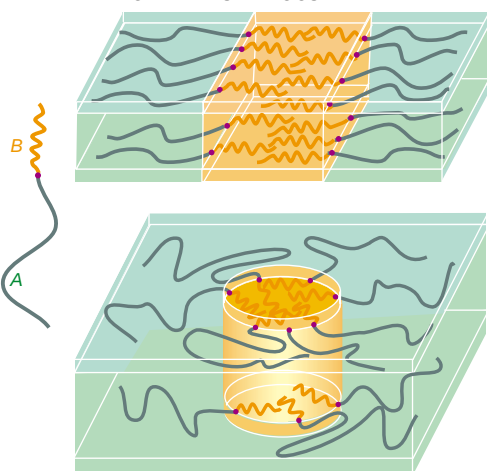
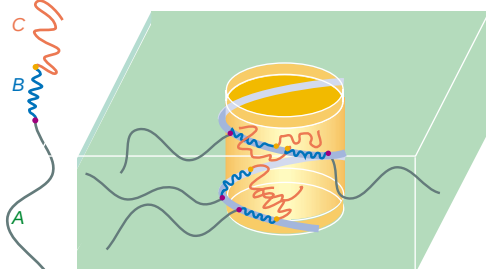


POLYMÈRES DIBLOCS



POLYMÈRES TRIBLOCS



Structurations en lamelles et en cylindres de copolymères diblocs (en haut). Les copolymères triblocs donnent une structure originale (en bas). À droite les structures observées.

Les copolymères diblocs polybutadiène-polyméthylmétaacrylate illustrent des structures possibles. Dans ces copolymères, les chaînes de polymères d'un même type s'attirent et tendent à s'agglutiner, mais la structuration résultante impose un étirement des chaînes. Quand les polymères A et B du copolymère ont des caractéristiques trop différentes (longueur, affinité), on sait créer, par exemple, des structures en cylindres où se rassemblent les chaînes du polymère A dans une matrice constituée par les chaînes du polymère B. Les configurations obtenues dépendent de la nature des constituants qui déterminent l'attraction entre les chaînes, des tailles respectives des chaînes, de la température, etc. Ces structures sont, de plus, organisées : les espacements des lamelles ou des cylindres sont réguliers, constituant un macrocristal. Quand l'asymétrie des concentrations de A et de B augmente encore, il apparaît des sphères de polymère, noyées dans une matrice de polymère B. Les recherches actuelles de l'Unité mixte portent aussi sur les polymères triblocs, où le paramètre ajouté, le bloc supplémentaire accroît considérablement la variété des formes possibles. Avec les poly-

mères triblocs, de nouvelles structures ont été découvertes dans le laboratoire de l'Unité mixte.

Les théories thermodynamiques élaborées prévoient les paramètres associés à ces configurations et permettent une conception de polymères à façon, en fonction des propriétés désirées du matériau final. Elles donnent aussi des guides précieux pour prédire le comportement élastique ou plastique du matériau obtenu et les qualités d'adhésion des différentes phases, facteur crucial pour la qualité du produit industriel.

Les hétérogénéités sont aussi fonction du degré de cristallisation, et les industriels en tirent profit pour diminuer la fragilité du matériau polymérique : la fissure développée dans une zone cristalline s'arrête dans une zone caoutchouteuse. Les physico-chimistes s'emploient à répartir ces zones absorbantes de façon optimale pour préserver la rigidité des zones cristallines et la résistance aux chocs conférée par les zones amorphes.

Mais on sait aussi structurer le matériau de manière encore plus subtile par la répartition des comonomères greffés le long de la chaîne afin d'obtenir, par exemple, des propriétés de mouillage et d'adhésion remarquables.

LES MATÉRIAUX STRUCTURÉS

Ces effets d'organisation créent des structururations à des échelles mésoscopiques (jusqu'à un micromètre typiquement). Il est possible de créer des arrangements macroscopiques à plus grande échelle par des conditions de mise en œuvre particulières, par exemple lors de la coextrusion.

Dans la bouteille de jus d'orange *Joker*, six couches de matériaux plastiques sont extrudées ensemble pour former le récipient. Certaines couches sont imperméables à l'eau, d'autres à l'oxygène, d'autres confèrent la résistance mécanique convenable. Dans une bouteille en verre, il y a, en poids, 46 pour cent de verre et 50 pour cent de liquide ; dans une bouteille plastique, 93 pour cent de liquide et 7 pour cent de plastique. La conclusion est écologique : le contenant est minimisé par rapport au contenu.

Le contrôle de l'extrusion et de la coextrusion est un problème délicat : il importe notamment d'assurer la régularité des couches déposées et leur adhésion. Les instabilités indésirables dans l'extrusion sont étudiées dans des systèmes plus simples à manipuler, comme les solutions. Les zones instables de l'écoulement sont détectées et étudiées par biréfringence optique.

Le papier est un autre matériau structuré à l'échelle macroscopique. Dans ce matériau composite, les fibres de cellulose forment un réseau enchevêtré, et l'on y ajoute différents additifs minéraux et polymères qui apportent de l'opacité, de la couleur et une bonne tenue mécanique. L'amélioration de la résistance au déchirement du papier humide est importante dans de nombreux secteurs de l'industrie : augmentation des cadences de l'imprimerie, fabrication de papier de spécialité (papier monnaie, papier peint, papier absorbant). L'analyse physico-chimique a autorisé la mise au point d'un nouvel additif augmentant la tenue du papier chargé d'eau.

Selon Pierre Avenas, directeur des recherches d'Elf Atochem, la coopération dans l'Unité mixte est fondée sur un dialogue exemplaire et fructueux, où les nécessités industrielles sont un moteur de réflexion pour le chercheur. ■

elf atochem
ATO

Les premiers exodes

IAN TATTERSALL

L'Afrique est le berceau de l'humanité, mais combien d'espèces humaines y ont-elles évolué ? Et quand l'ont-elles quittée ?

Tout paraissait très simple : la lignée humaine avait évolué en Afrique, et c'est relativement récemment que les premiers hommes, les *Homo erectus*, avaient quitté leur continent d'origine et avaient atteint l'Asie il y a un million d'années ; tous les types humains ultérieurs descendaient de cette espèce et avaient finalement formé notre propre espèce, l'*Homo sapiens*. Quand certains de ces hominidés différaient trop de nous, on les classait parmi les «*Homo sapiens* archaïques», tout en les considérant comme des membres de notre propre espèce.

Cette séduisante simplicité était hélas trop belle pour durer : les recherches paléontologiques récentes ont montré que les dernières étapes de l'évolution de l'homme furent beaucoup plus mouvementées qu'on ne le croyait. On n'a aujourd'hui aucune raison de penser que le genre humain est apparu ailleurs qu'en Afrique, car aucun fossile d'hominidé (le groupe de tous les primates bipèdes) n'a été trouvé en dehors de ce continent pendant la première moitié de l'histoire des hominidés. En revanche, des fossiles récemment découverts indiqueraient que les premiers émigrants d'Afrique n'étaient pas nécessairement des *Homo erectus* et que les pérégrinations des hominidés ont commencé plus tôt qu'on ne le supposait.

1. CE SQUELETTE EST CELUI DE LUCY, qui appartenait à l'espèce d'hominidés ou de précurseurs de l'homme la mieux connue, l'*Australopithecus afarensis*, souvent surnommé le «chimpanzé bipède». Ce squelette, âgé de 3,18 millions d'années, provient de la région du Hadar, en Éthiopie.

Une histoire primitive confuse

Des fossiles trouvés au Kenya et attribués à l'espèce *Australopithecus anamensis* ont fait reculer l'âge des premiers hominidés bipèdes jusqu'à environ 4,2 à 3,9 millions d'années. Des spécimens plus incertains, d'une espèce *Ardipithecus ramidus*, découverts en Éthiopie, pourraient faire reculer cet âge jusqu'à 4,4 millions d'années. Les fossiles d'*Australopithecus anamensis* ressemblent beaucoup à l'espèce plus tardive et beaucoup mieux connue d'*Australopithecus afarensis*, trouvée en Éthiopie et en Tanzanie, et datant de 3,9 à 3 millions d'années (le représentant le plus célèbre d'*Australopithecus afarensis* est Lucy, un squelette découvert dans la région du Hadar, en Éthiopie).

D'après la structure du bassin et des genoux, Lucy et ceux de son espèce étaient bipèdes, mais ils conservaient de nombreux caractères ancestraux, notamment les proportions des membres, ainsi que les mains et les pieds, qui faisaient d'eux d'habiles grimpeurs. Ces particularités, leur cerveau gros comme celui des singes et leur face prognathe les ont fait surnommer «chimpanzés bipèdes», dénomination également justifiée par leur mode de vie adapté aux habitats boisés. De toute évidence, ces primates avaient un mode de vie bien adapté, car, bien qu'ils fussent moins bons grimpeurs que les grands singes de la même époque et moins bons bipèdes que les hominidés qui leur succédèrent, ils subsistèrent pendant plus de deux millions

d'années, alors même qu'apparaissaient et disparaissaient des espèces appartenant à ce même grand genre.

On ignore comment les modes de vie ont été modifiés par l'invention des outils de pierre, il y a 2,5 millions d'années. Aucun fossile humain n'a hélas été trouvé avec les premiers outils de pierre, lesquels proviennent du Kenya et d'Éthiopie. En outre, les plus anciens fossiles associés à des outils de pierre et à des ossements de mammifères consommés proviennent de plusieurs types d'hominidés différents. Tous vivaient il y a deux millions d'années en Tanzanie, dans les gorges d'Olduvai et à l'Est du lac Turkana, au Kenya. Certains des premiers hominidés ayant fabriqué des outils de pierre dans ces régions étaient à peine plus grands et plus évolués que Lucy ; d'autres étaient plus grands, avaient un cerveau plus développé et une constitution corporelle plus moderne. Combien d'espèces d'hominidés vivaient là ? Lesquels fabriquaient des outils ? Comment marchaient-ils ? Voilà de grandes énigmes de l'évolution humaine.

Puis, il y a 1,9 million d'années, une espèce qui nous ressemble apparaît au Nord du Kenya. On connaît notamment cette espèce par l'«Adolescent du Turkana», un étonnant squelette complet âgé de 1,6 million d'années découvert en 1984. Ces hommes possédaient une constitution corporelle essentiellement moderne indiquant qu'ils avaient une démarche d'homme moderne, des crânes à face moyennement large et un cerveau deux fois plus gros que celui des grands singes (mais deux fois moins volumineux que celui de l'homme moderne). Si l'Adolescent avait atteint l'âge adulte, il aurait mesuré 1,80 mètre ; ses membres étaient longs et minces, comme ceux des habitants des régions chaudes et arides d'Afrique, mais cette adaptation commune ne détermine aucune relation particulière entre eux. Cette fois, il s'agit d'hominidés ayant clairement élu domicile dans la savane.

Une tradition paléanthropologique ancienne cherche à minimiser le nombre d'espèces de fossiles humains et à tracer une généalogie linéaire entre les rares espèces reconnues. Conformément à cette pratique, l'Adolescent du Turkana et ses congénères ont initialement été classés comme des *Homo erectus*, espèce décrite pour la première fois il y a un siècle, à partir d'une calotte crânienne et d'un fémur trouvés à Java.

Ultérieurement, on avait inclus dans ce groupe les fossiles découverts en Chine (notamment l'Homme de Beijing, âgé de 500 000 ans, malheureusement perdu durant la Seconde Guerre mondiale) et en d'autres sites de Java, si bien que, finalement, l'espèce *Homo erectus* comprenait des hominidés variés, tels ceux dont provenait la boîte crânienne massive, trouvée dans les gorges d'Olduvai référencée sous le code OH9. Cette pièce, qui a été finalement datée d'environ 1,4 million d'années, semblait initialement beaucoup plus jeune. Tous ces hominidés possédaient des cerveaux relativement petits (environ 900 à 1 200 centimètres cubes contre 1 400 centimètres cubes pour l'homme moderne moyen et 400 centimètres cubes pour les grands singes), logés dans des crânes allongés, à voûte basse, présentant un occiput anguleux et de fortes arcades sourcilières. Les rares os de membres trouvés étaient d'une grande robustesse, mais essentiellement semblables aux nôtres.

On s'est longtemps demandé si l'*Homo erectus* avait occupé l'Europe ou si les plus anciens fossiles humains de cette région (qu'on datait de 500 000 ans) étaient des représentants d'*Homo sapiens* archaïque. Comme les fossiles de Java dataient de 700 000 à un million d'années et que l'âge des plus anciens fossiles chinois était estimé à un million d'années au plus, la conclusion s'imposait : l'espèce *Homo erectus* (telle que caractérisée par le fossile OH9, l'Adolescent du Turkana et d'autres fossiles associés, un peu plus âgés) avait évolué en Afrique, puis avait quitté ce continent il y a un peu moins d'un million d'années, pour atteindre rapidement l'Extrême-Orient et pour engendrer tous les groupes humains ultérieurs, y compris ceux d'Europe.

Puis l'étude approfondie des spécimens du Kenya montra que la boîte crânienne était nettement différente de celle des *Homo erectus* classiques, d'Asie orientale. En particulier, certaines zones anatomiques qui portent des caractères dérivés spécialisés chez l'*Homo erectus* asiatique sont dans un état primitif chez les fossiles africains du même âge. Par conséquent, deux groupes devaient être distingués.

2. L'ADOLESCENT DU TURKANA, de l'espèce *Homo ergaster*, date d'environ 1,6 million d'années. Il est un représentant des premiers hominidés dont la silhouette rappelle celle de l'homme moderne.



D. Frutin et J. Beckett

Ainsi, aujourd'hui, la forme kenyane, plus ancienne, semble être représentative de l'*Homo ergaster*, qui pourrait être l'ancêtre commun à tous les humains ultérieurs, tandis que les spécialisations crâniennes d'*Homo erectus* indiquent que ce dernier, si longtemps considéré comme l'hominidé central pour la période située entre 1 et 0,5 million d'années, était en fait une évolution locale d'Extrême-Orient.

L'Extrême-Orient, un cul-de-sac évolutif

Le mystère s'est épaissi au début 1994, lorsque Carl Swisher et ses collègues du Centre de géochronologie de Berkeley appliquèrent une nouvelle méthode de datation à l'argon à des échantillons de roches volcaniques prélevés sur deux sites où l'on avait trouvé des hominidés, à Java. L'âge évalué, entre 1,81 et 1,66 million d'années, est beaucoup plus

ancien qu'on ne s'y attendait, même si la borne supérieure correspond à une datation antérieure. Malheureusement, les deux fossiles provenant de ces deux sites n'apportent que des informations fragmentaires : le premier est un crâne d'enfant (les fossiles d'enfant ne présentent pas les caractéristiques adultes sur lesquelles reposent la définition de l'espèce) et le second est un crâne écrasé et déformé, qui n'a jamais pu être reconstitué de façon satisfaisante. Par commodité, les paléontologues ont considéré que ces deux spécimens provenaient d'*Homo erectus*, se demandant parfois si les fossiles de Java appartenaient à une ou à plusieurs espèces d'hominidés primitifs. Depuis peu, on doute que l'échantillon le plus ancien provienne du même site que le crâne de l'enfant. Les datations corroborent toutefois d'autres informations en faveur d'une présence d'hominidés en Asie orientale bien plus tôt qu'on ne le pensait.

D'autres fossiles corroborent cette idée. Par exemple, sur le site de Dmanisi, en Géorgie, on découvrit, en 1991, une mandibule d'un hominidé décrit comme étant un *Homo erectus*. Trois méthodes de datation différentes indiquèrent un âge de 1,8 million d'années ; n'était-ce pas la preuve d'un exode inattendu d'hominidés primitifs hors d'Afrique ? Si l'on veut limiter le nombre d'hypothèses pour interpréter les découvertes, on doit admettre que ces pionniers auraient été des *Homo ergaster* ou une espèce très proche.

Une émigration très ancienne d'Afrique expliquerait ce qui semblait être une anomalie des données archéologiques : les outils de pierre trouvés dans les sédiments du même âge que le plus ancien *Homo ergaster* (un peu moins de deux millions d'années) sont identiques à ceux des premiers hommes qui ont fabriqué des outils de pierre des centaines de milliers d'an-



R. Campbell et M. Leakey

3. ESPÈCE NOUVELLEMENT DÉCOUVERTE, l'*Australopithecus anamensis* est le premier hominidé dont on a trouvé une série de fossiles. Cette mandibule de Kanapoi, au Kenya, apparaît ici telle qu'elle fut découverte sur le terrain ; elle date d'il y a environ quatre millions d'années. La dentition de l'*Australopithecus anamensis* ressemble beaucoup à celle de l'*Australopithecus afarensis*, et un fragment de tibia indique qu'il marchait debout.



C. Chesek



C. Chesek

4. L'HOMME DE BEIJING est connu par ce crâne d'*Homo erectus* masculin, retrouvé à Zhoukoudian, près de Beijing. Le crâne a été reconstitué à partir de fragments de plusieurs individus qui ont tous vécu il y a 500 000 ans.

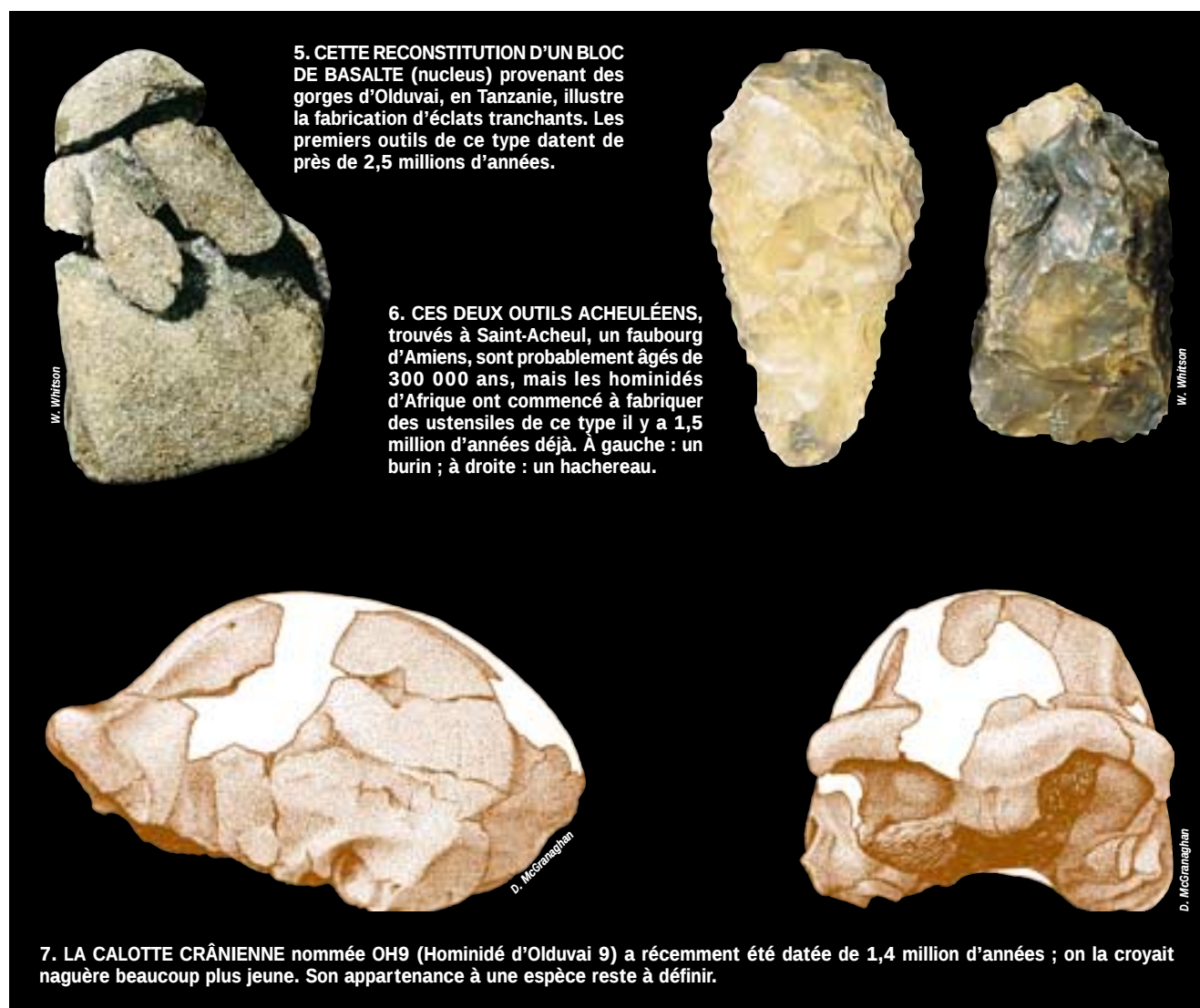
nées plus tôt. Ces outils rudimentaires étaient principalement des éclats tranchants débités à l'aide de galets. Bien qu'ils soient efficaces (des paléontologues ont montré qu'ils permettaient de découper des éléphants), ces outils n'étaient pas normalisés ; on les taillait seulement de façon à obtenir un bord coupant. Cependant, il y a 1,5 million d'années, des outils de pierre normalisés apparurent en Afrique, analogues aux bifaces et hachereaux de l'industrie acheuléenne (de Saint-Acheul, premier site de découverte de ces outils, au milieu du XIX^e siècle, dans un faubourg d'Amiens). Ils s'agissait de grands outils en forme d'amande, soigneusement retouchés des deux côtés. Pourquoi n'avait-on pas trouvé de tels ustensiles en Asie orientale ? Pourquoi ces migrants venus d'Afrique n'avaient-ils pas apporté les techniques de taille de ces objets avec eux, si leurs ancêtres la pratiquaient déjà depuis

500 000 ans ? Les nouvelles datations suggèrent que les premiers émigrants quittèrent l'Afrique avant l'invention de la technique acheuléenne, auquel cas il est normal de ne pas la retrouver en Extrême-Orient. Voici quelques années, l'archéologue Robin Dennell fit sensation en découvrant des outils de pierre très grossiers datant de plus de 1,6 million d'années à Riwat, au Pakistan. Aujourd'hui, leur ancienneté n'est plus tenue pour anormale.

Pourquoi les hominidés ont-ils quitté l'Afrique pour l'Extrême-Orient ? La plupart des paléontologues avaient admis que cette migration a commencé en même temps que le progrès technique qui permettait aux hominidés de quitter les lisières des forêts qu'ils habitaient. Toutefois, si les émigrants avaient une technique trop rudimentaire, l'explication est douteuse. Comme cette migration a suivi de près l'apparition d'une silhouette moderne, il semble logique

de supposer plutôt que les hominidés ont migré quand ils ont été capables de le faire parce que, physiquement, ils n'étaient plus inféodés aux forêts. L'adaptation de l'Adolescent du Turkana et de ses congénères à des environnements chauds et secs, comme le montrent les proportions de ses membres, n'explique en rien pourquoi l'*Homo ergaster* se répandit rapidement dans les régions tempérées, moins chaudes, au-delà de la Méditerranée. Néanmoins, il semble que cette forme corporelle leur a conféré une résistance remarquable dans les habitats découverts, ce qui représente un avantage adaptatif certain.

Le fait que l'acheuléen n'ait jamais réussi à diffuser jusqu'en Extrême-Orient renforce l'idée, corroborée par les spécialisations crâniennes de l'*Homo erectus*, que cette partie du monde constituait un de cul-de-sac évolutif pour l'homme. Dans cette région, les



populations humaines anciennes ont évolué indépendamment du reste du monde. Des datations complémentaires tendent à confirmer cette idée. Ainsi, récemment, C. Swisher et ses collègues ont mesuré que le site de fossiles d'*Homo erectus* de Ngandong, à Java, ne datait que de 40 000 ans. Cette datation a suscité un grand scepticisme, mais, si elle était confirmée, elle aurait des implications considérables sur le schéma général de l'évolution humaine. L'*Homo erectus*, qui a persisté si longtemps, pourrait avoir subi le même sort que l'homme de Neanderthal, en Europe : une extinction au profit du successeur ultime, l'*Homo sapiens*. L'image de l'évolution humaine qui se dégage est celle d'une différenciation indépendante des espèces dans plusieurs régions, en l'occurrence aux deux extrémités du continent eurasien, puis d'un remplacement par d'autres lignées d'hominidés qui ont évolué ailleurs.

Quand l'occupation de l'Extrême-Orient a-t-elle commencé ? Une équipe internationale dirigée par Huang Wanpo, de l'Académie Sinica de Beijing, a mesuré en 1996 un âge très ancien

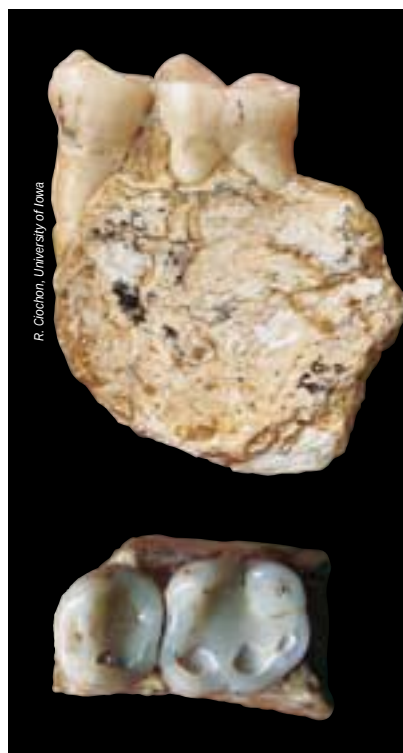
pour la grotte Longgupo, dans la province chinoise du Sichuan. Ce site avait précédemment fourni une incisive et un petit fragment de mandibule avec deux dents, initialement attribués à

un *Homo erectus*, ainsi que quelques outils de pierre très rudimentaires. La datation montra que les fossiles et les outils pouvaient avoir 1,9 million d'années, et une seconde analyse des fos-



L. Grace/D. Brenning

8. DES VAGUES SUCCESSIVES d'hommes primitifs ont quitté l'Afrique vers toutes les parties de l'ancien monde. Les preuves de ces migrations sont incomplètes, mais leur histoire est bien plus longue et plus complexe qu'on ne l'avait pensé.



R. Cochon, University of Iowa



R. Cochon, University of Iowa

9. DES FOSSILES DE LONGGUPO, comme le fragment de mandibule (à gauche), associés à des outils de pierre rudimentaires (à droite), pourraient indiquer la présence d'hominidés en Chine il y a 1,9 million d'années.

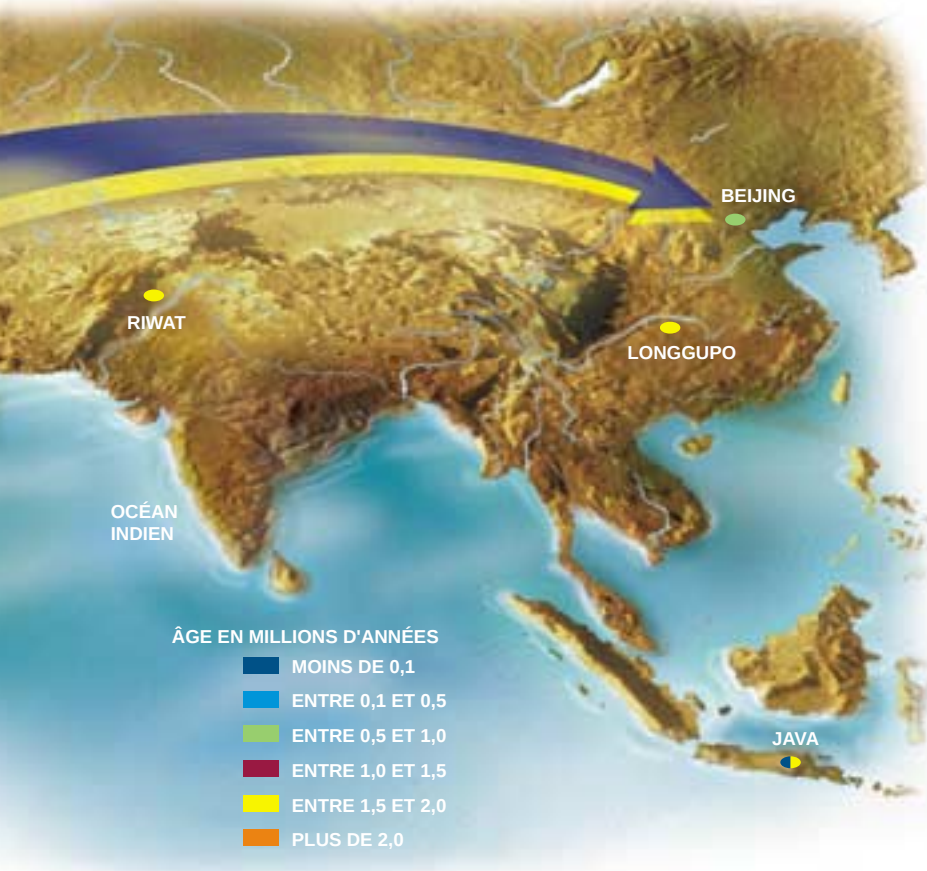
siles fit apparaître qu'ils ressemblaient davantage aux plus anciennes espèces africaines qu'à l'*Homo erectus*.

Avec mon collègue Jeffrey Schwartz, de l'Université de Pittsburgh, nous

avons montré que les dents du fragment de mandibule se rapprochent de l'*Homo* africain par leurs traits primitifs, plutôt que par leurs caractères spécialisés. En outre, elles ressemblent

beaucoup aux dents d'un hominoïde proche de l'orang-outang, découvert sur un site beaucoup plus récent au Viêt Nam. Bien que l'incisive semble avoir été celle d'un hominidé, elle ne possède aucune spécificité qui permette de l'attribuer à une espèce humaine particulière. La découverte de nouveaux fossiles à Longgupo éclairera peut-être la situation, mais, en attendant, on doit se contenter d'admettre que l'incisive et les outils indiquent la présence d'humains en Chine à une époque reculée. Ces Asiatiques primitifs étaient les descendants des premiers émigrants venus d'Afrique et, quelle que soit l'espèce à laquelle les hominidés de Longgupo se révéleront appartenir, il y a de fortes chances que Huang W. et ses collègues aient raison en supposant qu'ils seraient des précurseurs de l'*Homo erectus* plutôt que des membres de cette espèce.

Malgré l'enchaînement des faits, une anomalie subsiste : si l'*Homo erectus* s'est développé en Extrême-Orient à partir de migrants africains, le crâne OH9 appartient-il à cette espèce ? Si tel est le cas, l'*Homo erectus* aurait évolué en Extrême-Orient à une époque relativement ancienne (souvenons-nous que OH9 semble dater de presque 1,4 million d'années), et l'une des branches de cette espèce serait retournée en Afrique, à Olduvai. Cependant, si les nouvelles dates asiatiques sont confirmées, nous devrons probablement



R. Cochran, University of Iowa



E. Delson

10. CETTE MANDIBULE de Dmanisi, en Géorgie, pourrait être âgée de 1,8 million d'années. D'abord attribué à l'*Homo erectus*, son espèce d'appartenance reste en fait non identifiée.



11. LA GROTTE DE GRAN DOLINA, dans les monts Atapuerca, au Nord de l'Espagne, a produit les plus anciens fossiles humains trouvés à ce jour en Europe. Datant de 780 000 ans environ et initialement attribués à l'*Homo heidelbergensis*, ils pourraient appartenir à une forme différente. Le fragment frontal et la mandibule d'un crâne d'enfant (à droite) font partie des fossiles de Gran Dolina. Le crâne adulte (ci-dessous) provient de Sima de los Huesos, situé à environ un kilomètre de Gran Dolina, où fut découvert un vaste dépôt de fossiles humains, la plupart fragmentaires, mais remarquablement conservés, datés d'il y a environ 300 000 ans.



J. Trueba et J.-L. Arsuaga



J. Trueba, Madrid Scientific Films

admettre que le fossile OH9 appartient à une espèce d'hominidés totalement différente.

L'autre extrémité du continent eurasiatique était isolée du courant principal d'évolution de l'homme. Comme nous l'avons vu, les humains semblaient être arrivés en Europe assez tardivement. Dans cette région, les premiers sites archéologiques convaincants, avec des outils plutôt rudimentaires, dataient de 800 000 ans environ (tandis qu'au Proche-Orient, à quelques pas seulement de l'Afrique, le site d'Ubeidiya a fourni des outils acheuléens vieux de 1,4 million d'années, à peu près de la même époque que d'autres découverts dans le Sud). Le problème était qu'on n'y avait pas trouvé l'artisan de ces outils.

Cette lacune se comble notamment par les découvertes d'Eudald Carbonell et de ses collègues de l'Université de Tarragone, qui ont fouillé la grotte de Gran Dolina, dans les monts Atapuerca, au Nord de l'Espagne. En 1994, ils ont mis au jour de nombreux outils assez simples, ainsi que maints fragments de fossiles humains, dont le plus complet est une partie supérieure d'un crâne d'enfant. Tous ces fossiles provenaient d'un niveau qui a été daté de plus de 780 000 ans. Ils n'ont trouvé aucune trace d'outils acheuléens et ont observé sur les fossiles des traits primitifs qu'ils ont provisoirement attribué à l'*Homo heidelbergensis*. C'est dans cette espèce que l'on classe de plus en plus souvent les spécimens précédemment considérés comme des *Homo sapiens* archaïques. E. Carbonell et ses collègues pensent que leurs fossiles constituent le point de départ d'une lignée indigène européenne qui aurait progressivement évolué vers l'Homme de Neandertal. Cet hominidé, dont le cerveau est très développé, n'est connu qu'en Europe et au Proche-Orient, où il a prospéré entre 200 000 et 30 000 ans, jusqu'à son extinction due à l'«invasion» par l'*Homo sapiens*.

D'autres possibilités demeurent. Il se pourrait que les fossiles espagnols appartiennent à des hominidés qui auraient fait une première incursion en Europe à partir de l'Afrique, sans parvenir à s'y établir pour longtemps. En effet, des représentants de l'*Homo heidelbergensis* sont également connus en Afrique, dès 600 000 ans, et il est très probable que cette espèce ait recolonisé l'Europe par la suite. Là, elle aurait engendré l'Homme de Neandertal, tandis qu'une autre population africaine (au contraire

des Asiatiques) fondait la lignée aboutissant finalement à l'*Homo sapiens*.

À un kilomètre de Gran Dolina, Juan-Luis Arsuaga et ses collègues de l'Université Complutense de Madrid ont découvert un important dépôt de fossiles humains, remarquablement conservés, âgés d'environ 300 000 ans. Ils semblent être des ancêtres des Néandertaliens à certains égards, mais ne sont en aucun cas de vrais Hommes de Neandertal. Bien que les paléontologues soulignent que les Néandertaliens (et peut-être même d'autres espèces apparentées) constituaient un développement indigène européen, ces fossiles de Sima de los Huesos («La Fosse aux Ossements») ne permettent d'établir aucun lien antérieur avec leurs voisins de Gran Dolina.

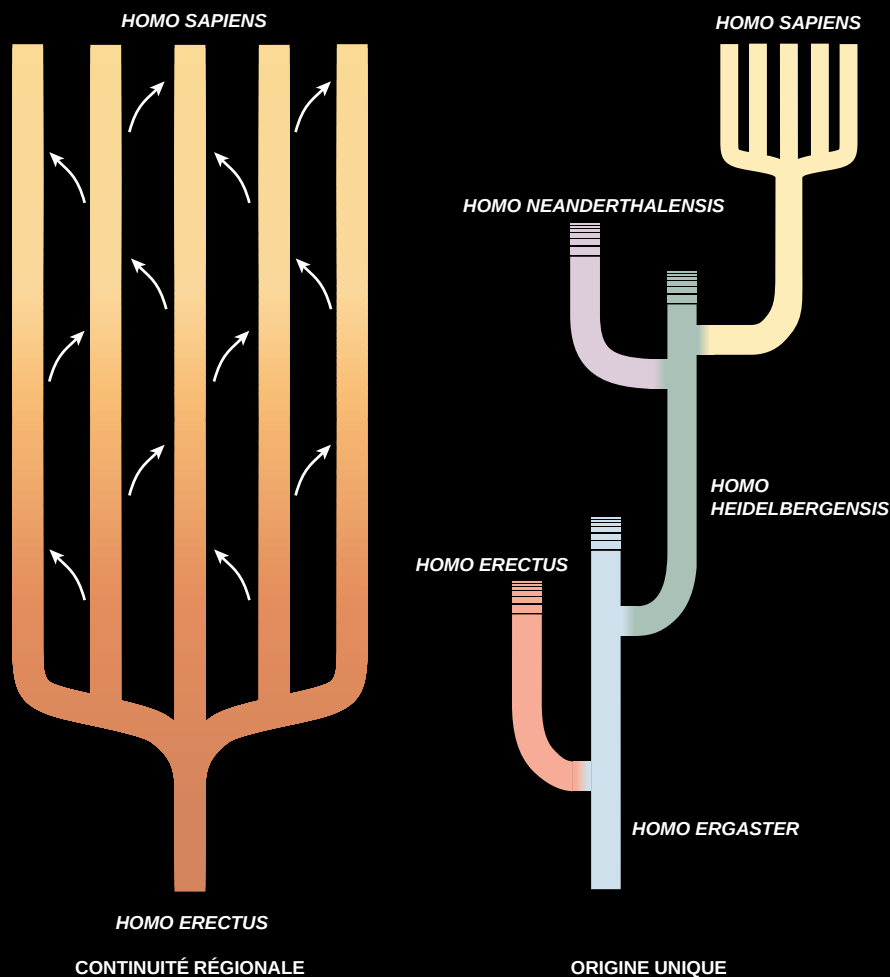
Nés en Afrique

Depuis longtemps, deux modèles d'émergence de l'homme s'opposent : celui de la «continuité régionale» et celui de l'«ancêtre africain unique» (voir *L'Afrique, berceau récent de l'Homme moderne* et *L'évolution multirégionale de l'Homme*, *Pour la Science*, juin 1992). Selon le premier modèle, les *Homo erectus* archaïques (y compris l'*Homo ergaster*) ne sont autres que des variantes anciennes de l'*Homo sapiens* et, pendant les deux derniers millions d'années, l'histoire de notre lignée est celle de tout un ensemble de populations appartenant à ces espèces, qui ont évolué dans toutes les régions de l'ancien monde en fonction des conditions locales, mais dont l'unicité a cependant été maintenue par les échanges de gènes. Les variantes géographiques que l'on observe aujourd'hui parmi les principales populations humaines ne seraient alors que le résultat des dernières permutations de gènes.

Le second modèle, qui coïncide bien mieux avec ce que l'on connaît du mécanisme général de l'évolution, propose que toutes les populations humaines modernes descendent d'une seule population ancestrale, apparue en un lieu unique, il y a 150 000 à 100 000 ans. Les fossiles, bien que ne constituant que de minces preuves, suggèrent que cette origine unique soit l'Afrique (ou peut-être le Proche-Orient). Les partisans de ce scénario se fondent en outre sur les arguments que fournissent des études comparatives de biologie moléculaire.

L'observation du rôle périphérique des populations d'hominidés en Asie

12. LES DEUX PRINCIPALES THÉORIES sur l'origine de l'homme moderne sont schématisées ci-contre. Selon la notion de «continuité régionale», toutes les populations humaines modernes descendent de l'*Homo erectus*, mais chaque population régionale a suivi sa propre évolution, tout en échangeant suffisamment de gènes avec les populations voisines (les flèches indiquent les échanges de gènes) pour maintenir son appartenance à une même espèce ; elles finirent toutes par évoluer vers l'*Homo sapiens*. La théorie de l'«origine unique» soutient que l'*Homo sapiens* descend d'une seule population ancestrale qui aurait émergé en un lieu unique, probablement en Afrique.



L. Grace, d'après The Last Neanderthal, de I. Tattersall (Macmillan, 1995)

et en Europe me fait penser que l'origine africaine et récente de l'*Homo sapiens* est la plus plausible. L'émergence de l'homme moderne est un événement récent, qui a connu une longue et complexe diversification évolutive des hominidés ; les fossiles montrent que, dès les tout premiers temps, l'Afrique était le centre d'où ont émergé de nouvelles lignées d'hominidés. D'intéressants développements évolutifs ont eu lieu à la fois en Europe et en Extrême-Orient, mais ils concernaient des populations qui, non seulement avaient été engendrées, mais qui avaient également fini par être supplantées par des émigrants venus d'Afrique. Notre lignée est née en Afrique et, depuis que les hominidés se sont émancipés de leur habitat en lisière de forêts, ce continent n'a cessé de produire des vagues successives d'émigrants vers toutes les régions de l'ancien monde.

Les datations de fossiles orientaux indiquent que la mobilité des populations humaines remonte au

début des hominidés dont la silhouette est résolument moderne. D'autre part, les fossiles récemment trouvés en Europe montrent que, même si différentes variantes régionales y ont évolué, l'histoire de l'occupation de cette région n'est pas simple. Les nouvelles données sur le passé lointain de l'homme ont surtout servi à souli-

gner la complexité des événements qui ont jalonné notre évolution. Nous ne pouvons qu'espérer que l'étude toujours plus précise de fossiles fera ressortir les détails de ce qui fut manifestement un lent processus de spécialisation des hominidés et de mouvements de populations, au cours des deux derniers millions d'années.

Ian TATTERSALL dirige le département d'anthropologie du Musée d'histoire naturelle de New York.

J.-L. ARSUAGA et al., *Three New Human Skulls from the Sima de los Huesos Middle Pleistocene Site in Sierra de Atapuerca, Spain*, in *Nature*, vol. 362, n° 6420, pp. 534-537, 8 avril 1993.

C.C. SWISHER III et al., *Age of the Earliest Known Hominids in Java, Indonesia*, in *Science*, vol. 263, n° 5150, pp. 1118-1121, 25 février 1994.

L. GABUNIA et A. VEKUA, *A Plio-Pleistocene Hominid from Dmanisi, East Georgia, Caucasus*, in *Nature*, vol. 373, n° 6514, pp. 509-512, 9 février 1995.

E. CARBONELL et al., *Lower Pleistocene Hominids and Artifacts from Atapuerca-TD6 (Spain)*, in *Science*, vol. 269, n° 5225, pp. 826-830, 11 août 1995.

HUANG W. et al., *Early Homo and Associated Artefacts from Asia*, in *Nature*, vol. 378, n° 6554, pp. 275-278, 16 novembre 1995.

J.H. SCHWARTZ et I. TATTERSALL, *Whose Teeth?*, in *Nature*, vol. 381, n° 6579, pp. 201-202, 16 mai 1996.

C.C. SWISHER III et al., *Latest Homo erectus of Java : Potential Contemporaneity with Homo sapiens in Southeast Asia*, in *Science*, vol. 274, n° 5294, pp. 1870-1874, 13 décembre 1996.

