microscoop

Un regard sur les laboratoires en Centre Limousin Poitou-Charentes

Tiré à part PALEVOPRIM - janvier 2021

PALEVOPRIM...

...reconstruire les mondes perdus qui nous ont fait naître

cnrs

4 - Peau neuve pour les vieux os

6 - Le cerf rusa, un cervidé à la dent dure

8 - *Homo luzonensis*, le nouveau cousin des Philippines

10 - Une affaire de singe

12 - Le singe du ravin des vampires, du mythe à la réalité paléontologique

14 - La topographie 3D

16 - Des brebis limousines aux antilopes fossiles de l'Omo

18 - L'hippopotame, l'Afrique et la baleine

20 - Le bassin central du Myanmar : fenêtre sur l'évolution des primates

22 - La vallée de l'Omo, mémoire de 2,5 millions d'années d'évolution humaine

26 - Il y a 20 millions d'années au Kenya

30 - Le passé climatique de l'Afrique révélé par des poissons

33 - L'IPHEP lève le voile sur notre lointain passé

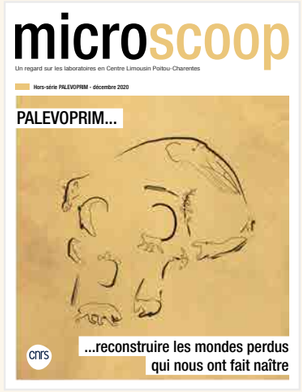
36 - Il est pas frais mon poisson

40 - Depuis quand le Sahara est-il un désert ?

42 - Origines des hominidés... Toumaï (Nord Tchad) : le nouveau doyen du rameau humain

Imprimeur - Prévost Offset
Impression sur papier Couché Silk PEFC

10-31-3175 / Certifié PEFC / pefc-france.org



ISSN 1291-8083

Couverture © Sabine Riffaut

PALEVOPRIM
Université de Poitiers - UFR SFA
6, rue Michel Brunet - Bât. 35 - TSA 51106
86073 POITIERS CEDEX 9
T 05 49 45 37 53
http://palevoprim.labo.univ-poitiers.fr/
Contacts : jean.renaud.boisserie@univ-poitiers.fr
gildas.merceron@univ-poitiers.fr
https://twitter.com/palevoprim

Directeurs de la publication
Jean-Renaud Boisserie
Gildas Merceron

Secrétaire de la publication
Florence Royer

Création graphique/conception
Linda Jeuffrault
Hugo Guimmoneau

Illustrations
Sabine Riffaut

Ont participé aux articles :
Émilie Berlioz, Michel Brunet, Jean-Renaud Boisserie, Olivier Chavasseau, Eric Darrouzet, Guillaume Daver, Florent Détroit, Stéphane Ducrocq, Franck Guy, Vincent Lazzari, Gildas Merceron, Armand Mijares, Olga Otero, Laurent Pallas, Aurélie Pinton, Ghislain Thiery, Patrick Vignaud,

Extraits de : Microscoop Février 2020, Microscoop HS Octobre 2019, Microscoop Juillet 2019, Microscoop Février 2019, Microscoop HS Octobre 2018, Microscoop HS Octobre 2016, Microscoop HS Octobre 2015, Microscoop Juin 2015, Microscoop HS Octobre 2014, Microscoop Juillet 2012, Microscoop HS Octobre 2011, Microscoop Juillet 2011, Microscoop Juin 2009, Microscoop Janvier 2009, Microscoop HS Octobre 2006, Microscoop HS Octobre 2005.

Imprimé en 1000 ex. - Janvier 2021

Dans une période de bouleversements des sociétés humaines, les défis d'une crise environnementale planétaire artificiellement segmentée en conséquences économiques, politiques, sociales, sanitaires (etc.) nécessitent des réponses inédites fondées sur une compréhension profonde de ce qu'est réellement l'humanité. Un laboratoire de paléontologie est un outil de choix pour bâtir une telle compréhension.

L'humanité fait partie de la biodiversité. Le laboratoire PALEVOPRIM documente nos liens indéfectibles avec le reste du vivant en découvrant des restes de primates anciens en Afrique, en Asie et en Europe, grâce à une recherche de terrain très dynamique et de riches collections patrimoniales – éléments fondamentaux de notre démarche scientifique !

Notre histoire est extrêmement ancienne et intimement liée à celle des autres espèces. PALEVOPRIM met également au jour les innombrables compagnons de route des primates, travaillant d'abord sur les communautés évolutives (des micromammifères aux mégaherbivores, des vertébrés aquatiques aux carnivores) qui ont peuplé de nombreux écosystèmes fossiles.

Cette histoire est riche d'enseignements. PALEVOPRIM investigue les paléoécologies et les histoires évolutives de tous ces organismes éteints, notamment sur la base d'expérimentations in vivo et d'approches innovantes et interdisciplinaires. En retour, ces expériences évolutives réalisées dans le passé à l'échelle de la biosphère ont la capacité d'éclairer les changements actuels de la biodiversité et de l'environnement.

Si l'unité mixte de recherche PALEVOPRIM est le seul laboratoire de paléontologie de Nouvelle Aquitaine, elle se distingue également sur le plan national par ses thématiques de recherche uniques et son engagement pour la diffusion de la culture scientifique. Ce recueil de nos contributions passées dans Microscoop contribue à cette ambition : mettre à la portée de toutes et tous notre démarche scientifique et ses résultats.

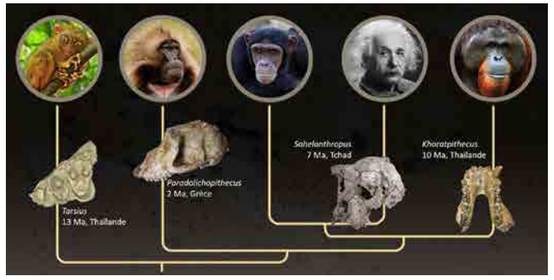
Jean-Renaud Boisserie, Franck Guy, Gildas Merceron, Olivier Chavasseau

PALEVOPRIM
Laboratoire Paléontologie Évolution Paléoécosystèmes
Paléoprimatologie - UMR 7262 - Université de Poitiers - CNRS

Peau neuve pour les vieux os

Le laboratoire PALEVOPRIM se définit lui-même comme une “petite” unité mixte de recherche mono-équipe très active à l'international. Ce profil qui pourrait être atypique est idéal pour son cœur de métier qu’est la paléontologie, une discipline de recherche fondamentale résolument transdisciplinaire.

Pour faire parler les fossiles et les strates qui les contiennent, la paléontologie d’aujourd’hui intègre de façon inédite un large éventail de concepts et d’approches propres aux sciences de la terre, de l’évolution et de l’environnement, ainsi que des innovations méthodologiques issues de la physique, de la chimie et des sciences de l’information.
Les fossiles témoignent des changements intervenus dans le vivant au cours de l’histoire de la planète. Les chercheurs étudient par leur biais l’évolution des organismes dans une perspective temporelle profonde (macroévolution). Si les recherches visent d’abord à reconstituer la diversité et la morphologie des espèces fossiles, ce n’est qu’une étape. L’histoire évolutive du vivant (liens de parentés, dispersions et variations des modes de vie au cours des temps géologiques) sont au centre des questionnements de PALEVOPRIM, avec en point de mire les interactions de ces organismes entre eux et avec les différentes composantes de leur environnement. Le laboratoire s’intéresse donc à l’histoire des écosystèmes disparus dans leur entièreté.



Cet arbre simplifié positionne quatre contributions fossiles de PALEVOPRIM (de droite à gauche) qui éclairent d’un jour nouveau l’histoire évolutive des tarsiers, des singes européens, des humains et des orangs-outans.

À PALEVOPRIM, l’équipe se focalise sur des paléoécosystèmes particuliers : ceux qui, depuis plus de 60 millions d’années, sont liés à l’histoire du groupe de mammifères particulier, l’ordre des Primates, qui inclut *Homo sapiens*. La paléoprimatologie (étude des primates fossiles) englobe toute l’histoire évolutive de ce groupe. Le laboratoire se focalise donc aussi bien sur les formes les plus éloignées des humains (proches des lémuriens) et les premiers singes connus (les anthropoïdes) que sur les grands singes (hominoïdes), dont le rameau humain fait partie. La réputation du laboratoire est d’ailleurs pour une bonne part fondée sur l’étude des humains fossiles du Tchad, *Australopithecus bahrelghazali* et *Sahelanthropus tchadensis*. Respectivement le premier australopithèque d’Afrique centrale et le plus ancien représentant connu de l’humanité, ces espèces ont été inventées à l’époque où le laboratoire s’intitulait « géobiologie, biochronologie et paléontologie humaine ».

COMPRENDRE LES ÉCOSYSTÈMES PASSÉS

Si l’évolution des primates est toujours un aspect central de sa recherche, PALEVOPRIM met aujourd’hui en avant toute la diversité de ses approches thématiques et méthodologiques. Aux côtés des primates, il étudie différents groupes de vertébrés (carnivores, ongulés herbivores, poissons, reptiles, rongeurs, …) et différentes composantes de leurs environnements passés (milieux de dépôts sédimentaires, paléovégétation) qui tous contribuent de manière complémentaire à la compréhension des écosystèmes passés.

Bénéficiant de collaborations locales, nationales et internationales, la « boîte à outils méthodologiques » de PALEVOPRIM permet également d’identifier les différents éléments qui ont assuré le fonctionnement de ces écosystèmes. Cela permet de reconstituer leurs cadres physiques et les changements environnementaux sur la base des enregistrements géologiques et biologiques. Les traits adaptatifs et les histoires évolutives des organismes sont décrits grâce à l’anatomie comparée et aux techniques de l’imagerie 3D, à l’analyse des liens de parenté, à la biomécanique. Les interactions entre organismes sont étudiées notamment via les régimes alimentaires reconstruits par diverses approches sur les restes dentaires. Toutes ces approches sont pour une grande part basées sur une confrontation détaillée à des référentiels actuels, y compris expérimentaux.

"... l’approche du terrain des paléontologues ... diffère fondamentalement de celle d’Indiana Jones."

L'INDISPENSABLE TRAVAIL DE TERRAIN

L’arsenal méthodologique de PALEVOPRIM compte une autre composante décisive, car garantissant une bonne part du caractère innovant de sa recherche : le terrain. Les primates anciens n’ayant hélas laissé que très peu de traces dans le Poitou, ces travaux de terrain s’étendent des ergs du Sahara aux mines de charbon du Sud-Est asiatique, de la vallée du grand rift d’Afrique oriental aux confins des Balkans. Si les missions dans ces zones en majorité tropicales, isolées et hostiles revêtent un caractère romantique ou idyllique aux yeux de certains, l’approche du terrain des paléontologues poitevins diffère fondamentalement de celle d’Indiana Jones. Pour eux, il s’agit d’une phase

L'objectif final de PALEVOPRIM est de comprendre les relations complexes entre facteurs environnementaux, végétation et animaux (humains inclus). Ces relations à double sens ont in fine été les vrais moteurs de notre évolution.

L'acquisition des données paléontologiques passe obligatoirement par des travaux de terrain. Ces missions ont souvent lieu dans des milieux compliqués en domaine tropical.

d’acquisition des données qui doit être menée de façon rigoureuse quelles qu’en soient les conditions. Servi par une logistique complexe, ce processus doit énormément à la haute technicité et au dévouement des agents gestionnaires, préparateurs, logisticiens et/ou ingénieurs du laboratoire.

C’est sur tout cela que PALEVOPRIM s’appuie pour s’attaquer aux grandes questions de l’évolution des primates. Le développement des milieux ouverts en Afrique a-t-il vraiment eu un rôle décisif dans l’acquisition de la bipédie par la lignée humaine ? Quel a été l’impact de la mise en place de la mousson sur l’évolution des singes anthropoïdes ? Les connexions entre paléofleuves et paléolacs ont-elles favorisé les dispersions de nos ancêtres ? Qu’est-ce qui a conduit à l’extinction des grands singes en Europe ? Ces questions sont abordées sous l’angle des interrelations entre les vertébrés, la végétation, le climat, la tectonique, les réseaux hydrographiques, une approche unique au sein du CNRS.

TRANSMETTRE DES SAVOIRS

PALEVOPRIM, seul laboratoire de paléontologie de la Nouvelle-Aquitaine, met également l’accent sur la transmission des savoirs à un large public, que ce soit dans le cadre de l’université de Poitiers (par exemple avec un master de paléontologie partagé avec l’université de Montpellier, et les activités du Centre de Valorisation des Collections de l’Université), aux niveaux local et régional (notamment en partenariat avec l’Espace Mendès France, CCSTI), ou bien dans les pays où il conduit ses missions de terrain (en particulier en Éthiopie et au Tchad). Ses activités de recherche contribuent à découvrir, conserver et valoriser un patrimoine naturel vu par ces Etats comme un outil de communication et d’attractivité. Les découvertes internationales de PALEVOPRIM et ses collections paléontologiques du bassin aquitain ont le même potentiel pour une région Nouvelle Aquitaine renommée pour sa préhistoire.

Surtout, la paléontologie en général et les recherches du laboratoire en particulier permettent d’expliquer au public que l’histoire évolutive de l’humanité est totalement imbriquée dans celle du vivant. L’humanité fait partie de la biodiversité, et comme les autres espèces, elle est tributaire des changements constants des conditions de vie à la surface de la planète. Cette prise de conscience est un élément clef de la motivation de notre espèce à affronter la crise environnementale en cours.

De l'IPHEP à PALEVOPRIM
Le 1er janvier 2018, le laboratoire de paléontologie de Poitiers a amorcé une nouvelle étape de son histoire. Piloté par une nouvelle équipe de direction, il a changé de nom : l'IPHEP est devenu PALEVOPRIM, le Laboratoire Paléontologie Évolution Paléoécosystèmes Paléoprimatologie (UMR 7262 CNRS/ Université de Poitiers) avec actuellement des universitaires (7 chercheurs-enseignants, 3 techniciens, 1 assistant ingénieur) et des personnels CNRS (4 chercheurs, 3 ingénieurs de recherche,1 technicien), 3 doctorants, 2 post-doctorants et 3 professeurs émérites.

Jean-Renaud BOISSERIE < PALEVOPRIM
jean.renaud.boisserie@univ-poitiers.fr
Franck GUY < PALEVOPRIM
franck.guy@univ-poitiers.fr
Gildas MERCERON < PALEVOPRIM
gildas.merceron@univ-poitiers.fr.
http://palevoprim.labo.univ-poitiers.fr/

Le cerf rusa, un cervidé à la dent dure

La prolifération de ce petit cervidé en Nouvelle-Calédonie a engendré une destruction catastrophique et rapide des habitats naturels. Une approche développée pour les besoins de la paléontologie apporte un nouveau regard sur cette espèce invasive, pour une meilleure gestion.

Le cerf rusa a constitué et continue de constituer un moyen de subsistance pour les plus démunis. Parler d'éradication est impensable pour les populations locales. Il constitue actuellement une monnaie d'échange (un service rendu contre un "coup de chasse" sur une propriété) et de ce fait il est même protégé par nombre de propriétaires terriens…

© Émilie BERLIOZ - PALEVOPRIM

12 cerfs rusa ont été offerts en 1870 à la femme du gouverneur de Nouvelle-Calédonie. Malheureusement, ces animaux ont rapidement été relâchés dans une nature vierge de tout prédateur. Si toute estimation précise de la population s'avère techniquement impossible, on considère qu'il y a actuellement plusieurs centaines de milliers d'individus sur le territoire. Une telle densité a un impact dramatique sur les habitats néo-calédoniens. Cette espèce - considérée par les institutions locales comme une "catastrophe naturelle" - constitue actuellement un objet de préoccupation majeur pour l'agriculture et l'environnement.

Malgré des dégradations observées dès les années 1880, le manque de connaissances sur son écologie, ainsi que son rôle culturel central pour les calédoniens ne favorisent pas sa gestion. Une étude a été financée par l'Agence Rurale et gérée par le CNRS dans le cadre d'un contrat postdoctoral à PALEVOPRIM* pour mieux connaître cette espèce afin de mieux la gérer.

Les analyses de texture des micro-usures dentaires constituent une approche innovante au service de la paléontologie… mais aussi de la biologie de la conservation ! Les dents sont le lien entre un animal et son environnement. Les différents aliments consommés laissent des marques typiques sur l'émail des dents. Elles témoignent du régime alimentaire des dernières semaines de la vie d'un animal.
Ainsi, la texture dentaire des herbivores fossiles est étudiée depuis longtemps en paléontologie afin de reconstituer les environnements naturels dans des sites vieux de plusieurs millions d'années où les végétaux sont rarement fossilisés. Le caractère innovant de cette étude en Nouvelle-Calédonie réside dans le fait d'utiliser les analyses de texture dentaire comme un outil de suivi de l'impact des cerfs rusa actuels sur leurs habitats.

"... la texture dentaire comme curseur de l'impact des cerfs rusa sur les habitats calédoniens..."

Ce travail montre que les graminées constituent la ressource alimentaire favorite et principale du cerf rusa tout au long de l'année, quand celles-ci sont suffisamment disponibles. Malgré son comportement sélectif, ce cerf est caractérisé par une forte adaptabilité, lui permettant de diversifier son alimentation en y intégrant des ressources alimentaires de repli quand la ressource favorite est trop rare pour sa survie (notamment quand la densité de cerfs est trop importante). Dans ce cas, le cerf rusa détruit son habitat, en consommant notamment les espèces ligneuses à croissance lente et prolifération faible comme il l'a fait dans la forêt mésophylle très dégradée de Misère.

Comme les graminées et les végétaux ligneux laissent sur les facettes dentaires des marques extrêmement différentes, les paléontologues ont pu proposer la texture dentaire comme curseur de l'impact des cerfs rusa sur les habitats calédoniens, pouvant servir d'indicateur afin d'améliorer les stratégies de gestion de ce cervidé.

UN REGARD NOUVEAU SUR L'IMPACT DU CERF

Dans la forêt dense humide très dégradée du parc des Grandes Fougères, les résultats scientifiques attestent pourtant sans aucun doute d'un régime alimentaire paisseur. L'augmentation de l'effort de chasse de ces dernières années a fait suffisamment diminuer la densité de population pour que les zones ouvertes, aménagées pour les promeneurs, se recouvrent d'une riche strate herbacée que les agents du parc doivent maintenant entretenir. Alors que le temps de résilience de la végétation ligneuse peut s'avérer long, pouvant conduire un observateur à considérer l'habitat comme fortement impacté par les cerfs, les textures dentaires, qui reflètent le régime alimentaire de la population en temps réel, indiquent au contraire qu'une densité suffisamment faible a déjà induit un retour à la ressource favorite : les herbacées.
Ce travail visait à proposer des clés pour mieux protéger les habitats de Nouvelle-Calédonie et les espèces endémiques emblématiques (notou, cagou, roussette, …, mais aussi plantes de la pharmacopée traditionnelle, …) qu'ils abritent. L'étude s'inscrit parfaitement dans la protection de la biodiversité, au cœur des enjeux sociétaux dans le contexte de changement environnemental que nous induisons et subissons actuellement. Ces espèces menacées par la prolifération du cerf jouent un rôle clé dans la culture et les traditions calédoniennes. Pour ces raisons, produire des connaissances solides sur l'écologie du cerf invasif de Nouvelle-Calédonie demeure fondamental.

© L. BRIDON

Plateau de Dogny, commune de Sarraméa, chaîne centrale, Nouvelle-Calédonie.

Le programme "For Women in Science" de la Fondation L'Oréal-UNESCO a pour objectif de faire croître la part des femmes dans la recherche scientifique. À travers ses prix, la Fondation récompense et accompagne la carrière des femmes scientifiques les plus brillantes. Emilie Berlioz est lauréate 2019 de ce programme pour ses travaux transdisciplinaires menés en Nouvelle-Calédonie. Une dotation de 20 000 euros lui permet notamment de mettre en place actuellement une collaboration avec le Royaume-Uni afin de coupler les analyses de texture au séquençage ADN des fèces et des panses des mêmes spécimens. Cette nouvelle étude permettra de compléter la connaissance du comportement alimentaire du cerf rusa en fonction des habitats, dans l'optique d'atteindre un meilleur suivi des populations.

https://www.forwomeninscience.com/
appel à candidature 2020 lancé

Émilie BERLIOZ < TRACES, PALEVOPRIM
emilie.berlioz@univ-tlse2.fr
emilie.berlioz@univ-poitiers.fr

Gildas MERCERON < PALEVOPRIM
gildas.merceron@univ-poitiers.fr

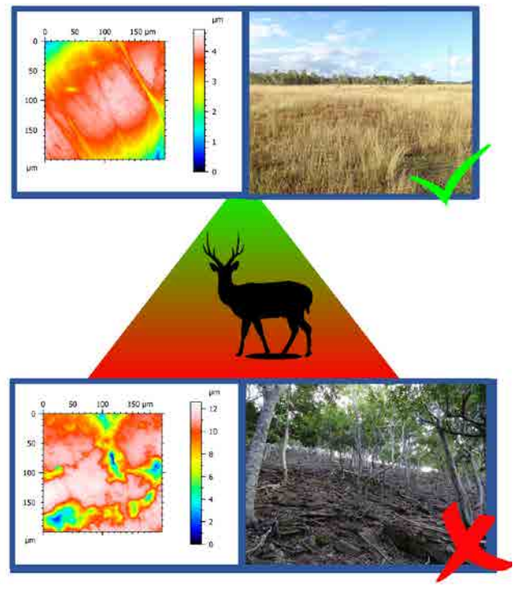
http://palevoprim.labo.univ-poitiers.fr/

https://traces.univ-tlse2.fr/

Espèce invasive : espèce présente en dehors de sa zone de répartition naturelle et menaçant l'existence des espèces animales et végétales natives.

Espèce endémique : espèce ou un organisme confiné à une région géographique particulière, une île par exemple.

* Laboratoire paléontologie évolution paléoécosystèmes paléoprimatologie
UMR7262 - CNRS/Université de Poitiers



© Émilie BERLIOZ - PALEVOPRIM

Comportement alimentaire du cerf rusa et impact sur les habitats calédoniens.

en haut : micro-usure dentaire correspondant à un régime alimentaire à base de graminées, la ressource privilégiée de cette espèce.

en bas : comportement alimentaire destructeur du cerf rusa sur le sous-bois, à base de ressources alimentaires de repli, y compris ligneuses. La micro-usure est utilisée ici comme un curseur de l'impact du cerf sur son habitat.

Homo luzonensis, le nouveau cousin des Philippines

L'identification récente d'une nouvelle espèce humaine sur l'île de Luzon au Nord des Philippines, nous rappelle qu'*Homo sapiens* est aujourd'hui l'unique représentant d'un groupe dont la diversité passée a été florissante.

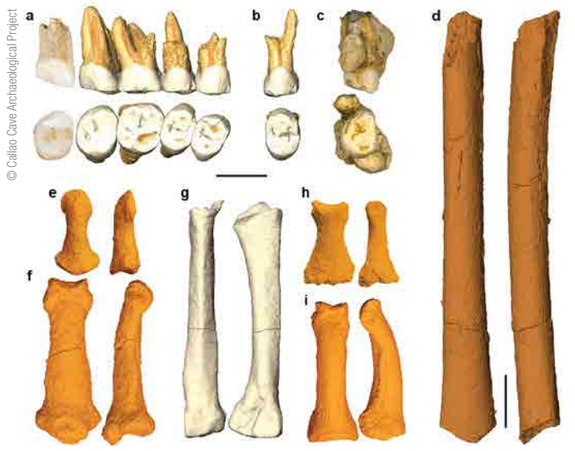
Au cours des quinze dernières années, la paléoanthropologie a vécu une période sans précédents conduisant à la reconnaissance de plusieurs groupes humains, tous cousins – plus ou moins éloignés - d'*Homo sapiens* (ex. *Homo naledi, Homo floresiensis,* dénisoviens). Ce bouleversement conceptuel est d'autant plus notable qu'il a largement contribué à complexifier les scénarios de peuplement du globe initié depuis au moins 1,8 Millions d'années à partir d'Afrique. Ce constat est particulièrement sensible dans le cas de l'Asie du sud-est insulaire où l'on sait désormais qu'au cours des 100 derniers milliers d'années, plusieurs groupes humains contemporains (i.e. *H sapiens, H floresiensis, et les* dénisoviens) ont occupé cette aire géographique de plus de deux millions de kilomètres carrés et constellée d'îles (plus de 7000 rien qu'aux Philippines). À cela s'ajoutent des niveaux marins fluctuants au cours des deux derniers millions d'années : ainsi, les îles de Sumatra, Java et Borneo ont pu être accessibles à pied sec à partir du continent asiatique à certaines périodes alors que cela ne fut jamais le cas pour les îles dites wallacéennes (archipel Philippin, Sulawesi, Florès, Timor, etc). C'est donc avec l'objectif d'éclaircir les modalités de peuplement de cette zone wallacéenne et de comprendre le rôle des îles dans la diversification du genre humain que les fouilles dans la grotte de Callao, au nord-est de l'île de Luzon (Philippines), ont été entreprises.

LES PREMIÈRES DÉCOUVERTES D'HUMAINS FOSSILES : DE SURPRISES EN SURPRISES !

Bien que la communauté scientifique eût depuis la fin des années quarante, de forts soupçons quant à une présence humaine ancienne aux Philippines, les preuves tangibles manquaient irrémédiablement à l'appel jusqu'au début des années 2000. En réactivant les fouilles de la grotte de Callao en 2003, l'équipe d'Armand Mijares parvint à identifier en 2007 une couche géologique riche en ossements d'animaux, parmi lesquels figurait un os métatarsien humain (os de la voute plantaire) daté d'au moins 67 000 ans. Bien que son attribution au genre *Homo* ne laissait aucun doute, sa petite taille et son aspect singulier, notamment sa surface articulaire basale convexe et de petites dimensions, rendait son attribution spécifique plus délicate. Sa publication en 2010 ne fit qu'encourager le travail opiniâtre initié quelques années auparavant. Ces efforts furent largement récompensés en 2011 puis 2015 avec la mise au jour de douze autres spécimens, tous issus de la même couche géologique et découverts à quelques centimètres les uns des autres.

Le nouvel inventaire incluait désormais une série complète de cinq dents (deux prémolaires et trois molaires) d'un individu adulte, deux dents isolées dont une issue d'un second individu adulte, des restes d'un fémur d'un individu juvénile et de quatre os des mains et des pieds. Avec cet inventaire à la Prévert, les chercheurs disposaient désormais des vestiges d'au moins trois individus, documentant un nombre d'éléments anatomiques suffisants pour établir une analyse plus représentative et donc d'approfondir notre connaissance des humains de Callao. ... Et les premiers résultats ont rapidement indiqué que nous avions affaire à des humains fossiles sans équivalents dans le registre paléontologique. Pour s'en convaincre, une seule manière de procéder : l'anatomie comparée…

Vue des fouilles de la grotte de Callao.



Les 13 fossiles découverts dans la grotte de Callao et attribués à la nouvelle espèce *Homo luzonensis*. Échelle : 10 mm.

La grotte de Callao se situe au nord de l'île de Luzon (Philippines).

DES COMPARAISONS… DE LA TÊTE AU PIED

Malgré un nombre restreint de spécimens, les fossiles de Callao présentent un grand nombre de caractéristiques à la fois dentaires, manuelles et podales, distinctes de celles présentées par les espèces qui étaient reconnues jusqu'alors dans le genre *Homo.* À titre d'exemple, les prémolaires d'*H. luzonensis* ressemblent à leurs homologues chez d'autres espèces humaines contemporaines (*ex. H. neanderthalensis, H. floresiensis* et *H. sapiens*) en termes de taille, mais présentent une morphologie bien plus primitive quand on considère les multiples reliefs à la surface ou le nombre de leurs racines. De la même manière, les molaires figurent parmi les plus petites rapportées pour des humains fossiles adultes et leur aspect externe ressemble plus particulièrement à celles d'*H. sapiens* voire d'*H. floresiensis*, tandis que leur structure interne évoque des affinités avec des *H. erectus* asiatiques.

Le plus intriguant concerne les résultats de l'analyse des os des membres. Leur aspect très primitif est supporté par deux phalanges, l'une manuelle et l'autre podale, particulièrement courbes, à l'instar d'australopithèques ayant vécu entre 4 et 2 Ma environ, uniquement en Afrique. Sur la base de cette combinaison unique de caractères, l'attribution de ces fossiles à une nouvelle espèce était désormais largement justifiée : le nom d'*H. luzonensis*, s'est très logiquement imposé tant il rappelle à notre mémoire que l'île de Luzon se caractérise encore actuellement par une faune et une flore particulièrement endémiques.

" ... les relations de parenté... avec les autres espèces humaines sont encore énigmatiques."

DES CONCLUSIONS… PRÉLIMINAIRES

La combinaison atypique de caractères très primitifs et modernes d'*H. luzonensis* n'est pas sans évoquer le cas d'*H. floresiensis*, aussi connu sous le nom de "hobbit" en raison de sa très petite taille et identifié entre 100 et 60 000 ans sur l'île de Florès (Indonésie). Les îles de Florès et de Luzon, bien que séparées d'au moins 3000 km, partagent une histoire paléogéographique analogue, au cours de laquelle des bras de mer substantiels et profonds les ont isolées des masses continentales voisines pendant les deux derniers millions d'années, rendant leur peuplement à pied sec impossible, même aux périodes de plus bas niveaux marins. Néanmoins, les archives paléontologiques de ces deux îles montrent que certains grands mammifères (éléphants, rhinocéros, etc), mais aussi des hommes puisque des preuves d'occupations humaines sont avérées dès 700 000 ans, ont réussi à franchir la mer pour s'y installer. Ainsi, des phénomènes de convergences et/ou de réversion sous l'effet d'une évolution en contexte insulaire pourraient expliquer l'anatomie particulière d'*H. luzonensis*, comme cela semble désormais admis pour *H. floresiensis*.

Ce constat soulignerait alors l'importance fondamentale des îles dans les processus de diversification des groupes humains du passé. Au moins deux grandes questions demeurent toutefois sans réponse. Les arguments comparatifs établissant la spécificité d'*H. luzonensis* sont relativement nombreux mais pas suffisants en l'état pour dresser un portrait détaillé de l'apparence physique d'*H. luzonensis* et de ses comportements. De même, les relations de parenté qu'entretient cet humain fossile avec les autres espèces humaines sont encore énigmatiques.

Les premiers tests d'extractions d'ADN réalisés à ce jour se sont révélés infructueux, mais les développements méthodologiques actuels en paléogénétique nous engagent à l'optimisme et pourraient nous permettre un jour d'en savoir plus sur les éventuelles relations entre *H. luzonensis* et ses contemporains en Asie : *H. sapiens*, *H. floresiensis* et dénisoviens.

Guillaume DAVER < PALEVOPRIM
guillaume.daver@univ-poitiers.fr

Florent DÉTROIT < HNHP
fdetroit@mnhn.fr

Armand MIJARES < UNIVERSITY OF THE PHILIPPINES
mandy24_us@yahoo.com

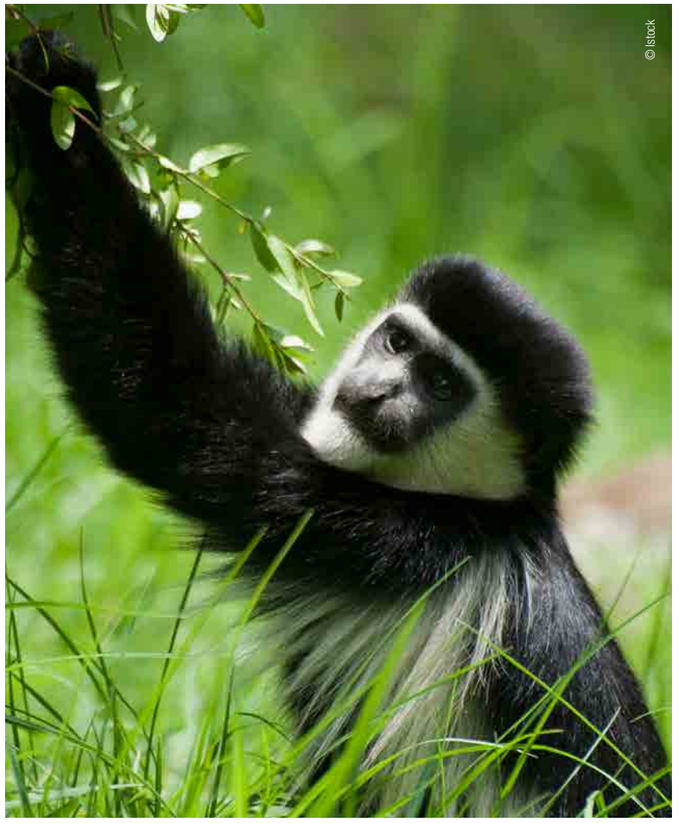
http://palevoprim.labo.univ-poitiers.fr/

http://hnhp.cnrs.fr/

http://www.nationalmuseum.gov.ph/

Une affaire de singes...

Des découvertes récentes effectuées par le laboratoire PALEVOPRIM (UMR 7262 CNRS & Université de Poitiers) ont mis en lumière de nouvelles perspectives sur l'histoire et le succès évolutif des singes cercopithécidés sur le continent africain.



Colobe noir et blanc à la recherche de nourriture.

Avec des écologies diverses et une distribution géographique couvrant une partie importante de l'Ancien Monde, les singes cercopithécidés représentent un rameau diversifié de l'arbre de parenté des primates. Dans la grande famille des singes Cercopithecidae, les colobes d'Afrique et d'Eurasie se singularisent de leur groupe frère, les singes à abajoues (babouins, macaques, etc.), par des adaptations anatomiques en lien avec une consommation importante de feuilles et une locomotion en contexte arboricole. De récentes découvertes paléontologiques entreprises en Afrique orientale et centrale jettent un regard nouveau sur la diversité passée, sur les relations de parenté ainsi que sur l'émergence des caractères anatomiques des colobes.

LE SINGE DU DÉSERT DU DJOURAB

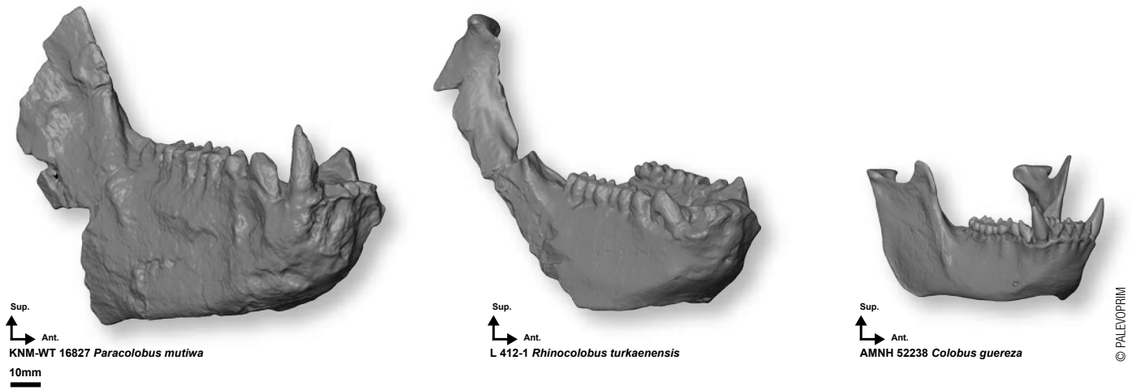
C'est à 1000 km à l'ouest de la vallée du Grand Rift africain, au sein du désert du Djourab, dans le bassin nord du Tchad, que les restes fossiles d'un singe de taille moyenne ont été découverts par la Mission Paléoanthropologique Franco-Tchadienne (MPFT). Des os de la face, du bras et de la jambe ainsi que des restes dentaires isolés sont les seuls témoins de la présence d'un colobe au sein de la faune de l'aire fossilifère de Toros-Ménalla. Aujourd'hui étendue désertique, la zone de Toros-Ménalla représentait autrefois les abords luxuriants d'un lac d'une superficie équivalente à la moitié de celle du territoire métropolitain. D'un âge estimé à 7 Ma (millions d'années), le colobe du Djourab (i.e., *Cercopithecoides bruneti*) ouvre une fenêtre sur une période et une région méconnue de l'histoire évolutive de ces animaux.

À l'instar de ses proches parents actuels, le relief présent à la surface des molaires du colobe fossile tchadien trahit un penchant prononcé pour les feuilles. En revanche, la morphologie des os du bras et de l'avant-bras met en évidence des tendances locomotrices terrestres, différentes des tendances arboricoles documentées au sein des colobes actuels.
La morphologie des prémolaires du colobe du Djourab le démarque de ses contemporains fossiles. Elle nous renseigne cependant sur des liens de parenté étroits avec les colobes africains actuels. L'horloge moléculaire, établie sur la base du matériel génétique des colobes actuels, a permis d'estimer la date de divergence des représentants de la lignée africaine aux alentours de 7 Ma. C'est précisément dans cette fenêtre temporelle que s'inscrit l'histoire évolutive de la faune du Djourab. Aux données morphologiques et au contexte chronologique s'ajoutent donc les informations génétiques, confirmant un peu plus l'importance du colobe du désert du Djourab dans la compréhension de l'histoire évolutive des colobes d'Afrique.

Les travaux menés par la MPFT permettent donc de lever le voile sur l'émergence du régime alimentaire caractéristique des colobes ainsi que sur l'anatomie et les relations de parenté d'un des plus anciens représentants fossiles des colobes.

LES EMBLÉMATIQUES SINGES " NOIRS ET BLANCS " D'ABYSSINIE

Les colobes noir et blanc de la rivière de l'Omo et des montagnes de Djaffa (i.e., *Colobus guereza*) sont emblématiques du paysage et de la culture éthiopienne. Néanmoins, l'émergence de ces colobes au sein de la communauté de primates d'Afrique orientale reste peu documentée. C'est dans la partie sud de l'Éthiopie, au cœur de la basse Vallée de l'Omo, dans la formation géologique de Shungura que l'histoire des "noirs et blancs" d'Ethiopie se dévoile au fil de la roche. Avec un enregistrement sédimentaire continue couvrant une période comprise entre 3,6 Ma et 1 Ma, la formation de Shungura se révèle être un portail temporel de choix dans l'étude des faunes passées d'Afrique orientale. C'est à une équipe internationale et interdisciplinaire de chercheurs pilotée par PALEVOPRIM, l'Omo Group Research Expedition, qu'incombe la tâche de reconstruire l'histoire de ces faunes disparues.



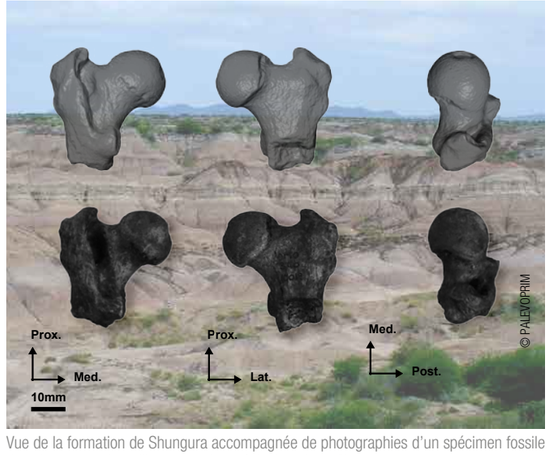
Mandibules de Colobinae de grande taille (à gauche et au centre) de la formation de Shungura en comparaison d'un colobe " noir et blanc " (à droite).

La date de divergence des lignées de colobes "noirs et blancs" d'Éthiopie de celle d'Afrique occidentale est estimée aux alentours d'1.6 Ma. À l'image du colobe du Djourab, les données paléontologiques recoupent ici les données moléculaires. C'est dans les plus récentes strates géologiques de Shungura que des restes de colobes de petite taille ont été exhumés. Des analyses en cours, menées dans le cadre de recherches doctorales, se concentrent sur la morphologie des dents et des os longs de ces petits colobes. Elles permettront à terme de caractériser leur écologie et de préciser leurs relations de parenté avec les "noirs et blancs" actuels d'Ethiopie.

> "... la faible diversité de colobes...
> ne reflète en aucun cas la diversité passée... "

À L'OMBRE DES GÉANTS DE LA BASSE VALLÉE DE L'OMO

À la première lueur du jour, seuls les hurlements des "noirs et blancs" viennent perturber la quiétude des forêts riveraines de la rivière Omo dans la partie sud de l'Éthiopie moderne. Néanmoins, la faible diversité de colobes présent actuellement en Éthiopie ne reflète en aucun cas la diversité passée et c'est un portrait plus singulier que dépeignent les recherches effectuées sur les faunes disparues de la basse Vallée de l'Omo.



Vue de la formation de Shungura accompagnée de photographies d'un spécimen fossile de colobe de petite taille du membre géologique L de Shungura.

Aujourd'hui caractérisée par un poids excédant rarement les 13 kgs et des dimensions linéaires avoisinant 1 mètre 30 de la tête à la queue, la faune moderne de colobes africains se singularise de ses représentants fossiles. Des restes de colobes géants ont été découverts en Afrique orientale, notamment au sein de formations fossilifères kenyane et éthiopienne. Les restes mis au jour dans la formation de Shungura ont permis la description de deux genres de colobes fossiles de grande taille. Avec des poids estimés allant jusqu'à 40 kgs, l'écologie de ces singes fossiles intrigue.

Les études en cours au laboratoire PALEVOPRIM se focalisent sur l'anatomie des membres antérieurs et postérieurs de ces colobes géants afin d'élucider les modes de locomotion employés par ces derniers. La coexistence de deux formes de grande taille dans des intervalles de temps partagés met aussi en perspective le partage écologique de ces formes fossiles. Enfin, une raréfaction de ces grands colobes est observée au sein des membres géologiques les plus récents de la formation de Shungura. Les causes écologiques et environnementales de ce déclin restent à être investiguées.

Des dunes du désert du Djourab aux étendues désertiques de la basse Vallée de l'Omo, les paléoprimatologues de PALEVOPRIM n'ont eu de cesse de retracer l'histoire évolutive des singes d'Afrique. La caractérisation de la dynamique écologique des singes cercopithécidés actuels face au changement climatique est un enjeu fondamental de ce début de siècle. En documentant une période de détérioration climatique importante au cours des 2,5 derniers millions d'années, la formation de Shungura offre un banc d'essai de premier plan dans l'étude de la réponse des faunes aux fluctuations climatiques, nous éclairant ainsi sur la résolution des questions futures.

Laurent PALLAS < PALEVOPRIM
laurent.pallas01@univ-poitiers.fr
Guillaume DAVER < PALEVOPRIM
guillaume.daver@univ-poitiers.fr
Franck GUY < PALEVOPRIM
franck.guy@univ-poitiers.fr
Jean-Renaud BOISSERIE < PALEVOPRIM
jean.renaud.boisserie@univ-poitiers.fr
http://palevoprim.labo.univ-poitiers.fr/

Le singe du ravin des Vampires, du mythe à la réalité paléontologique

Rien de mieux que d'interdire un site à des enfants pour qu'ils y organisent leurs jeux, sans savoir qu'ils évoluent au milieu d'une faune paléontologique de plus de 2 millions d'années.

Il y a dans le nord de la Grèce près du village de Dafnero, une vallée sauvage et des ravins profondément creusés par la rivière Aliákmon dans d'épais dépôts sédimentaires. À l'affleurement, des os fossiles sont connus de tous dans les environs. Ces ravins étant dangereux, les villageois ont toujours défendu à leurs enfants de s'y rendre, effrayant même les bambins avec des légendes de vampires (les os étant les restes de leurs festins ou les restes des vampires eux-mêmes selon les versions). Ces histoires qui ont eu l'effet inverse puisque tous les anciens du village de Dafnero racontent avoir arpenté ces ravins dans leur enfance !

C'est dans ces paysages que les premières fouilles ont été menées au début des années 90 par les paléontologues grecs de l'Université Aristote de Thessalonique. Deux brèves fouilles leur ont permis de mettre au jour une faune de grands mammifères, suggérant un âge pléistocène ancien entre 2,5 et 1,8 millions d'années. Les conditions d'accès et de rapatriement des pièces rendant le travail dangereux n'ont pas permis alors d'exploiter pleinement ce gisement.

"... comprendre les connexions entre écosystèmes eurasiatiques et africains... "

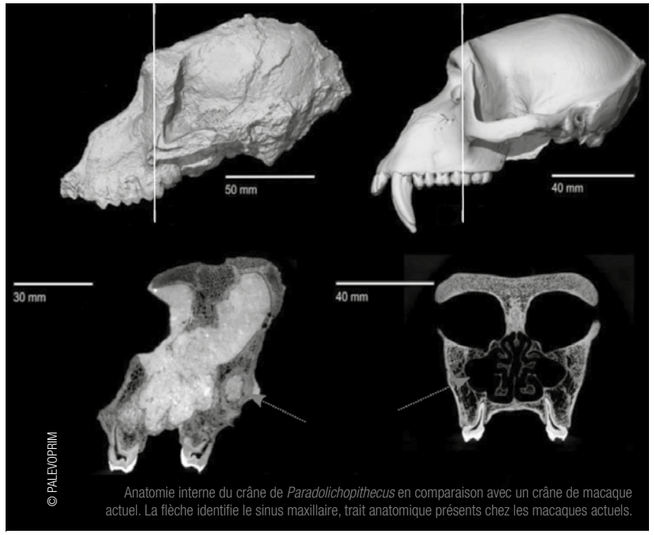
Ce site témoigne des faunes contemporaines ou juste antérieures à la sortie d'Afrique du genre *Homo* et ce dans l'un des possibles couloirs de dispersions sur la marge nord de la Méditerranée. Les premiers restes d'homininés attribués au genre *Homo* hors d'Afrique sont connus en Géorgie sur le site de Dmanisi daté à 1,8 millions d'années. De plus, des artefacts lithiques de plus de 2 millions d'années ont été récemment mis au jour en Chine et sur la bordure sud de la Méditerranée en Algérie. C'est donc bien avec l'ambition de trouver un des absents de cette faune, le genre *Homo*, qu'ont été entamées en 2010 de nouvelles fouilles paléontologiques dans le ravin des Vampires.

Après quatre années de fouilles, les paléontologues ont extrait le crâne d'un primate, pas celui attendu, mais celui d'un singe cercopithèque phylogénétiquement proche des babouins africains et macaques asiatiques actuels, c'est-à-dire partageant un ancêtre commun avec ces espèces modernes. Cet ensemble constitue le clade des papioninés. La partition géographique de ces papionins avec les macaques en Asie (exception faite du magot de l'Atlas) d'une part et les babouins principalement en Afrique d'autre part rend le primate grec essentiel à la compréhension de l'évolution des singes papionins.

VOUS AVEZ DIT *" PARADOLICHOPITHECUS "* ?

Bien que le crâne ait subi une déformation suite à des processus taphonomiques (c'est-à-dire les modifications physiques et chimiques depuis la mort d'un organisme jusqu'à son exhumation par les paléontologues), les caractères morphologiques externes mais aussi internes ont été préservés. La morphologie, le degré d'usure et d'éruption des prémolaires et molaires trahissent un jeune adulte papionin de taille similaire à celles des babouins africains (~20 kg) et dépassant la plupart de macaques actuels. La canine bien qu'absente avait une alvéole de petite taille témoignant d'une femelle. Les papionins sont au sein des primates ceux où le dimorphisme sexuel

Vue du site de Dafnero (Grèce) qui est compris dans des couches sédimentaires allant du Miocène supérieur à l'Holocène.



Anatomie interne du crâne de *Paradolichopithecus* en comparaison avec un crâne de macaque actuel. La flèche identifie le sinus maxillaire, trait anatomique présents chez les macaques actuels.

sur les canines est le plus prononcé. Après étude, les paléontologues de PALEVOPRIM et leurs collègues grecs ont conclu que ce crâne est celui d'un *Paradolichopithecus*, un singe réparti en Eurasie entre 3,5 et 1,8 millions d'années.

Son anatomie interne étudiée par l'utilisation d'un micro-CT scan au Centre de Microtomographie de l'Université de Poitiers révèle la présence d'une cavité globulaire localisée entre les racines des molaires et le globe oculaire. Ce sinus maxillaire, considéré comme une synapomorphie des macaques, c'est-à-dire un caractère nouveau hérité d'un ancêtre commun distinguant ces derniers des autres papionins (babouins, mandrills, mangabeys et géladas), soutient l'hypothèse que le *Paradolichopithecus* grec est un macaque de grande taille. Cela renforce donc l'hypothèse d'une cladogenèse, autrement dit d'un isolement d'un groupe souche de papionins qui ont évolué de manière indépendante aboutissant à la radiation des macaques en Eurasie et des autres papionins en Afrique au cours du Plio-Pléistocène (1 à 3 millions d'années). Si cette hypothèse a pu paraître aux chercheurs comme la plus parcimonieuse, les études anatomiques par CT scans ont montré que les autres restes crâniens attribués à *Paradolichopithecus* n'ont pas tous de sinus maxillaires. Parallèlement, des études récentes indiquent que ce sinus est absent chez certains macaques et présents sur un faible pourcentage de babouins. Dans ce cas, le sinus maxillaire ne serait qu'une plésiomorphie, c'est-à-dire un caractère ancestral commun à tous les papionins et " perdu " par les formes africaines. Le scénario biogéographique découlant de cette hypothèse alternative diffère : le *Paradolichopithecus* eurasiatique serait possiblement le groupe frère de tous les papionins, macaques et babouins compris.

L'HISTOIRE D'UNE FAUNE ÉTEINTE

Les collaborations franco-helléniques ont également complété le registre fossile d'un grand nombre de familles de mammifères. *Paradolichopithecus* est un des éléments d'un assemblage très hétéroclite de mammifères dont les représentants actuels ne coexistent plus dans les environnements d'aujourd'hui. Ainsi, *Paradolichopithecus* a partagé l'habitat d'espèces familières des contrées européennes telles que des cerfs (*Eucladoceros, Croizetoceros, Metacervoceros*), un cheval sténoïde de très grande taille (*Equus*), un ours *(Ursus)*, ou un renard (*Vulpes*) mais aussi l'habitat des derniers giraffidés européens, *Mitilanotherium* à la silhouette d'okapi plutôt que de girafe, des porcs épics (*Hystrix*), une hyène " coureuse " (*Chasmaporthetes*) aujourd'hui éteinte, ainsi que les derniers chiens-viverrins (*Nyctereutes*). Cet assemblage faunique s'il peut sembler insolite au grand public n'est en fait pas surprenant aux paléontologues. En effet, les giraffidés sont des ruminants présents en Europe au moins depuis le Miocène supérieur il y a plus de 10 millions d'années.

Les études approfondies de ce crâne de primate incluant l'oreille interne, les tissus dentaires avec la comparaison avec les autres papionins qu'ils soient actuels et éteints, qu'ils soient eurasiatiques ou africains ont pour objectif de répondre aux différentes hypothèses relatives à l'évolution de *Paradolichopithecus*. Outre une compréhension du mode de dépôt (crues saisonnières, sables mouvants…), une vision plus complète de cette faune, ou encore la découverte de restes locomoteurs de *Paradolichopithecus* permettant de meilleures interprétations écologiques et évolutives, les fouilles régulières à Dafnero et l'étude de ce matériel paléontologique inédit visent à mieux documenter et comprendre les connexions entre écosystèmes eurasiatiques et africains, qui ont pu favoriser la dispersion des faunes et notamment des primates de part et d'autre des masses continentales au cours des temps plio-pléistocènes.

Les fouilles paléontologiques à Dafnero et la collaboration franco-hellénique sont un exemple parmi d'autres, et ce à l'échelle européenne, de la contribution des chercheurs CNRS à la formation par et pour la recherche.
À ce jour, dix étudiants français et grecs ont été formés aux fouilles de terrain à Dafnero. En outre, une convention Erasmus+ établie entre les départements d'enseignements de l'Université de Poitiers et de l'Université Aristote de Thessalonique, facilite les échanges d'étudiants et d'enseignants-chercheurs. Une thèse a récemment été soutenue par une étudiante de Poitiers sur l'écologie alimentaire des cervidés pléistocènes et après un Master mené en co-tutelle un étudiant a obtenu une bourse de thèse du gouvernement grec et une bourse d'excellence Eiffel pour un séjour de 10 mois au sein de PALEVOPRIM.

Le site de Dafnero est composé de lentilles fossilifères avec une très forte densité osseuse.

Gildas MERCERON < PALEVOPRIM
gildas.merceron@univ-poitiers.fr
http://palevoprim.labo.univ-poitiers.fr/

De l'acquisition numérique des dents à leur caractérisation topographique tridimensionnelle.

La topographie 3D pour mieux comprendre l'évolution des dents des primates

Les dents reflètent directement le fonctionnement de la mastication et sont particulièrement adaptées pour la reconstruction des régimes alimentaires des groupes de primates anciens. En paléoprimatologie, elles ont un rôle primordial dans la compréhension de leur évolution et de leur adaptation.

La dent mammalienne, en particulier celle des primates, est l'un des organes les plus étudiés par les paléontologues et les biologistes. Elle permet notamment d'inférer les relations de parenté entre les espèces et le régime alimentaire d'espèces actuelles et disparues. Chez les mammifères, la morphologie des dents varie selon les espèces considérées. Elles présentent des formes distinctes en fonction de leur position sur la mâchoire et de leur rôle dans la mastication. Elles sont constituées de plusieurs tissus dont une bande protectrice d'émail en position externe recouvrant un socle de dentine interne qui forme également le système radiculaire, c'est-à-dire le système d'ancrage de la dent dans la gencive et la mâchoire. L'émail est une structure dure, la plus minéralisée du squelette, qui participe directement à la mastication.

La forme de la dent est une combinaison de l'héritage phylogénétique de caractéristiques morphologiques et de la sélection adaptative de ces caractéristiques au cours de l'évolution, en tant que contribution au processus de digestion de différents régimes alimentaires. En effet, la fonction primaire de la dent réside en sa capacité à fragmenter les aliments lors de la mastication. Pour être efficace, elle doit remplir deux conditions : présenter des outils adaptés à la fragmentation de différents types d'aliments, c'est-à-dire avoir une morphologie occlusale efficace. Elle doit également pouvoir résister à l'initiation et à la propagation de fractures, et résister à l'usure via des modifications de l'épaisseur de l'émail.

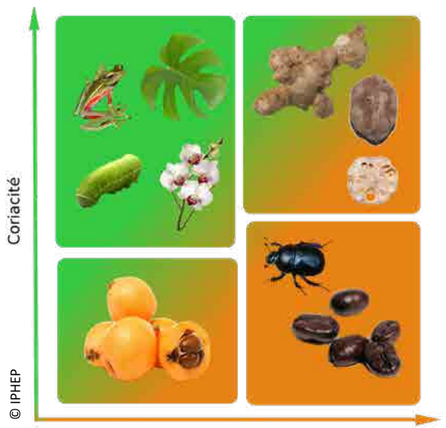
«... leur denture s'adapte aux propriétés mécaniques propres aux aliments...»

Les relations entre régime alimentaire et morphologie

La morphologie occlusale des dents est classiquement envisagée comme la résultante d'adaptations à des régimes alimentaires spécifiques, comme la frugivorie, la folivorie, ou encore la carnivorie. Toutefois, chaque espèce de primates inclut une large diversité d'aliments et les catégories de régime alimentaire classiques tendent à masquer cette diversité. Une approche complémentaire suggère que leur denture « s'adapte » aux propriétés mécaniques propres aux aliments : dureté, solidité, ténacité et/ou abrasivité.

Autant de défis que la dent doit surmonter pour fragmenter efficacement la nourriture et faciliter la digestion. Les caractéristiques occlusales des dents peuvent donc s'envisager en termes d'outils tels que pilons, mortiers, lames, poinçons, coins associés à des fonctions mécaniques particulières telles que couper, écraser, déchirer, percer.

Etudier le lien étroit existant entre la morphologie et les fonctions de la denture requiert l'analyse conjointe des phénotypes dentaires et des défis mécaniques présentés par les aliments. Le projet interdisciplinaire DieT-PrimE initié en 2013 à l'IPHEP, regroupe une équipe



Propriétés mécaniques en termes de coriacité et de dureté des aliments. *Les feuilles et les petits vertébrés sont coriaces et tendres tandis que les graines sont peu coriaces mais dures. Les rhizomes, les tubercules peuvent être coriaces et durs.*

« Mesopithecus pentelicus *est un petit singe fossile proche... des colobes* »

© Istock®

de paléontologues spécialistes des dents et de l'évolution des primates collaborant avec des physiciens spécialistes des propriétés mécaniques des aliments et des spécialistes en imagerie 3D. L'objectif est d'établir une représentation des relations forme-fonction des dents de primates actuels applicable aux reconstructions des régimes alimentaires dans le cadre de l'évolution des primates fossiles. Le premier volet du projet focalise sur la mise en place de nouveaux outils appropriés à une caractérisation quantitative de la morphologie dentaire via l'application de paramètres topographiques tridimensionnels.

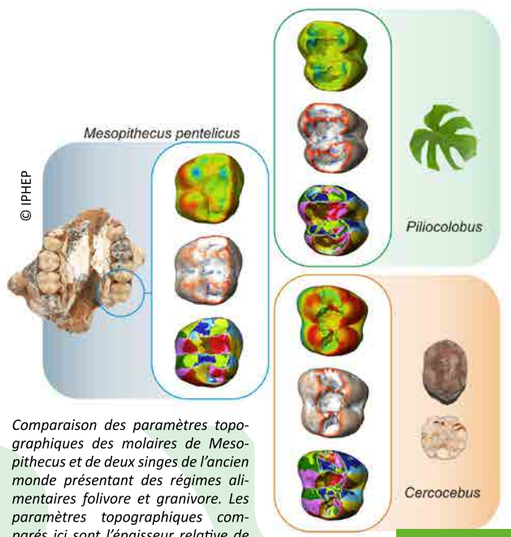
Caractériser la morphologie des dents et des outils dentaires : la topographie 3D

Depuis 2013, le projet DieT-PrimE développe de nouvelles méthodologies d'étude par analyse topographique tridimensionnelle via différentes étapes :

1- une digitalisation des dents à haute résolution (de 5 à 30 microns selon les spécimens) jusqu'à obtenir un modèle tridimensionnel virtuel ;

2- une transformation des données afin que chaque tissu soit exprimé virtuellement sous forme d'une surface 3D, elle-même constituée d'un maillage polygonal d'environ 55000 triangles.

Chaque polygone, constitutif de chacune des surfaces caractérisant les morphologies dentaires est ensuite attaché à une série de descripteurs topographiques : l'orientation, l'inclinaison, l'élévation, la courbure, l'épaisseur d'émail sous-jacente. Ces descripteurs sont obtenus par calculs via des algorithmes développés par le projet DieT-PrimE. L'indexation de chacun des polygones constituant les surfaces dentaires permet de caractériser finement la morphologie occlusale dans son ensemble et de dissocier chaque morphologie remarquable pouvant s'interpréter en termes d'outils adaptés à la fragmentation d'aliments présentant des propriétés mécaniques spécifiques. Cette nouvelle méthode de caractérisation de la forme des dents a été appliquée à un échantillon de molaires appartenant à plus de 200 primates actuels. Une caractérisation fine des variations de patrons dentaires associée à une identification des propriétés mécaniques des aliments a permis de redéfinir le régime adaptatif d'un taxon fossile emblématique du Mio-Pliocene Eurasiatique (il y a environ 5 millions d'années), le mésopithèque.



Comparaison des paramètres topographiques des molaires de Mesopithecus et de deux singes de l'ancien monde présentant des régimes alimentaires folivore et granivore. Les paramètres topographiques comparés ici sont l'épaisseur relative de l'émail (haut), la courbure et l'orientation (bas) des structures occlusales.

Identifier les outils dentaires des primates fossiles

Mesopithecus pentelicus est un petit singe fossile proche des colobes et des cercopithèques, des « singes de l'Ancien Monde ». Les colobes actuels sont tous folivores, mais pendant les périodes de disette certaines espèces mangent des aliments durs. En comparant la topographie dentaire de *M. pentelicus* à celle de singes actuels, l'équipe DieT-PrimE a montré qu'il était probablement aussi adapté à ce régime, confirmant ainsi de précédentes études sur la micro-usure de son émail. Le mésopithèque avait des molaires présentant des crêtes (lames) peu tranchantes et un relief bas rendant sa dent résistante aux aliments durs. Cependant son émail est très fin. Cette caractéristique, récurrente chez les primates folivores, permet au fur et à mesure de l'usure de faire émerger des crêtes supplémentaires. L'augmentation du nombre de crêtes accroît l'efficacité de cisaillement. Mésopithèque devait être capable de consommer des feuilles mais aussi des aliments durs selon les ressources disponibles.

Au-delà des problématiques propres à la paléontologie de cette espèce, l'étude des outils dentaires des primates fossiles offre un aperçu des étapes évolutives ayant précédé les morphologies dentaires actuelles chez ces singes de l'ancien monde. Combinées à l'étude des primates actuels, les approches développées par DieT-PrimE ouvrent de nouvelles perspectives quant à notre compréhension de l'évolution des dents et des régimes.

Franck GUY < IPHEP
franck.guy@univ-poitiers.fr
Vincent LAZZARI < IPHEP
vincent.lazzari@univ-poitiers.fr
Ghislain THIERY < IPHEP
ghislain.thiery@univ-poitiers.fr
http://iphep.labo.univ-poitiers.fr/

Un des lots de brebis en bergerie

Les couches de sédiments de la vallée de l'Omo renfermant les fossiles d'antilopes.

©IPHEP

Des brebis limousines aux antilopes fossiles de l'Omo

L'identification du régime alimentaire d'une espèce animale est essentielle pour appréhender son mode de vie. La plupart des organes internes et le contenu stomacal sont très rarement préservés dans le registre fossile. Ce sont donc les dents, premiers éléments du système digestif qui renseignent l'alimentation de l'espèce disparue.

La morphologie externe et la structure interne particulièrement bien conservées des dents (grâce à une très forte minéralisation des tissus), constituent des indicateurs de ce qu'un animal consommait. Chez les ruminants, les différentes hauteurs de couronne des molaires trahissent des préférences alimentaires contrastées. Les interprétations fonctionnelles des caractères dentaires ont d'importantes implications. En effet, sur la base de catégorisations alimentaires, les paléontologues reconstituent les environnements du passé, tout particulièrement pour les mammifères herbivores (à la base de la chaîne alimentaire).

Il y a cependant un talon d'Achille à cette approche : la dent reflète ce que l'animal a la capacité de manger et non ce qu'il a effectivement consommé. Les variations des ressources disponibles selon les saisons ou d'une année sur l'autre orientent considérablement les choix alimentaires. Des outils indépendants de la morphologie et de la structure dentaire, comme les analyses texturales des micro-usures dentaires, sont alors nécessaires. Le projet transdisciplinaire TRIDENT (ANR) regroupe les compétences d'agronomes*, de tribologues** et de paléontologues*** avec pour but d'explorer l'écologie des mammifères herbivores. Ils élaborent des modèles de reconstitutions alimentaires en combinant des analyses automatiques de la texture des micro-usures dentaires avec un ambitieux jeu de données issu d'une expérimentation d'alimentation contrôlée sur des brebis.

Les analyses texturales des micro-usures dentaires

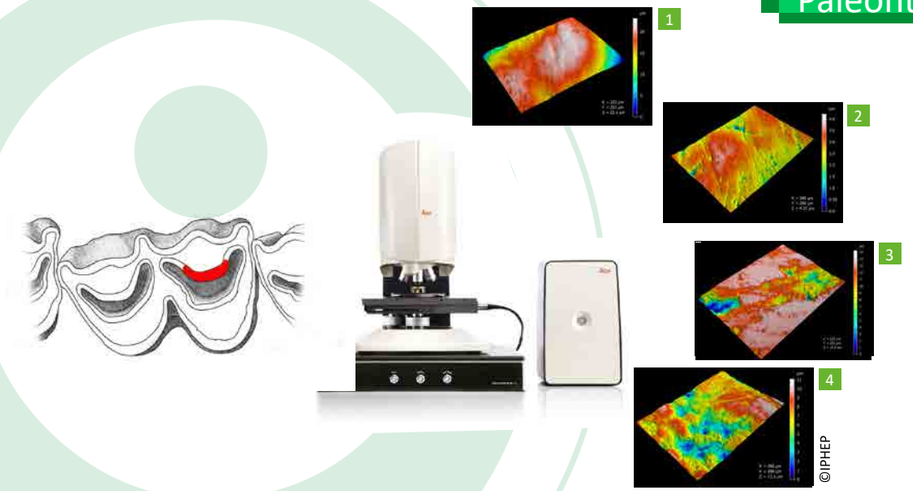
Lorsqu'un mammifère prélève les aliments dont il se nourrit, il le fait avec les incisives, canines ou prémolaires. Mais une fois dans la cavité buccale, ce sont les molaires qui vont alors couper ou broyer les aliments afin d'en extraire un maximum d'énergie une fois ingérés. Lors de la mastication, les molaires entrent en occlusion et s'usent mutuellement. Mais une part importante de l'usure (abrasion) dentaire résulte des frottements avec les aliments. Les analyses texturales de la micro-usure sont réalisées sur la surface d'émail des facettes des molaires via l'utilisation d'outils analytiques déjà existants associés à des approches innovantes développées par les tribologues. En fonction de la nature des aliments consommés, l'abrasion est plus ou moins importante mais également différente à l'échelle micrométrique.

Ainsi, la consommation stricte de feuillages (tendres) génère peu d'abrasion alors que les fruits (certains ayant une enveloppe coriace), les graines (souvent dures), les graminées (abrasives de par leur forte teneur en phytolithes de silice) ou encore les bulbes et tubercules (souvent durs et riches en particules terrigènes) vont générer des textures d'abrasion contrastées.

Une mission écologique

L'expérimentation d'alimentation contrôlée a été réalisée sur 180 brebis. Ont été testées des proportions variées d'herbacées comme les graminées (résistantes et riches en silice) et le trèfle (tendres et pauvres en silice), ou encore des grains d'orge, de maïs ou des châtaignes. La présence de fins dépôts éoliens sur la végétation de zones arides et semi-arides a également été simulée pour tester leur rôle. Le suivi des compositions alimentaires quotidienne et individuelle couplées à des analyses texturales des micro-usures génèrent des modèles permettant alors d'explorer l'écologie alimentaire des mammifères, qu'ils soient actuels ou fossiles.

Le projet TRIDENT a aussi pour vocation d'explorer l'écologie de communautés de mammifères actuels afin de calibrer les modèles établis à partir de l'expérimentation. Dans cette perspective, la forêt de Białowieża (entre Biélorussie et Pologne) est un écosystème unique en Europe car c'est le seul massif préservé d'activité anthropique où trois espèces de cervidé (cerfs élaphes, chevreuils, et élans) cohabitent avec les derniers bisons européens. Cette communauté d'ongulés fournit ici aux paléontologues un cas d'étude exceptionnel car une telle cohabitation est typique des périodes pléistocènes en Europe.



La prise d'empreinte avec des silicones de haute précision sur les facettes coupantes (surligné en rouge) des molaires permet avec un profilomètre surfacique de capturer la surface en 3D à des résolutions proches du dixième de micromètre. Selon la nature physique des aliments consommés, les textures de surface diffèrent.

De bas en haut, sont illustrées les textures des micro-usures dentaires de ruminants qui ont consommé : 1 des graminées, 2 des feuillages tendres, 3 des fruits en abondance, 4 et de bulbes et tubercules.

« Un atelier spatio-temporel… idéal… pour tester des hypothèses évolutives. »

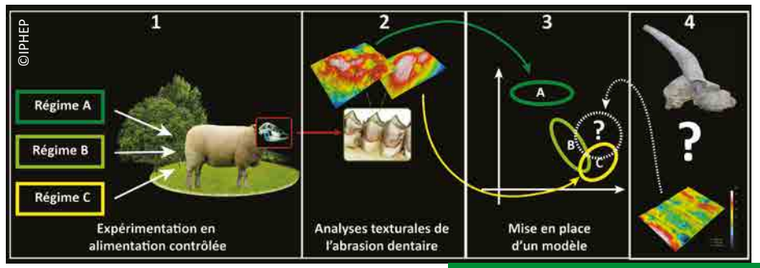
Une attention particulière a été portée sur le bison. Alors que sa morphologie dentaire soutient une alimentation riche en graminées, certaines études écologiques avancent le contraire. L'analyse des dents sur les crânes des bisons des collections de l'Institut de Recherches sur les Mammifères de Białowieża désigne également une proportion assez modeste des graminées. L'étude montre néanmoins qu'au cours de l'hiver les individus sortant de la forêt ingèrent beaucoup plus de graminées. Ces résultats corroborent les données sur les bisons de la période holocène concluant que la forêt n'était et n'est probablement pas l'habitat préféré du bison européen. De telles données sont essentielles aux biologistes de la conservation pour proposer des politiques d'aménagement des corridors favorisant les dispersions entre les dernières populations de bisons européens dans l'Est de l'Europe.

De l'Europe à l'Afrique

La vallée de l'Omo en Éthiopie est exceptionnelle pour les paléontologues. Les fossiles y abondent, incluant ceux de nombreux hominiinés. Cette vallée est un lieu unique pour comprendre l'histoire évolutive de notre espèce. Le registre fossile a ceci d'exceptionnel qu' une datation radiochronologique peut y être faite grâce aux très nombreux niveaux de cendres volcaniques. Un atelier spatio-temporel contraint idéal s'offre aux scientifiques pour tester des hypothèses évolutives.

TRIDENT ambitionne de vérifier d'une part l'impact d'un sévère épisode global d'aridification entre 2 et 2,5 Ma sur la composition de la végétation (des prairies à graminées ou des zones buissonnantes) et d'autre part de tester la possible corrélation entre les phases d'ouverture des paysages avec l'émergence des genres *Paranthropus et Homo*.
Les reconstitutions des régimes alimentaires des différentes antilopes entre 4 et 1 Ma vont permettre d'évaluer les densités des strates arborée et buissonnante d'une part et de la strate herbacée d'autre part. Un premier groupe d'antilopes a été privilégié : les tragélaphes. Leurs représentants actuels, définis plutôt comme des mangeurs mixtes, se nourrissent d'herbes ou de buissons. Les modèles établis sur les brebis du Limousin vont permettre d'identifier la source principale de nourriture (feuillages tendres ou graminées) de ces tragélaphes du Plio-pléistocène de la Corne de l'Afrique. D'autres antilopes en cours d'étude aux habitudes alimentaires supposées différentes vont compléter cette étude.

Au delà de l'alimentation de ces antilopes, c'est une évaluation de la végétation qui va alors être proposée, essentielle à la compréhension de l'évolution des hominiinés dans un contexte environnemental déjà soumis aux changements globaux du climat.



À gauche : l'expérimentation des brebis avec alimentation contrôlée permet d'associer les régimes alimentaires à la texture de la surface de l'émail des molaires permettant ainsi de discriminer ces différentes textures. Dans un second temps, le matériel fossile est intégré au modèle et permet d'inférer un régime alimentaire pour l'espèce fossile.

Gildas MERCERON < IPHEP
gildas.merceron@univ-poitiers.fr

http://iphep.labo.univ-poitiers.fr/

*Les agronomes du projet TRIDENT sont issus de la Ferme expérimentale du Mourier (Haute-Vienne) dépendant de l'Institut de l'Elevage qui héberge le CIIRPO (Centre Interrégional d'Information et de Recherche en Production Ovine).

**La tribologie est la science de l'usure, spécialité de l'Institut Pprime (UPR CNRS 3346), partenaire du projet.

***Les paléontologues sont de l'Institut international de paléoprimatologie, paléontologie humaine : évolution et paléoenvironnements (IPHEP- IPHEP UMR 7262, CNRS/ Université de Poitiers).

L'équipe du LHPRP à la recherche de fossiles à Lokone, Kenya.

© Fabrice LIHOREAU < LHPRP

L'hippopotame, l'Afrique et la baleine

Entre une baleine bleue et un hippopotame, à priori, il n'y a pas beaucoup de points communs, si ce n'est une certaine tendance à l'alopécie et un goût prononcé pour la baignade. Et pourtant, depuis les années 90, les données moléculaires sont formelles : les hippopotames sont les plus proches parents actuels des cétacés. Autrement dit, tout comme les humains et les chimpanzés, ils ont en commun un ancêtre qu'ils ne partagent avec aucun autre animal.

Mais la génétique ne nous dit rien de ce qui s'est passé entre cet ancêtre et ses descendants ; seule la paléontologie peut décrire l'évolution qui a eu lieu. Ainsi, à partir de 2001, la découverte de cétacés quadrupèdes datés de 50 millions d'années a permis de valider une relation de parenté avec le groupe élargi auquel appartiennent les hippopotames, les ruminants, les cochons, les pécaris et les dromadaires. Par contre, du côté des hippopotames, le registre fossile débutait abruptement il y a 16 millions d'années, laissant un vide d'au moins 35 millions d'années dans le registre fossile des « cousins » des cétacés. Pour combler cette lacune, certains cherchaient du côté des cochons, mais les données génétiques excluent une parenté étroite entre ces animaux et le groupe cétacés-hippopotames.

Un jeu de piste

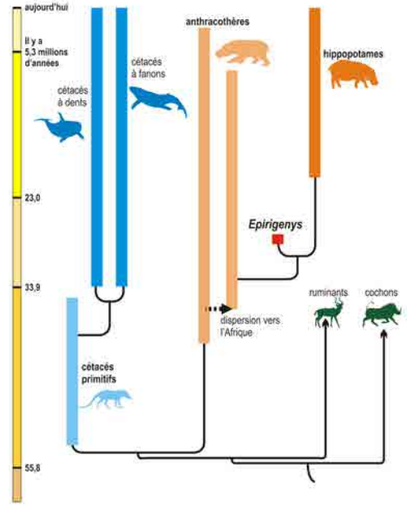
Une autre piste liait les hippopotames à des ongulés éteints il y a 2,5 millions d'années : les anthracothères. Ces animaux, connus depuis près de 40 millions d'années en Amérique, en Eurasie et en Afrique, étaient très diversifiés : certains ressemblaient à de petits cervidés et en avait probablement le mode de vie, tandis que d'autres, plus grands, présentaient des traits anatomiques suggérant un mode de vie semi-aquatique similaire à celui des hippopotames.
Toutefois, dans ce buissonnement, il n'était pas possible de désigner un ancêtre convaincant pour les hippopotames. Les anthracothères les plus anciens ne semblaient pas partager de caractères dérivés avec eux (c'est-à-dire des innovations anatomiques héritées d'une ascendance commune et inconnues dans d'autres groupes). Quant aux formes semi-aquatiques, certains de leurs caractères crâniens rappelaient clairement ceux des hippopotames, mais leurs dents étaient à priori plus spécialisées (plus dérivées), écartant la possibilité d'une parenté étroite.

Une longue collaboration

Depuis les années 2000, l'élucidation de cette question fait l'objet d'une collaboration entre chercheurs de l'Institut de Paléoprimatologie, Paléontologie Humaine : Évolution et Paléoenvironnements (IPHEP, UMR 7262 - CNRS/Université de Poitiers) et de l'ISEM (Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier, UMR 5554 - CNRS/Université de Montpellier). Après avoir mis au point une terminologie adaptée à la comparaison de nombreux types de dents, les paléontologues ont identifié les plus anciens hippopotames fossiles âgés de 21 millions d'années. Ils ont intégré ces fossiles dans leurs reconstructions des relations de parentés, lesquelles ont désigné les anthracothères comme groupe souche des hippopotames mais sans pour autant pouvoir déterminer quelle lignée précise d'anthracothères leur avait donné naissance.

En 2005, une mission d'étude des collections des National Museums of Kenya (NMK) a permis de découvrir un fossile « en sommeil » dans un tiroir. Ce fossile, une moitié de mâchoire inférieure, présente une série de prémolaires et de molaires dont la morphologie rappelle les hippopotames les plus primitifs. Pourtant, d'autres caractères en font un anthracothère indubitable. Cette découverte a incité les scientifiques français à retourner sur le site où leurs collègues kenyans avaient mis ce fossile au jour, donnant ainsi naissance au Lokone Hill Paleontological Research Project, associant l'IPHEP, l'ISEM et les NMK. De nouveaux travaux de terrain ont donc eu lieu à Lokone, dans le bassin du Turkana, au nord-ouest du Kenya. Ils ont conduit à la découverte de restes fossiles de carnivores, de primates, de rongeurs, de damans, d'ancêtres des éléphants, et de nouveaux spécimens de l'anthracothère. L'ensemble de la faune de Lokone indique un âge d'environ 28 millions d'années pour ce site.

Arbre des relations de parentés proposées entre cétacés, anthracothères et hippopotames.



© Jean-Renaud BOISSERIE < LHPRP

« ...les hippopotames sont le produit d'une longue séquence évolutive en Afrique.»

L'anthracothère de Lokone est essentiellement connu par des restes dentaires. Ces restes ont été soigneusement comparés à ceux de 54 autres espèces, incluant des anthracothères, des hippopotames, des cochons et apparentés, des ruminants primitifs, ainsi que des ongulés primitifs provenant de sites plus anciens que Lokone. Cette comparaison a porté sur 164 caractères, notamment la forme et les relations entre les crêtes et sillons observables sur les dents. Elle indique tout d'abord que l'anthracothère de Lokone appartient à une forme jusqu'ici inconnue, baptisée *Epirigenys lokonensis* (*« epiri »* veut dire « hippopotame » en langue turkana, *« genys »* rappelle « origine » et « mâchoire » en grec ancien). Surtout, cette analyse indique qu'*Epirigenys* est à la fois étroitement lié à un groupe d'anthracothères primitifs présent en Afrique depuis au moins 35 millions d'années, et qu'il est plus proche des premiers hippopotames que n'importe quel autre anthracothère. Il s'agit donc d'une forme de transition !

Cette découverte offre trois enseignements principaux. Premièrement, elle démontre que les hippopotames sont le produit d'une longue séquence évolutive en Afrique. En effet, les données disponibles jusqu'ici suggéraient que les hippopotames avaient pu atteindre ce continent au même moment que la plupart des autres mammifères emblématiques de la biodiversité africaine (buffles, antilopes, rhinocéros, girafes, lions), c'est-à-dire il y a environ 18 millions d'années, lorsque l'Afrique est entrée en contact avec l'Eurasie. En réalité, les précurseurs des hippopotames sont arrivés il y a beaucoup plus longtemps (probablement à la nage !) puis ont évolué sur place.

Deuxièmement, elle offre un scénario paléontologique pleinement compatible avec les données génétiques. En effet, rien ne s'oppose à ce que le groupe ayant donné naissance aux tous premiers cétacés ait également donné naissance aux anthracothères, et par leur entremise aux hippopotames. Pour découvrir ce groupe, il faudra désormais regarder vers le sous-continent indien et l'Asie du sud-est, où l'on connaît respectivement les plus anciens cétacés et les plus anciens anthracothères.

*L'hémimandibule gauche d'*Epirigenys lokonensis.

© Jean-Renaud BOISSERIE < LHPRP

Enfin, cette découverte suggère que les modes de vie semi-aquatiques des premiers cétacés, de certains anthracothères et des hippopotames se sont développés de façons parallèles, les anthracothères les plus potamophiles* correspondant à une branche éteinte relativement éloignée de celle des hippopotames. Ces adaptations multiples au milieu aquatique sont sans doute liées à un potentiel génétique commun. Les collaborations scientifiques vont maintenant se concentrer sur les facteurs environnementaux et biologiques qui ont favorisés les expressions répétées de ce potentiel.

Jean-Renaud BOISSERIE < IPHEP
jean.renaud.boisserie@univ-poitiers.fr
Stéphane DUCROCQ < IPHEP
stephane.ducrocq@univ-poitiers.fr
http://iphep.labo.univ-poitiers.fr/

*vivant dans les eaux douces

Récupération des blocs de sédiments fossilifères en vue de l'opération de tamisage.

Le bassin central du Myanmar : fenêtre sur l'évolution des primates

Une équipe internationale pilotée par l'Institut de Paléoprimatologie et Paléontologie Humaine : Évolution et Paléoenvironnements (IPHEP – UMR 7262 CNRS/Université de Poitiers) étudie la contribution des fossiles du Myanmar à la compréhension de l'évolution des primates. Les nouveaux restes de primates découverts dans ces faunes témoignent d'un rôle majeur de l'Asie du Sud-Est dans l'évolution des primates anthropoïdes (singes, grands singes, lignée humaine) et des grands singes.

Le Myanmar (ex-Birmanie) est un pays d'Asie du Sud-Est possédant une longue histoire paléontologique. Les premiers écrits concernant les fossiles de ce pays remontent en effet au 19e siècle. Il a néanmoins fallu attendre 1927 pour voir la première description d'un primate fossile, baptisé *Pondaungia*, sur la base de quelques dents seulement. Les recherches paléontologiques se sont depuis développées au Myanmar, mettant au jour de riches faunes tertiaires à mammifères.

Une région propice à la paléontologie

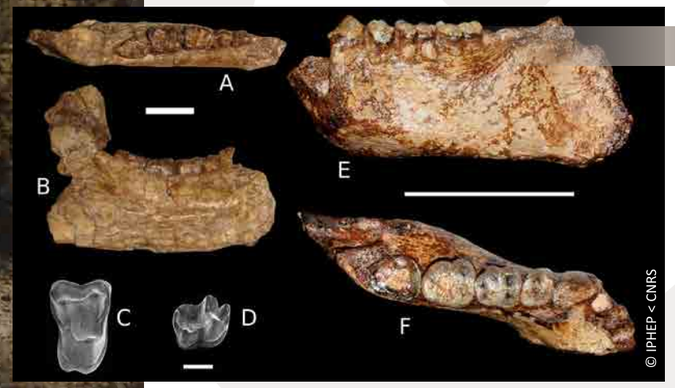
Les recherches paléontologiques se concentrent dans le bassin central du Myanmar qui est un vaste bassin sédimentaire actif depuis le début de l'ère Tertiaire, il y a 65 millions d'années. Ce bassin est traversé de nord en sud par la rivière Ayeyarwady (Irrawaddy). Il est bordé à l'ouest par la chaîne Indo-birmane et à l'est par le plateau Shan. Bien que le Myanmar possède actuellement un climat tropical, une partie importante du bassin central connaît un climat semi-aride, privé de masses d'air humides par la chaîne Indo-Birmane. Ces conditions climatiques particulières, qui favorisent l'affleurement naturel des roches, sont propices à la recherche paléontologique.

Origine et diversification des primates anthropoïdes

Jusqu'à la fin du 20e siècle, l'origine des primates anthropoïdes était considérée comme africaine, les fossiles du Fayum (Egypte, 37 à 32 Ma) faisant référence. Des découvertes asiatiques plus anciennes en Chine et au Myanmar (45 à 37 Ma) ont par la suite bouleversé ce scénario, indiquant une origine asiatique du groupe. Les sites birmans de la formation de Pondaung (37 Ma), qui ont livré une riche faune de mammifères (primates, rhinocérotoïdes, rongeurs, ruminants, anthracothères…), ont largement contribué à ce changement de paradigme. Outre *Pondaungia* dont le statut d'anthropoïde a été confirmé, quatre autres genres d'anthropoïdes y sont désormais connus *(Afrasia, Myanmarpithecus, Ganlea, Bahinia)*. La faune de Pondaung témoigne donc d'une diversification précoce et importante de ces primates. Cette diversité s'accompagne d'une diversification écologique déduite d'une large gamme de taille (masses corporelles estimées = 100 g à 10 kg) combinée à des morphologies dentaires indiquant des régimes alimentaires disparates (insectes, feuilles, fruits).

Une évolution précoce complexe à déchiffrer

La diversité des primates anthropoïdes de Pondaung, encore insoupçonnée il y a dix ans, laisse présager d'une évolution précoce bien plus complexe à déchiffrer. Et ce ne sont pas les scénarios paléogéographiques qui vont contredire cette assertion : si l'origine géographique des premiers anthropoïdes est asiatique, l'anthropoïde birman *Afrasia* s'est révélé être le plus proche parent d'un genre…africain ! Ceci suggère qu'une migration d'Asie vers l'Afrique a eu lieu avant 37 Ma. Les chercheurs considèrent que d'autres échanges entre l'Afrique et l'Asie impliquant des primates anthropoïdes ont pu avoir lieu avant 35 Ma. Reste à le confirmer et à en établir la nature exacte (âge, primates impliqués…).



Quelques fossiles de primates du Myanmar.

A-B : mandibule de l'anthropoïde Pondaungia *(échelle= 1cm).*
C-D : une molaire supérieure (C) et une molaire inférieure (D) de l'anthropoïde Afrasia *(échelle = 1 mm).*
E-F : mandibule et unique fossile du grand singe Khoratpithecus ayeyarwadyensis *(échelle= 5 cm).*

Des analyses sédimentologiques et géochimiques à Pondaung révèlent que les anthropoïdes vivaient en milieu forestier sous un climat tropical humide avec forte saisonnalité qui pourrait correspondre aux prémices de la mousson. Quel rôle ont joué les environnements et le climat dans l'évolution des anthropoïdes (diversification, dispersion…) ? Il est vraisemblablement très important car les anthropoïdes actuels sont sensibles aux variations d'environnements et de climat mais il reste encore mal compris.

Un grand singe fossile

Une grande surface du bassin central du Myanmar est occupée par la formation de « la formation de l'Irrawaddy » qui est constituée des sédiments tertiaires déposés par la rivière Ayeyarwady et ses affluents. Cette formation est beaucoup plus récente que celle de Pondaung puisqu'elle couvre environ les derniers 15 millions d'années. Une riche faune de mammifères a été découverte dans ces sédiments mêlant représentants fossiles de familles actuelles (rhinocérotidés, giraffidés, bovidés, suidés…) et de familles éteintes (anthracothères, chalicothères…).

À proximité de la ville de Magway, l'équipe paléontologique Franco-Myanmar a décrit en 2011 une nouvelle espèce de primate représentant le premier grand singe fossile connu dans le Tertiaire du Myanmar. Chaque découverte de grand singe est importante en Asie du Sud-Est car ce groupe y est particulièrement rare. Le primate de Magway, baptisé *Khoratpithecus ayeyarwadyensis*, se rapproche de deux espèces du même genre décrites en Thaïlande et connues entre 13 et 7 Ma. D'après l'analyse des caractères dentaires et gnathiques*, *Khoratpithecus* est un représentant de la sous-famille des orangs-outans, les ponginés, connue jusqu'alors uniquement dans le Tertiaire par les genres *Sivapithecus* (Pakistan, Inde, Népal) et *Indopithecus* (Inde) ainsi que dans le Quaternaire du Vietnam et de Chine par l'imposant Gigantopithecus. *Khoratpithecus* est actuellement considéré comme le plus proche parent des orangs-outans.

« l'évolution… reste extrêmement mal comprise »

Les grands mammifères ont permis de donner un âge compris entre 10,5 et 8,5 Ma pour *K. ayeyarwadyensis*, qui évoluait donc de manière grossièrement contemporaine à ses proches parents thaïlandais. D'après les premières analyses des paléoenvironnements, ce ponginé vivait dans une forêt tropicale sempervirente bordant une plaine alluviale, environnement qui diffère nettement de celui trouvé aujourd'hui dans cette région.

Une évolution des orangs-outans

Malgré les découvertes récentes, l'évolution des ponginés reste extrêmement mal comprise : par exemple, leur répartition géographique endémique, tel *Khoratpithecus* cantonné à l'Asie du Sud-Est, n'est pas encore expliquée. Les soupçons se tournent vers de subtiles différences de végétation et de climat. De plus, on connaît seulement des os longs chez *Sivapithecus* qui s'avère être un quadrupède terrestre! L'évolution vers l'appareil locomoteur des orangs-outans n'est donc pas encore documentée. Ceci est vraisemblablement lié au fait qu'aucun ponginé n'est connu durant la fin du Tertiaire, nous privant ainsi de précieuses informations!

D'autres surprises en perspective

La richesse des sites actuellement fouillés et la surface importante du bassin central du Myanmar suggèrent que d'autres découvertes importantes pourront être réalisées dans un futur proche. C'est dans cet objectif que les chercheurs de la mission paléontologique Franco-Myanmar retournent annuellement au Myanmar.

Olivier CHAVASSEAU < IPHEP
olivier.chavasseau@univ-poitiers.fr
http://iphep.labo.univ-poitiers.fr/

**Relatifs à la mâchoire*

***Lavage et tamisage** à la rivière des sédiments fossilifères prélevés.*

Vue des affleurements à* Khoratpithecus *près de Magway.

Passage de l'Omo par une des voitures de la mission.
L'accès à la formation de Shungura est semé d'obstacles : rivières dépourvues de ponts, marécages, forêts de montagne humides.

La vallée de l'Omo : mémoire de 2,5 millions d'années d'évolution humaine

***Galet en quartz taillé**, formation de Shungura, 2,3 millions d'années.*

***Mâchoire inférieure d'hippopotame** en cours de dégagement, formation de Shungura, 2,7 millions d'années.*

Une forte coopération scientifique unit équipes françaises et institutions éthiopiennes depuis la fin des années 90. Elle a conduit des sites paléontologiques et archéologiques d'exception, classés au patrimoine mondial par l'UNESCO, à redevenir une source incontournable de données sur notre histoire lointaine.

L'Éthiopie n'est pas un pays avare en découvertes fameuses sur l'évolution humaine : Lucy, un temps doyenne de l'humanité, se retrouve aujourd'hui flanquée d'Ardi, le squelette d'hominidé le plus ancien au monde (4,4 millions d'années), de Selam, un bébé australopithèque de 3,4 millions d'années, ainsi que de quelques autres. Mais le pays a d'autres trésors pour aider à cerner les facteurs de l'évolution humaine. Ainsi, la basse vallée de l'Omo, à la pointe sud-ouest du pays, recèle un site unique au monde par l'ampleur de son registre paléontologique : la formation de Shungura. Non seulement ce site livre des hominidés anciens et leurs outils, mais il a aussi enregistré en continu et avec une grande précision l'évolution des écosystèmes pendant 2,5 millions d'années. C'est plus particulièrement sur cet aspect que travaille depuis 2006 *l'Omo Group Research Expedition* (OGRE), une mission internationale et pluridisciplinaire pilotée par l'Institut de Paléoprimatologie, Paléontologie Humaine : Évolution et Paléoenvironnements (iPHEP – UMR 7262 CNRS/Université de Poitiers).

Une période charnière pourtant méconnue

Il y a 2,7 à 2,9 millions d'années, au Pliocène récent, le cours de notre histoire a connu un rebondissement majeur, avec la séparation de deux branches sœurs : d'un côté, les australopithèques robustes, dotés de mâchoires et de molaires particulièrement développées ; de l'autre, les probables précurseurs du genre Homo, auquel nous appartenons. Les tous premiers outils lithiques connus sont presque aussi âgés, datés de 2,6 millions d'années. Paradoxalement, il n'existe que peu d'informations directes sur cette période charnière de notre histoire – moins, par exemple, que pour celle de Lucy, pourtant plus ancienne. La formation de Shungura est en effet la seule séquence géologique d'Afrique quasi continue pour cette époque. Et pour cause, le dépôt des sédiments à Shungura, amorcé il y a 3,6 millions d'années, ne s'est durablement interrompu que deux millions et demi d'années plus tard ! Les travaux précédents sur cette formidable séquence avaient d'ailleurs conduit Yves Coppens, co-directeur français des missions internationales de l'Omo (1967-1976), à formuler un scénario évolutif baptisé : *« L'évènement de l'(H)Omo »*. Ce scénario liait l'émergence de notre genre à une ouverture marquée des milieux, car toutes deux semblaient enregistrées à peu près au même moment par la formation de Shungura.

Changements climatiques et évolution

Puis vint Lucy, suivie de la révolution éthiopienne, et la formation de Shungura fût délaissée par les paléontologues. Beaucoup moins facile d'accès que les sites de l'Afar où les efforts se sont concentrés dans les années 90, Shungura a attendu 30 années avant d'accueillir de nouveaux chercheurs. Aujourd'hui, *« L'évènement de l'(H)Omo »* reste d'actualité, alors que les connaissances se sont précisées sur les changements du Pliocène récent : le climat est alors devenu plus instable à l'échelon mondial, alliant saisonnalités accrues, refroidissement progressif et vraisemblable ouverture des milieux. Nombreux sont les scientifiques qui voient dans ces changements le moteur principal de l'apparition de notre genre. Toutefois, il n'a pas encore été possible de corréler catégoriquement les phénomènes évolutifs enregistrés de façon très parcellaire dans quelques bassins continentaux avec ces évènements climatiques mondiaux, essentiellement archivés dans les dépôts océaniques. L'OGRE a donc été créée afin de retourner dans l'Omo et de mener l'enquête sur ce lien théorique entre changements environnementaux et évolution humaine au cours des 2,5 millions d'années enregistrés par Shungura.

Avec une question au cœur de cette démarche : quel processus a eu l'impact le plus important sur les dynamiques évolutives des faunes, hominidés inclus : climat mondial ou facteurs environnementaux d'échelles régionale et locale ? Au rang de ces derniers, se trouvent notamment les changements tectoniques qui ont profondément et constamment modifié les cours d'eau, les altitudes et les paysages d'Afrique orientale au cours du Plio-Pléistocène.

« ... y voir plus clair sur la diversité de nos ancêtres »

Des écosystèmes à identifier

Pour cela, le projet s'emploie d'abord à compléter les données disponibles sur notre évolution pour les phases qui sont les plus largement méconnues. Ainsi, chacune des cinq missions menées depuis 2006 a découvert plusieurs spécimens plus ou moins fragmentaires d'hominidés – dents, mâchoires, os des membres. Dans leur ensemble, ces fossiles datés de plus de 2,5, vers 1,8, et entre 1,4 et 1 millions d'années permettront à terme d'y voir plus clair sur la diversité de nos ancêtres dans l'Omo, et notamment sur la réalité de la présence d'Homo il y a plus de 2,5 millions d'années. Autre source de données sur les hominidés : près de 150 occurrences archéologiques enregistrée à Shungura depuis 2008. Toutes ces occurrences contiennent une industrie taillée à partir de petits galets de quartz, omniprésente dans le paysage entre 2,3 et 2 millions d'années. L'avènement abrupt puis la disparition tout aussi soudaine de cette industrie sont pour l'instant énigmatiques, mais là aussi la piste des facteurs environnementaux va être soigneusement explorée.

Deuxième tâche fixée pour le projet en cours : caractériser le plus finement possible les écosystèmes, théâtres de l'évolution humaine dans l'Omo. Pour cela, les chercheurs peuvent scruter les nombreuses couches du millefeuille sédimentaire et volcanique que constitue la formation de Shungura. D'une part, chaque couche présente des faciès sédimentologiques qui signent les environnements particuliers dans lesquels les sédiments se sont déposés. D'autre part, ces couches contiennent de très nombreux fossiles : plantes, primates terrestres et arboricoles, nombreuses formes de bovidés, proboscidiens, crocodiliens, hippopotamidés, suidés, équidés, etc. Près de 3 500 spécimens ont été collectés depuis 2006. L'analyse de la morphologie, du régime alimentaire et de l'abondance de chaque espèce fossile va donner des informations précieuses sur les caractéristiques et les variations dans le temps des écosystèmes de l'Omo.

Les nouvelles technologies indispensables

Pour mettre en œuvre l'étude de ce registre à Shungura, l'OGRE fait appel à la complémentarité de différentes disciplines et individus : les paléontologues, archéologues, géologues et paléoécologistes du projet sont issus de divers institutions (au premier rang desquelles, le CNRS et l'Université de Poitiers) et de divers pays (à ce jour : Allemagne, Belgique, États-Unis, Éthiopie, France, Tchad, Turquie). Le projet bénéficie aussi des progrès techniques accumulés au cours des trois dernières décennies.

Le GPS, l'imagerie satellitaire, l'enregistrement des données en temps réel dans des bases informatisées permettent aujourd'hui de comparer, recouper et confronter ces données avec de bien meilleures précisions spatiale et temporelle. Ainsi, la résolution

***Ci-contre : molaires d'hominidés** collectées dans la formation de Shungura, datées de 2,7 à 2,5 millions d'années.*

***Paysage panoramique, formation de Shungura.** L'alternance de fréquents niveaux volcaniques (blancs et gris-jaunes) avec les sédiments (argiles, silts, sables) contenant les fossiles permet de dater les fossiles avec une grande précision. En effet, la teneur des niveaux volcaniques en éléments radioactifs évolue au cours du temps avec un rythme connu : on peut donc dater le moment de leur déposition.*

temporelle des analyses de la faune devrait passer de 200 000 ans en moyenne pour les anciennes collections à environ 25 000 ans pour les nouvelles !

Les données sont aussi plus diversifiées qu'auparavant. Par exemple, aux côtés des données anatomiques "classiques", les régimes alimentaires des espèces fossiles collectées à Shungura peuvent être précisés par le biais d'analyses de l'émail dentaire fossile, utilisant les stries microscopiques laissées par les derniers aliments ingérés ou encore les isotopes stables du carbone contenus dans cet émail, et dont les proportions dépendent de la nourriture consommée au moment de la formation de la dent.

Une forte coopération scientifique

À l'origine, ce projet de recherche s'est constitué, comme bien souvent en paléontologie, à la suite de recherches pionnières. Mais un autre facteur a présidé de façon décisive à sa naissance : l'existence d'une synergie particulière avec l'iPHEP et le Centre Français des Études Éthiopiennes (CFEE – USR 3137 CNRS / IFRE 23, Ministère des Affaires Étrangères et Européennes – MAEE), visant à renforcer les outils et les compétences de la paléontologie éthiopienne, à protéger ses ressources et à structurer son apport à la société. Il y a urgence, car le pays est en pleine mutation : croissance économique à deux chiffres, bouleversement des institutions, explosion démographique, aménagements du territoire sans précédents, tourisme croissant rapidement et ouverture progressive sur le monde. Le terreau est favorable pour développer des moyens et des savoir-faire éthiopiens qui généreront une recherche équilibrée entre ses différents acteurs locaux et internationaux, ainsi qu'une diffusion des connaissances en phase avec les besoins et les spécificités du pays.

La création d'une galerie de spécimens uniques

Dans ce cadre changeant, le CFEE, héritier de 60 ans de coopération scientifique franco-éthiopienne, est devenu depuis 1991 une plateforme incontournable pour les missions scientifiques françaises et éthiopiennes couvrant des champs d'étude extrêmement larges, de la mise en place des structures profondes du rift est-africain aux dernières évolutions géopolitiques dans la Corne de l'Afrique. Le soutien apporté est multiforme : financier, logistique, administratif. Toutefois, le centre ne se contente pas d'aider les missions : il crée sa propre dynamique scientifique, développant des programmes de recherche, des publications et une politique locale de diffusion des connaissances et d'appui à la protection du patrimoine. Cette politique, menée aujourd'hui grâce à l'affectation temporaire de chercheurs CNRS au sein du CFEE (dont un paléontologue de l'iPHEP de 2009 à 2011) ainsi qu'à divers partenariats éthiopiens *(Ministry of Culture and Tourism)* et français (notamment IRD, INRAP, UMR métropolitaines), est le point de départ d'un plan de renforcement de la paléontologie en Éthiopie.

Le premier objectif était la réhabilitation des anciennes collections paléontologiques de l'Omo, conservées au Musée National d'Éthiopie sous l'égide de *l'Authority for Research and Conservation of the Cultural Heritage* (ARCCH) et devenues avec le temps difficilement accessibles. Ce projet démarra en 1999, combinant l'expertise de l'iPHEP et la création d'un poste de coopérant MAEE auprès du CFEE et de l'ARCCH. L'objectif initial, achevé avec succès entre 2001 et 2003, s'est élargi dès le départ. Ainsi, la première galerie de paléontologie du pays a été créée en 2000, présentant à la fois des spécimens uniques au monde et une mise en lumière des connaissances portées par les fossiles éthiopiens. Elle est complétée en 2006 par un fac-similé de fouilles destiné aux enfants et un projet d'intégration des différentes galeries du musée est actuellement en cours de développement.

***Mâchoire inférieure de singe** collectée dans la formation de Shungura, datée de 2,1 millions d'années.*

***Crâne de bovidé avant extraction**, formation de Shungura, 1,8 millions d'années.*

« besoin de formation des jeunes acteurs éthiopiens de la recherche »

Ce partenariat est aussi à l'initiative du projet d'organisation et d'équipement de 3000 m² dédiés aux collections et à la recherche au sein du nouveau bâtiment construit par le gouvernement éthiopien pour héberger l'ARCCH. Le transfert de centaines de milliers de spécimens paléontologiques et archéologiques est planifié et effectué entre 2006 et 2011 dans les nouveaux espaces équipés notamment grâce au soutien financier du MAEE. Suite à cela, les collections éthiopiennes encore conservées à l'étranger ont commencé à retourner dans leur patrie.

Cette coopération tripartite répond aussi au besoin de formation des jeunes acteurs éthiopiens de la recherche sur les plans techniques (préparation et moulage des fossiles, gestion des collections) et scientifiques. Cette formation est assurée par les experts de l'iPHEP à la fois par des cours et des stages délivrés à Addis Abeba, ou impliquant la venue des personnels de l'ARCCH à Poitiers.

Une nouvelle mission : préserver les sites archéologiques

Enfin, un nouvel enjeu s'est imposé à ce partenariat au cours des années 2000. Aux côtés de ses objectifs scientifiques, l'OGRE a été formée sous l'égide de l'iPHEP, du CFEE et de l'ARCCH pour générer des données utiles à la conservation des sites paléontologiques de l'Omo. En effet, avec l'extension sans précédent des terres cultivées et d'autres projets d'exploitation des ressources naturelles, l'intégrité de ces sites est aujourd'hui menacée. Lorsque les chercheurs de l'OGRE reprendront cet été le chemin de Shungura, ils auront donc en tête la conservation et la valorisation des ressources paléontologiques si fragiles mais si importantes de l'Éthiopie.

Jean-Renaud BOISSERIE < IPHEP
jean.renaud.boisserie@univ-poitiers.fr
http://iphep.labo.univ-poitiers.fr/ethiopie.html