



Pour réagir aux articles : courrier@pouirlascience.fr
ou directement sur les pages correspondantes du site www.pouirlascience.fr

✓ ROBOTS SCIENTIFIQUES

Concernant *Les robots font de la science* (*Pour la Science* n° 408, octobre 2011, http://bit.ly/408_robots_science), peut-on envisager que le robot Adam, ayant mémorisé l'état exhaustif des connaissances dans un domaine bien délimité, parvienne à formuler non seulement les hypothèses relatives à une question, mais les questions pertinentes elles-mêmes ?

Noël Barbichon

→ RÉPONSE DE PETER DOMINEY

Étant donné l'état de la connaissance dans un domaine, il est en théorie possible d'énumérer toutes les questions qui peuvent être posées dans celui-ci. Le plus difficile est de déterminer lesquelles sont les plus pertinentes, la pertinence étant un concept mal défini. C'est ici que l'expertise humaine entre en jeu. Par des processus d'analogie, de similitude et d'intuition, un humain a un sens de ce qui est pertinent. Une analogie peut être faite avec le jeu d'échecs, où une machine énumère tous les mouvements possibles, puis choisit celui dont découlent les meilleures conséquences. Dans la même situation, l'expert humain n'énumère pas toutes les options possibles. Il utilise son expérience et sa connaissance spécifique du jeu pour lister un petit ensemble d'options possibles et choisir la meilleure. Ainsi, la clé du problème est peut-être de fournir à une machine la connaissance étendue d'une expérience précédente (la sienne, ou celle d'humains), et des mécanismes pour exploiter cette expérience (par exemple l'analogie) de façon que l'« intuition » et la « pertinence » puissent être bien définies.

✓ MONTRE AU TRITIUM

L'article sur *L'énigme de la photoluminescence* (*Pour la Science* n° 410, décembre 2011, http://bit.ly/410_photoluminescence) m'a fait penser à une observation intrigante : les chiffres et les aiguilles de certaines montres restent lumineux plusieurs semaines, voire des mois,

sans pile et sans que l'on ait besoin de les illuminer. S'agit-il d'un des deux phénomènes de photoluminescence décrits dans l'article ?

Mary Snow

→ RÉPONSE DE BERNARD VALEUR

La plupart des montres et réveils qui permettent de lire l'heure la nuit mettent à profit le phénomène de phosphorescence, avec des composés dont l'intensité décline en quelques heures. En revanche, les montres dont les chiffres et aiguilles restent lumineux en permanence, sans qu'il soit besoin de les illuminer, font appel à la radioluminescence, c'est-à-dire l'émission de lumière consécutive à l'irradiation par des rayons X ou un rayonnement radioactif. Certaines montres lumineuses utilisent en effet du tritium dont l'émission radioactive β excite en continu des luminophores (en général des composés phosphorescents, à base de sulfure de zinc par exemple). La période radioactive du tritium étant de 12,4 ans, les chiffres et aiguilles restent visibles dans l'obscurité pendant au moins 20 ans.

Les premières montres lumineuses fondées sur ce principe employaient des sels de radium, mais l'usage en a été interdit dans les années 1960. Le tritium est pour sa part sans danger : il est confiné (sous forme gazeuse) dans des microcapsules en verre tapissées du luminophore. Or le rayonnement β du tritium ne peut franchir le verre !

Pour en savoir plus sur la radioluminescence, vous pouvez consulter l'ouvrage *Lumière et luminescence* (Belin, 2004).

✓ PHOTOGRAPHIE COMPUTATIONNELLE

L'article *Juste une mise au point* (*Pour la Science* n° 408, octobre 2011, http://bit.ly/408_idphys), vulgarise comme toujours dans la chronique *Idées de Physique* un problème intéressant de façon claire ; ici, les appareils photo plénoptiques, présentés comme révolutionnaires. Je me dois d'apporter certaines précisions : cette technique intéressante mais un peu « naïve » est extrêmement consommatrice en capteurs et demande un gros calcul d'inversion.

Or cette piste n'est pas la seule, comme pourrait le suggérer cet article. La « photographie computationnelle » est un domaine scientifique en plein essor. Le problème de changement ou d'élimination de la profondeur de champ, ainsi que celui du flou de bougé, ont été étudiés dans de nombreux articles scientifiques récents, sur la base d'une seule lentille et d'un capteur traditionnel. Cela passe par des calculs du même ordre de complexité qu'ici, revenant à une division de spectre, avec diverses hypothèses et méthodes pour rendre cette opération stable et bien posée, voire en changeant la réponse impulsivelle de l'optique avec des masques structurés.

Fabrice Neyret

✓ DOULEURS DORSALES

La conclusion de l'article *Des douleurs dorsales peuvent-elles être dues à des défauts aux dents ?*

(*Pour la Science* n° 409, novembre 2011, http://bit.ly/409_douleurs) laisse entendre que la question des douleurs chroniques mériterait d'être mieux prise en compte par la recherche. Mais l'auteur réduit pourtant cette question scientifique à une polémique. Ne devrait-il pas nous informer de l'état de la controverse au sein des cliniciens ?

Noël Barbichon

→ RÉPONSE DE LA RÉDACTION

Il y a polémique au sein du grand public, alors même qu'il n'existe pas de controverse chez les cliniciens. Aucune des études réalisées n'a mis en évidence de lien entre mauvaises occlusions et douleurs généralisées : la réponse à la question posée par l'article est donc « non » ! Cette conclusion est confirmée par le chirurgien-dentiste, psychologue et spécialiste de la douleur orofaciale cité, Paul Pionchon. Ce dernier a néanmoins suggéré d'évoquer que de vraies pathologies souvent méconnues, telle la fibromyalgie, peuvent entraîner des douleurs inexplicables. Cela pourrait en effet expliquer pourquoi persiste l'idée erronée que des douleurs dorsales sont dues à des malocclusions.

Le dernier ancêtre de l'homme moderne

Giorgio Manzi et Fabio Di Vincenzo

Homo heidelbergensis, un humain archaïque, semble être le dernier ancêtre commun à l'homme moderne et à l'homme de Neandertal. Son origine commence à s'éclaircir.

Depuis 1987, on sait que l'homme moderne, *Homo sapiens*, est une espèce née en Afrique, il y a environ 200 000 ans. Cette conclusion, issue des études sur la diversité génétique de notre espèce, a fait pencher la balance en faveur de la théorie d'une origine africaine de l'homme moderne, au détriment de la théorie alternative, le modèle de l'évolution multirégionale. Ce dernier supposait une évolution continue au sein d'une même espèce humaine ayant une vaste aire de répartition, et prévoyait une origine bien plus ancienne de la variabilité humaine actuelle.

En 1997, une autre donnée génétique surprenante a éclairé un événement plus ancien de l'évolution de l'homme moderne: le moment où notre lignée évolutive s'est séparée de celle des Néandertaliens. On est parvenu pour la première fois à extraire des fragments d'ADN des os fossilisés du squelette néandertalien le plus emblématique: celui qui avait été découvert en 1856 dans la vallée allemande du Neander (*Neandertal*, en allemand) et qui avait donné son nom à ce cousin de l'homme moderne. Ici aussi l'ancienneté de la séparation des

L'ESSENTIEL

✓ Les lignées de l'homme moderne et de l'homme de Neandertal se sont séparées il y a environ 500 000 ans.

✓ Un ensemble d'indices suggère que le dernier ancêtre commun à l'homme moderne et à l'homme de Neandertal était *Homo heidelbergensis*.

✓ D'après l'analyse de fossiles découverts à Denisova, en Sibérie, *Homo heidelbergensis* serait apparu il y a plus de 500 000 ans. Par ailleurs, un crâne mis au jour à Ceprano, en Italie, représenterait la forme ancestrale de cette espèce.

Carlo Manzi

deux lignées suggérée par les données génétiques était en accord avec ce que proposaient une partie des paléoanthropologues: 500 000 ans environ.

Pour comprendre les origines de notre espèce, nous devons tenir compte non seulement de son apparition il y a quelque 200 000 ans, mais aussi d'événements antérieurs, qui se perdent dans les racines du genre *Homo* et qui concernent principalement la séparation entre notre lignée et celle des Néandertaliens, il y a un demi-million d'années. On peut dans ce contexte se demander quand le dernier ancêtre commun à *Homo sapiens* et à *Homo neanderthalensis* a fait son apparition, puis s'est étendu géographiquement.

C'est ici qu'entre en jeu un troisième nom latin d'espèce et une nouvelle frontière pour la recherche paléoanthropologique: *Homo heidelbergensis*. Comme nous allons le voir, l'étude de certains restes fossiles, tels que le crâne de Ceprano, en Italie, et la phalange de Denisova, dans le Sud de la Sibérie, fournit des indications sur le lointain passé de l'homme et montre que *Homo heidelbergensis*, un hominidé qui était présent dans tout l'Ancien Monde,



1. **L'HOMME DE CEPRANO**, dont le crâne a été découvert en 1994, ressemblait probablement à cet ancêtre hypothétique dépeint au début des années 1980 par l'illustrateur italien Carlo Ranzi.

est vraisemblablement l'ancêtre commun à l'homme moderne et à l'homme de Neandertal. Mais auparavant, faisons un rapide bilan des connaissances paléontologiques ayant conduit à cette hypothèse sur l'ancêtre commun.

Deux vagues de peuplement

Si l'on considère le continent européen, il semble qu'il y ait eu au moins deux vagues d'immigration du genre *Homo* dans la période allant du Pléistocène inférieur tardif, il y a 1,2 million d'années, jusqu'au milieu du Pléistocène moyen, il y a environ 600 000 ans. La première vague est attestée par la présence, jusqu'à ce jour constatée uniquement sur le territoire espagnol, de l'espèce *Homo antecessor*. Des restes fossiles de cet hominidé ont été trouvés sur deux sites de la Sierra de Atapuerca près de Burgos, dans le Nord de la péninsule Ibérique; il s'agit du niveau TE9 de la Sima del Elefante, daté à environ 1,2 million d'années, et du niveau TD6 de la Gran Dolina, qui remonte à quelque 780 000 ans. L'établissement de *Homo antecessor* sur le continent européen semble avoir marqué un coup



2. LES RAISONS DU SUCCÈS ÉVOLUTIF
de *Homo heidelbergensis* résidaient peut-être dans la capacité de cet hominidé à construire des bifaces et d'autres outils de style acheuléen.

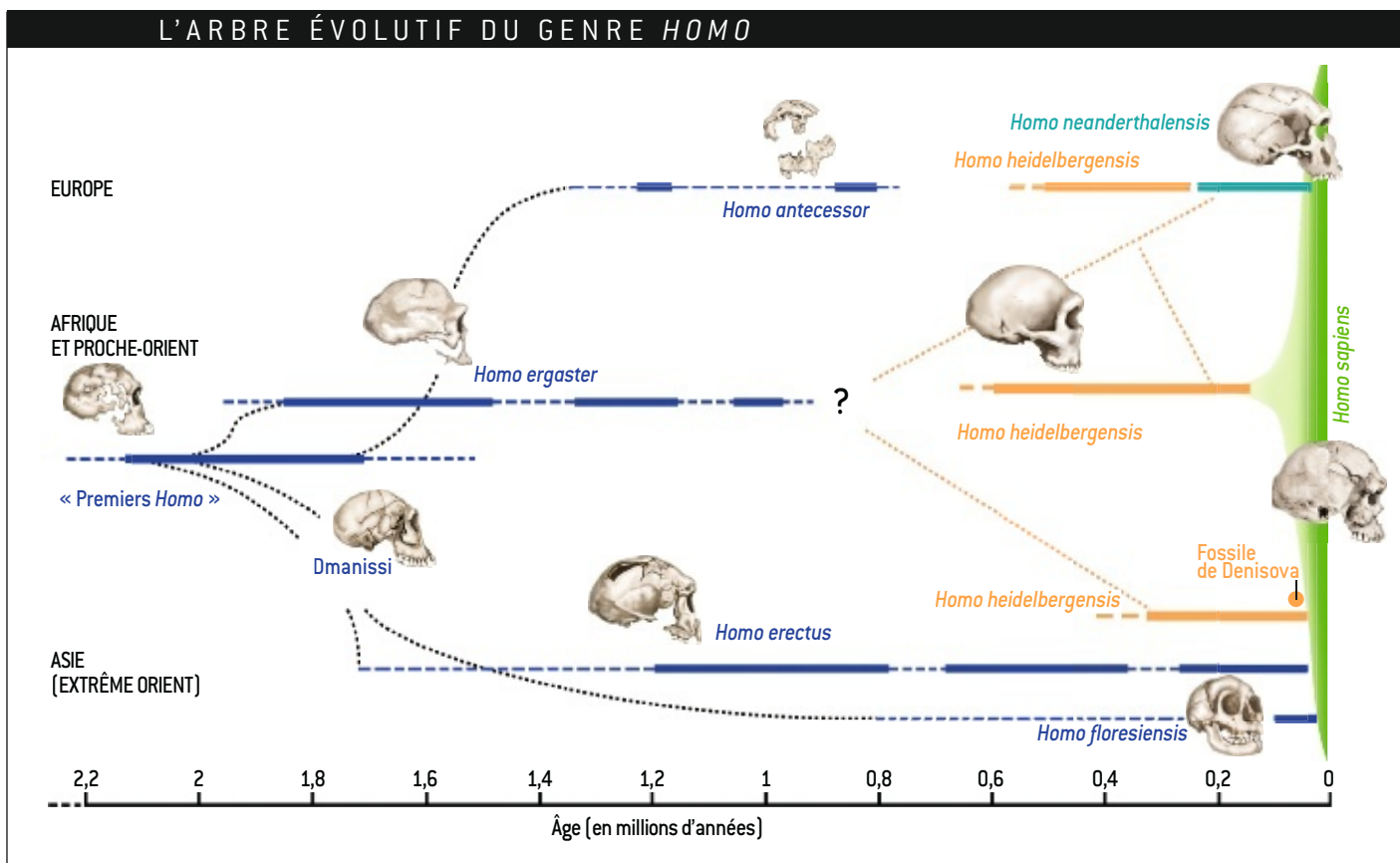
d'arrêt il y a environ 600 000 ans, en raison de changements climatiques marqués, en particulier la glaciation dite « stade isotopique 16 » (nommée ainsi car son existence a été déduite de la variation du rapport d'isotopes de l'oxygène dans des sédiments marins).

On trouve ensuite dans toute l'Europe des signes d'une seconde vague de peuplement. Cette fois, elle est l'œuvre de formes humaines différentes et plus évoluées du point de vue de la morphologie

squelettique, avec des signes évidents d'encéphalisation (c'est-à-dire d'augmentation du volume du cerveau). On attribue généralement ces restes à l'espèce *Homo heidelbergensis*, qui est le plus souvent associée à des objets caractéristiques de l'Acheuléen (un style de taille des pierres typique d'une grande partie du Paléolithique, de 1,76 à 0,3 million d'années avant le présent).

Les représentants les plus importants de cette seconde vague proviennent d'un autre site de la Sierra de Atapuerca, nommé Sima de los Huesos (« Gouffre aux os »). On y a découvert des fossiles décomposés mais bien conservés d'une trentaine d'individus, datant d'environ 400 000 à 300 000 ans. La morphologie du squelette, et en particulier du crâne, permet de décrire cette forme humaine comme anténéandertalienne, dans le sens où non seulement elle précède les Néandertaliens sur leur propre territoire, mais où elle en anticipe aussi de nombreux caractères morphologiques.

Homo antecessor et *Homo heidelbergensis* sont donc candidats pour occuper la même position dans l'arbre de l'évolution humaine, suivant des modèles opposés. Selon un premier modèle, les paléontologues espagnols qui travaillent sur le site



d'Atapuerca considèrent *Homo antecessor* comme l'espèce ancestrale qui a conduit, d'une part, à l'évolution du Néandertalien en Europe et, d'autre part, à l'apparition de notre espèce en Afrique, en postulant une migration de *Homo antecessor* à partir de l'Afrique qui reste à démontrer.

C'est un autre modèle qui a notre faveur : nous pensons que *Homo antecessor* s'est éteint à la suite de la glaciation du « stade isotopique 16 », et que le rôle crucial du dernier ancêtre commun revient ainsi à *Homo heidelbergensis*.

Dans un certain sens, les sites d'Atapuerca peuvent offrir les indices nécessaires pour résoudre cette ambivalence, puisqu'ils ont permis de découvrir des échantillons fossiles importants des deux espèces. Toutefois, il faut souligner que d'après les restes de la Sima de los Huesos, *Homo heidelbergensis* semble avoir une forte identité régionale (européenne), avec une morphologie qui anticipe celle des Néandertaliens, mais qui ne permet pas d'assumer aussi le rôle d'ancêtre de la lignée évolutive africaine ayant donné naissance à *Homo sapiens*.

Il existe cependant en Europe d'autres fossiles (tel le crâne de Ceprano, dans le

Sud du Latium) qui, bien qu'il soient contemporains des restes d'Atapuerca, selon les datations récentes, ne présentent pas de traits morphologiques allant dans le sens néandertalien ; ils pourraient au contraire représenter le type morphologique ancestral de *Homo heidelbergensis*, qui aurait été le dernier ancêtre commun avant la divergence entre la lignée évolutive des Néandertaliens (en Europe) et celle de l'homme moderne (en Afrique).

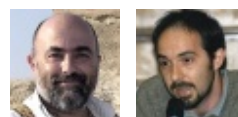
Une lacune entre 900 000 et 600 000 ans

Si l'on se tourne vers l'Afrique, on remarque que des fossiles vieux d'environ un million d'années, tels ceux originaires principalement de la Corne de l'Afrique (à Bouri en Éthiopie et à Buya en Érythrée), présentent encore plus de ressemblances avec *Homo ergaster*, l'hominidé archaïque de ce continent. Dans ces mêmes régions d'Afrique orientale (Bodo en Éthiopie, Kabwe en Zambie et d'autres), certains fossiles datant de quelque 600 000 ans peuvent en revanche constituer une variété africaine du même *Homo heidelbergensis* que nous trouvons en Europe, même si, à la différence de leurs contemporains européens, les fossiles africains de cette phase sont dépourvus de caractères néandertaliens.

Il existe toutefois une lacune dans le registre fossile : entre 900 000 et 600 000 ans, c'est-à-dire entre les derniers *Homo ergaster* et les premiers *Homo heidelbergensis* africains, les restes fossiles humains dans toute l'Afrique subsaharienne sont peu nombreux ou absents. Nous ignorons donc quand, comment et où sont apparues les différences entre les dernières populations de *Homo ergaster*, antérieures à 900 000 ans, et celles de *Homo heidelbergensis*, postérieures à 600 000 ans. Pourraient-elles indiquer une origine non africaine de cette dernière espèce ?

Quoi qu'il en soit, un phénomène crucial pour l'évolution du genre *Homo* s'est produit il y a entre un million d'années et 500 000 ans. Ce phénomène présente un caractère général. Il peut être observé en dehors de l'Afrique, en Eurasie, où l'on retrouve des différences chez les derniers représentants des formes humaines les plus archaïques, filles de la première migration hors d'Afrique, à savoir *Homo erectus* en Asie et *Homo antecessor* en Europe, d'une part, et l'espèce humaine

LES AUTEURS



Giorgio MANZI enseigne la paléanthropologie au Département de biologie environnementale de l'Université La Sapienza de Rome, où il dirige le Musée d'anthropologie Giuseppe Sergi.

Fabio DI VINCENZO, naturaliste et paléontologue, est doctorant en biologie animale à l'Université La Sapienza de Rome.

L'histoire du genre *Homo* avant l'apparition de l'homme moderne, *Homo sapiens*, survenue en Afrique subsaharienne il y a environ 200 000 ans, est caractérisée par au moins deux différentes radiations adaptatives qui se sont combinées avec autant d'expansions géographiques. La première de ces radiations, connue sous le nom de *Out of Africa 1*, est celle qui pourrait avoir été à l'origine du premier peuplement d'Europe (*Homo antecessor*), de l'évolution en Afrique de *Homo ergaster* et en Asie de *Homo erectus*, sans négliger le cas très particulier des « hobbits » de l'île de Flores, dans l'archipel de la Sonde, en Indonésie (*Homo floresiensis*).

On peut en revanche interpréter la seconde radiation comme l'expansion d'une espèce unique (*Homo heidelbergensis*), dont les populations en Europe, Afrique et Asie continentale se sont différenciées au fil du temps, jusqu'à l'apparition en Europe des Néandertaliens (*Homo neanderthalensis*) et, en Afrique, de notre espèce. Les fossiles découverts dans divers sites clés (par exemple Dmanissi dans le Caucase et Denisova en Sibérie) permettent de dénouer quelque peu les fils de cet enchevêtrement compliqué, grâce à leur morphologie, leur datation et leur situation géographique (dans le cas de Dmanissi) ou grâce aux inférences fondées sur l'analyse de l'ADN extrait des restes fossiles (dans le cas de Denisova).

Elisa Botton

✓ BIBLIOGRAPHIE

G. Manzi, Before the emergence of *Homo sapiens* : Overview on the Early-to-Middle Pleistocene fossil record (with a proposal about *Homo heidelbergensis* at the subspecific level), *International Journal of Evolutionary Biology*, vol. 2011, article 582678, 2011.

A. Mounier et al., The stem species of our species : A place for the archaic human cranium from Ceprano, Italy, *PLoS ONE*, vol. 6(4), e18821, 2011.

G. Manzi et al., The new chronology of the Ceprano calvarium (Italy), *Journal of Human Evolution*, vol. 59, pp. 580-585, 2010.

H. de Lumley, La grande histoire des premiers hommes européens, Odile Jacob, 2007.

P. Rightmire, The human cranium from Bodo : evidence for speciation in the Middle Pleistocene ?, *Journal of Human Evolution*, vol. 31, pp. 21-39, 1996.

dérivée morphologiquement qui leur succède, *Homo heidelbergensis*. (On laisse de côté les cas particuliers tels que celui des «hobbits» de l'île de Flores, en Indonésie.)

Ainsi, la chronologie, la position phylogénétique et la dynamique évolutive liées à *Homo heidelbergensis*, vu comme une espèce unique à vaste répartition, restent obscures. Un possible éclairage figure dans les résultats obtenus récemment par l'analyse de l'ADN mitochondrial (ADN circulaire constituant le génome des mitochondries des cellules) extrait d'une phalange humaine isolée provenant de la grotte de Denisova, sur les monts Altaï, dans le Sud de la Sibérie.

Cette phalange est beaucoup plus récente que les époques que nous avons évoquées, puisqu'elle est datée entre 48 000 et 30 000 ans, et elle a été trouvée en association avec des industries pouvant se rapporter tant au Paléolithique supérieur qu'au Paléolithique moyen, attribuables à *Homo sapiens* ou à *Homo neanderthalensis*. Mais, de façon surprenante, l'ADN mitochondrial a révélé que, du point de vue génétique, le propriétaire de la phalange de Denisova n'appartenait pas à l'une de

ces deux espèces, mais plutôt à une espèce différente, encore dépourvue de nom, qui aurait partagé avec les autres un ancêtre ayant vécu il y a entre un million d'années et 500 000 ans.

Une phalange récente à Denisova

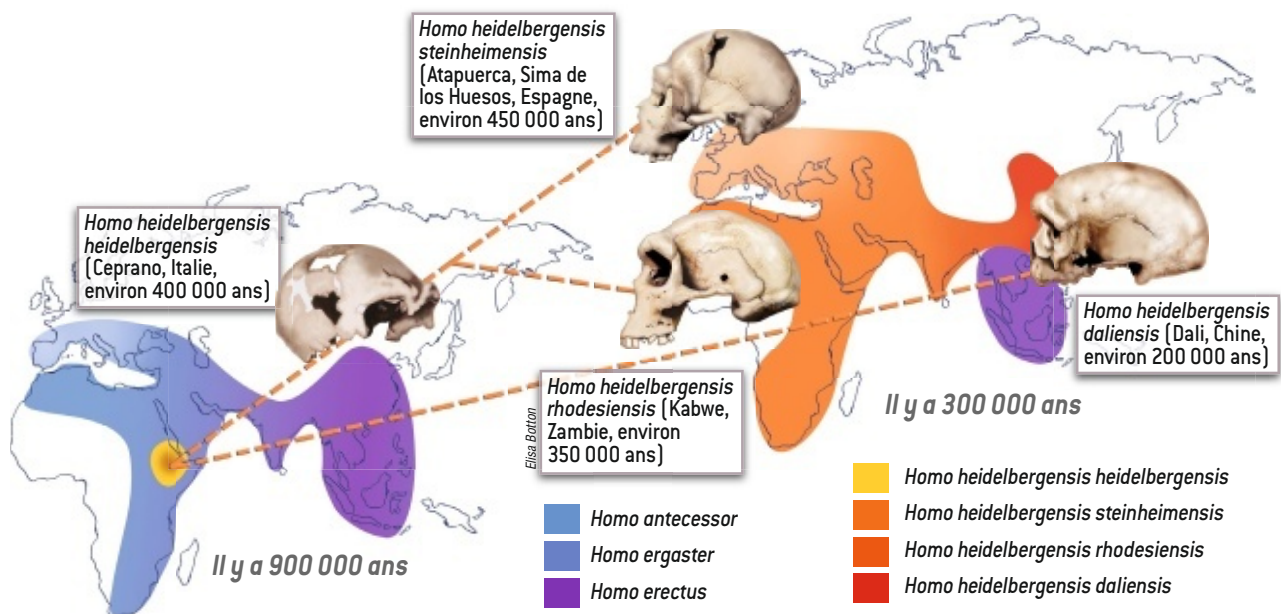
On peut supposer que cette découverte est à mettre en relation avec un peuplement de l'Asie continentale qui se distingue de celui de l'espèce humaine asiatique par excellence, *Homo erectus* (présent en Chine et dans l'île de Java). En supposant en effet que cette dernière soit en rapport avec la première migration hors d'Afrique (survenue avant 1,5 million d'années, tandis que l'origine de la phalange des monts Altaï inscrite dans l'ADN remonte à un million d'années ou moins), *Homo erectus* ne peut pas être l'espèce dont dérivent les hommes de Denisova.

Pour trouver en Asie un ancêtre possible de celui à qui appartenait cette phalange, nous devons nous tourner vers des populations humaines qui ont coexisté avec *Homo erectus* au Pléistocène moyen, popu-

lations représentées par des fossiles tels que ceux de Dali ou de Jinniushan, que certains chercheurs attribuent à *Homo heidelbergensis*, précisément.

Ces données paléogénétiques et d'autres indiquent en outre, comme nous l'avons déjà évoqué, que les lignées évolutives ayant donné naissance à *Homo sapiens* en Afrique et à *Homo neanderthalensis* en Europe se sont séparées il y a environ 500 000 ans. Ce résultat confirme des conclusions précédentes, initialement issues de l'étude de la morphologie squelettique et de la paléogéographie, qui suggéraient des phénomènes d'isolement et de divergence évolutive entre les lignées africaines et européennes durant une bonne partie du Pléistocène moyen. Tout cela semble exclure *Homo antecessor* – et d'autres formes humaines «archaïques» telles que *Homo ergaster* et *Homo erectus* – du rôle de dernier ancêtre commun aux Néandertaliens et à notre espèce, et au contraire favoriser l'hypothèse que c'est *Homo heidelbergensis* qui occupe cette place cruciale dans l'évolution du genre *Homo*.

Des analyses ultérieures sur les ossements de Denisova, notamment l'extraction d'ADN nucléaire de la phalange et la



3. HOMO HEIDELBERGENSIS À LA CONQUÊTE DU MONDE. Ces deux cartes retracent l'histoire de l'évolution de *Homo heidelbergensis*. Probablement apparue il y a moins d'un million d'années (en Afrique ?), cette espèce humaine s'est étendue géographiquement et a remplacé les espèces plus archaïques (*Homo ergaster*, *Homo erectus*, *Homo antecessor* et sans doute d'autres encore), descendantes directes de la première expansion humaine survenue au Pléistocène inférieur. Il y a environ 600 000 ans, des popu-

lations de *Homo heidelbergensis* se sont établies de façon de plus en plus stable dans de nouveaux territoires et ont connu des phénomènes d'évolution locale, en concomitance avec des changements climatiques abrupts (périodes glaciaires et interglaciaires). Ainsi, il y a 300 000 ans environ, on enregistre la présence de variantes de *Homo heidelbergensis* (des sous-espèces ?) en Europe, Afrique et Asie, caractérisées par des morphologies squelettiques désormais bien différenciées.

L'homme du Lazaret, entre 190 000 et 120 000 ans

Signalée dès 1821, la grotte du Lazaret est située dans la banlieue Est de Nice, sur le versant occidental du mont Boron, à 100 mètres de la mer. Long d'une quarantaine de mètres et large d'une vingtaine, ce site du Paléolithique moyen est fouillé depuis 1950 et a déjà fourni plusieurs restes fossiles qui renseignent sur le groupe humain ayant précédé les Néandertaliens sur le littoral méditerranéen : des *Homo erectus* évolués, ou *Homo heidelbergensis*.

Le 13 août 2011, les fouilles ont mis au jour une pièce importante sur un sol d'occupation acheuléen de cerfs, de bouquetins et d'aurochs : une portion antérieure, ou frontal, d'un crâne de *Homo heidelbergensis*, daté d'environ 170 000 ans.

La grotte du Lazaret a été occupée entre 190 000 et 120 000 ans, tout au long de l'avant-dernière grande période froide (stade isotopique 6), par des groupes de chasseurs qui y installaient, à intervalles plus ou moins réguliers, des habitats de longue durée, des campements saisonniers temporaires, des haltes de chasse ou parfois de simples bivouacs. En l'absence de l'homme, de grands carnivores pouvaient occuper la caverne.

Essentiellement chasseurs de cerfs dans les grandes forêts qui recouvraient alors la plaine de Nice, les occupants de la grotte pouvaient aussi traquer le bouquetin sur les pentes escarpées du mont Boron, abattre des aurochs dans les espaces découverts, et occasionnellement l'éléphant ou le rhinocéros.

La découverte du frontal de crâne représente le 24^e reste humain recueilli au cours de 50 années de fouilles dans la grotte. Il s'agit d'éléments osseux toujours fragmentés : restes crâniens dont un pariétal d'enfant, 16 dents définitives et déciduales, un humérus et trois éléments de fémur. Ces restes humains fossiles ont été mis au jour dans plusieurs niveaux d'occupation.

Le frontal, Lazaret 24, que nous avons nommé Akidaya (« d'ici et d'ailleurs » en niçois), a été mis au jour sur un sol d'occupation acheuléen, l'unité archéostratigraphique

UA 28. Ce niveau correspond à un campement saisonnier temporaire d'hiver, extrêmement riche, sur lequel ont été découverts, associés à un foyer situé près de l'entrée de la grotte, immédiatement en arrière du porche : 29 bifaces, outils caractéristiques des cultures acheuléennes ; trois hachereaux ; une vingtaine de galets aménagés ; de nombreux petits outils retouchés, dont une limace de belle facture ; d'abondants éclats bruts de taille associés à un très grand nombre d'ossements fracturés de grands herbivores, ossements qui correspondent à des déchets culinaires.



Le frontal d'un *Homo heidelbergensis* (ou *Homo erectus* européen) découvert dans la grotte du Lazaret. Datée de 170 000 ans et ayant probablement appartenu à une jeune adulte, cette pièce fossile a été dénommée Akidaya (« d'ici et d'ailleurs », en niçois).

Les ossements de grands mammifères comprennent essentiellement des cerfs, des bouquetins, des aurochs et des ossements de carnivores plus rares : loup, lynx, chat sauvage et ours des cavernes. Sur ce sol d'occupation, la proportion d'aurochs, plus élevée que dans les niveaux plus récents, indique une plus grande extension des espaces découverts et un recul de la forêt. L'association des faunes et l'étude des pollens indiquent un climat assez froid et humide (stade isotopique 6.4).

Akidaya apporte un complément d'informations significatives sur l'attribution de ces restes au groupe des Anténéandertaliens, ou *Homo heidelbergensis*, qui a précédé l'homme de Neandertal sur les côtes de la Méditerranée. Ces Anténéandertaliens sont contemporains

des *Homo erectus* asiatiques avec lesquels ils partagent de nombreux traits.

Le frontal mis au jour est fuyant, faiblement courbé dans le plan sagittal. Il présente un bourrelet (torus) discontinu au-dessus des orbites, avec une dépression médiane glabellaire (entre les deux arcades sourcilières). La largeur frontale minimale en arrière de ce torus est faible. Par ailleurs, les orbites sont séparées par un large espace. Ces caractéristiques rappellent la morphologie des crânes de *Homo erectus*. Chez les Néandertaliens, cette région se différencie par

d'un cannibalisme peu vraisemblablement alimentaire, mais probablement rituel. Les analyses ultérieures permettront de le préciser.

Le frontal d'Akidaya peut être replacé dans le cadre de l'évolution des *Homo erectus* européens ou *Homo heidelbergensis*, des Anténéandertaliens qui se caractérisent tous par une dépression glabellaire au dessus de la racine du nez, un large espace interorbitaire, qui correspond à une zone olfactive développée, et un fort rétrécissement postorbitaire. Il peut être rapproché de l'homme de Taubert, dont les fossiles ont été découverts lors de nos fouilles à partir de 1964 et qui est daté de 450 000 ans, de l'homme de Ceprano daté entre 430 000 et 385 000 ans, de ceux de la Sima de los Huesos, environ 300 000 ans, et de celui de Biache Saint-Vaast daté d'environ 220 000 ans.

À mesure de l'évolution de ces individus, la profondeur de la dépression glabellaire diminue et la capacité crânienne augmente. Chez les Néandertaliens, à partir de 120 000 ans, la dépression glabellaire disparaît et le torus sus-orbitaire constitue une visière continue. L'écaille frontale s'élargit et la capacité globale du crâne augmente jusqu'à atteindre celle des hommes modernes ; néanmoins, les lobes frontaux du cerveau restent nettement plus petits en volume que ceux des hommes modernes. Le développement frontal ne sera atteint qu'avec les populations modernes, aux environs de 30 000 ans en Europe.

Des caractères communs aux Anténéandertaliens et aux Néandertaliens, par exemple l'absence de fosse canine sur un maxillaire massif et prognathe, permettent de penser que les *Homo heidelbergensis* annoncent les Néandertaliens. Ces derniers correspondent donc à une évolution ultime de la lignée des *Homo erectus* européens.

Henry et Marie-Antoinette de Lumley

Laboratoire départemental de Préhistoire du Lazaret, Nice

découverte d'une molaire supérieure, ont confirmé que l'homme (ou la femme) de Denisova et la population à laquelle il appartenait avaient une morphologie dentaire archaïque. En revanche, d'après l'ADN nucléaire extrait, l'homme de Denisova aurait plus de liens de parenté avec les Néandertaliens que ne semble le suggérer l'étude du seul ADN mitochondrial. C'est comme s'il s'était produit un échange génétique continu à travers l'Eurasie entre les ancêtres des Néandertaliens (distribués principalement en Europe) et ceux des hominins de Denisova (en Asie continentale) pendant une bonne partie du Pléistocène moyen.

Il semblerait donc, au vu de ce que nous avons exposé jusqu'ici, qu'au cours des 15 à 20 dernières années, si l'on prend pour

référence l'analyse du crâne de Bodo (trouvé sur le site de Middle Awash en Éthiopie) publiée en 1996 par Philip Rightmire, aujourd'hui à Harvard, *Homo heidelbergensis* a acquis un rôle central dans notre arbre évolutif, contribuant à une sorte de marginalisation d'espèces plus connues, telles que *Homo erectus*, ou de nouveaux protagonistes, comme *Homo antecessor*. Il donna ainsi de fait une identité précise à ce nombre croissant de fossiles que, il y a une vingtaine d'années encore, nous cataloguions sous l'étiquette improbable de *Homo sapiens* archaïque. De même, nous avons constaté qu'il s'agit d'une espèce répartie tant en Afrique qu'en Europe, et qu'en fin de compte elle est bien représentée pour une bonne partie du Pléistocène moyen.

Nous avons donc dû nous rendre à l'évidence : les premiers pas de cette espèce, cruciale pour les origines tant de *Homo sapiens* que des Néandertaliens, sont encore nébuleux. Nous ne savons ni où, ni quand, ni selon quelles modalités et sous quelle morphologie *Homo heidelbergensis* a trouvé son origine.

Homo heidelbergensis, des origines obscures

Certes, nous avons été aidés, presque rétrospectivement vu sa datation, par l'ADN de la phalange de Denisova, qui indique que les origines de *Homo heidelbergensis* remontent à au moins un million d'années. Mais il existe une autre pièce

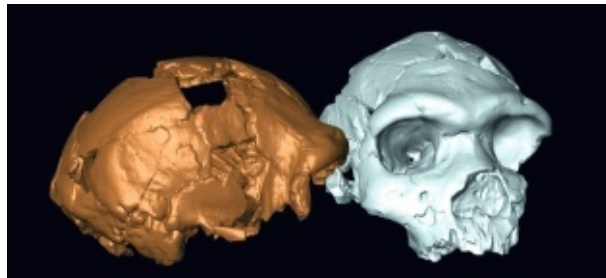
DES SOUS-ESPÈCES DE *HOMO HEIDELBERGENSIS* ? POURQUOI PAS !

Si, par *Homo heidelbergensis*, on entend une espèce unique répartie tant en Afrique qu'en Eurasie pour une bonne partie du Pléistocène moyen, il faut s'attendre à ce qu'elle manifeste une grande variabilité, à l'intérieur de laquelle on reconnaît des lignées évolutives régionales. Se

référer à elle comme à un tout sans distinctions ultérieures pourrait donc être trompeur. Par ailleurs, la morphologie des fossiles suggère le maintien d'un lien génétique entre les différentes populations, qui exclut le fractionnement en espèces distinctes. On peut donc voir cette « huma-

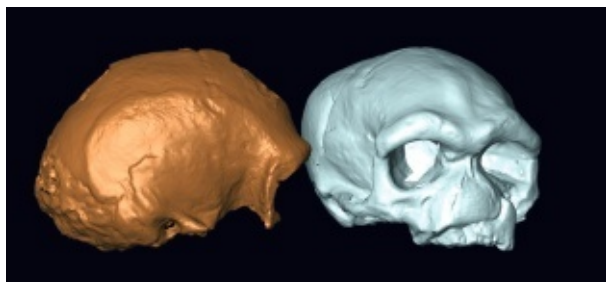
nité intermédiaire » comme une grande et unique espèce, dont la cohésion a été maintenue par des phénomènes de diffusion et de flux de gènes, mais qui s'est différenciée en variétés géographiques ou chronologiques – autrement dit, en sous-espèces. Certaines de ces lignées

ont donné lieu à des espèces naissantes (en accord avec la définition même de sous-espèce), puis à des espèces distinctes, comme dans le cas de *Homo sapiens*. En 2011, G. Manzi a proposé de subdiviser l'espèce *Homo heidelbergensis* en quatre sous-espèces.



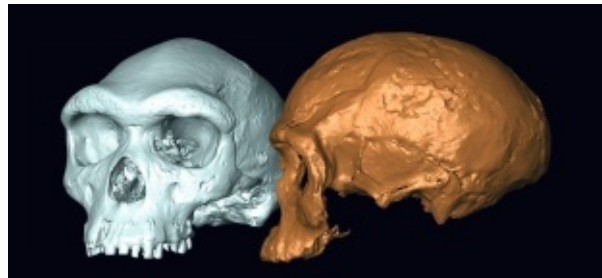
Homo heidelbergensis heidelbergensis

La variété ancestrale, inconnue dans sa fraction la plus ancienne, comprend des fossiles africains et européens qui ne manifestent pas de traits cranio-faciaux dérivés. Parmi eux, la pièce sans doute la plus significative est le crâne de Ceprano, où se combinent une architecture résolument archaïque et de très légers traits dérivés, mais pas en direction des formes néandertaliennes.



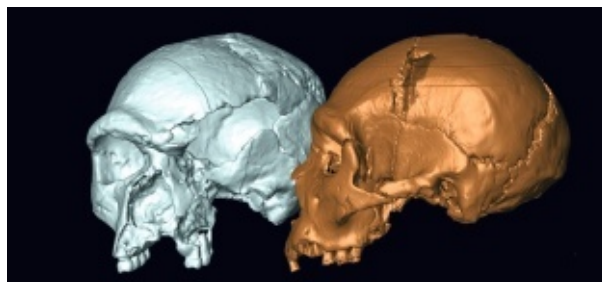
Homo heidelbergensis daliensis

C'est la variété dérivée en Asie ; elle inclut des fossiles « non erectus » tels ceux trouvés à Dali et Jinniushan, en Chine, et est probablement à l'origine de la population à laquelle appartenait l'homme (ou la femme) de Denisova.



Homo heidelbergensis rhodesiensis

Il s'agit ici de la variété dérivée africaine, dont le parcours évolutif a conduit à l'espèce *Homo sapiens*. Elle comprend notamment le fossile qui donne son nom à la sous-espèce : celui de Kabwe, dans l'ex-Rhodésie, aujourd'hui la Zambie. Cette sous-espèce inclut aussi des formes plus récentes comme Irhoud, découverte au Maroc.



Homo heidelbergensis steinheimensis

La variété dérivée européenne ou anténéandertalienne inclut des restes fossiles et des morphologies tels ceux documentés à la Sima de los Huesos d'Atapuerca, en Espagne, et dans d'autres sites.

Fabio Di Vincenzo

fossile qui peut nous en apprendre davantage, cette fois sur la morphologie probable des premiers *Homo heidelbergensis*. Il s'agit d'un crâne mis au jour (en plusieurs fragments) à Ceprano, dans le Sud du Latium, sur la rive d'un lac qui n'existe plus et qui avait comme affluent la version ancienne du fleuve Sacco actuel. Ce fossile, découvert en 1994 à Campo grande, à moins d'une centaine de kilomètres au Sud-Est de Rome, a été soumis depuis à diverses études.

En outre, des fouilles systématiques ont été entreprises depuis 2001 sous la direction de Italo Biddittu et l'un d'entre nous (G. Manzi) dans la région de Ceprano, avant tout pour vérifier la datation proposée à l'époque de la découverte, à savoir 800 000 à 900 000 ans. D'après les résultats de ces fouilles, publiés en 2010, le crâne de Ceprano est plus jeune que ne le supposaient les premières hypothèses avancées. L'âge suggéré par l'ensemble des données est en effet approximativement de 400 000 ans ; plus précisément, il se situe dans l'intervalle compris entre 430 000 et 385 000 ans. Cela correspondait à une période de climat tempéré, au cours de laquelle le grand lac qui occupait une grande partie du bassin de Ceprano se retirait et laissait place à des zones marécageuses et au cours calme d'un fleuve sinueux.

Ce résultat inattendu a conduit les auteurs (G. Manzi et ses collègues) de la nouvelle estimation chronologique à commenter dans leur article de 2010 : « La morphologie du fossile de Ceprano [...] qui ne semble pas avoir de correspondants contemporains où que ce soit sur le continent européen, apparaît intéressante dans la mesure où elle accroît fortement et de façon inattendue le niveau de diversité morphologique des populations européennes du Pléistocène moyen. » Cela suggérerait la possibilité d'envisager des « scénarios plus complexes pour l'évolution humaine en Europe, qui prennent en compte soit une variabilité intraspécifique considérable [...], soit la coexistence de différentes lignées évolutives ».

Depuis, de nouvelles analyses ont été réalisées sur la morphologie du crâne de Ceprano, dans un cadre comparatif le plus large possible et à la lumière de la nouvelle chronologie. En particulier, une étude publiée par Aurélien Mounier, de l'Université de la Méditerranée à Marseille, et ses collègues confirme les conclusions auxquelles étaient parvenues des recher-



ches précédentes. Résumons-les dans les grandes lignes. Avant tout, certains traits architecturaux de l'homme de Ceprano sont archaïques et similaires à ceux de *Homo erectus* en Asie et de *Homo ergaster* en Afrique ; mais en même temps, il existe divers caractères discrets qui rapprochent le crâne italien de la variabilité des êtres humains du Pléistocène moyen, c'est-à-dire de *Homo heidelbergensis*. Enfin, le fossile de Ceprano ne montre aucun caractère dérivé dans le sens néandertalien et il apparaît davantage similaire aux fossiles contemporains que l'on découvre en Afrique, que des fossiles européens.

Le crâne de Ceprano réunit donc dans une seule pièce une mosaïque de caractères archaïques et évolués, africains et eurasiatiques. Cela suggère qu'il puisse témoigner d'un peuplement ancestral de *Homo heidelbergensis*, dont la morphologie crânienne s'est ensuite modifiée en Europe, acquérant une particularité distincte dans le sens néandertalien, tandis qu'elle a été conservée partiellement en Afrique et en Asie continentale.

Ainsi, l'homme de Ceprano, à la lumière de la nouvelle estimation chronologique qui lui confère un âge réduit de moitié par rapport aux datations précédentes, ne perd pas de son intérêt. Bien au

4. LA MÂCHOIRE DE MAUER. Découverte en 1907 à Mauer, près de Heidelberg en Allemagne, cette mandibule date d'environ 500 000 ans. C'est à partir de ce vestige qu'a été définie et nommée l'espèce *Homo heidelbergensis*. Cet ossement est resté pendant pratiquement tout le XX^e siècle le plus ancien fossile humain trouvé en Europe.

contraire, il prend un intérêt nouveau et sans doute plus important encore. Il ne doit plus être considéré dans le cadre du premier peuplement de l'Europe, mais dans celui d'une espèce variable et largement distribuée, qui représenterait le dernier ancêtre commun, avant sa disparition (en raison de spécialisations allopatriques, à savoir des différenciations de nouvel-

LE CRÂNE DE CEPRANO
réunit donc dans une seule pièce
une mosaïque de caractères archaïques
et évolués, africains et eurasiatiques.

les espèces dues à la séparation géographique des populations), de *Homo sapiens*, *Homo neanderthalensis* et des hommes encore sans nom précis représentés par la phalange de Denisova. Dans ce nouveau contexte, l'homme de Ceprano se pose comme un bon candidat pour représenter le type morphologique ancestral de *Homo heidelbergensis*. ■

Planétologie

On a creusé sur MARS

En découvrant de la glace d'eau
juste sous la surface et des composés propices
à la vie, la mission *Phoenix* a ravivé les espoirs
que la planète rouge soit habitable.

Peter Smith

