

PALEOS'2010

HISTOIRES D'OS AU PALÉOLITHIQUE

Gilles Delluc

Médecin chef des hôpitaux (H), docteur en Anthropologie et Préhistoire (Paris VI), Département de Préhistoire du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. UMR 7194 du CNRS (Histoire naturelle de l'Homme préhistorique). Photos Delluc sauf mention contraire.

1 - UNE ÉVOLUTION BUISSONNANTE

1.1. - Un schéma classique

Chacun connaît aujourd'hui le schéma classique de l'évolution humaine. A partir d'un ancêtre commun aux Hommes et aux singes, il y a une dizaine de millions d'années, se dégage, en Afrique, sans doute à la suite d'un épisode climatique, la lignée des hominidés, caractérisé par la station érigée bipède : Hominidés du Miocène, Australopithèques, *Homo habilis* et *rudolfensis*, *H. ergaster* puis *erectus*. C'est de ce dernier que dériveront les Hommes de Néandertal (vers l'Europe), ceux de Solo (en Indonésie) et les *Homo sapiens* qui se répandront peu à peu sur la planète.

« *L'homme est entré sans bruit* » disait Teilhard de Chardin. Mais les préhistoriens ont découvert ces hommes dans l'ordre inverse de leur ancienneté.

Ces divers noms sont souvent des mots valises. Les espèces d'Australopithèques sont nombreuses. Les *Homo erectus* aussi. Parmi eux, on classe dans les Pré-Néandertaliens les *H. antecessor* d'Espagne (Gran Dolina d'Atapuerca), les *H. heidelbergensis* allemands et notre Homme de Tautavel (Pyrénées-Orientales).

1.2. - La station érigée bipède : une bonne affaire ?

Acquérir la station érigée bipède nous a permis, selon André Leroi-Gourhan, de dégager nos mains et notre bouche des nécessités de la locomotion et de la préhension et d'acquérir ainsi « le geste et la parole ».

Toutefois, faire tenir le crâne sur le rachis et s'aventurer sur ses deux pattes de derrière, marcher ainsi et même courir, sont des exploits d'équilibriste. Le médecin ne peut s'empêcher

de penser aux inconvénients de cette innovation, vieille d'au moins 7 ou 8 millions d'années : affections rachidiennes diverses, hernies, appendicite, prostatisme, dystocies, affections méniscales, pieds plats, vertiges, varices des membres inférieurs...

1.3. - Des connaissances très récentes

La Paléontologie comme la Médecine Lva de découvertes en découvertes.



Les Hominidés du Miocène (Toumaï au Tchad, Orrorin au Kenya, *Ardipithecus ramidus* en Ethiopie) **précèdent les Australopithèques**, dont il existe de nombreuses espèces (y compris un enfant : Sema, en Ethiopie).

Des premiers Hommes, vieux de 2,5 millions d'années (*H. habilis* et *H. rudolfensis*), **qui fabriquent des outils**, on rapproche *H. georgicus* (Dmanissi en Géorgie), déjà présent aux portes de l'Europe il y a 1,8 millions d'années. Ses successeurs, les *H. erectus*, se répandront en Europe et en Asie. On connaît aujourd'hui de nombreux *H. ergaster* puis *erectus*, dont un extraordinaire

squelette de jeune homme (Lac Turkana, Ethiopie) et une trentaine d'individus au fond d'un puits - peut-être funéraire - à Atapuerca (Sima de los Huesos).

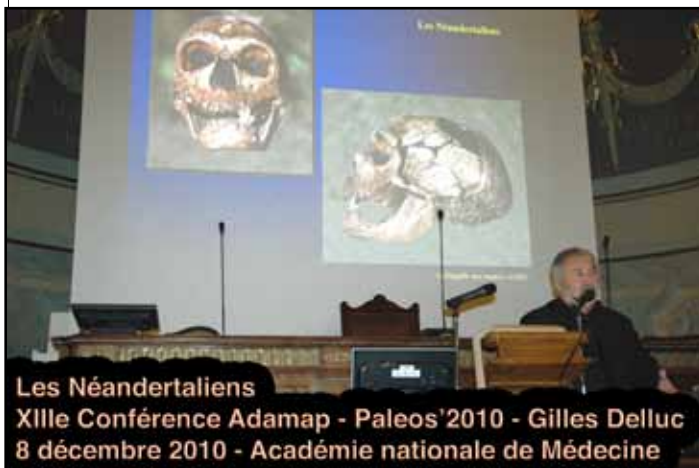
On sait aujourd'hui que, dans l'île de Flores (en Indonésie), des *H. erectus* ont vécu jusqu'à il y a quelque 20 000 ans : ils se sont nanifiés.

L'étude de l'ADN mitochondrial avait



prévu la découverte des Proto-Cro-Magnons, ancêtres des *H. sapiens*, trouvés en Ethiopie il y a peu. Ils sont vieux de 150 à 200 000 ans. Ce sont nos ancêtres directs.

Tout récemment, les biologistes moléculaires ont révélé, après étude des ossements de la grotte de Vindija (Croatie, 38 000 ans Before Present¹), que les *H. sapiens* d'Europe et d'Asie (mais pas d'Afrique), possédaient 1 à 4% de gènes néandertaliens : on a tous en nous quelque chose de Néandertal. Les mêmes ont montré que l'ADN des restes d'un enfant de la



grotte de Denisova (Altaï sibérien : 40 000 ans BP) ne correspondait à aucune espèce connue : cette lignée se serait séparée du tronc commun il y a 1 million d'années.

Tout ce buisson évolutif se termine par une seule branche : les *H. sapiens*. Tous les autres ont disparu, notamment les Néandertaliens et les causes de cette disparition ne sont pas claires. Nous sommes désormais les seuls survivants sur la planète, tous parents, tous différents, comme

disait André Laganey.

D - Omnivores depuis toujours

Nous sommes omnivores depuis toujours. Les preuves sont là. Les dosages de strontium-calcium et de carbone 13 nous situent entre les carnivores et les herbivores. Nos dents et celles de nos ancêtres sont bien différenciées pour couper, broyer, dilacérer, et portent des stries microscopiques obliques bien caractéristiques d'une alimentation mixte².

Certes, certains Préhistoriques avaient une alimentation très carnée, comme à Marillac en Charente ou à Sclayn en Belgique : le carbone 13 l'a montré. Mais les médecins savent bien que l'on ne peut se nourrir durablement des seuls protides de la viande maigre du gibier. Il faut au métabolisme de l'Homme, omnivore depuis toujours, un apport de glucides (les carburants du cerveau et des muscles), de lipides, de fibres végétales, de vitamines, d'oligoéléments... Contrairement à une croyance populaire, les protéines n'apportent pas d'énergie, mais permettent d'élaborer et de maintenir le tissu vivant, notamment musculaire. Leur assimilation coûte cher en énergie et ils ne procurent pas de sentiment de satiété. Ce n'est qu'en cas de besoin énergétique extrême et prolongé que les acides aminés, issus de l'hydrolyse des protéines, et le glycérol, issu de l'hydrolyse des réserves lipidiques des tissus adipeux, interviennent pour synthétiser du glucose dans le foie : c'est la néoglucogenèse.

Sans doute l'approvisionnement se faisait-il en fonction de cette division sexuelle du travail que l'on observe chez tous les peuples dits primitifs : l'homme chasse quelques heures par jour ; la femme s'occupe de la cueillette et du ramassage, des enfants et de l'habitat, tout au long de la journée. Ainsi sont prélevés sur la nature le gibier, y compris les poissons, les plantes et les fruits. La sécrétion de testostérone, prépondérante chez l'homme, n'est probablement pas étrangère à cette différence entre homme et femme.

L'anthropophagie, contrairement à une idée reçue, a été peu pratiquée. On en trouve des preuves dans quelques habitats d'*H. erectus* (notamment à Atapuerca-Gran Dolina et à Tautavel), et de Néandertaliens (comme à l'Hortus dans l'Hérault, à la Baume Moula-Guercy en Ardèche ou à Krapina en Croatie) : mélange des os (humains et animaux) rejetés comme déchets ; prélèvement des segments de membres riches en muscles (bras, cuisses) et de crânes ; stries de décarnisation sur les os humains. Des restes très suspects d'anthropophagie ont été découverts également dans la grotte magdalénienne de Maszycka (Pologne).

L'anthropophagie réapparaîtra au Néolithique, notamment en Charente et dans le Midi,

1 Before Present: BP (remplace b.c. = before Christ; a.c. = after Christ)

2 Ces stries sont verticales chez les carnivores et horizontales chez les herbivores.

sans doute pour des raisons rituelles, et elle apparaîtra fréquente en Amérique lors de l'arrivée des conquistadors.

II - LES OBSERVATIONS MÉDICALES

Ces observations de paléopathologie paléolithique³ sont tirées de l'examen des os et des dents, et, dans une moindre mesure, de l'étude des représentations humaines dessinées ou sculptées par les Cro-Magnons depuis une trentaine de milliers d'années.

A - Les maladies ostéo-articulaires

1 - L'arthrose déjà...

L'arthrose est attestée pratiquement depuis les premiers Hommes (pied d'un *H. habilis* de Olduvai, Tanzanie) et se retrouve notamment chez le Néandertalien de la Chapelle-aux-Saints (Corrèze) et l'*H. sapiens* de Cro-Magnon (Dordogne), quadragénaire baptisé « le vieillard », tous deux atteints d'une cervicarthrose marquée, classiquement attribuée à la sédentarité. De même chez l'adolescent de Chancelade-Raymonden (Dordogne). De telles lésions arthrosiques, notamment chez les ours et les « hommes des cavernes », étaient autrefois attribuées à tort par Rudolf Virchow à la « goutte des cavernes » (*Höhlengicht*)⁴.

Deux sujets, un *H. erectus* de Swartkrans (Afrique du Sud) (fig. 1) et le Néandertal de la Chapelle-aux-Saints souffraient d'une luxation congénitale de la hanche. Luxation complète chez le premier avec création d'une néo-articulation ; subluxation avec *acetabulum* ovalisé et évasé chez le second.

A l'époque gravettienne, il y a quelque 27 000 ans, le « vieillard » de Cro-Magnon, selon le mot de Paul Broca, semble avoir présenté dans son adolescence une maladie de Scheuermann ou épiphysite vertébrale des adolescents, dont ce quadragénaire conservait de belles vertèbres caractérisées par leur tassement cunéiforme avec issues de substance discale dans le corps vertébral ou nodules intra-spongieux de Schmörl. Mais ce n'était pas sa seule maladie et ce diagnostic mérite peut-être d'être remis en question...

Le jeune magdalénien de Chancelade de-

3 La paléopathologie est l'étude des maladies anciennes. Un des plus anciens livres est la thèse du Dr Léon Pales (1930). Voir aussi, pour les années antérieures à 1930 : Charon P. et Thillaud P.-L., 2009.

4 C'est Virchow aussi qui voyait dans l'homme de Néandertal un cas de rachitisme. D'ailleurs l'Homme n'a jamais habité les cavernes, obscures, humides et vite enfumées. Ils s'installaient volontiers au pied des rochers ou à l'entrée des grottes.

vait être gêné par un *hallux valgus* bilatéral. Ces « orteils en oignon » ne sont pas le monopole des élégantes aux escarpins pointus... Pour la petite histoire, l'anatomiste Léo Testut avait observé une divergence du premier métatarsien et pensé que le gros orteil devait suivre le même axe : ce jeune Magdalénien aurait des orteils préhensiles, croyait-il naïvement, comme les singes...

Sont signalés aussi une arthropathie d'une sacro-iliaque chez une Néandertalienne de la Ferrassie (Dordogne), une luxation antéro-interne invétérée et invalidante de l'épaule droite chez l'adolescent de Chancelade, des scolioses (Combe-Capelle et Rochereil, Dordogne) et quelques malformations anodines (*patella bipartita* bénigne chez l'homme de la Chapelle-aux-Saints et *genu valgum* chez la femme de la Ferrassie)

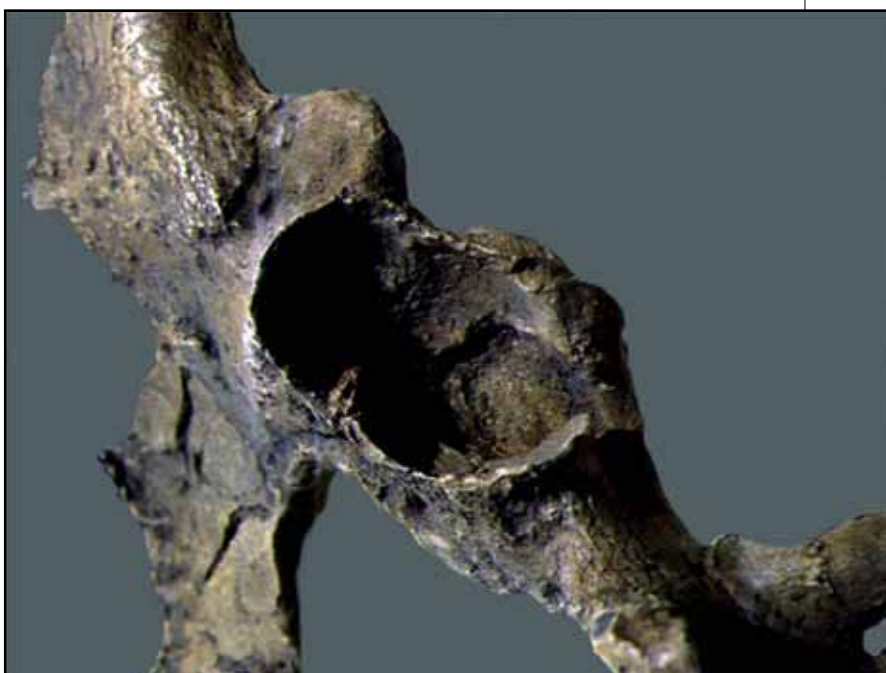


Fig. 1 - Swartkrans. Luxation de hanche.

2 - De bons os

En dehors de la traumatologie, les atteintes osseuses ne sont représentées que par quelques atteintes infectieuses, observées notamment chez une Néandertalienne de la Ferrassie (séquelle d'une ostéomyélite du péroné), avec, peut-être, une tuberculose orbitaire récemment décrite chez un *H. erectus* de Turquie (la seule tuberculose connue au Paléolithique). La tuberculose osseuse n'apparaît en fait qu'après le Paléolithique, de même que les cancers osseux primitifs ou secondaires.

Les signes osseux de carence sont pratiquement absents. On note seulement de discrets signes de rachitisme chez un des deux enfants de Grimaldi (Italie), à type d'appositions périostées plus ou moins symétriques des os longs⁵. Cette

5 Les lignes de Harris, stries linéaires transversales, peuvent être observées sur les radiographies d'os

intégrité osseuse témoigne d'une nutrition correcte, qui bâtit en brèche la précaire « subsistance » traditionnellement attribuée aux Paléolithiques.

Toutefois, en l'absence de produits laitiers, on ne sait comment ils pouvaient trouver dans leur alimentation une ration calcique suffisante : pour ingérer 1 g de Ca par jour, il faudrait manger 5 kg de viande ou boire 10 l d'eau calcaire... Peut-être rongeaient-ils les épiphyses osseuses voire consommaient-ils du calcaire raclé ou broyé ?⁶ Se pose aussi la question de la vitamine D, synthétisée dans l'organisme sous l'effet des rayons solaires. La couleur de la peau intervient : cette synthèse est freinée chez les mélanodermes dans les régions équatoriales, facilitée chez les leucodermes sous les hautes latitudes. Notons que le gène *MC1R* (*melanocortin-1 receptor*) du chromosome 16, identifié chez les Néandertaliens de El Sidrón (Espagne) et de Monti Lessini (Italie) et chez les sujets roux à peau pâle et tâches de rousseur, devait faciliter cette synthèse cutanée de la vitamine D⁷.

3 - Pas de cancers ?

Il n'y a pas d'exemples de tumeurs cancéreuses, primitives ou secondaires ou d'autres affections type myélome.

En revanche on connaît un méningiome chez un enfant pré-néandertalien de 9 ans du Lazaret (Nice), comme en témoignent l'amincissement de la voûte pariétale, l'aspect en « pomme d'arrosoir » des pertuis vasculaires et la modification de trajet des rameaux de l'artère méningée moyenne.

Le « vieillard » de Cro-Magnon - toujours lui - était porteur de lésions osseuses érodant notamment sa région frontale, avec une plage d'ostéolyse arrondie (fig. 2), sa mandibule, son bassin, un fémur et des côtes. Attribuées d'abord à une actinomycose, infection rare liée à *Actino-*

longs. Elles témoignent d'arrêts transitoires de la croissance chez l'enfant, même en bonne santé. Un nombre de ligne de Harris élevé, comme chez les Néandertaliens, témoignerait de conditions socio-économiques précaires. Des deux enfants de Grimaldi (âgés de un peu plus et un peu moins de 2 ans, soit à l'âge du sevrage), un seul en présentait. Les hypoplasies de l'émail dentaire se voient également lors de déficits nutritionnels ou de port fréquent d'objets à la bouche (Henry-Gambier, 2001).

6 On notera que les populations géophages consomment de la terre ou de l'argile et s'exposent plutôt à des déficits calciques.

7 Chez ces sujets, le pigment rouge-orange (phéomélanine) l'emporte sur le pigment brun (eumélanine), avec une distribution particulière des mélanocytes et des mélanosomes dans la peau.

myces bovis, une bactérie Gram, responsable principalement de l'actinomycose cervico-faciale des bovins, ces lésions se sont avérées en 1982 plutôt causée par une histiocytose X disséminée, ou



Fig. 2 - Cro-Magnon. Granulome éosinophile du front.

granulome éosinophile multiple de l'os. Cette prolifération non cancéreuse atteint surtout les os plats, la mandibule, les os longs et les côtes de l'adulte de sexe masculin, entre 20 et 40 ans : le tissu conjonctif indifférencié de l'os prolifère de façon chronique et torpide en détruisant l'os. Cette affection peut donner aussi des tassements vertébraux, lésions que ce quadragénaire présentait aussi, si bien que le diagnostic de maladie de Scheuermann associée pourrait être, à notre sens, contesté. Les patients atteints de granulome éosinophile peuvent guérir, mais la mort survient habituellement par défaillance respiratoire ou cardiaque.

4 - Plaies et bosses

Comme on pouvait s'y attendre, le chapitre des plaies et bosses est assez dense, sans lésions graves, toutefois, ayant pu entraîner la mort des victimes ni lésions pouvant faire évoquer un acte de violence, une agression par une tierce personne.

Le crâne d'un Australopithèque robuste de Swartkrans, répondant au nom de SK54, porte pourtant deux lacunes pariétales : ce sont les traces des crocs inférieurs d'un léopard qui l'a ainsi traîné dans sa tanière. Le célèbre *Pithecanthropus erectus* de Java, découvert par le médecin militaire néerlandais E. Dubois en 1881-1882 (qui lui donna ce nom de singe-Homme persuadé d'avoir trouvé le chaînon manquant), présente au niveau du bord interne de son fémur une exostose fémorale, sans doute un hématome calcifié en exostose, évoquant une lésion des muscles ad-

ducteurs si fréquente chez nos sportifs.

L'Homme de Saint-Césaire (Charente-Maritime), en réalité une femme néandertalienne (36 000 ans BP), porte au niveau de son pariétal une petite fissure osseuse à peine visible, qui a fait penser à un coup porté par un objet pointu sur le crâne d'un sujet debout. Un coup volontaire ? Rien n'est sûr et les facétieux penseront à la phrase d'Audiard : « *Heureux les crânes fêlés car ils laisseront passer la lumière* ».

Néandertal est un robuste casse-cou. Le premier squelette de néandertalien, retrouvé en 1856 dans la grotte de Feldhofer (Allemagne), porte une fracture, ressoudée, du membre supérieur gauche. Le Néandertalien de la Chapelle-aux-Saints souffrait d'un écrasement traumatique d'un orteil et d'une fracture de côte peu consolidée⁸. Un autre de la Ferrassie présentait une séquelle d'un traumatisme du coude. La femme de la Quina (Charente) s'était cassé le bras.

On observe moins de fractures chez les Cro-Magnons. L'homme de Laugerie-Basse (Dordogne), découvert en 1872 sous des sédiments rocheux, avait été victime d'une fracture de la malléole interne et d'une déformation de l'astragale dont il demeure des séquelles : une fracture par adduction, inverse de la classique fracture de Dupuytren. On l'a nommé « **l'homme écrasé** » car, à l'époque, on n'osait croire à une véritable sépulture magdalénienne.



Fig. 3 - Chancelade. Fracture du temporal.

Enfin, si la violence semble avoir été rare chez les Préhistoriques comme chez tous

⁸ Ce cal médiocre indique peut-être que cet accident thoracique avait eu de conséquence graves, sans tra-
duction osseuse mais ayant entraîné la mort du sujet.

les chasseurs-cueilleurs, on note une pointe en ivoire superposée au squelette de l'homme magdalénien du Cap-Blanc (Dordogne), ce qui ne prouve pas grand chose. En revanche, une pointe de silex est fichée dans un espace intervertébral et une vertèbre thoracique (D4), atteignant le canal vertébral, d'un des enfants gravettiens de Grimaldi et semble bien avoir été la cause de sa mort : meurtre ou accident ? Il y a quelque 10 000 ans, un silex est aussi fiché dans le bassin d'une femme à San Teodoro (Sicile).

Mais il y a place pour des diagnostics différentiels. Le crâne de l'homme de la Chapelle-aux-Saints a son front tout piqueté par de petites lésions. Un myélome, un cancer secondaire des os ? Non, les traces des petits coups de pioche que lui donna en 1908 un des chanoines Bouyssonnie lors de la fouille de sa sépulture... La femme découverte à Cro-Magnon porte une lésion fronto-pariétale. Un coup de hache au Gravettien ? Non, un coup de pioche lors de son exhumation en 1868 par les sieurs F. Berthoumeyrou et L. Delmarès. De même le crâne de la jeune Gravettienne de l'abri Pataud (Dordogne) a été percé malencontreusement lors de la fouille.

5 - L'invalidité

Cet chapitre réunit quelques invalides et autres « gueules » cassées. Ils ont eu besoin de l'aide de leur entourage pour survivre. Le partage et l'entraide sont deux qualités des chasseurs-cueilleuses, bien oubliées aujourd'hui.

Un *H. georgicus* de Dmanissi était quasi totalement édenté, avec des alvéoles bien cicatrisés, et dans l'impossibilité de mastiquer. De même un *H. erectus* d'Indonésie, trouvé à Sangiran au nord de Solo (Java), avait souffert d'une fracture de l'angle de la mâchoire inférieure. Elle était consolidée mais elle avait dû bien le gêner pour mastiquer, tout cru, des végétaux fibreux et des viandes coriaces. Sans doute l'a-t-on aidé...⁹

A Shanidar (Iran) un néandertalien était un mutilé avec les séquelles d'un écrasement de l'hémiface gauche et de l'orbite (ce qui l'avait rendu borgne) et de fractures du bras droit, désormais inutilisable, avec perte de la main et de l'avant-bras. Lui aussi devait être à la charge de son entourage.

Le plus intéressant peut-être est le jeune homme magdalénien de Chancelade (Dordogne) qui fut victime d'une fracture temporo-pariétale droite avec un large enfoncement (fig. 3) et survécut, au prix sans aucun doute d'une assistance sinon médicale du moins nutritionnelle par une tierce personne. Avec la croissance, il aurait

⁹ La domestication du feu par les *H. erectus*, il y a environ un demi-million d'années, permet de rendre assimilables les amidons, plus digestes les végétaux et tendres et goûteuses les viandes (réactions de Maillard). Le feu permet en outre de mieux travailler les matériaux (silex, bois de cervidés) et de chauffer l'habitat.

conservé de cet accident une asymétrie du visage, difficile à apprécier car le crâne, découvert en morceaux, aurait été mal remonté selon J. Dastugue¹⁰.

Un jeune *H. sapiens* de Salé (Maroc), probablement une femme, était atteint d'un torticolis congénital, qui, non soigné, devait la handicaper sérieusement dans la vie courante.

Récemment a été cité un *H. heidelbergensis* d'Atapuerca (Sima de los Huesos), surnommé Elvis, perclus de rhumatisme chronique au niveau du rachis et du bassin, bien incapable d'aller à la chasse. Un sujet cro-magnoïde de Mechta el-Arbi (Algérie) serait de même handicapé au niveau des membres supérieurs par des lésions articulaires.

B - La femme et l'enfant

Les Cro-Magnons ont laissé un millier de représentations de femme, sculptées ou dessinées.

Parmi celles-ci, un grand nombre sont caractérisées par une hypertrophie du massif fessier, notamment les statuette gravettiennes, nommées vénus comme celle de Laussel (fig. 4), et les figures féminines schématiques, souvent réduites au tronc et à la racine des cuisses. **Cet embonpoint va de la simple adiposité à une véritable obésité gynoïde.** On sait que les obésités gynoïdes, prédominant au niveau des fesses et des cuisses, sont liées à des causes hormonales et non à la suralimentation et à la sédentarité comme les obésités androïdes. Dans ces dernières, la surcharge prédomine au niveau de la partie supérieure du corps et au niveau de l'abdomen. Les premières entraînent des complications veineuses et articulaires ; les secondes, plus redoutables, entrent dans le cadre du « syndrome métabolique » des pays occidentaux actuels : insulino-résistance, diabète de type 2, anomalies des graisses sanguines, hypertension artérielle, com-

10 Des fractures du crâne sont signalées aussi chez un Gravettien quinquagénaire de Dolni Vestonice (Tchéquie) aux dents très usées.

plications cardio-vasculaires.

Les obésités androïdes n'ont pas été représentées par les Cro-Magnons : les chasseurs-cueilleuses les ignoraient¹¹. La plupart des figures féminines, notamment gravettiennes présentent une obésité gynoïde, plus ou moins marquée, souvent des seins ptosés, témoins d'allaitements répétés, et un abdomen rebondi, témoignant d'une grossesse déjà avancée. Pourquoi ce choix des artistes ? Ces femmes répondaient peut-être à un goût érotique ou artistique des auteurs : voyez Rubens, Renoir et Botero. On sait aussi qu'à la naissance des enfants, ces femmes ont des lactations abondantes et c'est peut-être un hommage que les Préhistoriques ont rendu à ces femmes.

Quatre statuette sont un peu particulières. La vénus de Willendorf (Autriche) est porteuse d'une obésité frappant la totalité du corps. Celle du Hohle Fels (Allemagne), aurignacienne, est encore plus monstrueuse. La



Fig. 4 - Laussel. Obésité gynoïde de la Vénus à la corne.

11 Toutefois les récepteurs CB1, qui permettent de manger sans faim et sans fin et de constituer des réserves endogènes en période d'abondance, ont dû faciliter la vie au moment des périodes de disette. Ils sont devenus bien encombrants aujourd'hui...

vénus de Lespugue (Haute-Garonne) semble présenter un syndrome de Barraquer-Simmons, lipodystrophie progressive, très rare et d'origine inconnue, habituellement féminine, caractérisée par une lipoatrophie de la partie supérieure du corps et une lipomatose de la partie inférieure, avec parfois des complications rénales ou une association à une maladie auto-immune. Une vénus de Grimaldi, par ailleurs assez banale, semble affectée d'un goitre, petite rotondité située entre les bords internes des muscles sterno-cléido-mastoïdiens, à moins qu'il ne s'agisse du pendentif d'un collier...

Quelques femmes ont été représentées en train d'accoucher. Ainsi, au Gravettien, sur une plaquette calcaire de Sireuil (Dordogne) et sur une statuette de Grimaldi (Italie), ou encore sur une demi-douzaine de plaques calcaires de la Marche (Vienne) représentant, dans un fouillis de traits gravés, une femme assise, membres supérieurs levés, du séant de laquelle semble sortir un enfant. En revanche on n'a que très peu de représentations de couple, de coït ou d'enfant (ou de petit d'animal).

La mortalité obstétricale devait être majeure : les squelettes retrouvés sont habituellement ceux de femmes jeunes. Ce caractère, joint à une mortalité infantile importante et, sans doute, comme chez les peuples dits primitifs, à une puberté un peu plus tardive et à un allaitement prolongé des enfants (d'où un intervalle long entre deux grossesses), explique que la démographie n'a augmenté que très lentement. Il convient donc de ne pas imaginer la mère paléolithique entourée d'une ribambelle de rejetons. On ne retrouve bien sûr jamais d'ostéoporose. Les hommes mouraient jeunes également, peut-être d'affections saisonnières : le syndrome métabolique devait être rare (d'autant, en outre, que la durée de vie était courte) et les squelettes ne présentent pas de traces de cancer, de tuberculose, de carence alimentaire, de traumatismes graves ou de blessures de guerre¹².

Dans deux cas, la jeune mère, sans doute morte dans les suites de couches, a été inhumée avec son enfant nouveau-né : au Gravettien à l'abri Pataud (Dordogne) et au Mésolithique à Vedbaek (Danemark). Dans cette dernière sépulture, l'enfant avait été déposé sur l'aile d'un cygne dont on a retrouvé les petits os.

Les sépultures d'enfant ne sont pas rares au Paléolithique, souvent avec mobilier et parure indiquant l'attention que l'on portait au jeune défunt. La plus ancienne, vieille de 70 000 ans, est celle d'un enfant néandertalien de 8 à 9 ans, inhumé à Teshik-Tash (Ouzbékistan), en-

12 Schématiquement la mortalité atteint le quart des enfants nés vivants. Elle s'abaisse à un minimum vers 12 ans. Près d'un adulte sur deux atteint la soixantaine. Il y a très peu de grands vieillards, selon C. Masset.

touré d'au moins cinq cornes de bouquetins et de dalles calcaires.

C - Sur les dents

Les lésions dentaires sont fréquentes mais, sauf dans un cas (un *H. sapiens* archaïque de Broken Hill en Zambie (fig. 5), peut-être à la suite d'une intoxication chronique par le plomb), on ne note pas de caries dentaires.



Fig. 5 - Broken Hill. Caries dentaires.

Ce sont des parodontopathies, faute d'hygiène bucco-dentaire, aboutissant à la chute des dents comme, par exemple, chez le Sinanthrope de Pékin¹³ ou le Néandertalien de la Chapelle-aux-Saints aux alvéoles bien cicatrisés¹⁴ ou le « vieillard » de Cro-Magnon.

Le jeune *H. erectus* du lac Turkana souffrait d'une ostéite de la mandibule et un Néandertalien de Krapina d'abcès alvéolaires avec fistules (et d'une arthrose temporo-maxillaire, comme à la Ferrassie et à la Chapelle-aux-Saints). Beaucoup présentent des dents très usées, comme chez les Pré-Néandertaliens de Tautavel, soit qu'ils aient consommé des graminées riches en silice, soit qu'ils aient mastiqué de la terre avec leurs aliments.

Une Néandertalienne de Bañolas (Catalogne) a des dents très usées, obliquement chanfreinées, telles qu'on les observe chez les peuples qui consomment des poissons séchés salés sans les réhydrater. Ce que semble confirmer

13 Durant la Seconde Guerre mondiale, tous les ossements d'*H. erectus* de Chine (dont 14 crânes), envoyés aux Etats-Unis par précaution, ont été perdus.

14 Il ne s'agissait donc pas de dents perdues dans la sépulture ou lors de l'exhumation, comme il arrive parfois. Ainsi chez la jeune femme de l'abri Pataud (Dordogne).

l'examen microscopique. A moins qu'elle n'ait utilisé sa denture comme une troisième main pour tenir les peaux à traiter... Cet étau naturel explique peut-être, selon Jean-Jacques Hublin, que certains Néandertaliens présentent une abrasion préférentielle des incisives et des canines jusqu'à la racine, alors que leurs molaires sont relativement conservées.

Un Néandertalien du Bau de l'Aubesier (Vaucluse) souffrait d'infections ayant déchaussé ses dents et réduit son coefficient masticatoire ; une autre dent porte une rainure témoignant d'une extraction. De même, l'Homme de Tautavel Arago XXI, mort à l'âge de 20 ou 21 ans, a subi l'avulsion dentaire traumatique de la première prémolaire supérieure droite, 4 ou 5 ans avant son décès : le comblement de l'alvéole sans aucune réaction inflammatoire en témoigne.

Madame Pataud, la petite gravettienne de l'abri Pataud, était porteuse de deux dents sur-



Fig. 6 - Pataud. Dents surnuméraires et granulome apexien.

numéraires au niveau de la deuxième molaire droite, avec, en outre, des granulomes apexiens au niveau des première et troisième molaires (fig. 6). Est-elle morte des suites de couches ou d'une septicémie à point de départ dentaire ?

Plusieurs crânes, plus tardifs, de Cro-Magnonides d'Algérie (Mechta el-Arbi, El Omaria à Médéa et Khenget el-Mouhaâd) ont subi des avulsions des incisives et canines, supérieures et inférieures, peut-être pour le port d'un labret.

Au niveau des faces vestibulaires, le microscope montre, selon Pierre-François Puech, des stries horizontales chez les herbivores, verticales chez les carnivores¹⁵, obliques chez les omnivores comme l'Homme. De l'Acheuléen à l'âge du Bronze, l'accroissement des stries horizontales et la diminution des stries verticales rend compte

15 L'homme de Tautavel apparaît ainsi avoir été un grand consommateur de viande.

du déclin de la chasse au profit de l'agriculture.

Erik Trinkaus a avancé que 75% des Hommes de Néandertal possédaient un émail mince, indice de carences alimentaires, alors que seuls 30% des *Homo sapiens* avaient un émail aminci, mais ce fait est contesté.

Avec l'évolution, raccourcissant la branche horizontale de la mandibule, les accidents de la dent de sagesse et les besoins d'orthodontie ont augmenté.

IV - QUELQUES MYSTÈRES

A - Post-mortem

Les plus anciennes sépultures remontent à 100 000 ans et concernent les *H. sapiens* de Palestine. Les Néandertaliens inhumait aussi leurs morts, comme à la Ferrassie, par exemple¹⁶. Mais le puits de la Sima de los Huesos à Atapuerca, au fond d'une longue grotte, contenant une trentaine d'*H. erectus* vieux de 300 000 ans, accompagnés d'un biface de quartz rouge, fait penser à des pratiques funéraires plus anciennes encore.

Il est remarquable que les *H. sapiens* n'ont pratiquement jamais utilisé d'ossements humains pour fabriquer leurs outils ou leurs bijoux¹⁷. L'existence d'un « culte des crânes » chez les Néandertaliens, voire chez leurs prédécesseurs, a été avancée et est remise en question

B - Jeux de mains

Les Cro-Magnons, dès l'Aurignacien, ont apposé leurs mains sur les parois des grottes pour les cerner de pigment rouge ou noir. Ce sont les mains négatives. Dans certaines cavernes, comme celle de Gargas (Hautes-Pyrénées), sur un ou plusieurs doigts font défaut une ou plusieurs phalanges (fig. 7). De nombreuses interprétations ont été avancées pour expliquer ces mains « mutilées » : rites ou maladies notamment (maladie de Raynaud par exemple). A. Leroi-Gourhan a songé à un langage conventionnel : la main entourée de pigment, le dos sur la paroi, fléchit tel ou tel doigt pour indiquer au chasseur tel ou tel gibier. En revanche, à Maltravieso (Espagne), une série de la même main, au 5^e doigt absent, évoque plutôt une séquelle d'accident.

Ailleurs ce sont des mains « positives », couvertes de pigment qui ont été appliquées, imprimées sur la paroi comme à Altamira (Es-

16 Ils pratiquaient parfois des inhumations en deux temps.

17 On cite des exceptions : une mandibule d'enfant transformée en pendeloque à Enlène (Ariège), un fragment de pariétal traité de même (Veyrier en Suisse et Rond du Barry, Haute-Loire), quelques os utilisés par les Mechtoïdes d'Algérie (pendeloques et poinçon) et, par-ci par-là, une demi-douzaine de dents humaines percées pour être portées en bijoux ou en amulettes.



Fig. 7 - Gargas. Mains dites mutilées.

pagne), à Bayol (Gard) ou à Chauvet (Ardèche). De rares grottes (Pech-Merle dans le Lot, et Gargas) recèlent des pochoirs non de mains mais de pouces fléchissant la deuxième sur la première phalange. Enfin, parfois, les mains sont dessinées par un trait de gravure comme à Bernifal, Bara-Bahau ou Fronsac (Dordogne) ou raclées sur une tache de pigment comme à Roucadour (Lot).

A qui appartenait ces mains ? A des adultes et parfois à des enfants, que l'on a tenu dans les bras pour les maintenir à bonne hauteur (grotte de Gargas). Des hommes ou des femmes ? L'étude reste à préciser en sachant que l'index est plus court que l'annulaire chez l'homme, contrairement à la femme.

Des empreintes de pieds sont parfois observées : à Laetoli (Tanzanie), celles de trois hominidés dont un enfant (3 millions d'années environ) ; dans plusieurs grottes des Pyrénées (Fontanet, Niaux, Tuc d'Audoubert) ou du Lot (Pech-Merle), celles d'adultes et d'enfants de Cro-Magnon.

C - Des hommes « fléchés »

C'est un sujet exceptionnel qui ne se rencontre qu'une fois à Pech-Merle et deux fois à Cougnac (Lot)¹⁸. Le personnage est un homme. On ignore la signification de ce mo-

18 Un homme gravé « fléché » a été signalé à Sous-Grand-Lac (Dordogne). En fait, les traits sont des griffures animales.

tif, contrastant avec la rareté de la violence chez les chasseurs-cueilleurs. En revanche, nombreux sont les hommes fléchés un peu plus tard, notamment sur les dessins des abris du Levant espagnol, néolithiques ou proto-historiques.

On notera que les animaux « fléchés » ne sont pas très fréquents au Paléolithique (moins de 5%). Ce sont eux qui avaient fait imaginer des motivations magiques cynégétiques pour expliquer l'art des cavernes. Cette explication simpliste est aujourd'hui abandonnée.

D - Ce pauvre enfant de Rochereil

Dans la grotte de Rochereil (Dordogne) a été découvert le crâne d'un enfant magdalénien de

3 ans, porteur d'une hydrocéphalie (fig.8). Le cas n'est pas unique : on connaît un autre crâne macrocéphale dans l'abri de Staroselle (Ukraine). Mais celui de Rochereil a fait l'objet d'une intervention humaine. Il porte une large perforation fronto-pariétale qui évoque une trépanation. En fait, cette lacune, en entonnoir, a été obtenue de dedans en dehors et non l'inverse : elle correspond au prélèvement d'une rondelle *post mortem* et non à une opération chirurgicale. Cette rondelle n'a pas été retrouvée. **Les nombreuses trépanations, signalées sur tous les continents, sont plus tardives,** sauf peut-être sur le crâne d'un Ibéro-Maurusien de Taforalt (Maroc), vieux de 12 000 ans.

V - IL Y A MOINS DE 10 000 ANS

Après le Mésolithique, où la pathologie est à peu près analogue à celle du Paléolithique¹⁹, voici le Néolithique, une révolution progressive, et de nouvelles maladies.

La stature diminue d'une bonne quinzaine de centimètres, du fait de la diminution de la ration protidique, de la transformation de l'activité physique : les efforts de résistance des paysans sédentarisés remplacent ceux d'endurance des chasseurs-cueilleurs semi-nomades. Il s'y ajoute des difficultés diverses (disettes liées

19 On note toutefois une suspicion de tuberculose de la clavicule à Téviec (Morbihan) et des caries dentaires notamment à Téviec et à Taforalt.



Fig. 8 - Rochereil. Crâne hydrocéphale pseudo-trépané (photo J.-L. Heim, MNHN).

aux aléas climatiques et aux épizooties, maladies, guerre...) ²⁰. Les caries dentaires sont apparues, la céramique permettant de confectionner des purées et des bouillies qui les facilitent.

C'est aussi le début des maladies infectieuses, liées à la promiscuité des hommes et des animaux dans les villages et au brassage des populations.

La tuberculose, entre autres, absente au Paléolithique, est sans doute d'origine animale, de même que beaucoup de maladies infectieuses (variolo, lèpre, salmonelloses, ténia, typhoïde, charbon, grippe, rage, tétanos, syphilis, sans compter le sida et la maladie de Creutzfeldt-Jakob) : la domestication n'est peut-être pas été une si bonne affaire...

L'étude des squelettes montre l'apparition de maladies nouvelles : anémies hémolytiques, spondylarthrite ankylosante, syndrome de Fiessinger-Leroy-Reiter... Moudre du grain à genoux, tout au long de la journée, provoque chez la femme des lésions ostéo-articulaires au niveau

²⁰ La stature ne ré-augmentera que tout récemment, du fait notamment de la surconsommation de protéines (mais aussi d'acides gras saturés).

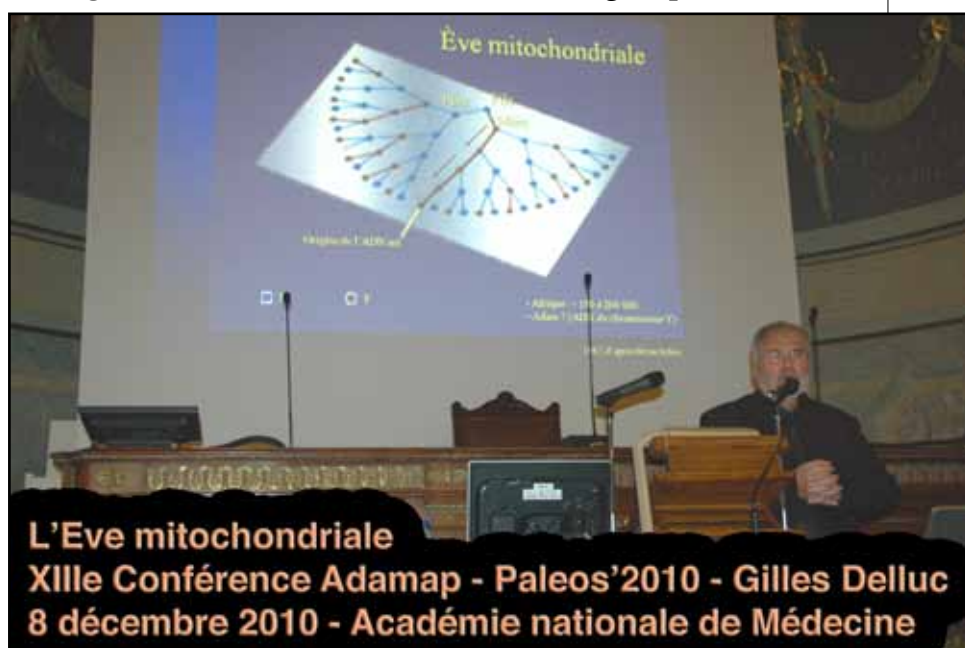
des orteils, du rachis et du genou. Les paysans présentent des arthroses lombo-sacrées liées aux positions contraignantes de leur labeur quotidien. **C'est le début des maladies professionnelles.**

C'est aussi le temps des diètes et des carences, des guerres, des silex plantés dans les os et des charniers. Sans doute aussi des épidémies dont témoigneraient les sépultures collectives. Des polypathologies aussi. L'observation d'Otzi est sur ce plan très remarquable. Ce quadragénaire, vieux de 5 300 ans, trouvé dans un glacier des Alpes, n'avait pas de caries, certes, mais une arthrose diffuse, un athérome vasculaire, atteinte broncho-pulmonaire chronique, des fractures, des plaies diverses, des parasites intestinaux. Il était mort semble-t-il d'une plaie pénétrante de poitrine (un silex près de l'artère axillaire) : un meurtre. C'est peut-être à la suite d'une agression analogue qu'on avait procédé, il y a 7 000 ans, à une amputation au niveau d'un humérus chez un sujet de Buthiers-Boulancourt (Seine-et-Marne) ²¹.

L'étude de l'ADN nucléaire (celui du chromosome Y, transmis par le père) et de l'ADN mitochondrial (transmis par la mère) a apporté

tout récemment des renseignements passionnants. Trois exemples serviront ici de conclusion.

A El Sidrón (Espagne), une sépulture de Néandertaliens (3 hommes, 3 femmes, 3 adolescents, 2 jeunes enfants et un bébé) a révélé que ces 12 sujets étaient de 3 lignées maternelles distinctes. Les 3 hommes du groupe étaient donc



²¹ Une amputation du pied est signalée chez un Néandertalien de Krapina.

apparentés (frères, oncles-neveux...), tandis que 2 des 3 femmes étaient d'origines distinctes, toutes deux différentes du noyau familial masculin. Les hommes d'une même famille étaient donc allés dans un autre groupe prendre deux épouses.

A Eulau (Saxe), une sépulture vieille de 4 500 ans contenait 4 sujets : 1 homme, 1 femme et 2 enfants. C'était une famille : les enfants avaient l'ADN du chromosome Y de l'homme et l'ADN mitochondrial de la mère. En outre, les dosages de strontium dentaire étaient identiques chez l'homme et les deux enfants, mais différents chez la femme : elle provenait donc d'un autre lieu et avait élevé ses enfants dans le groupe de son époux.

Cette quête des épouses confirme les travaux de C. Lévi-Strauss. Elle avait pour but, non de prévenir des maladies consanguines, mais de tisser des liens de groupe à groupe.

Enfin, lorsque les paysans éleveurs du Moyen Orient parviennent en Europe, c'est bien plus souvent l'homme immigré qui épouse la Cro-Magnonne locale que l'inverse : 80 % des chromosomes Y européens proviennent des paysans-éleveurs.

C'est ainsi que, malgré les disettes, les infections, les guerres, la démographie augmentera enfin et qu'apparaîtront les maladies que nous soignons aujourd'hui. Et ces quelques exemples, sans prétention d'exhaustivité, nous ont permis dans ces quelques pages, selon le mot de Rabelais, *de rompre l'os et d'en sucer la substantifique moelle.*

QUELQUES LECTURES

Charon (Dr Pierre), Thillaud (Dr Pierre-Léon), 2010. *L'invention de la paléopathologie. Une anthologie de langue française (1820-1930)*, Publications de l'université de Saint-Etienne.

Dastugue (J.), 1969. « Les lésions pathologiques du squelette de Chancelade », *L'Anthropologie*, tome 73, p. 247-252.

Dastugue (J.), 1970. « Pathologie de quelques sque-

lettes du Paléolithique supérieur », in : 1868-1968. *L'Homme de Cro-Magnon. Anthropologie et archéologie*, Paris, Art et métiers graphiques, p. 121-126.

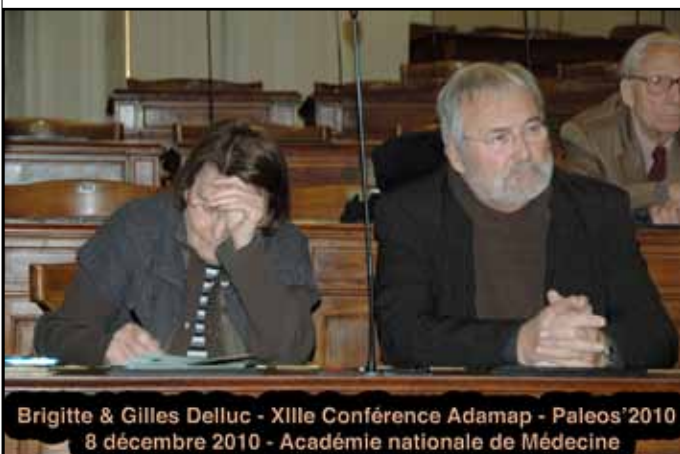
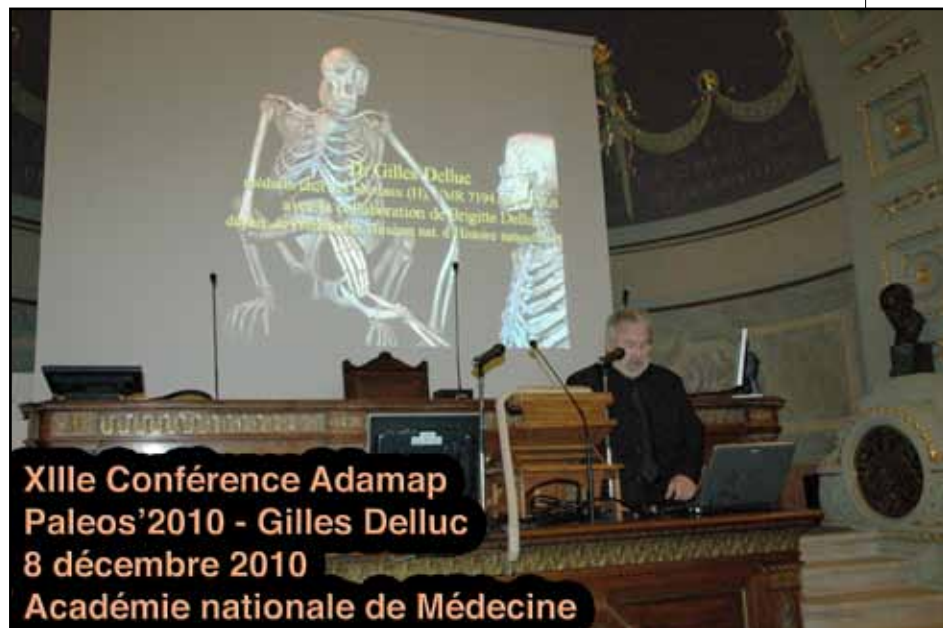
Dastugue (Jean), Lumley (Marie-Antoinette de), 1976. « Les maladies des hommes préhistoriques du Paléolithique et du Mésolithique », *La Préhistoire française. I Civilisations paléolithiques et mésolithiques* (sous la direction de Henry de Lumley), Paris, éditions du CNRS, p. 612-622.

Dastugue (J.), 1997. *Paléopathologie du squelette humain*, Paris, Boubée.

Delluc (Gilles), avec la coll. de Delluc (B.) et Roques (M.), 1995. *La Nutrition préhistorique*, Périgueux, Pilote 24 édition.

Grmek (Mirko), 1983-1994. *Les maladies à l'aube de la civilisation occidentale*, Paris, éditions Payot (Bibliothèque historique)

Guilaine (Jean), Zammit (Jean), 2001. *Le sentier de la guerre. Visages de la violence préhistorique*, Paris, éditions du Seuil.



Henry-Gambier (Dominique), avec la coll. de Courty (M.-A.), Crubézy (E.), Kervazo (B.), Tisnérat-Laborde (N.), Valladas (H.), 2001. *La sépulture des enfants de Grimaldi (Baoussé-Roussé, Italie)*, CTHS, Réunion des musées nationaux.

Masset (Claude), 1989. « La démographie préhistorique », *Le Temps de la Préhistoire*, Société préhistorique française, p. 30-32. Molleson (Theya), 2006. « Le Néolithique d'après les os », *Pour la Science*, Dossier n° 50, p. 16-21.

Thillaud (Pierre Léon), 1985. « L'homme de Cro-Magnon et ses maladies », *Les dossiers Histoire et archéologie*, n° 97, p. 66-73. Reprise d'un article dans *L'Anthropologie*, tome 85, p. 219-239, 1981-82.

Thillaud (Dr Pierre Léon), 1996. *Paléopathologie humaine*, Sceaux, Kronos B.Y. éditions.

Thillaud (Pierre-Léon), 2006. « Les lésions osseuses de l'homme de Cro-Magnon », *Pour la Science*, Dossier n° 50, p. 14-15.

Vialou (Denis, sous la dir. de), 2004 : *La Préhistoire. Histoire et dictionnaire*, Paris, Robert Laffont.

Zammit (Jean), 2006. « Les nouvelles maladies du Néolithique », *Pour la Science*, Dossier n° 50, p. 35-37.

PALEOS'2010

APPORT DE LA RADIOLOGIE EN PALÉOPATHOLOGIE

Philippe Charlier, A.H.U.

Charlier P. (1,2), Huynh-Charlier I. (3), Carlier R.(4), Roffi F.(4)

1. Service de Médecine Légale, Pavillon Vésale, CHU R. Poincaré (AP-HP, UVSQ), Garches (ph_charlier@yahoo.fr)
2. HALMA-IPEL, UMR 8164 du CNRS, Université de Lille 3, Villeneuve d'Ascq
3. Service de Radio-diagnostic, CHU Pitié-Salpêtrière (AP-HP), Paris
4. Service de Radiologie, CHU R. Poincaré (AP-HP, UVSQ), Garches

des extrémités céphaliques d'Anne d'Alègre (1619) et de Guy XX de Laval (1605) a facilité la compréhension des soins d'embaumement appliqués à leurs dépouilles : incisions du scalp dans les régions temporo-pariétales, puis occipitales puis frontales, sciage de la voûte crânienne, bascule postérieure de la voûte avec léger traumatisme occipital, excérération proprement dite. De même, la prise de clichés radiographiques préalable à l'examen médical d'une préparation anatomique humaine du 13^{ème} siècle a permis la mise en évidence d'une insufflation métallique vasculaire ; celle-ci est difficilement explicable près de 400 ans avant la description du système circulatoire par William

Harvey... et nécessite des recherches bibliographiques supplémentaires, notamment centrées sur les travaux d'anatomistes contemporaines, comme Guillaume de Salicet, par exemple. Quant à l'étude d'une extrémité cervico-céphalique d'un sujet décapité (fin du 18^{ème} - 19^{ème} siècle), si elle a confirmé la cause du décès, elle a surtout permis de décrire la persistance des tissus cérébraux (cerveau, dure-mère : faux du cerveau, tente du cervelet) par un mécanisme de momification progressive.

Une déformation crânienne intentionnelle intra-vitam suivie d'une trépanation post-mortem d'un crâne-trophée Nazca (Pérou, 200 av. J.-C. à 600 ap. J.-C.) a été observée, accompagnée d'une excellente conservation des tissus organiques, à la suite d'un « fumage » de celle-ci (un cristallin, particulièrement dense, a ainsi été mis en évidence, correspondant vraisemblablement à une cataracte secondaire aux ultra-violets, dite « ophtalmie des neiges » ; l'examen radiographique a également pu guider une fibroscopie et des prises d'échantillons à visée anatomo-pathologique et toxicologique. De même avec un crâne déformé Inca (Chili) et

À travers 10 exemples récents (et certains inédits), on montrera tout l'intérêt d'une recherche conjointe radiologique et paléopathologique, mais aussi les apports mutuels de ces disciplines.

L'apport de la radiologie a ainsi été essentiel lors du processus d'authentification des restes de Diane de Poitiers (1499-1566), permettant d'une part une visualisation directe et globale de son squelette conservé à 50-60 %, mais également la confirmation de la fracture de jambe ancienne traitée en son temps par Ambroise Paré, et la réalisation de superpositions de segments crâniens (mandibule, hémimaxillaire gauche) sur son dernier portrait réalisé en 1562 par François Clouet (conservé au Musée de Chantilly) ; la superposition parfaite des points osseux et l'exacte correspondance anatomique ont été des arguments supplémentaires dans l'identification du squelette, associés à d'autres critères ostéo-archéologiques (sexe, âge, localisation, concentration en or du fluide de putréfaction solidifié, datation au ¹⁴C, etc.).

La reconstruction tridimensionnelle



XIII^e Conférence Adamap - Philippe Charlier
8 décembre 2010 - Académie nationale de Médecine

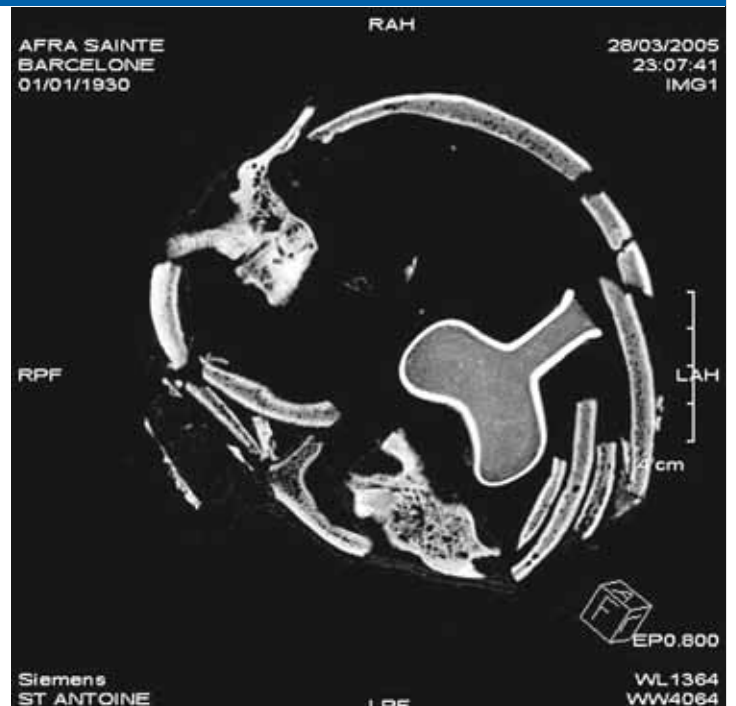
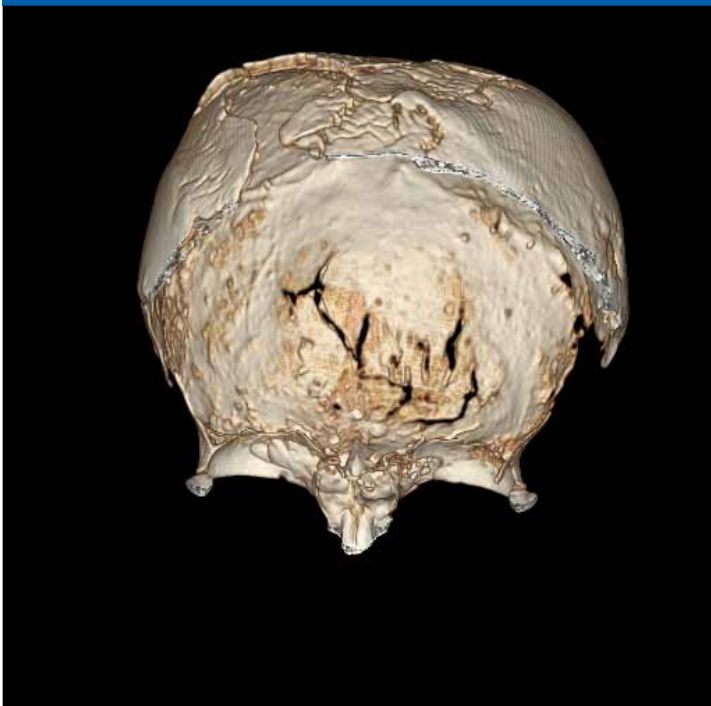


↓ Fig 1. a. & b. Reconstruction scanographique tridimensionnelle d'une déformation crânienne intentionnelle intravivam suivie d'une trépanation post-mortem d'un crâne-trophée Nazca ↓

ailleurs rachitique ne correspondant pas du tout au Comte d'Anjou mort à 80 ans, cavalier expérimenté de constitution athlétique.

En conclusion, l'outil radiographique apparaît un instrument indispensable en paléopathologie organique. Il permet de guider la réalisation de prélèvements ultérieurs (fibroscopiques, par exemple) à visée anatomo-pathologique, biochimique, génétique, toxicologique, botanique, bactériologique, etc. Il permet de développer, modifier et valider des techniques qui seront ensuite directement utilisables en anthropologie médico-légale. Ces examens radiographiques trouvent tout leur intérêt dans des problématiques d'identification, de description de traces d'action anthro-

Fig. 2: Coup scanographique du crâne de Sainte Afra révélant l'incorporation d'un vase reliquaire dans la boîte crânienne. ↓



un crâne surmodélé d'Océanie (début du 20^{ème} siècle) ; pour ce dernier cas, le scanner a montré que la denture était factice, composée d'un matériau de densité et d'aspect comparables à du bois.

L'outil radiologique a montré sur le crâne de Sainte Afra (5^{ème} - 13^{ème} siècle) une importante fragmentation liée à des manipulations et ostensions répétées, mais aussi l'incorporation d'un corps étranger (vase-reliquaire de Saint Clément) dans la boîte crânienne.

Lors de l'étude des restes dits « de Foulque Nerra III » (960-1040), l'examen paléopathologique couplé à l'interprétation radiographique des clichés a révélé l'absence de toute lésion arthrosique chez cet individu par

gique, mais aussi d'étude d'histoire des maladies et des techniques médico-chirurgicales.

Références

Charlier P., Huynh I., « La paléo-neuro-anatomie », in Charlier P. (Dir.), *Ostéo-archéologie et techniques médico-légales : tendances et perspectives. Pour un Manuel pratique de paléopathologie humaine*. Paris, De Boccard, 2008.

Cotten A., Boudard S., Blondiaux J., « L'examen radiographique conventionnel et scannographique des restes humains anciens », in Charlier P. (Dir.), *Ostéo-archéologie et techniques médico-légales : tendances et perspectives. Pour un 'Manuel pratique de paléopathologie humaine'*. Paris, De Boccard, 2008.