

Paléontologie humaine

M. Michel BRUNET, professeur

Les hominidés anciens... une nouvelle histoire à la lumière des découvertes récentes

Origine, évolution, phylogénie, paléoenvironnements,
paléobiogéographie, chronologie

Leçon inaugurale, le 27 mars 2008 : Origine et histoire des hominidés...
Nouveaux paradigmes

Depuis 1994, les plus anciens hominidés connus sont passés de 3,6 Ma à 7 Ma aujourd'hui, avec trois nouvelles espèces du Miocène supérieur : *Ardipithecus kadabba* l'Éthiopien et *Orrorin tugenensis* le Kenyan, tandis que le plus ancien (7 Ma) est *Sahelanthropus tchadensis* dit Toumaï, le tchadien.

Vers 4 Ma, ces hominidés anciens du Miocène supérieur ont donné naissance aux Australopithèques ; eux-mêmes sûrement à l'origine entre 2 et 3 Ma des premiers représentants, *H. habilis* et *H. rudolfensis*, du genre *Homo* qui va partir (*H. erectus*) à la conquête du reste de l'Ancien Monde où les plus anciens sont actuellement connus à un peu moins de 2 Ma en Géorgie au Caucase. Vers 800 000 ans on connaît *Homo heidelbergensis* qui donnera naissance en Europe aux Néanderthaliens, *Homo neanderthalensis*, qui après une courte cohabitation vont être remplacés vers 28-30 000 ans par les hommes modernes.

Herto, le plus ancien (155-160 000 ans) représentant actuellement décrit de notre espèce, *H. sapiens idaltu*, est également africain (Éthiopie). C'est lui ou l'un de ses frères qui partira à la conquête du reste du Monde avec le succès que nous connaissons.

Cours du 2 avril : L'Histoire de notre Histoire

Les Sciences de l'Antiquité confondaient l'Origine de l'Univers, l'Origine de la Terre et l'Origine de l'Homme. Les Sciences modernes ont montré que ces trois événements étaient en réalité séparés par des milliards d'années.

La notion d'Homme fossile n'a été reconnue qu'en 1856, au moment de la mise au jour des premiers restes de l'Homme de Neandertal.

Comme l'avait prédit Charles Darwin dès 1871, les plus anciens préhumains fossiles, à ce jour datés de 7 Ma, sont donc bien connus en Afrique et témoignent d'une origine africaine et ancienne (au moins 8 Ma) de l'humanité.

Pourtant le courant néocréationniste, habilement grîmé en « pseudoscience » sous le nom de dessein intelligent, fait preuve d'une vigueur persistante, non seulement par sa solide implantation sur le Continent Nord Américain, mais aussi dans l'Ancien monde, ainsi qu'en témoignent l'édition et la diffusion récentes d'un album photos couleur de luxe intitulé « Livre de la création ».

Cours du 9 avril : Biodiversité des Primates actuels

Les Humains sont des Mammifères qui appartiennent à l'ordre des Primates (les Premiers), créé par Linné en 1758. Cet Ordre est actuellement représenté par plus de 200 espèces principalement arboricoles et vivant essentiellement dans les forêts tropicales et subtropicales.

Les Primates se divisent en deux grands groupes les Strepsirhini (Lémuriformes s.l.) caractérisés par la présence d'un rhinarium et d'une lèvre supérieure fendue, et les Haplorhini : Tarsiiformes & Simiiformes (= les singes) sans rhinarium et à lèvre supérieure soudée. Les Simiiformes regroupent les singes du Nouveau monde (Platyrrhini) et ceux de l'Ancien monde (Catarrhini). Ces derniers se divisent à leur tour en deux groupes les singes : Cercopithécoïdes (Cercopithèques, Babouins,..), et les grands singes : Hominoïdes (Gibbons, Siamangs, Orang-outans, Gorilles, Chimpanzés et Humains).

Dans le cours, les hominidés (= ensemble des humains actuels et fossiles, et des préhumains) sont considérés comme le groupe frère des Panidés (= les chimpanzés et les bonobos) avec lesquels ils partagent un ancêtre commun.

Cours des 16 avril et 7 mai : Primates actuels et fossiles, anatomie, rapports de parenté, biochronologie, biogéographie

D'un point de vue paléontologique, les Hominidés se distinguent des grands singes par des caractères anatomiques particuliers de leur denture (canines petites et asymétriques, canine supérieure sans crête aiguisoir, complexe C/P₃ non aiguisoir mais de type broyeur, émail des dents plus épais que chez les grands singes,...) et de la base de leur crâne (trou occipital en position antérieure, face nucale très inclinée

vers l'arrière) en liaison avec un squelette appendiculaire (notamment au membre postérieur le pelvis, le fémur et le tibia) adapté à une locomotion bipède.

Dès 1967 Sarich et Wilson de l'Université de Californie à Berkeley ont montré que notre proximité génétique avec les chimpanzés est si grande (moins de 2 % de différence) que nous partageons un ancêtre commun.

Toumaï daté de 7 Ma est sûrement proche de cette dernière dichotomie qui peut, dans l'état actuel de nos connaissances être voisine de 8 Ma. Cette population ancestrale (DAC : dernier ancêtre commun = LCA : last common ancestor) est sûrement Africaine. Elle constitue le groupe frère des Gorilles dont elle s'est séparée vers 9-10 Ma. L'origine de cet ensemble (Gorilles ((Chimpanzés) (Humains))) est généralement considérée comme africaine, mais des découvertes récentes en Eurasie soulèvent la question de la possibilité de leur origine asiatique. Seule la découverte de nouveaux fossiles permettra de choisir entre ces deux hypothèses.

Cours du 14 mai : Les Hominidés du Miocène supérieur

Depuis 1994, les plus anciens hominidés connus sont passés de 3,6 Ma à 7 Ma. Dès le début du troisième millénaire trois nouvelles espèces ont été décrites dans le Miocène supérieur : *Ardipithecus kadabba* l'Ethiopien, *Orrorin tugenensis* le Kenyan, tandis que le plus ancien (7 Ma) est *Sabelanthropus tchadensis* dit Toumaï, un hominidé tchadien.

Depuis 1994 j'ai initié et dirigé la Mission Paléoanthropologique Franco-Tchadienne (M.P.F.T. = une soixantaine de chercheurs de 10 nationalités) qui conduit un programme de recherches transdisciplinaires autour de l'origine et de l'évolution des hominidés anciens et de leurs environnements successifs. La M.P.F.T. prospecte et fouille dans le désert du Djourab au Nord Tchad, 2 500 km à l'Ouest du grand Rift Africain, où successivement elle a mis au jour un nouvel australopithèque, *Australopithecus bahrelghazali*, surnommé Abel (3,58 Ma), le premier trouvé à l'ouest de la vallée du grand Rift Africain (Brunet et al., 1995) et plus tard un nouvel hominidé *Sabelanthropus tchadensis* (Brunet et al., 2002) du Miocène supérieur (7 Ma).

Ce plus ancien hominidé connu est une découverte majeure qui montre définitivement que les hypothèses d'une origine australe ou orientale du clade humain doivent être reconsidérées.

Sabelanthropus tchadensis possède une combinaison unique de caractères primitifs et dérivés qui montre clairement qu'il ne peut être rapproché ni des gorilles, ni des chimpanzés, mais indique au contraire son appartenance au rameau humain et sa proximité temporelle avec le dernier ancêtre commun aux chimpanzés et aux humains. Dans le Miocène supérieur du Tchad, les données sédimentologiques et paléobiologiques témoignent d'une mosaïque de paysages. Actuellement dans le Kalahari central, au Bostwana, le delta de l'Okavango m'apparaît être un bon analogue avec un paysage mosaïque similaire de rivières, de lacs, de marécages, de

zones boisées, d'îlots forestiers, de savane arborée, de prairies herbeuses et de zones désertiques. Dans cette mosaïque les préférences écologiques de Toumaï sont encore en cours d'étude. Notamment l'étude des isotopes stables du carbone (^{13}C) de l'émail dentaire devrait permettre de mieux préciser son régime alimentaire. Mais très probablement, comme les autres hominidés du Miocène supérieur Toumaï devait fréquenter des espaces boisés. De plus, compte tenu de ce que l'on sait de leur crâne ou de leurs membres, ces trois hominidés du Miocène supérieur sont sûrement bipèdes. Aussi l'hypothèse qui invoquait le rôle déterminant de la savane herbeuse dans l'origine du rameau humain et de la bipédie fait dorénavant partie de l'histoire de notre histoire. Maintenant, il est de plus en plus clair que ces premiers hominidés fréquentaient des environnements boisés et n'étaient pas restreints à l'Afrique Australe et Orientale mais vivaient au contraire dans une zone géographique plus vaste incluant une partie de l'Afrique Sahélo-Saharienne : au moins l'Afrique centrale (Tchad) et probablement la Libye mais aussi l'Égypte et le Soudan.

Cours des 21 et 28 mai : Les Australopithèques (1)

Dans l'état actuel de nos connaissances on peut penser que vers 4 Ma ces hominidés anciens du Miocène supérieur ont probablement donné naissance aux Australopithèques : *A. anamensis* pour le moment le plus ancien mais aussi le plus primitif, puis *A. afarensis* (Lucy), *A. bahrelghazali* (Abel), *A. garhi*, etc. ; eux-mêmes sûrement à l'origine entre 2 et 3 Ma des premiers représentants, *H. habilis* et *H. rudolfensis*, du genre *Homo*.

Parmi leurs principales caractéristiques anatomiques il faut citer : des incisives et des canines petites / au poids du corps ; une première prémolaire inf. (P_3) sans facette aiguisoir pour une canine sup. sans crête aiguisoir ; des molaires plutôt grandes à émail épais et cuspidés bulbeuses ; une face grande et un cerveau relativement petit ; une face moins prognathe que chez les grands singes ; Foramen magnum en position antérieure ; locomotion bipède.

Toutes les espèces décrites sont africaines. L'espèce type du genre *Australopithecus africanus* (3,5-2,3 Ma) a été décrite en Afrique du Sud (enfant de Taung) par Raymond Dart en 1925. En Afrique orientale la plus ancienne est *Australopithecus anamensis* (4,2-3,9 Ma) ; la mieux connue *Australopithecus afarensis* (3,9-2,7 Ma) dont Lucy (3,2 Ma) est la plus célèbre représentante, une forme plus récente (Bouri, Middle Awash, Ethiopie, 2,5 Ma), *Australopithecus ghari*, est associée à des artefacts et à des ossements portant des traces de boucherie. Cette dernière espèce a été considérée par ses auteurs comme une forme ancestrale des hommes modernes, dérivée de *A. africanus* et/ou *A. afarensis*.

Enfin en 1995 j'ai décrit avec mon équipe la MPFT la première espèce connue à l'Ouest du grand Rift au Tchad dans le désert du Djourab, *Australopithecus bahrelghazali* (3,58 Ma).

Tous ces Australopithèques sont marqués par un fort dimorphisme sexuel. Ainsi Lucy et ses frères avaient une taille moyenne de 105 à 150 cm pour un poids d'environ 30 kg pour la plus petite femelle et 45 kg pour les grands mâles. En ce qui concerne la locomotion, à des caractères de bipède sont associés d'autres caractères qui indiquent encore la possibilité de grimper aux arbres : orientation de l'omoplate ; phalanges de la main courbes ; pisiforme grand ; phalanges du pied longues et courbes ; membres postérieurs encore courts. Sur le sol le mode de locomotion est la bipédie mais un mode de vie arboricole est conservé pour dormir, échapper aux prédateurs et se nourrir.

Cours du 4 juin : Les Paranthropes

Vers 2,5 Ma un groupe d'australopithèques va spécialiser son régime alimentaire impliquant un changement morphologique vers des formes dites « robustes » qui sont généralement regroupées dans le genre *Paranthropus*.

Trois espèces ont été décrites, deux en Afrique orientale dont la plus ancienne : *P. aethiopicus*, « Black Skull » (2,6-2,3 Ma, Vallée de l'Omo, Ethiopie) et *P. boisei* (2,1-1,1 Ma, Afrique de l'Est) ; une espèce en Afrique du sud : *P. robustus* (1,5-2 Ma, Swartkrans, Kromdraai et Drimolen, Afrique du sud).

Leur denture antérieure (incisives et canines) est très réduite tandis que les dents jugales (Pm et M) sont au contraire très développées.

P. robustus a des dents avec un taux élevé de 13 C, suggérant un régime alimentaire avec des plantes en C4 (graminées) et de la viande.

Les relations de parenté entre ces formes robustes dépend de la nature des caractères partagés : homologues ou homoplasiques... et est donc l'objet de discussion au sein de la communauté scientifique.

De même certains auteurs considèrent les paranthropes comme appartenant au genre *Australopithecus*.

Cours du 11 juin : Histoire des préhumains... Ce que l'on croit savoir... Ce que l'on ne sait pas...

En fonction de la diversité et de la multiplicité des nouvelles données de leur origine africaine au peuplement du reste du Monde l'histoire et l'évolution des hominidés anciens doivent être reconsidérées dans le cadre de nouveaux paradigmes. Ces nouvelles approches, principalement sur le terrain la prospection de nouvelles aires géographiques (notamment toute l'Afrique Sahélo-Saharienne) mais aussi l'utilisation de nouvelles technologies (scanners synchrotron, imagerie 3D, biogéochimie isotopique, paléo ADN, etc.) vont induire immanquablement des changements drastiques pour l'ensemble de notre histoire.

De telle sorte que les interrogations anciennes : D'où venons-nous... Qui sommes-nous... Qui est l'ancêtre, où et quand est-il apparu ? ... Bien qu'elles soient de mieux en mieux contraintes demeurent toujours des questions d'actualité.

SÉMINAIRES 2007-2008

2 avril : Principes de l'analyse morphologique en paléoanthropologie : histoire de formes et histoire des formes

avec Stéphane DUCROCQ, DR2 CNRS, IPHEP Université de Poitiers

La forme est l'une des propriétés les plus importantes de la matière et constitue un marqueur essentiel de la biodiversité. C'est également le seul élément à la disposition du paléontologue lui permettant de baser ses interprétations. La forme peut exprimer une fonction, l'histoire d'un individu ou du développement d'un individu. L'apparition de la bipédie chez l'homme livre de nombreux exemples de changements qui sont exprimés dans la morphologie squelettique, changement qui à leur tour ont eu une influence sur l'anatomie des tissus mous et la physiologie de l'individu. D'un point de vue quantitatif, le principe d'allométrie permet de définir la relation existant entre la forme et la taille d'un objet. La paléontologie est donc une science pluri-disciplinaire qui exploite plusieurs outils (anatomie, biologie, biomécanique, mathématiques, informatique). L'un des outils permettant de replacer une forme dans un cadre temporel et évolutif (relation ancêtre-descendant) est la cladistique. Pour ce faire, il est nécessaire de définir les états primitifs et évolués des caractères étudiés de façon à les replacer dans la phylogénie d'un ensemble d'individus. Cette phylogénie nous informe à terme sur l'identification et la classification des organismes, et elle aide souvent à comprendre pourquoi une espèce a développé une adaptation plutôt qu'une autre. Le but ultime de l'information phylogénétique consiste à donner un sens aux schémas observés dans la nature.

9 avril : Fossiles, imagerie, reconstructions 3D et analyse de la variabilité morphologique

avec Renaud LEBRUN, Dr. de l'Université de Montpellier II

Grâce aux développements de l'imagerie médicale et de la microtomographie il est aujourd'hui possible d'accéder à la structure osseuse crânienne de fossiles très minéralisés, ou d'individus de très petite taille, avec une résolution spatiale appropriée. De plus, l'utilisation de techniques de reconstruction tridimensionnelle ouvre la possibilité d'effectuer des analyses comparatives en incorporant des fossiles incomplets et/ou déformés. Différentes stratégies pour la reconstruction de fossiles de crânes de primates fossiles ont été présentées.

Parallèlement aux progrès dans l'acquisition de données tridimensionnelles, l'introduction des méthodes de morphométrie géométrique a constitué une

véritable révolution pour la biologie comparative. Ces méthodes permettent de quantifier les changements phénotypiques au cours de l'évolution de manière globale, en préservant la géométrie de l'objet lors des analyses : ceci permet d'étudier des patrons de variabilité complexes à un niveau de détail inégalé. Une application de ces méthodes pour l'analyse de la variabilité de la morphologie crânienne chez les primates fossiles et actuels est donnée.

16 avril : Origine et évolution des Primates anthropoïdes en Asie :

Relations avec la paléogéographie et les paléoenvironnements

avec Jean-Jacques JAEGER, Professeur et Directeur IPHEP UMR 6046, CNRS
Université de Poitiers

Depuis des décennies, il est admis que l'origine des Primates anthropoïdes s'est située en Afrique, et cela malgré les informations contraires apportées par la phylogénie moléculaire. Mais récemment, cette situation s'est trouvée modifiée grâce à la découverte d'Anthropoïdes primitifs dans des niveaux anciens de l'Eocène moyen et supérieur d'Asie. Dans le même temps, les données qui soutenaient une origine africaine ont pu être démenties grâce à d'autres découvertes paléontologiques. Ces données récentes illustrent l'importance de la première partie de l'histoire des Anthropoïdes en Asie. Les recherches en Inde, Pakistan, Chine, Thaïlande et Birmanie permettent de mettre en évidence d'une part la très grande ancienneté de ce groupe en Asie (55 Ma) ainsi que son extrême diversité. En effet, la radiation Eocène asiatique comprend des formes de très petite taille (moins de 200 grammes) ainsi que des formes pouvant atteindre une dizaine de kilogrammes, ce qui les situe au sein des formes les plus grandes de leur temps. Parmi ces formes de grande taille, les Amphipithécidés se distinguent par leurs caractères très modernes (position frontale des orbites et caractères de leur squelette post-crânien) par rapport à leurs contemporains africains. Ils semblent avoir évolué sous un climat marqué par une forte saisonnalité, qui a permis l'apparition des caractères modernes du crâne et de la denture qui traduisent une adaptation à un régime alimentaire à base de nourriture dure et abrasive. Une adaptation similaire, mais beaucoup plus récente, s'est également produite, plus de 25 millions d'années après, chez les premiers hominidés. L'évolution de ces formes constitue donc un excellent modèle pour comprendre les modalités et les causes de ces mêmes transformations chez les Hominidés.

Actuellement les plus anciens Anthropoïdes africains indiscutables sont datés de 37 millions d'années et proviennent du Fayoum en Egypte et en Algérie. Mais des découvertes très récentes, dans des niveaux un peu plus anciens, du désert de Libye, témoignent de la présence de formes asiatiques en Afrique dès 37,5 millions d'années. Une connaissance plus détaillée de ces immigrations, vraisemblablement multiples, et des voies paléogéographiques suivies entre l'Asie du Sud et l'Afrique se révèle maintenant indispensable pour suivre en détail l'histoire ancienne de notre rameau.

7 mai : Les Hominoïdes eurasiatiques du Miocène et l'origine des Hominidae

avec Louis de BONIS, Professeur émérite de l'Université de Poitiers

Les Hominoïdes modernes renferment les grands singes, gibbon (*Hylobates*), siamang (*Symphalangus*), orang-outan (*Pongo*), gorille (*Gorilla*) et chimpanzé (*Pan*), et l'homme. La recherche des liens de parenté par différentes méthodes a montré que nous étions plus proches de deux d'entre eux, le gorille et surtout le chimpanzé, que des autres. Les bifurcations entre les lignées conduisant aux formes actuelles se sont produites au cours de l'époque Miocène (entre – 23 et – 5,5 millions d'années).

Les formes ancestrales des gibbons et siamangs (famille des Hylobatidae) sont mal connues mais elles étaient probablement asiatiques depuis longtemps.

Des genres apparentés, à l'orang se rencontrent au Miocène, également en Asie. *Sivapithecus* dans le sous-continent indien, *Khoratpithecus* en Thaïlande, ou *Ankarapithecus* en Asie Mineure. Il nous faut aussi mentionner l'immense *Gigantopithecus* du Pléistocène de Chine, le plus grand primate connu (beaucoup plus grand qu'un gorille), et son proche parent du Miocène supérieur *Indopithecus*.

En Europe, le genre *Dryopithecus*, présent de l'Espagne à la mer Noire depuis le Miocène moyen, disparaît au milieu du Miocène supérieur (– 8,5 Ma). Ce primate, adapté au milieu forestier, se déplaçait dans la canopée à l'aide de ses bras allongés. Se nourrissant de fruits ou de feuilles comme le montre sa dentition, il avait un mode de vie sans doute proche de celui des grands singes africains actuels. A la même époque, au sud-est de l'Europe, existait un autre primate, le genre *Ouranopithecus*. Vivant dans un milieu différent semblable à une savane, sa robuste dentition lui permettait de subsister sous un climat plus sec en ajoutant à son régime des tubercules ou des racines, qu'il broyait grâce à ses robustes mâchoires. Sa denture et l'usure de ses dents sont voisines de celles des australopithèques découverts en Afrique dans des niveaux plus récents et ces similitudes révèlent une proche parenté entre ces deux ensembles. Limité jusqu'à une date récente à la Grèce du nord, il pourrait avoir été présent en Bulgarie et en Turquie tandis qu'une forme semblable mais appelée *Nakalipithecus* vient d'être découverte en Afrique dans un site daté de 10 Ma. Ces primates à la denture robuste constituent probablement la souche ancestrale dans laquelle s'enracinent les hominiens plus récents.

14 mai : Le temps en géologie : datations absolues

avec Didier BOURLES, Professeur de l'Université d'Aix-Marseille (CEREGE, UMR CNRS IRD).

Contraire temporellement les événements remarquables qui ont jalonné l'histoire géologique et biologique de la planète Terre est une préoccupation essentielle de l'humanité depuis le développement de la pensée rationnelle. Cette quête perpétuelle a conduit aux développements de nombreux concepts et de techniques qui peuvent être tout d'abord classés en deux catégories : les méthodes

de datation relative et les méthodes de datation absolue. La datation relative regroupe l'ensemble des méthodes de datation permettant d'ordonner chronologiquement des événements géologiques ou biologiques, les uns par rapport aux autres. Les principes géométriques (le principe de superposition, le principe de recoupement, le principe de continuité et le principe d'inclusion) et le principe d'identité paléontologique. La datation absolue est une datation aboutissant à un résultat chiffré, exprimé en années. Elle peut concerner un événement, un objet, une couche géologique ou un niveau archéologique. Le plus souvent, les méthodes de datation absolue utilisent des phénomènes de transformations physico-chimiques dont la vitesse est connue. La mesure du degré de transformation permet de dater le début du processus considéré. Quatre groupes principaux de méthodes peuvent être distingués : les méthodes basées sur des phénomènes de diffusion, de racémisation ; les méthodes basées sur des phénomènes cycliques (dendrochronologie...); les méthodes basées sur des défauts cristallins (thermoluminescence, EPR/ESR,...); les méthodes basées sur des phénomènes radioactifs, parmi lesquelles on distingue les méthodes isochrones (U/Th, Rb/Sr...) des méthodes directes (Ar/Ar, nucléides cosmogéniques,...). Depuis maintenant un peu plus de 25 ans, une nouvelle technique, la Spectrométrie de Masse par Accélérateur (SMA), a été développée afin de permettre d'identifier puis de compter les atomes formés dans l'environnement lors d'interactions entre les particules très énergétiques issues du rayonnement cosmique et les atomes constituant l'environnement terrestre. Au moins un million de fois plus sensible que toute autre technique existante, la SMA a non seulement permis de pousser à ses limites extrêmes la datation par le C-14, soit jusque vers 45 000 ans, mais également de développer l'utilisation de nouveaux nucléides cosmogéniques, tel que le Be-10, permettant potentiellement une datation absolue et continue sur les 15 derniers millions d'années. Récemment (2008) adaptée pour dater des dépôts sédimentaires continentaux déposés lors d'épisodes Lac Méga-Tchad dans le nord du bassin du lac Tchad, cette méthode a permis de dater de manière absolue les restes d'hominidés qui y furent découverts et notamment l'actuel doyen de l'humanité : Toumaï.

L'ensemble des principes et des phénomènes impliqués dans les diverses méthodes de datation relative et absolue les plus communément utilisées a tout d'abord été exposé, la technique de SMA étant plus particulièrement développée. Enfin, les plus récents développements de cette technique ont été présentés à travers son application à la datation des restes d'hominidés Mio-Pliocène mis au jour dans le bassin du lac Tchad.

21 mai : Sédimentologie, milieux de dépôts et paléo-environnements des Hominidés

avec Mathieu SCHUSTER, CR CNRS à l'Université de Poitiers

L'évolution biologique est une résultante de la pression de sélection du milieu sur les êtres vivants. Ainsi, l'évolution de la faune et de la flore, et en particulier

celles des Hominidés, est directement liée à l'environnement et à ses modifications au cours du temps. La connaissance des paléo-environnements successifs des Hominidés est donc indispensable pour comprendre leur évolution et leur distribution géographique.

Le terme de « paléo-environnement » désigne une réalité qui comprend aussi bien le paysage physique que l'écosystème, c'est-à-dire un milieu naturel, siège à la fois d'une activité biologique et d'une activité géologique. Ainsi, la reconstitution des paléo-environnements est par essence une démarche pluridisciplinaire où chaque spécialité apporte des données indépendantes mais complémentaires. Le faisceau de données ainsi obtenu contribue à restituer les environnements anciens.

La sédimentologie, à travers l'étude des roches sédimentaires, renseigne sur les milieux de dépôts, leur dynamique et leur évolution dans l'espace et au cours du temps. Elle permet ainsi de restituer les paysages physiques (*e.g.*, fleuves, lacs, reliefs) qui structurent les paléo-environnements. La géologie sédimentaire est avant tout une discipline de terrain, basée sur l'observation des dépôts sédimentaires à différentes échelles (lamine, strate, affleurement, bassin sédimentaire) et qui se nourrit de la connaissance des systèmes sédimentaires actuels. L'étude géomorphologique par télédétection (photos aériennes, images satellites, modèles numériques de terrain) est un complément indispensable à cette démarche et permet par exemple d'identifier dans le paysage les marques des anciens systèmes sédimentaires (*e.g.* réseau hydrographique fossile) ou de repérer des zones d'affleurements.

Chaque environnement possède sa signature sédimentaire propre (lithologie, structures sédimentaires, géométrie) appelée faciès sédimentaire. Sur le terrain, l'observation directe sur l'affleurement est une étape cruciale car elle permet de collecter les indices nécessaires à l'identification des faciès sédimentaires. Un changement de faciès dans l'enregistrement sédimentaire marque un changement dans la dynamique de dépôt. Le « principe de Walther » qui propose que les superpositions de faciès représentent l'image verticale de ce qui existait de manière horizontale dans l'espace, permet de passer de l'étude des dépôts sédimentaires à la reconstruction de l'organisation spatiale des environnements à un moment donné.

Cette démarche, appliquée aux archives sédimentaires du Bassin du Tchad, contribue à la reconstruction des paléo-environnements des Hominidés anciens du Tchad (*Sahelanthropus tchadensis* et *Australopithecus bahrelghazali*). Divers types de dépôts ont été reconnus : *e.g.*, des dunes éoliennes, des sols à conduits racinaires et nidifications d'insectes, des crues éphémères et des lacs. Les milieux de dépôts identifiés jettent ainsi les bases d'un décor péri-lacustre que complète l'étude des paléo-faunes et paléo-flores afin de restituer les paléo-environnements de cette région-clef pour la compréhension de l'histoire de notre Histoire.

28 mai : La lecture de l'environnement des Hominidés anciens à l'aide des paramètres biotiques

avec Patrick VIGNAUD, Maître de Conférences et Directeur adjoint
UMR 6046, IPHEP Université de Poitiers

Depuis une quinzaine d'années, les découvertes de restes fossiles d'Hominidés anciens se multiplient dans les sédiments mio-pliocènes d'Afrique de l'Est et du Sud mais aussi d'Afrique Centrale. Cette augmentation du nombre de restes fossiles oblige maintenant à reconsidérer les relations phylogénétiques entre les différentes formes mises au jour dans ces régions.

D'autre part, il est dorénavant clair que les études portant sur l'origine et l'évolution des Hominidés ne peuvent pas s'appréhender hors d'un contexte paléoenvironnemental bien compris. Pour ce faire, deux types de paramètres sont pris en compte dans les analyses : les paramètres abiotiques et les paramètres biotiques.

L'analyse des flores et des faunes découvertes associées aux restes d'Hominidés permet de préciser les conditions environnementales des écosystèmes dans lesquels sont apparus puis ont évolué les Hominidés.

A partir d'exemples précis, choisis dans le Mio-Pliocène du désert du Djourab au Nord Tchad, les différentes méthodes d'investigation ont été développées et les données interprétées.

Une partie des interprétations paléoenvironnementales effectuées à l'aide des faunes est basée sur le principe d'actualisme. Il est ainsi possible de préciser un type d'écosystème à l'aide des caractéristiques d'un assemblage faunique, soit en comparant le milieu de vie d'une forme actuelle par rapport à une forme fossile proche, soit en analysant la structuration de l'assemblage. Ces méthodes, très précises, nécessitent cependant le maximum de restes fossiles permettant ainsi de contraindre au mieux les interprétations.

L'analyse du couvert végétal nécessite moins de matériel fossile mais est souvent plus délicate à interpréter. Les macro-restes de végétaux étant très rarement conservés dans les sédiments, deux approches indirectes sont classiquement utilisées. L'analyse de la composition isotopique de l'émail dentaire des mammifères consommateurs de végétaux (l'émail dentaire conserve une « trace » des signatures biochimiques des végétaux consommés). Enfin, l'étude approfondie des micro-restes végétaux (grains de pollens et phytolithes) permet aussi d'apporter des informations qui seront confrontées aux autres données issues de l'étude de la faune et de la flore afin de dresser un tableau des «paléo-paysages» dans lesquels sont apparus puis ont évolué les Hominidés.

4 juin : Apports de la modélisation climatique à l'histoire de l'évolution de la vie et des hominidés

avec Gilles RAMSTEIN, Directeur de Recherches au CEA, LSCE Gif-sur-Yvette

Irradiée par le Soleil jeune et moins puissant qu'actuellement, la Terre a pu échapper pendant la quasi totalité de son histoire à une glaciation totale grâce aux gaz à effet de serre. Pourtant par 2 fois au moins (au Paléoprotérozoïque et au Néoprotérozoïque) la Terre a pu être totalement englacée. Les mécanismes physiques qui ont pu conduire et mettre fin à cette glaciation ont été exposés, ainsi que les implications éventuelles des glaciations/déglaciations globales sur le développement de la vie avant « l'explosion Cambrienne ». Depuis 540 millions d'années, le climat de la Terre est régulé par la tectonique des plaques, par son effet sur le climat et le cycle du Carbone. Notre planète a connu des périodes chaudes (Crétacé) et des glaciations (Permo-Carbonifère). Sur ces 2 exemples il a été montré que la modélisation du Climat apporte aussi des éléments importants. Le Quaternaire et particulièrement les derniers cycles climatiques sont très bien documentés grâce aux calottes de glace et aux sédiments marins et continentaux. De plus, les causes des glaciations sont identifiées (cycle de Milankovitch). A partir d'une hiérarchie de modèles climatiques, il a été montré qu'on peut rendre compte des variations glaciaires/interglaciaires, mais également de la variabilité climatique très forte des périodes glaciaires. Enfin, à l'échelle de quelques centaines d'années, le bouleversement en cours de la composition de l'atmosphère terrestre d'origine anthropique qui impacte aussi les systèmes à temps de réponse plus long (dynamique de l'océan et de la cryosphère), pourrait induire une déstabilisation des calottes de glace et faire basculer une nouvelle fois le climat vers son mode le plus stable : chaud et sans calotte glaciaire.

11 juin : Histoire des préhumains...

Ce que l'on croit savoir...Ce que l'on ne sait pas...

Perspectives et discussions en rapport avec le cours avec Michel BRUNET

En science l'absence de preuve... n'est jamais la preuve de l'absence... et en paléontologie la validité d'une hypothèse a souvent une durée de vie qui s'arrête avec la découverte du prochain fossile mis au jour... !

Toumaï avec ses 7 Ma, parce qu'il est 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. Lui et nous, tous ensemble, nous partageons la même population ancestrale. Nous sommes donc tous sœurs et frères et nos différences majeures sont essentiellement marquées par la diversité de nos cultures... une richesse liée à notre histoire...

ENSEIGNEMENT HORS COLLÈGE DE FRANCE

- Formation académique SVT, Conférence, Rouen, 21 septembre 2007 ;
- Ecole thématique du CNRS, « Les Climats pré-Quaternaire : Des premières glaciations jusqu'à l'apparition des premiers Hominidés », Propriano, 10-12 octobre 2007 (Michel Brunet, conférencier invité) ;
- Formation académique SVT, Conférence, Orléans, 25 février 2008 ;
- UE de Master 1 : « L'évolution en questions », Université Paris XI, Orsay, 20 mars 2008 ; cours sur les hominidés anciens ;
- Université du temps libre Versailles, Conférence, 15 avril 2008 ;
- Collège Lenain de Tillemont, Montreuil (93), rencontre avec les classes de 6^e autour de l'origine des Hominidés, 17 avril 2008.

RECHERCHE

Thématique : Histoire des Hominidés anciens (Mio-Pliocène) et de leurs paléoenvironnements

Mots clés : Paléontologie, Hominidés anciens, Mammifères Ongulés, Evolution, Systématique, Phylogénie, Biochronologie, Paléoécologie, Paléoenvironnements, Paléobiogéographie.

Parmi les résultats les plus saillants :

Mio-Pliocène d'Afrique Centrale: Découverte au Tchad des premiers Australopithèques (*Australopithecus bahrelghazali* Brunet & al. 1996) connus à l'Ouest de la Rift Valley (**Nature** 378, 273-275, 1995 ; **PNAS** 105 (9) : 3226-3231, 2008), des plus anciens Hominidés (*Sabelanthropus tchadensis* Brunet & al. 2002) du continent africain (**Nature** 418 : 145-151, 2002 ; **Nature** 419 : 582, 2002 ; **Nature** 434 : 752-755, 2005 ; **Nature** 434 : 755-759, 2005 ; **PNAS** 102(52) : 18836-41, 2005 ; **PNAS** 105(9) : 3226-3231, 2008) et de plus de 500 sites à vertébrés fossiles dans le Mio-Plio-Quaternaire du Tchad (**Nature** 418 : 152-155, 2002 ; **Science** 311 : 821, 2006 ; **PNAS** 105 (9) : 3226-3231, 2008).

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.E.** : Mission Paléoanthropologique et Paléontologique Franco-Egyptienne (*Dir. M. Brunet*), collaboration scientifique entre Collège de France, Université de Poitiers et Université du Caire ; deux missions de terrain ont eu lieu depuis 2007 ;
- **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 ; trois missions de terrain ont eu lieu 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** (Ethiopie) — Dir. T.D. White, Pr. University of California, Berkeley, USA (depuis 2000) ;

— **GDRI CNRS** regroupant : Chaire de Paléontologie humaine du Collège de France ; IPHEP UMR CNRS 6046 de l'Université de Poitiers ; Anthropology Department Harvard University, Cambridge, USA ; Human Evolution Research Center (HERC) University of California at Berkeley, USA ; Département de Paléontologie Université de N'Djamena ; Department of Mineral Resources, Cenozoic Paleontological Section, Bangkok (THAILAND) (Directeur M. Brunet, 01-01-2008) ;

— **CNRS/ECLIPSE** : Les Hominidés anciens d'Afrique Centrale (2000-2008) ;

— **Porteur d'un programme ANR 2005-2008** : « de l'origine des Anthropoïdes à l'émergence des Hominidés : Evolution et environnements », (deux partenaires : Université de Poitiers et Université de Montpellier II) ;

— **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), depuis 2003.

PROSPECTIONS GÉOLOGIQUES ET FOUILLES PALÉONTOLOGIQUES EN COURS

AFRIQUE : Tchad, Libye, Egypte

Thèses de doctorat, Université de Poitiers

LEBATARD E.A. — Datations des séries sédimentaires à Hominidés anciens du Paléolac Tchad depuis le Miocène jusqu'à l'actuel (Direction : **M. BRUNET** et D. BOURLÈS, CEREGE) soutenue le 19 décembre 2007.

PINTON A. — Etude de la phylogénie et de la biodiversité des Mochokidae (Téléostéens, Siluriformes) du Miocène à l'Actuel : implications paléobiogéographiques dans la connaissance de la dispersion des Hominidés anciens. Direction : O. OTERO et J.F. AGÈSE (IRD Montpellier) et D. PAUGY (IRD Paris). Allocation MENRT (soutenue le 11 juillet 2008) (**M. BRUNET** Président du Jury).

BIENVENU T. — La morphologie cérébrale de Toumaï (Miocène sup. du Tchad). Reconstitution 3D, anatomie, morphométrie et comparaison avec les Hominoides actuels et fossiles. IPHEP UMR 6046, Université de Poitiers, Allocation MENRT, Direction : **M. BRUNET** et F. GUY, Allocation MENRT. Depuis octobre 2008.

HDR

OTERO O. — Milieux de vie et voies de dispersions des hominidés et anthropoïdes anciens. Apports croisés de l'étude paléontologique des paléoichthyofaunes et de la biogéochimie. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, IPHEP UMR 6046, Université Poitiers. Soutenue le 18 décembre 2007 (**M. BRUNET** Président du Jury).

BARRIEL V. — Du caractère... à l'arbre phylogénétique », UMR 5143, Paléodiversité et Paléoenvironnements, MNHN Paris soutenue le 21 janvier 2008 (**M. BRUNET** Rapporteur).

CONGRÈS ET SÉMINAIRES

- Université Européenne d'été, « Evolution et développement » (**Michel BRUNET, Conférencier invité**) Saint-Jean-d'Angely, 29-30 août 2007 ;
- Colloque CNRS « ECLIPSE 2 », Auditorium Marie Curie CNRS Paris, 15-17 octobre 2007 ;
- XIV^e Colloque de la Société de Biométrie Humaine, 14-16 novembre 2007, MNHN Paris : communication « Paléontologie et identification : du désert du Djourab à l'autoroute A10 » par P. FRONTY, M. SAPANET et **M. BRUNET** ;
- Third International Conference on the Geology of the Tethys, 8-11 January, 2008, South Valley University — Aswan Town, Egypte (**Michel BRUNET**, invited speaker) ;
- International Conference on Paleoanthropology, Paleontology and Archaeology in Ethiopia. January 12-14, 2008. Economic Commission for Africa, ECA, Addis Ababa, Ethiopia. Communication : « **BRUNET M.**, GUY F., VIGNAUD P. et MPFT — Elsewhere in Africa...10 years of fieldwork in Chad » ;
- Colloque annuel de la Société d'Histoire et d'Epistémologie des Sciences de la Vie, « Rien en biologie n'a de sens sinon à la lumière de l'évolution », T. DOBZHANSKY, CCSTI Pierre Mendès France Poitiers, 13 mars 2008 (**M. BRUNET**, Conférencier invité) ;
- Colloque Edgar Morin : « La dimension humaine », communication **M. BRUNET** : « L'Humanité Première », Paris 11 avril 2008 ;
- Project NSF/RHOI (Collaboration HERC University of California, Berkeley) : Revealing Hominid Origins Initiative (RHOI); Analytic Working Group – Carnivora ; Carnivores of Africa from the middle Miocene to the Pleistocene : new data, systematics, evolution, biogeography ; Workshop in the University of Poitiers : May 20th to May 23rd 2008 (coordinator L. de BONIS) ;
- EGU annual meeting, April 2008, Vienna (Austria), communication « **LEBATARD A. E.**, **BOURLÈS D.**, **DURINGER Ph.**, **JOLIVET, M.**, **BRAUCHER R.**, **SCHUSTER M.**, **LIHOREAU F.**, **MACKAYE, H.T.**, **VIGNAUD P.**, **BRUNET M.** 2008. Cosmogenic nuclide dating of *Australopithecus bahrelghazali* and *Sahelanthropus tchadensis* : Plio-Miocene Hominids from Chad » ;
- Colloque « Emergencia de una Nueva Conciencia Ecologica », Ambiente 21, Santiago du Chili, 14 juin 2008 (**M. BRUNET**, invited speaker).

CONFÉRENCES INVITÉES

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

- Office Cantonal de la Culture, Section Archéologie & Paléontologie, Porrentruy (Suisse), 13 septembre 2007 ;
- Société des Sciences de Chatellerault, 20 septembre 2007 ;
- Institut de Physique du Globe (IPG), UPMC Paris, 27 septembre 2007 ;
- CCF N'Djaména (Tchad), 4 octobre 2007 ;
- CCSTI Pierre Mendès France, Fête de la Science, Poitiers, 8 octobre 2007 ;
- Université de Rennes, Géosciences, Année internationale de la Planète Terre, 13 novembre 2007 ;
- Chanteloup, Vouneuil-sous-Biard (86), 5 mars 2008 ;
- Institut ISIS, Université Pasteur Strasbourg, 10 mars 2008 ;

- Médiathèque, Issy-les-Moulineaux, 15 mars 2008 ;
- Auditorium Maurice Ravel, Jarnac, SEMLH 8 mai 2008 ;
- Santiago du Chili, Diego Portales, 14 juin 2008.

Radio-TV

France Inter : La tête au carrée, Mathieu Vidal, 8 mars ; France Culture : Travaux publics par Jean Lebrun, 31 mars 2008 ; France 2 & France 3.

Presse écrite

Nombreux interviews et articles.

Films

- Festival du documentaire scientifique, présentation du documentaire fiction « Toumaï le nouvel Ancêtre » par Michel Brunet, Amiens, 1^{er} avril 2008.
- France 2 : Un jour un destin « Chirac intime » (participation M. Brunet) diffusé le 27 juin 2008.
- « Humains » Long métrage de fiction autour d'hominidés fossiles, tournage été 2008 (Michel Brunet, consultant scientifique).

DISTINCTION

Officier dans l'Ordre national du mérite : 29 février 2008.

ARTICLES SCIENTIFIQUES PARUS AU COURS DU SECOND SEMESTRE 2007 ET DU PREMIER SEMESTRE 2008 DANS DES REVUES INTERNATIONALES À COMITÉ DE LECTURE ET IF

BONIS de L., PEIGNÉ S., LIKIUS A., MAKAYE H.T., VIGNAUD P. et **BRUNET M.** (2007) — First occurrence of the 'hunting hyena' *Chasmaporthetes* in the late Miocene fossil bearing localities of Toros Menalla, Chad (Africa). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 178 (4) : 317-326.

BONIS de L., PEIGNÉ S., LIKIUS A., MACKAYE H.T., VIGNAUD P. et **BRUNET M.** (2007) — The oldest African fox (*Vulpes riffautae* n. sp., Canidae, Carnivora) recovered in late Miocene deposits of the Djurab' desert, Chad. *Naturwissenschaften*, 94 : 575-580.

DURINGER P., SCHUSTER M., GENISE J.F., MACKAYE H.T., VIGNAUD P. et **BRUNET M.** (2007) — New termite trace fossils : Galleries, nests and fungus combs from the Chad basin of Africa (Upper Miocene-Lower Pliocene). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 251 : 323-353.

LOPEZ-MARTINEZ N., LIKIUS A., MACKAYE H.T., VIGNAUD P. et **BRUNET M.** (2007) — A new Lagomorph from the Late Miocene of Chad (Central Africa). *Revista Espanola de Paleontologia*, 22(1) : 1-20.

OTERO O., LIKIUS A., VIGNAUD P. et **BRUNET M.** (2007) — A new Claroteid Catfish (Siluriformes) from the Upper Miocene of Toros-Menalla, Late Miocene, Chad : *Auchenoglanis soye* sp. nov. *J. Vert. Pal.* 27(2) : 285-294.

GERAADS D., BLONDEL C., LIKIUS A., MACKAYE H.T., VIGNAUD P. et **BRUNET M.** (2008) — New Hippotragini (Bovidae, Mammalia) from the late Miocene of Toros-Menalla (Chad). *J. Vert. Pal.* 28(1) : 231-242.

GUY F., MACKAYE HT., LIKIUS A., VIGNAUD P., SCHMITTBUHL M. et **BRUNET M.** (2008) — Symphyseal shape variation in extant and fossil hominoids, and the symphysis of *Australopithecus bahrelghazali*. *Journal of Human Evolution* 55 (2008) 37-47.

JOLIVET M., LEBATARD A.E., REYSS J.L., MACKAYE H.T., LIHOREAU F., VIGNAUD P. et **BRUNET M.** (2008) — Can fossil bones and teeth be dated using fission track analysis? *Chemical Geology*, 247 : 81-99.

LEBATARD A.E., BOURLÈS D.L., DURINGER P., JOLIVET M., BRAUCHER R., CARCAILLET J., SCHUSTER M., ARNAUD N., MONIE P., LIHOREAU F., LIKIUS A., MACKAYE H.T., VIGNAUD P. et **BRUNET M.** (2008) — Cosmogenic nuclide dating of *Sabelanthropus tchadensis* and *Australopithecus bahrelghazali* : Mio-Pliocene hominids from Chad. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 105, 9 : 3226-3231.

MACKAYE H.T., COPPENS Y., VIGNAUD P., LIHOREAU F. et **BRUNET M.** (2008) — De nouveaux restes de *Primelephas* dans le Mio-Pliocène du Nord du Tchad et révision du genre *Primelephas*. *C. R. Palevol*, 7 (2008) 227-236.

PEIGNÉ S., de BONIS L., LIKIUS A., MACKAYE H.T., VIGNAUD P. et **BRUNET M.** (2008) — Late Miocene Carnivora from Chad : Lutrinae (Mustelidae). *Zool. J. Linn. Soc.*, 152 : 793-846.

SEPULCHRE P., SCHUSTER M., RAMSTEIN G., KRINNER G., GIRARD J.-F., VIGNAUD P., **BRUNET M.** (2008) — Evolution of Lake Chad Basin hydrology during the mid-Holocene : a preliminary approach from lake to climate modelling. *Global and Planetary Change*, 61, 41-48.