

coque, plutôt que d'aliments grumeleux. À cette époque, Tobias venait d'exhumer dans l'Est africain une nouvelle espèce de *Paranthropus*: *P. boisei*. En voyant pour la première fois son crâne, sa face en retrait et ses molaires très larges, le chercheur se serait exclamé: «Je n'ai jamais vu de casse-noix plus remarquable!»

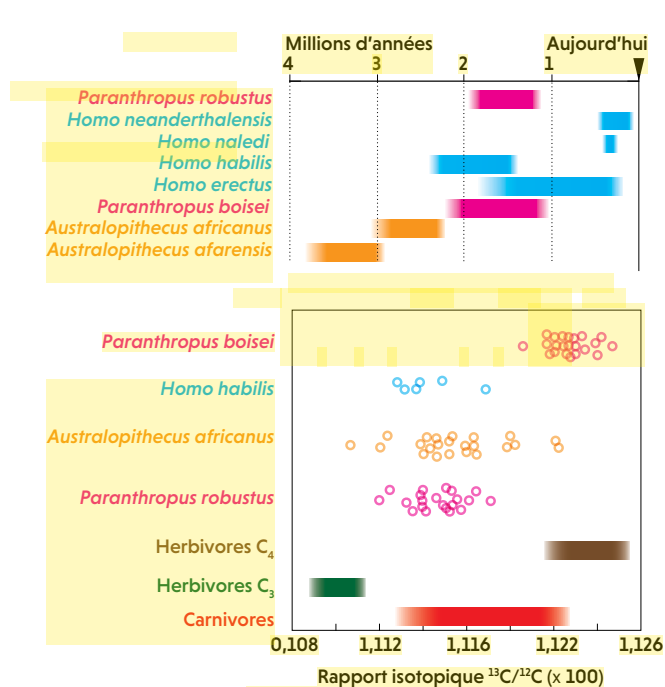
L'idée d'un homininé mangeur de noix venait de naître. *Paranthropus* s'opposait ainsi fortement aux fossiles d'anciens membres du genre *Homo* trouvés dans les mêmes dépôts sédimentaires, caractérisés par des mâchoires et des dents plus fines, un cerveau plus volumineux et de rudimentaires outils en pierre utiles à la préparation des aliments.

Les scientifiques ont alors élaboré toute une théorie pour expliquer ces différences: l'«hypothèse de la savane originelle». L'Est africain a connu par le passé plusieurs bouleversements climatiques. Il y a un peu moins de 3 millions d'années, le climat de la région s'est fortement asséché. Les forêts tropicales humides ont progressivement reculé au profit de la savane, ce qui a contraint les hominidés à s'adapter. Les *Paranthropus* seraient restés exclusivement végétariens, se nourrissant de graines, racines et autres parties dures des végétaux de la savane. Les premiers représentants du genre *Homo*, eux, auraient opté pour

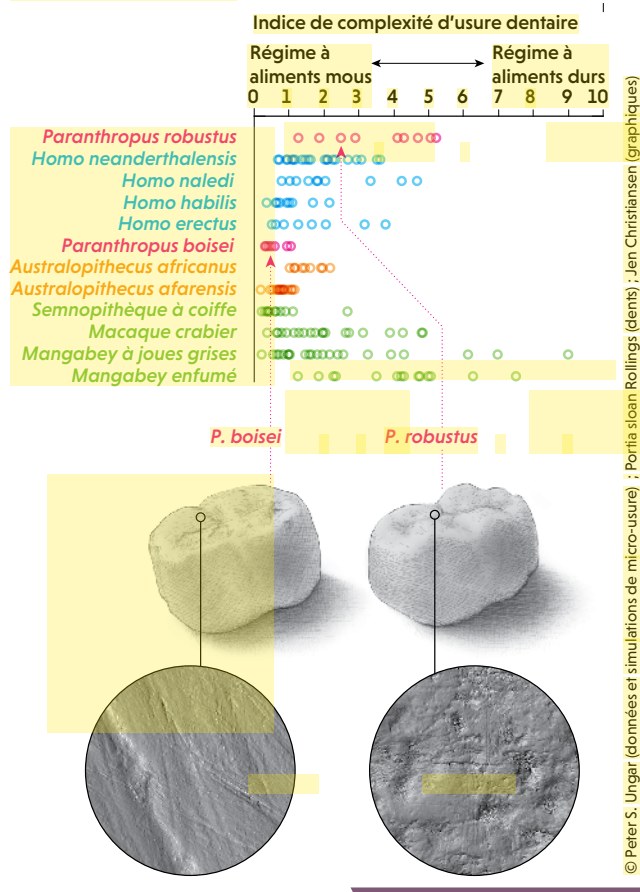
un régime beaucoup plus souple, n'hésitant pas à intégrer de la viande à leur menu. Pour les partisans de la théorie de la savane originelle, cette flexibilité alimentaire expliquait à la fois la disparition de *Paranthropus*, il y a environ 1,2 million d'années, et le succès d'*Homo*.

Dans les années 1980, Frederick Grine, de l'université Stony Brook, apporta un peu plus d'eau à leur moulin en montrant que les surfaces dentaires de *P. robustus* avaient beaucoup plus de microtrous que celles de ses prédécesseurs. Nos lointains cousins semblaient donc bel et bien consommer des nourritures dures et cassantes.

Mais en 2005, Rob Scott, un postdoctorant, et moi avons réanalysé ces mêmes microtraces à l'aide d'une nouvelle technique plus précise: la microscopie confocale à haute résolution. Une autre histoire a alors commencé à émerger. Oui, les dents de *P. robustus* affichent en moyenne plus de cavités et de marques complexes à leur surface. Mais ces microtraces varient considérablement d'un individu à l'autre. Et chez certains, les textures sont plus simples, les trous plus rares. Ceux-là n'avaient clairement pas consommé d'aliments durs dans les jours précédant leur mort. En d'autres termes, l'anatomie spécialisée de *P. robustus* n'était pas systématiquement associée à un régime spécialisé.



On a longtemps pensé, sur la base de la seule forme des dents, que *P. robustus* se nourrissait de plantes dures et *P. boisei* de noix. Mais le premier présente un ensemble complexe de microtraces dentaires faites de petits cratères et de rayures, typique d'un régime omnivore. Quant au second, l'absence de trous exclut un régime à base de noix, contrairement à ce que l'on a longtemps cru. Les analyses chimiques, fondées sur les rapports isotopiques du carbone ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), indiquent qu'il se nourrissait surtout d'herbes tropicales (graminées et carex).



© Peter S. Ungar (données et simulations de micro-usure) ; Porcia Sloan Rollings (dents) ; Jen Christiansen (graphiques)

> Nous n'étions pas les premiers à faire ce constat. Un an auparavant, sur la base d'indices indirects, David Strait et Bernard Wood, à l'université George Washington, avaient émis l'idée que *Paranthropus* était peut-être omnivore. Notre travail a fourni les premières preuves directes de l'existence du paradoxe de Liem chez les hominins.

En 2008, nous avons fait une découverte plus surprenante encore, cette fois chez *P. boisei*, le fameux « casse-noix ». Je m'attendais à ce que ses dents et ses mâchoires – les plus grandes et les plus robustes de tous les hominins – portent des microtraces d'usure comparables à celles du mangabey enfumé. Or ce n'était pas le cas. Il n'y avait pas de petits trous, mais de fines rayures allant dans tous les sens. *P. boisei* ne consommait manifestement pas de mets durs. Mais alors, que mangeait-il avec son impressionnante dentition ? La réponse allait nous être apportée par un autre type d'empreintes : les rapports isotopiques du carbone.

Les proportions relatives des différentes formes de l'atome de carbone contenues dans l'émail dentaire des mammifères reflètent en effet celles des végétaux qu'ils ont consommés. Les plantes herbacées tropicales, graminées ou carex, qui effectuent une photosynthèse dite de type C_4 (qui produit une molécule à 4 atomes de carbone), absorbent plus de carbone 13 (^{13}C) par rapport au carbone 12 (^{12}C) que les végétaux effectuant une photosynthèse de type C_3 (pratiquement toutes les autres plantes, dont toutes les essences forestières). Conséquence directe : les dents des mangeurs d'herbes tropicales se caractérisent par une plus grande richesse en ^{13}C . Qu'en est-il chez *Paranthropus* ? Les rapports isotopiques observés chez *P. robustus* indiquent qu'il avait un régime diversifié, dominé par les produits de la forêt et de la brousse, et agrémenté d'herbes tropicales. Ceux de *P. boisei* montrent en revanche un régime composé à 75 % au moins de plantes herbacées tropicales. Mais en aucun cas de noix !

Ce résultat a surpris de nombreux paléoanthropologues. Ces hominins broutaient-ils l'herbe comme le font aujourd'hui les vaches ? L'idée n'est pas aussi absurde qu'elle le paraît au premier abord. Ces espèces sont apparues alors que la savane s'étendait à travers l'est et le sud de l'Afrique et bouleversait la composition du buffet biosphérique. Et si *P. boisei* mastiquait des herbes plutôt que des aliments durs et cassants, cela laisserait exactement les microtraces d'usure que nous avons observées. Un tel régime pourrait aussi expliquer pourquoi les molaires de *P. boisei* s'usaient si rapidement.

Même si leur morphologie dentaire est similaire, les empreintes mécaniques et chimiques montrent donc que les deux espèces de *Paranthropus* utilisaient leur anatomie spécialisée de façon différente et inattendue.

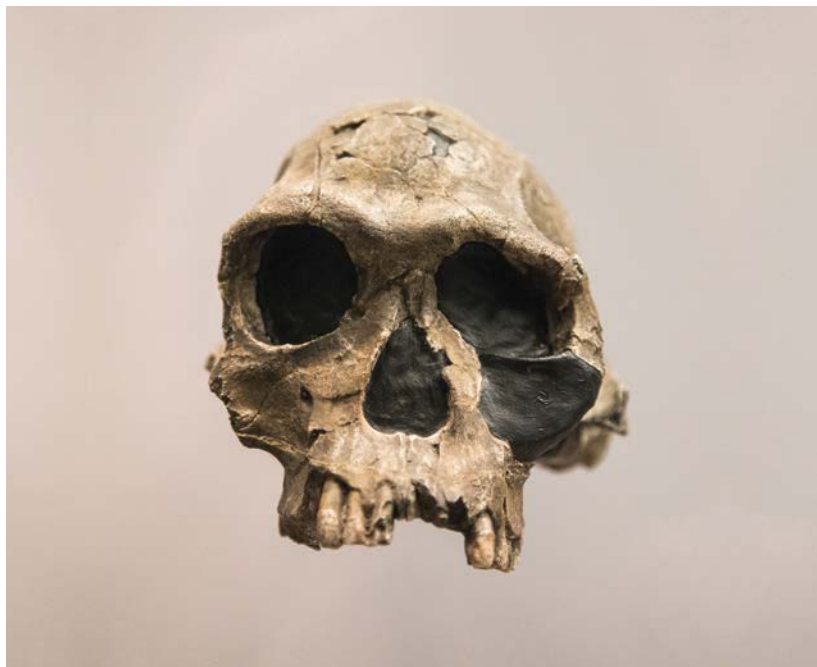


Comme les mangabeys de Kibale, *P. robustus* semble avoir eu un régime diversifié incluant des mets durs. Chez *P. boisei*, la relation entre morphologie dentaire et régime alimentaire est en revanche bien différente de tout ce que l'on connaît actuellement chez les primates. De grosses dents plates sont loin d'être idéales pour broyer l'herbe, mais il faut bien faire avec ce que l'on a ! Dès lors qu'une plateforme de broyage était plus performante que ce qui existait avant chez les hominins, elle aurait été sélectionnée. Et ce, même si elle n'était pas optimale pour la tâche en question.

LES DENTS D'HOMO HABILIS ET HOMO ERECTUS ANALYSÉES

Qu'en est-il de nos ancêtres directs, les premiers représentants du genre *Homo* ? Avec mes collègues, nous avons analysé les dents de deux espèces, *Homo habilis* et *Homo erectus*, qui tous deux peuplaient l'Afrique orientale. Le premier avait un cerveau assez petit et pouvait encore grimper aux arbres. Le second, doté d'un cerveau plus volumineux et d'un squelette plus long et plus souple, avait en revanche totalement abandonné la vie arboricole. Même si nous n'avons analysé qu'un petit nombre de fossiles (l'examen des microtraces d'usure nécessite des dents en parfait état de conservation), quelques éléments importants ressortent.

Comparé à son ancêtre supposé *Australopithecus afarensis* (dont Lucy est le représentant le plus célèbre) et à *P. boisei*, avec lequel il coexistait, *H. habilis* affiche une gamme plus large de textures dentaires, depuis des surfaces complexes très cratérisées jusqu'à des surfaces simplement rayées. En d'autres termes, *H. habilis* avait un régime plus varié que ses



Régimes divergents : alors que l'homininé *Paranthropus boisei* (à gauche) se nourrissait essentiellement de graminées ou de carex, son contemporain *Homo habilis* (ci-dessus) avait un régime beaucoup plus varié.

prédécesseurs ou que ses contemporains. Et un peu moins que *H. erectus* qui lui succède et qui a des microtraces encore plus diversifiées.

Ces résultats ne peuvent s'expliquer par la seule hypothèse de la savane originelle. En revanche, ils prennent tout leur sens si on les met en relation avec les changements climatiques survenus en Afrique à cette période de l'histoire humaine. On sait, depuis les années 1990 et les travaux du géologue britannique Nicholas Shackleton sur les sédiments océaniques, que les conditions sont globalement devenues plus fraîches et plus sèches. Mais durant plusieurs centaines de milliers d'années, le climat n'a cessé de fluctuer entre des périodes froides et sèches et d'autres plus chaudes et humides. Ces alternances sont devenues de plus en plus intenses au cours de l'épopée humaine, transformant à chaque fois le contenu du buffet biosphérique.

Pour le paléoanthropologue américain Rick Potts, de la Smithsonian Institution, ces fluctuations climatiques ont favorisé les espèces aux régimes polyvalents. Dans cette Afrique-là, les mangeurs les plus sélectifs n'avaient guère leur place. Ce ne serait donc pas tant l'extension de la savane qui a été le moteur de l'évolution humaine que l'instabilité du milieu et la capacité des espèces à s'adapter à de nouveaux environnements. En d'autres termes, l'homme ne s'est pas adapté à un environnement ou un climat. Il est le fruit de la variabilité climatique. Dans le cadre de cette hypothèse, dite de la « sélection par la variabilité », le cerveau plus volumineux et les outils de pierre des *Homo* auraient permis à cette lignée de varier leur régime alimentaire plus vite que leurs cousins *Paranthropus*, augmentant ainsi leur chance de survie. La complexité croissante des

microtraces dentaires depuis *A. afarensis* jusqu'à *H. habilis* puis *H. erectus* pourrait être le témoin direct de ce processus de sélection.

D'autres travaux réalisés depuis ceux de Rick Potts ont permis d'affiner nos connaissances des bouleversements climatiques, géologiques, astronomiques ou autres survenus en Afrique durant l'histoire évolutive des humains. Par exemple, en 2009, le climatologue Mark Maslin, de l'University College de Londres, et le géologue Martin Trauth, de l'université de Potsdam, ont pointé le lien entre les fluctuations climatiques du Pléistocène, le remplissage ou, à l'inverse, l'assèchement des lacs qui occupent la partie centrale de la vallée du Rift est-africain et le morcellement des niches écologiques qui s'en est suivi. De tels mouvements ont pu entraîner une fragmentation et une dispersion des populations d'homininés, alimentant le processus évolutif. Il ne fait aucun doute que la capacité à varier son alimentation a été un atout en ces temps troublés.

RÉGIME ALIMENTAIRE ET ÉVOLUTION

Les scientifiques sont ainsi en mesure d'esquisser à grands traits un scénario plausible de la façon dont les premiers hominés se sont adaptés à leur environnement changeant. Pour l'affiner, encore faudrait-il comprendre comment les fluctuations climatiques régissent l'évolution; et pour cela, faire coïncider un événement particulier avec un changement dans les enregistrements fossiles. C'est là que les choses se corsent.

Des environnements locaux réagissent différemment à une variation climatique globale ou régionale, et nos enregistrements fossiles sont malheureusement trop lacunaires pour savoir précisément où et quand une espèce donnée apparaît ou disparaît. Les données disponibles sont éparpillées et il n'est pas rare d'avoir des lacunes de plusieurs milliers de kilomètres ou de 100 000 ans ou plus ! Bien sûr, l'extinction ou l'essor d'espèces données peuvent être reliés à un événement catastrophique de grande ampleur. L'astéroïde qui a percuté la péninsule du Yucatan (Mexique) il y a 66 millions d'années est ainsi responsable de la disparition des dinosaures et de quantité d'autres espèces animales et végétales. Mais les changements climatiques auxquelles les hominés d'Afrique ont été confrontés au Pléistocène sont, nous l'avons vu, d'une tout autre nature. En outre, la capacité des hominés à s'adapter à une grande variété d'habitats et de nourritures brouille un peu plus encore le tableau. Notre meilleure chance de comprendre la façon dont les hominés ont réagi aux changements environnementaux est de nous focaliser sur un passé plus récent, pour lequel nous disposons de données plus nombreuses et plus précises.