

Paléontologie humaine

M. Michel BRUNET, professeur

COURS : LES HOMINIDÉS ANCIENS... UNE NOUVELLE HISTOIRE À LA LUMIÈRE
DES DÉCOUVERTES RÉCENTES
PARTIE III : ÉVOLUTION, PALÉOBIOGÉOGRAPHIE, PALÉOÉCOLOGIE
ET PALÉOENVIRONNEMENTS DES HOMINIDÉS ANCIENS

La première partie du cours, traitée en 2007-2008, portait sur le berceau africain. La seconde partie (2008-2009) portait pour titre : Le genre *Homo* part à la conquête du reste du monde. La troisième partie abordée cette année (2009-2010) est consacrée au thème suivant : Évolution, paléobiogéographie, paléoécologie et paléoenvironnements des hominidés anciens.

Jeudi 24 septembre 2009 : leçon solennelle de la rentrée de l'université de N'Djamena au Tchad ; les jeudi 25 mars, 1^{er}, 8 & 15 avril, 6, 20, 27 mai, 3 & 10 juin 2010, de 10 h à 12 h 30, amphithéâtre Marguerite de Navarre, Collège de France, 11, place Marcelin-Berthelot, Paris.

Les Hominidés du Miocène supérieur, un nouveau grade évolutif de la famille humaine (25 mars 2010)

Durant la dernière décennie, trois nouveaux taxons d'Hominidés ont été décrits dans le Miocène supérieur du continent africain. Deux d'entre eux, datés autour de 6 Ma, proviennent d'Afrique orientale : *Orrorin tugenensis* du Kenya et *Ardipithecus kadabba* d'Éthiopie tandis que le troisième, le plus ancien actuellement connu, *Sabelanthropus tchadensis* daté de 7 Ma a été mis au jour, en Afrique centrale, au Tchad. Leurs caractères anatomiques connus, que ce soient ceux de leur denture, du crâne ou du squelette appendiculaire montrent que ce ne sont ni des australopithèques, ni des représentants du genre *Homo*, et qu'ils appartiennent bien à un nouveau grade évolutif de la famille humaine que nous proposons pour

le moment de nommer « les Hominidés du Miocène supérieur ». Tous les trois sont bipèdes et les associations fauniques indiquent qu'ils devaient fréquenter des espaces boisés.

De plus, ce qui vient d'être décrit par T.D. White (*Science*, 2009) et son équipe du squelette appendiculaire sub-complet de *Ardipithecus ramidus* montre que cette forme du Pliocène inférieur d'Éthiopie (4,4 Ma), considérée par ces auteurs comme le descendant probable de *Ardipithecus kadabba*, est un bipède grimpeur, à la fois arboricole et terrestre, avec un gros orteil opposable et des pieds plats sans voûte plantaire.

Seule la découverte de nouveaux fossiles permettra d'établir les rapports phylogénétiques qui existent entre ces trois taxons. Les propositions actuelles des différents auteurs demeurent bien trop conjecturales faute des éléments de comparaison qui permettraient de proposer des rapports de parenté robustes.

Enfin il convient de souligner que ce nouveau grade évolutif est sûrement, sinon le premier ou du moins un des tous premiers de la famille humaine après la dichotomie Panidés-Hominidés.

Évolution et biodiversité des Hominidés du Mio-pliocène (à l'exception du genre *Homo*) (1^{er} avril 2010)

Les caractères définissant les Hominidés sont finalement assez peu nombreux, beaucoup sont liés à une acquisition clef au cours de notre évolution : la bipédie.

Globalement les plus anciens préhumains connus, ceux du Miocène supérieur, semblent être des bipèdes grimpeurs, sûrement plus arboricoles que terrestres avec au pied, au moins pour *Ardipithecus*, un gros orteil opposable. Ces Hominidés du Miocène supérieur devaient plutôt fréquenter des espaces boisés de forêt claire.

Chez leurs descendants probables, les Australopithèques, la bipédie va devenir de plus en plus terrestre dans un habitat beaucoup plus ouvert de type savane arborée.

D'un point de vue anatomique, la bipédie entraîne de profondes modifications du squelette crânien (migration vers l'avant du *foramen magnum* et corrélativement bascule vers l'avant de l'arrière crâne), appendiculaire (le membre antérieur va devenir plus court par rapport au membre postérieur dont le fémur s'allonge) et axial (courbures de la colonne vertébrale).

L'ensemble de ces modifications va aussi entraîner des changements au niveau de la denture. Ainsi les canines vont avoir des couronnes petites sans crête aiguisoir, corrélativement il y a perte de la facette aiguisoir sur la face vestibulaire de la P/3. L'émail des dents jugales devient plus épais que celui des grands singes africains. L'ensemble de ces modifications de la denture correspond à un régime alimentaire auquel s'ajoute certains aliments plus durs (noix, graines, tubercules) dans un habitat qui devient de plus en plus ouvert. Corrélativement, ces préhumains et plus particulièrement les Australopithèques, deviennent très probablement plus terrestres qu'arboricoles.

Principales tendances évolutives du genre *Homo* (8 avril 2010)

Dans l'état actuel de nos connaissances se pose maintenant la question de la définition du genre *Homo*.

Pour Bernard Wood Washington University, « le genre *Homo* doit avoir une limite inférieure bien distincte tant sur le plan anatomique que comportemental ». Il doit correspondre à un nouveau type adaptatif caractérisé par une masse corporelle plus grande, plus humain, adapté à un habitat ouvert, une locomotion au sol strictement bipède avec une capacité au grimper réduite. Des dents et des mâchoires plus humaines. La possibilité d'occuper et de vivre dans des habitats différents. » D'après une telle « diagnose », *Homo habilis* et *Homo rudolfensis* devraient être considérés comme des espèces d'Australopithèques.

Quoi qu'il en soit, le genre *Homo* regroupe des espèces bipèdes exclusivement terrestres et avec un grand cerveau. Ceci se traduit par des caractères anatomiques particuliers : du crâne (réduction de la face associée à une grande capsule cérébrale) ; de la denture (canines réduites et incisiformes, dents jugales petites et recouvertes d'une couche d'émail très épaisse) ; du squelette axial (bassin élargi en cuvette, colonne vertébrale à plusieurs courbures) et appendiculaire (membre supérieur et inférieur ont perdu leur adaptation au grimper, membre postérieur adapté à la course d'endurance).

Globalement, le genre *Homo* est plus mobile. Pour satisfaire aux besoins en énergie de son cerveau plus grand il va, entre autres, ajouter plus de viande à son menu et devenir chasseur. Son territoire de vie va devoir s'agrandir.

Il est remarquable de constater que c'est à ce moment là, entre 2 et 3 Ma qu'il va quitter l'Afrique pour partir à la conquête du reste de l'Ancien Monde.

Biogéographie et paléobiogéographie : application aux Hominidés anciens

(15 avril et du 6 mai 2010)

Comme pour les autres mammifères, il est nécessaire de bien connaître l'histoire biogéographique dans le temps d'un groupe si l'on veut comprendre son histoire évolutive dans le temps et dans l'espace.

Pour les Hominidés anciens, notre connaissance de leur paléobiogéographie reste très fragmentaire et incomplète. Jusque-là les auteurs ont essentiellement raisonné à partir d'une répartition ancienne recouvrant l'Afrique du Sud et l'Afrique de l'Est. Nous avons montré que cette distribution ancienne est beaucoup plus vaste et s'étend aussi en Afrique saharo-sahélienne : Tchad, Libye, mais aussi probablement Égypte, Niger, Soudan, etc.

Ainsi, par exemple, l'étude des assemblages fauniques de vertébrés fossiles du Mio-pliocène du Tchad montre de nombreux échanges fauniques et leur caractère intermittent dans le temps et dans l'espace. Ces échanges ont existé avec le Nord, notamment au Miocène supérieur avec la Libye, mais aussi avec l'Eurasie, tandis qu'à la même époque l'Afrique orientale semble isolée.

À ce sujet, l'exemple de l'histoire biogéographique des hippopotamidés est riche d'enseignement. Ce groupe connaît successivement une période d'échanges avec le

Nord puis d'isolement, pendant laquelle il reste isolé de ses contemporains d'Afrique orientale, puis à partir de 2,5 Ma des échanges s'établissent avec l'ensemble de l'Afrique et de l'Eurasie. Ce groupe illustre parfaitement tout le chemin qui nous reste à parcourir, que ce soit chez les Hominidés anciens ou plus récents, pour avoir une idée pertinente de leur histoire paléobiogéographique.

Paléoécologie des Hominidés anciens (20 mai 2010)

Les assemblages fauniques associés aux Hominidés fossiles permettent de reconstruire la paléoécologie des diverses espèces et ceci en utilisant d'abord le principe de l'actualisme.

Ainsi, on postule que des espèces proches (fossiles et actuelles) doivent occuper une niche écologique voisine. Un cheval à trois doigts (*hipparion*) doit probablement être comme les chevaux actuels un brouteur d'herbe et donc vivre dans des environnements ouverts de prairie. De la même manière, on peut distinguer chez les bovidés des brouteurs d'herbe (prairie) et des brouteurs de feuilles (forêt).

L'étude de la micro et de la méso-usure dentaires permet également de préciser le régime alimentaire d'un individu. En effet, la surface occlusale des molaires présente des traces d'usures : ponctuations et/ou stries, en proportions différentes d'une espèce à une autre et ceci en fonction du régime alimentaire. Ces proportions peuvent être comparées à une base de données regroupant des espèces actuelles dont le régime alimentaire est connu. Il devient alors possible d'envisager le régime alimentaire du mammifère fossile concerné.

De même, la biogéochimie isotopique des isotopes stables du carbone et de l'oxygène de l'émail dentaire des mammifères permet également d'obtenir des indications sur le régime alimentaire de l'animal.

L'ensemble des données ainsi obtenues à partir de ces différentes méthodes permet de préciser les préférences écologiques des mammifères concernés, y compris celles des hominidés anciens, puis de proposer la niche écologique occupée par chacune des espèces de l'assemblage faunique étudié.

Environnements et paléoenvironnements : application aux Hominidés anciens (27 mai et 3 juin 2010)

L'étude du contexte sédimentologique va permettre d'apporter des précisions quant aux environnements au moment du dépôt des diverses couches sédimentaires.

Ainsi, dans le bassin du lac Tchad depuis au moins le Miocène supérieur (7-8 Ma), on assiste à une cyclicité des dépôts sédimentaires que l'on pourrait qualifier de trilogie tchadienne : à la base des grès éoliens (phase désert) qui sont surmontés par des grès fluvio-lacustres (transgression phase humide) eux-mêmes recouverts par des argiles et/ou des diatomites (paroxysme de la phase lacustre du méga lac Tchad). Cette trilogie est répétitive depuis au moins 8 Ma.

Ainsi, l'assemblage faunique associé à Toumaï a été mis au jour dans un niveau de grès fluvio-lacustre qui témoigne d'une transgression dulçaquicole sur un niveau désertique.

Nous avons vu que, par sa structure, l'assemblage faunique lui-même permet de définir à quel type d'environnement il correspond : de type boisé, savane herbeuse ou arborée, prairie, etc.

Enfin, nous savons également qu'il est possible de préciser la niche écologique des diverses espèces d'un assemblage faunique.

L'ensemble des données ainsi acquises permet d'obtenir une bonne image du contexte environnemental.

Ainsi, on peut dire qu'il y a 7 Ma, Toumaï vivait dans un contexte de type paysage mosaïque, c'est-à-dire dans un paléopaysage probablement tout à fait comparable avec l'actuel delta de l'Okavango au Botswana.

Les études en cours permettront de préciser les préférences écologiques de Toumaï. Comme les autres Hominidés du Miocène supérieur, il fréquentait plus probablement un espace boisé de forêt claire.

Une telle démarche peut être complétée par des analyses polliniques, mais aussi par l'étude des restes fossiles de végétaux, que ce soient les macro-restes tels que les graines, les feuilles, ou bien les micro-restes tels que les phytolithes par exemple.

L'ensemble de ces approches permettra à terme de reconstruire les paléoenvironnements successifs qui ont vu naître et évoluer la famille humaine.

Durant les 7 Ma de notre histoire, nous avons été successivement nomades-cueilleurs, puis nomades-cueilleurs-chasseurs. Ce n'est que très récemment, il y a moins de 10 000 ans, que nous sommes devenus sédentaires-agriculteurs-éleveurs.

Synthèse et perspectives : réflexions sur la nécessité de la transdisciplinarité dans le cadre de la dualité paléontologie de terrain-analyses haute technologie (10 juin 2010)

L'ensemble des cours et séminaires a bien mis en évidence la nécessaire transdisciplinarité pour obtenir des résultats de plus en plus fiables. La difficulté principale étant, pour ce qui concerne notre pays, un cloisonnement entre les grandes disciplines, cloisonnement qu'il est parfois difficile de franchir. Mais c'est pourtant toujours le prix à payer pour une recherche plus innovante et des découvertes inattendues.

Enfin, et c'est là aussi un point essentiel pour essayer de mieux comprendre notre histoire, nous manquons de restes fossiles... Il faut donc aller en chercher sur le terrain. Je suis particulièrement fier de pouvoir dire que, dans mon équipe, nous avons toujours étudié les fossiles que nous avons nous-mêmes mis au jour sur le terrain, parfois dans les conditions difficiles de milieux extrêmes mais aussi dans des contextes politiques instables dont la caractéristique principale n'est pas la quiétude... J'étais par exemple à Kaboul en mai 1978 au moment du premier coup d'État contre le Roi Daoud... !

C'est dire que nous n'avons plus besoin de paléanthropologues de salon. Il y en a déjà trop... Mais au contraire il faut recruter de jeunes paléanthropologues de terrain. Ce sont ces derniers qui feront les découvertes les plus importantes de demain.

Enfin, bien sûr, il faut aussi utiliser à bon escient toutes les nouvelles technologies. Je pense notamment à l'imagerie scanner en lumière synchrotron. Après numérisation et segmentation de ces images, nous pouvons maintenant faire des reconstructions virtuelles 3D. Ces nouvelles techniques non destructives de l'imagerie permettent d'avoir accès à l'anatomie interne et à la structure fine des fossiles. Ce sont ces techniques qui nous ont permis de redonner sa forme originelle à Toumaï puis, en collaboration avec un artiste sculpteur, de lui donner un visage.

Ce sont également des nouvelles techniques qui ont permis l'avènement de la paléogénétique. On peut maintenant séquencer des ADN anciens, pour le moment jusque vers 100 000 ans, et ainsi comparer le génome d'un Néanderthalien avec celui d'un homme moderne. Bien sûr, nous n'en sommes qu'au tout début. Les difficultés à résoudre sont encore nombreuses. Mais les résultats acquis augurent déjà de la faisabilité de telles recherches.

Au niveau des régimes alimentaires, nous avons parlé des études de biogéochimie isotopique (isotopes stables du carbone et de l'oxygène) sur l'émail dentaire des molaires de mammifères actuels et fossiles. De nouveaux spectromètres à flux permanent permettent maintenant d'obtenir des résultats non affectés par les pollutions métalliques intervenues pendant ou après la fossilisation.

De la même manière, en collaboration avec l'équipe du CEREGE de l'université d'Aix-Marseille (voir séminaire du professeur Didier Bourles le 14 mai 2008, *Annuaire du Collège de France*, 2008), une nouvelle méthode de datation a pu être mise en application pour obtenir une datation absolue de Toumaï (7 Ma) à partir d'un cosmo nucléide le Béryllium 10.

Bien d'autres approches sont encore possibles. De nouvelles verront le jour. Mais quoi qu'il en soit, ce n'est pas en les appliquant sur le matériel déjà mis au jour et conservé en musée que l'on arrivera à comprendre notre histoire évolutive. Nécessairement, il faut, dès maintenant, commencer par aller sur le terrain pour récolter de nouveaux fossiles. Ainsi, les recherches qui ont été menées (ou sont encore en cours) avec mon équipe ouvrent un vaste territoire complètement inexploré sur le continent africain. Voilà déjà tout un programme pour les jeunes générations !

SÉMINAIRES

Early hominins: learning from the kids/Les premiers Homininés : apprendre des enfants (25 mars 2010)

Dr. A. Zeresenay, Director Irvine Chair of Anthropology, California Academy of Sciences, San Francisco, États-Unis

Le registre fossile montre que la lignée humaine est apparue il y a entre 6 et 7 millions d'années, après la séparation *Homo/Pan*. La constellation de caractères d'Homininés chez les premiers d'entre eux, notamment la présence d'une bipédie facultative et l'absence de facette aiguë, suggère que notre histoire évolutive a

commencé à cette période. L'apparition d'*Australopithecus*, il y a environ 4,2 millions d'années, est un autre point de repère dans cette histoire évolutive. Les espèces d'*Australopithecus* présentent de nouvelles adaptations majeures qui rappellent l'homme moderne. Des adaptations dentaires, comme leurs molaires de grande taille recouvertes d'un émail épais, traduisent de nouvelles adaptations alimentaires. Les éléments post-crâniens d'*Australopithecus* indiquent le passage d'une bipédie facultative à une bipédie dominante, même si le déplacement arboricole faisait encore partie de leur répertoire de locomotion. Des transformations en termes de comportement social sont également visibles, d'après ce que l'on peut comprendre de l'étude de la taille des canines et du dimorphisme sexuel. Ces changements anatomiques et comportementaux se sont poursuivis au sein du genre et progressivement l'une de ces espèces est devenue l'ancêtre du genre *Homo*.

Le genre *Australopithecus* est connu depuis 1925, quand Raymond Dart a publié la découverte de l'enfant de Taung en Afrique du Sud. Ce genre regroupe plusieurs espèces datées entre 4 et 2,5 millions d'années. Notre compréhension du genre et de ses espèces en termes de morphologie crânienne et post-crânienne, de locomotion, de dimorphisme sexuel, de taille, de proportions corporelles, de paléoenvironnement, de paléécologie et d'autres aspects s'est considérablement améliorée au cours du temps, principalement grâce à la multiplication des travaux de terrain dans de nombreuses régions d'Afrique. De plus, les récentes avancées des techniques de laboratoire et des méthodes de visualisation ont permis d'accéder à des parties de l'anatomie du squelette jusque-là inaccessibles. Malgré ces résultats encourageants et le fait que la paléobiologie d'*Australopithecus* soit maintenant raisonnablement bien connue, beaucoup de problématiques ayant trait à la diversité spécifique, les relations phylogénétiques entre les espèces, les migrations et la paléobiogéographie, entre autres, demeurent mal appréhendées. En particulier, le registre fossile est muet quant à la ontogénie (la croissance et le développement) à cause de la grande rareté des restes fossiles de juvéniles.

Dans cette conférence, je présente la découverte et l'analyse préliminaire d'un squelette presque complet d'*Australopithecus* de Dikika, en Éthiopie, surnommé « Selam » (le nom signifie « paix » en éthiopien), et parler de son importance pour l'étude du genre et des premiers Homininés en général. Jusqu'à ce jour, on ne connaissait de squelettes presque complets d'enfants que chez les Hommes modernes et les Néanderthaliens. Mais sur les millions d'années d'évolution humaine qui ont précédé, pas un seul enfant n'était connu par plus qu'un crâne, un morceau de mâchoire ou quelques dents isolées. Étant complet et exceptionnellement préservé, le squelette de Selam apparaît comme l'une des découvertes majeures de l'histoire de la paléanthropologie. Cette trouvaille comprend le crâne complet, avec une impression naturelle en grès de l'endocrâne, ainsi que des parties du squelette qui étaient jusqu'alors inconnues ou très peu connues, comme l'os hyoïde. De la partie supérieure du squelette, la plus grande partie de la colonne vertébrale, les omoplates, les côtes et les deux clavicules ont été retrouvées. Les omoplates sont quasiment absentes du registre fossile si l'on excepte des fragments chez Lucy et chez une autre espèce (*Australopithecus*

africanus). Des parties de la jambe, dont les deux rotules et des parties substantielles de la cuisse (fémur) et du tibia des deux jambes, ont également été exhumées en complément d'un pied presque complet. Des indices tirés des sédiments dont a été extrait le bébé, associés à l'absence de preuve d'activité de carnivores, d'abrasion ou de transport, indiquent que la jeune enfant a été probablement ensevelie durant une inondation peu après sa mort. Il est possible que cette même inondation soit la cause de sa mort.

Parmi les contributions scientifiques majeures de cette découverte, la documentation par Selam du premier squelette complet d'un *Australopithecus afarensis* est au premier plan. Grâce à cette découverte, il est maintenant possible d'étudier les changements du crâne d'*Australopithecus afarensis* au cours de la croissance entre l'enfant et l'adulte. Le squelette post-crânien (le squelette autre que celui de la tête) est également représenté par de nombreux os qui apportent des informations primordiales sur la locomotion et la taille d'*Australopithecus afarensis*. Le fémur (l'os de la cuisse), le tibia (os de la jambe) et le pied de la très jeune fille apportent les preuves que cette espèce ancienne marchait en position redressée dès l'âge de trois ans. Cependant, les deux omoplates sont semblables à celles des gorilles. Les doigts sont également longs et recourbés, comme chez d'autres spécimens d'*A. afarensis*. Ces observations soulèvent de vieilles questions toujours d'actualité. Même s'il était un bipède efficace sur le sol, *A. afarensis* gardait probablement, particulièrement les plus petits spécimens, sa capacité à grimper aux arbres, qui était peut-être une adaptation pour dormir la nuit en évitant les prédateurs. Troisièmement, cette découverte est l'une des rares et enthousiasmantes découvertes d'os hyoïde. La morphologie de cet os chez Selam est similaire à celle des grands singes et diffère de celle des humains. Cet os, qui est inconnu chez tous les ancêtres de l'homme à l'exception d'un spécimen de néanderthalien, est supposé jouer un rôle important dans le langage humain et nous donne des indices pour comprendre la nature et l'évolution de la voix humaine. Enfin, la préparation de ce nouveau fossile est toujours en cours. Les éléments qui ont été évoqués ici n'ont été que partiellement étudiés. Il n'a pas été possible pour l'instant d'examiner d'autres parties du squelette, notamment les côtes, les vertèbres et les clavicules, ni d'analyser leur signification en termes de comportement et de locomotion d'*A. afarensis*. Quand ce sera fait, une vision précise du plan d'organisation corporelle des bébés des ancêtres des humains sera disponible et d'un intérêt crucial pour les questions de comportement, proportions corporelles, taille et développement du squelette de nos premiers ancêtres.

Les plus anciens Européens de l'Est : l'Homme de Dmanisi (Caucase) (1^{er} avril 2010)

Professeur David Lordkipanidzé, directeur du Muséum de Tbilissi (Géorgie)

Aujourd'hui, il est évident que nos ancêtres biologiques, les premiers Hominidés sont apparus en Afrique et que, durant une longue période, ils n'ont été présents que sur ce seul continent. La question de leur expansion en Eurasie est l'objet de débats permanents.

Depuis combien de temps ses ancêtres avaient-ils quitté leur berceau africain ? Quels chemins avaient-ils empruntés ? Et de quelle sorte d'hommes s'agissait-il ? Autant de questions qui font débat parmi les spécialistes.

Il y a entre 2 et 1,5 million d'années, deux événements très importants se sont produits dans l'évolution de l'homme. D'abord, en Afrique, l'émergence du genre *homo*. Ensuite, son expansion dans le reste de l'Ancien Monde.

Depuis bientôt vingt ans, le sous-sol d'une ville médiévale, Dmanisi, en Géorgie, livre les plus anciennes traces indiscutables du genre *homo* en Eurasie. L'ensemble des études géochronologiques, paléomagnétiques et biochronologiques indiquent donc un âge compris entre 1,8 et 1,7 Ma pour le site de Dmanisi.

Les fouilles menées sur le site ont permis la découverte d'un assemblage d'industries lithiques de type Oldowayen, composé de plus de 6 000 pièces, ainsi que de très nombreux vestiges paléontologiques, comprenant une abondante faune ainsi que d'exceptionnels restes d'hominidés.

Une quarantaine d'ossements attribués au genre *Homo* (cinq crânes, quatre mandibules et des restes post-crâniens) ont été découverts à Dmanisi. C'est la plus grande collection au monde de fossiles d'*Homo* anciens provenant du même site. Ces restes paléoanthropologiques présentent une mosaïque de caractères observés à la fois chez *Homo habilis* et chez *Homo erectus*. Les spécimens de Dmanisi ont une très faible capacité cérébrale. Elle est d'environ 750 cm³ pour le plus grand, et seulement 600 cm³ pour le plus petit, soit à peu près la moyenne de celle d'*Homo habilis*. L'étude des restes post-crâniens de Dmanisi suggère que la première espèce d'homininés à s'étendre en dehors d'Afrique ne possédait pas l'ensemble des traits locomoteurs dérivés apparents chez l'*Homo erectus* africain et chez les homininés postérieurs.

Les différences anatomiques évidentes entre les spécimens de Dmanisi ne suffisent pas à les classer dans plus d'une espèce. Qu'il s'agisse d'*Homo habilis*, d'*Homo erectus*, d'*Homo ergaster*, ou encore d'*Homo georgicus*, ces différences nous révèlent plutôt l'étendue de la variabilité au sein d'une population d'*Homo* archaïques.

Les homininés de Dmanisi ne sont donc pas aussi modernes morphologiquement que l'on s'y attendait de la part des premiers représentants du genre *homo* en dehors de l'Afrique. De la même façon, concernant leurs réalisations techniques, la plupart des spécialistes pensaient que les humains n'avaient pu quitter le continent africain qu'avec une industrie lithique plus avancée telle que l'acheuléen, dans laquelle les outils étaient façonnés sur les deux faces (bifaces) et normalisés.

Anthropoïdes, biogéographie et paléobiogéographies : méthodes et reconstructions des bio-provinces (8 avril 2010)

Professeur Jean-Jacques Jaeger, UMR 6046 IPHEP CNRS-université de Poitiers

Les six provinces biogéographiques actuelles définies pour les mammifères sont analysées, et les points faibles de cette approche sont soulignés. Ils concernent le problème des limites géographiques de ces provinces, qui fluctuent en fonction des

variations climatiques et de la durée de vie variable des espèces qui apparaissent puis s'éteignent. Mais la principale limitation à l'utilisation en paléontologie de ces paléoprovinces biogéographiques concerne les capacités de dispersion. Toutes les espèces animales et végétales ont, au cours de leur évolution, développé des formes d'adaptation à la dispersion. Les modalités sont extrêmement diverses et peuvent relever de différents types d'histoires de vie, comme la recherche de nouvelles ressources alimentaires et reproductrices ou le succès adaptatif, comme c'est le cas pour *Homo sapiens* et ses espèces commensales (rats, souris). Les données paléontologiques permettent de prouver que ces mécanismes de dispersion ont été très rapides dans le passé et qu'ils concernent aussi bien des espèces planctoniques que des grands mammifères comme le cheval. Des déplacements de quelques kilomètres par génération peuvent conduire, au cours de nombreuses générations successives, à des dispersions très importantes. Ces phénomènes de dispersion peuvent être classés en deux catégories distinctes : la dispersion active et la dispersion passive. Dans le premier cas, les barrières et les courses d'obstacles jouent un rôle important. En ce qui concerne la dispersion passive, des radeaux naturels, arrachés aux continents par des fleuves en crue, sont invoqués pour expliquer le peuplement de Madagascar par les lémuriens et de l'Amérique du Sud par les singes platyrrhiniens et les rongeurs caviomorphes. Certains auteurs, comme Cain (1944) ont essayé de définir des critères pour localiser un centre de dispersion des espèces d'un groupe taxonomique actuel. Mais sur les 13 critères proposés, seuls quelques-uns peuvent être appliqués aux fossiles. À ces approches classiques de la biogéographie sont venues s'ajouter l'approche de la théorie de la vicariance qui considère que les dispersions ne peuvent être testées et prouvées scientifiquement et qu'il faut donc en priorité considérer les conséquences biogéographiques de la fragmentation passive des anciens territoires, par l'apparition de barrières marines, tectoniques ou climatiques. Dans ce modèle, les relations de parenté entre les différents groupes d'espèces affectées par cette fragmentation décrivent également la succession des événements de fragmentation de leur aire géographique initiale. Malheureusement, cette approche implique l'absence de dispersion et d'extinction d'espèce, et la différenciation d'une nouvelle espèce (spéciation) à chaque isolement ! Ces conditions, très théoriques et très éloignées de la réalité biologique, limitent considérablement l'utilisation de cette méthode, aujourd'hui très peu utilisée pour des groupes représentés par de nombreux fossiles, comme les mammifères.

Ces méthodes, appliquées à l'histoire des primates anthropoïdes anciens, révèlent que ce dernier groupe, traditionnellement considéré comme d'origine africaine, avait en réalité une origine asiatique très ancienne. Des phénomènes de dispersion, se situant entre 42 et 37 Ma. ont amené les premiers singes anthropoïdes en Afrique, associés à d'autres groupes de mammifères asiatiques. Les recherches en cours à l'IPHEP-Poitiers visent à établir un calendrier précis de ces phénomènes d'immigration et à identifier les voies de dispersion suivies. Cette interprétation vient d'être confirmée par la découverte en Algérie, dans un site de plus de 45 Ma, riche en primates, de l'absence totale d'anthropoïdes. Ces plus anciens anthropoïdes

africains sont considérés comme les ancêtres des formes sud-américaines actuelles, les platyrrhiniens, qui ne sont connus sur ce continent que depuis 27 Ma. Une dispersion, active ou passive à donc dû permettre à des anthropoïdes africains de traverser l'Atlantique Sud, après leur arrivée en Afrique il y a 42 à 39 Ma. Cependant, les modalités de cette dispersion restent encore un mystère et différentes hypothèses sont en train d'être testées au moyen de la recherche de nouveaux sites de fossiles dans les différents territoires susceptibles d'avoir joué un rôle de voie de passage dans cette dispersion.

Les Hominidés du Malawi et la palébiogéographie des Hominidés anciens

(15 avril 2010)

Friedmann Schrenk, professeur, Goethe University Frankfurt & Research Institute Senckenberg, Francfort sur le Main, Allemagne

Des restes des genres *Homo* et *Paranthropus* ont été mis au jour dans deux sites contemporains (Uraha et Malema) du « corridor à hominidés » au nord du Malawi (les niveaux « Chowondo Beds »). La datation relative suggère un âge compris entre 2,6 et 2,4 millions d'années pour ces sites. Les deux spécimens, une mandibule attribuée à *Homo rudolfensis* (UR501 d'Uraha) et un fragment de maxillaire de *Paranthropus boisei* (RC911 de Malema), genre connu exclusivement en Afrique de l'Est, représentent les localités les plus méridionales de la distribution de ces taxons.

La signification biogéographique de ces hominidés de la zone Rift-Malawi tient dans leur association au groupe de faune endémique d'Afrique de l'Est. Les faunes de bovidés et de suidés présentent la superposition d'un petit nombre d'éléments d'Afrique du Sud et d'un grand nombre d'éléments d'Afrique de l'Est.

Les variations biogéographiques en Afrique du Sud-Est sont probablement liées à des modifications d'habitats provoquées par des changements climatiques, dont le changement maximal se produit autour de 2,5 millions d'années. La faune de mammifères de Malema, qui comprend une forte proportion d'Alcélapinés, suggère un habitat ouvert. Ce type d'habitat est également indiqué par l'assemblage d'hipparions et de notochoerins à couronnes élevées, qui présentent des adaptations à des environnements allant de la forêt ouverte à la savane. Les bovidés reduncinés, fréquents aux abords des cours d'eau, sont rares, et l'occurrence d'hippotraginés, de bovinés et de tragelaphinés est faible. L'écosystème général du Rift du Malawi au cours du Pliocène tardif était un environnement mosaïque de savanes, aux habitats plus fréquemment ouverts et arides qu'humides ou fermés, et contenait le paléo-lac Malawi petit et écologiquement instable.

Nos découvertes suggèrent que les animaux des zones tropicales et équatoriales d'Afrique de l'Est, y compris les hominidés, restèrent dans le domaine écologique tropical d'Afrique, tandis qu'au cours du refroidissement et de l'aridification globales du climat autour de 2,5 millions d'années les faunes de l'Afrique du Sud, au climat plus tempéré, ont suivi leurs zones de végétation vers le nord.

Ainsi, les genres *Homo* et *Paranthropus* pourraient avoir émergé en Afrique tropicale à la suite du refroidissement climatique autour de 2,5 millions d'années, et restèrent

sur place. Nous avons fourni une base pour un scénario biogéographique de l'évolution des Hominidés. Ce scénario suggère une origine unique pour la lignée des Paranthropes, mais des origines séparées pour *Homo rudolfensis* et *Homo habilis*, respectivement à partir d'ancêtres *Australopithecus afarensis* et *Australopithecus africanus*.

Évolution des relations sociales chez les Primates (6 mai 2010)

Dr. Damien Caillaud, université d'Austin, Texas, États-Unis

Les comportements animaux ne laissent que très peu de traces dans les registres fossiles. Afin de comprendre quelles étaient les caractéristiques sociales des Hominidés disparus, les anthropologues doivent rechercher d'autres sources d'information. Les Primates diurnes actuels sont pratiquement tous grégaires. La taille, la composition et la stabilité des groupes varient largement. La nature des relations inter-individuelles au sein de ces groupes varie également de façon importante entre espèces. Pour ne citer que les Grands singes, les Gorilles (*Gorilla sp.*) vivent en groupes stables excédent rarement 20 individus dominés par un unique mâle mature, les Chimpanzés (*Pan troglodytes spp.*) et les Bonobos (*Pan paniscus*) forment des communautés de plusieurs dizaines d'individus composées de groupes fusionnant ou fissionnant fréquemment, et enfin les Orangs-outans (*Pongo sp.*) sont essentiellement solitaires, ne se déplaçant qu'occasionnellement en petits groupes instables. Cette grande variabilité de systèmes sociaux s'explique en grande partie par la grande diversité des habitats dans lesquels ils vivent. Chaque type de société a évolué en réponse aux pressions exercées par l'environnement. L'étude comparée des primates actuels permet d'élucider les mécanismes de cette évolution. On peut ensuite les appliquer aux hominidés disparus afin d'en déduire certaines des caractéristiques de leurs sociétés.

L'ensemble des théories décrivant le lien entre environnement et système social est rassemblé sous le terme de modèle socio-écologique. Si les grandes lignes de ce modèle ont été dressées dès la fin des années 70, les nombreuses études comportementales menées depuis par les primatologues sur le terrain ont permis de l'affiner. On considère que la vie en groupe a initialement évolué car elle permet aux Primates de se protéger des prédateurs. Vivre en groupe impose une plus forte compétition pour les ressources alimentaires, dès l'instant où celles-ci sont disponibles en quantité limitée. Les femelles, en particulier, subissent cette compétition. Si la ressource alimentaire est monopolisable par un individu ou un petit groupe d'individus (arbre fruitier, par exemple), les individus les plus forts évincent les plus faibles, et deviennent dominants. La hiérarchie de dominance entre femelles est alors marquée. Si la ressource alimentaire est difficilement monopolisable (végétation terrestre herbacée homogène, par exemple), les individus les plus forts ne sont pas autant avantagés. La hiérarchie de dominance est alors peu marquée. Des raisonnements similaires permettent d'expliquer l'évolution de comportements sociaux complexes, tels que les comportements affiliatifs, de coopération ou la formation de groupes temporaires fusionnant et fissionnant régulièrement.

Les primates mâles sont moins préoccupés par les ressources alimentaires que par une ressource d'un autre type : les femelles. La compétition pour l'accès aux femelles est ainsi à la base des relations entre mâles. Souvent, les femelles modulent cette compétition en choisissant certains mâles aux dépens d'autres mâles. Ainsi, les femelles chimpanzés accordent leurs faveurs aux mâles leur cédant la viande des singes qu'ils viennent de chasser.

Contrôler son environnement social nécessite d'importantes capacités cognitives. On démontre ainsi que les Primates ayant les groupes sociaux les plus grands sont aussi ceux ayant le néocortex encéphalique le plus volumineux. De nombreuses études menées sur des Primates captifs ont révélé que les Primates non-humains sont capables de performances cognitives remarquables, parfois meilleures que celles de l'Homme.

Ces aptitudes cognitives sont à la base de l'évolution de comportements culturels, que l'on observe bien sûr chez l'Homme, mais aussi chez les Primates non-humains. L'utilisation d'outils en est l'exemple le plus cité. Les Chimpanzés cassent des noix à l'aide de pierres, pêchent les termites à l'aide de baguettes de bois et collectent le miel à l'aide d'outils en bois qu'ils façonnent. Les Orangs-outans, les Bonobos et les Singes capucins utilisent également des outils sophistiqués.

Si dans ces grandes lignes le modèle socio-écologique apparaît relativement robuste et fait l'objet d'un consensus parmi les scientifiques, certains détails restent toutefois à éclaircir. Ainsi, l'importance de la pression de prédation reste un postulat n'ayant fait l'objet que de peu de travaux. La nature de la compétition alimentaire chez les certains Primates herbivores est également toujours incomplètement comprise. Enfin, l'apparente importance des contraintes phylogénétiques dans l'évolution sociale de certains genres tels que *Macaca* ou *Papio* est toujours énigmatique. Les études de terrain, combinant recueils de données comportementales, écologiques et génétiques, restent une priorité pour affiner notre connaissance de l'évolution des comportements des Primates.

Les proboscidiens : 60 millions d'années d'évolution, dans le temps et dans l'espace (20 mai 2010)

Pascal Tassy, professeur, Muséum national d'histoire naturelle, CR2P, Paris

Les Proboscidiens sont un ordre de mammifères qui partage un ancêtre commun exclusif avec celui des Siréniens (mammifères aquatiques), l'ensemble étant appelé les Téthythères. Si l'on ne compte aujourd'hui que deux espèces de Proboscidiens (l'éléphant d'Asie et l'éléphant d'Afrique – avec un débat sur le statut taxinomique de l'éléphant d'Afrique de forêt et l'éléphant d'Afrique de savane), les taxons fossiles sont beaucoup plus nombreux (180 espèces).

Le plus ancien représentant connu des Téthythères est un Proboscidien, *Eriotherium azzouzororum* du Paléocène supérieur d'Ouled Abdoun au Maroc (58-61 Ma). Un représentant peu plus récent, dans la même région est *Phosphatherium escuilliei* (environ 55 Ma) dont on vient de proposer la reconstitution de la tête osseuse. Ces deux espèces sont de petite taille (le crâne tient dans la

main) et montrent très peu de caractères visibles chez les éléphants ; le développement du maxillaire dans la partie orbitaire en est un. Le plus ancien sirénien connu est *Pezosiren portelli* à la base de l'Éocène moyen de Seven Rivers à la Jamaïque (environ 48-50 Ma). C'est un animal quadrupède. L'existence de Téthythères non aquatiques au Tertiaire ancien de chaque côté de l'Atlantique témoigne nécessairement d'une histoire commune, plus ancienne que 60 millions d'années, et cosmopolite qui, actuellement nous échappe totalement.

Quelques lignées se sont spécialisées au cours de l'Éocène, l'une – sans descendance – donnant des Proboscidiens de grande taille avec *Barytherium grave* (nord de l'Afrique) qui atteignait 2 m au garrot sans que son squelette soit de type éléphantin. C'est au sommet de l'Éocène et à la base de l'Oligocène que se différencient les éléphantiformes – représentés actuellement par les éléphants – avec les genres *Palaeomastodon* et *Phiomia* décrits depuis plus d'un siècle mais dont on n'a toujours pas mis au jour de squelette articulé. Ces animaux vivaient dans des environnements côtiers, estuariens, deltaïques dans un contexte aride à semi-aride. Peu à peu, des faunes africaines d'âge oligocène récent sont décrites, la dernière en date étant celle de Lokone au Kenya. Les fossiles de cette époque sont particulièrement importants pour tester l'hypothèse de monophylie des *Elephantimorpha* qui rassemblent tous les groupes néogènes. L'une des synapomorphies des *Elephantimorpha* est le « remplacement » dentaire horizontal qui indique que lorsque la dernière molaire se met en place, les dents les plus antérieures (prémolaires et première molaire) ont été expulsées. L'espèce de l'Oligocène supérieur d'Érythrée, *Eritreum melakeghebrekrystosi*, suggère l'existence de ce mode d'éruption dentaire. L'origine des *Elephantimorpha* est africaine mais sa différenciation implique des formes connues dans le sous-continent indien à l'est de la Téthys. Quelques restes mis au jour dans l'Oligocène terminal des Bugti (Baloutchistan, Pakistan) en témoignent (*Hemimastodon crepusculi* et portion de défense possiblement de cette espèce, groupe frère de tous les autres éléphantimorphes).

Pour ce qui est des quatre grands taxons décrits au Néogène (*Mammutidae*, *Amebelodontidae*, *Choerolophodontidae*, gomphothères, incluant les éléphants), l'existence de premiers représentants est attestée dès la base du Miocène à la fois en Afrique et en Eurasie. Par exemple, le registre paléontologique des *Mammutidae* ou « mastodontes vrais » remonte à 22 millions d'années (sites en Afrique de l'Est et Namibie). Ces premiers mammutidés vivaient dans un environnement tropical et semi-aride (forêts-galeries le long des fleuves). Les derniers (l'espèce *Mammut americanum*) vivaient un environnement forestier péri-glaciaire sans que la morphologie des molaires ait beaucoup changé : une véritable stase évolutive. Ils se sont éteints en Amérique du Nord il y a 10 000 ans après une dispersion (simple ou double) d'Asie vers l'Amérique du Nord vers 16 Ma.

L'extension à la base du Miocène des premiers gomphothères va de l'Afrique jusqu'au Japon en passant par le Portugal et le sous-continent indien. Ces animaux, dont l'environnement initial est également tropical à semi-aride mais également tempéré chaud, sont donc cosmopolites dès leur attestation stratigraphique au

Néogène basal. Ce taxon éprouve des modifications considérables au cours de l'évolution, notamment des molaires, dont la couronne est d'abord pourvue de trois crêtes jusqu'à atteindre plus de vingt crêtes (devenues lames) réalisant ainsi la molaire éléphantine.

Les gomphothères de grade tétralophodonte sont la souche des *Elephantidae*, connue au Miocène supérieur aux alentours de 12 Ma en Afrique et en Eurasie. Les premiers *Elephantidae* sont africains, en incluant la péninsule Arabique et l'Italie du Sud (*Stegotrabelodon* environ 7-5 Ma), ce qui implique une connexion trans-méditerranéenne ou l'existence de ce taxon, non encore connu, dans le pourtour de la Méditerranée. Les premiers *Elephantinae* sont également africains. Les travaux récents montrent l'existence, dès le Miocène supérieur (7-5 Ma) des genres « modernes », c'est-à-dire *Elephas*, *Loxodonta* et *Mammuthus*. Les *Elephas* miocène sont décrits en Afrique de l'Est. Les premiers *Loxodonta* sont décrits en Afrique de l'Est, au Tchad, en Afrique du Sud. Les premiers *Mammuthus* sont décrits en Afrique du Sud, Afrique de l'Est et Tchad avec un vif débat actuellement sur l'homogénéité de la première espèce connue (*Mammuthus subplanifrons*). Si les Mammouths quittent l'Afrique il y a trois millions d'années, il est intéressant de conclure sur un changement de direction de dispersion par rapport à nos idées anciennes sur la géographie des derniers mammouths laineux. Les plus récents travaux moléculaires montrent l'importance du continent Béringie sur la paléobiogéographie des Mammouths. Les derniers Mammouths laineux d'Eurasie (depuis 300 000 ans) sont d'origine américaine et les premiers échanges seraient beaucoup plus anciens que ce qu'avançaient les paléontologues, allant jusqu'à près de un million d'années (les plus anciens Mammouths laineux sont reconnus par les paléontologues depuis 500 000-600 000 ans en Sibérie). C'est un débat fort stimulant qui n'est pas sans implications sur la notion d'espèce biologique appliquée aux espèces paléontologiques (en l'occurrence *Mammuthus meridionalis*, *Mammuthus trogontherii*, *Mammuthus columbi* et *Mammuthus primigenius*).

Reconstruction des environnements des premiers Hominidés : apports des analyses fauniques (27 mai 2010)

Dr. Emmanuel Fara, maître de conférences, UMR 5561CNRS/université de Dijon

La reconstruction des environnements anciens – ou paléoenvironnements – est capitale si l'on veut comprendre l'impact à long terme du climat et des sociétés humaines sur l'évolution des écosystèmes. Il est aussi important de déterminer les environnements qui ont vu naître et évoluer la lignée humaine afin de tester les hypothèses afférentes à ce chapitre de l'évolution. Ainsi, de nombreuses méthodes sont appliquées aux fossiles et/ou aux sédiments qui les contiennent : analyses sédimentologiques, biogéochimiques (isotopes stables), palynologiques (pollens et spores), fauniques, etc. Toutes ces approches utilisent largement le *principe d'actualisme*, principe selon lequel les lois régissant les phénomènes géologiques et biologiques actuels étaient les mêmes dans le passé. La paléocologie se base fréquemment sur l'écologie des espèces actuelles pour restituer les paysages

anciens. Nous traitons ici de l'approche utilisant la structure des communautés de mammifères pour reconstruire les paléoenvironnements des premiers Hominidés (Miocène supérieur d'Afrique).

Une *communauté* est un ensemble d'espèces vivant au même endroit, au même moment, et ayant des interactions écologiques. La *structure d'une communauté* dépend de l'architecture de l'environnement qui met à disposition les niches écologiques. Elle est définie par sa diversité écologique et taxinomique. On peut montrer, par exemple, que les proportions relatives de diverses catégories écologiques (régime alimentaire, masse corporelle, mode de locomotion) sont caractéristiques de certains types d'environnements (forêts denses, savanes boisées, prairies, ...). Une fois cette relation bien établie pour les communautés modernes de mammifères, elle est transférée aux assemblages d'espèces fossiles accompagnant les premiers Hominidés.

Dans un premier temps, on établit des listes fauniques pour chaque localité fossile. À cela s'ajoute la caractérisation écologique de chaque taxon pour son régime alimentaire, sa masse corporelle et son mode locomoteur.

Dans un deuxième temps, le chercheur doit identifier les nombreux facteurs susceptibles d'altérer les données fossiles. Il s'agit essentiellement de biais de préservation (tri, mélange, destruction sélective) et de biais d'échantillonnage. Si la qualité des données est suffisante, l'analyse paléoenvironnementale est autorisée.

Dans un troisième temps, on emploie des techniques statistiques permettant de manipuler ces grands jeux de données multidimensionnelles. Ces méthodes sont appliquées aux assemblages fossiles ayant livré « Toumaï » (*Sahelanthropus tchadensis*), le plus ancien Hominidé connu (Miocène supérieur du Tchad). Les résultats suggèrent que les formations végétales ouvertes et intermédiaires prédominaient, et que l'environnement présentait des zones humides et des patches forestiers. La grande richesse faunique traduit la grande diversité d'habitats dans l'environnement de Toumaï et cette conclusion est corroborée par des études isotopiques.

L'étude des communautés fossiles permet ainsi de définir les composantes de végétation et leur importance relative. La composante arbustive a aussi été inférée pour les localités ayant livré les autres hominidés miocènes, et il semblerait que Toumaï vivait dans un paysage un peu plus ouvert qu'*Orrorin* et *Ardipithecus*. Tous ces résultats sont sans cesse confrontés à ceux issus d'autres types d'analyses afin de reconstruire au mieux les environnements qui ont vu commencer l'histoire de notre lignée.

Industries lithiques ... de la pierre à l'outil : ateliers de taille, matières premières et techniques (3 juin 2010)

Dr. Hélène Roche, directeur de recherches au CNRS, Dr. Jacques Pellegrin, directeur de recherches au CNRS, UMR 7055 CNRS-université de Paris X-Nanterre

Dr. Pierre-Jean Texier, directeur de recherches au CNRS, Institut de préhistoire et de géologie du Quaternaire, UMR 5199 CNRS-PACEA, Talence

Ce séminaire a comporté deux parties : une partie explicative et une démonstration de taille.

On a d'abord évoqué les fondamentaux de la taille des roches dures telle qu'elle a été « inventée » puis maîtrisée et développée par les Hominidés ancêtres de l'homme et par *Homo sapiens* lui-même. Cette activité technique, dont les premiers témoignages connus à l'heure actuelle (2,6 Ma) ont été découverts dans l'Afar éthiopien, n'a en effet jamais cessé d'être pratiquée pendant tous les temps préhistoriques, et jusqu'à très récemment au sein de sociétés traditionnelles. Une grande majorité de roches dures a pu être utilisée comme matière première, avec toutefois une prédilection pour les roches riches en silice, soit un grand nombre de roches volcaniques (basalte, phonolite, rhyolite, obsidienne, etc.) pour la préhistoire très ancienne en Afrique orientale (fin du Pliocène et Pléistocène ancien), puis essentiellement le silex pour le reste de la préhistoire. Il a été rappelé que la taille est par excellence une activité idéomotrice (ou sensori-motrice), mettant en œuvre des fonctions intellectuelles – ou cognitives – et des fonctions motrices, fondée sur un geste élémentaire qui permet de fractionner la roche selon une loi physique parfaitement établie, celle de la « répartition des contraintes ». Un coup porté sur un bloc de matière première à l'aide d'un percuteur permet de guider le déplacement du front de fracture dans la matière. Ce front de fracture se développe en ondes concentriques à partir du point d'impact (ces ondes concentriques sont très souvent visibles sur le nucléus, en négatif, et sur l'éclat détaché, en positif, où elles forment un renflement bombé, d'où le nom de « fracture conchoïdale », c'est-à-dire en forme de coquille). Pour arriver à un tel résultat, il faut savoir exactement où et comment frapper, selon quel angle, ni trop à l'intérieur du bloc, ni trop tangentiellement au bord du plan de frappe, et savoir aussi ajuster la force du coup pour que la masse du percuteur s'accorde à la densité du bloc que l'on veut fractionner. Tel est le geste élémentaire, fondamental, qui préside à la taille. Ce geste est extrêmement rapide, il nécessite donc une excellente coordination entre la main qui tient le bloc de matière première et celle qui tient le percuteur. Il faut ensuite savoir enchaîner ces gestes, les combiner pour obtenir le résultat souhaité, c'est-à-dire débiter des séries d'éclats, donner forme à un bloc, etc.

Ont ensuite été évoqués :

- les principales opérations de taille, soit le débitage d'éclats (les produits voulus sont les éclats, ce qui reste du nucléus est le déchet), le façonnage (le produit voulu est l'objet façonné, les éclats sont les déchets), et la retouche pour renforcer ou donner une forme particulière aux(x) bord(s) d'un éclat ;

- les principales techniques (percussion directe au percuteur minéral dur ou au percuteur organique plus tendre, percussion indirecte, pression, etc.) et méthodes (méthode Levallois de débitage, débitage de lames par percussion directe ou par pression, etc.) inventées et utilisées au cours des temps préhistoriques.

Ces différents éléments fondamentaux ont ensuite été illustrés par une démonstration de taille expérimentale (débitage simple d'éclats, façonnage d'un biface, débitage de lames par percussion directe, débitage de lames en obsidienne par pression à la béquille pectorale).

Synthèse et perspectives : dialogue avec les auditeurs (10 juin 2010)

Professeur Michel Brunet, chaire de Paléontologie humaine, Collège de France

Une vue d'ensemble de notre histoire a été abordée au cours de ce dialogue.

Toumaï avec ses 7 Ma, parce qu'il est maintenant le plus ancien d'entre nous, nous dit que ce que nous savons aujourd'hui de notre histoire permet de confirmer la prédiction faite par Darwin en 1871 : notre origine est bien africaine et unique.

Les biologistes moléculaires ont montré notre très grande proximité génétique avec les chimpanzés. Eux et nous, tous ensemble, nous partageons la même population ancestrale, c'est-à-dire que nous sommes bien deux groupes frères.

À la lumière des découvertes récentes, il apparaît maintenant que les anthropoïdes ont plutôt une origine asiatique qu'africaine et il n'est pas impossible que la population ancestrale du clade Gorilles-Chimpanzés-Humains soit elle aussi, d'origine asiatique.

Naturellement, cette nouvelle hypothèse devra être confirmée ou infirmée par de nouvelles découvertes sur le terrain. C'est pourquoi, au sein de mon équipe nous conduisons activement des prospections paléontologiques en Afrique (Tchad, Libye, Égypte, Cameroun) et en Asie du Sud-Est (Thaïlande, Myanmar, etc.)

Notre histoire s'enracine profondément dans le temps, et avec ses 3,2 Ma, Lucy « la grand-mère » de l'humanité est plus proche de nous que de Toumaï, avec ses 7 Ma... !

Pourtant la plus grande partie de l'histoire humaine s'est déroulée en Afrique, puisque c'est seulement entre 2 et 3 Ma que, pour la première fois, le genre *Homo* va partir à la conquête de l'Eurasie. À ce jour, en effet, les plus anciens représentants connus ont été mis au jour à Dmanisi (Caucase, Géorgie) et sont datés de 1,8 Ma. Tandis que le plus ancien Européen est maintenant daté de 1,3 Ma, en Espagne, dans la Sierra de Atapuerca.

Finalement, une découverte inattendue sur l'île de Flores (Indonésie) montre pour la première fois l'existence de nanisme insulaire chez les hominidés à 18 Kya. Par ailleurs, une hybridation ancienne néanderthaliens-hommes modernes vient d'être suggérée. Ces nouvelles découvertes soulignent à la fois ce que nous ne savons pas et l'ampleur de ce qui nous reste à découvrir... un challenge particulièrement exaltant pour tous les jeunes paléanthropologues du futur !

ENSEIGNEMENTS HORS COLLÈGE DE FRANCE

École normale supérieure de Lyon (master & doctorants), 16 décembre 2009.

Institut de physique du globe (IPG), UPMC Paris, « module « Frontières en géosciences », 4 février 2010.

CNED Poitiers, Visioconférence « L'Histoire de la famille humaine », élèves de classes de 3^e, département de la Vienne, 15 mars 2010.

Lycée Victor Hugo, Poitiers : « Origine et évolution des hominidés », pour les classes terminales, 16 mars 2010.

Lycée du Bois d'Amour, Poitiers : « Origine et évolution des hominidés » pour les classes terminales, 18 mars 2010.

INVITATION D'UN PROFESSEUR ÉTRANGER

Dr. K. Christopher Beard, Mary R. Dawson Chair of Vertebrate Paleontology, Carnegie Museum of Natural History, Pittsburgh, Pennsylvania.

Cf. résumé *infra* p. 998-1003.

RECHERCHE

Thématique : Histoire des hominidés anciens (mio-pliocène) et de leurs paléo-environnements.

Mots clés : paléontologie, hominidés anciens, mammifères ongulés, évolution, systématique, phylogénie, biochronologie, paléoécologie, paléoenvironnements, paléobiogéographie.

Parmi les résultats les plus saillants : mio-pliocène d'Afrique centrale : découverte au Tchad des premiers Australopithecus (*Australopithecus bahrelghazali*, Brunet & al., 1996) connus à l'Ouest de la Rift Valley (*Nature*, 378, 1995, 273-275 ; *PNAS*, 105 (9), 2008, 3226-3231), des plus anciens hominidés (*Sabelanthropus tchadensis*, Brunet & al., 2002) du continent africain (*Nature*, 418, 2002, 145-151 ; *Nature*, 419, 2002, 582 ; *Nature*, 434, 2005, 752-755 ; *Nature*, 434, 2005, 755-759 ; *PNAS*, 102(52), 2005, 18836-41 ; *PNAS*, 105(9), 2008, 3226-3231) et de plus de 500 sites à vertébrés fossiles dans le mio-plio-quatenaire du Tchad (*Nature*, 418, 2002, 152-155 ; *Science*, 311, 2006, 821 ; *PNAS*, 105 (9), 2008, 3226-3231).

L'ensemble de ces découvertes récentes en Afrique centrale conduit à revoir de manière drastique nos conceptions sur l'origine et les premières phases de l'histoire du rameau humain.

Direction ou participation à des programmes scientifiques nationaux et internationaux

M.P.F.C. : Mission paléontologique franco-camerounaise (dir. M. Brunet), collaboration scientifique entre le Collège de France, chaire de Paléontologie humaine et l'Institut de recherches géologiques et minières (IRGM, Yaounde) ; depuis janvier 2009.

M.P.F.E. : Mission paléoanthropologique et paléontologique franco-égyptienne (dir. M. Brunet), collaboration scientifique entre le Collège de France, chaire de Paléontologie humaine, l'UMR 6046 CNRS/université de Poitiers et l'université du Caire ; depuis 2008.

M.P.F.L. : Mission paléoanthropologique et paléontologique franco-libyenne (dir. M. Brunet), convention de recherche signée le 25 novembre 2005 entre l'université de Poitiers et l'université Al Fateh de Tripoli ; depuis 2006.

M.P.F.T. : Mission paléoanthropologique franco-tchadienne (dir. M. Brunet) depuis 1994 ; convention de recherche entre l'université de Poitiers, le CNAR et l'université de N'Djamena (depuis 1995). Ce programme international (10 nationalités) et pluridisciplinaire regroupe maintenant une soixantaine de chercheurs.

Middle Awash Research Project (Éthiopie) – dir. T.D. White, Pr. University of California, Berkeley, États-Unis (depuis 2000).

GDRI CNRS regroupant : chaire de Paléontologie humaine du Collège de France ; IPHEP UMR 6046 CNRS/université de Poitiers ; Anthropology Department Harvard University, Cambridge, États-Unis ; Human Evolution Research Center (HERC) University of California at Berkeley, États-Unis ; département de paléontologie université de N'Djamena ; Department of Mineral Resources, Cenozoic Paleontological Section, Bangkok (Thaïlande) (Directeur M. Brunet, depuis la création au 01.01.2008).

CNRS/ECLIPSE : Les hominidés anciens d'Afrique centrale (2000-2008).

N.S.F./R.H.O.I. : « Revealing Hominid Origins Initiative », National Science Foundation Project (co- P.I.'s Pr. F.C. Howell & T.D. White, University of California at Berkeley), 2003-2009.

Coordinateur du programme ANR 2005-2009 : « De l'origine des anthropoïdes à l'émergence des hominidés : Évolution et environnements » (deux partenaires : université de Poitiers et université de Montpellier II).

Coordinateur du programme ANR 2009-2012 (NT09 468 003) : EVAH (Human Evolution: From the earliest Anthropoïds to the first Hominids (deux partenaires : Collège de France, chaire de Paléontologie humaine et UMR 6046 CNRS/Université de Poitiers).

Prospections géologiques et fouilles paléontologiques en cours

Afrique : Tchad, Libye, Égypte, Cameroun.

Missions de terrain, de laboratoire et de musée

Mission de prospections et de fouilles paléontologiques dans le tertiaire continental de l'Ouest Cameroun, 2009 & 2010.

Mission de prospections et de fouilles paléontologiques dans le tertiaire continental de la région de Al Kufrah, Libye, 2009 & 2010.

Mission de prospections et de fouilles paléontologiques dans le néogène continental d'Égypte, 2009 & 2010.

Thèses doctorat

Bienvenu Thibaut, *La morphologie cérébrale de Toumaï* (Miocène sup. du Tchad), Reconstitution 3D, anatomie, morphométrie et comparaison avec les hominoïdes actuels et fossiles, IPHEP UMR 6046, université de Poitiers, allocation MENRT, directeur, M. Brunet & directeur associé F. Guy (IPHEP CNRS/univ. Poitiers) ; thèse de l'université de Poitiers ; depuis octobre 2008.

Hamon Noémie, *Changements climatiques et évolution des hominidés au miocène et au pliocène*, Co-directeurs : M. Brunet, G. Ramstein (LSCE, CEA Saclay), P. Vignaud (IPHEP CNRS/univ. Poitiers) ; thèse en cotutelle avec le CEA (Bourse CEA-région Poitou-Charentes) ; depuis septembre 2009.

CONGRÈS & SÉMINAIRES

CALPE 09, Human evolution-150 years after Darwin, The Gibraltar Museum, Gibraltar, 16-20 septembre 2009.

Congrès de traumatologie, NT2U, Grenoble, 1^{er}-3 octobre 2009.

Collège de France, colloque de rentrée, « Darwin a deux cents ans », Paris, 15-16 octobre 2009.

Royal Society London, « The first 4 million years of human evolution », 19-20 octobre 2009.

University of Cluj-Napoca (Roumanie), International Congress of Paleontology, 22-25 octobre 2009.

Colloque international panafricain de préhistoire, Setif et Alger, Algérie, 26 au 31 octobre 2009.

Falling Walls Conference, Berlin, 9 novembre 2009.

2^e tables rondes de l'Arbois, « Biodiversité & eau », Pôle technologique de l'Arbois, université d'Aix-Marseille, 4-5 mai 2010.

Symposium « Identification en médecine légale : avancées et perspectives », La Rochelle, 10 mai 2010.

DISTINCTION

Docteur Honoris causa de l'université de N'Djamena (Tchad) le 24 septembre 2009.

CONFÉRENCES INVITÉES

Toutes les conférences ont traité de l'histoire évolutive des hominidés et de leurs environnements à la lumière des découvertes nouvelles.

- CALPE 09, Human evolution-150 years after Darwin, The Gibraltar Museum, Gibraltar, 16 septembre 2009.
- Einstein lecture, Dahlem, Freie Universität Berlin, 6 novembre 2009.
- Université de Liège (Belgique), année Darwin, 12 novembre 2009.
- Université de Lyon : « Les grandes conférences de la ville de Lyon », 15 décembre 2009.
- Muséum d'Antofagasta (Chili), 22 décembre 2009.
- Université de Stockholm (Suède), De Geer Lecture, 9 mars 2010.
- CNED, Poitiers, visio-conférence pour les classes de 3^e du Poitou-Charentes, 15 mars 2010.
- Lycée Victor Hugo, Poitiers, classes terminales, 16 mars 2010.
- Société d'Histoire et d'Archéologie de l'Isle Jourdain (86), 16 mars 2010.
- Lycée du Bois d'Amour, Poitiers, classes terminales, 18 mars 2010.
- Muséum national d'Éthiopie, Addis Abeba, 23 avril 2010.
- Science Action CCSTI de Haute Normandie, « Les Forums du savoir », Rouen, 24 juin 2010.

VUGARISATION SCIENTIFIQUE

Radio-TV

France Inter, France Culture, France 2, France 3, et autres : diverses interventions.

Presse écrite et électronique

Nombreux interviews et articles dans des quotidiens, hebdomadaires et mensuels français et étrangers.

PUBLICATIONS

Articles scientifiques dans des revues internationales à comité de lecture et IF

Brunet M., « Hominidés anciens... Nouveaux paradigmes d'une origine Africaine », in Prochiantz A. (éd.), *Darwin : 200 ans* (Actes colloque de rentrée, Collège de France, Paris, 15-16 octobre 2009), Odile Jacob, 2010.

Bocherens H., Jacques L., Ogle N., Moussa I., Kalin R., Vignaud P., Brunet M., « Reply to the comment on "implications of diagenesis for the isotopic analysis of Upper Miocene large mammalian herbivore tooth enamel from Chad » (de Jacques L., Ogle N., Moussa I., Kalin R., Vignaud P., Brunet M. et Bocherens H., *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 266, 2008, 200-210), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 277, 2009, 269-271 (IF 2.405.).

Brunet M., « Origine et évolution des hominidés : Toumaï, une confirmation éclatante de la prédiction de Darwin », *Comptes Rendus Palevol*, 8, 2009, 311-319 (IF 0.630).

Bonis L. de, Peigné S., Guy F., Likus A., Mackaye H.T., Vignaud P., Brunet M., « A new mellivorine (Carnivora, Mustelidae) from the Late Miocene of Toros Menalla, Chad », *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen*, 252(1), 2009, 33-54.

Geraads D., Blondel C., Mackaye H., Likus A., Vignaud P., Brunet M., « Bovidae (Mammalia) from the lower Pliocene of Chad », *Journal of Vertebrate Paleontology*, 29(3) 2009, 923-933 (IF 1.548).

Hautier L., Mackaye H.T., Lihoreau F., Tassy P., Vignaud P., Brunet M., « New material of *Anancus kenyensis* (proboscidea, mammalia) from Toros-Menalla (Late Miocene, Chad): contribution to the systematics of African anancines », *Journal of African Earth Sciences*, 53(4-5), 2009, 171-176 (IF 1.219).

Le Fur S., Fara E., Mackaye H.T., Vignaud P., Brunet M., « The mammal assemblage of the hominid site TM266 (Late Miocene, Chad Basin): ecological structure and paleoenvironmental implications », *Naturwissenschaften*, 96, 2009, 565-574 (IF 2.126).

Lihoreau F., Boisserie J.-R., Mackaye H.T., Vignaud P., Brunet M., « The Anthracotheriidae (Cetartiodactyla, Mammalia) from Toros-Menalla (northern Chad) and the Neogene Saharan paleobiogeography », *Journal of Vertebrate Paleontology*, 29(3s), 2009, 134-135 (IF 1.548).

Otero O., Pinton A., Mackaye H.T., Likus A., Vignaud P., Brunet M., « First description of a Pliocene ichthyofauna from Central Africa (site KL2, Kollo area, Eastern Djurab, Chad): what do we learn? », *Journal of African Earth Sciences*, 54, 2009, 62-74 (IF 1.342).

Otero O., Pinton A., Mackaye H.T., Likus A., Vignaud P., Brunet M., « Fishes and palaeogeography of the African drainage basins: relationships between Chad and neighbouring basins throughout the Mio-Pliocene », *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 274, 2009, 134-139 (IF 2.405).

White T.D., Ambrose S.H., Suwa G., Su D.F., DeGusta D., Bernor R.L., Boisserie J.-R., Brunet M., Delson E., Frost S., Garcia N., Giaourtsakis I.X., Haile-Selassie Y., Howell F.C., Lehmann T., Likus A., Pehlevan C., Saegusa H., Semperebon G., Teaford M., Vrba E., « Macrovertebrate paleontology and the Pliocene habitat of *Ardipithecus ramidus* », *Science*, 326, 2009, 75-80 (IF 28.103).

Otero O., Pinton A., Mackaye H.T., Likus A., Vignaud P., Brunet M., « The early/late Pliocene ichthyofauna from Koro-Toro, eastern Djurab, Chad », *Geobios*, 43, 2010, 241-251 (IF 1.089).

Blondel C., Merceron G., Likius A., Mackaye H.T., Vignaud P. & Brunet M., « Dental mesowear analysis of the late Miocene Bovidae from Toros-Menalla (Chad) and early hominid habitats in Central Africa », *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 292, 2010, 184-191 (IF 2.405), sous presse.

Lebatard A.E., Bourles D., Braucher R., Arnold M., Düringer P., Jolivet M., Moussa A., Deschamps P., Roquin C., Carcaillet J., Schuster M., Lihoreau F., Likius A., Mackaye H.T., Vignaud P. & Brunet M., « Application of the authigenic $^{10}\text{Be}/^{9}\text{Be}$ dating method to continental sediments: Reconstruction of the Mio-Pleistocene sedimentary sequence in the early hominid fossiliferous areas of the northern Chad Basin », *Earth and Planetary Science Letters*, 2010.

Coster P., Benammi M., Lazzari V., Billet G., Martin Th., Salem M., Bilal A.A., Chaimanee Y., Schuster M., Valentin X., Brunet M., Jaeger J.-J., « *Gaudeamus lavocati* sp. nov. (Rodentia, Hystricognathi) from the early Oligocene of Zallah, Libya: first African caviomorph? », *Naturwissenschaften*, Springer-Verlag, 2010 (IF 2.126).

Bonis L. de, Peigné S., Guy F., Mackaye H.T., Likius A., Vignaud P., Brunet M., « Hyaenidae (Carnivora) from the late Miocene of Toros-Menalla, Chad », *Journal of African Earth Sciences*, 58, 2010, 561-579 (IF 1.342).

Otero O., Pinton A., Mackaye H.T., Likius A., Vignaud P., Brunet M., « The fish assemblage associated with the Late Miocene Chadian hominid (site TM266, Toros-Menalla, Western Djurab), and its palaeoenvironmental signification », *Palaeontographica Acta* 2010 (IF= 0.500), sous presse.

Pinton A., Otero O., Likius A., Vignaud P., Brunet M., « Giant fishes in a minute catfish genus: first description of fossil *Mochokus* (Siluriformes, Mochokidae) in the Late Miocene of Chad, including a new species, *M. gigas* sp. nov. », *Journal of Vertebrate Paleontology*, 2010 (IF 1.548), sous presse.

Brunet M. & MPFT, « The track of a new cradle of Mankind in Sahelo-Saharan Africa (Chad, Libya, Egypt, Cameroon). Short note », *JAES*, 2010, sous presse.

Brunet M., « Two new Mio-Pliocene Chadian Hominids Enlighten Charles Darwin's 1871 Prediction » *Philosophical Transactions B, Royal Society*, London, 2010, sous presse.

Jaeger J.-J., Marivaux L., Salem M., Bilal Abolhassan A., Benammi M., Chaimanee Y., Düringer Ph., Marandat B., Métails E., Schuster M., Valentin X., Brunet M., « New rodent assemblages from the Eocene Dur At-Talah escarpment (Sahara of central Libya): systematic, biochronological, and palaeobiogeographical implications », *The Linnean Society of London, Zoological Journal of the Linnean Society*, 2009, sous presse.

Bonis L. de, Peigné S., Mackaye H.T., Likius A., Vignaud P., Brunet M., « New sabretoothed cats in the late Miocene of Toros Menalla (Chad) », *Comptes Rendus Palevol*, Paris, 2010, sous presse.

Brunet M. « In Sahelo-Saharan Africa... on the track of a new cradle of mankind », *Proceedings of the International Congress of Paleontology, Cluj-Napoca, Romania, October 22-25, 2009*, 2010, sous presse.

Brunet M. & MPFT, « The track of a new cradle of Mankind in Sahelo-Saharan Africa (Chad, Libya, Egypt, Cameroon). Short Note » *African and IYPE. Special Issue of the Journal of African Earth Sciences*, 2010, sous presse.

Jaeger J.-J., Beard K.C., Chaimanee Y., Salem M., Benammi M., Hlal O.A., Coster P., Bilal A.A., Düringer Ph., Schuster M., Valentin X., Marandat B., Marivaux L., Métails E., Hammuda O. & Brunet M., « Late Middle Eocene of Libya Yields Earliest Known Radiation of African Anthropoids », *Nature*, 2010, sous presse.

AUTRES ACTIVITÉS DE LA CHAIRE

Dr. Edouard-Georges Emonet, ATER*Activités de recherche*

Analyse des racines dentaires des mandibules des espèces *Sabelanthropus tchadensis* et *Australopithecus bahrelghazali* (spécimens TM266-02-154-1, TM292-02-01 et KT12/H1) : obtention et traitements de données microtomographiques (microtomographie à rayonnements X classiques et synchrotrons) ; analyse morphologique : mesures linéaires, analyses morphométriques bi-dimensionnelles et tri-dimensionnelles ; analyse statistique et interprétation biologique des résultats, détermination des régimes alimentaires, observation du dimorphisme sexuel et de tendances évolutives ; rédaction d'un article scientifique « Dental roots morphology of *Sabelanthropus tchadensis* and *Australopithecus bahrelghazali* brings new information on the early evolution of hominids ».

Analyse du spécimen de *Tchadanthropus uxoris* : obtention et traitement de données de microtomographie à rayonnement X synchrotron à l'E.S.R.F. à Grenoble ; analyse morphologique du crâne : prise de mesures linéaires et tri-dimensionnelles, analyse de la surface frontale de l'endocrâne, observation de la cavité nasale ; préparation d'un article scientifique « The status of the hominin *Tchadanthropus uxoris* ».

Articles soumis en 2010

Emonet E.-G., Tafforeau P., Chaimanee Y., Guy F., de Bonis L., Koufos G., Jaeger J.-J., « Three-dimensional analysis of mandibular dental root morphology: a new approach for hominoid taxonomy and phylogeny », soumis à *Journal of Human Evolution*.

Emonet E.-G., Hamon N., Andossa L., Mackaye H.T., Brunet M., « Dental roots morphology of *Sabelanthropus tchadensis* and *Australopithecus bahrelghazali* brings new information on the early evolution of hominids », soumis à *Plos One*.

Enseignement

Cours « Hominoïdes », niveau master 2, filière « Paléontologie, phylogénie, paléobiologie », université de Poitiers, le 18 décembre 2009.

Cours « Paléontologie humaine », niveau licence 2-licence 3, filière « Géosciences » et « Biologie », université de Poitiers, le 12 janvier 2010, le 2 février 2010.

Cours « Évolution et adaptation des vertébrés », niveau master 1, filière « Géosciences », université de Poitiers, les 22 et 23 février 2010.

Cours « Hominoïdes du Miocène », niveau master 1, filière « Géosciences », université de Poitiers, le 11 mars 2010.

Traduction simultanée de la conférence du Professeur Friedemann Schrenck (Seckenberg Institut, Mainz, Allemagne) au Collège de France, le 15 avril 2010.

Traduction simultanée des conférences du Professeur Christopher Beard (Mary R. Dawson Chair of Vertebrate Paleontology Carnegie Museum of Natural History, Pittsburg, États-Unis) au Collège de France, les 20 et 27 mai, les 3 et 10 juin 2010.

Activités de vulgarisation scientifique

Intervention au Lycée Jean Monnet à Cognac (Charente) dans le cadre de « Sciences en fête », le 20 octobre 2009 : présentation du film « Espèces d'espèce » auprès des lycéens suivi d'un entretien.

Intervention auprès d'étudiants de l'université de Lafayette (Louisiane, États-Unis) le 1^{er} juillet 2010 : conférence et visite de laboratoires de l'université de Poitiers.