectus*, caractérisé par sa grande stature et son cerveau relativement développé, bien adapté à des conditions relativement arides, devient l'espèce humaine dominante. L'aventure d'*Homo erectus* dépasse largement le cadre de la vallée de l'Omo, puisqu'il s'étend à partir de 1,8 Ma à l'ensemble de l'Ancien Monde, et perdure encore aujourd'hui à travers sa descendance.

On peut voir dans cette séquence évolutive un condensé illustrant les phénomènes qui ont marqué ailleurs, à différentes périodes, l'histoire de l'humanité. Ainsi, l'humanité était plurielle – c'est-à-dire représentée par plusieurs espèces contemporaines – depuis plus de 3 Ma, et jusqu'à très récemment, trois groupes humains bien différents existaient encore : l'homme de Néanderthal, l'homme de Florès et notre espèce. Le premier s'est éteint il y a environ 40 000 ans, le second il y a environ 12 000 ans. Dans un cas comme dans l'autre, deux causes sont suspectées : la compétition avec *Homo sapiens* et les changements environnementaux. Une combinaison des deux est possible, et pourrait également expliquer l'extinction des paranthropes dans la vallée de l'Omo.

Le cas de l'industrie en quartz de l'Omo, à savoir la perte ou l'abandon d'un savoir-faire probablement à l'occasion d'un changement environnemental, n'est pas non plus isolé. On peut citer en exemple la culture qui s'est développée lors de la dernière glaciation en Europe



occidentale. Il y a environ 35000 ans, cette culture dite du Paléolithique supérieur a produit un art remarquable, célèbre notamment par ses grottes ornées telles que Lascaux, Chauvet ou Cosquer. Il a également produit de très belles statuettes féminines (surnommées des « vénus »), des bas reliefs, des gravures sur os, des instruments de musique, ... Cet ensemble culturel a fleuri au sein de populations adaptées au climat froid et sec qui caractérisait alors la région, et à l'économie largement basée sur la chasse de grands mammifères grégaires des steppes, comme par exemple les rennes. Avec l'arrêt abrupt de la glaciation et le retrait vers le nord ou la disparition de ces animaux, ces populations se sont retrouvées projetées dans un monde nouveau. Leur survie s'est alors effectuée au prix de la disparition de l'art paléolithique.

Les réponses du vivant aux changements environnementaux

A cause de notre histoire récente, nous sommes tentés de voir *Sahelanthropus* ou *Australopithecus afarensis* comme de courageux pionniers affrontant les étendues ouvertes de la savane, ou bien *Homo erectus* partant victorieusement à la conquête d'un monde hostile grâce à son intelligence et ses outils. Pourtant, il ressort du bref aperçu paléontologique contenu dans ces pages que l'idée d'une humanité en marche constante vers le progrès est un leurre. L'évolution biologique n'a pas de plan, pas de programme pré-établi – elle est sujette à tous les reculs, à tous les compromis avec l'environnement. Il s'agit d'une danse imprévisible au cours de laquelle les changements de tempos de l'orchestre environnemental entraînent des réponses (adaptatives) des danseurs (le vivant) – en rythme, à contretemps ou bien vers une sortie de piste. L'histoire de l'humanité n'est pas différente : les changements brusques de l'environnement ont fait que certaines populations ont alternativement prospéré et régressé, tandis que des pans entiers de l'humanité ont purement et simplement disparu.

Les changements actuels du climat, très rapides à l'aune des processus géologiques habituels, n'auront pas moins d'effets sur l'humanité que les changements passés, et les mêmes issues potentielles constituent encore aujourd'hui notre horizon évolutif. En cela, notre mode de vie très

complexe est à la fois un problème et un atout. Développé au cours de quelques centaines d'années climatiquement assez stables, il est certainement plus fragile que ceux d'*Homo erectus*, des paranthropes ou de néanderthal, qui ont perduré des centaines de milliers d'années. Néanmoins, il a également permis d'inventer les outils pour apprécier tout cela, et pour en tirer les conséquences.

Pourtant, une bonne partie du débat public concernant le changement climatique en cours s'est focalisée sur sa cause : la plupart des recherches mettent en avant le rôle prépondérant des activités humaines, tandis que certains, « climato-sceptiques », nient cela farouchement. Pourtant, il importe peu que ces changements soient les conséquences des activités humaines ou le résultat d'un "processus naturel". Lorsque l'atmosphère de notre planète s'est formée il y a plus de 4 milliards d'années, elle était largement dépourvue d'oxygène. Cet oxygène, produit plus tard en masse par des êtres unicellulaires, était toxique pour une grande part des premières formes de vie. Certaines s'y sont adaptées, d'autres ont dû se réfugier dans des milieux extrêmes pauvres en oxygène, tandis que d'autres encore n'y ont pas résisté. Le vivant, par ses réponses évolutives aux changements environnementaux, a donc toujours modifié son habitat en retour, et bien souvent avec des conséquences très importantes pour lui-même.

Ce qui importe donc, c'est la réponse que nous allons faire aux changements en cours...