

Paléontologie humaine

M. MICHEL BRUNET, Professeur

COURS : LES HOMINIDÉS ANCIENS... UNE NOUVELLE HISTOIRE
À LA LUMIÈRE DES DÉCOUVERTES RÉCENTES

1. Première partie traitée en 2007-2008 : Le berceau africain ;
2. Deuxième partie traitée en 2008-2009 : Le genre *Homo* part à la conquête du reste du monde ;
3. Troisième partie traitée en 2009-2010 : Évolution, paléobiogéographie, paléoécologie et paléoenvironnements des Hominidés anciens ;
4. Quatrième partie traitée en 2010-2011 : Histoire et évolution des Hominidés anciens : Ce que l'on sait... Ce que l'on croyait savoir... Ce que l'on ne sait pas...

À propos de l'évolution et de la biodiversité des Hominidés du miocène supérieur, un nouveau grade évolutif de la famille humaine (cours des 24 et 31 mars)

Au cours de la dernière décennie trois nouveaux taxons d'Hominidés ont été décrits dans le miocène terminal du continent africain. Deux d'entre eux proviennent d'Afrique orientale et sont datés autour de 6 Ma : *Orrorin tugenensis* (Kenya) et *Ardipithecus kadabba* (Éthiopie) tandis que le plus ancien actuellement connu, *Sahelanthropus tchadensis* daté de 7 Ma a été mis au jour au Tchad (Afrique centrale).

Leurs caractères anatomiques connus (denture, crâne, squelette appendiculaire) indiquent 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 ».

Les faunes associées indiquent qu'ils devaient plutôt fréquenter des espaces boisés et pourtant tous les trois sont bipèdes. Mais d'ailleurs, un squelette appendiculaire sub-complet de *Ardipithecus ramidus* décrit par T.D. White et son équipe (*Science*, 2009) montre que cette forme du pliocène inférieur d'Éthiopie (4,4 Ma), est un bipède grimpeur, à la fois arboricole et terrestre, avec un gros orteil opposable. Dans ces conditions il est clair que seule la découverte de nouveaux

fossiles permettra de proposer des rapports de parenté robustes en accord avec la réalité biologique. Situé juste après la dichotomie Panidés-Hominidés ce nouveau grade évolutif est sûrement l'un des tous premiers de la famille humaine.

À propos des Hominidés du pliocène (à l'exception du genre *Homo*) (cours des 7 et 28 avril et 5 mai)

Les Australopithèques, descendants probables des Hominidés du miocène supérieur, fréquentent un habitat beaucoup plus ouvert de type savane arborée et leur bipédie va devenir de plus en plus terrestre. La bipédie entraîne de profondes modifications anatomiques 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 aura 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 des aliments plus durs (noix, graines, tubercules) dans un habitat qui devient de plus en plus ouvert. Corrélativement les Australopithèques deviennent plus terrestres qu'arboricoles. À la même époque plusieurs espèces semblent bien devoir coexister. Mais dans l'état actuel de nos connaissances il est encore impossible de dire laquelle a donné naissance au genre *Homo*.

À propos du genre *Homo* (cours des 12 et 19 mai)

À la lumière de ce que nous savons quelle est la meilleure 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 humaine, 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 ».

Une telle manière de voir a pour conséquence directe que les deux espèces les plus anciennes du genre : *Homo habilis* et *Homo rudolfensis* doivent alors être considérées comme appartenant au genre *Australopithecus*. Quelle que soit la réalité biologique le genre *Homo* nous semble devoir regrouper des espèces avec un cerveau plutôt plus grand et avec une bipédie exclusivement terrestre. De telles aptitudes se traduisent par des dispositions anatomiques particulières. Au niveau du crâne on assiste à une réduction de la face associée à un plus grand développement de la capsule cérébrale. Au niveau de la denture, les canines se réduisent et deviennent asymétriques et incisiformes, tandis que les dents jugales plus petites sont recouvertes d'une couche d'émail beaucoup plus épaisse. Au niveau du squelette axial le bassin s'élargit en cuvette, tandis que la colonne vertébrale présente plusieurs courbures. Au squelette appendiculaire les membres supérieur et

inférieur ont perdu leur adaptation au grimper, tandis que le membre postérieur devient mieux adapté à la course d'endurance. Avec ces nouvelles spécificités anatomiques, le genre *Homo* devient plus mobile. D'ailleurs son territoire de vie va devoir s'agrandir pour satisfaire à des besoins en énergie plus grands de son cerveau plus volumineux. Pour ce faire, il va entre autres, ajouter plus de viande à son menu et devenir chasseur. Dans l'état actuel de nos connaissances, force nous est de constater que c'est précisément à ce moment là, entre 2 et 3 Ma, qu'il semble quitter le continent africain pour partir à la conquête du reste de l'Ancien Monde.

Réflexions et commentaires sur l'évolution, les paléoenvironnements et la paléobiogéographie des Hominidés fossiles (cours du 26 mai)

Comme pour les autres groupes de mammifères, si l'on veut comprendre l'histoire évolutive dans le temps et dans l'espace des hominidés, il est nécessaire de bien connaître leur histoire biogéographique. En ce qui concerne notre famille, cette connaissance demeure très fragmentaire et incomplète. En effet, jusqu'à ce jour, la plupart des auteurs ont essentiellement raisonné à partir d'une répartition ancienne ne recouvrant que l'Afrique du Sud et l'Afrique de l'Est. Mais nous avons montré qu'en réalité 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 dans le mio-pliocène du Tchad, les vertébrés fossiles des assemblages fauniques montrent l'existence de nombreux échanges fauniques mais aussi leur caractère intermittent dans le temps et dans l'espace.

De tels 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 être restée relativement isolée. Ainsi, l'histoire paléobiogéographique des Hippopotamidés est riche d'informations.

En effet ce groupe connaît successivement une période d'échanges, puis d'isolement avec le Nord, pendant ce temps il reste isolé de ses contemporains d'Afrique orientale. Par contre, à partir de 2,5 Ma des échanges s'établissent avec l'ensemble de l'Afrique et de l'Eurasie. Ce groupe de mammifères illustre parfaitement tout le chemin qui nous reste à parcourir, que ce soit chez les hominidés anciens ou plus récents, pour avoir une connaissance pertinente de leur histoire paléobiogéographique. En utilisant d'abord le principe de l'actualisme, les assemblages fauniques associés aux hominidés fossiles permettent de reconstruire la paléoécologie des diverses espèces. Dans ce cadre, on postule que des espèces proches (fossiles et actuelles) doivent occuper une niche écologique voisine. Ainsi 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). De plus, l'étude de la micro- et de la méso-usure dentaires permet également de préciser le régime alimentaire d'un individu. La surface occlusale des molaires présente en effet 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 ce que l'on connaît chez les espèces actuelles. Avec une telle démarche, il devient alors possible d'envisager le régime alimentaire des mammifères fossiles concernés. Enfin, la biogéochimie isotopique des isotopes stables du carbone et de l'oxygène de l'émail dentaire des mammifères nous permet également d'obtenir des indications sur le régime alimentaire de l'animal.

À partir de ces différentes méthodes, l'ensemble de toutes les données ainsi obtenues 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 concerné. À partir des données ainsi acquises nous avons une bonne image du contexte environnemental. Et nous pouvons dire qu'il y a 7 Ma, Toumaï vivait dans un contexte de type paysage mosaïque, c'est-à-dire dans un paléopaysage sûrement très comparable à celui de l'actuel delta de l'Okavango (Botswana). Des études en cours nous permettront de préciser les préférences écologiques de Toumaï. Comme les autres Hominidés du miocène supérieur, il fréquentait plus probablement des espaces boisés de forêt claire. À terme, l'ensemble des résultats obtenus va nous permettre de reconstruire les paléoenvironnements successifs qui ont vu naître et évoluer la famille humaine. Au cours des 7 Ma de notre histoire, nous avons été successivement nomades cueilleurs, puis nomades cueilleurs chasseurs et ce n'est que très récemment, il y a moins de 10 000 ans, que nous sommes devenus sédentaires agriculteurs éleveurs... !

Perspectives autour de notre histoire... des conclusions encore toutes provisoires... (cours du 9 juin)

Au cours de cet enseignement, une vue d'ensemble de ce que nous savons, de ce que nous croyons savoir et de ce que nous ne savons pas de notre histoire a été mise en exergue. Parce qu'il est pour le moment le plus ancien d'entre nous, Toumaï avec ses 7 Ma, nous dit que notre origine est bien africaine et unique. Les biologistes moléculaires ont montré notre très grande proximité génétique avec les Chimpanzés qui constituent notre groupe frère. Des découvertes récentes ont mis en évidence que les anthropoïdes ont une origine asiatique et non africaine comme on le pensait précédemment. D'ailleurs, il n'est pas impossible que la population ancestrale du clade Gorilles-Chimpanzés-Humains soit elle aussi, d'origine asiatique. Bien entendu cette nouvelle hypothèse devra être confirmée ou infirmée par de nouvelles découvertes sur le terrain.

Nous savons maintenant que notre histoire s'enracine profondément dans le temps. Ainsi Lucy « la Grand-mère » de l'humanité avec ses 3,2 Ma est plus proche de nous qu'elle n'est proche de Toumaï avec ses 7 Ma... ! Nous savons également que la plus grande partie de notre histoire s'est déroulée en Afrique. Ainsi pour la première fois le genre *Homo* va partir à la conquête de l'Eurasie entre 2 et 3 Ma. Datés de 1,8 Ma, les plus anciens représentants eurasiatiques actuellement connus ont été mis au jour dans le Caucase à Dmanisi (Géorgie). Tandis que dans la Sierra de Atapuerca (Espagne) le plus ancien européen connu est maintenant daté de 1,3 Ma. L'existence de nanisme insulaire chez les hominidés vient d'être mise en évidence pour la première fois sur l'île de Flores (18 Kya, Indonésie). Enfin une hybridation ancienne Néanderthaliens-Hommes modernes vient d'être suggérée. Toutes ces nouvelles découvertes mettent en exergue à la fois ce que nous ne savons pas et l'ampleur de ce qui nous reste à découvrir.

En guise de conclusion, je voudrais à nouveau souligner que l'enseignement délivré (cours et séminaires) voulait mettre en évidence la nécessité de la transdisciplinarité pour obtenir des résultats de plus en plus fiables. Ceci revient au nécessaire décloisonnement entre les grandes disciplines, afin de conduire une recherche plus innovante et obtenir des découvertes inattendues.

Il est parfaitement clair que pour essayer de mieux comprendre notre histoire nous manquons cruellement de restes fossiles. Il faut donc aller en chercher sur le terrain. C'est dire la nécessité de recruter, non pas des paléanthropologues de salon, mais au contraire de jeunes paléanthropologues de terrain. Bien évidemment, il sera important d'utiliser toutes les nouvelles technologies. Je pense notamment à l'imagerie scanner en lumière synchrotron, qui permet de 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. Ainsi ce sont ces nouvelles techniques qui nous ont permis de redonner sa forme originelle à Toumaï puis en collaboration avec une artiste sculpteur de lui redonner son visage. Enfin plus récemment nous avons pu reconstruire la cavité cérébrale de Toumaï afin d'obtenir un moulage de la surface externe de son cerveau.

Ce sont également des nouvelles techniques extraordinaires qui ont permis l'avènement de la paléogénétique. On peut maintenant séquencer des ADN anciens, pour le moment jusque vers 100 000 ans ; d'ores et déjà on peut comparer le génome nucléaire d'un néanderthalien avec celui d'un homme moderne. Bien sûr, nous n'en sommes qu'au tout début et les difficultés à résoudre sont encore nombreuses, mais les résultats acquis montrent déjà 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, une nouvelle méthode de datation a pu être mise en application pour obtenir une datation absolue de Toumaï (7 Ma), à partir d'un cosmonucléide le Béryllium 10.

Naturellement, dans l'avenir bien d'autres approches seront 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, aller sur le terrain pour récolter de nouveaux fossiles... Ainsi les recherches qui ont été menées (ou qui sont encore en cours) avec mon équipe ouvrent un vaste territoire complètement inexploré sur le continent africain.

SÉMINAIRES

Les Anthropoïdes : Origine et dispersions à la lumière des nouvelles découvertes (séminaire du 24 mars)

Professeur Jean-Jacques Jaeger, IPHEP UMR 6040, CNRS-Université de Poitiers, « L'importance de la paléogéographie pour l'évolution : l'exemple des premiers singes anthropoïdes »

Les anthropoïdes sont un groupe de primates qui ont une histoire très ancienne, qui remonte à plus de 45 millions d'années, donc aussi ancienne que celle d'autres groupes actuels de mammifères, comme les rongeurs, les carnivores ou les cétacés. Mais ils présentent un intérêt tout particulier, parce qu'ils représentent nos ancêtres ! Comme tous les groupes, ils peuvent être identifiés, car ils partagent des caractères

anatomiques communs qui apparaissent successivement au cours du temps. Certains de ces caractères, présents chez l'homme moderne, comme les incisives supérieures spatulées et implantées sub-verticalement, remontent à plus de 45 Ma ! Jusque récemment, on considérait que les anthropoïdes étaient apparus en Afrique et qu'ils s'étaient progressivement transformés au cours du temps jusqu'à devenir des hommes, sans quitter l'Afrique. Cette vision simpliste vient d'être remise en cause à la lueur de nouvelles découvertes effectuées en Asie au cours de ces dix dernières années. En effet, les formes les plus anciennes et les plus primitives ne sont connues que d'Asie. Ce sont des primates de petite taille, ne dépassant pas 500 grammes à l'âge adulte, qui présentent encore de nombreux caractères primitifs qui les font ressembler à des lémuriniens actuels de Madagascar. Toutefois, certains de leurs caractères anatomiques les dénoncent comme appartenant en fait à des formes primitives d'anthropoïdes. On désigne ce groupe sous le nom d'Eosimiidés, par référence à un de leurs représentants les plus anciens, *Eosimias centennicus* de Chine, daté de 45 millions d'années. Des formes similaires ont été également découvertes en Asie du Sud-Est, notamment au Myanmar (ex-Birmanie) et en Thaïlande. Dans cette dernière région, ils sont accompagnés par des formes de plus grande taille, les Amphiphithécidés, dont le poids adulte pouvait atteindre 10 kilogrammes.

Des découvertes récentes, faites en Afrique, révèlent que les supposés anthropoïdes anciens africains n'appartiennent pas à ce dernier groupe, mais se rapprochent au contraire des Lémuriens, représentés encore aujourd'hui à Madagascar. Elles confirment également l'absence, avant 37 millions d'années, de toute trace d'anthropoïdes en Afrique. Ces derniers sont donc originaires d'une autre région du globe, qui devait receler des anthropoïdes à une époque plus ancienne. Compte-tenu de l'absence, dans ces niveaux anciens datés entre 45 et 37 Ma de ces derniers en Europe, en Amérique du Nord et du Sud, l'hypothèse d'une origine asiatique s'impose donc naturellement. Cette interprétation est fortement renforcée par l'association de ces anthropoïdes avec d'autres groupes de mammifères asiatiques, qui font également leur apparition en Afrique avant 37 millions d'années. Parmi ces derniers, des rongeurs hystricognathes et des anthracothères, reconnus comme des groupes d'origine asiatique.

L'histoire se complique lorsque l'on prend en compte la paléogéographie. À cette époque en effet, la plaque africaine était isolée et séparée par des océans de tous les continents qui l'entouraient. Un tel phénomène d'immigration, notamment d'Asie vers l'Afrique, à du se faire par l'intermédiaire d'îles ou de microplaques à l'occasion de mouvements tectoniques ou (et) de variations importantes du niveau des océans. Les anthropoïdes africains les plus anciens viennent d'être découverts en Libye, dans des niveaux datés de 39 à 38 Ma. Les formes les plus anciennes sont alors déjà représentées par 3 groupes distincts, ce qui pose le problème d'un ancêtre unique et d'une immigration plus ancienne ou bien d'une immigration de plusieurs formes déjà distinctes. Mais l'aspect majeur de cette découverte Libyenne concerne la nature de l'une de ces 3 formes d'anthropoïdes, qui ressemble étroitement aux Eosimiidés asiatiques, les formes ancestrales asiatiques. Leur présence en Afrique atteste ainsi l'origine asiatique de ce groupe et son immigration plus tardive en Afrique. Ces nouveaux immigrés, anthropoïdes et rongeurs hystricognathes, vont trouver des niches écologiques inoccupées ou (et) des compétiteurs moins performants qu'en Asie et vont connaître une radiation importante qui les conduira à une forte diversification associée, pour les anthropoïdes, à une augmentation de taille très significative. Ainsi commencera donc en Afrique l'évolution vers la

lignée humaine. Mais la dispersion éocène des anthropoïdes et des rongeurs hystricognathes ne se limitera pas uniquement à une dispersion d'Asie vers l'Afrique. En effet, quelque temps plus tard, on retrouvera ces mêmes formes en Amérique du Sud, alors une île-continent également isolée des autres masses continentales à cette époque et jusqu'à 2,4 millions d'années. Dans ce cas encore, le mécanisme de dispersion et son mode (radeau, course d'obstacle, passage d'île en île, etc.) restent encore totalement inconnus. Ainsi, le rôle de la géographie et de la dispersion des êtres vivants apparaît comme fondamental pour comprendre l'évolution d'un groupe. La dispersion est une règle générale chez tous les êtres vivants, et elle augmente les chances de réussite d'un groupe. De plus, l'histoire ancienne des anthropoïdes pourrait bien constituer un exemple de référence pour comprendre l'évolution des hominoïdes au cours de l'époque miocène, car si l'histoire du rameau humain peut être maintenant considérée comme africaine entre Toumaï et *Homo sapiens*, la période qui précède Toumaï pourrait bien avoir été témoin de migrations hors d'Afrique ou vers l'Afrique comme l'ont connu les formes ancestrales de l'éocène.

Histoire du peuplement de l'Amérique du Sud par les Rongeurs Caviomorphes et les Singes Anthropoïdes (séminaire du 31 mars)

Dr. Pauline Coster, Vertebrate Paleontology, Carnegie Museum of Natural History, Pittsburg, États-Unis

Les Anthropoïdes, qui regroupent les Platyrrhiniens et les Catarrhiniens, ont une origine ancienne asiatique puisque des fossiles découverts en Chine, au Myanmar, en Thaïlande et en Inde (cf. Beard, 2006), ont mis en évidence leur présence en Asie du Sud-Est depuis l'éocène inférieur et moyen. La plupart de ces anthropoïdes primitifs appartiennent à un groupe souche appelé les Eosimiidés.

En Afrique, les plus anciens anthropoïdes incontestés apparaissent à la fin de l'éocène moyen. Une des plus vieille forme d'anthropoïdes africains, *Biretia*, a été découverte dans les dépôts de la fin de l'éocène moyen - début de l'éocène supérieur du site de Bir El Ater en Algérie, et a également été décrite dans la localité égyptienne du Fayoum BQ-2 datée à 37 Ma (cf. Williams *et al.*, 2010). Jaeger *et al.* (2010) ont récemment rapporté, dans les dépôts fossilifères de la fin de l'éocène moyen du Dur At-Talah en Lybie, la découverte de la plus ancienne communauté connue d'anthropoïdes africains. L'importante diversité des formes fossiles d'anthropoïdes dès la fin de l'éocène moyen en Afrique indique soit un événement de dispersion ancien depuis l'Asie vers l'Afrique suivi par une phase de diversification en Afrique au cours de l'éocène moyen, soit la colonisation simultanée de l'Afrique par différents clades d'anthropoïdes asiatiques durant l'éocène moyen.

À la fin de l'éocène et pendant l'oligocène, les anthropoïdes se sont largement diversifiés en Afrique. Certaines espèces du Fayoum, appartenant à la famille des Parapithecidés, présentent des caractères proches des singes anthropoïdes du Nouveau Monde, les platyrrhiniens. Ces derniers sont connus uniquement en Amérique du Sud et se sont diversifiés sur ce continent ; pourtant la question sur leur origine reste controversée (cf. Wyss *et al.*, 1993). Ils apparaissent vers la fin de l'oligocène supérieur et sont alors peu représentés. L'un des plus anciens platyrrhiniens, *Branisella*, provient des niveaux de l'oligocène supérieur de Salla en Bolivie. La présence du groupe des rongeurs hystricognathes en Amérique du Sud

pose les mêmes problèmes quant à leur origine biogéographique que les platyrrhiniens. Les rongeurs caviomorphes apparaissent dans le registre fossile d'Amérique du Sud au début de l'oligocène et semblent avoir colonisé ce continent à la même période que les platyrrhiniens, mais les modalités de cet événement de colonisation sont également énigmatiques.

Les ressemblances anatomiques considérables existant entre les rongeurs hystricognathes et les primates anthropoïdes africains et ceux d'Amérique du Sud, semblent refléter l'existence de véritables affinités phylogénétiques, mais la présence d'anthropoïdes et des rongeurs hystricognathes primitifs en Asie pourrait également étayer l'hypothèse d'une origine asiatique de ces groupes. À l'heure actuelle, il n'est pas encore clairement établi si les caviomorphes et les platyrrhiniens ont divergé de leurs groupes frères en Asie ou bien après la migration de leurs ancêtres en Afrique. Plusieurs scénarios paléobiogéographiques ont été élaborés pour expliquer la colonisation de l'Amérique du Sud par ces groupes à la fin de l'éocène ou au début de l'oligocène (cf. Houle, 1999).

L'Amérique du Sud était un continent isolé pendant la plupart du Cénozoïque, séparé de l'Afrique par l'Atlantique Sud et de l'Amérique du Nord par la Mer des Caraïbes. Un transport transatlantique par radeau depuis l'Afrique vers l'Amérique du Sud est, jusqu'à présent, l'hypothèse la plus répandue malgré le fait que ces deux continents étaient déjà séparés par une large barrière océanique, l'Océan Atlantique. La traversée en radeau naturel depuis les côtes africaines jusqu'à l'Amérique du Sud aurait pu être aidée par des paléocourants et paléovents favorables, ainsi que par la présence d'îles relais. D'autre part, l'Amérique du Sud et l'Antarctique étaient connectés jusqu'à l'ouverture du passage de Drake, à la fin de l'éocène - début de l'oligocène et la possibilité d'une migration via l'Antarctique a souvent été évoquée. Un passage par l'Antarctique implique deux scénarios différents : une migration de l'Afrique vers l'Antarctique (par l'océan Indien) puis vers l'Amérique du Sud ou une migration de l'Asie vers l'Australie, l'Antarctique puis l'Amérique du Sud. Jusqu'à présent, aucune trace de rongeurs caviomorphes ou singes platyrrhiniens n'a été retrouvée en Antarctique ou en Australie ; il est cependant important de souligner que le registre fossile d'Antarctique a été relativement inexploré. Enfin, une dernière route de migration possible implique un passage de l'Asie vers l'Amérique du Nord via le détroit de Bering, puis une colonisation de l'Amérique du Sud depuis l'Amérique du Nord. Ce dernier scénario semble cependant peu probable considérant l'absence notable de fossiles d'anthropoïdes et de rongeurs hystricognathes dans le registre fossile relativement bien connu d'Amérique du Nord.

Pour l'instant, la pauvreté du registre fossile soulève encore de nombreuses questions concernant la chronologie et les modalités de la colonisation de l'Amérique du Sud par les singes platyrrhiniens et les rongeurs caviomorphes. Seule la découverte de fossiles de protoplatyrrhiniens et protocaviomorphes dans le registre fossile peu documenté de l'éocène moyen devrait permettre d'apporter des éléments de réponse à ces questions.

Références

Beard K.C., « Mammalian biogeography and anthropoid origins », in Lehman S. et Fleagle J.G., (éds), *Primate Biogeography*, New York, Springer, 2006, 439-467.

Houle A., « The origin of platyrrhines: an evaluation of the Antarctic scenario and the floating island model », *American Journal of Physical Anthropology*, 109, 1999, 541-559.

Jaeger J.J., Beard K.C., Chaimanee Y., Salem M., Benammi M., Hlal O., Coster P., Bilal A.A., Düringer P., Schuster M., Valentin X., Marandat B., Marivaux L., Métais E., Hammuda O. et Brunet M. « Late middle Eocene epoch of Libya yields earliest known radiation of African anthropoids », *Nature*, 467, 2010, 1095-1098.

Williams B.A., Kay R.F. et Kirk, E.C., « New perspectives on anthropoid origins. Proceedings of the National Academy of Sciences », 107, 2010, 4797-4804.

Wyss A.R., Flynn J.J., Norell M.A., Swisher C.C., Charrier R., Novacek M.J., McKenna M.C. « South America's oldest rodent and recognition of a new interval of mammalian evolution », *Nature*, 365, 1993, 434-437.

Applications des techniques modernes d'imagerie à la paléontologie : Paléoneurologie, reconstitutions et interprétations de cerveaux d'hominidés fossiles (séminaire du 7 avril)

Dr. Thibaut Bienvenu, ATER, chaire de Paléontologie humaine du Collège de France, IPHEP UMR 7262, CNRS-Université de Poitiers.

La paléoneurologie est la science qui s'intéresse aux moulages endocrâniens de vertébrés fossiles. Ces moulages internes de la cavité cérébrale reproduisent plus ou moins fidèlement la forme de l'encéphale (cerveau au sens large). Chez les formes fossiles, les moulages endocrâniens constituent l'unique moyen d'obtenir des informations sur cet organe mou qui ne se fossilise que de manière exceptionnelle.

Georges Cuvier (1769-1832), le père de la paléontologie, peut également être considéré comme le fondateur de la paléoneurologie (qui n'est autre qu'une des nombreuses branches de la paléontologie). En effet, c'est Cuvier qui, dès 1804, reconnut dans le moulage endocrânien d'un *Anoplotherium* (mammifère artiodactyle de l'éocène, découvert pour la première fois dans les carrières de gypse de Montmartre) la forme d'un encéphale. En 1884, les lois de Marsh furent l'une des premières tentatives d'étude des moulages endocrâniens fossiles dans un contexte évolutif. Ces lois, stipulant notamment un accroissement graduel de la taille du cerveau chez les mammifères au cours de l'ère tertiaire, constituèrent le paradigme de la paléoneurologie jusqu'au milieu du XX^e siècle. C'est alors que Tilly Edinger (1897-1967) instaura le cadre de la paléoneurologie moderne par deux publications majeures : une revue de l'ensemble des connaissances paléoneurologiques de l'époque (1929), puis une étude détaillée de l'évolution de l'encéphale chez les équidés (1948).

Le moulage endocrânien épouse la forme de la table interne des os crâniens. Il offre une image externe de l'encéphale enveloppé dans ses méninges (couches de protection situées entre l'encéphale et la table osseuse interne, qui contiennent notamment des vaisseaux sanguins). À cause de la présence des méninges, les circonvolutions (reliefs) et les sillons (dépressions) de l'encéphale apparaissent moins marqués sur le moulage endocrânien. Ils sont même parfois totalement effacés. Comme l'encéphale, le moulage endocrânien peut être décomposé en cerveau (au sens strict : 2 hémisphères cérébraux de 4 lobes chacun), cervelet et tronc cérébral.

Il existe différents types de moulages endocrâniens. Les moulages naturels se forment par induration de sédiments qui ont rempli la cavité endocrânienne lors de l'enfouissement, suivie de la décomposition ou de la fragmentation des os crâniens. Chez les hominidés, le moulage endocrânien naturel de l'enfant de Taung

(*Australopithecus africanus*) en Afrique du Sud, et celui de l'enfant de Dikika (*Australopithecus afarensis*) en Éthiopie, figurent parmi les plus connus. Les moulages endocrâniens artificiels sont de deux types soit ils sont effectués en injectant un matériau de moulage (latex ou silicone) dans le crâne fossile, soit ils sont réalisés sur ordinateur, à partir de crânes numérisés. Cette dernière technique permet d'extraire des moulages endocrâniens artificiels à partir de crânes remplis de sédiments, dans lesquels on ne peut pas injecter de matériau de moulage.

Le caractère le plus étudié sur les moulages endocrâniens est leur volume, qui permet d'estimer la taille de l'encéphale. Chez les hominidés, la tendance générale est à l'augmentation du volume endocrânien, puisque celui-ci a triplé depuis environ 3 Ma (date des plus anciens moulages endocrâniens d'hominidés actuellement connus). Des changements environnementaux (ouverture des milieux) sont probablement à l'origine de cette augmentation du volume endocrânien chez les hominidés. Cependant, cette observation générale est à nuancer. Par exemple, *Homo floresiensis*, daté de 18 000 ans, ne montre pas un volume endocrânien plus élevé que des australopithèques de 3 Ma. De la même manière, les moulages endocrâniens de paranthropes datés entre 2,5 et 1,5 Ma n'ont pas un volume plus élevé que ceux d'australopithèques plus anciens. Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer pourquoi le genre *Homo* est caractérisé par une augmentation du volume endocrânien et pas le genre *Paranthropus*, alors que les deux genres ont été soumis aux mêmes changements environnementaux. Parmi ces hypothèses, la « radiator hypothesis » (Falk) propose que, chez *Homo*, le réseau sanguin mis en place à travers les foramens émissaires a permis le refroidissement d'un encéphale de taille plus importante, ce qui n'est pas le cas chez les paranthropes. Une autre hypothèse complémentaire est l'« expensive-tissue hypothesis » (Aiello et Wheeler). Elle explique que chez *Homo*, une amélioration du régime alimentaire a pu permettre une réduction de la taille des intestins, organe coûteux d'un point de vue métabolique. L'énergie mise à disposition par des intestins de plus en plus petits a pu être allouée à un encéphale de plus en plus gros. Le régime alimentaire très spécialisé et à faible rendement énergétique de *Paranthropus* n'a pas permis une réduction de taille des intestins, d'où une stagnation de la taille de l'encéphale dans ce groupe malgré des conditions environnementales changeantes.

L'évolution de l'encéphale chez les hominidés est marquée non seulement par des variations de taille, mais aussi par des réorganisations neurales, qui se manifestent sur les moulages endocrâniens par des modifications morphologiques externes, mais également par des changements de proportion des différentes parties. Nous décrivons ci-après quelques réorganisations neurales clairement observées chez le genre *Homo*, même si certaines d'entre elles ont pu apparaître plus tôt au cours de l'évolution des hominidés. On observe chez *Homo* une réduction de la taille relative du cervelet (une augmentation de la taille relative des hémisphères cérébraux). Les moulages endocrâniens deviennent également plus asymétriques. On observe très souvent la projection (antéro-postérieure ou latérale) plus importante d'un hémisphère par rapport à l'autre. On appelle ces asymétries « petalia ». Elles sont en rapport avec la latéralisation. Ainsi, l'association d'un « pétalia » frontal droit (au niveau des lobes frontaux, l'hémisphère droit est davantage projeté que le gauche) avec un « petalia » occipital gauche (au niveau des lobes occipitaux, l'hémisphère gauche est davantage projeté que le droit) est généralement caractéristique d'un individu droitier. Le sulcus lunatus (sillon dans le lobe occipital) des individus du genre *Homo* occupe une position plus postérieure, ce qui traduit

une réduction de leur aire visuelle primaire. Leur lobe temporal a un volume relatif et une expansion latérale plus importants. Le sillon fronto-orbitaire (sillon dans le lobe frontal) disparaît et le cap de Broca (protubérance en rapport avec la production du langage articulé) fait son apparition.

Avant 3 Ma, l'évolution de l'encéphale chez les hominidés demeure inconnue. La publication prochaine de l'étude du moulage endocrânien de Toumaï, reconstitué à l'aide de données numériques, permettra d'ouvrir une fenêtre sur la taille de l'encéphale et l'état de réorganisation neurale des premiers hominidés.

Les crises de la biodiversité : mythes ou réalités (séminaire du 28 avril)

Dr. Sylvie Crasquin, CNRS, CR2P UMR 7207 CNRS-UPMC, Paris

Le terme de « biodiversité » recouvre la variété et la diversité du monde vivant. Dans son sens le plus large, ce mot est quasi synonyme de « vie sur terre ». Elle couvre les grandes espèces animales et végétales mais aussi, et surtout, tout le monde invisible à l'œil nu. Il est assez difficile d'évaluer la biodiversité actuelle : si 1.9 millions d'espèces sont décrites à ce jour, on estime que le nombre total d'espèces animales et végétales vivantes serait de l'ordre de 7 millions. La biodiversité évolue par des apparitions de nouvelles espèces (spéciations) et la disparition d'autres. Cette évolution de la vie sur Terre depuis son « explosion » à la base du Cambrien, ne s'est pas faite de manière régulière et continue. Il y a des phases de diversification (plus de spéciations que d'extinctions), des phases de stabilité (nombre de spéciations et d'extinctions équivalentes) et des phases de « crises » (plus d'extinctions que de spéciations). Une crise biologique implique une extinction en masse, à un haut niveau systématique (les familles doivent être touchées) qui se déroule sur un intervalle de temps court à l'échelle des temps géologiques et qui doit être enregistrée à l'échelle planétaire. Cinq crises biologiques majeures sont classiquement identifiées : à la fin de l'ordovicien (il y a 436 Ma), au dévonien supérieur (il y a 365 Ma), à la fin du permien (il y a 252 Ma), à la fin du trias (il y a 203 Ma) et à la fin du crétacé (il y a 65 Ma). Il est important de considérer les courbes de biodiversité avec précaution. Il en existe un très grand nombre et il convient de savoir quelles sont les données utilisées et comment elles ont été traitées. En particulier, il est fondamental de distinguer le milieu marin du milieu terrestre. En effet, les enregistrements paléontologiques y sont fondamentalement différents, le milieu continental étant extrêmement lacunaire.

Afin d'illustrer le propos, une seule crise sera abordée. Il aurait été possible de reprendre une fois de plus la très médiatique crise crétacé-paléogène, mais on s'attardera ici à celle qui fut la plus intense et qui bouleversa complètement le monde vivant : la crise définissant la limite entre le permien et le trias et donc entre le paléozoïque et le mésozoïque, il y a 252 Ma. Les sites où il est possible d'observer la limite en milieu marin sont peu nombreux (une petite dizaine) et la plupart montrent des séries incomplètes. La coupe considérée comme la plus complète est située en Chine du Sud et a été choisie pour établir le stratotype de la limite permien-trias (LPT). Celui-ci est localisé à Meishan, une centaine de kilomètres à l'ouest de Shanghai. La base du Trias est définie sur l'apparition d'un conodonte (organite en phosphate de calcium) : *Hindeodus parvus*.

En milieu marin, 57 % des familles, 83 % des genres et 96 % des espèces présents au Permien supérieur seront absents au trias inférieur. La vie a failli disparaître !

Certains groupes vont s'éteindre définitivement. C'est le cas des trilobites, groupe emblématique du Paléozoïque, et des fusulines, protozoaires de grande taille qui abondaient sur le fonds des mers. Chez ces deux groupes, un déclin très net est observé dès la fin du dévonien pour les trilobites et à la fin du permien inférieur pour les fusulines. Les événements de la LPT vont achever des groupes moribonds. Ce sont des extinctions graduelles et progressives. Les coraux, rugueux et tabulés, florissant jusqu'à la fin du permien supérieur vont être éradiqués de manière violente et brutale à la LPT. D'autres groupes vont être profondément affectés sans toutefois disparaître. Par exemple, les brachiopodes, les gastéropodes, les autres foraminifères (hors fusulines), vont montrer des courbes de biodiversité en goulot de bouteille.

En milieu marin, les données sont à prendre avec précaution de par la rareté des données. Un changement est observé dans le type de flore entre le paléozoïque supérieur et le trias. Les flores à grandes feuilles adaptées aux climats chauds et humides qui caractérisaient les forêts houillères vont progressivement laisser place à des flores de type conifères, cosmopolites et beaucoup moins exigeantes. 70 à 77 % des familles de vertébrés terrestres disparaissent mais les épisodes de baisse de la diversité se situent au cours du permien inférieur et au cours du trias inférieur.

L'extinction en masse de la limite P/T est nette et intense, surtout en domaine marin. Des arguments en faveur d'extinctions graduelles dans le permien supérieur et le trias inférieur s'accumulent. Mais d'autres indices évoquent un épisode catastrophique. Il convient donc d'analyser les événements globaux susceptibles d'avoir causé l'extinction biologique.

Différents phénomènes vont se succéder dans le temps. Les premiers lents et progressifs, les seconds très brutaux et courts. Au cours du permien supérieur, la Pangée, immense continent unique va achever sa fermeture et va voir sa surface considérablement augmenter suite à la régression généralisée. À la LPT, un volcanisme extrêmement dévastateur, les *trapps* de Sibérie, va se produire et durer environ 1 Ma. Ce volcanisme aura pour conséquences secondaires la déstabilisation des clathrates et de la chimiocline des sulfures d'hydrogène. Le coup de grâce sera infligé par la remontée d'eaux anoxiques sur les plates-formes. Il n'y pas une cause mais une sommation et une conjonction de causes pour expliquer la plus grande crise biologique de tous les temps.

Les points communs à toutes les extinctions en masse sont :

- l'intensité n'est pas la même en domaines marin et continental (attention aux données disponibles) ;
- les organismes intertropicaux sont plus touchés que ceux des hautes latitudes (le milieu récifal est toujours le premier à être atteint) ;
- les organismes d'eau douce survivent mieux que les marins ;
- les organismes très spécialisés sont défavorisés par rapport aux généralistes ;
- les espèces survivantes s'adaptent.

Les extinctions d'espèces, même si elles sont brutales, sont des étapes naturelles de l'évolution de la biosphère. Elles favorisent la diversification de nouvelles formes par libération des biotopes. Toutefois, aujourd'hui, pour la première fois dans toute l'histoire de la vie depuis son apparition, une espèce, *Homo sapiens*, domine en biomasse l'ensemble de la biodiversité (avec tout ce qui participe à son alimentation), modifie les processus naturels et cause l'extinction en masse d'autres espèces par destruction extrêmement rapide des biotopes.

ADN ancien : apports, hypothèses, fiction (séminaire du 5 mai)

Pr Christine Keyser, Institut de médecine, CNRS-Université de Strasbourg

Il y a plus d'un quart de siècle était mise en évidence la possibilité d'accéder à l'information génétique conservée dans le matériel archéologique. Cette découverte a permis l'apparition d'une nouvelle discipline, la paléogénétique ou étude de l'ADN ancien, discipline qui a ouvert de nouvelles perspectives de recherche dans différents domaines scientifiques, parmi lesquels l'anthropologie et la paléoanthropologie. La conférence s'inscrit dans un cycle de cours et séminaires intitulé *Histoire et évolution des hominidés anciens* : ce que l'on sait, ce que l'on croyait savoir, ce que l'on ne sait pas. Elle a pour objet de présenter les apports de l'ADN ancien en anthropologie et paléoanthropologie (ce que l'on sait grâce aux données « paléogénétiques »), les hypothèses formulées à partir de l'analyse de ces données et parfois démenties (ce que l'on croyait savoir) et enfin les informations que l'on déduit en extrapolant ces données mais qui relèvent souvent de la fiction (et donc finalement de ce que l'on ne sait pas).

Après un rappel de l'historique de la discipline, des difficultés inhérentes à l'étude de molécules d'ADN anciennes et des différents outils moléculaires à disposition des paléogénéticiens, seront présentés des exemples issus des travaux de notre équipe mais aussi de la littérature. Ces exemples intéresseront tout d'abord l'étude de l'organisation et du recrutement des ensembles sépulcraux. Nous évoquerons l'étude génétique de nécropoles (nécropole d'Egyin Gol dans le nord de la Mongolie datant de la période Xiongnu) mais aussi celle de tombes isolées (tombe princière Scythe datant du IV^e siècle av. J.C.). Dans un second temps, nous verrons comment l'ADN ancien apporte des éléments de réponse sur l'histoire des peuplements. L'exemple proposé repose sur l'étude de sujets du sud sibérien datant de l'âge du Bronze. Nous tenterons de répondre à la question de l'origine géographique de ces individus de type vraisemblablement européen. Enfin nous nous intéresserons à l'application de la paléogénétique à l'étude de l'histoire des hominidés. Nous développerons l'exemple de la relation de l'homme moderne avec l'homme de Neandertal et retracerons les investigations génétiques menées depuis près de 15 ans pour répondre à la question du métissage entre ces deux groupes d'hominidés. En effet, depuis sa découverte en 1856 dans la vallée de Neander, près de Düsseldorf en Allemagne, l'Homme de Neandertal n'a cessé de susciter des débats passionnés. Représentant fossile du genre *Homo* qui a vécu en Europe et en Asie de l'Ouest, il y a entre 25 000 et 28 000 ans, sa disparition reste énigmatique. Elle coïncide néanmoins avec l'arrivée de groupes d'Hommes anatomiquement modernes venus du Proche Orient il y a 40 000 ans. Bien qu'aucune preuve n'ait encore été établie, il est probable que l'Homme de Neandertal ait cohabité avec l'Homme anatomiquement moderne pendant près de 15 000 ans. Si c'est le cas, y a-t-il eu métissage entre les deux groupes d'hominidés ? Cette question, d'abord abordée par des études morphométriques, a bénéficié des progrès réalisés dans le domaine de la paléogénétique puisqu'en 1997, la première séquence d'ADN mitochondriale néandertalienne a été obtenue à partir du spécimen de Feldhofer découvert en 1856. Aujourd'hui, des séquences d'ADNmt d'une quinzaine de spécimens néandertaliens issus d'une dizaine de sites répartis dans presque toute l'Eurasie ont été publiées. La comparaison de ces séquences a révélé que la contribution maternelle néandertalienne au pool mitochondrial actuel a été sinon nulle, du moins extrêmement faible. L'avènement des techniques de séquençage à

haut débit au cours des toutes dernières années a permis l'analyse de génomes complets. Ainsi, outre le séquençage de la totalité de génomes mitochondriaux issus de 6 néandertaliens, une ébauche du génome nucléaire néandertalien a été récemment obtenue. Cette prouesse technique a permis d'établir que le génome néandertalien représenterait 1 à 4 % de celui des Européens et des Asiatiques actuels alors qu'il ne semble pas présent dans les génomes africains. Ce résultat, qui semble en contradiction avec les précédents travaux basés sur l'étude de l'ADN mitochondrial, est-il fiable ? Nous tenterons de répondre à cette question avant de conclure sur l'impact des travaux réalisés dans le domaine de l'ADN ancien.

Le peuplement de l'Égypte dans son contexte africain : le peuplement de la vallée du Nil (ce que nous savons, ce que nous croyons savoir, ce que nous espérons connaître) (séminaire du 12 mai)

Pr Eric CRUBEZY, Directeur du laboratoire CNRS, UMR 5288, d'anthropobiologie AMI, Université Paul Sabatier, Toulouse

La vallée du Nil fait le lien entre l'Afrique sub-saharienne, l'Afrique de l'Est et la Méditerranée. En ce sens, comprendre le peuplement de la vallée du Nil c'est comprendre le peuplement de l'Afrique. Comme pour toute étude de l'histoire des peuplements récents, les éléments à mettre en œuvre proviennent de différentes sources : 1/ squelettes et/ou momies issus de gisements funéraires et dont l'histoire peut être appréhendée grâce aux documents culturels et aux études morphologiques (caractères discrets notamment), l'ADN étant trop dégradé avec les moyens actuels dans la vallée du Nil sur ce type de restes ; 2/ populations contemporaines dont l'histoire biologique peut être appréciée via différents échantillons et des marqueurs génétiques renseignant notamment sur l'histoire des lignées maternelles et paternelles.

Une synthèse des données morphologiques disponibles (caractères discrets dentaires) sur le Nord de l'Afrique et la vallée du Nil suggère une absence de filiation directe et simple entre les derniers chasseurs-cueilleurs et les populations prédynastiques du quatrième millénaire avant notre ère, parmi lesquelles une composante issue d'une population antérieure à l'expansion bantoue est reconnue. Par ailleurs, ces populations prédynastiques, dont sont issues les populations d'époque pharaonique, semblent très diversifiées tout au long de la vallée. Les populations pharaoniques semblent plus homogènes jusqu'aux époques grecques et romaines où d'importants flux géniques sont mis en évidence.

Les données génétiques contemporaines inédites montrent une différence d'histoire biologique entre différentes communautés de la vallée, différences qui peuvent facilement s'expliquer par une histoire récente (dernier millénaire) à l'origine de cercles de mariages différents. Une exploration génétique fine suggère que moins de 20 % du pool génique pourraient être rattachés à des événements biologiques antérieurs de 4 000 ans à l'époque contemporaine.

En conclusion, l'histoire du peuplement de la vallée du Nil, peut être appréhendée par des sources différentes qui ne fournissent pas les mêmes résultats. Cette non-concordance pourrait être liée à l'évolution rapide de l'histoire biologique des communautés au cours du dernier millénaire. Seule la mise au point de nouvelles techniques en ADN ancien, permettant d'accéder à l'étude d'ADN très dégradés comme ceux habituellement retrouvés dans la vallée du Nil, permettra d'envisager, de façon clarifiée, l'histoire du peuplement de cette partie du monde.

La magnétostratigraphie et ses applications à la paléontologie : apports, limites et perspectives (séminaire du 19 mai)

Dr. Mouloud Benammi, IR CNRS, UMR 7262 CNRS-Université de Poitiers

Le paléomagnétisme, littéralement le magnétisme ancien, est l'une des disciplines des sciences de la terre qui a pour objet l'étude du champ magnétique terrestre dans le passé. Pour la plupart de nous le champ magnétique terrestre est la force qui oriente l'aiguille d'une boussole vers le pôle Nord. Mais ce champ n'est pas horizontal contrairement à ce que la boussole fait croire. Le champ magnétique terrestre présente des variations à court terme, de faible intensité (0,1 % du champ total) qui sont dues à des perturbations dans l'ionosphère (l'influence des aurores boréales est bien connue). Il existe aussi des variations à plus long terme qui peuvent avoir des implications archéologiques et géologiques. Au cours du temps, l'intensité du champ change, sa force change et la position des pôles change également. L'ensemble de ces variations a reçu le nom de variations séculaires en raison de la durée caractéristique du phénomène. Ces variations survenues durant les périodes historiques sont étudiées par l'archéomagnétisme. Pour des périodes plus anciennes, les temps géologiques, nous n'avons plus que les roches pour retrouver les traces du champ magnétique terrestre, et c'est le domaine du paléomagnétisme. En étudiant le magnétisme fossilisé dans les roches, nous observons que des changements bien plus importants se sont produits dans les propriétés du champ terrestre : ce sont des inversions.

La faculté qu'ont les minéraux magnétiques dans les roches sédimentaires et volcaniques de fossiliser la direction du champ magnétique terrestre, au moment de leur formation, permet une grande variété d'applications géologiques. Les inversions du champ magnétique constituent un phénomène synchrone à l'échelle de la planète et instantané à l'échelle géologique. Une analyse magnétostratigraphique consiste à retrouver les différentes magnétozones (polarités) présentes dans une coupe donnée et à établir la séquence d'inversions magnétiques enregistrées dans la série sédimentaire. Il est important que la coupe donnée corresponde à un intervalle de temps suffisamment long, qu'elle présente un minimum de lacune et qu'elle soit calibrée précisément par des repères chronologiques afin de pouvoir la corrélérer le mieux possible à l'échelle de référence des inversions magnétiques. L'étude magnétostratigraphique n'est pas une méthode de corrélation totalement indépendante; un calage chronologique (isotopique ou biochronologique) est nécessaire pour l'interprétation du signal magnétique et la plupart des études magnétostratigraphiques sont accompagnées d'une étude de la zonation biostratigraphique. La précision de cette zonation dépend évidemment des espèces fossiles identifiées et de l'environnement sédimentaire. Quand la séquence des inversions magnétiques est déterminée et corrélée à l'échelle de référence, on peut alors estimer la vitesse des processus sédimentaires, structuraux ou biologiques. En outre, les anomalies magnétiques océaniques, associées aux datations radiométriques, sont la base de l'établissement de l'échelle des polarités magnétiques qui est devenue, au cours des dernières décennies, de plus en plus précise. Elle a permis de déterminer l'âge du plancher océanique ainsi que la direction et la vitesse du mouvement des plaques lithosphériques. Les inversions du champ magnétique terrestre constituent donc un bon outil de datation et de corrélation dans les séries sédimentaires et volcaniques.

Il est bien établi que la magnétostratigraphie est une méthode stratigraphique confirmée et apparaît comme l'une des méthodes les mieux adaptées pour aborder les problèmes de chronologie des formations sédimentaires. Comme le laboratoire de paléoprimateologie de l'Université de Poitiers maîtrise les différentes méthodes de datation, éprouvées de longue date en biostratigraphie (sur la base des mammifères), il est le premier Laboratoire de Paléontologie en France qui bénéficie d'une expertise en magnétostratigraphie. Ces deux méthodes sont parfaitement complémentaires l'une de l'autre : la magnétostratigraphie affine les corrélations entre les sites et les datations, mais elle nécessite un calage initial que permet la biostratigraphie. En effet, la connaissance de l'âge des fossiles et des relations temporelles entre les sites est primordiale que ce soit pour suivre l'évolution d'un groupe, pour corrélérer des environnements locaux à des phases climatiques globales, ou encore pour situer des scénarios paléobiogéographiques dans leur cadre géologique. Une datation précise valorise significativement toute découverte paléontologique.

Un exemple de l'application de la magnétostratigraphie est la datation de la série sédimentaire qui a livré *Khoratpithecus chiangmuanensis*, ancêtre de l'Orang-outan ; cette série serait déposée entre 13,1 et 12 Ma et l'âge du niveau fossilifère serait compris entre 12,4 et 12,2 Ma.

Les avantages de la magnétostratigraphie par rapport aux autres méthodes géochronologiques :

- le signal étudié est synchrone à grande échelle, c'est-à-dire qu'une inversion ne dépend pas de la région géographique, elle est synchrone à l'échelle de la planète ;
- haute résolution : la transition d'une polarité à l'autre est de quelques Milliers d'années ;
- indépendante du faciès (toutes les roches du même âge ont la même direction).

Les limites de la magnétostratigraphie sont liées à des problèmes techniques tel que la faible aimantation des échantillons, la réaimantation souvent due à des phénomènes d'altération ou de la foudre, la faible épaisseur de la coupe échantillonnée et le manque de repères chronologiques.

Ce que nous connaissons et ce que nous ne connaissons pas sur l'histoire du peuplement humain de Madagascar

(séminaire du 26 mai)

Dr. Harilanto Razafindrazaka, ATER, chaire de Paléontologie humaine du Collège de France

Le peuplement humain de Madagascar pose de nombreuses questions sur ses origines, son ancienneté et le cadre historique dans lequel il s'inscrit. Si la double contribution principale austronésienne et africaine est affirmée par des éléments culturels, historiques et également biologique, elle est moins évidente à travers les origines de la langue, le Malagasy, langue unique parlée par toutes les populations de l'île. En effet, le Malagasy est une langue austronésienne directement héritée des ancêtres austronésiens qui a intégré des éléments de langue bantoue dans des lieux et à des moments pour l'instant inconnus. Ce fait révèle une complexité sous-jacente des contacts entre les groupes aux premiers temps de la mise en place du peuplement. C'est en essayant d'apporter des réponses au processus d'installation du peuplement que nous avons choisi des populations autochtones Malgaches. Cela, revient à une confrontation entre données biologiques, historiques, culturelles et paléoenvironnementales.

Trois groupes, 266 sujets : les Mikea (n = 127) derniers chasseurs cueilleurs de l'île, les pêcheurs Vezo Nord (n = 52) en relation avec les Mikea et les pêcheurs Vezo Sud (n = 49) ainsi que 32 descendants d'une lignée royale des Merina (des Hautes-Terres) d'origine austronésienne, dont l'histoire et l'ancrage culturels sont bien appréciés. Nous avons étudié : (i) Les lignées maternelles sur la base des régions HV1 et HV2 de l'ADN mitochondrial ainsi que du séquençage total de 3 ADN mitochondriaux relevant d'un haplogroupe particulier et de 6 ADN mitochondriaux dont les haplogroupes n'avaient pu être déterminés. (ii) Les lignées paternelles via l'analyse des polymorphismes du chromosome Y (NRY) (SNP et STR) À partir de ces données nous avons procédé à plusieurs approches *intra* et *inter* groupes ainsi qu'à des comparaisons avec d'autres populations africaines, austronésiennes, moyen-orientales et asiatiques ainsi qu'à des analyses phylogéographiques.

Relations *intra* et *inter* groupes : les groupes sont bien distants génétiquement et ils ne reflètent pas juste une appartenance à un mode de vie comme cela avait pu parfois être suggéré auparavant. Toutefois la mise en évidence d'importantes migrations intérieures révèle la complexité de la définition des groupes malgaches et des relations entre eux. Les confrontations des données génétiques entre les Mikea et les deux groupes Vezo révèlent que le front de néolithisation (avancée des agriculteurs) a déjà absorbé les chasseurs-cueilleurs en tant que population distincte génétiquement. Il en est de même entre les chasseurs-cueilleurs et certains pêcheurs, car si les Mikea sont bien distincts des Vezo du Sud, ils sont semblables à ceux du Nord avec qui ils partagent de très nombreuses lignées qui témoignent de flux géniques d'importance. Par ailleurs, pour les deux systèmes génétiques étudiés, l'endogamie bilatérale est bien confirmée chez les descendants de lignées royales des Hautes-Terres. L'hypothèse en tant que vecteur austronésien est révélée subtilement à travers les lignées maternelles confrontées aux données ethnohistoriques.

Les origines : un biais « sexe-spécifique » de la composante austronésienne semble apparaître avec des lignées maternelles qui sont plus représentées que les lignées paternelles dans le pool génétique. Quant à la composante africaine elle a une diversité plus importante tant dans les lignées paternelles que maternelles. Les empreintes des ascendances moyen-orientales sont également détectées et elles présentent également un biais sexe spécifique.

Les approches phylogéographiques : Les séquençages totaux de l'ADN mitochondrial ont révélé d'une part un nouvel haplogroupe qui est le « Motif Malagasy ». Il doit son nom à sa parenté avec le motif Polynésien, présent jusqu'à 90 % dans les îles du Pacifique. Ce « motif Malagasy » est absent des populations du Pacifique ce qui rejette d'anciennes hypothèses sur des origines polynésiennes de la composante austronésienne des Malagasy. Une nouvelle branche qui semble avoir une distribution globale et limitée africaine et/ou eurasiennne (entre Moyen-Orient et Inde) a également été définie, il s'agit de l'haplogroupe M23. L'estimation de son âge ($1.7-3.9 \cdot 10^3$; intervalle de confiance à 95 %, $0-8.2 \cdot 10^3$) autorise à penser que cette rare lignée pourrait représenter une présence précoce pré-austronésienne. De nouvelles données vont de plus en plus dans ce sens, c'est-à-dire une ancienneté de l'histoire de l'occupation humaine de l'île, largement antérieure à l'époque des 2300 ans BP : (i) la trouvaille récente de subfossile d'hippopotame nain portant des traces de découpes faites par des objets tranchants dans le Nord-Ouest de Madagascar par une équipe de chercheurs spécialisés sur le paléoenvironnement ; (ii) la mise au jour – par une modélisation de la bathymétrie ainsi que de la biodiversité – de chapelets d'îles qui étaient émergées jusqu'au début de l'holocène reliant la

biodiversité faunistique et végétales du continent asiatique et de Madagascar. Ces îles pouvaient ainsi avoir servi de ponts de migrations par saut de populations humaines ; (iii) la découverte d'un outil lithique dans le Sud-Ouest de Madagascar par des archéologues malgaches qui rejoint l'hypothèse de présence humaine beaucoup plus ancienne.

Contrairement à ce que certaines données ethnographiques semblent démontrer depuis quelques années, les groupes ethniques sont bien identifiés et ils nécessitent des approches fines des échantillonnages des populations. Le groupe endogame descendant de lignée royale semble porter les traces d'anciennes structures matrilocales héritées des premiers ancêtres austronésiens. Quant à la distribution géographique, la classification phylogénétique et la datation moléculaire de la nouvelle branche M23, un peuplement plus complexe de l'île que ce qui est traditionnellement attesté jusqu'à présent se dessine. Cette nouvelle branche ainsi que le motif Malagasy offrent des opportunités futures d'avoir de meilleures visions de la distribution géographiques des ancêtres des Malgaches.

Quant aux origines des deux principales composantes du pool génétique des Malgaches, une origine majeure est localisée dans la partie centrale de l'archipel indonésien tandis que les origines africaines semblent être fortement liée à la présence des bantoues en Afrique de l'Est. La dominance des haplogroupes paternels qui signent les expansions bantoues pourrait être liée à la traite des esclaves.

Les Hominidés et leurs technologies : ce que l'on sait, ce que l'on croyait savoir, ce que l'on ne sait pas

Séminaire du 9 juin

Dr. Hélène Roche, Directeur de recherches au CNRS, UMR 7055 Préhistoire et technologie, CNRS- Université de Paris Ouest Nanterre La Défense.

Dans ce séminaire, nous avons 1) présenté les données archéologiques connues, 2) abordé les interprétations et les hypothèses formulées à propos des équipements techniques des hominidés anciens, puis 3) celles, arrimées aux précédentes, concernant leurs comportements alimentaires.

1) Les sites archéologiques antérieurs à 2 millions d'années sont très rares et tous localisés en Afrique orientale, avec comme sites majeurs Gona (2,6 Ma) et Hadar (2,3 Ma) dans l'Afar éthiopien, l'Omo et West Turkana (2,3 Ma) dans le bassin du lac Turkana (Éthiopie et Kenya). À ces anciennes traces d'activité hominiennes font suite des témoignages de plus en plus abondants du développement technique, avec de très nombreux sites localisés tout au long de la Vallée du Rift, mais aussi en Afrique du Sud et du Nord, et bientôt hors d'Afrique. Les changements environnementaux qui accompagnent l'évolution biologique et comportementale des hominidés sont liés à un climat globalement plus froid, plus sec dans les régions tropicales, avec des paysages plus ouverts (davantage de plantes en C4).

2) Le matériel archéologique est essentiellement lithique, parfois accompagné de restes de faune. Les restes végétaux sont absents. Le matériel lithique est fait de blocs et galets taillés selon des systèmes simples de débitage dans le but d'obtenir des éclats dont la fonction première est de couper, mais aussi de racler, percer, etc. Des études expérimentales et actualistes, ainsi que des références ethnographiques documentent cette fonction coupante pour laquelle ; en revanche, il n'y a aucun exemple dans le monde animal. Par ailleurs, les outils très anciens sont faits sur des roches volcaniques

relativement grenues qui ne retiennent pas les micro-traces laissées par un travail sur une matière d'œuvre, quelle qu'elle soit ; il est donc quasi impossible de procéder à des études de tracéologie directe. Il existe toutefois quelques exemples archéologiques à Koobi Fora, Kenya, autour de 1,5 Ma. Des traces indirectes peuvent cependant être décelées sur la matière d'œuvre elle-même. Il peut s'agir de matière animale, avec essentiellement des traces de découpe sur les os : Dikika (3,39 Ma, contestées en raison de son absence de contexte), Gona (2,6 Ma), Bouri (2,5 Ma, *idem* Dikika), Lokalalei (2,3 Ma) Olduvai (1,8 Ma), etc.) ; ou de façon moins courante de matières végétales : un seul exemple archéologique plus tardif, autour de 1,5 Ma, grâce à la présence de phytolites. Ces ensembles taillés sont accompagnés d'un matériel, souvent très abondant, ayant servi à des activités de percussion. En dehors de celles liées à la taille de la pierre, les traces laissées par d'autres activités de percussion (casser, broyer) sont nombreuses mais difficiles à interpréter. Il existe également quelques traces indirectes de percussion sur des os.

3) L'équipement technique des hominidés est à mettre en relation avec régimes et comportements alimentaires. Un régime omnivore avec toutefois un accroissement de la carnivorie est à envisager. Le mode d'acquisition de la part carnée dans l'alimentation ne laisse pas de trace directe, qu'elle se fasse par charognage passif ou conflictuel, ou encore par la chasse (hypothèse peu admise pour les périodes anciennes). Le dépeçage des carcasses peut en revanche expliquer en partie le développement de la technologie lithique, notamment du débitage d'éclats, qui permet d'obtenir de très nombreux bords coupants. Il est probable que l'activité coupante s'est aussi appliquée au végétal, mais nous n'en avons pas de trace. Le matériel de percussion est quant à lui d'usage multiple.

ENSEIGNEMENTS HORS COLLÈGE DE FRANCE DE MICHEL BRUNET

Université de Dijon : Masters I et II dédiés à la diffusion de la culture (24 octobre 2011).

RECHERCHE

Voir *Cours et travaux du Collège de France. Annuaire 110^e année*, Collège de France, Paris, mars 2010, 465-466.

Prospections géologiques et fouilles paléontologiques en cours

Afrique : Tchad, Libye, Égypte, Cameroun.

Amerique du Sud : Chili (Désert de l'Atacama).

Antarctique : South Shetlands & Peninsula Antartida.

Missions de terrain, de laboratoire et de musée

Mission de prospections et de fouilles paléontologiques dans le Tertiaire continental de l'Ouest-Cameroun, 2010.

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

Mission de prospections et de fouilles paléontologiques dans le Néogène continental d'Égypte, 2010.

Mission, Musée San Pedro d'Atacama, Chili (novembre 2011) : prélèvements pour ADN ancien de populations pré-incas.

Mission de prospections paléontologiques dans les South Shetlands et sur le continent Antarctique (Péninsule Antarctique), recherche de primates anthropoïdes dans des niveaux éocène (autour de 40 Ma), 17 janvier - 10 février 2011.

Mission étude de collections, N'Djamena (Tchad), 17-25 février et 29 juin-7 juillet 2011.

Séminaire autour des résultats des Missions Atacama et Antarctique, Santiago du Chili, 8-16 mars 2011.

À la rencontre des plus anciens représentants connus du genre *Homo* sur les Fouilles de Dmanisi (Géorgie), 5 au 19 août 2011.

Mission de prospections et de fouilles paléontologiques dans le désert du Djourab au Tchad (8-25 novembre 2011).

Thèses doctorat

Biennu 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 et directeur associé F. Guy (IPHEP CNRS/Univ. Poitiers), soutenue le 25 novembre 2010.

Hamon Noémie, *Changements climatiques et évolution des Hominidés au miocène et au pliocène*, co-directeurs : Michel Brunet, Gilles Ramstein (LSCE, CEA Saclay), Patrick Vignaud (IPHEP CNRS/Univ. Poitiers) ; thèse en co-tutelle avec le CEA. (Bourse CEA-Région Poitou Charentes) ; depuis septembre 2009.

CONGRÈS ET SÉMINAIRES

Université d'été PMF, autour de l'environnement, 27 septembre 2010.

Université de Californie à San Diego (États-Unis), Symposium CARTA autour des Hominidés anciens, 1^{er}-2 octobre 2010.

Séminaire FSP N'Djamena : 26 février-4 mars 2011.

Congrès National de la Société Française d'immunologie, Colloque cytokines, Le Croisic, 16 au 18 mai 2011.

Congrès National de Médecine Interne, Poitiers-Futuroscope, 8-9 juin 2011.

Colloque international environnement, Dijon, 16-18 juin 2011.

Congrès de Traumatologie, CNT2U, Grenoble, 21 au 23 octobre 2011.

Premier Congrès International de Paléoanthropologie de N'Djamena, « Des Premiers Hominidés à l'émergence du genre », *Homo*, 31 octobre-6 novembre 2011.

Congrès du bicentenaire de la République du Chili, organisé par la Présidence du Sénat et celle de la chambre des Députés du Chili, « Science et Société, les perspectives... », Santiago du Chili et Valparaiso, 1^{er}-2 décembre 2011.

1^{er} Symposium International de Paleanthropologie à N'Djamena, 31 octobre-5 novembre 2011, N'Djamena, Tchad, *Origine et évolution des hominides anciens jusqu'à l'émergence du genre homo. Ce que l'on sait... ce que l'on croit savoir... ce que l'on ne sait pas...*, en collaboration avec les Universités de N'Djamena, de Poitiers, le Collège de France, le CNRS, l'Ambassade de France à N'Djamena (SCAC), 2-5 novembre 2011.

DISTINCTION

Inauguration sur le Campus Sciences de l'université de Poitiers de la rue Michel Brunet, le 29 septembre 2011.

CONFÉRENCES SUR INVITATION

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

Université de Californie à San Diego (États-Unis), 1^{er} octobre 2010.

Université de Strasbourg, 15 octobre 2010.

Santiago du Chili pour la Fondation Ambiente 21, 12 novembre 2010.

CNRS Colloque Biodiversité (Collège de France), 7 décembre 2010.

Sénat du Chili (invitation de la Présidence du Sénat), 14 mars 2011.

Futuroscope-Poitiers, 8 juin 2011.

École de Fouilles de Dmanisi (Géorgie), 10 août 2011.

Pour les 20 ans de l'université de Corse (Corte), 7 octobre 2011.

Conférence inaugurale de la Fête de la Science, CCSTI Pierre Mendès France, Poitiers, 11 octobre 2011.

CHU Grenoble, 21 octobre 2011.

Université de Dijon le 24 octobre 2011.

VUGARISATION SCIENTIFIQUE

Radio-TV

France Inter, France Culture, Radio-France, France 2, France 3, ... : diverses interventions.

Tournage d'une émission Ushuaia sur le Tchad (désert du Sahara, région de Ounianga-Kébir et Ounianga-Sérir) avec Nicolas Hulot (26 novembre au 6 décembre 2011) France 2 & France 3.

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

Blondel C., Merceron G., Likius A., Mackaye H.T., Vignaud P. et 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.

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.

Bonis L. de, Peigné S., Mackaye H.T., Likius A., Vignaud P., Brunet M., « New sabre-toothed cats in the Late Miocene of Toros Menalla (Chad) », *Comptes Rendus Palevol.* 9, 2010, 221-227.

Brunet M., « Two new Mio-Pliocene Chadian hominids enlighten Charles Darwin's 1871 prediction », *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 365(1556), 2010, 3315-3321.

Coster P., Benammi M., Lazzari V., Billet G., Martin T., Salem M., Bilal 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*, 97(8), 2010, 697-706.

Jaeger J.J., Beard C., Chaimanee Y., Salem M., Benammi M., Hlal O., Coster P., Bilal A., Düringer Ph., Schuster M., Valentin X., Marandat B., Marivaux L., Métails E., Hammuda O., Brunet M., « Late middle Eocene epoch of Libya yields earliest known radiation of African anthropoids », *Nature*, 467, 2010, 1095-1098.

Jaeger J.J., Marivaux L., Salem M., Bibal A., Benammi M., Chaimanee Y., Düringer P., 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, biochronologic and paleobiogeographic implications », *Zoological Journal of the Linnean Society* 160, 2010, 195-212.

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. et 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*, 297, 2010, 57-70.

Novello A., Blondel C., Brunet M., « Feeding behavior and ecology of the Late Oligocene Moschidae (Mammalia, Ruminantia) from La Milloque (France): Evidence from dental microwear analysis », *Comptes Rendus Palevol.* 9, 2010, 471-478.

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

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*, 292, 2010, 21-51 – IF= 0.500.

Bienvenu T., Guy F., Coudyzer W., Gilissen E., Roualdès G., Vignaud P., Brunet M., « Assessing Endocranial variations in Great Apes and Humans using 3D Data from virtual endocasts », *American Journal of Physical Anthropology*, 145(2), 2011, 231-246.

Otero O., Lécuyer C., Fourel F., Martineau F., Mackaye H.T., Vignaud P., Brunet M., « Freshwater fish $\delta^{18}\text{O}$ indicates a Messinian change of the precipitation regime in Central Africa », *The Geological Society of America*, 39(5), 2011, 435-438.

Pinton A., Otero O., Likius A., Vignaud P., Brunet M., « Giants 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*, 31(1), 2011, 22-31– IF 1.548.

Viriot L., Pelaez-Campomanes P., Vignaud P., Andossa L., Mackaye H.T., Brunet M., « A new Xerinae (Rodentia, Sciuridae) from the late Miocene of Toros-Menalla (Chad) », *Journal of Vertebrate Paleontology*, 31(4), 2011, 844-848.

AUTRES ACTIVITÉS

Dr. Thibaut Bienvenu, ATER*Activités de recherche*

Les trois premiers mois de l'ATER (septembre, octobre, novembre 2010) ont été consacrés à la finalisation d'une thèse de doctorat débutée en octobre 2007 et soutenue le 25 novembre 2010, intitulée « L'endocrâne de *Sahelanthropus tchadensis* (Hominidae, miocène supérieur du Tchad) : reconstitution 3D et morphologie. Comparaison avec les hominoïdes actuels et fossiles », sous la direction du Pr. Michel Brunet et la codirection du Dr. Franck Guy (chargé de recherche CNRS) à l'IPHEP (Institut international de paléoprimatologie, paléontologie humaine : Évolution et paléoenvironnements, UMR CNRS 6046, Université de Poitiers). Cette thèse a permis la reconstitution, la description et l'interprétation du moulage endocrânien de Toumaï, le plus ancien hominidé connu (7 Ma). Elle a conduit à la rédaction d'un article scientifique qui sera très prochainement soumis à la revue *Nature*.

Parallèlement à mes travaux de thèse, j'ai réalisé une comparaison des moulages endocrâniens d'hominoïdes actuels à l'aide de la morphométrie géométrique tridimensionnelle (analyse Procrustes). Cette étude a été soumise une première fois le 15 juillet 2010 à la revue *American Journal of Physical Anthropology*, puis resoumise après révisions le 11 novembre et le 10 décembre, avant d'être finalement acceptée le 13 décembre, et récemment publiée dans le numéro de juin 2011.

J'ai participé à une mission de prospection sur la péninsule antarctique et l'île du Roi George (Shetland du Sud), du 20 janvier au 1^{er} février 2011. Cette expédition, dirigée par le Pr. Michel Brunet et conduite en partenariat avec l'INACH (Instituto Antártico Chileno, Punta Arenas, Chili) et la Marine chilienne, avait pour objectif la découverte de niveaux à vertébrés éocènes. En effet, les voies de dispersion à l'éocène des Rongeurs caviomorphes et des Singes platyrrhiniens en Amérique du Sud demeurent inconnues. L'hypothèse la plus vraisemblable est que ces deux groupes soient arrivés de l'Ancien Monde par le sud, en transitant par l'Antarctique et les îles environnantes (alors non recouvertes par les glaces). La découverte par notre mission, sur l'île du Roi George, de niveaux à plantes éocènes (feuilles, troncs), témoigne de conditions environnementales plus favorables à la dispersion des faunes terrestres à cette époque qu'aujourd'hui. Une nouvelle mission dans cette région est programmée en janvier 2012.

Perspectives de recherche : Du 13 au 16 mars 2011 à l'université de Zürich, j'ai rencontré le Dr. Katerina Semendeferi, une spécialiste des encéphales de grands singes, de renommée internationale. Avec elle, j'ai élaboré un projet post-doctoral pour 2011-2012 dans son laboratoire (Department of Anthropology, University of California, San Diego). Ce projet visant à étudier les relations entre l'encéphale, le neurocrâne et la face à partir d'IRM de grands singes actuels a été soumis à la Fondation Fyssen qui m'a attribué une bourse d'études post-doctorales.

Activités en lien avec l'enseignement

27 janvier 2011 : qualification dans la section 36 du CNU, dans le corps des maîtres de conférences et des maîtres de conférences du Muséum national d'histoire naturelle.

De février à juin 2011 : codirection d'Anne Le Maître (ENS de Lyon), étudiante du master II, *Paléontologie, paléobiologie, phylogénie* (université Montpellier II), dans le cadre de son stage de deuxième semestre effectué à l'IPHEP (université de Poitiers) ; intitulé du mémoire : « Paléoneurologie : Application des harmoniques sphériques aux analyses quantitatives et qualitatives de moulages endocrâniens d'Hominidés actuels et fossiles ».

Mai 2011 : rapport du mémoire de Florent Gouvard, étudiant du master I, *Paléontologie, paléobiologie, phylogénie* (université de Poitiers) ; intitulé du mémoire : « Espace interorbitaire, distance et surface orbitaire : relations chez les hominoïdes (et quelques primates) ».

Séminaire au Collège de France, « Paléoneurologie : reconstitutions et interprétations de cerveaux d'hominidés fossiles », 7 avril 2011.

Vulgarisation scientifique

Février 2011 : invitation par le Pr. Michel Brunet à présenter le moulage endocrânien de Toumaï devant les caméras. La séquence tournée à l'IPHEP (université de Poitiers) fait partie d'un reportage consacré à la ville de Poitiers, diffusé le 6 mars 2011 dans le journal télévisé de TF1.

Avril 2011 : invitation à présenter des crânes d'hominidés fossiles à des élèves de l'école primaire publique Lakanal-Littré de Châtelleraut.

Publication scientifique dans une revue internationale à comité de lecture et IF

Bienvenu T., Guy F., Coudyzer W., Gilissen E., Roualdès G., Vignaud P. et Brunet M., « Assessing endocranial variations in great apes and humans using 3D data from virtual endocasts », *American Journal of Physical Anthropology*, 145(2), 2011, 231-246.

Dr. Harilanto Razafindrazaka, ATER

Activités de recherche

Les trois premiers mois de l'ATER (septembre 2010-novembre 2010) ont été consacrés à la finalisation du travail de thèse, *Peuplement humain de Madagascar : Anthropologie génétique de trois groupes traditionnels*. La thèse en anthropologie génétique a débuté en novembre 2006 et a été soutenue le 23 novembre 2010 sous les codirections des Pr Eric Crubézy (université Paul Sabatier, Toulouse 3) ; Pr Clément Sambo (université de Toliara, Madagascar) ; Pr Bertrand Ludes (université de Strasbourg) ; Pr Louis Paul Randriamarolaza (université d'Antananarivo).

Au cours de ce travail de thèse, j'ai démontré que l'histoire du peuplement humain de Madagascar est beaucoup plus complexe que ce qui est couramment suggéré par les données historiques, archéologiques, paléoenvironnementales jusqu'à l'heure actuelle, et que l'ancienneté de l'occupation humaine reste à reconsidérer. Jusqu'à présent, ce peuplement était décrit comme relativement récent, et finalement de dynamique assez « simple ». Ainsi, en ce qui concerne Madagascar, des populations indonésiennes se seraient ainsi installées assez récemment (époque historique), et les populations d'origine africaine auraient gagné les côtes à la faveur de l'implantation de comptoirs arabes. Pour la plupart des autres îles, telle la Réunion, les premières installations humaines seraient d'époque coloniale.

Un haplogroupe M23 qui a une distribution extrêmement limitée à l'échelle mondiale, avec un ancrage dans le temps ancien a ainsi été mis au jour au sein des lignées malgaches. Son origine reste incertaine mais la partie Sud-Ouest de l'Eurasie

(l'Arabie et Nord-Ouest de l'Inde) reste pour le moment l'une des origines probables. De la même manière, une deuxième spécificité malgache a été démontrée sur un haplogroupe, appelée « motif polynésien », retrouvé de façon majoritaire dans la composante asiatique des lignées malgaches. Celle-ci a une particularité, car elle porte deux mutations qui pour le moment sont spécifiques à toutes les lignées malgaches attribuées à ce haplogroupe. Ces deux mutations offrent ainsi la possibilité de mieux tracer les origines asiatiques des Malgaches avec une distribution qui pourraient s'étendre à travers l'Ouest de l'Indonésie au vue de la distribution des autres lignées asiatiques retrouvées chez les malgaches.

Par ailleurs, les origines africaines des malgaches demeurent une des plus difficiles à localiser. Elles semblent être liées à la continuité de l'expansion bantoue mais l'affinement de la définition des marqueurs du chromosome Y permettrait à l'avenir de mieux y répondre.

Ce qui apparaît cependant beaucoup plus clairement, c'est qu'en ce qui concerne la mise en place de l'histoire du peuplement humain de Madagascar, elle est née d'imbrications successives, à différentes périodes qui peuvent être éloignées, de vagues de migrations humaines.

Terrain

Mission en Indonésie pour la présentation de futurs projets de collaboration avec l'Institut Eijkman de Jakarta. En premier lieu, des projets de publications communes ainsi que des terrains communs. Ceci en vue de répondre à l'un des objectifs précisés dans le programme en début d'année qui est celui de l'extension des études et aires géographiques sur l'est de l'Océan indien. Une première mission a été menée afin d'établir une collaboration avec des laboratoires Indonésiens. Cette problématique se joignant à celui du laboratoire AMIS. L'objectif est d'analyser les populations locuteurs du Maan'yan¹ afin de pouvoir soumettre une publication d'importance sur l'origine des populations indonésiennes de Madagascar.

La codirection d'un futur projet de fouille sur des tombeaux anciens, et en collaboration avec Francis Duranthon (conservateur en chef du Muséum d'histoire naturelle de Toulouse). Ce projet actuellement finalisé est en cours de préparation et sera soumis au cours de l'automne prochain.

Laboratoire

Séquençage total de l'ADN mitochondrial de lignées malgaches en vue de publications avant fin 2011.

Séquençage total du génome total de lignées de chasseurs-cueilleurs du Sud-Ouest de Madagascar en vue de préparation d'un article en collaboration pour automne 2011.

Articles soumis pour publication

Razafindrazaka H., Randriamarolaza L.P., Sambo C., Guitard E., Tonasso L., Moral P., Brunet M., Ludes B., Crubezy E. « What the last hunter-gatherer tell us about the peopling of Madagascar », *Molecular Biology Evolution*, août 2011.

1. Le Maan'yan ayant une parenté proche de 90 % avec la langue malgache.

Razafindrazaka H., Randriamarolaza L.P., Crubezy E., « The Famadihana in Merina and Betsileo Countries », *Current Anthropology*, août 2011.

Communications

Groupement des anthropologistes de Langue Françaises (GALF). Razafindrazaka H., Crubezy E., Randriamarolaza L.P., Sambo C., Ludes B., Brunet M., « Mouvement de population dans l'Océan Indien : Les relations entre l'Afrique et Madagascar », mars 2011.

Activités en lien avec l'enseignement

Cours et travaux pratiques « Les australopithèques », Master I, *Biosanté*, « L'évolution et ses mécanismes : l'homme » ; Master IIR, *Anthropobiologie et génétique des populations humaines*.

Séminaire au Collège de France, 26 mai 2011, « Ce que nous connaissons et ce que nous ne connaissons pas sur l'histoire du peuplement humain de Madagascar ».

II. SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES



