Etude de l'usure des dents chez les hominides fossiles

Pierre-François Puech

▶ **To cite this version:**

Pierre-François Puech. Etude de l'usure des dents chez les hominides fossiles. Sciences du Vivant [q-bio]. Université de Provence, Marseille centre Saint-Charles, 1983. Français. NNT : . tel-01115794v1

HAL Id: tel-01115794

https://hal.science/tel-01115794v1

Submitted on 23 Feb 2015 (v1), last revised 23 Feb 2015 (v2)

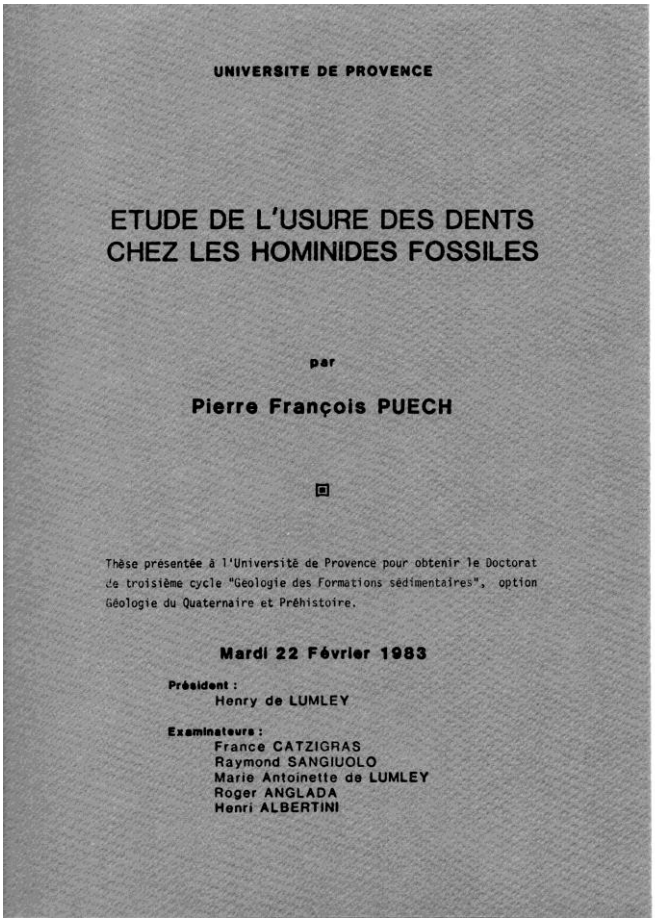
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NoDerivatives 4.0 International License

ETUDE DE L'USURE DES DENTS CHEZ LES HOMMES FOSSILES

L'analyse de l'usure est utilisée en archéologie et en paléoanthropologie pour identifier quelle a été la fonction des outils et des dents. Les caractéristiques des dommages de surface observés au microscope contribuent à améliorer notre connaissance du mode de vie de l'homme préhistorique. L'analyse des aspects des microtraces présentes sur les surfaces dentaires démontre que les rayures des faces jugales des prémolaires et molaires témoignent des principales habitudes alimentaires sur de longues périodes.


UNIVERSITE DE PROVENCE

ETUDE DE L'USURE DES DENTS CHEZ LES HOMINIDES FOSSILES

par

Pierre François PUECH

Thèse présentée à l'Université de Provence pour obtenir le Doctorat de troisième cycle "Géologie des Formations sédimentaires", option Géologie du Quaternaire et Préhistoire.

Mardi 22 Février 1983

Président :
Henry de LUMLEY

Examinateurs :
France CATZIGRAS
Raymond SANGIUOLO
Marie Antoinette de LUMLEY
Roger ANGLADA
Henri ALBERTINI

La variabilité des résultats concernant diverses populations humaines a donc permis de constituer un atlas des principales habitudes alimentaires. En 1983, les données concernant l'Homme de Tautavel ont été présentées lors de la soutenance d'une thèse de 3e cycle auprès de l'université d'Aix-Marseille :

Pierre François Puech 1983 - **Etude de l'usure des dents chez les hominides fossiles**, thèse de 3ème cycle de doctorat en Géologie des formations sédimentaires. Université de Provence, Marseille centre Saint-Charles.496 pages

Résumé : Recherche des différents aspects microscopiques des surfaces d'usure des dents des premiers hommes, comparaison à ceux d'animaux à diète connue et ceux obtenus par reproduction expérimentale du phénomène d'usure des tissus dentaires. L'intérêt pratique est de séparer les caractères de l'usure en fonction des qualités physico-chimiques des aliments et de toute autre substance mastiquée afin de proposer une méthode de détermination du mode alimentaire à partir de l'usure des dents et de déduire ainsi l'alimentation des hommes préhistoriques

Keywords: Thesis, *Australopithecus*, *Homo*, Hominid, Evolution, Phylogeny, Teeth, Electronic microscopy, Fossil man, Tooth wear, Diet Mots-clés: Thèse, *Australopithèque*, *Homo*, Hominidé, Evolution, Phylogénie, Dents, Microscopie électronique, Homme fossile, Usure dentaire, Régime alimentaire

Zadig rencontre un jour les gardes du roi qui l'interrogent sur un chien et un cheval. Zadig leur décrit alors ces animaux tout en affirmant ne les avoir jamais vus. "... voici ce qui m'est arrivé. Je me promenais vers le petit bois où j'ai rencontré, depuis, le vénérable ennuque et le très illustre grand veneur. J'ai vu sur le sable les traces d'un animal, et j'ai jugé aisément que c'étaient celles d'un petit chien. Des sillons légers et longs, imprimés sur de petites éminences de sable entre les traces de pattes, m'ont fait connaître que c'était une chienne dont les mamelles étaient pendantes, et qu'ainsi elle avait fait des petits il y a peu de jours. D'autres traces en un sens différent, qui paraissaient toujours avoir rasé la surface du sable à côté des pattes de devant, m'ont appris qu'elle avait les oreilles très longues; et, comme j'ai remarqué que le sable était toujours moins creusé par une patte que par les trois autres, j'ai compris que la chienne de notre auguste reine était un peu boiteuse, si je l'ose dire.
A l'égard du cheval du roi des rois, vous saurez que, me promenant dans les routes de ce bois, j'ai aperçu les marques des fers d'un cheval; elles étaient toutes à égale distances. Voila, ai-je dit, un cheval qui a un galop parfait...".

I747 VOLTAIRE.

Ainsi l'archéologue recrée l'image et le comportement de l'homme préhistorique en observant les traces qu'a laissées celui-ci de son très lointain passage.

Chaque individu porte l'histoire de ses ancêtres gravée dans son anatomie et dans ses gènes. Il est par conséquent théoriquement posssible de reconstruire le passé évolutif d'un sujet actuel et de déterminer quelle est sa position phylogénique. A partir de comparaisons entre les animaux actuels on peut donc reconstruire le sénario de l'évolution humaine. Les restes fossilisés de nos ancêtres permettent ensuite de vérifier les résultats.

La reconstruction phylogénétique se fait traditionellement par l'analyse morphologique qui juge de la parenté d'après les divers caratères homologues dont l'état peut être plésiomorphe (=primitif) ou apomorphe (=dérivé). Les caractères plésiomorhes donnent les bases d'une reconstruction du morphotype ancestral. Ainsi il faut examiner à la fois les organismes actuels et les fossiles pour comprendre l'évolution.

Le partage d'un état apomorphe peut résulter d'un héritage commun (=synapomorphie) ou une acquisition indépendante par deux lignées très proches (=parallélisme) ou éloignées (=convergence). L'identification des homologies présente donc des pièges puisque de mêmes fonctions peuvent façonner des morphologies similaires dans des espèces très éloignées, il s'agit alors de convergences qui doivent être reconnues pour entreprendre une étude systématique.

Les données moléculaires permettent d'affiner les résultats car elles ne sont pas obscurcies par le notion de fonction. Les phylogénéticiens moléculaires ne nous fournissent cependant, dans les meilleurs des cas, que l'ordre et la date des divergences génétiques.

La paléontologie (sciences des êtres disparus) est seule capable de nous documenter sur l'existence et l'adaptation de nos ancêtres, car elle fournit une succession de stades ostéologiques et dentaires (documents concrets) qui permet de reconnaître les directions qui ont été suivies au cours de l'évolution.

Les données moléculaires tout comme la paléontologie indiquent que l'homme est plus proche du gorille, du chimpanzé et de l'orang que

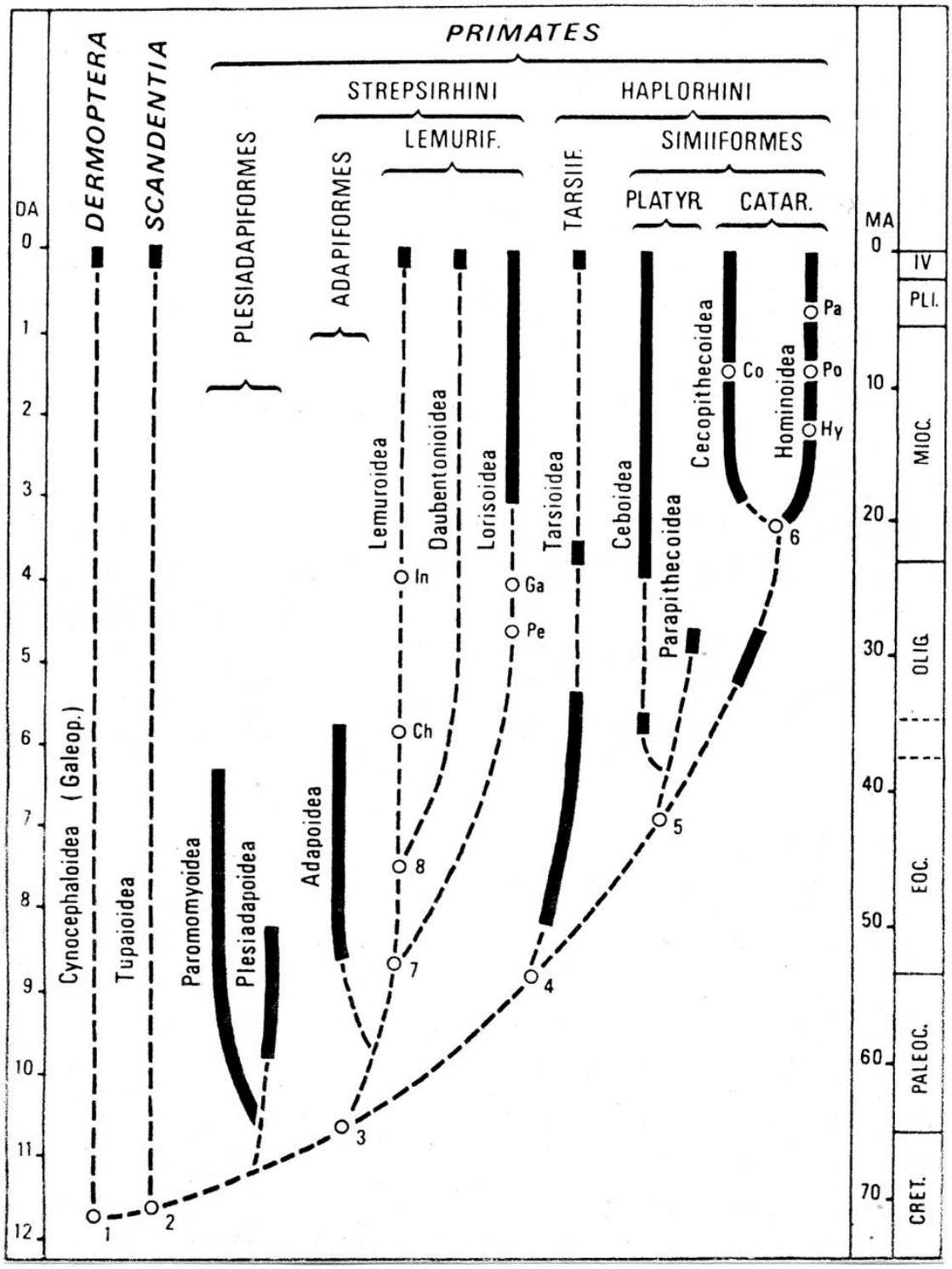


Figure n°1. Les Primates d'après Hoffstetter (I977). Schéma construit à partir des distances antigéniques (DA).

Les points de branchement dans les superfamilles sont placés à titre indicatif, d'après la biochimie.

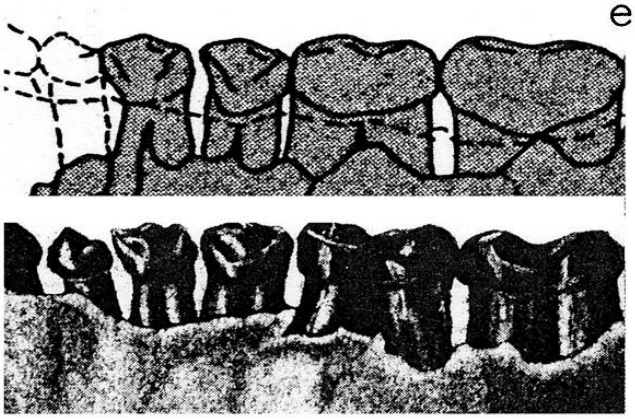
des autres animaux. Notre préhistoire débute donc avec celle des singes.

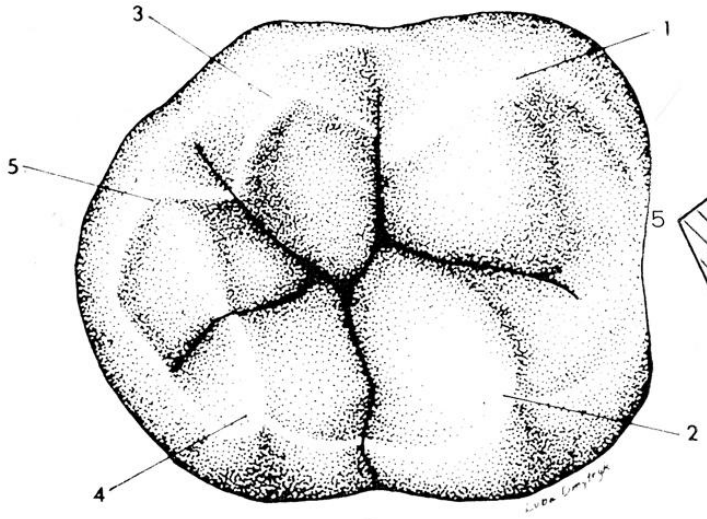
Les singes ou simiiformes ou encore Anthropoïdes, forment un groupe monophylétique. Les singes partagent donc un certain nombre de caractères qui n'ont pas été acquis par convergence, comme un plus grand développement du crâne que chez les autres formes de primates groupés sous le nom de Plesiadapiformes, Stepsirhiniens et Tarsiformes (Fig.I). Les singes ont tous également une symphyse mandibulaire soudée, une pneumatisation de la région mastoïde, un même schéma de circulation carotidienne, et bien d'autres caractères en commun.
Les plus anciens petits singes que l'on rencontre auraient 40 millions d'années. Ces singes sont connus sous les formes Amphipithecus et Pondaungia, toutes deux de l'Eocène final de Birmanie. Ces singes possèdent d'épaisses et profondes mandibules, une symphyse courte et verticale avec un torus supérieur transverse fortement développé et des dents bunodontes*. Puis une lignée sans descendance, mais voisine des Catarhiniens, est représentée par Parapithecus et Apidium formant la super famille Parapithecoidea.
La formule dentaire des premiers singes est : deux incisives, une canine, trois prémolaires et trois molaires (Fig.2). Les incisives sont verticales. Les canines de taille moyenne. De la troisième prémolaire (P3) à la deuxième molaire (M2), les cingulums° vestibulaires sont faibles ou absents. La face occlusale des molaires inférieures peut être divisée en deux, le trigonide à l'avant et le talonide derrière. Le trigonide de MI des premiers singes est plus étroit transversalement que le talonide et est muni d'un paraconide antérieur placé au centre (Fig.3 et 4). MI est dépourvue d'hypoconulide, M2 de Amphipithecus est dépourvue de paraconide comme d'hypoconulide.
Ainsi le trigonide primitif comporte trois cuspides : le protoconide côté vestibulaire de la dent, et le metaconide côté lingual (tous deux reliés par une crête) et en avant le paraconide.

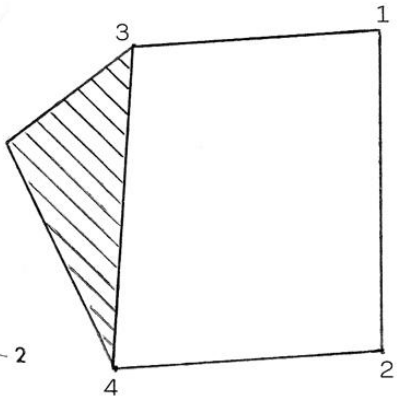
*Bunodonte (du grec bounos, colline) : lorsque les mouvements mandibulaires sont harmonieusement répartis dans les divers sens du plan horizontal on observe des vallées longitudinales et transversales (sillons) de même profondeur séparant les tubercules (cuspides) les uns des autres. Ce type est en principe associé au régime omnivore (Anthony 1973).

°Cingulum : bourrelet d'émail bordant la couronne de certaines dents.

e







FACE OCCLUSALE DE LA MOLAIRE INFERIEURE

Figure n°3. Schema dryopithécien (caractéristique de Dryopithecus) présent chez les anthropoïdes actuels. (1)Protoconide (2)Metaconide (3)Hypoconide (4)Entoconide (5)Hypoconulide

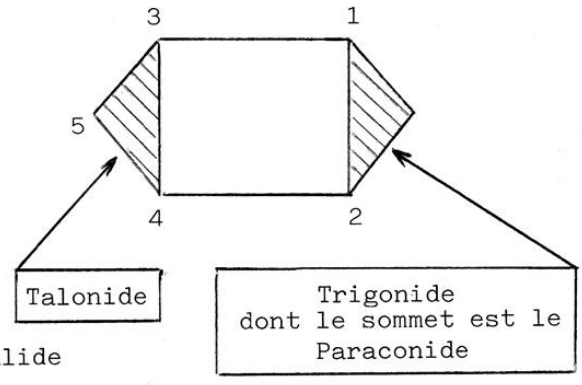
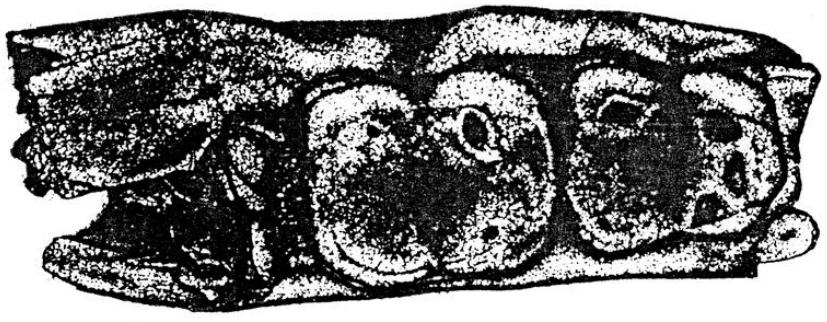
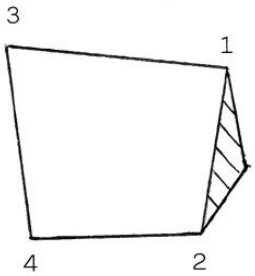


Figure n°4. Amphipithecus: première et seconde molaires inférieures gauches.
MI avec Paraconide est dépourvue d'Hypoconulide
M2 est dépourvue de Paraconide et d'Hypoconulide.





La réduction du paraconide au cours de l'évolution débute par sa disparition sur la troisième molaire et l'on observe encore parfois le paraconide sous forme très atténuée sur la molaire de lait de l'homme ou du gorille (Von Koenigswald 1979).

La présence du paraconide, la plus grande dimension du talonide mais aussi la morphologie de P3 indiquent les affinités des premiers singes avec les primates inférieurs. Le paraconide sera encore présent dans dans certains Platyrrhini (singes du Nouveau Monde) (Kay 1980) et dans les Catarrhini (singes du Vieux Monde) du Fayum (Egypte) Oligopithécus et Qatrania. Comme Pondaungia possède un paraconide sur M1, M2 et M3 et que Amphipithecus ne le possède plus que sur M1 et que M2 de Amphipithecus est presque carrée (le trigonide égale le talonide), Amphipithecus se trouve proche des Catarrhini du Fayum bien que plus vieux de 10 millions d'années (Ciochon et coll. 1985).

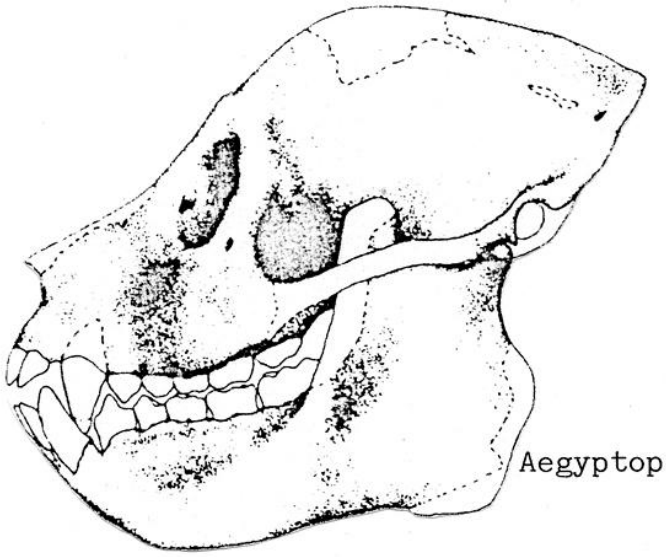
Parmi les premiers Catarhiniens incontestables du Fayum, Oligopithecus s'apparente aux petits singes. Les molaires d'Oligopithecus sont très spéciales par leur disposition bilobée (bilophodonte), les tubercules étant réunis deux à deux par deux crêtes transversales. Cette disposition évoque un régime folivore et insectivore. Deux autres espèces, Propliopithecus et Aegyptopithecus s'apparentent aux grands singes et sont donc plus près de nous. Propliopithecus est moins bien connu qu'Aegyptopithecus cependant les femelles de Propliopithecus possèdent un système dentaire plus proche de celui des Hominidés (Fleagle et coll. 1980). Il semble problable qu'il s'agit dans ce cas d'un développement parallèle obtenu par une même adaptation. Fleagle et Kay (1983) groupent Aegyptopithecus et Propliopithecus dans la super famille des Hominoïdés sous une famille séparée, les Propliopithécidés.

Le plus ancien hominoïde (= hominidés + pongidés) connu a donc été découvert en Egypte, est âgé de 30 millions d'années environ et sa forme "Aegyptopithecus", par ses nombreux restes mis au jour, nous en donne une image très complète. De la taille d'un chat sauvage, il possède une longue queue et vit à quatre pattes dans les arbres d'une forêt-galerie tropicale humide. Sa face est petite et ses muscles masticateurs sont puissants puisque les mâles sont pourvus au sommet du crâne d'une crête osseuse. Cette adaptation se retrouve de nos jours chez les singes qui mastiquent une grande quantité de végétaux peu nutritifs. Elle est surprenante chez un sujet si petit qui a

facilement accés aux végétaux tendres et nutritifs nécessaires aux primates de faible corpulence, la crête osseuse pourrait donc n'être que le reflet d'une faible capacité cranienne (Kay et coll.1981).

Aegyptopithecus

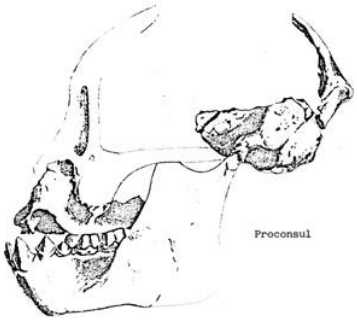
32 dents permanentes
M1 plus petite que M2
1ère pm inf. ovale et côté mésio-vestibulaire très développé
dimorphisme sexuel des canines
corps mandibulaire large et peu profond sous M1-2
molaires bulbeuses courtes mésio-distalement
incisive centrale inférieure étroite et haute



Aegyptopithecus

Son successeur, Proconsul, vit en Afrique entre 22 et 15 millions d'années. Comme Aegyptopithecus c'est un animal quadrupède arboricole mais sa taille varie de celle du chat sauvage à celle d'un petit gorille. Frugivore, parfois folivore, il partage avec son prédécesseur de nombreux caractères dentaires. Ainsi les molaires sont courtes mésio-distalement et larges vestibulo-lingualement et les molaires et prémolaires supérieures ont un fort cingulum mais au contraire de son prédécesseur certaines molaires ont cinq cuspides.
Le proconsul n'a pas de queue. Il vit dans la forêt à environnement humide. Proconsul profite de la dérive des continents qui, il y a 17 millions d'années, met en contact l'Afrique et l'Europe pour donner naissance hors de l'Afrique à Dryopithecus.
En Afrique Proconsul est à l'origine de Kenyapithecus il y a 14 millions

d'années. Bien qu'arboricole Kenyapithecus vit également à terre et mesure moins d'un mètre. La dentition de Kenyapithecus est adaptée à la mastication de fruits très résistants pour cela les dents antérieures implantées verticalement sont de petite taille alors que les dents juguales sont très développées et pourvues d'un émail épais. Le Kenyapithèque s'aide de pierres afin de morceler les aliments et sa capacité cranienne est de l'ordre de 300 cm3.



Aegyptopithecus	Proconsul
Premaxillaire développé	Prémaxillaire peu volumineux
Nez long	Nez court
Orbites peu rapprochées	Orbites peu rapprochées
Palais s'élargissant en arrière	Palais s'élargissant en arrièr
Petites orbites	Orbites plus grandes
Petite capacité crânienne	Capacité crânienne de l'ordre de celle des anthropoïdes actuels
Constriction post-orbitaire importante	Constriction post-orbitaire plus modérée

(Fleagle et Kay 1983)

La position de Kenyapithecus est encore mal définie car Kenyapithecus partage avec les grands singes et l'homme le même nombre de synapomorphies que Dryopithecus, mais ces synapomorphies sont différentes. La polarité de l'évolution de l'émail des molaires, "lue" à des degrés divers a conduit un certain nombre de chercheurs (Simons1964; Martin et Andrews I982) à considérer l'émail épais comme une synapomorphie des Hominidés. Dans ce cas Kenyapithecus semble être le candidat de choix comme ancêtre de Australopithecus et Homo puisque Dryopithecus possède un email fin et que Sivapithecus a des liens particuliers avec Pongo comme par exemple une distance interorbitaire réduite.

Dryopithecus, très répandu en Europe alors que Syvapithecus l'est en Asie, sont tous deux engagés dans la voie qui aboutit aux Ponginés actuels. Rappelons cependant que Sivapithecus, Dryopithecus et Kenyapithecus partagent avec les Hominidés, une canine robuste qui, comparativement à la hauteur de sa couronne, est développée mésio-distalement alors que la condition première de la canine des Catarhiniens (Cynomorphes et Anthropomorphes) est d'être élancée (Andrews I985; Puech et Albertini 1984).

Les premiers hommes: étude de l'usure des dents

Origine et évolution de l'homme _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 4- 11

Australopithecus afarensis _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 12- 15

Australopithecus boisei: Peninj _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 16- 18

Homo habilis _ I9- 22

Homo modjokertensis _ 23- 24

Homo erectus heidelbergensis _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 25- 27

Homo erectus tautavelensis _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 28- 29

L'Homme de Pekin _ 30- 35

L'Homme de Montmaurin _ 36

L'Homme d'Atapuerca _ 37

L'Homme de néanderthal de La Ferrassie _ _ _ _ _ _ _ _ 38- 42

Recherche de l'alimentation grâce aux témoins archéologiques 43- 46

Physico-chimie de la surface dentaire _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 47- 55

Les mécanismes de l'usure _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 56- 60

La dent outil de mastication _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 61- 68

L'usure varie avec l'âge du sujet _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 69- 73

Le prélévement du micro-relief _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 74- 77

Le micro-relief des couronnes dentaires _ _ _ _ _ _ _ 78- 81

Les hypoplasies mineures _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 82- 90

Recherche du matériel responsable de l'usure dentaire _ _ _ 9I- 93

Reproduction expérimentale des processus d'usure par abrasion _ 94- 98

Reproduction expérimentale des processus d'altération de la surface dentaire par friction _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 99-I03

Apport abrasif ante et post mortem _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ I04-117

Analyse microscopique comparative de l'action des particules abrasives suivant les régimes _ _ _ _ _ _ II8-122

Le choix alimentaire _ 123-143

Essais d'interprétation de l'influence de l'environnement et de la préparation culinaire _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 144-155

Les aspects de l'usure des dents d'une collection d'egyptiens prédynastiques et dynastiques _ _ _ _ _ _ _ I56-177

Orientation et long. des stries vestibulaires des dents jugales 178-188

L'usure dentaire de l'Homme de Tautavel _ _ _ _ _ _ _ 189-213

Les outils de l'Homme de Java _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 214-218

L'occlusion de l'Homme de Neanderthal _ _ _ _ _ _ _ _ _ 219-229

Conclusion _ 230-231

Bibliographie _ 232-248

AUSTRALOPITHEQUES ET HOMMES.

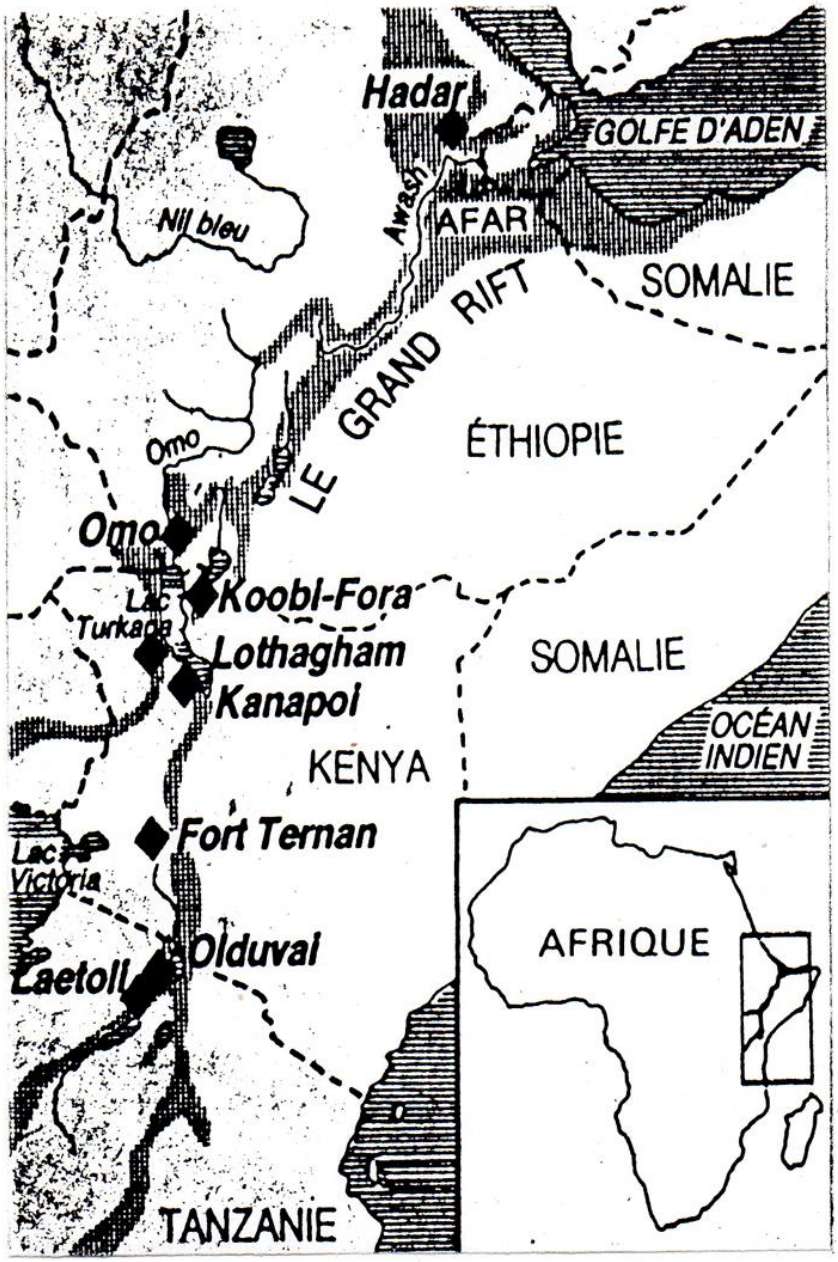
La Paléontologie sépare notre passé en une série d'espèces qui se succédent: Australopithecus afarensis, A. africanus, A. robustus, A. boisei d'une part et Homo habilis, H. erectus et enfin H. sapiens. Il est impossible de dire précisément quand apparait l'Homme. Pour comprendre son origine il faut identifier la succession de changements qui ont conduit son ancêtre, situé au sein des Primates, à s'individualiser et à acquérir les caractères humains. Peu nombreux, les fossiles antérieurs à l'Homme ne permettent pas d'apprécier les variations d'une population et ne donnent qu'une vue très partielle d'un puzzle composé de différents types.

Les fouilles intensives menées en Afrique australe puis orientale ont permis de mettre au jour une grande quantité de vestiges et l'Afrique de l'Est est remarquable pour la continuité des découvertes concernant les premiers hominidés.

Le groupe d'hominiens fossiles prédécesseurs de l'homme se nomme Australopithèque. Le plus ancien connu date de 5,5 millions d'années (Patterson et coll. I970). Il a été découvert au sud-ouest du lac Turkana à Lothagam (Kenya).*

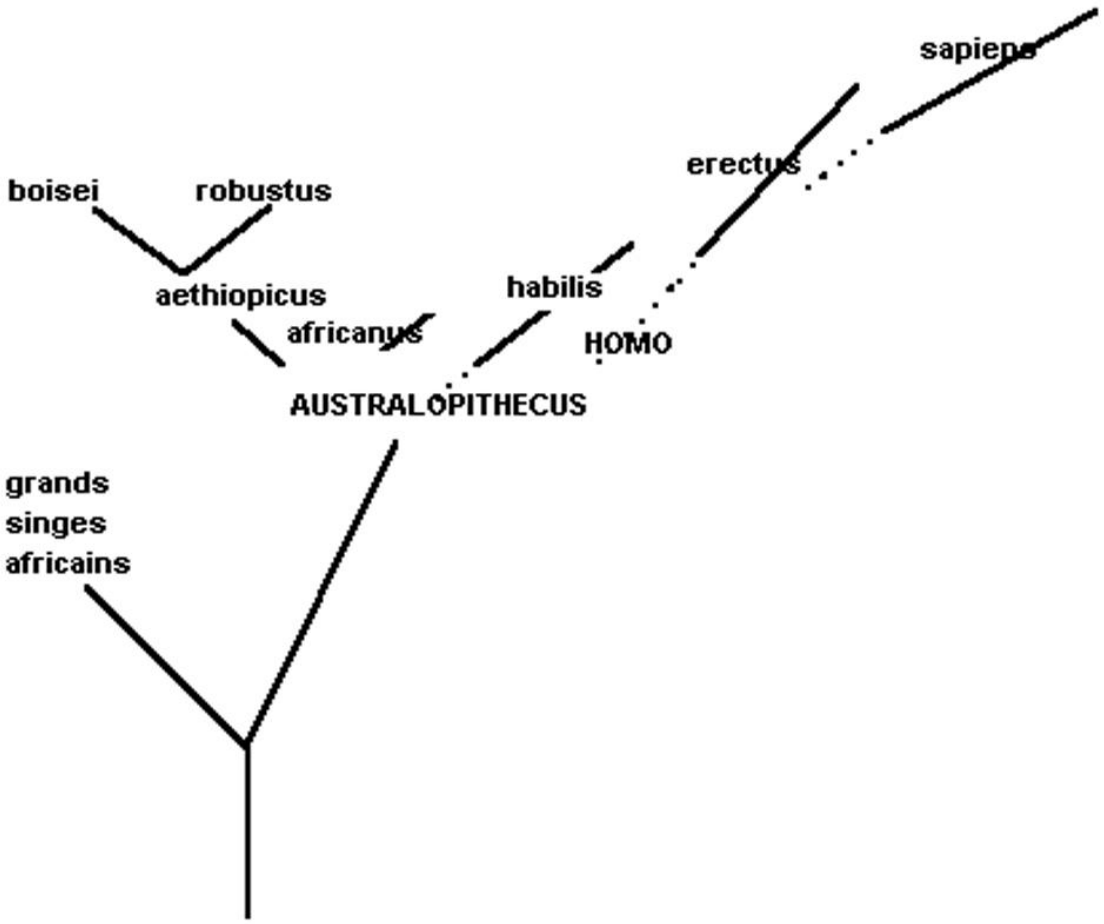
L'australopithèque possède un bassin court et large et adopte de façon plus ou moins parfaite la station verticale. Dans les gisements se trouvent très souvent associées une forme "gracile" et une autre "robuste". L'étude anthropologique de ces deux formes ayant conclus qu'elles étaient adaptées à des milieux écologiques différents, certains ont supposé qu'elles se retrouvaient pour s'affronter.

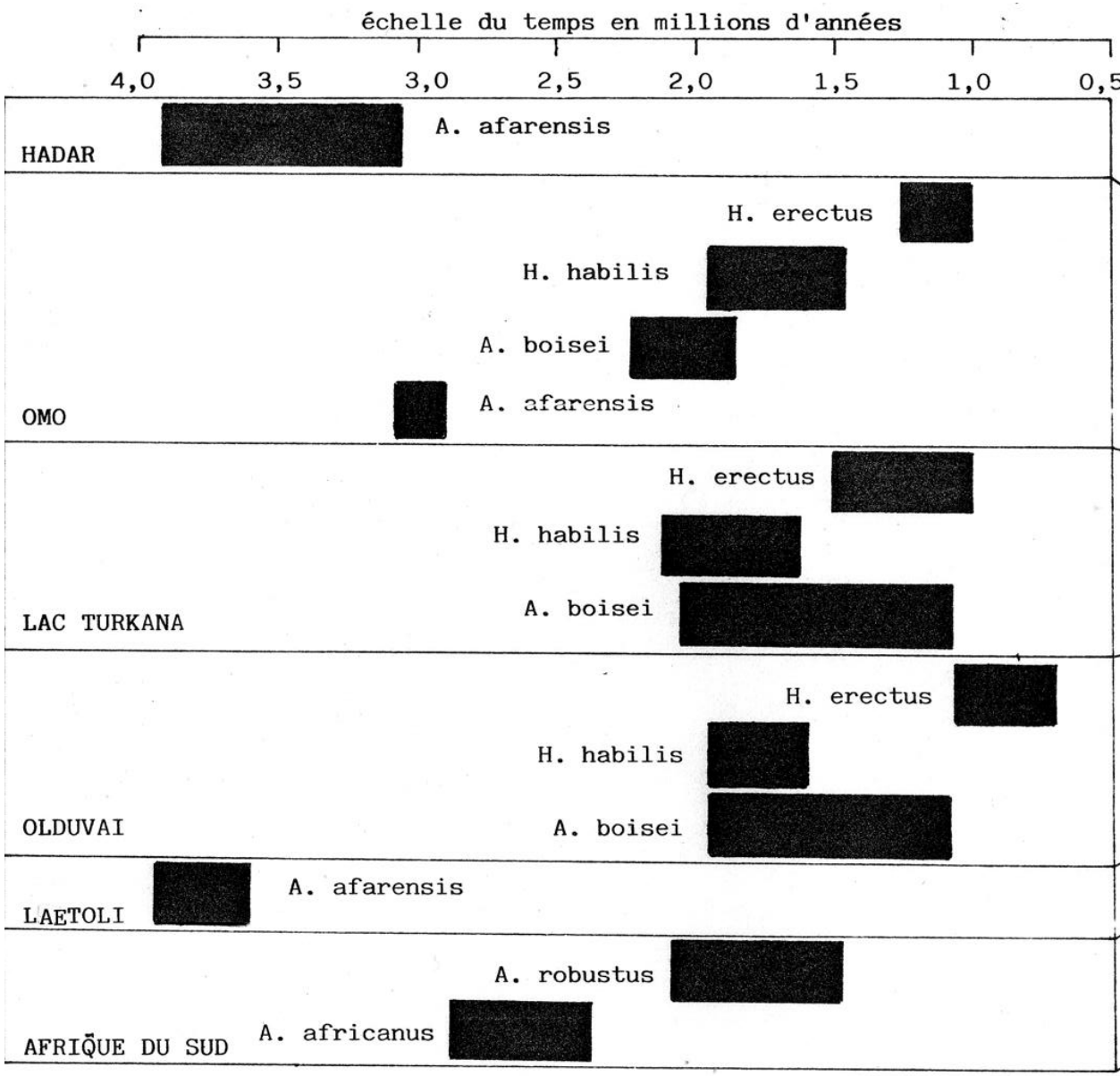
* Mal déterminé ce fossile doit être associé aux fossiles de Sahabi (Libye) datant de la même époque. Il s'agit d'une clavicule et d'un os de la jambe d'un primate bipéde (Boaz et Cramer I982).



les principaux sites de fouilles en Afrique de l'Est

La taille du cerveau des premiers australopithèques se situe entre 350 et 400 cm3. La valeur de la capacité cranienne augmente ensuite chez l'australopithèque tout en concervant une structure plus simienne qu'humaines (Falk I985). Bipédie et développement cérébral sont donc étroitement liés. L'australopithèque le plus archaïque a été mis au jour


sapiens
erectus
boisei
robustus
habilis
aethiopicus
africanus
HOMO
AUSTRALOPITHECUS
grands
singes
africains



LES PREMIERS HOMMES

(après White, Johanson et Kimbel)

Les singes anthropomorphes actuellement présents en Afrique sont le gorille, et le chimpanzé, leur répartition (forêt humide et forêt de basses terres) est indiquée en foncé sur la carte.

L'homme a pris naissance en savane dans un milieu tropical à subtropical.

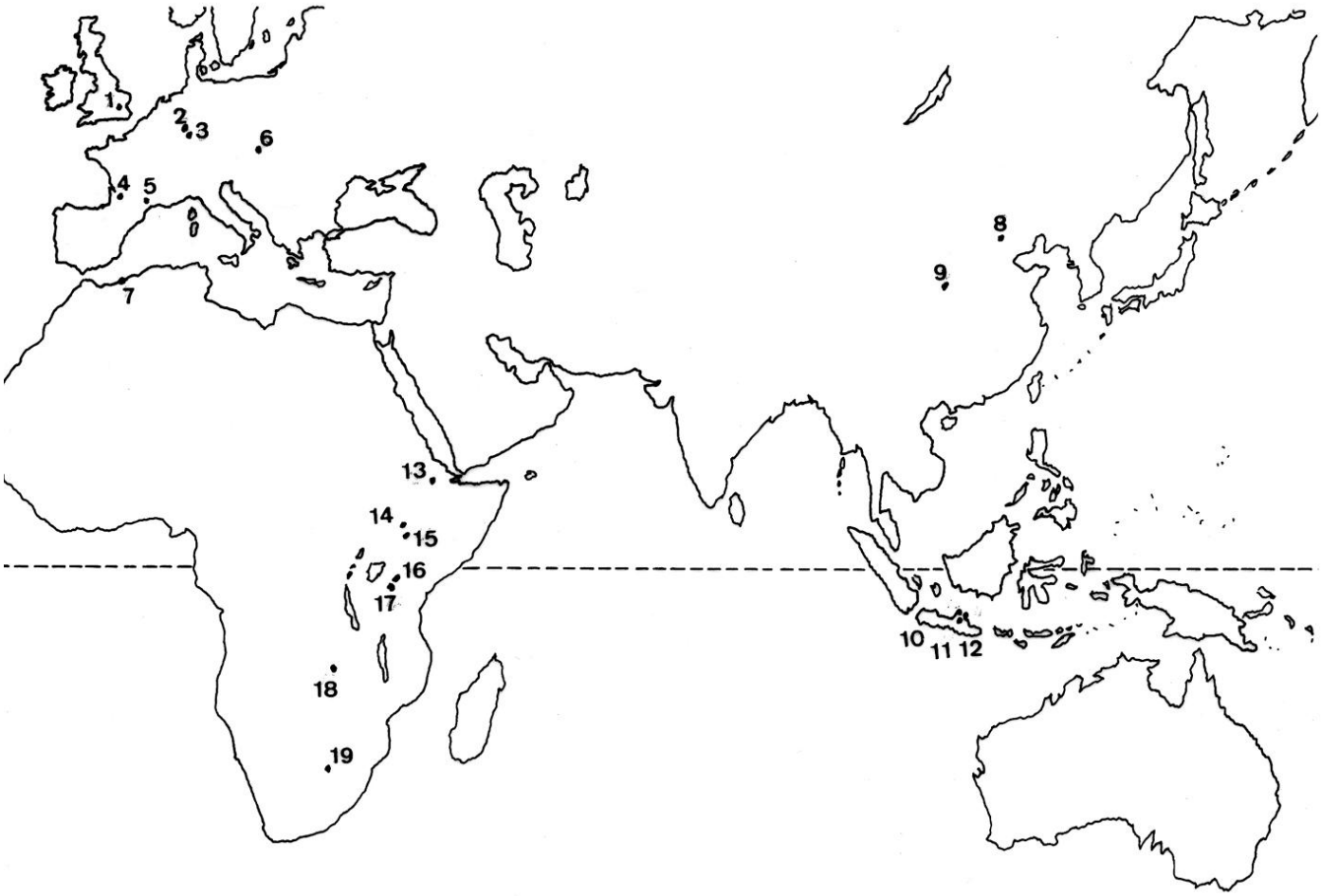
à Laetoli en Tanzanie, il a laissé dans les cendres volcaniques une série d'empreintes de pieds datant de 3,6 M.A. (millions d'années) (Leakey M. I979).

A partir de cette époque le bipédisme marque la séparation sans retour conduisant à l'Homme. En effet les mains libérées vont pouvoir fabriquer des outils. Les plus vieux outils dont on connaisse avec certitude la date proviennent de la vallée de l'Omo dans le sud de l'Ethiopie,ils ont 2,I M.A. (Chavaillon I976). Dans la région Hadar,toujours en Ethiopie,il existe d'autres outils dont l'âge pourrait être situé entre 2,5 à 2,7 M.A. (Lewin I98I). Ces outils ont été découverts dans des sédiments accumulés au dessus de Tufs datés de 2,8 M.A..

Aprés la station érigée et les outils, on va franchir le dernier seuil de l'hominisation grâce au développement extraordinaire de la capacité de la boîte crânienne, il y a 2 M.A.. Date obtenue par les nombreuses analyses potassium-argon faites au lac Turkana au Kenya (à propos du crâne I470), et par les résultats très proches du Bed I d'Olduvai en Tanzanie ; ces deux sites ayant livré Homo habilis (Kennedy I980). L.S.B. Leakey, P.V. Tobias et J.R. Napier ont donné le nom d'Homo à cette espéce en I964. Celle-ci se distingue par un front développé sans constriction post-orbitaire excessive et une relation plus harmonieuse entre les dents antérieures et postérieures. La première prémolaire inférieure posséde de façon très nette deux cuspides avec un développement variable de la cuspide linguale. La surface occlusale des molaires est moins crenelée que chez l'Australopithèque, traduisant peut-être un régime omnivore.

C'est à Koobi Fora au lac Turkana que R. Leakey a découvert une partie du squelette de l'Homo-habilis: Homo 1470. Le fémur est adapté à la marche et le crâne a une capacité de 800 cm3. En outre, R. Leakey a découvert dans les mêmes couches géologiques des fossiles d'Australopithèques. L'Australopithèque n'est donc peut-être pas, pour R. Leakey, un ancêtre de l'Homme.

A ce stade de l'évolution qu'est Homo habilis, nous trouvons les traces des premiers hommes en dehors de l'Afrique dans l'île



LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES SITES ESSENTIELS MENTIONNES DANS LE TEXTE

I Swanscombe
2 Mauer
3 Steinheim
4 Montmaurin
5 Tautavel
6 Vertesszöllös
7 Ternifine
8 Pekin
9 Lantian
10 Ngandong
II Sangiran
I2 Trinil
I3 Hadar
14 Omo
15 Koobi Fora
I6 Olduvai
17 Laetolil
I8 Broken-Hill
I9 Swartkrans

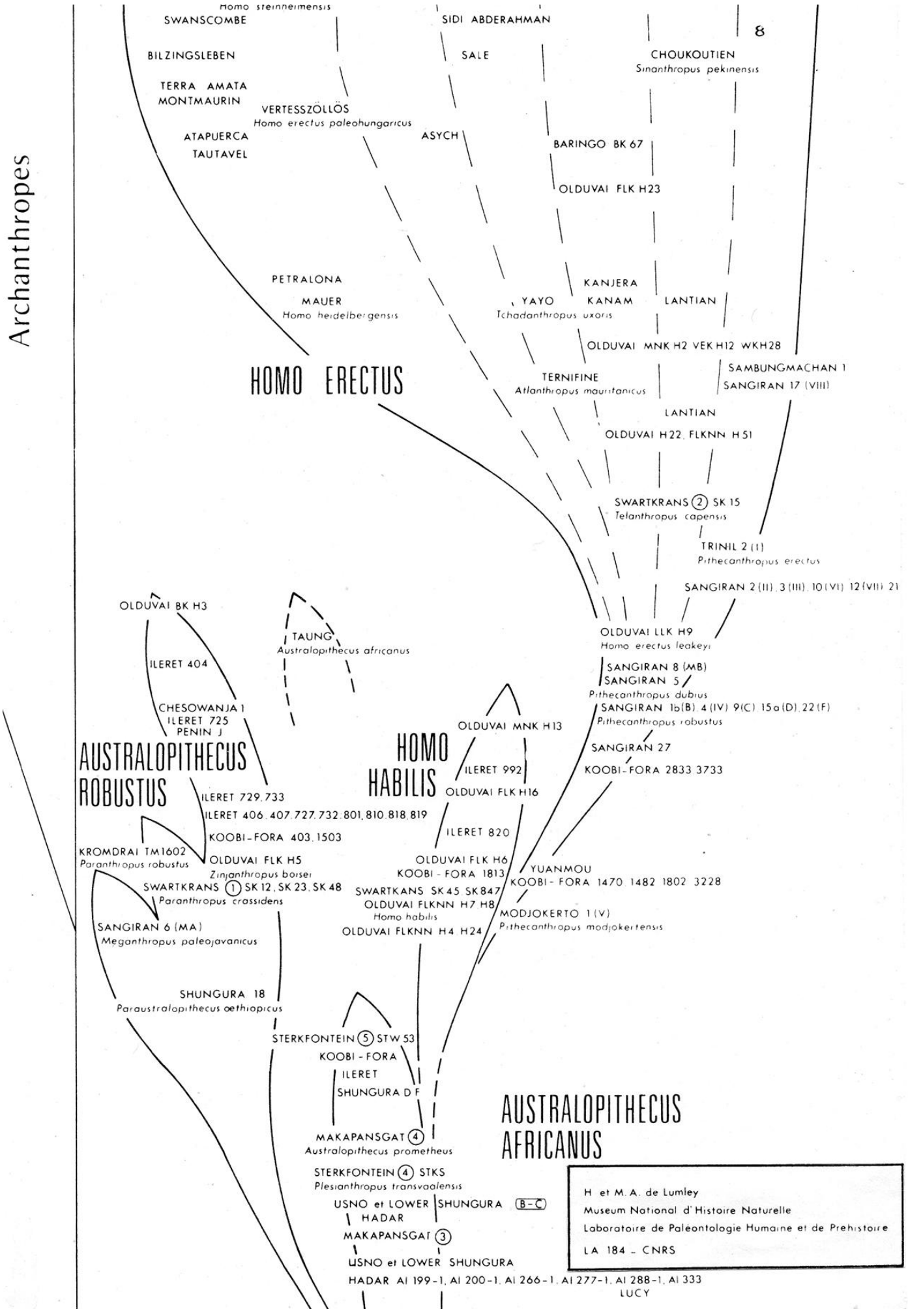
de Java (couche de Djétis) mais aussi en France (Chilhac) vers 1,8 à 1,9 millions d'années.

Les spécimens de Djétis sont rares, cependant les particularités morphologiques de ces fossiles et leur âge (Jacob et Curtis I97I, Ninkovich et Burckle I978) font penser qu'ils forment avec Homo habilis une même espèce (Boaz et Howell I977). Ces fossiles : Homo modjokertensis et Meganthropus palaeojavanicus (Tobias et von Koenigswald I964), ont une robustesse que l'on retrouve dans l'Est Africain de l'Omo en Ethiopie: Omo 222, 73, 2744 et l'Est Turkana au Kenya: KNM-ER (Boaz I979) et nous pouvons écrire qu'Homo modjokertensis et Homo habilis forment les pré-érectus.

Le successeur de l'Homo habilis: l'Homo érectus, présente un crâne qui reste épais, surbaissé et marqué par un fort bourrelet au dessus des yeux. En Afrique le plus ancien actuellement connu a été dégagé des gisements du Turkana (Kenya) en I975, il s'agit de KNM-ER 3733.

Chronologiquement la découverte de l'Homo érectus date de I89I, lorsque Eugène Dubois à la recherche du "chainon manquant" met au jour une portion de crâne, un fémur et plusieurs dents et donne à sa découverte le nom de Pithecanthropus érectus (Pithecanthropus= singe-homme, erectus = erigé, debout). Cela se passait dans l'île de Java (Indonésie) près de la localité de Trinil et c'est le fémur exhumé qui indiquait la forme du bassin et la bipédie parfaite. La datation moderne donne pour les tufs de Trinil 800 000 ans (von Koenigswald I976). Puis à partir de I937, d'autres découvertes indonésiennes : à Trinil, Djétis, Modjokerto et Sangiran, précisent les connaissances sur les Pithécanthropes.

Quelles sont les particularités de l'Homo erectus ? Les crânes qui se sphérilisent, nous indiquent qu'il possédait une capacité de 775 à 1300 cc.. un front fuyant , avec un torus sus orbitaire remarquable, et une face antérieure de la région glabellaire qui présente une dépression médiane séparant nettement les extrémités internes des arcades sourcilières avec une profondeur et des dimensions variables (Spitery I980). Sa mâchoire est massive mais les dents sont proches de celles des humains modernes. L'usure de la canine est horizontale au contraire de ses prédécesseurs. L'Homo erectus posséde une adaptation à une utilisation accrue de la partie antérieure de la dentition, celle-ci étant implantée plus verticalement que pour ses prédécesseurs, associée à une réduction de l'importance des dents servant à broyer (Wallace I975). La robustesse des dents


Archanthropes
Homo steinheimensis
SWANSCOMBE
SIDI ABDERAHMAN
8
BILZINGSLEBEN
SALE
CHOUKOUTIEN
Sinanthropus pekinensis
TERRA AMATA
MONTMAURIN
VERTESSZÖLLÖS
Homo erectus paleohungaricus
ATAPUERCA
TAUTAVEL
ASYCH
BARINGO BK 67
OLDUVAI FLK H23
PETRALONA
MAUER
Homo heidelbergensis
KANJERA
YAYO
KANAM
LANTIAN
Tchadanthropus uxoris
OLDUVAI MNK H2 VEK H12 WKH28
HOMO ERECTUS
SAMBUNGMACHAN 1
SANGIRAN 17 (VIII)
TERNIFINE
Atlanthropus mauritanicus
LANTIAN
OLDUVAI H22, FLKNN H51
SWARTKRANS (2) SK 15
Telanthropus capensis
TRINIL 2 (I)
Pithecanthropus erectus
SANGIRAN 2 (II), 3 (III), 10 (VI) 12 (VII) 21
OLDUVAI BK H3
TAUNG
Australopithecus africanus
OLDUVAI LLK H9
Homo erectus leakeyi
ILERET 404
SANGIRAN 8 (MB)
SANGIRAN 5
Pithecanthropus dubius
CHESOWANJA 1
ILERET 725
PENIN J
SANGIRAN 1b(B) 4 (IV) 9(C) 15a(D) 22 (F)
Pithecanthropus robustus
OLDUVAI MNK H13
AUSTRALOPITHECUS ROBUSTUS
HOMO HABILIS
SANGIRAN 27
ILERET 992
KOOBI-FORA 2833 3733
OLDUVAI FLK H16
ILERET 729, 733
ILERET 406, 407, 727, 732, 801, 810, 818, 819
ILERET 820
KOOBI-FORA 403, 1503
KROMDRAI TM1602
Paranthropus robustus
OLDUVAI FLK H5
Zinjanthropus boisei
OLDUVAI FLK H6
KOOBI - FORA 1813
YUANMOU
KOOBI - FORA 1470 1482 1802 3228
SWARTKRANS (1) SK 12, SK 23, SK 48
Paranthropus crassidens
SWARTKANS SK 45 SK 847
OLDUVAI FLKNN H7 H8
Homo habilis
MODJOKERTO 1 (V)
Pithecanthropus modjokertensis
SANGIRAN 6 (MA)
Meganthropus paleojavanicus
OLDUVAI FLKNN H4 H24
SHUNGURA 18
Paraustralopithecus aethiopicus
STERKFONTEIN (5) STW 53
KOOBI - FORA
ILERET
SHUNGURA D F
AUSTRALOPITHECUS AFRICANUS
MAKAPANSGAT (4)
Australopithecus prometheus
STERKFONTEIN (4) STKS
Plesianthropus transvaalensis
USNO et LOWER SHUNGURA (B-C)
HADAR
MAKAPANSGAT (3)
USNO et LOWER SHUNGURA
HADAR AI 199-1, AI 200-1, AI 266-1, AI 277-1, AI 288-1, AI 333
LUCY
H et M.A. de Lumley
Museum National d'Histoire Naturelle
Laboratoire de Paleontologie Humaine et de Prehistoire
LA 184 - CNRS

(produit des dimensions mésio-distale et vestibulo-linguale) montre pour les molaires:M3 plus petit que M2 qui est proche de MI. La taille de Homo erectus est de I,4 à I,5m, son poids atteint 55 kg.

Si Homo erectus a été découvert en premier lieu à Java, dés I900, soit 9 ans plus tard, le Dr. Haberer attirait l'attention sur la Chine par la découverte d'une dent humaine ancienne vendue comme dent de dragon par un apothicaire chinois (von Koenigswald I978). Pour cette raison des recherches s'effectuent dans la région de Pékin et Otto Zdansky met au jour en I921, dans la carrière de Chou Kou Tien, la première dent attribuée à Homo erectus en Chine.

En janvier I931, von Koenigswald débarque à Djakarta et pendant qu'il établit la stratigraphie du pléistocène à Java, fouille les pharmacies de toutes les communautés chinoises et trouve ainsi de nombreuses "dents de dragons" dont certaines ressemblent à celles de l'australopithèque, d'autres au sinanthrope (erectus de Chine) qu'il nomme alors Sinanthropus officinalis, d'autres enfin au type du très grand hominiïde : Gigantopithecus blacki.

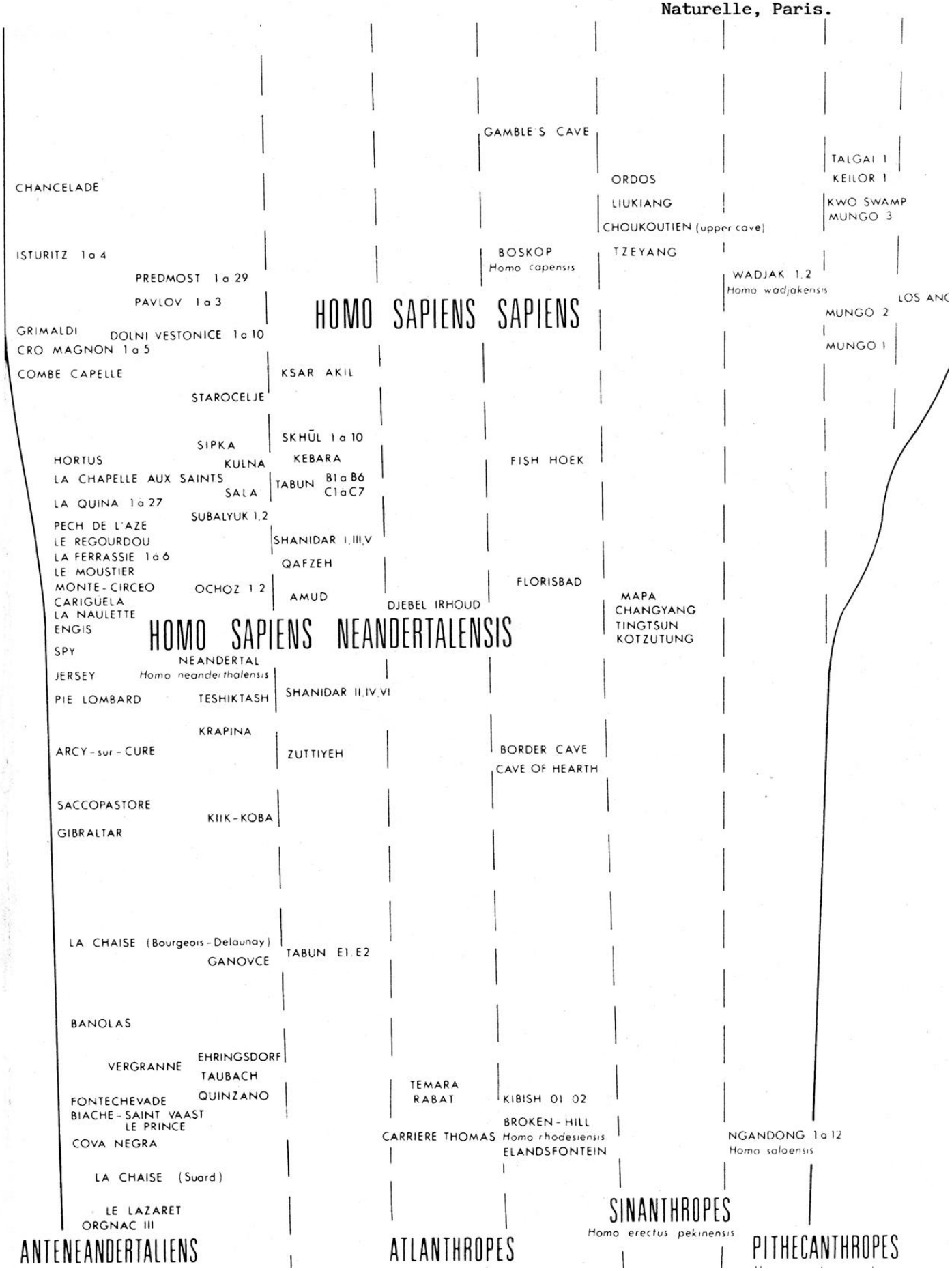
En I937 il récolte un fragment de mandibule humaine appartenant à un Homo erectus puis un maxillaire à la denture primitive que Weidenreich nomme Pithecanthropus robustus (pour l'inventeur ce sera Pithecanthropus modjokertensis). En I939 il découvre deux fragments de mâchoires très massives dans le centre de Java au sujet desquels les opinions différent. Certains les rapprochent d'erectus, d'autres d'australopithecus et von Koenigswald les attribue à Meganthropus palaeojavanicus.

En Europe également des fossiles d'Homo erectus seront mis au jour et notamment dans les sables de la rivière de Mauer (R.F.A.), à Vertesszöllos (Hongrie), à Pétralona (Grèce), à Tautavel et Montmaurin (France) ou à Atapuerca et Bañolas (Espagne).

Quels sont les descendants de Homo erectus? La continuité reste à l'état de théorie, cependant quelques fossiles nous permettent de saisir l'émergence de l'homme moderne (Kennedy I980). C'est ainsi qu'à Laetoli (Tanzanie) on a mis au jour un crâne (L.H.I8) daté de I20 000 ans environs, montrant une combinaison de caractères primitifs et évolués, dont la capacité est de I200 cc. bien que le front soit fuyant. Le torus sus-orbitaire est fort et l'os épais. Un pareil assemblage, de caractères à la fois évolués et rappelant Homo erectus, n'est pas unique en Afrique puisqu'il est également présent parmi les crânes de l'Omo (Kibish Beds en Ethiopie) et

ARBRE GENEALOGIQUE DE L'HOMME

d'après H. et M.A. de Lumley Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.



celui de Broken-Hill (Rhodésie ou Zambie). Les dates de ces formes intermédiaires sont très proches puisque les crânes de l'Omo auraient I30 000 ans (Butzer I969) et pour Broken-Hill environs II0 000 ans (Bada I974). Il existe d'autres crânes de ce type à Saldanha (Afrique du Sud), Bodo (Ethiopie) et Ndutu (Tanzanie), mais l'ensemble ne forme pas un groupe homogène, ce qui peut très bien s'expliquer en période de transition.

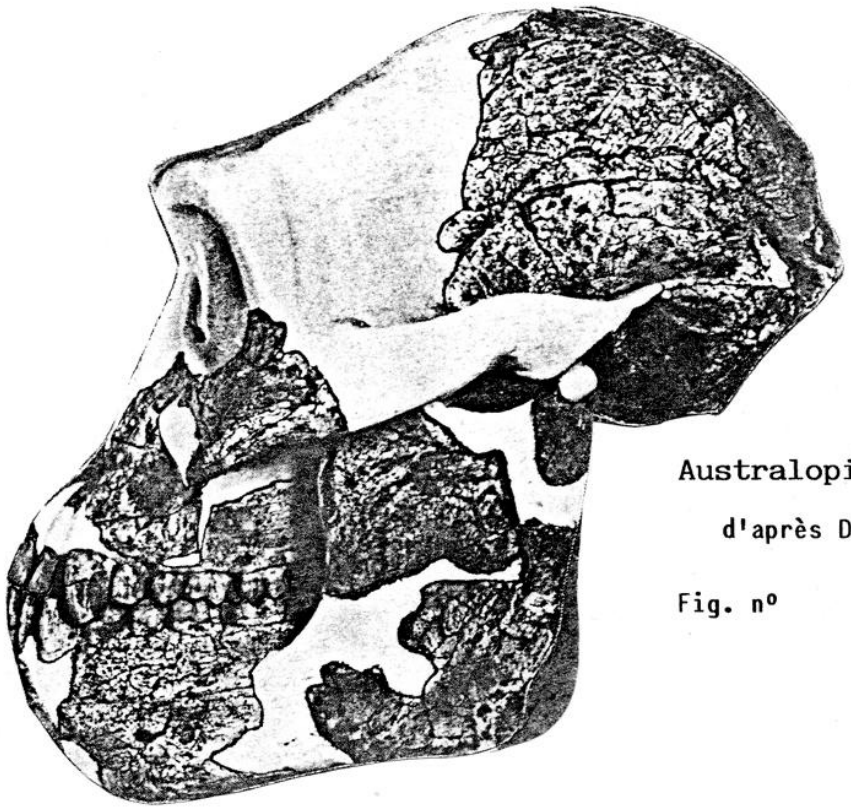
A cette étape de l'évolution humaine existe une incertitude sur la façon dont il faut tracer notre arbre généalogique car deux possibilités se présentent :

- la forme transitoire conduit à l'Homme moderne (sapiens-sapiens) à travers l'homme de Néandertal. Cependant les formes archaïques de l'Homo-sapiens-sapiens ne présentent pas les caractères distinctifs de l'Homme de Néandertal tel que le "chignon" occipital, les pariétaux arrondis (opposés aux pariétaux verticaux), une très grande capacité crânienne ou des os longs très robustes.
- à partir de ces formes de transition deux branches divergent, l'une aboutissant à l'Homme moderne et l'autre à l'Homme de Néandertal dont la lignée se fond avec celle de l'Homme moderne ou s'éteint il y a 30 000 ans environs.

En I979 Donald C. Johanson et Tim D. White ont proposé Australopithecus afarensis comme ancêtre commun des différents australopithèques A. africanus (dit gracilis), A. robustus, A. boisei (forme hyper robuste), et du genre Homo.
Australopithecus afarensis (White et coll. I978) regroupe les hominidés agés de 4 à 3 millions d'années de Laetoli en Tanzanie et de Hadar en Ethiopie.

C'est en étudiant la géologie de l'Afar, région située au N-N.E. de l'Ethiopie, et tout particulièrement les ensembles quaternaires sédimentaires le long du fleuve Awash, que Maurice Taieb découvre en I969 le gisement fossilifère d'Hadar (Taieb I974).
En I973 la première expédition internationale de l'Afar met au jour le fémur et le tibia d'un Australopithèque daté de plus de 3 millions d'années (Walter et Aronson I982). L'étude de ces os montre que ces australopithèques avaient adopté la station érigée.
A l'époque d'Australopithecus afarensis, un certain nombre de mammifères vivant dans les forêts de l'Afrique de l'Est, disparaissent au profit d'espèces aux caractères dentaires mieux adaptés à la végétation de savane herbeuse. L'étude des pollens confirme cette modification du climat qui, sans diminution de la pluviosité, amorce le retrait progressif de la forêt (Aronson et Taieb I98I, Beden I982).

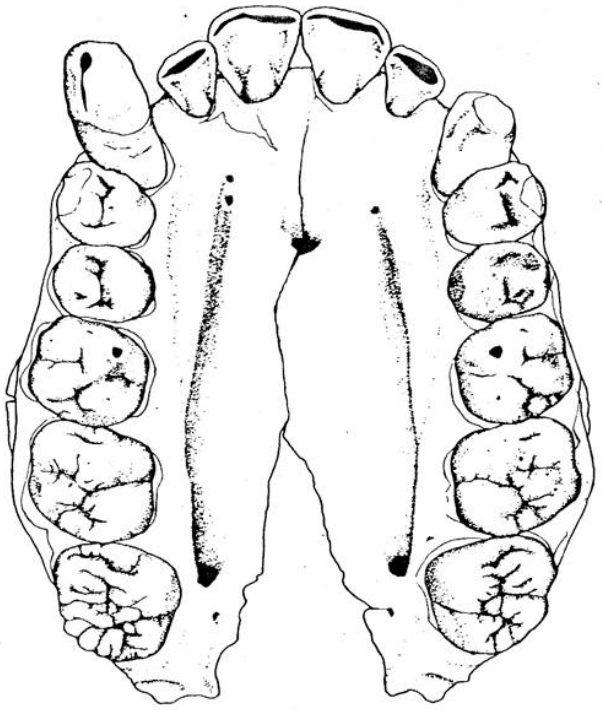
Les fossiles de Hadar représentent actuellement au moins 35 individus, dont 13 parmi ceux-ci proviennent de la même localité:333. Un sujet A.L. 288-I, baptisé Lucy, a un squelette complet à 40%. Découverte le 30 novembre I974, Lucy mesure environ I métre et possédait une capacité crânienne de 4 à 500 cm3 seulement. Ce faible développement du cerveau exclus à lui seul Lucy du genre Homo.



Australopithecus Afarensis

d'après D.C. Johanson et T.D. White

Fig. n°

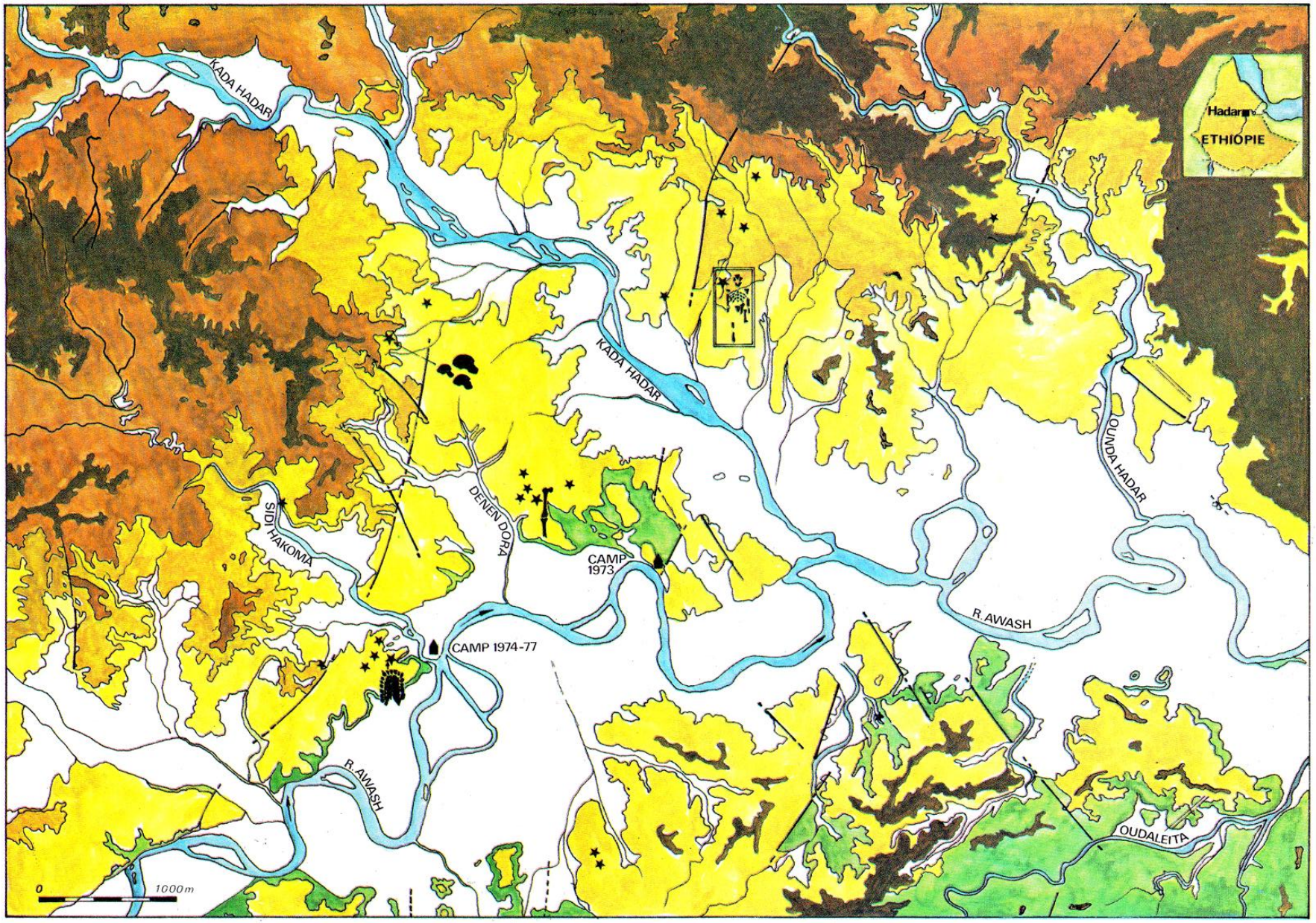


A.L. 200 1a Fig. n°

Il existe un diastème incisivo-canin et la série dentaire converge postérieurement.

Les Australopithecus afarensis ont un palais peu profond, une arcade dentaire supérieure dont les extrémités convergent et ils possèdent très souvent un diastème incisivo-canin supérieur auquel correspond l'espace entre la canine et la 1ére prémolaire inférieure.
L'usure des cuspides supports des couronnes dentaires des dents jugales (linguales au maxillaire et vestibulaires pour la mandibule) est beaucoup plus rapide que l'usure des cuspides guides, ce qui n'est pas le cas pour les Australopithecus robustus.
Les canines sont plus robustes que dans les formes plus tardives, A. africanus et A. robustus, et l'usure de la surface occlusale de la canine se fait sur deux versants asymétriques.
La première prémolaire inférieure de A. afarensis a une morphologie très primitive avec une surface occlusale ovale dont l'angle disto-lingual est très projetté. Cette dent est monocuspidée à la fois chez le mâle (A.L. 277-I) et la femelle (A.L. 288-I) et son usure est très limitée par rapport aux autres dents juguales. D'après T. White, D. Johanson et W. Kimbel (1981) ce manque d'usure peut être dû au contact en "ciseau" de la canine supérieure avec la première prémolaire inférieure.

Dans la partie Est d'Hadar les plus anciens outils évolués que nous possédions actuellement ont été découverts en novembre I976 par Hélène Roche. En janvier I977 Jack Harris met au jour de nouveaux outils "in situ" en fouillant les sédiments du même site. L'âge de ces outils serait situé entre 2,5 et 2,7 millions d'années.
Parmi les éclats de pierre datés on a remarqué des fragments osseux et un galet auquel des éclats avaient été prélevés (chopper). La plupart des restes osseux ne peuvent être identifiés mais une dent d'éléphant fragmentée et une partie de mâchoire d'antilope ont été reconnus (Lewin I98Ib).
Le site est près de l'ancien lit d'une rivière qui en période de crue a déposé des limons sur l'ensemble décrit et l'a ainsi scellé. Ce sont les tufs volcaniques ayant recouvert les limons qui ont été datés à 2,8 M.A.
Le chopper comme celui dont nous venons de parler est un outil qui a formé la base de l'outillage jusqu'à 1,5 M.A., époque où apparait de gros bifaces et des hachereaux qui à leur tour ont été les principaux outils pour 1 M.A..



Membre de base (3,25 à 3,14 MA)

Membre du Sidi Hakoma (3,15 à 2,95 MA)

Membre du Denen Dora (2,95 à 2,90 MA)

Membre du Kada Hadar (2,90 à 2,50 MA)

Pléistocène moyen à Acheuléen

Alluvions récentes (Holocène à Actuel)

Localité à Hominidés Australopithecus afarensis

Faille

extrait MAURICE TAIEB 1982

AUSTRALOPITHECUS BOISEI : PENINJ.

Robert Broom en I938 mis au jour un type de singe inconnu à cette époque près d'une localité appelée Kromdraii dans le voisinage de Sterkfontein en Afrique du Sud. Les nombreux fragments découverts permirent de reconstituer un crâne dont les dents jugales apparurent plus grandes que celles des formes connues d'Australopithecus africanus, c'est pourquoi Broon appela ce nouveau type:Paranthropus robustus.
A la fin des années 50, Louis et Mary Leakey recueillirent à Olduvai (Tanzanie) et dans d'autres sites de l'Est Africain des fossiles semblables à ceux découverts par Broon.
Il est maintenant établi que cet australopithèque vivait dans la région il y a environs 2 millions d'années, qu'il pouvait peser entre 45 et 67,5 kg et qu'il possédait un fort dimorphisme sexuel.

Le II janvier I964 une mandibule, avec toutes ses dents et en parfait état de conservation, fut découverte par Kamoya Kimeu sur la rive ouest du Lac Natron (Tanzanie). Elle reposait dans des sédiments lacustres reconnus en I959 par Mary Leakey au cours d'une traversée en voiture de la région.
C'est en I963 que Richard E. Leakey mit en évidence l'intérêt archaeologique de ces sédiments. Pendant des années Richard Leakey a guidé les hommes scientifiques venus rendre visite aux fouilles de Olduvai. Il fait alors participer les invités de ses parents à des safaris, et c'est ainsi qu'à I7 ans, en I960, il fonde sa propre organisation de safaris en Afrique de l'Est. Maintenant en I963, aprés avoir repéré le site près du Lac Natron, lors d'un survol de la région en compagnie de ses parents et encouragé par ceux-ci,il décide de préparer sa première expédition archéologique. Il prendra pour associé Glynn Isaac et avec l'accord du gouvernement de Tanzanie le travail commence en janvier I964 avec presque immédiatement la découverte de la mandibule. Elle était dans un bloc calcaire provenant d'une couche venant affleurer. Cependant les recherches entreprisent pour découvrir d'autres restes d'hominidés ou des outils associés sont restés infructueuses mis à part peut-être un fragment de quartz. Les petits fossiles présents ont été retrouvés également

dans les autres couches sableuses du site, ils n'ont donc aucune signification particulière.

Certaines conditions doivent être réunies pour qu'un animal soit fossilisé. Il faut bien entendu que les os soient enterrés peu de temps après la mort de l'animal. Pour cette raison les restes ne seront découverts que dans les roches sédimentaires venant couvrir en lits successifs la surface de la terre. Il existe trois zones principales de sédiments en Afrique de l'Est: le bord côtier, la rive des lacs et la Rift Valley.

Le "Peninj Group" représente une longue période de sédimentation à l'intérieur de la "Gregory Rift Valley". Relativement larges et peu profondes les couches sédimentaires ont été déposées sur une superficie supérieure à 300 km2 et une épaisseur ne dépassant pas I00 mètres. Les couches présentent une variation latérale du faciès: lacustre, deltaïque ou alluvial, les conditions de base de déposition sont stables, avec une salinité des eaux du lac en constante augmentation.

Avec la mandibule, les travaux d'exploration ont permis de découvrir des pierres taillées du début de l'Acheuléen ancien et des restes de mammifères (Isaac I965). La collection de mammifères comprend des Equidae, Rhinocerotidae, Cercopithecidae, Giraffidae, Carnivora, Bovidae, Suidae et Elephantidae. Les principaux gisements du début de la période acheuléenne sont à un niveau stratigraphique légérement supérieur à celui de la mandibule.

La datation, par la méthode Potassium-argon et le Paleomagnétisme, de la mandibule est comprise entre I,5 et 2 M.A. (Isaac et Curtis I974).

Les indications géologiques ainsi que la faune et la flore permettent de définir l'environnement comme ayant varié de la savane boisée à la savane formée d'arbustes et d'herbes avec, près du lac, des marécages où poussaient les joncs (Isaac I967).

L'Australopithècus boisei a été trouvé en Afrique de l'Est dans les localités suivantes: Beds I, II et IV de Olduvai Gorge (Oakley et coll. I977), Peninj (Leakey L.S.B. et Leakey M.D. I964), Chesowanja (Bishop et coll. I975), Koobi Fora (Leakey M.G. et Leakey R.F. I978) et Omo (Boaz et coll. en préparation).

Australopithecus boisei : la mandibule de Peninj découverte le II janvier 1964 par Kamoya Kimeu sur la rive ouest du Lac Natron en Tanzanie. La mission était dirigée par Richard Leakey.

Elle appartient à la forme robuste de l'australopithéque et son âge est compris entre I,5 et 2 millions d'années.

HOMO HABILIS.

Les hominidés fossiles de Olduvai (Tanzanie) ont apporté la preuve formelle qu'il existait à une époque bien déterminée de notre évolution deux lignées (Sigmon I977). L'une a conduit à l'Homme, elle est nommée Homo habilis (Leakey L.S.B. et coll. I964), et l'autre, Australopithècus boisei (robuste), serait sans descendance (Leakey L.S.B. I959). Australopithècus boisei pouvant être le cousin de Homo habilis.
L'un comme l'autre apparaissent il y a environ 2 millions d'années mais Homo habilis se transforme en Homo erectus il y a 1,6 M.A. alors que la forme robuste de l'Australopithéque disparaît il y a 1 M.A. (Cronin et coll. I98I).

Reconnu à Olduvai en I960 par Louis Laekey, c'est l'un de ses fils, Jonathan, qui le 2 novembre I960 découvre les restes d'Homo habilis au site FLKNNI et notamment les deux pariétaux qui ont permis d'apprécier pour la première fois la capacité crânienne de l'espèce. Ces os, âgés de I,8 M.A., sont plus grands que ceux attribués aux Australopithéques. P. Tobias (I964, I966) a calculé les valeurs extrèmes du volume du crâne dont ils proviennent, ces valeurs, 643 et 724 cc moyenne: 680cc, sont à mi-chemin entre la capacité maximum de l'Australopithéque, 562cc (Tobias I965), et celle du crâne le plus petit du successeur de Homo habilis, Homo erectus, 775cc.
Lors de sa mise au jour Homo habilis apparaît associé à des galets ramassés dans les fleuves ou les lacs et dont on a détaché des éclats pour aménager un tranchant.
D'autres restes du même sujet ont été découverts: une mâchoire en parfait état qui permettra d'estimer l'âge de l'individu à 12 ans, les os du pied, quelques uns de la main et une clavicule (Leakey L.S.B. I96I). Les prémolaires de ce sujet, O.H.7, indiquent une tendance, par rapport à l'Australopithéque gracile, à une réduction des dimensions dans le sens vestibulo-lingual et un accroissement dans le sens mésio-distal (Tobias I966).

Le statut d'Homo habilis est alors périodiquement remis en question (Montagu I968 avec réponse de Tobias), cependant en I972 un membre du groupe de "chasseurs d'hominidés" de Richard Leakey, Bernard Ngeneo, s'arrête sur quelques morceaux d'os exposés à l'érosion dans un ravin du lac Turkana (Kenya). Après un travail très attentif un ensemble de fragments provenant d'un même crâne furent dégagés puis assemblés par l'épouse de Richard Leakey: Meave aidée par l'anatomiste Bernard Wood. Le crâne porte maintenant le n° I470 au Musée National du Kenya, il a une capacité de 800cc et son âge remonte à plus de 2 millions d'années. Il faut ajouter que cette découverte n'est pas isolée puisqu'il existe un crâne semblable: le n° I590.

Homo habilis s'est, en quelques centaines de milliers d'années, progressivement transformé pour donner naissance à Homo erectus. Le spécimen intermédiaire le mieux connu est KNM-ER I8I3. ER I8I3 posséde des arcades supra-orbitaires marquées, un rétrécissement retroorbitaire, un crâne plus allongé (que OH I3 par exemple) une amorce de torus occipital, un prognathisme plus marqué que ER I470 et une légére fosse temporale (Day I976).

Notre étude de l'Homo habilis va concerner le matériel mis au jour prés de l'ancien lac d'Olduvai dans l'est des plaines de Serengeti, au nord de la Tanzanie à plus de I000 métres d'altitude. L'étude géologique du site a établit cinq unités successives nommées "Beds", le Bed I étant le plus ancien.

Les restes d'hominidés ont été découverts dans les différentes couches de I à IV , ces couches couvrent une période de 1,8 à 0,3 M.A.

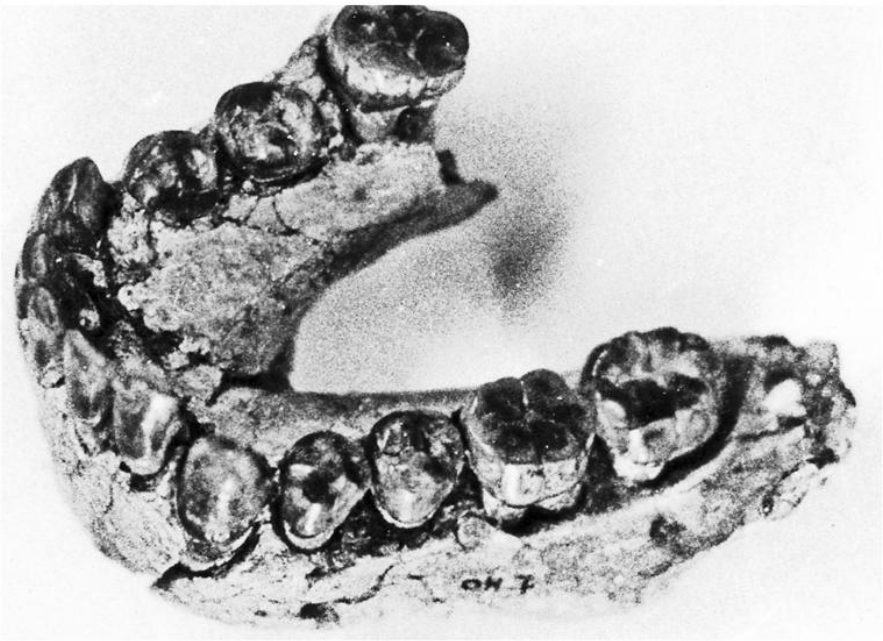
Les restes d'Australopithéques robustes n'ont été trouvés que dans Bed I et II. Le plus célébre, découvert en I959 par Louis S. B. Leakey et son épouse (I960), a été surnommé "Le Zinjanthrope".

Homo habilis provient du Bed I et de la zone inférieure de Bed II, le plus récent étant le crâne OH 13 .

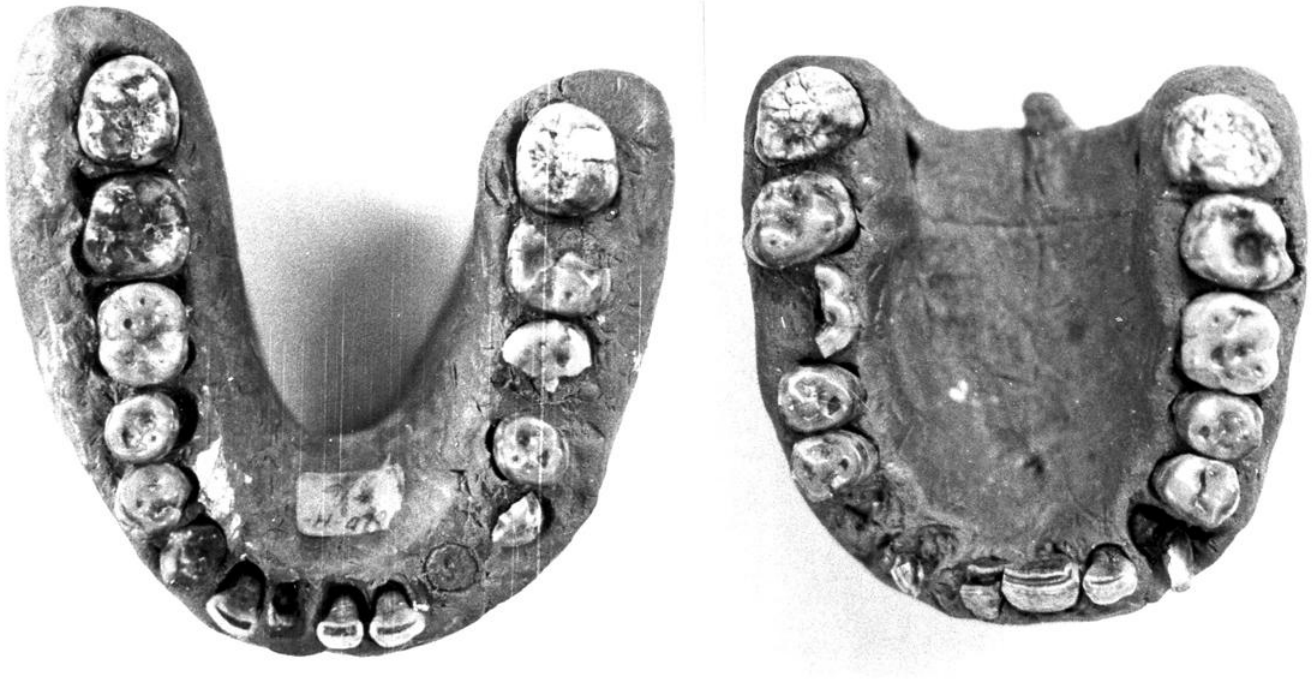
Homo erectus a été mis au jour dans Bed II et upper Bed IV (Leakey M.D. et Day I97I).

Nous comparerons les aspects microscopiques des surfaces dentaires du type de l'Homo habilis, OH 7, avec ceux d'un autre sujet paratype OH I6. Le crâne de l'hominidé I6 a été découvert en 900 morceaux car il avait été piétiné par les sabots d'un troupeau Masaï . Les troisièmes molaires ne sont pas usées et ont une surface occlusale

trés tourmentée. Les deuxièmes molaires sont particulièrement usées et la deuxième molaire supérieure droite présente dans la zone mésio-vestibulaire de la face triturante une usure en coupelle.
Il a été suggéré que la denture de Homo habilis traduisait définitivement un régime omnivore, c'est pourquoi nous comparerons les aspects microscopiques des surfaces dentaires avec ceux de singes a diète bien connue.



Homo habilis



HOMO MODJOKERTENSIS.

Le premier homme apparait à la fois en Afrique sous la forme Homo habilis et en Asie sous celle d'Homo modjokertensis (Tobias et von Koenigswald I964, Boaz et Howell I977). Les mécanismes de l'évolution font que plus une espèce est ancienne plus petite doit être sa variabilité. Il est donc très utile de rechercher ce qui distingue le premier homme d'Asie de celui d'Afrique.

Les découvertes concernant Homo modjokertensis ont été faites à Java par G.H.R. von Koenigswald. En I936 dans la couche sédimentaire Djétis près de Modjokerto (est de Java), von Koenigswald met au jour un crâne d'enfant et la même année une hemi-mâchoire droite avec la deuxième prémolaire et les trois molaires. Ces restes seront complétés en I938 et I939 par les fragments d'un crâne adulte et une mâchoire supérieure particulièrement bien conservée (Pithécanthropus IV) ainsi que de nombreuses dents isolées.

Homo modjokertensis possède une capacité crânienne de l'ordre de 750 cm3 (von Koenigswald I976). La 3éme molaire inférieure et la 2éme molaire supérieure sont les dents les plus importantes comme chez de nombreux singes anthropoïdes. Chez l'homme actuel ce sont la Ière molaire supérieure et inférieure les dents les plus importantes. La Ière prémolaire supérieure a trois racines et la hauteur de la couronne de la canine supérieure dépasse la série dentaire. L'usure de la canine ne s'est pas faite à plat mais selon deux versants.

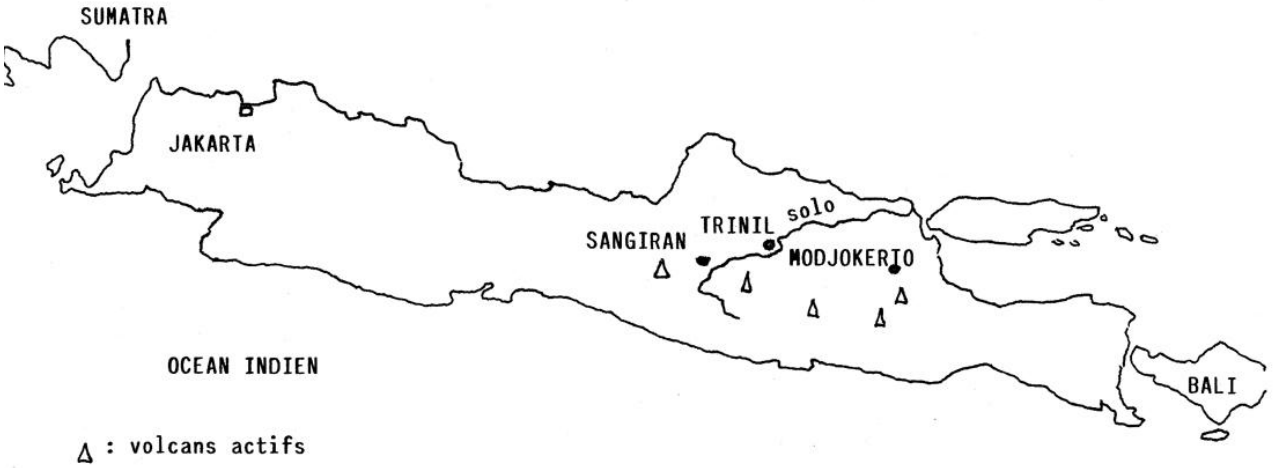
Homo modjokertensis possède un nez étroit comme chez l'homme moderne au contraire de l'australopithèque dont le nez est identique à celui des chimpanzés.

La canine par son développement et le diastème avec les incisives au maxillaire, montre son importance fonctionnelle. Homo erectus, notre prédécesseur, possédait une canine dont la racine était remarquablement développée. Ces deux constatations obligent von Koenigswald

a adopter la conclusion que les australopithèques possédant de petites canines doivent obligatoirement être écartés de la lignée humaine directe et même peut-être indirecte.
Une incisive centrale spatulée a également été retrouvée.

En I941 le fragment droit d'une mandibule très robuste est découvert à Sangiran. Il possède les deux prémolaires la Ière molaire et l'alvéole d'une canine relativement importante.
A Sangiran, après la dernière guerre mondiale, sera encore découvert un fragment de maxillaire avec une 3éme molaire.
Appelée Meganthropus, à cause des dimensions extraordinaires des maxillaires et des dents, cette forme a une Ière prémolaire plus développée que la 2ème prémolaire au contraire de l'australopithèque.
De plus la 2ème prémolaire de Meganthropus n'a qu'une racine comme l'homme moderne alors que la 2ème prémolaire de l'australopithèque a deux racines.
La longueur de la Iére molaire inférieure de Meganthropus mesure 14,5 mm, celle du gorille 15,5 alors que celle de l'homme de Tautavel est de 13,3 pour la forme robuste.

La présence de ces deux formes Homo modjokertensis et Meganthropus dans une même série stratigraphique de Java montre la grande diversité des hominidés en général.
Les couches de Djetis sont couvertes d'un conglomérat de roches puis des couches plus récentes de Trinil. C'est dans ces dernières que Dubois a découvert en I891 la calotte d'un crâne et en 1892 un fémur dont la forme est proche de celle de l'homme moderne.
En I894 il nomme sa découverte Pithecanthropus erectus.
Ces hominidés de Java proviennent tous d'alluvions au contraire des découvertes de Tautavel ou de Choukoutien qui ont été faites sous abris où l'homme a laissé les traces de ses activités.



Δ : volcans actifs

L'HOMO ERECTUS HEIDELBERGENSIS.

La plus ancienne mandibule humaine actuellement connue en Europe fut mise au jour en I907 par D. Hartmann ouvrier travaillant dans une carriére de sables fluviatiles d'un affluent du Neckar près de Mauer à I6 km au sud-est d'Heidelberg (R.F.A.) (Schoetensack I908). Elle reposait à 25 métres de profondeur, à un niveau daté par sa faune du PLéistocène ancien.

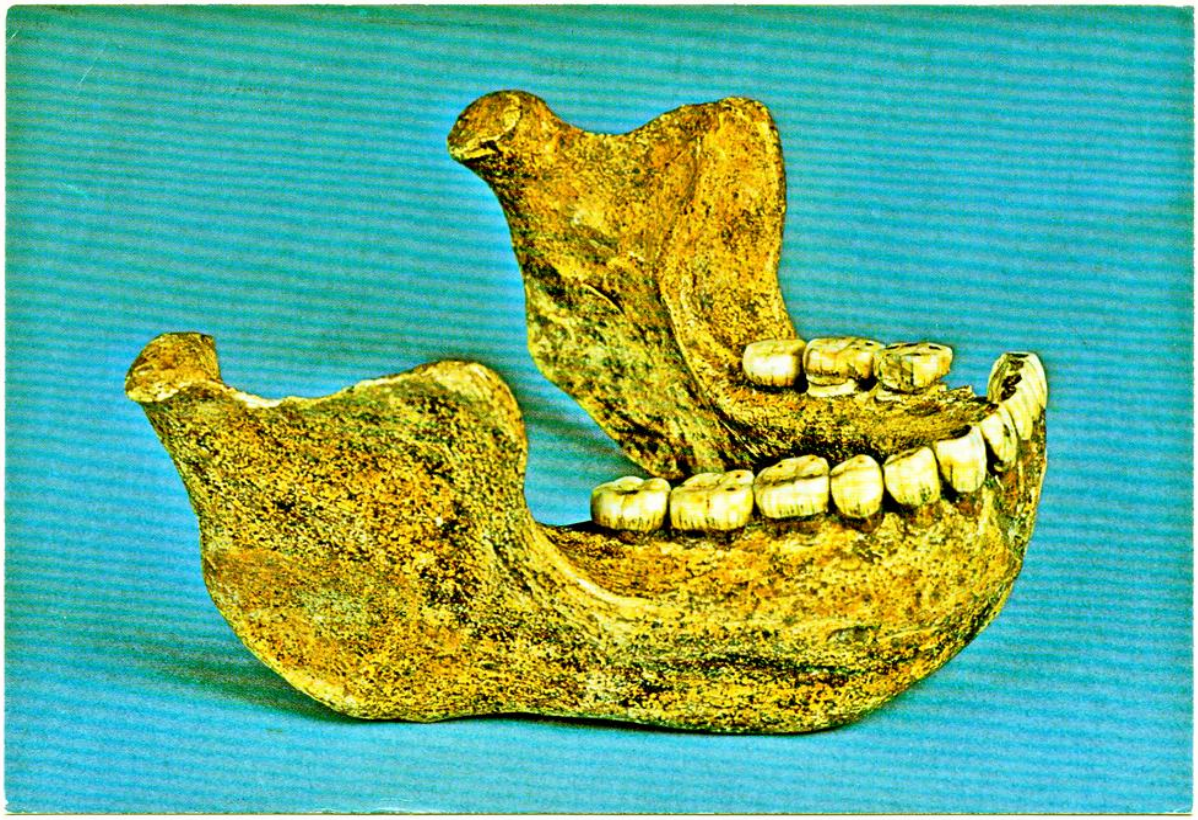
Du fait de son histoire géologique le Neckar est caractérisé par de nombreux méandres anciens et actuels. Le méandre de Mauer était situé entre 20 et 40 métres au dessus du niveau actuel du fleuve. Aprés avoir été courcircuité, il s'est formé un affluent dans une partie de l'ancien méandre.

Les datations modernes estiment le fossile âgé de 680 000 ans environs (Oakley I964, Ikeya et Miki I98I).

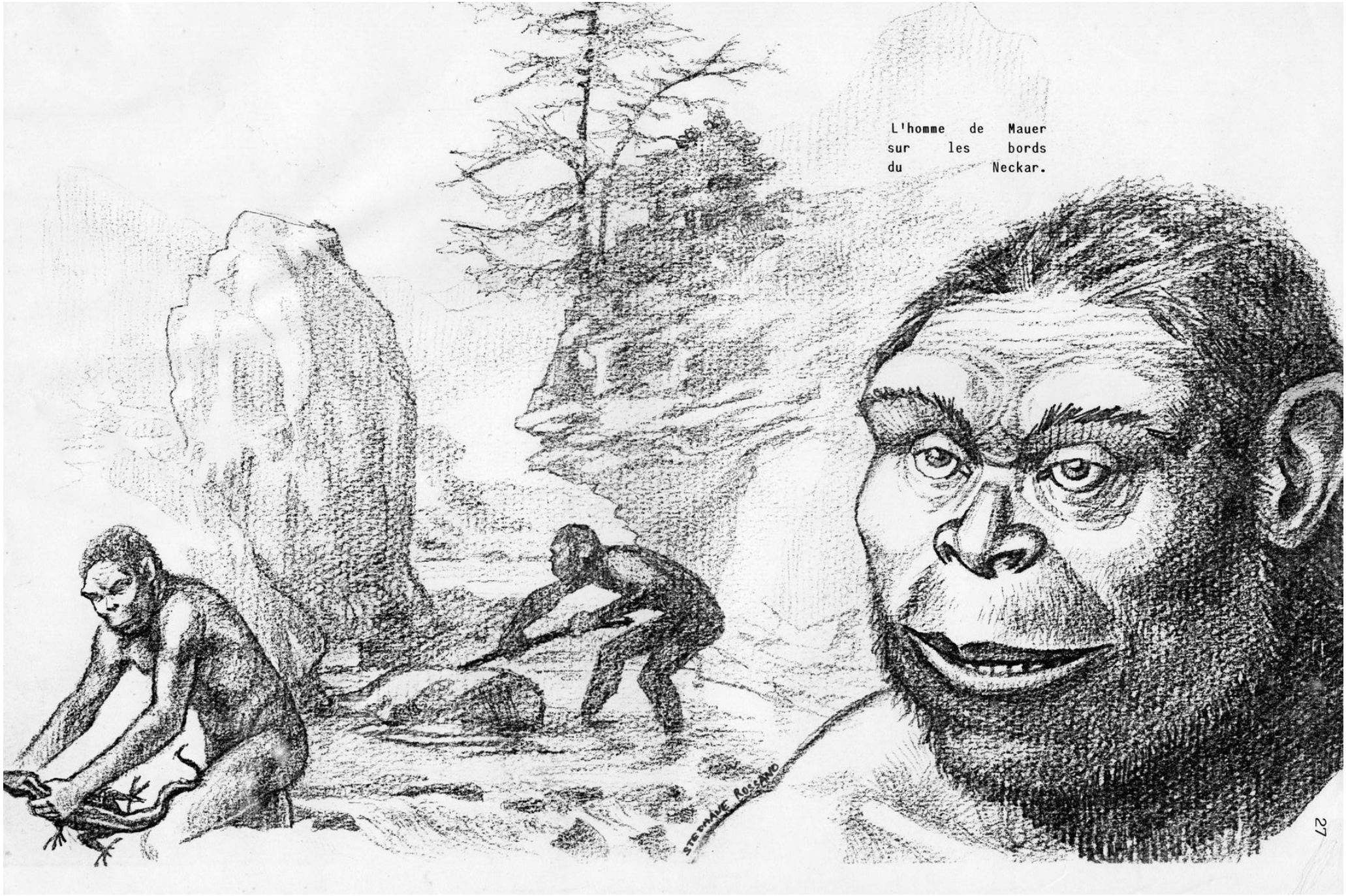
La mandibule, très massive, était complète lors de sa mise au jour, elle fut brisée en son milieu au cours du dégagement. Mise à l'abri pendant le dernier conflit mondial dans une ancienne mine, elle eut en I945 lors de son exhumation, les deux prémolaires, la première et la deuxième molaire gauches brisées. De plus les couronnes des deux prémolaires ont alors été perdues.

Le menton de l'homme est fuyant, lui donnant une forme archaïque. La branche montante est très large et a une forme presque carrée, par contre les dents sont relativement petites par rapport à la robustesse de l'os.

Les dents sont disposées régulièrement avec MI < M2 > M3. Les racines sont plus longues que chez l'homme moderne et atteignent presque les dimensions observées chez les Sinanthropes masculins.



Homo erectus Heidelbergensis : la plus ancienne mandibule humaine actuellement connue en Europe est datée de 600 000 ans environs.


L'homme de Mauer sur les bords du Neckar.
STEPHANE ROSSAND

L'HOMO ERECTUS TAUTAVELENSIS.

A Tautavel, près de Perpignan (France), Henry et Marie-Antoinette de Lumley ont mis au jour une cinquantaine d'ossements humains constituant les plus vieux restes trouvés en Europe dans un ensemble stratigraphique bien daté.

Les restes ont été recueillis dispersés sur différents sols d'habitat de la caune (grotte) de l'Arago.

La grotte se trouve à 24 km à l'ouest de la Méditerranée et à moins de 50 km des Pyrénées. Elle s'ouvre au sommet d'un abrupt calcaire, 80 métres au dessus d'une rivière: le Verdouble (de Lumley H. I98I).

Cette position a permis aux hommes qui y vécurent de chasser en toutes saisons un ensemble d'animaux aux portes de leur habitat. Le cheval au paturage d'été et le mouflon qui en hiver quitte les hauteurs enneigées faute de nourriture (Jourdan et Moigne I98I).

A l'intérieur, les hommes se sont installés pour des séjours variables dans une cuvette qu'ils ont empierrée. A cet endroit les os ont été décharnés, réduits en petits morceaux pour en extraire la moelle. Toujours mêlés aux déchets alimentaires, les restes humains se composent d'une trentaine de dents isolées, de deux mandibules, d'un crâne, de la portion gauche d'une face, de quelques éléments du squelette post-crânien, d'un os coxal, de deux fémurs et de deux péronés (Lumley de M.-A. I98I).

Ces restes permettent de bien connaître les premiers hommes en Europe. Robustes, ils possédaient un crâne à front fuyant, un torus sus-orbitaire épais et extêmement saillant, un prognathisme marqué (massif facial plus projeté en avant que chez les Néandertaliens) et une mandibule sans menton.

En vue supérieure, l'homme de Tautavel (Arago XXI) présente un rétrécissement post-orbitaire très fort, caractéristique de certains Homo erectus, qui le distingue nettement des Néandertaliens.

La capacité crânienne, calculée par reconstitution, est de l'ordre de II50 cc.

Les mandibules, très épaisses, possèdent un planum alvéolaire sur la face postérieure de la symphyse et une arcade alvéolaire convexe

en avant.

Ce chasseur est venu habiter la caune il y a 450 000 ans (Bada et coll. I98I) au cours de périodes en relation très étroite avec les fluctuations climatiques. La caractéristique essentielle de la végétation avoisinante est d'avoir un cachet méditerranéen correspondant à une période relativement tempérée. Dans les espaces découverts, apparentés à la g arrigue, coexistent des animaux de pays chauds et d'autres de pays quasiment arctiques (Renault-Miskovsky I98I).

Cet Homo erectus n'avait pas encore domestiqué le feu car on n'a retrouvé aucune trace de cendre, de charbon de bois ou d'os brûlé parmi plusieurs centaines de milliers de fragments. La datation par Resonance Electronique de Spin (E.S.R.) indique que l'Arago appartiendrait au stade le plus ancien de Chou Kou Tien (Ikeya et Miki I98I), nous verrons avec la description de l'Homme de Pekin, qu'à Chou kou tien pour la période plus récente existait de nombreux foyers.

L'HOMME DE PEKIN.

L'un des héros de la mythologie grecque, Cadmos, partit à la recherche de sa soeur Europe enlevée par Zeus. Après avoir visité quelques pays, l'oracle lui ordonna de renoncer à ses recherches et de bâtir une ville. Il fonda Cadnée (Thèbes).
Un dragon ayant dévoré deux de ses compagnons, il le tua. Une voix lui dit "Cadmos", arrache les dents du dragon et plante-les dans la terre. Il écrase alors la tête du dragon pour en sortir un grand nombre de dents. Le héros sème ensuite les dents et peu de temps après chaque dent produit un farouche guerrier.
Pour la Grèce antique, les dents de dragon représentent donc la force. Il en est de même en Chine, puisque la médecine chinoise fait depuis toujours usage de remèdes d'origine naturelle parmi lesquels on trouve les os et dents de dragons. Nous allons voir comment grâce à cette légende commune à l'occident et l'orient, de la force transmissible des dents de dragon, a été faite l'extraordinaire découverte de l'Homme de Pékin.

En I900 le naturaliste allemand K.-A. Heberer rassemble une collection de restes de dragons, en provenance d'une pharmacie de Pékin, et l'expédie à Munich. Le paléontologue Max Schlosser trouve dans ceux-ci une molaire supérieure usée attribuable, selon lui, à un homme primitif.
Le fait attire l'attention sur cette région d'Asie. En I9II, le géologue suédois J. Gunnar Andersson part pour la Chine comme conseille auprès du service géologique pour les recherches minières du gouvernement chinois. Appelé à travailler sur le terrain Andersson reconnaît des sites paléontologiques. Il s'intéresse également aux restes fossiles vendus par les apothicaires et cherche à remonter jusqu'à la source d'approvisionnement.
En Suède, l'annonce des découvertes d'Andersson stimule l'enthousiasme

* Cette description de la découverte de l'Homme de Pékin est reprise d'une publication faite par Eve Puech-Robert (I98I).

des chercheurs et provoque en I9I8 la formation d'un Comité Suédois pour la Chine chargé de développer les recherches des fossiles. Le Prince, futur roi Gustave Adolphe VI, assure la présidence du comité. Une collecte est organisée et les fonds obtenus atteignent très vite la somme de 30 000 couronnes suédoises.
Le professeur C. Wiman, chef du département de Paléontologie de l'Université d'Uppsala (ville située au N.-O. de Stockholm) décide alors d'envoyer en Chine l'étudiant autrichien Otto C.-J. Zdansky. En effet le matériel expédié depuis la Chine en Suède souffre de n'être collecté que par des non spécialistes et Zdansky est tout indiqué pour remédier à cet état.
Ingénieur des Travaux Publics, il s'est spécialisé en Zoologie, Botanique et Paléontologie. De plus il est déjà chargé de l'étude des fossiles en provenance de Chine.
Au printemps I921, muni d'une mission de 3 ans, Otto Zdansky s'embarque à Londres pour Shangai. Sans solde, mais avec l'assurance de l'exclusivité scientifique des pièces qu'il découvrira, il se rend à Pékin où l'attend Andersson.

Pour familiariser ce nouvel arrivé avec le pays, Andersson décide d'un premier lieu de prospection : la carrière de pierre à chaux de Chou Kou Tien. Cette ville, située à 42 km au S.-O. de Pékin, est d'un abord aisé puisqu'elle est desservie par le chemin de fer.
Il est fréquent, dans cette région, de rencontrer dans des roches anciennes, des poches d'argile plus ou moins vastes. Parmi l'une d'elles Andersson a repéré une colonne de latérite contenant une grande quantité d'ossements de petits mammifères (des rongeurs pour la plupart).
Un jour, pendant que Zdansky dégage les os fossiles, Andersson vient lui rendre visite à Chou Kou Tien accompagné d'un américain le Dr. Walter Granger du Musée d'Histoire Naturelle de New-York. Un ouvrier leur signale que dans une carrière désaffectée non loin de là se trouve une grande quantité d'os beaucoup plus gros. Et les conduit ensuite à l'emplacement où Zdansky devait trouver la première dent de l'homme qui sera baptisé l'Homme de Pékin.
La localité est abandonnée car il ne reste que de l'argile recouvert d'un toit calcaire en partie effondré. Dans un amas d'argile et de débris tombés de façon évidente de la falaise se trouvent des os fossiles. Les visiteurs décident de rentrer à Pékin et laissent

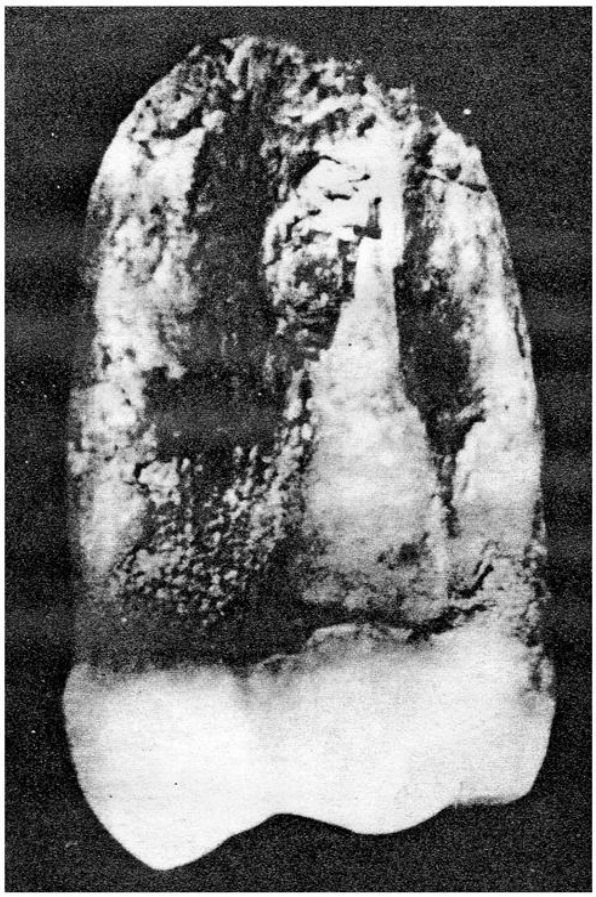
Zdansky reconnaître seul son nouveau lieu de travail.
Zdansky avance rapidement. Les fossiles sont enrobés d'argile très meuble et, au fur et à mesure que Zdansky les enlève, se dessine la grotte.
L'érosion a creusé dans la colline d'énormes cavités comblées ensuite par des dépôts dont l'épaisseur atteint une cinquantaine de mètres. Ces grottes formant la localité n'étaient donc pas visibles en I92I. Un jour Zdansky découvre une dent de sagesse supérieure droite (Ckn A3 Upp2) qu'il reconnaît comme ayant appartenu à un homme, il s'agit de la première découverte concernant le Sinanthrope. Cependant à I50 m de cet endroit, une autre grotte avait déjà été vidée, peut-être pour en extraire les "os de dragon".

En novembre I923, les fonds du comité suédois étant épuisés, Zdansky retourne en Europe. Le travail consiste maintenant à dépouiller systématiquement le matériel collecté au cours de sa mission et à le recencer. En cours d'étude il reconnaît une deuxième dent ayant appartenu à l'Homme de Pékin. Cette dent, une première prémolaire inférieure gauche, n'a pas de racine: il s'agit donc d'une dent définitive n'ayant pas encore fait éruption dans la cavité buccale (Ckn AI UppI au catalogue général des fossiles).
A l'occasion du voyage officiel que doit effectuer le Prince héritier de Suède, fin I926, la "Geological Survey of China" décide de tenir un congrès en son honneur à Pékin. Le Conservateur d'Uppsala, le Pr. Wiman, demande alors à Otto Zdansky de décrire la découverte la plus prestigieuse de la mission. Le manuscrit sur la faune de Chou Kou Tien que rédige Zdansky est prêt à être imprimé. Zdansky peut donc révéler l'existence de l'Homme de Pékin et Wiman décide qu'une note préliminaireesera lue devant le Prince. A la fois dans cette note et dans sa monographie concernant Chou Kou Tien, Zdansky ne voit aucune raison pour ne pas attribuer à l'homme les dents d'hominidé découvertes près de Pékin. Il pense même à un Homo sapiens et nous connaissons maintenant la proximité du groupe de Chou Kou Tien et des premiers Homo sapiens (Bilsborough I976).
La nouvelle provoque des remous dans le monde scientifique. Au cours de la soirée en l'honneur du Prince, le 22 octobre, J.-G; Andersson montre les photographies de ces dents au Père Teilhard de Chardin. Ce dernier n'est pas convaincu des caractères humains de la découverte de Zdansky et confirme son opinion par lettre deux jours plus tard.

Cependant le canadien Davidson Black, Professeur d'anatomie à l'Union Medical College de Pékin, reprend immédiatement la nouvelle dans une note qui paraît dans la revue anglaise "Nature" (Black I926). Nous assistons à la naissance du "Sinanthrope". En janvier 1927 Zdansky est nommé maître de conférences à l'Université du Caire et obtient la chaire l'année suivante, tandis que D. Black se voit attribuer une aide financière de la Fondation Rockfeller. Les fouilles reprennent alors activement et le I6 octobre I927 Birger Bohlin, le successeur de Zdansky, trouve une première molaire inférieure gauche qui sera l'holotype du Sinanthropus pekinensis (Black D. I927).
Ensuite les travaux du Père Teilhard de Chardin, de l'anthropologue Franz Weidenreich et de W.-C. Pei vont contribuer à approfondir nos connaissances sur l'Homme de Pékin. Jusqu'en I937 on découvrira des restes fossilisés représentant une quarantaine d'individus ainsi que de nombreux outils et des déchets culinaires parfois mélangés à des cendres.
La guerre sino-japonaise interrompt les fouilles. En juillet I94I Weidenreich quitte la Chine pour les Etats-Unis, n'emportant avec lui que les moulages des pièces. Le gouvernement chinois accepte, devant l'avancée des japonais, le transfert aux Etats-Unis des fossiles. En novembre I94I les fossiles sont empaquetés et envoyés par le train vers le port le plus proche de Pékin; Chinwangtao. A partir de ce moment tous les vestiges, à l'exception de ceux mis au jour par Zdansky et envoyés à Uppsala, disparaissent. Ils ont été égarés au cours du transport et n'ont jamais été retrouvés en dépit de toutes les recherches effectuées. Le jour même où l'armée japonaise prenait le contrôle du Pekin Union Medical College, la flotte de l'empire du Soleil Levant arraisonne le bateau américain supposé être en possession des fossiles. Cependant quand on visita les cales, on ne trouva rien.
L'enquête effectuée après la guerre revêla que les japonais avaient vainement fouillé les principales localités de Chine. Le docteur Weng Tchoung Peï qui avait notamment découvert le 2 decembre I929 le premier crâne du Sinanthrope, est soumis à des interrogatoires interrompus et musclés. Le docteur Houghton, un collaborateur scientifique, est torturé à mort, tandis que Teilhard de Chardin est gardé par le docteur Tanaka qui le sousmet à des vexations multiples.
Les fouilles vont reprendre en I949, après la libération, sous la direction de J.K. Woo et K.C. Chang de l'Institut de Paléontologie de Pékin. Otto Zdansky quitte le Caire en I95I pour Uppsala où

il réside encore actuellement.
Il se penche à nouveau sur la faune en provenance de Chine, c'est ainsi qu'une année plus tard, en I952, il reconnaît une deuxième prémolaire inférieure droite (Ckn A4 Upp.3 ; Zdansky I952).

L'apparition de l'Homo erectus en Chine s'est probablement effectuée il y a un million sept cent mille ans. Les plus anciens restes humains sont actuellement constitués de quelques dents provenant de localités situées au sud de la rivière jaune et des montagnes de Qin Ling
De nos jours la recherche des dents de dragon se poursuit activement puisqu'en I974 la fouille de la "grotte aux os de dragons" près de Jian Shi dans la province Hubei, a mis au jour des dents d'hominidés correspondant aux premiers Homo erectus
Le Sinanthrope posséde un front et une voûte crânienne bas et fuyants avec des arcades sourcilières saillantes. Les os du crâne sont épais et sa capacité varie de 850 à I220 cm3. La canine supérieure est très robuste alors que l'inférieure est spatulée comme la notre, encore faut-il distinguer le mâle des femelles car il existe un fort dimorphisme sexuel (Weidenreich I937).
L'Homme pratiquait, il y a 300 000 ans environ la cuisson des aliments
Il existe en effet quatre épaisses couches de cendres dont la plus importante reposait sur une immense dalle calcaire. On suppose que la proie principale de cet homme était un gros cerf dont on a retrouvé les restes en très grand nombre (en particulier les mandibules très épaisses : Megacéros pachyosteus). Si l'activité principale à Chou Kou Tien était la chasse, la nourriture provenait également de la collecte de végétaux dont on a retrouvé les restes dans les cendres.
L'étude stratigraphique montre que l'homme occupa par intermittence la grotte et l'examen de la répartition des ossements a montré à Zdansky qu'il existait des endroits bien définis pour les différentes activités (Zdansky I980). Par exemple il n'a pas été retrouvé de bois de cerf associés aux restes culinaires.



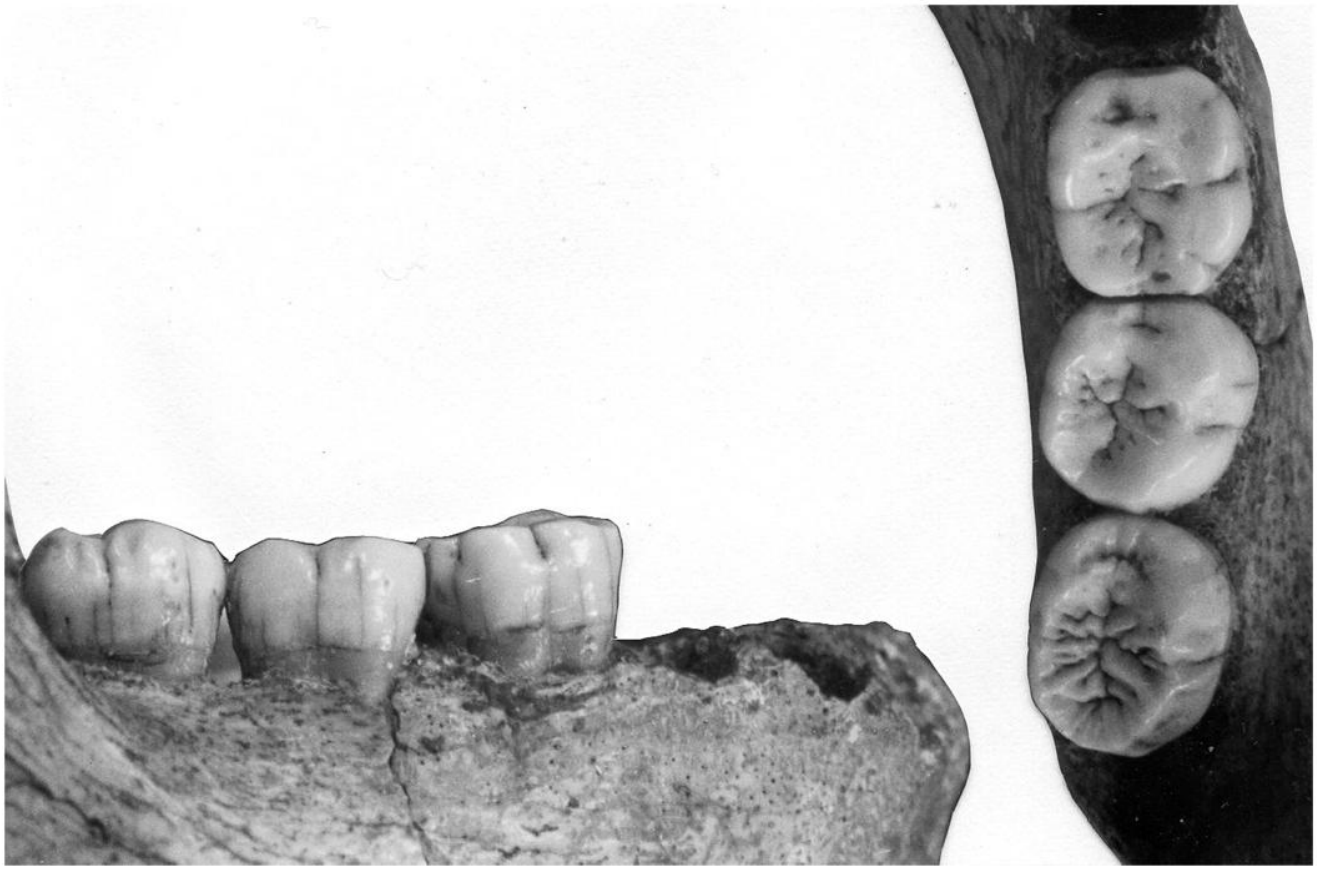
Ci-contre : la première découverte concernant le Sinanthrope ou Homme de Pékin en 1921 : une dent de sagesse supérieure

Carte des principaux sites où furent découverts des vestiges d'Homo erectus en Chine dans les années 1920-1930.

L'HOMME DE MONTMAURIN.

La mandibule de Montmaurin fut découverte en 1949 dans une galerie verticale de la falaise calcaire à 19 km au nord de Saint Gaudens (France). Le remplissage qui l'enrobait comprenait une faune chaude d'âge Mindel-Riss (Billy et Vallois 1977).

La mandibule posséde toutes ses molaires, elle est moins massive que celle de Mauer, l'échancrure sigmoïde est moins profonde et la branche montante moins large; elle possède indiscutablement les traits archaïques.



LES HOMMES D'ATAPUERCA.

Près de Burgos (Espagne) a été mis au jour en 1976 une collection de fossils humains, parmi des restes osseux déplacés empêchant l'étude stratigraphique du site.

Datés du "Pleistocène moyen" ils comprennent une mandibule de jeune femme, deux fragments d'une mandibule d'adolescent, deux fragments d'os pariétal et treize dents isolées, dont trois supérieures gauches provenant d'un même individu (incisive centrale, incisive latérale et canine).

La plupart des caractères s'intégrent à ceux des autres Homo erectus d' Europe : Mauer, Tautavel, Montmaurin et Banolas (Aguirre et Lumley de 1977).

L'HOMME DE NEANDERTHAL de LA FERRASSIE.

En I856 dans une grotte surplombant le fleuve de Néander en Allemagne, des ouvriers découvrent en faisant sauter le roc à la dynamite, un homme archaïque. Son examen est confié à Hermann Schaffhausen, professeur d'anatomie à l'Université de Bonn, qui reconnait l'une des plus anciennes races humaines ayant vécu avant l'arrivée des Celtes et des Germains.
En I868 un fossile, ressemblant d'avantage à l'homme actuel qu'à celui de la vallée de Néander est mis au jour à Cro-Magnon dans le Sud-ouest de la France. Cet être est accompagné d'outils en silex démontrant son ancienneté. L'homme ancien n'était donc peut être pas différent de nous et l'homme de Néanderthal serait un anormal.
Cependant en I886 deux individus sont exhumés près de Spy (Belgique) et leur traits sont semblables à ceux de Néanderthal. Il faut donc, pour les savants de la fin du siécle dernier, admettre l'existence à une époque "antediluvienne" d'hommes différents de nous.
A partir de I908 on découvrit en Dordogne une série de fossiles néanderthaliens. Le premier fut celui d'un homme assez âgé près du village de La Chapelle-aux-saints, puis ce fut au Moustier un adolescent. Ensuite les fragments de plusieurs néanderthaliens sont mis au jour à La Quina et en I909 le squelette de l'homme de La Ferrassie puis celui d'une femme et de plusieurs enfants, toujours à La Ferrassie.

A cette époque Marcellin Boule, du Muséum National d'Histoire Naturelle, reconstitue le néanderthalien type d'après l'homme de La Chapelle-aux-saints car le squelette est parfaitement conservé. Les différents caractères examinés à cette époque ne peuvent cependant pas être retenus pour définir l'homme de néanderthal. Ceci en fonction du sujet type choisi et des erreurs commises.

Nous avons utilisé les résultats publiés par J.L. Heim à propos de La Ferrassie (I974) pour définir le néandertalien. Il s'apparente étroitement à l'homme moderne car le redressement du corps est complet, l'adaptation des mains, des pieds et des membres est faite, de même que celle de l'encéphale. L'homme de néandertal possède cependant des caractères propres, notamment la massivité du squelette et l'hyper développement des cavités sinusales, c'est pourquoi il est nommé Homo sapiens néandertalensis.

Les néandertaliens forment une adaptation de l'évolution dont la durée de stabilité est comprise entre I00 000 et 40 000 à 35 000 ans avant notre ère. L'origine des néandertaliens reste en discussion mais on trouve en Europe grâce aux fossiles mis au jour à Tautavel certains caractères pré-néandertaliens. Cependant l'homme de Tautavel, comme celui un peu plus robuste de Pétralona (Gréce), ne posséde pas la projection antérieure des arcades dentaires que l'on constate chez l'homme de néandertal, de plus le torus susorbitaire très développé de Tautavel posséde une dépression glabellaire très marquée. Stringer et Trinkaus (I98I) ont étudié l'émergence progressive de la morphologie très particulière de l'homme de néandertal, ce n'est qu'à partir de la dernière période interglaciaire, il y a I30 000 ans, que l'on trouve plusieurs fossiles possédant très nettement des caractères typiques (Trinkaus et Howells I979).
Les premiers néandertaliens seraient ceux de Biache (France), La Chaise (mandibule de l'abris Bourgeois-Delaunay, France) et le Saccopastore (Italie).

Les néandertaliens ont occupé des régions plus étendues que leurs prédécesseurs et par là plus inhospitalières. Ils ont également connu des périodes plus froides comme celle datée de 75 000 ans environs et connue sous le nom de Würm, pendant laquelle une phase d'extension des glaciers s'établit. A ce moment l'abaissement du niveau des mers et la transformation d'une plus grande partie des mers en glace agrandit la surface des terres. A cette époque, comme au cours de la période comprise entre 50 000 et 25 000 ans avant notre ère, le passage entre la Sibérie et l'Alaska est possible par le détroit de Béring (Morlan I980). Cependant la première présence humaine détectée en Sibérie date de 40 000 ans et les premiers sites du Béring ont II 000 ans.

La Ferrassie

La mandibule est longue (I26 mm), et les dents sont amenées plus en avant que pour tout autre fossile au cours de l'évolution humaine (Trinkaus I978).

Toutes les dents ont évolué régulièrement mais leur détérioration par une usure très particulière est si importante qu'elle ne permet pas de description morphologique.

Les effets de la glaciation ont marqué le climat et l'érosion qui ont agi sur la conservation des restes en favorisant les lieux où la sédimentation était rapide. D'où une documentation de cette période fortement déséquilibrée en faveur des abris sous roche.

Les néandertaliens tiraient parti des ressources offertes par le voisinage immédiat. Lorsque les plantes se raréfient l'alimentation devient, par force, davantage carnée car le nomade suit les troupeaux. Les preuves de la présence des hommes de néandertal proviennent de tout l'Ancien Monde. Cette dispersion dans les milieux les plus divers tels que steppes et maquis, plaines et vallées, forêts froides ou tropicales présume une diversité des aliments. A cette époque les aliments sont souvent cuits et l'examen des foyers nous montre que les animaux consommés étaient de toutes tailles.

L'homme du Paleolithique moyen a un comportement beaucoup plus développé que son ancêtre puisqu'on ne trouve plus de restes humains mélangés aux restes culinaires. De plus cet homme, prisonnier de la nature, a des mythes qui traduisent des peurs élémentaires. Peur du tonnerre, des forêts, des animaux, des montagnes, de la mort.
A La Ferrassie, il y a approximativement 40 000 ans, une peuplade enterre ses morts. La disposition des squelettes dans des fosses sont en rapport avec des monticules de terre et des tranchées. Pour l'un des corps des offrandes comprennent des outils, à la finition soignée, disposés de manière particulière. Ces dispositions ne laissent aucun doute sur les intentions rituelles annonçant l'homme moderne.
La série de La Ferrassie se prête à l'étude comparative puisque les découvertes semblent être celles d'une famille. Les fouilles dirigées par MM. Peyrony et Capitan entre I909 et I921 ont permis de recueillir sept individus, la reprise des travaux de I968 à I973 a complété la série par la mise au jour en septembre I973 d'un nouvel enfant âgé de 23 mois (Heim I976 et I98I). L'adulte masculin a été retrouvé avec une dalle de pierre posée sur les épaules et la tête, la femme en position foetale les jambes repliées et ramenées contre la poitrine probablement avec des lanières. A l'arrière de l'abri le crâne d'un enfant est recouvert d'une dalle triangulaire dans laquelle avaient été creusées des cupules qui furent peut-être des inscriptions.

Les sujets de La Ferrassie se situent à la fin du Würm II, époque où les néandertaliens sont les plus représentés, alors que 5 à IO 000 ans plus tard ils se sont transformés (Stringer I975).
Les néandertaliens ne furent peut-être que des êtres de transition nécessaires à notre évolution. Les caractères apparemment excessifs étaient une adaptation à une forte pression d'un environnement hostile (Heim I974). Leur extinction ultérieure a été le fait de facteurs plus généraux et à l'atténuation, voire la suppression, des précédentes pressions par l'établissement d'un climat tempéré.

LA FERRASSIE I

Profil de l'adulte mâle 45 ans.

RECHERCHE DE L'ALIMENTATION GRACE AUX TEMOINS ARCHEOLOGIQUES.

L'étude des progrès de l'évolution de l'homme peut être divisée en grandes périodes définies par l'outillage, c'est ainsi qu'après l'âge de la pierre taillée puis polie, se succédent l'âge du bronze et l'âge du fer. Cette classification est directe et s'appuie sur des restes-témoins peu altérables et nombreux.
Le choix alimentaire, lié à l'évolution, va définir des bases économiques différentes et oppose les groupes de prédateurs (chasseurs, pêcheurs et collecteurs) aux groupes de producteurs (éleveurs et agriculteurs). Dans le cas des prédateurs les différences de ressouces sont une question d'importance relative, c'est pourquoi le terme de Collecteur-chasseur remplace parfois l'habituelle dénomination de Chasseur-collecteur (Teleki I975).
Les premiers hommes étaient des prédateurs, c'est une des raisons pour laquelle les sources d'information, directes ou indirectes, sur l'alimentation sont rares et la plupart du temps incertaines.
Parmi les sources directes, la plus évidente nous est offerte par les coprolithes dans lesquels on retrouve les restes de graines dont une partie n'a pas été digérée, des pollens dont on fera l'étude statistique et des débris osseux. On a même retrouvé des débris de coquilles de mollusques dans les coprolithes humains des Acheuléens anciens de Terra-Amata (Lumley de I966).
Les sources indirectes communément exploitées sont : la répartition de l'ensemble des vestiges, la faune et la flore recueillie sur les lieux, l'outillage et enfin la dentition.

La répartition de l'ensemble des vestiges permet parfois d'apprécier les différences d'organisation sociale des groupes, celles-ci variant en fonction des moyens de subsistance (Thompson I975, I976 et King I976) nous fournissent une précieuse indication sur l'alimentation. Nous pouvons classer les collectivités de façon progressive en

-chasseur de gros gibiers,
-chasseur de petits animaux,
-collecteur-prédateur,
-collecteur non spécialisé, et enfin en
-collecteur spécialisé.

Les écarts entre chaque type sont variables en fonction des ressources disponibles au cours de l'année.
Si les cueilleurs-chasseurs actuels sont relégués par la civilisation, ceux de la préhistoire choisissaient les milieux les plus favorables, s'établissant de préférence prés des points d'eau, sur les pentes bien exposées et en fonction des vents dominants. Actuellement l'importance de la chasse dépend de la région : en zone arctique, pauvre en végétation, elle est prépondérante alors que la cueillette fournit environ 70% des ressources en pays tropical.

L'étude du site donne une estimation des restes alimentaires.
Elle avantage les aliments carnés dont les restes sont plus facilement décelables, elle permet de mettre en évidence les techniques de chasse et de dépeçage suivant les différentes époques ou suivant la région. Il n'y a pas de données concernant la prépondérance d'une activité par rapport à une autre pour se procurer de la nourriture. Les animaux amenés sur les lieux d'habitat ne représentent qu'une sélection en fonction de différents critères comme la dimension ou le poids du gibier. Il est clair que la diète des premiers hommes ne peut être déduite avec certitude des restes de la faune associée; car les sites ont une histoire,que nous ne pouvons retracer, de leurs dépots et de leurs retraits avec une conservation différentielle. Les restes d'animaux pour les périodes plus récentes permettent de supposer la date d'apparition de la domestication grâce aux variations de taille et de morphologie.

Il existe une similitude de technologie entre chasseurs-cueilleurs contemporains et ceux de la préhistoire.
Aucune société n'étant statique, il nous faut vérifier la manière dont été utilisés les outils. Si nous admettons que les outils sont polyvalents, notre étude doit se faire en recréant les conditions de travail responsables d'un relief particulier grâce à l'expérimentation aussi proche que possible de l'utilisation des outils par l'homme de la préhistoire. Celle-ci se fait donc en fonction du site étudié, de sa faune et de sa flore mais également du sol ayant servi de plan de travail et de bien d'autres facteurs (Puech I979, Puech et Pant I980, Bunn I980, Potts et Shipman I98I).
Cette étude ne peut se dissocier de la recherche des relations qui existent entre les techniques de fabrication ou de retouche de l'outil et son utilisation.
Il est plus que probable que, lors des premières étapes du développement technologique, les retouches n'avaient pas de relation directe avec une fonction déterminée mais ne servaient qu'à réactiver une

arête émoussée. La compréhension des avantages obtenus grâce à ces différentes retouches et l'intérêt d'une spécialisation des effets semblent à l'origine d'une diversification de l'outillage.
A partir de ce moment la forme détermine l'usage. Une meilleure connaissance des effets recherchés nous révèle l'occupation journalière des premiers hommes pour se procurer de la nourriture et nous informe des changements culturels. Les modifications observées sont l'émoussage, le polissage, les éraflures, les esquillements et les striations des surfaces actives, l'ensemble formant ce que l'on nomme le relief.

Il n'y a pas d'uniformité d'opinion sur les relations morphologie dentaire - préférences diététiques (Wolpoff I978). Cependant à l'aide de mesures comme :

- la robustesse, qui est le produit des dimensions maximum des couronnes dentaires prisent entre les faces mésiales et distales et entre les faces vestibulaires et linguales (Wolpoff I973),
- du périmétre incisif comparé à la surface triturante des dents jugales;

un certain nombre d'études constatent la réduction du système masticatoire et expliquent cette réduction par une modification du régime.
L'aspect fonctionnel de la dentition se fait en considérant les dents antérieures essentiellement préhensibles et les dents jugales broyeuses (Brace I964, I979). Les dents postérieures intéressent donc plus particulièrement la consistance des aliments, elle ont de ce fait subies une régression constante de leurs dimensions avec deux paliers au cours de notre évolution, un correspondant à Homo erectus et l'autre à la révolution agricole. Cependant tous les hommes préhistoriques ne se servaient pas de leurs dents de la même façon, faisant ainsi varier l'importance et le type d'usure.
Si l'idée d'une relation entre les dents et le type d'alimentation a toujours été acceptée, la physique du phénomène d'usure n'a été recherchée que ces dernières années, permettant la mise au point d'une nouvelle méthode d'analyse des restes fossiles.
Une méthode de recherche, à partir de l'analyse chimique élémentaire des os, nous a été proposée pour déterminer la proportion relative de viande ingérée par un individu. Cependant la méconnaissance des apports ou des retraits des éléments chimiques

au cours des phénomènes de fossilisation peut rendre illusoire l'interprétation des rapports obtenus.

Citons l'étude de Schoeninger (I98I) à propos de la révolution agricole. Cet auteur atténue les risques d'erreur en comparant les résultats du calcium et du strontium donnés par les os humains avec ceux d'animaux herbivores. Cette analyse montre que l'apparition de l'agriculture au Moyen-Orient n'a pas procuré de nouvelle source de nourriture mais permis de mieux controler un moyen de subsistence.

PHYSICO-CHIMIE DE LA SURFACE DENTAIRE.

La résistance de la surface de la dent varie suivant la dureté de l'émail. Il n'existe pas de mesure de dureté, il faut la déterminer par un essai de pénétration. Les échelles ont été établies par comparaison entre l'enfoncement, d'une bille d'acier ou d'un diamant taillé en pyramide, dans un échantillon avec l'enfoncement dans une matière de référence.

Le procédé normalisé est celui qui a été défini par Knoop (1939). L'essai se fait avec une force relativement faible puisqu'elle varie de 25 à 500 grammes. Une charge plus importante briserait les matières à tester (l'émail dentaire étant comparé à des substances analogues comme le verre ou la céramique). Les charges sont appliquées pendant un temps très court, 10 secondes généralement.

L'appareil le plus utilisé est le Leitz Durimet (microhardness tester) et le diamant est appliqué perpendiculairement à la surface de l'émail poli. La simplicité du processus opératoire donne toute sa valeur à une telle analyse.

Knoop donne une valeur moyenne de 317 + ou - 30 KH (Knoop Hardness) pour l'émail, mais la dureté peut atteindre 429 KH.

L'émail est plus dur en surface et les valeurs maximales sont obtenues pour la partie occlusale de la couronne. Les essais de pénétration ont donnés à Arends et coll. (1979) les résultats suivants :

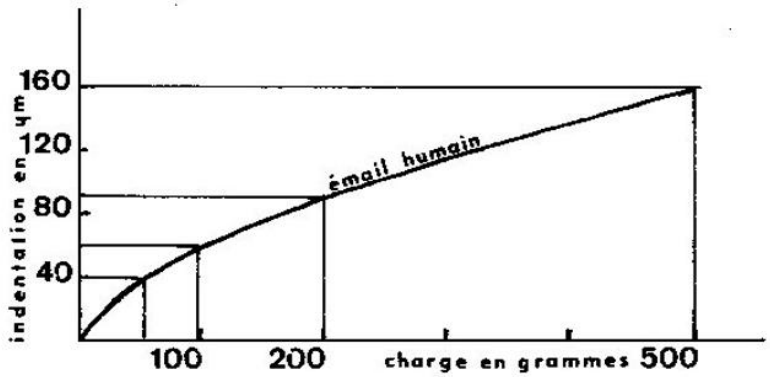


figure n°

La pénétration du "poinçon" augmente régulièrement avec la charge, le tracé en fonction du carré donne : $l=axL^{1/2}$ L représente la charge, et l l'indentation.

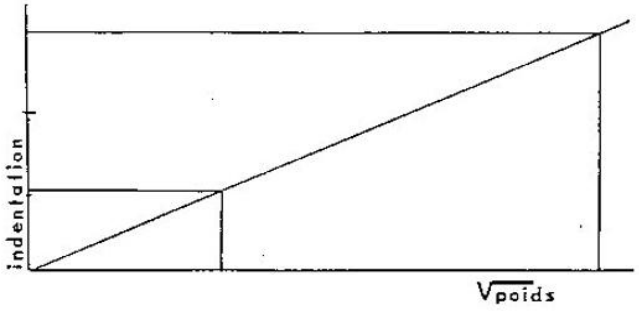


figure n°

Ce qui suppose, pour une zone donnée de l'émail, un matériel homogéne dans les limites des charges $25g < L < 500g$.

Ces caractéristiques sont sous l'inflence chimique de l'environnement. Une attaque acide permet une pénétration qui augmente en fonction de la baisse du pH et du temps d'exposition (Arends et Coll. 1979). Une reminéralisation de la surface précédemment attaquée va diminuer à nouveau la pénétration de l'outil (Gelhard et Coll. 1979). Afin de comprendre les variations de dureté il est nécessaire d'avoir une meilleure connaissance de la structure superficielle et de l'arrangement spacial.

La structure de l'émail dentaire.

L'examen d'une coupe transversale de la couronne dentaire humaine nous montre un système de lignes parallèles entre elles et au contour externe de la dent (figure n°).

En coupe longitudinale, ces stries parallèles forment un angle faible avec la surface de l'émail ou avec la dentine, il s'agit des stries de Retzius (figure n°). Elles ont une épaisseur variable et donnent à l'émail un aspect stratifié rappelant les différents anneaux d'un tronc d'arbre aprés une succession de bonnes et de mauvaises saisons, elles correspondent à des phases de moindre minéralisation au cours de l'élaboration de l'émail. L'une d'entre elles, la ligne néo-natale, retrace le passage de la vie intra-utérine à la vie extérieure.

Une autre striation est constituée par les prismes de l'émail. Tigelles extrêmement nombreuses (plusieur millions pour chaque

dent), elles parcourent l'émail dans toute son épaisseur, leur direction est donc à peu près perpendiculaire aux deux frontières de l'émail.

La surface externe des couronnes à faible grossissement (x50) semble être couverte de façon plus ou moins alternée d'extrémitées de prismes. Cependant sans préparation l'observation concerne d'avantage la subsurface de l'émail que la surface et les extrémitées de prismes sont parfois vus à travers une couche translucide sans structure.

Cette couche sans structure a une épaisseur comprise entre 6 et 20 um suivant la zone observée (Osborn I973).

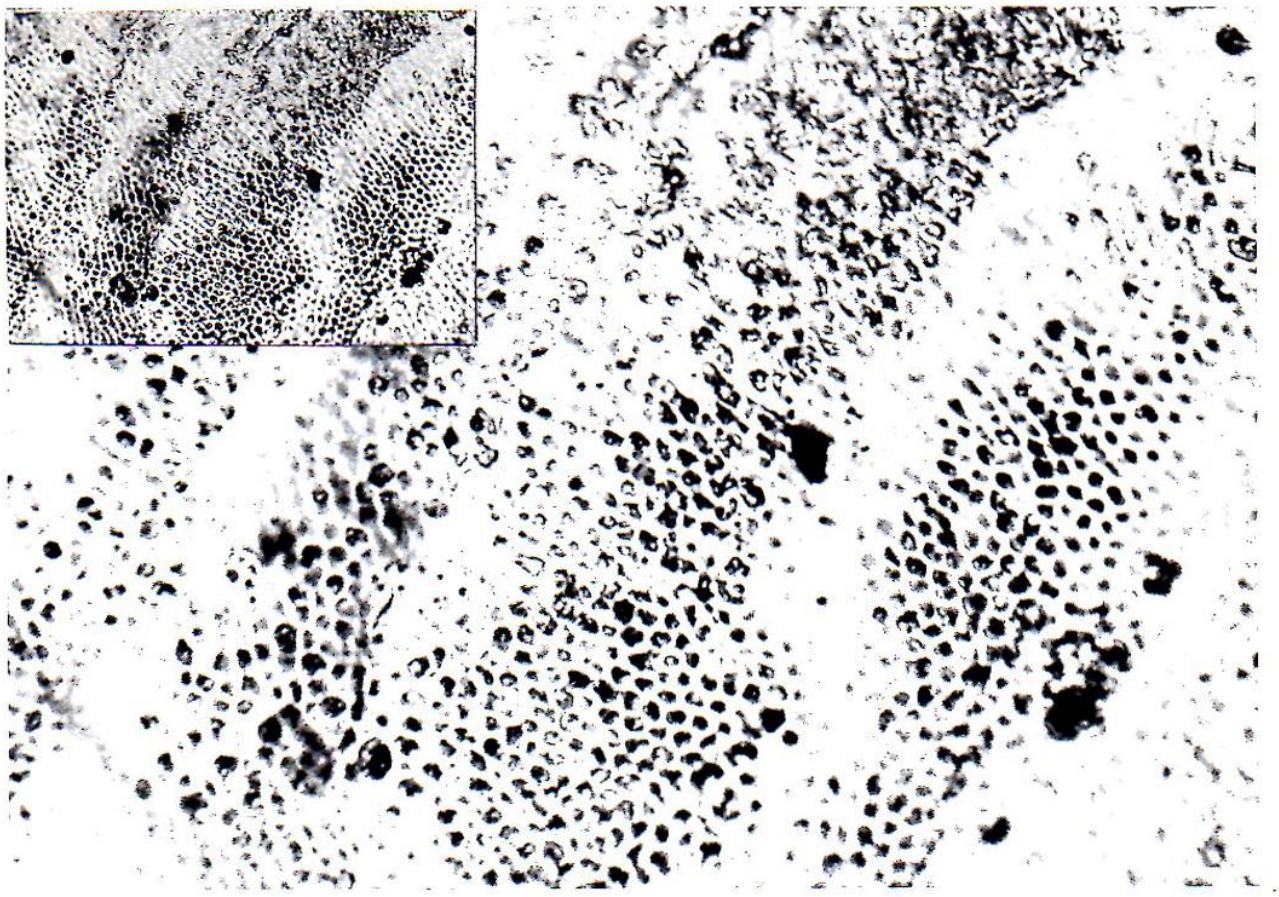
Les prismes (ou leur périphérie) atteignent la surface au niveau de creux, alors que la couche sans structure correspond à de petites élévations formant en surface des anneaux concentriques globalement perpendiculaires au grand axe de la dent. Cette alternance a été nommée périkymatie (du Grec kyma = vague) par Preiswerk (I895) (voir les photographies . . n° de la page suivante).

Pour Scott (I946) bien que les perikymaties aient été décrites comme la manifestation externe des extrémités des stries de Retzius, leur origine et développement, ainsi que leur relation avec l'émail sous jacent, n'est pas encore compris. Actuellement cette opinion semble toujours vraie.

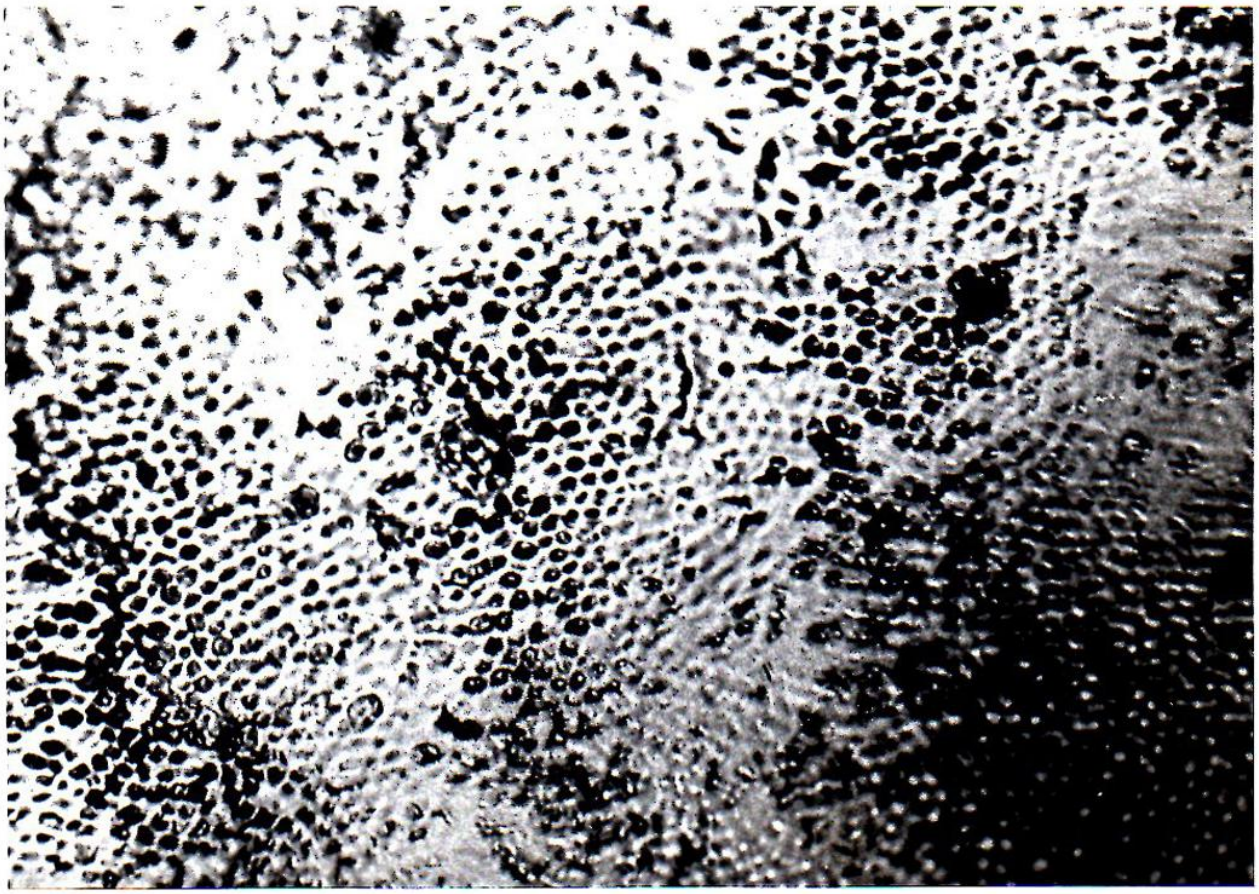
Les prismes sont divisés en sections minéralisées, séparées les uns des autres par des lignes de moindre minéralisation donnant une striation transversale (Gustafson I962). Généralement les sections sont d'une longueur standard, mais dans certains cas elles sont plus courtes. Ceci est dû à la compression des sections qui est plus fréquemment rencontrée dans la couche externe, ce qui donne une surface plus lisse avec des périkymaties moins marquées.

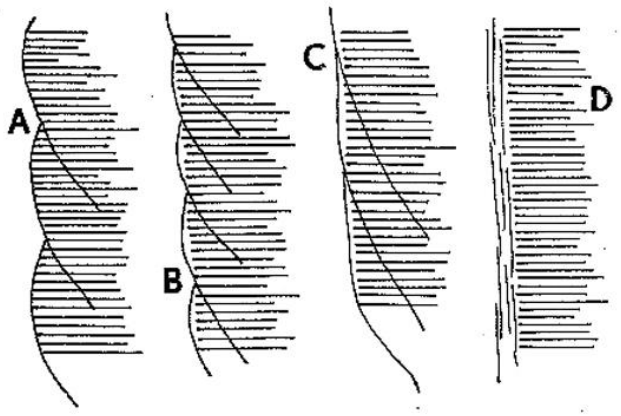
Gustafson A.G. (I962) nous démontre ainsi que l'alternance de rubans lisses avec des rubans montrant des extrémités de prismes est due à des différences de structure non seulement de la couche la plus externe de l'émail, mais aussi de celle plus profonde.

L'étude de cet auteur est faite en comparant la couche superficielle et des sections de l'émail, ce qui a permis d'établir le schéma qui suit.



Les périkymaties de l'émail apparaissent comme des vagues perpendiculaires à l'axe de la dent.





A tous les prismes atteignent la surface

B les prismes atteignent seulement les creux des périkymaties

C l'obliquité des stries de Retzius empèche les prismes d'atteindre la surface

D le laminage est parallèle à la surface

figure n°20

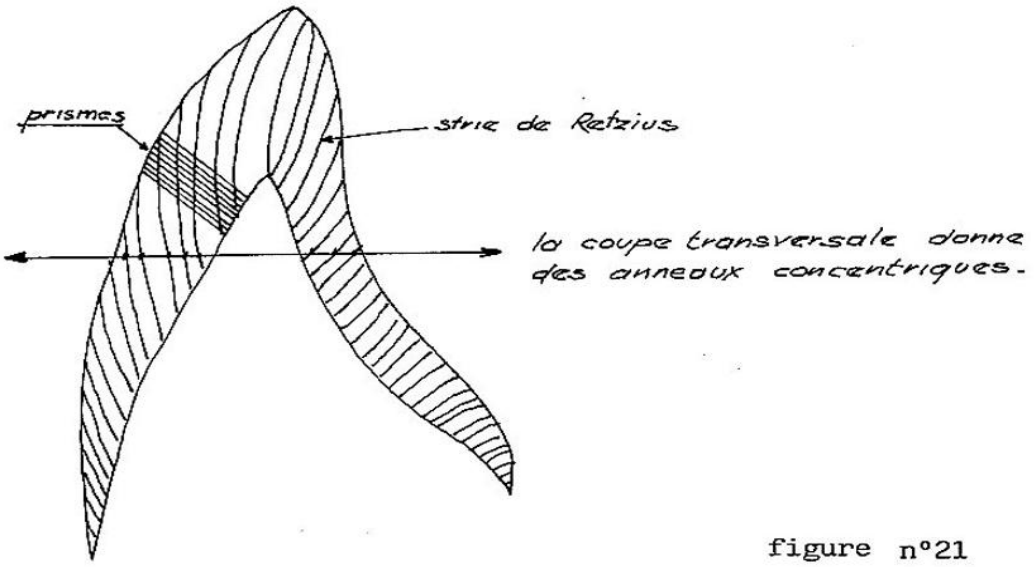


figure n°21

L'émail est très calcifié puisqu'il est composé d'environ 96% d'apatite qui est un type particulier de phosphate de calcium. De ce fait il s'agit d'un système poreux limité (Myrberg et Davidson 1975) composé d'espaces estimés, par abaissement du point de congélation de l'eau et l'utilisation de lumière polarisée, de l'ordre de 3 à 12 A.

Au microscope électronique (Poole et Johnson 1967) les creux des périkymaties sont généralement formés de puits correspondant aux prismes alors que les sommets sont apparamment sans structure discernable. Cependant il suffit d'une légére attaque acide pour que la structure des extrémités de prismes apparaissent. Le microscope électronique révèle de plus une trame organique infrastructure amorphe ou fibrillaire. Cette trame ou matrice est plus dense au niveau de la "gaine" des prismes. Il révèle également des cristaux ou cristallites formant la trame minérale dont l'orientation est approximativement longitudinale dans les prismes et oblique dans la substance interprimatique. La division de l'émail est donc principalement due à l'orientation répétitive des crystallites.

Dans les prismes, on observe une disposition "en arêtes de poisson" ou penniforme, consistant en une angulation faible et symétrique de part et d'autre de l'axe central du prisme. La "gaine" des prismes est peu ou pas minéralisée. En surface, les cristaux sont peu denses et volumineux.

R.M. Frank et Voegel en 1975 ont montré l'importance de l'orientation des cristallites et de la densité des espaces intercristallins. Les vides existant dans le réseau cristallin seraient les chemins où progressent les agents déminéralisants.

Boyde (I965) a résumé les différentes distributions des prismes chez les mammifères :

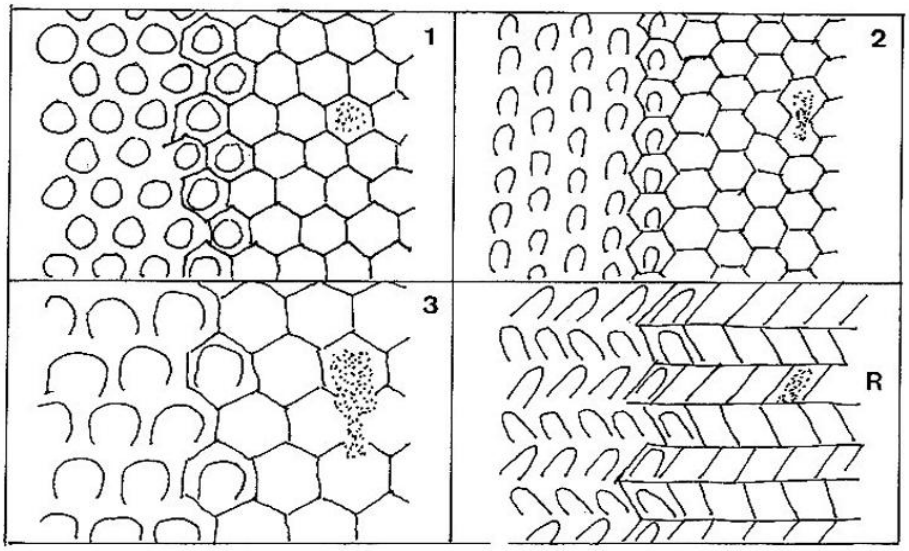


figure n° 22

Cette division des aspects des extrémité s des prismes de l'émail a conduit quelques chercheurs à supposer que la structure était particulière à certains groupes. Gantt et ses collaborateurs (I977) par application de cette analyse ont recherché la place du Ramapithèque au cours de l'évolution. Ils ont par le "pattern" de l'émail rattaché le Ramapithèque à la lignée humaine : aspect "c" en trou de serrure, l'aspect circulaire et hexagonal étant caractéristique des pongidés. Pour cette étude Gantt a utilisé des sections polies prélevées à mi-hauteur des couronnes dentaires. Il existe cependant, comme l'a indiqué Boyde, une corrélation entre la dimension et l'aspect des prismes. Une étude concernant les Australopithèques (Vrba et Grine I978) a montré que l'aspect dit "en trou de serrure" se rencontre dans le cas d'extrémité s de prismes plus grandes et qu'il est possible de trouver sur la surface d'une même dent différents aspects. Le "pattern" des prismes ne semble donc d'aucune utilité pour l'étude phylogénétique, à moins qu'il existe comme l'écrit D. G. Gantt (I979) une methode particulière pour interpréter le "pattern" des prismes de l'émail.

La composition chimique.

La composition chimique de l'émail dentaire influence ses propriétés. Il a été notamment prouvé que la susceptibilité à la dissolution est sous la dépendance de microéléments (Ludwig et Coll. I962 ;

Losee et Coll. I974). Cutress a déterminé ,en I979, les éléments présents dans la couche la plus superficielle de la dent. L'analyse de la couche externe est évidemment plus difficile à effectuer, Cutress a combiné l'attaque acide et l'analyse en spectrométrie de masse et analysé ainsi une couche de 40 µm.
L'accumulation de l'élément fluor à la surface de l'émail n'est connue que depuis une vingtaine d'années. Les dosages de l'émail total n'avaient pu révéler cette localisation préférentielle qui est actuellement démontrée par les techniques dites de micro-biopsie comme celle precédemment citée utilisant le mordançage.
Le fluor n'est abondant que sur 50 microns (I/20 éme de mm.). Le dépôt préeruptif est faible et trés vraisemblablement lié à la concentration sanguine. Le dépôt post-éruptif est par conséquent primordial. Cependant nous ne savons pas si cet élément se trouve inclus dans le réseau apatitique ou sous forme de composé distinct.

La composition chimique de l'émail fait apparaître trois constituants principaux : les ions orthophosphate, calcium et carbonate; les biologistes ont admis que le constituant principal est l'hydroxyapatite $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ associée sous une forme à déterminer à du carbonate de calcium (Montel I975). L'analyse chimique a conduit à cette conception approximative puisque le rapport pondéral Ca/P est de 2,05 à 2,09 au lieu de 2,I5 correspondant à l'hydroxyapatite stoechiométrique. La comparaison des paramétres cristallographiques de l'hydroxyapatite synthétique avec ceux de l'apatite de l'émail dentaire qui est l'apatite biologique la mieux cristallisée fait apparaître une différence significative.

Constituants chimiques. (après Orban I973).

	émail	dentine	cément en%
eau	2,3	I3,2	32
constituant organique	I,7	I7,5	22
constituant minéral	96,0	69,3	46
le constituant minéral se compose de :			
calcium	36,I	35	35,5
phosphore	I7,3	I7,I	I7,I
dioxyde de carbone .	3,0	4,0	4,4
magnésium	0,5	I,2	0,9
sodium	0,2	0,2	I,I
potassium	0,3	0,07	0,I
chlore	0,3	0,03	0,I

fluor	0,0I6	0,0I7	0,0I5
soufre	0,I	0,2	0,6
cuivre	0,0I		
silice	0,003		0,04
fer	0,0025		
zinc	0,0I6	0,0I8	

traces de Cr, La, Pr, Ne, Ag, Sr, Ba, Cr, Sn, Mn, Ti, Ni, V, Al, B, Li, Se et Pb.

LES MECANISMES DE L'USURE.

L'usure peut être définie comme une perte progressive de substance résultant d'actions physico-chimiques.
L'usure chimique est pour la plupart du temps accompagnée par une action mécanique, quand cette dernière est très faible nous observons une altération que l'on classe dans une catégorie isolée : l'érosion. L'érosion est le résultat de l'action qui ronge. D'origine non bactérienne par attaque chimique à partir des résurgences stomacales, des fruits ou des boissons, elle sert également à définir un phénomène physique par écoulement ou par impacts dans le cas d'un fluide contenant des particules abrasives. Cette dernière action peut-être responsable de l'élargissement des espaces interdentaires lors du passage d'eau boueuse (Wallace 1974).
L'action chimique s'associe à tous les phénomènes d'altération de surface et fait partie des conditions d'environnement lors de l'enlèvement de matière par glissement ou par chocs répétés.
Après l'action chimique,il faut une action mécanique d'enlèvement , cependant le phénomène inverse est plus courant : il y a d'abord formation de petits fragments par action mécanique puis ceux-ci sont transformés chimiquement.
Afin de définir l'usure des dents nous avons distingué trois modes d'action principaux : l'abrasion, la friction et la fatigue.

L'usure par abrasion est due au frottement de corps plus durs que la surface usée, par définition l'agent abrasif est d'origine externe.

L'usure par friction : l'interaction mécanique sur les conditions moléculaires des surfaces est accompagnée très localement d'une

USURE PHYSIQUE

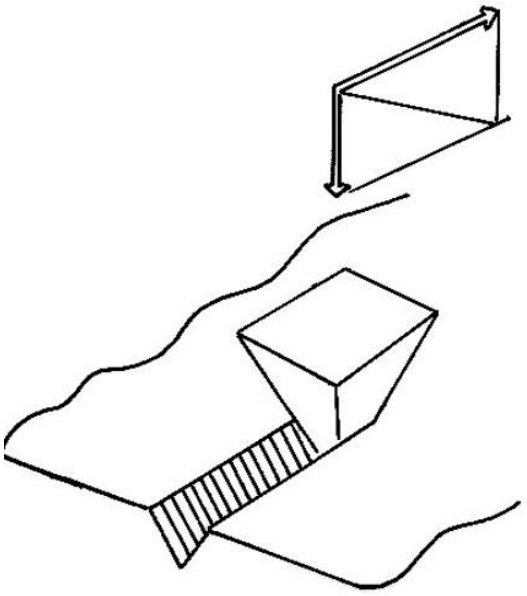
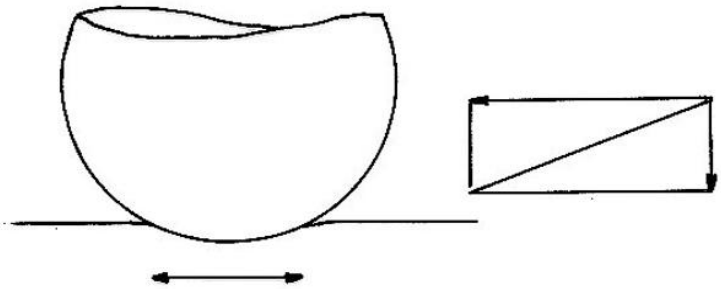


Fig. n°23 L'abrasion est due à l'action de corps durs qui provoquent un enlèvement de matière à la manière d'un outil.

Fig. n° 24 La friction a un coefficient qui dépend d'un certain nombre de paramétres comme la conductibilité thermique et les forces de liaison moléculaires.



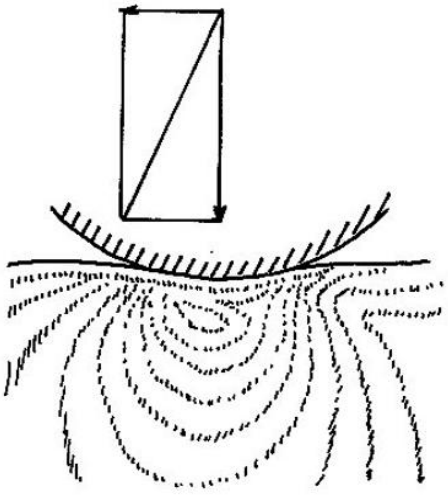


Fig. n°25 La fatigue est due aux mouvements répétés d'écrasement et de glissement des surfaces dentaires antagonistes, elle provoque une fragmentation aprés déformations élastiques. Voici un exemple de distribution photo elastique des stress engendrés.
Un accroissement de la force d'application augmente la surface de contact
La pénètration élastique s'effectue avec déformation temporaire.
La pénètration plastique provoque une déformation permanente.

élévation importante de température. Dans le cas de corps moins durs que la surface usée, une augmentation du frottement provoque une plus grande usure.

L'usure par fatigue : les mouvements répétés d'écrasement des surfaces dentaires antagonistes produisent une fatigue provoquant la fragmentation des couches superficielles par déformations élastiques.

L'usure est un phénomène progressif s'effectuant par paliers. Dans un premier temps il se produit un ajustage des surfaces et l'usure est maximale: des groupes de particules se détachent plus ou moins facilement en fonction de la liaison des structures atomiques, les tremes cohésion et adhésion définissent cette propriété. Au stade suivant existe une phase d'équilibre où l'usure est minimale. Puis les paramêtres de l'opération vont changer et la situation est compromise, ce peut être le fait de l'environnement créant une situation où les forces élastiques dépassent l'énergie de surface. En fait tous les phénomènes d'usure aboutissent à la formation de petites particules détachées qui à leur tour vont produire une autre usure par abrasion ou par friction.

L'abrasion.

Un enlèvement de matière a lieu par l'action des particules plus dures que la matière usée, l'efficacité est maximum.

Les grains abrasifs peuvent provenir :

-des morceaux détachés des surfaces dentaires,

-des particules minérales inclusent dans les végétaux,

-des poussières apportées par le vent,

-des grains ayant contaminé l'eau de boisson ou par contact avec le sol, chaque grain agissant à la manière d'un outil.

La friction.

Un certain nombre de paramêtres influencent la vitesse d'usure : pression, vitesse de glissement, texture de surface, résistance à la fatigue, coefficient d'élasticité et coefficient de friction. Dans ceux-ci entrent à leur tour une multitude d'autres paramêtres par exemple pour le coefficient de friction : la conductibilité thermique et les forces de liaisons moléculaires.

Les aspérités des deux surfaces opposées entrent en contact à la manière d'une sphère et d'un plan, c'est à dire que chaque contact se déforme de façon élastique sous faible pression et plastiquement sous forte pression. Avec une augmentation de pression, les surfaces se rapprochent augmentant le nombre de contacts et la charge supportée par unité de surface est réduite, cependant la nature du contact de surfaces planes ne change pas : d'élastique à plastique suivant la charge, il est le plus souvent élastique.
Comme les forces de friction requises pour "déchirer" les forces de liaison sont proportionnelles à la surface et que celles-ci dépendent de la force provoquant la déformation plastique, il existe une relation directe entre ces forces et tout facteur changeant la surface de contact de deux corps.
L'usure va donc être sous l'influence directe de la lubrification: les aliments provoquent donc une usure variable suivant leur rapport avec la surface dentaire qui peut se faire :
-avec lubrification, le contact direct est évité et dans ce cas les forces de friction sont inexistantes,
-avec lubrification partielle, il s'agit du cas le plus courant la lubrification étant déplacée au cours de l'action,
-sans lubrification, l'usure est alors importante et la matière enlevée s'interpose ce qui accroît les dommages.
Il découle de cela que les surfaces lisses entrent mieux en contact et que les forces de friction augmentent avec les forces d'application,comme dans le cas des surfaces d'attrition.

La fatigue.

L'usure par fatigue est un phénomène si complexe que nous ne parlerons que des effets. Par l'action de forces répétées se produit des déformations cycliques qui provoquent un détachement de matière. Bien que ce mécanisme soit peu actif, il prédomine dans l'usure dentaire car il a lieu avec ou sans interposition de substance entre les dents opposées ou voisines parcequ'il ne nécessite pas un coefficient de friction important mais de nombreux stress alternés.

Les surfaces des couronnes dentaires triturantes servent à broyer la nourriture et vont donc subir ces différentes formes d'usure.

On admet généralement que les surfaces dentaires opposées ou voisines ayant des contacts directs se détériorent par attrition. L'attrition est le résultat du frottement mutuel de deux corps durs. La surface dentaire peut s'user de cette façon soit par contact des dents du haut avec celles du bas, soit par le contact des dents voisines sur une même arcade. Le diagnostic se base sur l'opposabilité des surfaces antagonistes. L'attrition sévère donne aux limites du contour de la surface usée un angle vif (Rensberger 1978).
Une surface d'attrition subit donc outre l'action de l'abrasion, de la friction et de la fatigue lors des diverses fonctions de mastication ou de préhension, une action de fatigue et de friction lors des contacts interdentaires parafonctionnels.

LA DENT OUTIL DE MASTICATION.

La plupart des travaux concernant l'usure des dents reposent sur la distribution des facettes d'usure provoquées par le frottement des dents des arcades opposées. Cette distribution est une précieuse indication de la valeur relative des forces auxquelles ont été soumises les dents d'un individu. Il existe en effet de grandes variations au sein d'un même groupe car il se fait une selection individuelle de la nourriture en fonction de différents facteurs comme le goût personnel, l'âge ou certains tabous, De plus les heures et les durées consacrées à l'ingestion sont trés variables suivant les occupations.

L'effort de mastication n'est pas uniformément réparti et la mandibule adapte ses mouvements pour donner le maximum d'efficacité. Il existe cependant quelques controverses sur la nature de la relation entre la forme et la fonction : si l'épaississement des mâchoires au niveau des molaires peut être considéré comme donnant une plus grande possibilité d'action aux dents jugales, l'élargissement des surfaces occlusales est insuffisant pour témoigner de la présence d'une nourriture coriace. Les dimensions dentaires dépendent en effet de plusieurs facteurs comme la taille des individus par exemple (Pilbeam et Gould I974) ou le dimorphisme sexuel (Wolpoff I976).

Il existe certains arrangements morphologiques au sein d'une même famille que l'on peut relier au regime alimentaire, par exemple: parmi les Primates supérieurs, les singes ayant une alimentation omnivore réputée abrasive (Macaca, Papio, Theropithecus, Cercopithecus) ont une couche d'émail occlusal des dents jugales plus épaisse que d'autres Primates ayant une alimentation moins abrasive: folivore ou frugivore (Colobe, Presbytis, Alouetta, Ateles, Pan, Gorilla) avec peut être une exception selon Smith et Pilbeam (I980) pour l'Orang-outan qui posséde un émail épais bien que frugivore (dans quelle proportion et quelle est la dureté des écorces des fruits et leur abrasivité ?).

Au cours de la mastication il existe un certain nombre de temps pour lesquels chaque groupe dentaire joue un rôle différent.

La viande ne peut être coupée par les incisives, aussi sera t-elle amollie lors d'une première mastication par les dents postérieures, la canine et les dents antérieures ayant servies à la préhension ou pour déchirer. Les dents antérieures du haut et du bas peuvent serrer la nourriture et permettre la séparation en deux parties par traction manuelle de la portion externe. Les forces exercées sont axiales afin de maintenir et amorcer la déchirure qui est facilitée par la force d'écrasement.
Une fois suffisamment amollie, les dents percent et fragmentent la viande, les reliefs des couronnes dentaires agissant comme des ciseaux.

Les sillons et les crêtes déterminent la conformation anatomique des surfaces triturantes en divisant celles-ci en cuspides (pointes) et en fosses (creux).
La cuspide possède un versant interne dirigé vers le centre de la couronne et un versant externe vestibulaire ou lingual.

Un aliment introduit dans la cavité buccale est réduit par une série d'élévations et d'abaissements de la mandibule (cycles) qui peuvent varier en importance (Kay et Hiiemae I974). L'élévation se fait en deux temps :
- le premier temps consiste à réduire en pulpe la "bouchée" grâce à un écrasement avec pénétration des pointes cuspidiennes dans l'aliment sans qu'il ne se produise de contact dentaire,
- le deuxième temps a pour but de cisailler et (ou) de moudre les aliments, il se produit alors éventuellement des contacts entre dents opposées.

Le but de la mastication est donc d'amollir, sectionner et moudre au cours d'une série de cycles. La durée de ces cycles varie de 0,6 à I seconde.
Le premier temps provoque un attendrissement et une fragmentation du bol alimentaire par élévation brusque des dents du bas qui compriment la matière et la compartimentent par pénétration des cuspides. Celles-ci s'émoussent et, lorsque la dentine est mise à nu, finissent en coupelles. La nourriture molle formée de petits morceaux ne demandera que quelques cycles de ce type. Une masse importante ou composée d'éléments de différentes duretés, comme les petits animaux que l'on mange avec leurs os, demanderont une action préliminaire extrêmement active avec une élévation brutale de grande amplitude (I6 à 30 mm).

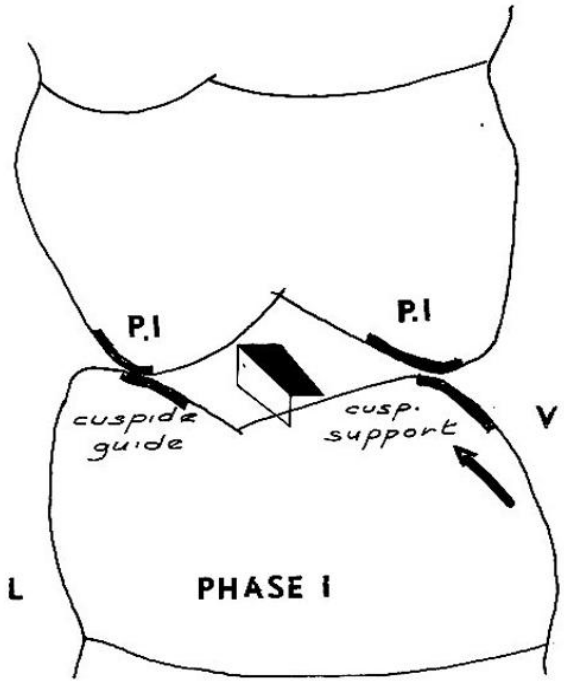
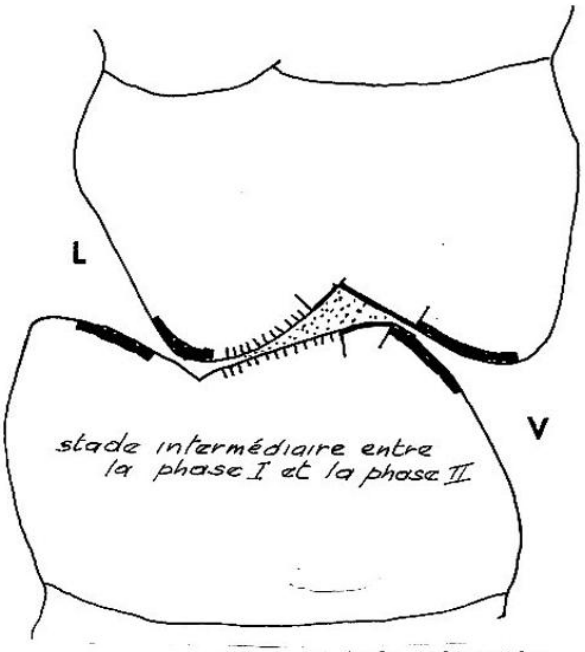
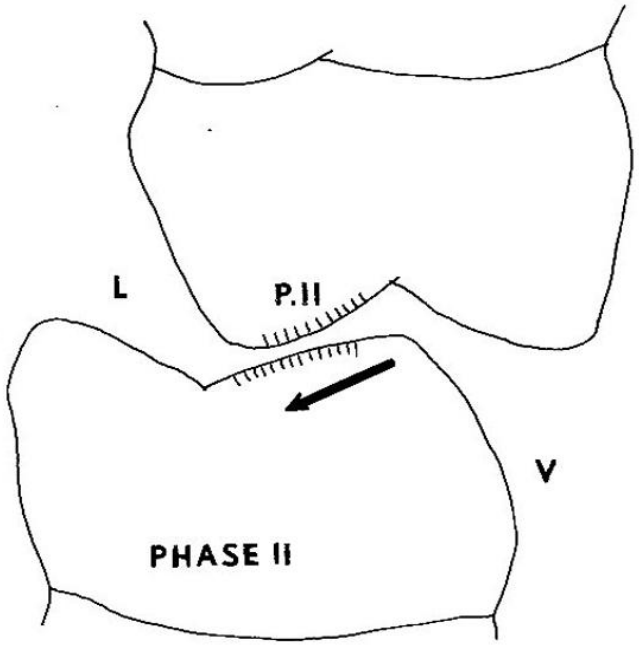


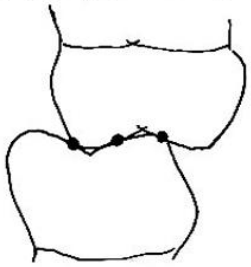
Fig. n°26 La cuspide est divisée en versants interne et externe.La cuspide support a ses deux faces fonctionnelles alors que la cuspide guide conduit au cours des mouvements les cuspides support par leur face interne, la face externe n'étant jamais fonctionnelle.
PHASE I de la trituration, action de "cisailler".





PHASE II de la trituration, action de "broyer". La cuspide support s'use beaucoup plus vite que la cuspide guide sauf si les mouvements latéraux sont très importants.

les contacts en occlusion indiquent les zones qui subissent l'attrition.



Une cuspide non abrasée s'emboite dans une fosse par des contacts punctiformes permettant la coupe. Au cours de l'action préalable pour attendrir les aliments l'action de coupe n'est qu'amorcée. Dans la trituration les points de contact glissent sur les versants pour morceler les aliments. La nourriture est maintenue et comprimée entre les surfaces antagonistes.

Le temps I est donc basée sur une action appliquant le principe de la concentration des forces sur la surface réduite des pointes cuspidiennes (Fortelius I98I).
Le deuxième temps va cisailler et moudre les aliments par glissement des surfaces antagonistes les unes sur les autres. Il s'agit d'un mouvement guidé provocant une usure par frottement. L'action coupante "aiguise" les dents, alors que le mouvement en "meule" par son utilisation des reliefs au cours du déplacement latéral, va supprimer ces reliefs (Lund I976).
L'importance relative des temps I et 2 est fonction de l'aliment mastiqué, ainsi le mode d'usure des dents sera donné par la proportion de temps mis par les pointes cuspidiennes pour l'attendrissement, le cisaillement, l'écrasement et au cours de l'effet de meule.
La nourriture végétale fibreuse doit pour la digestion être complètement broyée, ce qui oblige à une série plus importante de cycles avec une phase 2 plus appliquée. Il en est de même pour la viande coriace, mais l'action nécessaire est différente puisqu'il s'agit du cisaillement.
Le temps 2 est plus lent que le temps I, non pas parceque l'action des dents est plus longue mais, parceque les mouvements sont ralentis (Crompton et coll. I976, Lund I976).

Il est donc possible à partir de la morphologie des surfaces occlusales et de leur usure, de mesurer les parties actives au cours des différentes actions. Kay en I977 a décri ainsi un certain nombre de mesures prisent sur la surface occlusale de la deuxième molaire, il ne recherche pas l'utilisation faite par un sujet déterminé mais quelle est la morphologie pour une espèce donnée dont on connait le régime habituel. La hauteur des cuspides sert à interpréter la résistance à l'usure dentaire, les surfaces coupantes ou celles utilisées pour écraser, comme le reflet de l'importance des mouvements de coupe ou d'écrasement au cours de la mastication. Cette étude morphologique sert à comparer différentes espèces ou à situer un stade évolutif (Corruccini et McHenry I980,McHenry et Corruccini I980).
Il existe une autre méthode de mesure que nous avons cité précedemment, elle consiste dans la comparaison du périmétre incisif avec la surface triturante post-canine. De cette façon il est possible de rendre compte du développement préférentiel de la zone triturante dans le cas d'une alimentation fibreuse réclamant des molaires bien structurées afin d'écraser puissamment la cellulose et de

LES ELEMENTS FONCTIONNELS DE LA FACE TRITURANTE DES MOLAIRES.

Les facettes d'usure des premières et secondes molaires supérieures et inférieures du gorille (à gauche) et de l'homme (à droite) d'après J.R.E. MILLS (I978).
Les facettes sont numérotées d'après P.M. BUTLER (I973). Fig. n°27

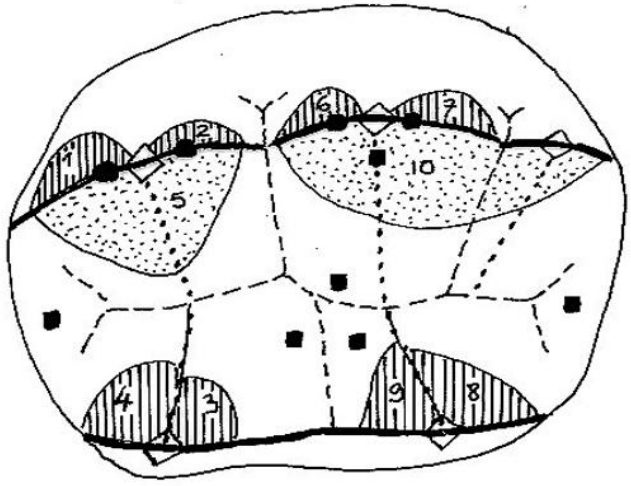
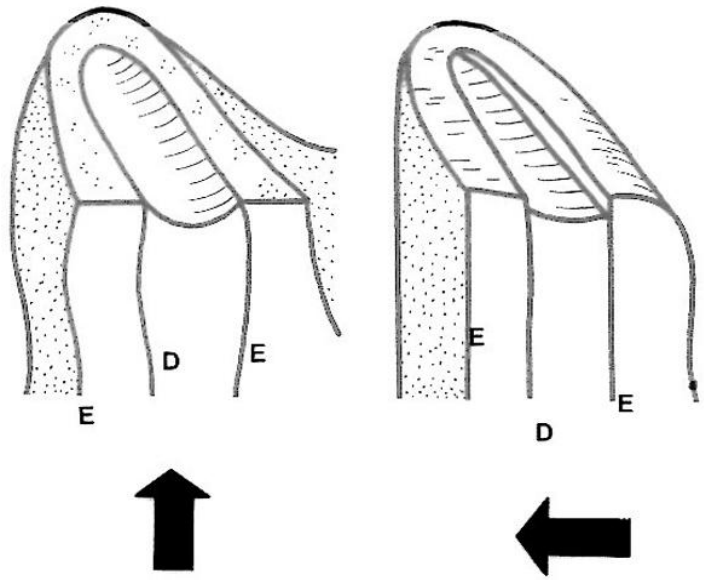
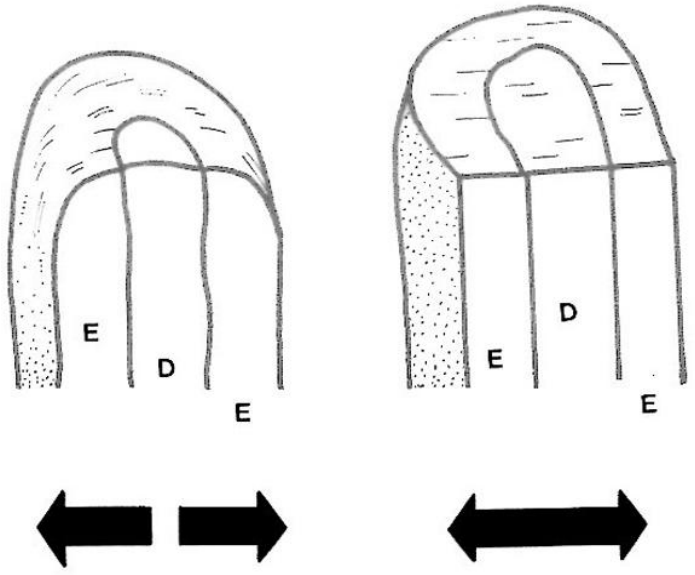


Fig. n° 28 La première molaire inférieure de l'homme a une face occlusale divisée par des sillons (⎯ ⎯) et des crêtes (⋯⋯) qui déterminent ainsi des cuspides (reliefs) et des fosses (creux).
Les points de contact en relation centrée avec les dents opposées sont indiqués par de gros points (■). Lors de la mastication la mandibule provoque par ses mouvements d'autres contacts au niveau desquels se forme des facettes d'usure que nous avons numérotées d'aprés la classification de Butler.

USURE MACROSCOPIQUE DES SURFACES OCCLUSALES DES DENTS EN FONCTION DU MOUVEMENT PRINCIPAL.

figure n°29





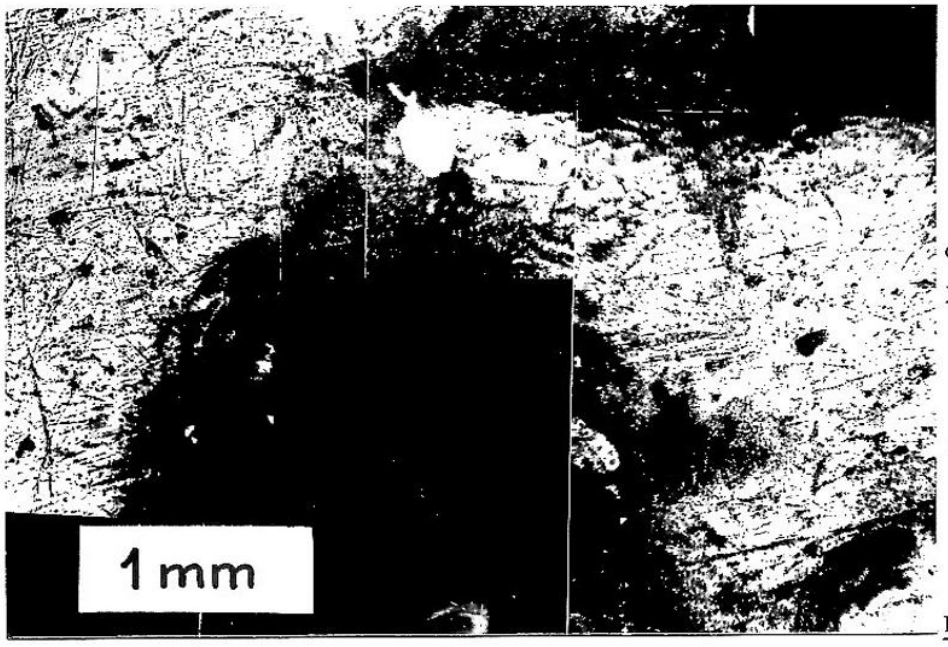
Si à l'écrasement s'associe un glissement: la dentine non protégée par l'émail s'ususe plus vite.

coté vestibulaire

fig. n°30

L'HOMME DE MONTMAURIN,face occlusale, dent 46 ; remarquez l'ombre située entre la dentine et l'émail indiquant une plus forte usure de la dentine et par là le mouvement principal lors de la trituration de retour de la dent en latéralité vers la position centrée.

M



coté vest

coté ling.

D

fig.n°31

L'HOMME DE MAUER,dent 46, mvt. de cisaillement g-d et d-g bien réparti.

rendre les aliments digestibles (Kay I973, Hylander I975).

Pour l'homme, il existe un choix flexible de la nourriture et non un simple assemblage carnivore-herbivore, de plus lors du repas le comportement peut être très différent d'un individu à l'autre.

L'USURE VARIE AVEC L'AGE DU SUJET.

L'usure atteint en premier les reliefs, puis la couche d'émail disparait par endroits et des îlots de dentine apparaissent.
L'attrition par contact entre les dents mandibulaires et maxillaires va en premier lieu provoquer la formation de petites surfaces d'usure brillantes sur les reliefs occlusaux. L'arcade supérieure circonscrit l'arcade mandibulaire et il existe un décalage mésial (vers l'avant) d'une demi cuspide mandibulaire, les incisives inférieures étant moins larges que les supérieures. Une dent d'une arcade est donc en rapport avec deux dents de l'arcade antagoniste, le rapport cuspide fosse se fait en trois points sauf au niveau des surfaces marginales où elle se fait en deux points. L'alignement des sillons principaux, séparant les cuspides vestibulaires des cuspides linguaux ou palatins des dents jugales, forme une gouttière mésio-distale (d'avant en arrière). Celle-ci est régulièrement contrariée car il existe un bord surélevé au contact des dents voisines que l'on nomme : crête marginale. Les deux crêtes marginales de dents en contact forment une surface marginale s'articulant avec une cuspide de la dent antagoniste.

Les rapports sont anatomiques et s'observent lors de l'intercuspidation maximale, à partir de cette position une série de mouvements sont possibles.
Au cours de ces mouvements : mouvement en avant de la mandibule (propulsion), en retour arrière (retropulsion), mouvement en arrière de la mandibule (retrusion), le retour en avant (protrusion) ou le mouvement en latéralité droite ou gauche, le glissement des dents antagonistes va produire une usure par frottement.

Nous observerons bientôt une coalescence des îlots dentaires, puis la disparition de l'émail occlusal central, avec des étapes suivantes diminuant progressivement la hauteur de la couronne dentaire en mettant parfois le nerf à nu, ce qui provoque invariablement une réaction pathologique à l'extrémité des racines de la dent.

Les variations de degrés d'usure entre sujets de même tranche d'âge physiologique seront une bonne indication des différences d'alimentation ou de charge abrasive, celle-ci pouvant être additionnée de particules de calcaire ou de silice provenant des meules, des poussières ou de la terre lors de la cuisson à même le feu.

Les relevés des différentes usures dentaires peuvent se faire à partir d'échelles ordinales (Miles I963, Molnar 1972, Scott 1976) ou d'échelles d'intervalle (Walker 1978), ces dernières ne peuvent cependant pas être employées à propos de dents ne présentant que peu d'usure.

Scott (1979) divise chaque surface occlusale en quadrants notés suivant l'usure de 0 à10, et il effectue la somme des valeurs obtenues pour une dent.

0 : Il est impossible de mesurer l'usure (dent en inocclusion, perte de l'organe...).

1 : Facette d'usure invisible ou très très petite.

2 : Facettes d'usure mais les structures de l'émail sont encore très visibles. Si la dentine est exposée, elle ne l'est que par un point.

3 : La cuspide est largement usée mais existe toujours.

4 : Le quadrant est plat mais la dentine n'est pas plus visible que par un point.

5 : La dentine n'est visible que sur le quart de la surface du quadrant.

6 : La dentine est bien exposée mais il reste encore un pourtour d'émail.

7 : L'émail n'est visible que sur deux côtés du quadrant.

8 : L'émail n'est que d'un côté (en général l'anneau externe).

9 : L'anneau d'émail devient très fin.

I0 : Il n'existe plus d'émail.

Comme la dent ne s'use pas uniformément, la mesure par quadrants reflète très bien l'état des surfaces occlusales. En raison du rap-

port qui existe entre l'âge et le degré d'usure, il ne peut être question de tirer parti de l'analyse de l'usure des dents d'échantillons restreints afin de comparer les moyens de subsistence, il faut avoir recours à une méthode d'analyse indépendante de l'âge. Divers procédés mathématiques ont été proposés afin d'estimer le taux d'usure comme le calcul de la pente de l'axe principal construit à partir de l'usure de deux molaires d'une même hémi-arcade (Scott 1979 b), ou en utilisant le temps écoulé entre l'éruption de chaque dent et la différence d'usure (Miles 1963).

Pour évaluer la consistance de l'alimentation nous pouvons donc utiliser des molaires adjacentes en prenant pour étalon d'usure le degré de la première dent au moment où la deuxième effectue sa sortie. Ceci est possible car les dents sortent à peu près au même intervalle de temps quelque soit le groupe d'individus.

Dents définitives:

Table d'éruption en mois à partir de la naissance.

Le temps écoulé entre l'éruption des molaires est indiqué.

Dents supérieures		Dents inférieures	
Incisive centrale	92	Incisive centrale	77
Incisive latérale	I03	Incisive latérale	9I
Canine	134	Canine	I2I
Ière prémolaire	II9	Ière prémolaire	I22
2ème prémolaire	I33	2ème prémolaire	I33
Ière molaire	76	Ière molaire	7I
2ème molaire	I38	2ème molaire	135
3ème molaire	214	3ème molaire	212
Ière -2ème molaire	62	Ière -2ème molaire	64
1ère -3ème molaire	138	Ière -3ème molaire	I4I

d'après Wolpoff (1971).

Il faut cependant supposer que le taux d'usure chez un individu reste le même quelque soit son âge, ce qui n' est pas évident car le rang social varie avec l'âge, de même que les possibilitées et les préférences alimentaires.

Afin d'estimer la distribution des forces et des charges au niveau des arcades dentaires, nous notons l'usure relative des surfa-

ces occlusales. En principe les premières dents présentes sur l'arcade dentaire (il s'agit des premières molaires) sont les dents les plus usées et à partir de ce point le degré d'usure décroît antérieurement et postérieurement. Ce schéma est retouché car si on croque une pomme grâce aux dents de devant, on écrase une noisette avec les dents du fond. Il existe également une utilisation différentielle due aux parafonctions. L'usure des dents antérieures est souvent accélérée en raison de l'assistance que ces dents prêtent aux mains (un noeud à serrer, une corde à tresser, un tendon à couper...).
Dans le cas où les dents antérieures s'usent suffisamment, la mandibule qui posséde une certaine liberté au niveau de son articulation avec les os du crâne, glisse vers l'avant et il se produit une adaptation nouvelle dite "de convenance". C'est une des raisons pour laquelle un fort pourcentage d'hommes fossiles mordaient en bout à bout à partir d'un certain âge.
L'usure des faces triturantes peut se présenter suivant un plan incliné vers l'extérieur de la bouche (vestibulairement), vers l'intérieur ou être horizontale. Ces différents types sont présents lors de l'examen du matériel provenant d'un même site et ne peuvent donc servir à déterminer le mode alimentaire car les causes de cette orientation ne sont pas clairement connues (Ackermann I963).

Afin d'estimer la puissance avec laquelle une nourriture a été mâchée, il est nécessaire de noter l'usure des faces proximales (Wolpoff I97I). En effet l'usure proximale résulte du contact des dents avec leurs voisines sur l'arcade et la force les poussant les unes contre les autres a pour causes principales :
- la force provoquée par l'éruption dentaire,
- la pression des muscles (langue),
- l'intensité des vecteurs transmis par l'occlusion.

Une mastication vigoureuse d'objets durs produit à la fois une usure occlusale et proximale, mais l'ingestion d'aliments cuits contenant de nombreuses particules abrasives produit une forte usure occlusale sans provoquer d'usure proximale. Les pressions nécessaires pour écraser la viande ou les végétaux sont très variables, cependant la viande n'est jamais aussi dure que les noisettes, donc une meilleure connaissance du type d'usure va nous éclairer sur les différents régimes alimentaires.

Il existe des variations de dimensions dentaires entre les individus, c'est pourquoi l'usure proximale va s'estimer à partir de l'indice qui s'obtient en divisant la longueur mésio-distale de la dent par la largeur vestibulo-linguale, le tout multiplié par cent. La distance mésio-distale (M-D) est mesurée entre les points de contact des dents adjacentes (si bien que celle-ci n'est pas égale à la dimension maximale ou minimale de la dent), la distance vestibulo-linguale (V-L) est la distance maximale perpendiculaire à la précédente dans un même plan. Ces deux mesures représentent donc la surface triturante fonctionnelle de la dent quelle que soit son angle d'implantation. Le contact proximal est de forme variable en relation avec la composante des forces mésiales et latérales.

L'usure, par sa quantité et sa qualité, est donc un reflet de la nourriture mais aussi de son mode de préparation. Nous distinguerons donc pour notre étude de l'alimentation de l'homme fossile l'alimentation de son mode de préparation (le cru du cuit, le grillé le rôti et le bouilli) et nous chercherons à mesurer la consistance des aliments ainsi que les dimensions des bouchées, par une étude approfondie des formes d'usure microscopiques.
L'examen des microstuctures de dents usées et non usées va rechercher les variations des composants de la surface de l'émail et de la dentine, pour cela nous avons mis au point une méthode d'observation de la surface des couronnes dentaires au microscope photonique et électronique à balayage.

LE PRELEVEMENT DU MICRO-RELIEF.

L'étude de la surface des couronnes dentaires se fait en premier lieu à la loupe et à la lunette binoculaire. La courbure de la surface ne facilite pas l'examen, mais à ce stade il s'agit de repérer les différentes plages des couronnes ainsi que leur arrangement. Un dessin est effectué, relevant les principaux caractères.
Afin de poursuivre l'examen il est nécessaire d'établir une empreinte de l'original pour un certain nombre de raisons :
- la surface de l'émail est translucide et réfléchit la lumière rendant son observation à fort grossissement optique très difficile,
- les dimensions de la pièce anthropologique interdisent sa manipulation et
- l'étude au microscope électronique se fait sous vide. Le vide risque de provoquer des fissures, de plus le vide s'obtient plus facilement avec une empreinte qu'avec un os ou une dent fossile qui sont des corps poreux.

Capable de restituer l'original avec précision dans ses dimensions et ses détails, l'empreinte reproduit la surface à étudier sans l'altérer.

La technique employée est utilisée en Odontologie depuis très longtemps et grâce à elle dés I950 P.O. Pedersen a enrichi notre connaissance du micro-relief des tissus dentaires.
L'impression est faite à l'aide d'une matière qui donne des répliques dont les qualités ont été contrôlées. L'empreinte doit être inaltérable et indéformable pendant le temps de la manipulation, de plus elle doit pouvoir se détacher facilement de l'original.
Un certain nombre de produits répondent à ces impératifs, on les choisira suivant les qualités propres au travail à effectuer en fonction de l'épaisseur requise ou de la rapidité et de la facilité d'emploi. Parmi ceux que nous employons il faut citer les vernis, les résines ainsi que les élastomères (Pfefferkorn et Boyde I974). L'empreinte donne un négatif de la surface, elle peut à son tour fournir un positif.

Nous utilisons de préférence le vernis car il donne une réplique examinable par réflection et par transmission, de plus il est d'emploi peu coûteux et les empreintes peuvent être stockées très facilement.
Le vernis est un composé nitro-cellulosique auquel sont ajoutés un solvant et un plastifiant. Il est livré en facons de 250 cc à utiliser à l'état de livraison par la société P.R.E.S.I., 2 avenue Hector Berlioz, 38320 Eybens, France. Il est recommandé de ne l'employer qu'après plusieurs jours de repos afin que les bulles d'air les plus fines s'éliminent. Le temps de repos peut être diminué si l'on réchauffe légérement le facon à partir de sa base.
Etalé par écoulement direct sur la surface à reproduire, l'inclinaison de l'objet facilite la formation d'un excés de liquide où les bulles se regroupent pendant les deux heures de séchage à température ambiante, et donne une masse plus épaisse qui permet l'amorce du décollement à la spatule double dentaire. De cette façon la pellicule est toujours suffisamment fine, de l'ordre de 0,I à 0,2 mm, pour être souple lors de la séparation. Lorsque la surface est rugueuse, ou qu'il existe une cassure des tissus durs de la dent, une solution de vaseline dans du benzène redistillé à faible concentration (0,2 à 0,3 %) prépare la séparation d'avec l'original. Dans ce cas une goutte d'eau additionnée de Teepol supprime les risques d'altération de la réplique par plicature ou déchirement car l'eau par capillarité provoque le décollement. Le séchage se fait à l'air libre et à l'abri des poussières.

La pellicule est montée, et maintenue par ruban adhésif, soit sur lame de verre pour l'examen direct en microscopie photonique, soit sur plot de cuivre pour métallisation sous vide. La métallisation pour l'étude en lumière réfléchie se fait à l'argent. Pour le microscope électronique à balayage (M.E.B.) l'or est communément employé et la réplique est reliée au plot par une peinture à l'argent afin de permettre l'émission d'electrons secondaires et l'écoulement des charges. La métallisation est effectuée sous vide et suivant ne épaisseur de 200 A.

La surface à examiner est nettoyée par une série de répliques qui faites sur une même plage détachent par adhérence les dépots situés dans les creux. C'est pouquoi, avant l'emploi du vernis, les premières répliques sont faites à l'aide d'une feuille plastique et de son solvant. D'une grande rapidité de séchage elle permet de faire en quelques minutes une série d'empreintes d'une

même zone. La réplique plastique se présente sous la forme d'une feuille que l'on ramolli, sans la dissoudre, à l'aide d'un solvant qui est utilisé en mouillant la surface de l'émail et la feuille.
La matière la plus employée dans nos laboratoires est le film d'acetate de cellulose, nommé Bioden, de 0,034 mm d'épaisseur et vendue par Ernest Fullan Inc., P.O. Box 444 Schenectady, N.Y. I230I, U.S.A., que l'on ramollie à l'acétone.
Pratiquement dès que la feuille est mouillée elle se transforme en liquide très épais qui séche en contact intime avec la surface comme le fait le vernis. Cependant avec le Bioden il est préférable de presser légérement lors de l'application afin d'éviter le surplus de solvant et de ne ramollir qu'une partie de la feuille de façon à pouvoir garder une extrémité solide pour maintenir et décoller la réplique. Une fois détachée la réplique se recroqueville, si nous voulons l'examiner elle doit donc être immédiatement fixée sur un support. Elle donne alors l'indication sur l'intérêt de la zone selectionnée.

Le choix entre l'examen d'une empreinte positive ou négative de la surface dans le cas qui nous concerne dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels se trouvent l'état de la surface (creux ou relief) dont le "rendu" dépend de l'appareil utilisé pour l'observation, les réactions possibles entre la matière employée et la surface dentaire, la facilité de décollement et la fiabilité de la reproduction des détails.
Pour notre étude en positif nous pouvons nous servir des matériaux utilisés en Odontologie car ils ont été éprouvés par d'importants laboratoires ayant publiés les résultats. Il existe des élastomères de faible viscosité qui deviennent des solides élastiques en quelques minutes, nous préférons une prise ralentie permettant la remontée des bulles et dont la fidélité des détails de surface est plus grande (Puech-Robert I980).
La difficulté majeure, pour obtenir l'empreinte des reliefs que l'on veut reproduire, réside dans les contre-dépouilles qui empêchent d'extraire l'original sans déformations permanentes. La mise au point d'une matière élastique à empreintes permet de se jouer des petites contre-dépouilles : celle que nous utilisons est un élastomère silicone R.T.V. (Room Temperature Vulcanization) commercialisé

en France sous le nom de Rhodorsil. Le démoulage de cette pâte est facilité par étalement de paraffine diluée à I0% dans le xyléne qui s'incorpore au Rhodorsil sans en modifier la précision. Le R.T.V. additionné de son catalyseur est coulé sur la surface à reproduire et laissé 24 à 48 heures pour durcissement complet. La polymérisation de l'empreinte achevée nous obtenons le négatif ou moule en creux. Pour établir le positif nous utilisons la résine (compatible avec l'élastomère) R.B.S. de T 2L Chimie, II230 Chalabre, France dont le durcissement, à prise retardée pour les bulles, se fait à température ambiante. Afin d'éviter l'emprisonnement de poches d'air il est préférable de "vibrer" en cours d'opération. Il ne reste plus alors qu'à métalliser ce "positif" pour le rendre observable au M.E.B.

LE MICRO-RELIEF DES COURONNES DENTAIRES.

L'aspect de la surface des dents examinées par la méthode des répliques a été décrit par Scott et Wyckoff (I946). Nous allons résumer briévement celui-ci et nous verrons dans un prochain chapitre la relation qui peut exister entre ce relief et l'alimentation.

I/ L'extrémité des prismes, les répliques montrent toujours de petites figures géométriques considérées comme l'extrémité des prismes d'émail. Celles-ci varient de diamètre (de 5 µm à I0 µm) et d'aspect. Le plus souvent leur section est polygonale, le nombre de côtés n'est pas fixe. Leur distribution varie également, ainsi dans la région cervicale elles sont peu apparentes. La visibilité des prismes en surface dépend de la concavité et de l'inclinaison des extrémités, c'est pourquoi on a décrit différents arrangements géométriques (le plus connu pour l'homme est celui en "trou de serrure).

2/ Les espaces interprismatiques : partout où les prismes sont visibles, ils sont séparés par un espace variant de I µm à 4 µm, cette distance varie considérablement sur une même surface et pourrait contribuer à l'aspect plus ou moins lisse d'une surface.

3/ Les périkymaties : ce sont des transversales en forme de vagues variables en profondeur, contour et largeur (de I5 µm à 100 µm). Souvent rapprochées dans la zone cervicale et plus séparées en remontant vers le bord occlusal. La profondeur des différentes vagues peut être de I0 µm mais n'est pas régulière pour une même périkymatie.

Les rubans entre deux dépressions sont lisses dans la région cervicale et donnent l'image d'extrémités de prismes dans les autres régions.

Pour A.G. Gustafson (I959), périkymatie désigne l'espace entre les différents sommets des "vagues".

4/ Les craquelures : visibles sur les dents extraites mais également "in vivo", elles varient de longueur, largeur, profondeur et en densité. Certaines peuvent être des lamelles de l'émail. Ces craquelures ont tendance à aller s'amincissant de la jonction émail-cément vers le bord occlusal.

5/ Les raies : toutes les dents sont rayées. Les différentes rayures sont plus ou moins longues et fines. Les parties de la couronne ayant été en contact avec les dents voisines ou opposées sont usées. Ces surfaces peuvent être visibles immédiatement, mais s'il ne s'agit que de points, seul l'examen microscopique pourra déceler une surface polie avec des stries trés fines et parfois des sillons larges et profonds provoqués par l'écrasement de gros grains ou de morceaux détachés de l'émail. Ailleurs les structures de surface sont plus ou moins effacées et l'extrémité des prismes est usée : les différentes faces sont plus ou moins marquées suivant le brassage alimentaire et le frottement d'objets (Dahlberg et Kinsey 1962).

6/ La rugosité microscopique. Les surfaces rugueuses sont peu nombreuses, elles apparaissent sur les taches blanches, les zones décalcifiées et un certain nombre d'autres régions qui, à l'oeil nu, paraissent sans défauts. Sur un fond granuleux se distingue parfois l'extrémité des prismes, mais très rarement des périkymaties.

7/ Les micro-puits : ont un diamètre très variable, la moyenne se situant entre 15 et 20 µm. Des concavités de 5 à 6 microns de diamètre sont également présentes, elles correspondraient aux empreintes des procès de Tomes des améloblastes (Boyde 1969). Gustafson (1962) a interprété grâce à des coupes longitudinales examinées en lumière polarisée, les zones rugueuses, celles parsemées de structures en cratères, les micro-puits, les puits ou les zones simplement aprismatiques lisses : la plupart des petits défauts sont dus à une accentuation des périkymaties, les prismes étant des tigelles qui parcourent l'émail dans toute son épaisseur ont parfois une plus grande courbure et des sections comprimées en surface. Une conséquence de cette compression est le rapprochement des stries de Retzius et dans le cas où ces stries convergent en un point il se produit un puit.

Au scanning il est possible de mettre en évidence une fine couche recouvrant la surface à la manière d'une enveloppe et des hypoplasies qui sembleraient à première vue une perte de matière, alors que les coupes fines de Gustafson (1962) montrent qu'il s'agit au contraire d'une condensation localisée avec une direction altérée des prismes et parfois une modification de la minéralisation.

L'USAGE DES DENTS EFFECTUE UNE CORRECTION FONCTIONNELLE DES RELIEFS DES SURFACES OCCLUSALES

Les différentes marques produites sur les surfaces dentaires délimitent des zones d'action dont l'arrangement est une indication de la consistance des aliments.

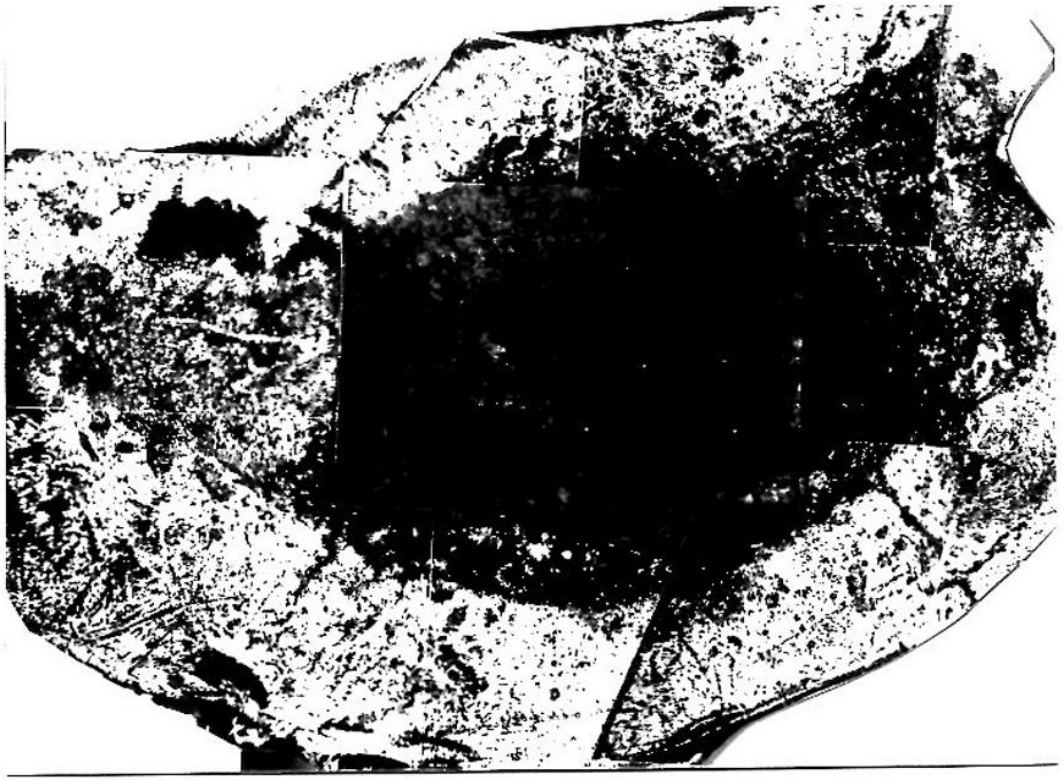


photo n° 32 L'HOMME DE MAUER. Face occlusale de la canine inférieure droite (43) au grossissement 50. La présence d'éclats de l'émail (M) associés à un lustré de surface nous renseigne sur son utilisation.

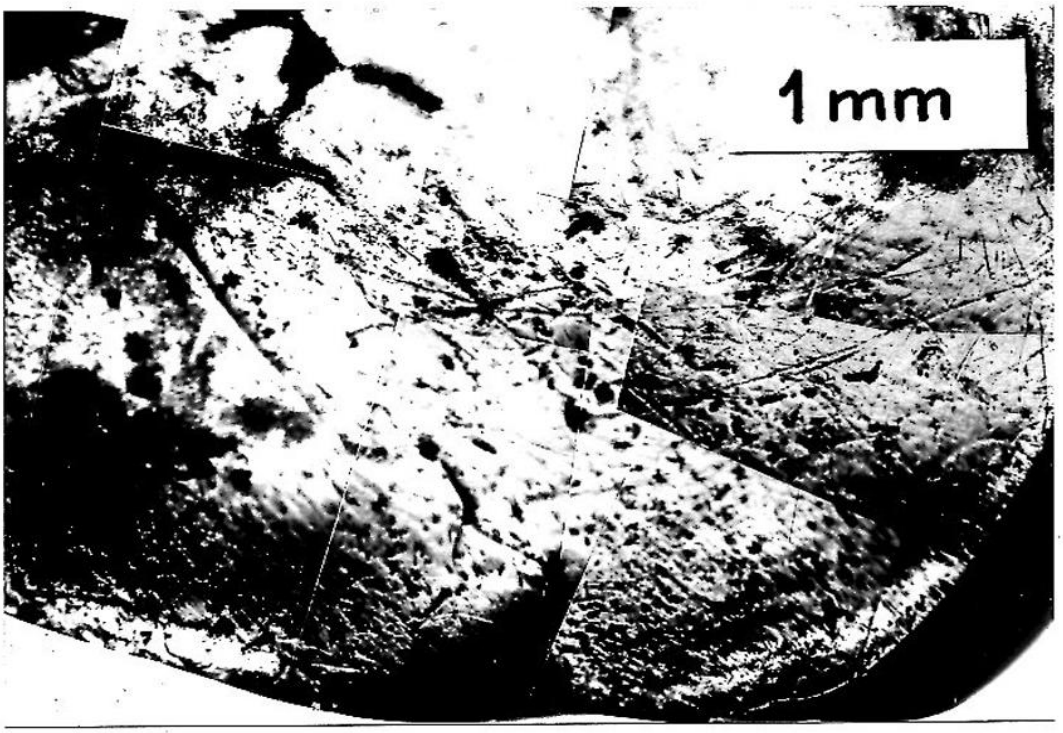


photo n° 33 L'HOMME DE PEKIN. La surface occlusale de la première dent découverte à Choukou Tien A3 Upp2. Il s'agit de la dent de sagesse supérieure droite.
Les rayures (wear striae WS), les fines stries (fine wear striae FWS), les sillons (gouges G), les éclats (microflakes M) et les puits (larges pits LP) de la surface occlusale nous renseignent sur la charge abrasive de l'alimentation. Les puits sont produits par fatigue de l'émail qui s'écaille et par indentation des particules abrasives, le diagnostic se fait à plus fort grossissement que 50.

LES HYPOPLASIES MINEURES:

ou l'influence de l'alimentation sur la structure superficielle de l'émail.

Il nous est impossible d'évaluer l'état de santé d'une population lorsque les restes ne permettent pas l'étude statistique. Pour cette raison les seules hypothéses émises concernent les populations récentes.

Il existe cependant des groupes qui possèdent une fréquence anormale de cas pathologiques, pour cette raison nous avons observé au microscope les surfaces de l'émail des dents du Lazaret (Nice). Au Lazaret deux dents et un os pariétal d'un enfant du Riss ont été misent au jour. L'os pariétal posséde une lésion témoin d'un méningiome (Lumley et Piveteau I969).

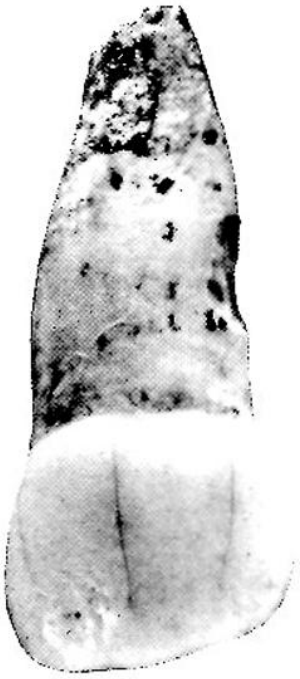
Le comportement humain peut expliquer ce rassemblement ou cette sélection des restes, peut être par abandon ou décés en ce site d'individus, affaiblis, d'un groupe en migration.

Au grossissement 300 les structures de la surface de l'émail paraissent constituées de prismes séparés par une substance interprismatique. Les surfaces avivées par un acide faible permettent l'examen au microscope électronique à balayage. Il est ainsi possible de discerner d'orientation entre les prismes et la substance interprismatique et une zone particulière appelée gaine du prisme. L'extrémité des prismes peut être courbée en surface mais peut également être repliée donnant un aspect plus lisse (Gustafson I962). Ces arrangements donnent aux prismes des aspects différents c'est la raison pour laquelle l'observation montre des bandes lisses sur fond rugueux formant des crêtes et des creux, les creux revêlant l'extrémité des prismes (planche n° 35 photo n° 1).

Ces vagues appelées périkymaties sont concentriques au collet de la couronne. Elles sont plus serrées dans la zone cervicale avec une direction plus ou moins réguliére (planche n°35 photo n° 2 et n° 3).

Les surfaces sont couvertes de structures en cratère (planche n° 35 photo n° 3 et n° 5) représentées par des micro et macropuits

L'HOMME DU LAZARET.



incisive centrale
déciduale
supérieure gauche

canine inférieure droite

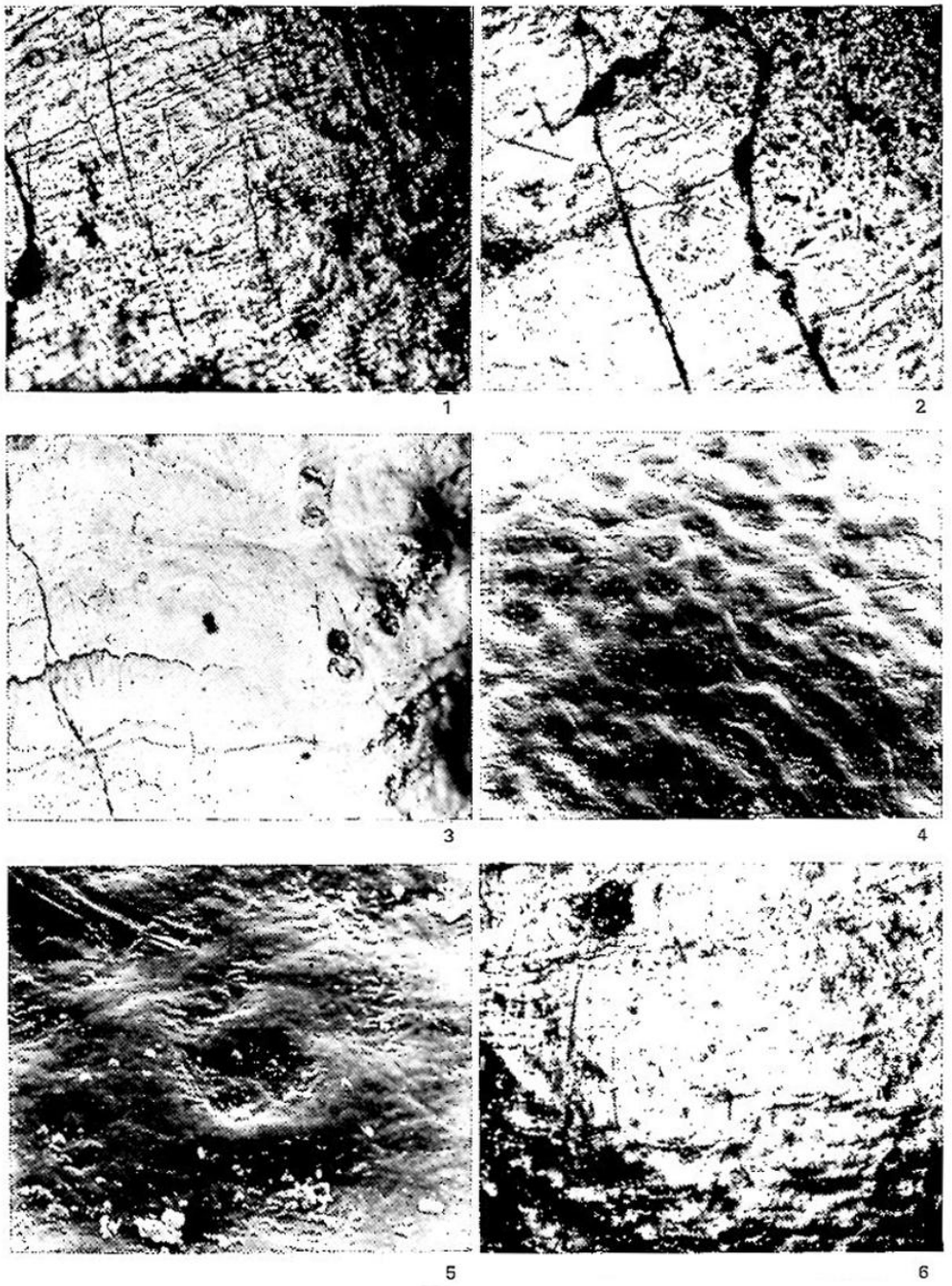
figure n°34

aux bords lisses et aprismatiques. Ces défauts sont limités et forment le sujet de ce chapitre; qui ne traite pas des altérations plus importantes, également appelées hypoplasies, pouvant résulter de l'absence complète de l'émail superficiel.
La plupart de ces défauts mineurs sont dus à une accentuation des périkymaties. Les prismes ont une courbure plus importante, et les sections de prismes sont comprimées. Une conséquence de cette compression est le rapprochement des stries de Retzius. Au microscope électronique on distingue une fine couche recouvrant l'ensemble de la surface et à première vue il semble que les hypoplasies soient formées par l'absence de cette enveloppe. Cependant de fines sections montrent qu'au contraire les hypoplasies mineures résultent d'une condensetion localisée avec une orientation des prismes altérée.

Les périkymaties irrégulières observées pour la canine du Lazaret, l'une des deux dents, a un aspect en "dents de scie" avec par endroits les pointes de ces "dents" groupées pour former les micropuits (planche n°35photo n°1).
Les micro-puits sont arrondis, de diamêtre approximatif de 20 à 30 µm, et apparaissent soit comme des dépressions soit comme des cratères avec une cavité centrale irrégulière (planche n° photo n° 5).
Le fond de ces cratères est granuleux à fort grossissement, ce qui peut correspondre à l'extrémité de prismes peu ordonnés. Ceci dans le cas d'une altération mineure de l'émail, mais ces micro-puits peuvent être plus importants et donner des macro-puits ou des sillons (planche n°35photo n°3 et n°6).
Ces altérations débutent dans le creux des périkymaties où se trouve la surface irrégulière qui a souvent un aspect en nids d'abeilles (planche n° photo n°2 et n°3), aspect que l'on peut opposer à celui obtenu par attaque acide de la surface de l'émail où les alvéoles en nids d'abeilles sont régulières et couvrent une surface plus étendue. Ces structures apparaissent à des degrés divers sur l'ensemble des couronnes dentaires du Lazaret (planche n°35photo n°2 et n°6).

Certains caractères dentaires sont héréditaires et peuvent apparaître au sein d'une population pour former la base statistique d'études phylogénétiques. Cependant il semble bien que ce ne soit pas le cas des caractères de surface de l'émail. En fait,

figure n°35



Les défauts macro et microscopiques des dents de l'Homme du Lazaret. (I) La canine: les perikymaties forment des vagues déchiquetées (x50). (2) L'incisive de lait; les perikymaties sont plus ou moins régulières, les altérations débutent dans le creux des perikymaties (x50). (3) L'aspect microscopique des macro puits de la canine (x200). (4) Les extrémités des prismes d'émail et les dépressions en nids d'abeilles (x2000). (5) Les puits apparaissent comme des dépressions dont la cavité centrale est irrégulière (x800). (6) Les altérations de surface avec puits et sillons couvrant toute la surface de la couronne (canine) du Lazaret; les sillons sont formés par des élévations en rouleaux concentriques.

la structure et la minéralisation de l'émail, ou de la dentine, subissent l'influence de nombreux facteurs au cours de leur formation, la pression de l'environnement faisant réagir les améloblastes. La structure externe de l'émail, étant en relation directe avec les couches sous-jacentes (Gustafson I962), devient alors le témoin des modifications de l'environnement.

Ceci est une susceptibilité généralisée car les hypoplasies mineures, analysées ici pour le Lazaret, sont présentes à des degrés variables dans toutes les populations que nous avons examinées c'est à dire : Australopithècus (coll. du Dr M. Leakey, Nairobi; du Dr Taieb, Addis Ababa et du Pr. P.O. Pedersen, Copenhague) Homo erectus de Chine (coll. du Pr. O. Zdansky, Uppsala et du Pr. von Koenigswald, Francfort), Homo erectus européens (Heidelbergensis Pr. R. Kraatz; Tautavelensis Pr. de Lumley; Atapuerca men Pr. Aguirre; Geney et le Lazaret Pr. H. de Lumley) et l'Homme de Broken-Hill (Pr. T. Molleson), Homo sapiens neandertalensis (La Quina, La Ferrassie Pr. Y. Coppens; Hortus Pr. H. de Lumley) et l'Homo sapiens sapiens (Peyraoutes Pr. Bouville).

P.O. Perdersen et D.B. Scott en I95I ont examiné les dents de I00 crânes d'esquimaux d'Alaska ayant vécus il y a I00 à 300 ans, I89 dents extraites d'indigènes du Gröenland occidental et quelques 565 dents de patients d'Amérique du Nord (Washington) tous blancs. Les micro-puits trouvés à la fois dans les trois groupes ethniques, sont situés dans la zone cervicale et de préférence sur le groupe molaire ; seuls les esquimaux d'Alaska en présentent également sur le milieu des surfaces. Les peuples arctiques ont des périkymaties irrégulières alors que les blancs de Washington ont des périkymaties plus régulières. Les périkymaties irrégulières n'affectent pas les canines des américains blancs (une dent du Lazaret est une canine).

Pour Sarnat et Schour (I94I) les deux tiers des échantillons actuels ont des hypoplasies situées sur la pointe de la canine, alors que pour les échantillons préhistoriques les hypoplasies sont situées dans la zone cervicale. Ceci peut être une preuve que certains troubles comme ceux produits par les fièvres éruptives avaient lieu à un âge différent que pour les enfants actuels, car ces défauts peuvent être dûs à une réduction quantitative des dépots au cours de l'amélogénèse.

La formation de l'émail débute au troisième mois de la vie intra-utérine et se poursuit jusqu'à l'âge de dix ans pour les dents permanentes. Elle se fait progressivement en couches ce qui donne les stries de Retzius. Les perturbations métaboliques à un moment donné peuvent ralentir ou même arrêter le phénomène et produire ainsi des altérations de structure.

Les zones les plus affectées des dents du Lazaret sont aisément visibles, mais ne forment pas de bande horizontale, elles se présentent comme le rassemblement de puits. Au microscope des puits isolés peuvent être observés sur toute la surface coronaire. Ces altérations sont classiquement décrites comme dues à des déficiences alimentaires, des maladies infectieuses ou au déroulement anormal de la gestation (Molnar et Ward I975).

Il reste à démontrer comment ces altérations sont produites et l'existence d'une corrélation entre l'état microscopique de la surface de l'émail et le stress épisodique.

Y a t-il un fait culturel impliqué dans l'augmentation de ces hypoplasies moneures?

Ces explications peuvent être acceptées pour les altérations horzontales (pour une même période de formation de l'émail), il faut cependant être prudent si l'on veut relier une maladie à une affection. Un certain nombre d'articles font la synthèse des travaux concernant l'influence de l'environnement et de l'alimentation sur la formation d'un individu, une famille ou une population (Ferembach I978).

L'hypoplasie décrite ne se présente pas seulement comme des perturbations locales, mais comme une atteinte généralisée de la surface par de petits puits de diamétres variables sur toute la couronne dentaire. Ceci suppose une anomalie structurale liée à l'individu, et le fait que ce cas soit moins fréquent de nos jours peut être mis en relation avec les maladies infantiles et plus particulièrement celles de type gastro-intestinal.

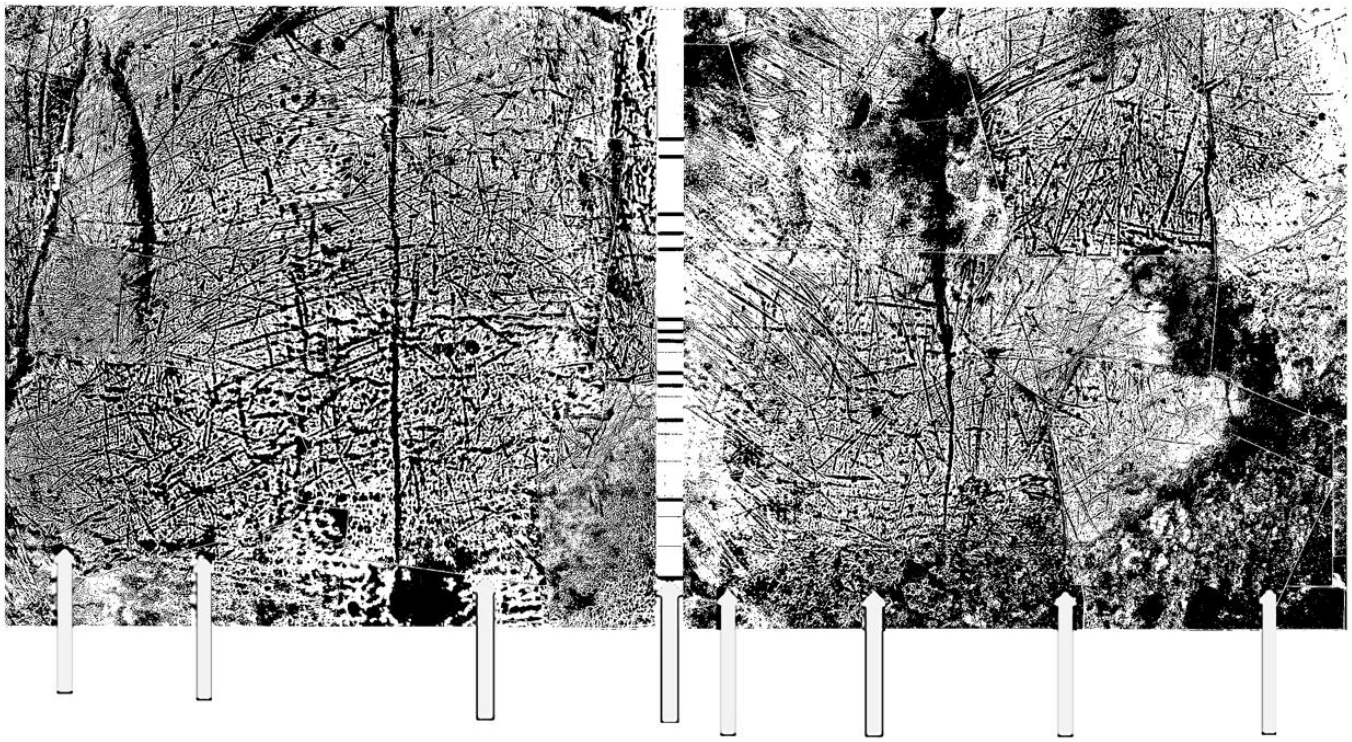
Les puits et les micro-puits de l'émail dentaire des hommes du Lazaret sont probablement le fait d'un désordre s'étendant sur une longue période et non de phénomènes épisodiques. L'analyse microscopique nous a montré les stades intermédiaires entre une surface régulière et une surface altérée, il ne nous est donc pas possible d'indiquer, à propos des hypoplasies mineures, quelle est la frontière entre le normal et le pathologique.

Application de l'étude des hypoplasies à l'identification de dents isolées mises au jour à Tautavel.

Les archéologues de Tautavel ont trouvé deux premières prémolaires supérieures: Arago XVI et Arago XXXVI, à proximité du crâne Arago.XXI. Celles-ci présentent le même degré d'usure occlusale et s'adaptent aux alvéoles respectives droite et gauche du crâne Arago XXI. Leur morphologie est semblable et elles ont subies une fossilisation identique si l'on en juge par la densité et la couleur des dents.
Afin de vérifier leur appartenance à un même individu nous avons effectué une analyse au microscope de leurs surfaces.
L'édification de la couronne dentaire se fait de façon symétrique, côté gauche et côté droit, avec image inversée des structures des dents homologues. Pour effectuer une identification, par comparaison d'une dent droite avec celle du côté opposé, il faut donc rechercher la présence d'irrégularités locales à des niveaux chronologiques identiques. Les irrégularités les plus communes sont les anneaux de l'émail dus au groupement de périkymaties. La profondeur des différentes vagues que forment les périkymaties peut être de IO um mais elle n'est pas régulière.
Les surfaces vestibulaires sont les surfaces latérales les plus usées par conséquent seuls les creux les plus marqués y resteront apparents. De cette façon nous pouvons mettre en évidence les caractères propres d'un individu.

La première prémolaire supérieure gauche A.XXXVI et la première prémolaire supérieure droite A.XVI ont été examinées à l'aide de montages microphotogaphiques. Puis nous avons matérialisé l'alternance des périkymaties les plus marquées par une échelle dont les barreaux sont placés au niveau des périkymaties visibles sur les deux dents afin de mettre en évidence la similitude de cette alternance.
Il est à noter une disposition inversée des stries obliques présentes sur les surfaces de ces deux dents, de plus l'examen des surfaces proximales de la première prémolaire supérieure A.XXXVI et de la première molaire gauche du crâne A.XXI, a révélé de fines stries paralléles entre elles dont la présence est habituellement due à l'usage du cure-dents.La malposition des deuxièmes prémolaires du crâne A.XXI est probablement à l'origine d'une perturbation

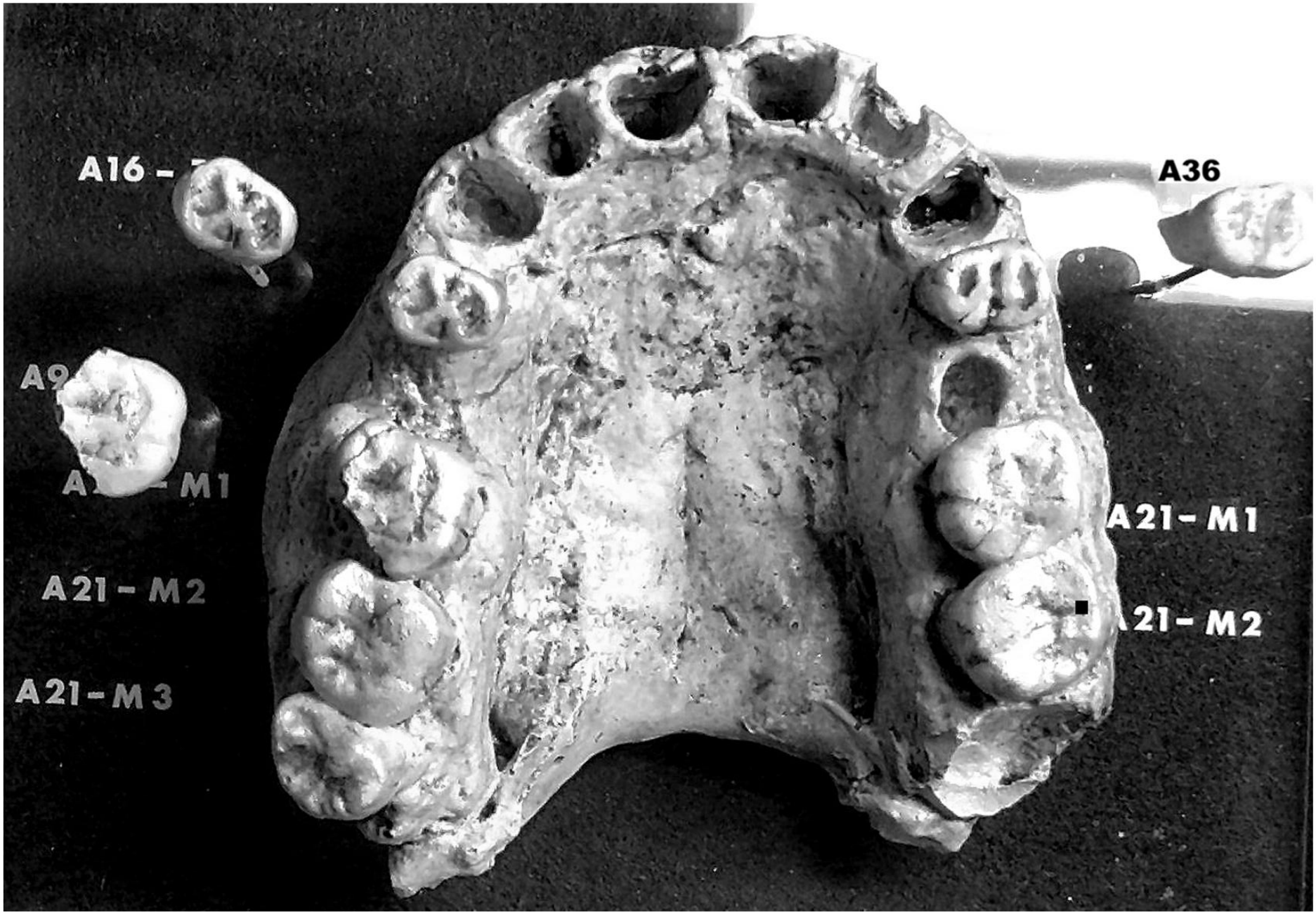
Les lignes de niveaux placées entre les deux figures indiquent les périkymaties les plus marquées de deux dents afin de mettre en évidence la similitude de l'alternance



faces vestibulaires X50: Arago XVI Arago XXXVI

du rôle des points de contacts interdentaires, ce qui a conduit A.XXI à avoir recours au cure-dents.

La réunion de ces faits ne peut être due au hasard, il faut donc considérer A.XVI, A.XXI et A.XXXVI comme appartenant à un même individu.


A16 –
A9
M1
A21 – M2
A21 – M3
A36
A21 – M1
21 – M2

RECHERCHE DU MATERIEL RESPONSABLE DE L'USURE DENTAIRE.

La relation entre les aliments ingérés et l'usure dentaire ne peut être trouvée que par une meilleure compréhension de l'abrasivité de la diéte, principal responsable de l'usure.
Pour établir des normes sur la correspondance alimentation-types d'usures nous avons recherché les particules suceptibles de rayer les surfaces dentaires, dans les coprolithes d'animaux à diéte exclusive carnée ou végétale : le chien et le mouton que nous avons pris dans la garrigue des environs de Nîmes.

Le coprolithe du carnivore se distingue par un aspect extérieur lisse et une couleur partielle ou totale ivoire mastic qui est donnée par la poudre d'os et les nombreux ossements de différentes tailles. Connaissant à la fois les conditions dentaires des animaux étudiés et leur alimentation, il nous sera possible grâce à la méthode expérimentale, d'établir clairement un rapport entre l'usure spécifique et les différents aliments mastiqués.
Notre approche présente de grandes difficultées mais, au contraire de la comparaison des résultats basés sur l'interprétation de l'observation directe de l'alimentation et des possibilités d'action sur les tissus dentaires, il n'existe pas de variations suivant l'accés que les observateurs ont eu à leurs sujets.
Les matières minérales ne s'altérent pas aussi facilement que les matières organiques présentes sous forme de sédiments bruns, aussi seront-elles extraites par des solvants. Nous avons utilisé successivement : l'eau oxygénée à 100 volumes, l'acide nitrique fumant, la soude puis l'acide chromique dilué. Au cours de ces manipulations des quantités importantes de liquide ont été nécessaires, c'est

pourquoi nous avons concentré plusieurs fois notre solution par évaporation sous vide. L'extraction terminée nous avons alterné la filtration et la centrifugation avec un lavage à l'eau distillée.

Le contenu minéral des coprolithes est la résultante de plusieurs facteurs, l'un deux est la nature géologique des alentours immédiats. La comparaison des usures microscopiques ne peut se faire que si l'alimentation est parfaitement connue et que les spécimens proviennent d'une même région afin d'éliminer les différences dues au sol et au climat.

Pour 250 gr. de coprolithes de chien, nous avons isolé une fraction fine où les grains de quartz de 50 à 500 µ dominent(1gr.) et une fraction grossière de 21 gr. comprenant:

12 gr. de fragments osseux de 5mm. à 2cm.

9 gr. d'éléments divers dont:

-60% d'os,

-15% de gros morceaux de calcaire,

-15% de quartz de 1mm. à 4mm.,

-5% de calcaire avec oxyde de fer et

-5% de charbon ou de substance noire et d'argile.

Ces éléments peuvent provenir soit directement de l'environnement, soit indirectement comme matériel additionnel de l'alimentation sur la surface des végétaux et de la viande : les sols contenant entre 20% et 98% de leur poids de particules abrasives; comme le quartz est un élément de très faible altérabilité il est très répandu dans tous les remaniements.

Il existe également des particules de silice provenant exclusivement des végétaux sous la forme de phytolithes (Parry et Smithson I957, Baker et coll. 1959, Parry et Smithson 1964) dont la quantité est très variable d'une plante à l'autre. Très nombreuses dans les graminées, elles sont en nombre bien moindre dans les herbacées (Kaufman et coll. 1969), c'est pourquoi leur absence n'indique pas l'absence de végétaux dans l'alimentation.

La silice absorbée du sol par la végétation s'accumule en silice amorphe dans les cellules, Afin d'isoler cette silice les restes digérés sont séparés par flottaison dans du bromoforme après nettoyage à l'acide nitrique et à l'eau. Notre recherche a permis d'isoler de

nombreux morceaux de phytolithes par ce traitement simplifié des matières. L'alternance acide-base utilisée pour les coprolithes de carnivores ayant provoqué la précipitation de sels qu'il nous a fallu trier ensuite. Ces sels vont être utilisés pour l'étude expérimentale des phénomènes d'usure par friction.

On reconnait au microscope optique les corpuscules phytolithes à la fois à leur relief entre nicols paralléles et à leur isotropie entre nicols croisés (Laroche 1978), insolubles dans l'eau, au contraire des sels, ils ont une grande dureté. A partir des organes foliaires, des tiges mais aussi des fruits il est possible d'isoler les phytolithes en pelant les tissus afin d'obtenir une couche monocellulaire. Ces formations siliceuses translucides sont cependant difficiles à observer c'est pourquoi le microscope electronique à balayage apporte des informations intéressantes sur leur forme (Le Cohu 1973).

Notre étude expérimentale du pouvoir abrasif des phytolithes s'est effectué en deux temps :

1° la masse est laissée en place dans la cellule afin d'agir à la manière d'un papier de verre sur lequel les grains sont fixés,

2° la particule est détachée par destruction à l'acide nitrique de la paroi cellulaire et son action devient semblable à celle du grain de sable.

REPRODUCTION EXPERIMENTALE DES PROCESSUS D'USURE DENTAIRE PAR ABRASION.

Nous avons choisi pour nos essais le quartz détritique, qui est également le constituant le plus répendu dans les sédiments, en fonction de ses divers milieux évolutifs (Prone thése en cours). Quelle va être l'interaction du grain de quartz avec la surface dentaire? Nous pouvons imaginer que les forces appliquée sur l'abrasif ont :

- une composante horizontale provoquant le déplacement de la particule,
- une composante verticale permettant la pénétration et l'empreinte du grain dans l'apatite de l'émail,
- et enfin toutes les autres, responsables de l'usure réciproque du quartz et de l'émail.

Le grain travaille par coupe ou par gougeage : la coupe entaille la surface en arrachant le matériau qui se détache en copeaux alors que le gougeage repousse devant lui et vers l'extérieur l'émail. La distinction entre les deux modes d'action est visible par l'examen des sillons produits, la différence étant due à l'angle d'attaque de la surface utile du grain (Puech et Prone 1979). La géométrie de la particule va donc déterminer son action abrasive, par enlèvement si l'angle travaillant est positif ou par compression dans le cas contraire.

La forme générale des grains de quartz est fonction à la fois de leurs conditions de cristallisation, et des processus évolutifs qui ont plus ou moins modifié celle-ci. Excepté la forme prismatique qui caractérise les quartz automorphes (rarement présents dans les sédiments), les grains de quartz nés de l'altération des roches cristallines, n'ayant encore jamais été transportés, ont leur contour anguleux et sont dits non usés (N.U.). Cet aspect demeure caractéris-

tique tant que l'usure résultant du transport n'est pas parvenue à rendre le grain ovoïde. C'est ainsi qu'un grain usé dans l'eau (rivière, fleuve, mer) peut devenir émoussé luisant (E.L.). Lors d'un transport par vent pendant les périodes arides, le choc des grains, les uns contre les autres à sec, dépolit leur surface et donne des ronds mats (R.M.). Dans un environnement marin littoral les quartz subissent un brassage énergique qui se traduit par une amorphisation des sommets des grains en même temps que se développe la dissolution.

A ces variations d'aspects des grains de quartz dans les divers milieux évolutifs il faut ajouter celles inhérentes au processus d'abrasion, soit l'usure réciproque du quartz et de l'émail ou le manque de résistance du grain provoquant parfois sa fracture accroissant l'angularité et le nombre d'outils de coupe.

Il est facile de classer les particules par granulométrie, nous avons choisi pour nos essais des grains compris entre 50 et 200 u de façon à ce que ceux-ci soient suffisamment petits pour être "acceptables" dans l'alimentation et pas trop fins pour conserver une action abrasive et ne pas être considérés comme matière à polir.

L'efficacité fait intervenir :

- les facteurs de composition (variété d'abrasif, grosseur du grain, grade ou force retenant le grain, l'indice de concentration et la texture de l'agglomérant);
- ainsi que les facteurs d'utilisation (type d'opération, aire de contact, temps d'utilisation, pression de travail, nature et débit du lubrifiant (salive) et état physicochimique de la surface de travail).

Grâce à la microphotographie nous allons décrire de façon détaillée les différentes striations et la façon dont nous obtenons celles-ci. Les variables sont contrôlées au laboratoire, les grains abrasifs (30 à chaque opération) sont pris en sandwich sous une poussée de IO kg (*) entre l'émail de prémolaires venant de faire éruption dans la cavité buccale de sujets traités pour dysharmonie dento-maxillaire (conservées en milieu humide formol/alcool), et une épais-

(*) Les forces orales exercées au cours de la mastication sont comprises entre 0,4 et 34 kg alors que la force maximale peut atteindre 159 kg chez les Esquimaux (Wolpoff 1971).

seur de latex. Nous n'avons agi que de façon uni-directionnelle et avons abandonné l'étude quantitative car au laboratoire il a été démontré que le rôle du lubrifiant salivaire, essentiellement variable, était déterminant pour la vitesse à laquelle s'use une dent.

Le grain non-usé coupe profondément et entaille la couche superficielle de la dent (clichés 1 et 2), les faces originelles irrégulières de l'outil formant entre elles des angles aigus, obtus ou droits. La coupure de l'apatite par le quartz se fait d'emblée à angles vifs en profondeur.

Le grain rond mat, marin littoral est amorphisé et friable, il donne sous une faible pression de nombreux éclats très actifs (cliché 3). Des mesures micrométriques au microscope à réflexion permettent d'évaluer avec une relative précision la géométrie de la rayure et d'établir une table des pénétrations relatives, la valeur moyenne de la profondeur étant approximativement égale au 1/20 de la largeur. Dans le cas où les grains ronds mats marins se sont fracturés, nous observons une forte pénétration (cliché 4).

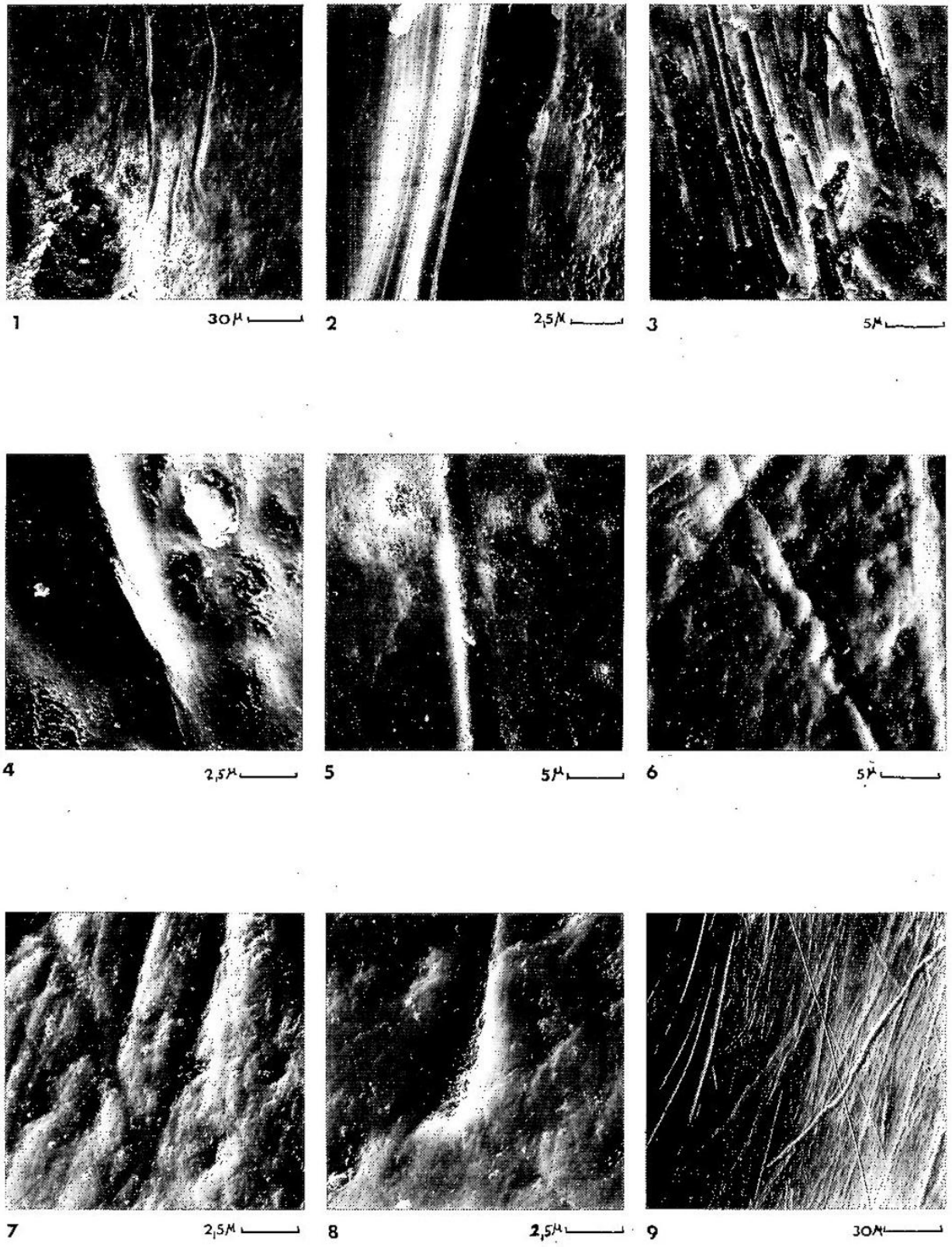
Le grain rond mat, repris en milieu lacustre, plus résistant ne pénêtre que par gougeage, la géométrie de la particule donnant une attaque négative qui comprime la couche superficielle de l'émail qui se trouve labourée; la profondeur de la rayure est plus faible que pour le cas précédent (cliché 5).

Le grain émoussé luisant sphérique ajoute à un angle d'attaque très négatif une surface lisse ne facilitant pas la pénétration, l'apparition d'un obstacle sur l'émail va, en contrariant le glissement, faire rouler le grain. Au fort grossissement nous observons que les structures de la surface dentaire ne sont qu'écrasées par le quartz (clichés 6 et 7). Quelle que soit la géométrie du grain celui-ci peut amorcer progressivement sa coupe et la terminer de la même manière provoquant une éraflure, ou alors, dans certains cas très rares, sous une pression plus importante s'enfoncer d'emblée pour ensuite entailler à la manière d'un poinçon, la pression s'atténuant au cours du déplacement. Il existe une variante qui est l'interruption brutale de l'éraflûre par rupture du grain, dans ce cas la largeur de la strie décroît presque instantanément (cliché 8).

L'examen de la surface de dents provenant de divers sites préhisto-

figure n°37

L'aspect microscopique des stries varie en fonction de la forme et des propriétés physiques des grains abrasifs.



riques nous a montré qu'il existait de grandes variations en pourcentage des différentes rayures. Si le grain peut rouler, glisser, s'imprimer, strier, déformer et surcharger la surface (cliché 9) l'analyse montre que ces stigmates du passé fonctionnel sont caractéristiques du site.

Les particules de silice d'origine végétale nommées phytolithes ont une dimension moyenne de l'ordre de 50 µ et sont généralement sous forme de goutte ou d'altère (en H), écrasées par frottement sur la surface d'une dent elles provoquent des stries dont la largeur est comprise entre 0,2 et 2 µ; et dont l'aspect va dépendre de leur morphologie, nous permettant de retrouver les différentes images décrites précédemment mais à plus faible échelle.

Nous avons décrit le processus élémentaire d'abrasion de l'émail par les grains et montré la relation entre la géométrie des particules, dépendant de leur origine, et les stries qu'elles provoquent. Il est important de souligner que nous avons pris un modèle simplifié et que par conséquent l'aspect réel des surfaces dentaires est beaucoup plus complexe, celui-ci étant le reflet des effets cumulés au cours de la vie.

REPRODUCTION EXPERIMENTALE DES PROCESSUS D'ALTERATION DE LA SURFACE DENTAIRE PAR FRICTION NON ABRASIVE ET NON ADHESIVE.

Si nous faisons glisser sur la surface dentaire un solide il se produit une résistance au mouvement appelée friction. Cette friction obéit aux lois fondamentales suivantes d'Amontons :

-la résistance à l'avancement est indépendante de la grandeur des surfaces en contact;

-la résistance est proportionnelle à la force appliquée.

La première loi nous permet d'effectuer nos expériences avec un solide de petite surface dont le glissement laissera une trace facile à distinguer sur la surface dentaire. Nous utilisons des petits éclats de cristaux de calcite car la fragmentation par clivage donne une surface lisse qui n'est pas très dure, 3 Mohs, tandis que l'apatite de l'émail est de 5 Mohs.

Les cristaux de 200 à 500 µm sont pris en sandwich sous une poussée de I0 kg entre une épaisseur de latex et l'émail de prémolaires venant de faire éruption dans la cavité buccale de sujets opérés pour dysharmonie dento-maxillaire. Les matériaux en présence étant de mauvais conducteurs de la chaleur, la friction est susceptible de provoquer localement une forte élévation thermique. Pour supprimer cette variable difficile à comparer à celle produite au cours de la mastication, le déplacement uni-directionnel a été effectué lentement.

Une action chimique, variable suivant le milieu ambiant, accompagne toujours les phénomènes d'altération de surface. Au cours de l'abrasion son rôle est essentiel au niveau des copeaux ou des débris alors que dans la friction son action facilite les déformations. Les dents étudiées ont été conservées en milieu liquide: formol-alcool-eau, dans le but d'obtenir une nette déformation sous la pression du cristal.

Résultats et discussion. L'action s'est effectuée à l'aide de plusieurs cristaux déplacés simultanément dans une même direction afin de rendre évidentes les altérations produites. Les cristaux

en glissant tracent un sillon superficiel sur la dent. Ils n'agissent que sur la partie supérieure des irrégularités de l'émail (cliché n° I) où la force appliquée est suffisante pour imprimer des déformations plastiques par écrasement du matériau dentaire.

Après expérience on ne constate aucune trace d'adhérence entre cristal et émail. Sans doute sous la pression exercée la matière dentaire se déforme-t-elle de façon élastique en profondeur sous le sillon tracé. Ensuite, quand la pression cesse, les contraintes élastiques incorporées à la dent se relachent en partie annulant alors les forces de jonction entre les faces opposées (calcite et émail). Nous n'avons donc pas produit une usure adhésive.

L'expérience s'effectue sur des surfaces rigoureusement propres, ce qui explique l'absence d'entailles dues aux substances abrasives généralement présentes dans les conditions naturelles. l'apparition d'un obstacle, dû à la structure de surface de l'émail, va dévier la trajectoire et parfois provoquer la dislocation du cristal.

Au fort grossissement nous n'avons observé aucun débris dentaire au fond ou latéralement à l'empreinte, ni de marques témoignant d'une action de "coupe" correspondant à l'enlèvement de matière (cliché n° 2). Nous en concluons que l'écrasement de la surface dentaire a été la seule action produite par le passage et la friction des cristaux.

L'expérience effectuée reproduit l'action simple du frottement d'un corps non abrasif sur l'émail dentaire. Les effets dus à la mastication réelle sont cependant plus compliqués au triple point de vue mécanique, chimique et électrique. En simplifiant, nous assimilerons le résultat de ces actions à celui d'un film d'atomes et de charges électriques présent entre les aliments et les dents. Ce film facilite le glissement des surfaces comme le font les billes d'acier d'un roulement mécanique. Ce glissement, obtenu par Bowden avec le fluor, a une charge qui fait écran. La substance dure des dents est de l'apatite dont la formule est Ca10 X2 (P04)6 où X peut être ou OH, F ou Cl, ces halogènes peuvent se substituer facilement l'un à l'autre.

La friction d'éléments relativement tendres sur l'émail des dents y produit des déformations plastiques. C'est ce que démontre le résultat de l'expérience effectuée. Au cours de la mastication,

la friction de la nourriture contre les dents conduit donc au renouvellement continuel du microrelief des surfaces dentaires occlusales. Les déformations de surface affaiblissent les forces de liaison entre molécules de la subsurface. Il en résulte une "fatigue" due aux réactions internes (cycles de flexions et compressions) sans cesse renouvelées face à l'action des forces extérieures exercées par la mastication.

Une résistance à la fatigue se fait naturellement grâce à la porosité de l'apatite de l'émail qui permet à l'élément liquide de s'infiltrer entre les crystallites formant l'apatite. Il se produit ainsi un renforcement de l'élasticité par action comparable à une éponge absorbant et rejetant l'eau au cours de pressions répétées (Fox.I980). La fatigue est un phénomène mécanique qui conduit à la dislocation du système lamellaire de l'émail puis ensuite à la fissuration et à la perte de substance même en l'absence d'usure adhésive ou abrasive. Les enlèvements par éclats observés sur les dents d'Hommes primitifs se font ainsi à partir de microfissures (cliché n° 3) et sont à opposer à ceux que nous avons obtenus expérimentalement par impact d'une particule très dure (cliché n°4). La microphotographie nous montre que la dislocation met à découvert la structure interne et produit un enlèvement par clivage (cliché n° 4) alors que l'impact du corps dur a agi par écrasement (versant inférieur de l'empreinte du cliché n° 4) et arrachement (versant supérieur). Dans le cas d'une forte usure dentaire sans trace de particules abrasives, indépendamment des aspects macroscopiques, ce sont les altérations de surface par fatigue que l'on voit généralement au microscope, fatigue produite par une mastication d'aliments provoquant une importante friction ou par le contact des surfaces dentaires opposées. Le diagnostic se faisant par opposabilité des surfaces et par la formation de facettes très brillantes dans le cas du contact dent à dent.

Pour établir un contrôle de cette action nous avons examiné la surface des dents de cerf, animaux ruminants aux trois caractéristiques suivantes qui facilitent notre comparaison entre les résultats expérimentaux et ceux produits par la nature:

-un régime alimentaire végétarien simple et parfaitement défini;
-une vie en environnement naturel;
-un appareil digestif qui permet d'écarter un grand nombre de parti-

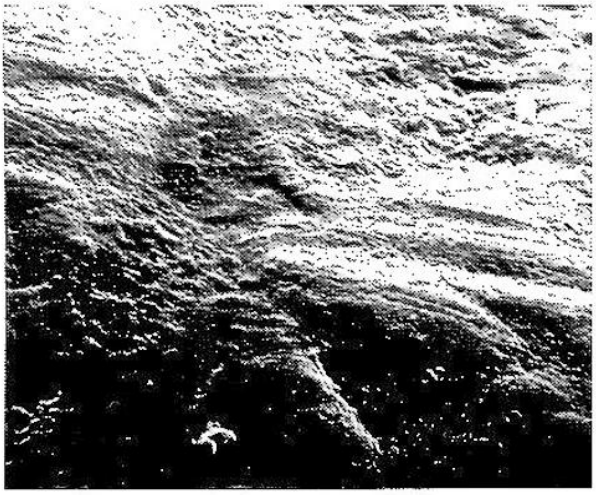
cules abrasives avant la mastication.

Si le régime du cerf est essentiellement composé de végétaux tendres, il peut cependant être riche en particules très dures. La comparaison des différentes dents de cerf montre que l'animal pour broyer les végétaux se sert principalement de ses dents postérieures. A leur niveau nous avons distingué deux sortes d'usures mécaniques, l'une par abrasion et l'autre par friction donnant un émoussé très important. L'abrasion montre à fort grossissement de très nombreuses stries (cliché n° 5), le frottement, produit par la matière dure comme la cellulose ou la lignine, ou matière moins dure mais très finement abrasive, polit la surface en effaçant les stries (cliché n° 6). L'usure a une action différentielle et accentue les différences de relief entre l'émail et la dentine car une action abrasive sur la dentine peut ne pas l'être sur l'émail.

Conclusion. Nous avons examiné les effets de la friction sur les surfaces dentaires. Bien que le régime alimentaire soit pour un même individu essentiellement variable, l'usure par friction se retrouve toujours aux mêmes endroits des surfaces occlusales, c'est à dire aux points où la force de mastication est maximale par suite du relief. En effet nous avons souligné que l'usure par friction se faisait par la force appliquée. De plus une friction répétée associée à la corrosion chimique toujours présente, entraîne l'usure très importante que nous avons constatée sur les dents du cerf (produite par les végétaux).

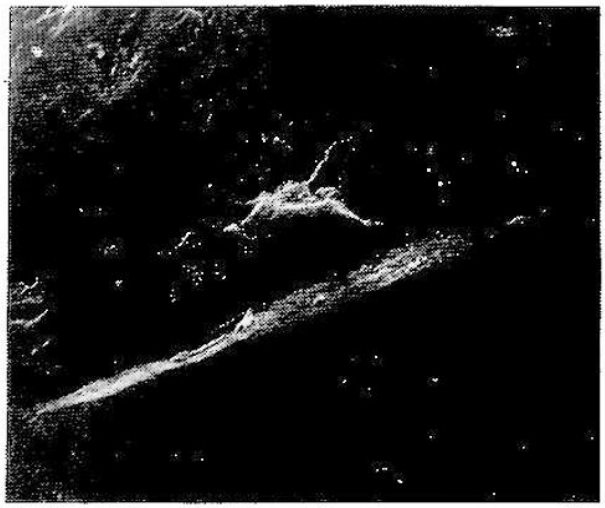
figure n°38

1 usure par friction 5 µm



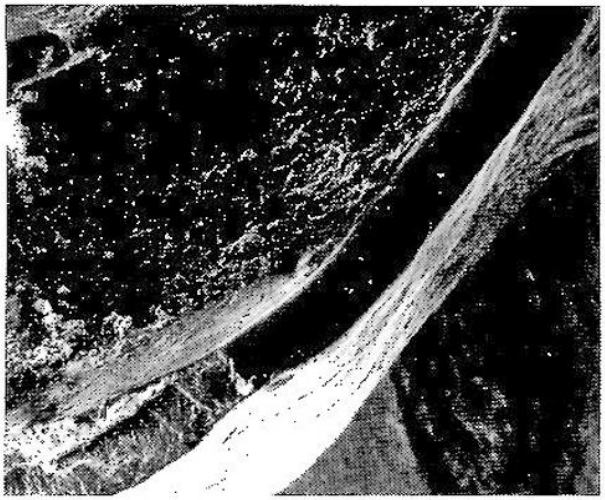
2 la déformation 2,5 µm

3 Arago XXI LMIsup. éclat 30µm



4 indentation=compress.+arrachement 5µm

5 abrasion de l'émail (cerf) 30µm



6 usure différentielle 200µm
émail-dentine

APPORT ABRASIF ANTE ET POST MORTEM.

Nous pouvons classer les surfaces dentaires en fonction de l'action des particules abrasives, les aspects rencontrés sont alors:

1- surface avec périkymaties et extrêmités de prismes, caractérisant les dents n'ayant pas fait éruption dans la cavité buccale,

2- surface où les structures précédentes sont en voie d'éffacement, des zones lisses apparaissent, présentant un plus ou moins grand nombre de rayures de profondeurs variées,

3- surface où les rayures sont présentes sur fond lisse.

Pedersen et Scott (1951) ont montré qu'avec l'usage il y avait un effacement progressif des structures de surface de la dent. Les périkymaties et les extrêmités de prismes disparaissant plus vite des surfaces vestibulaires que linguales ou proximales, et pour les incisives et canines que pour les prémolaires et molaires. Nous avons constaté que, peu après l'éruption, les structures s'éffacent mais qu'il est impossible d'estimer l'âge d'un individu à l'aide des répliques de surface car l'émail est très vite usé dans les zones de frottement intense et les altérations produites peuvent ensuite être modifiées à leur tour par usure et superposition d'autres altérations et parfois même par comblement.

Le brassage alimentaire se produit dans la cavité buccale suivant un mouvement ordonné. Il provoque sur les surfaces dentaires des stries dont l'orientation est en rapport avec le mouvement. Nous pouvons, par conséquent, distinguer les rayures produites par les

manipulations ou le nettoyage de la dent après la mort, car elles ne vont pas être orientées selon le chemin naturel des aliments dans la bouche.

Le cliché de la planche n° 39 montre les stries dirigées d'avant en arrière et de bas en haut sur la surface linguale de la dent de sagesse inférieure gauche de l'Homme de Mauer, celles-ci n'ont pu être produites qu'après la mort puisqu'il a fallu passer derrière la mandibule pour les produire.

Sur les faces linguales les mouvements de la langue vont compliquer le shéma standard consistant en stries principalement orientées suivant le grand axe de la dent, auxquelles s'ajoutent des stries obliques, car ceux-ci provoquent un certain nombre de stries courbes au niveau des zones bombées. De plus les raies de la face linguale sont plus fines que celles de la face vestibulaire, la pression sur les grains abrasifs étant moins grande.

La pénétration des particules dans l'émail est de valeur relativement constante pour un individu, nous avons estimé la profondeur moyenne égale au 1/20 éme de la largeur de la strie (Puech et Prone 1979), une pénétration anormale sera suspectée d'être post-mortem. Le cliché de la planche observé précédemment nous montre de profondes rayures paralléles entre elles sur une surface très peu usée. Cette face linguale n'a que très peu subie le brassage alimentaire.

Pour un individu, les mêmes faces des différentes dents n'ont pas un aspect identique. Les raies verticales se rencontrent plus fréquemment sur les faces vestibulaires pour les prémolaires et molaires; pour les canines sur les faces linguales et vestibulaires, il existe une relation entre l'inclinaison des dents et la localisation de l'usure.

Si nous comparons les aspects microscopiques des trois dents de Chou-Kou-Tien conservées à Uppsala, nous pouvons clairement montrer quelles sont les rayures produites post-mortem.

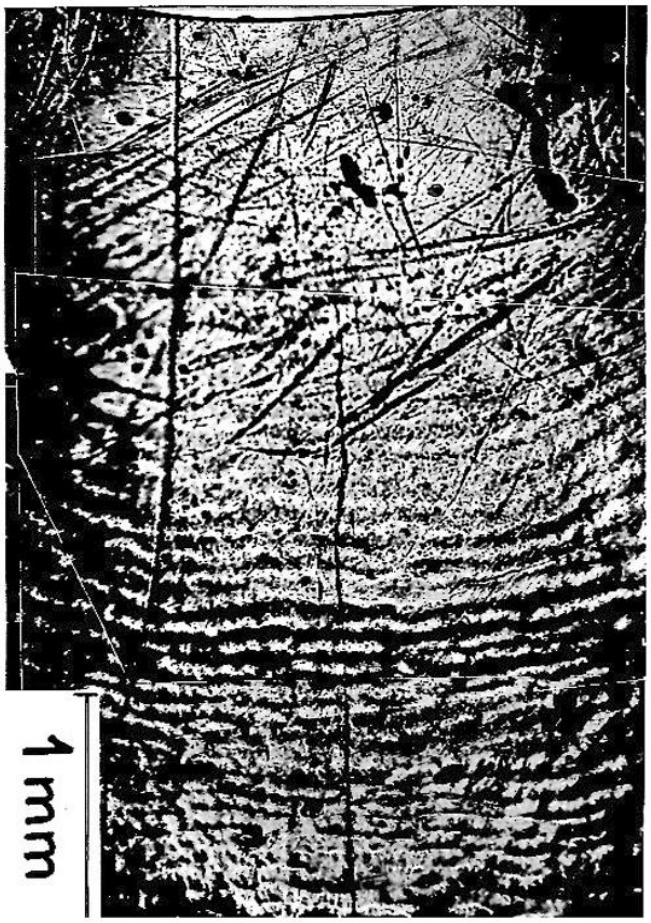
Nous avons vu précédemment que le bol alimentaire est ramené entre les surfaces actives des couronnes dentaires grâce aux muscles des joues et de la langue :

-latéralement par un mouvement en "baratte" par compression et dépression lors du mouvement vers le bas de la mandibule,

-d'avant en arrière ou vice versa par action des muscles des joues

Occ.

Mes.



Dist.

Cerv.

figure n° 39

L'Homme de Mauer, face linguale de la troisième molaire inf. gauche.

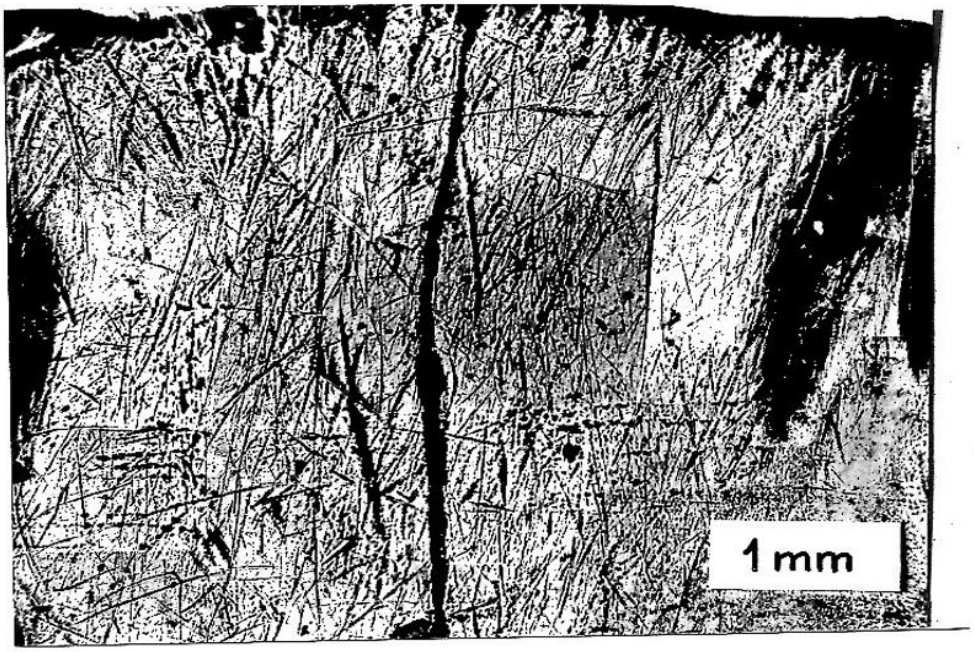
La dent de sagesse ne participe que partiellement à la mastication des aliments, à son niveau le mouvement du bol alimentaire se trouve très ralenti car le vestibule est peu profond et la base de la langue a une mobilité réduite : les structures de surface (extrêmitées de prismes et périkymaties) ne sont donc pas éffacées. Les stries paralléles, que l'on observe près du bord occlusal, sont orientées de telle façon qu'il n'y a aucun doute sur leur origine post-mortem. De plus elles sont trop larges pour avoir été produites par les particules abrasives présentes dans l'alimentation. L'usure se situe naturellement près du bord occlusal.

ou de ceux des lévres et du menton associé à une propulsion de la langue.

Le mouvement d'ouverture buccale par abaissement de la mandibule, correspond à un déplacement vers le haut et l'avant de l'os hyoïde qui entraine la base de la langue dans la même direction faisant parcourir au bol alimentaire un va et vient entre les molaires et les canines.

La face vestibulaire de Ckn. A4 Upp. 3, seconde prémolaire inférieure, présente de nombreuses stries pratiquement toutes orientées verticalement, ce qui correspond à un mouvement quasi exclusif du bol alimentaire. Le nombre de stries est en rapport avec la densité de grains abrasifs de l'alimentation.

figure n° 40



La face linguale de la même dent montre encore une direction principale verticale, de plus l'inclinaison et la courbure des stries montre l'action de la langue pour ramener les aliments entre les faces triturantes.

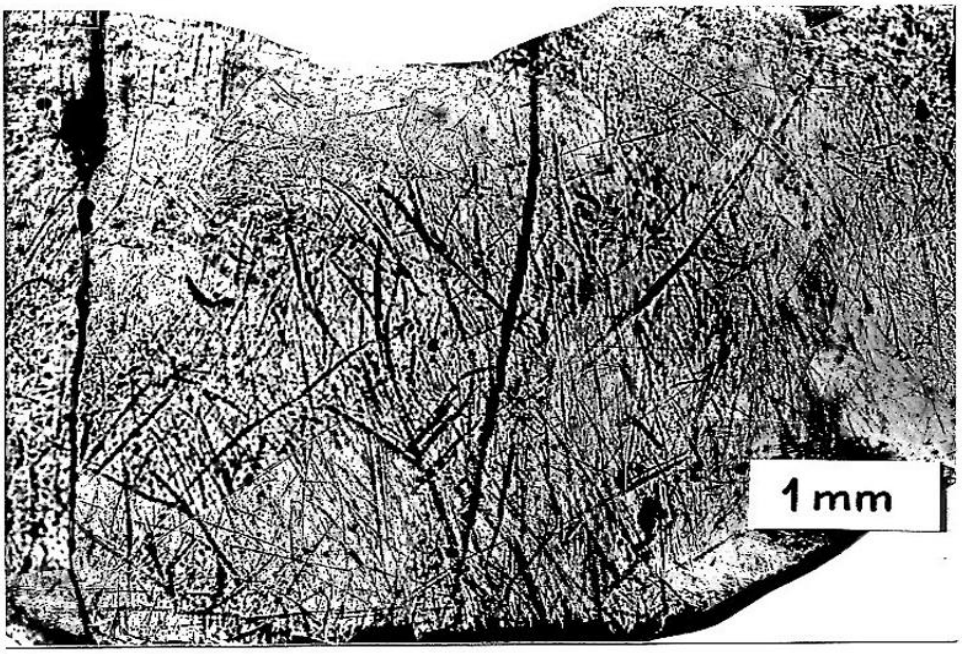


figure n° 41

La face vestibulaire de Ckn. A3 Upp. 2, la troisième molaire supérieure droite, présente avec les stries verticales, de nombreuses stries inclinées ce qui confirme la complexité des mouvements du bol alimentaire au niveau des dents de sagesse. La dent ayant été très fonctionnelle (voir l'importance de l'usure de la face mésiale) les structures de surface sont très effacées.

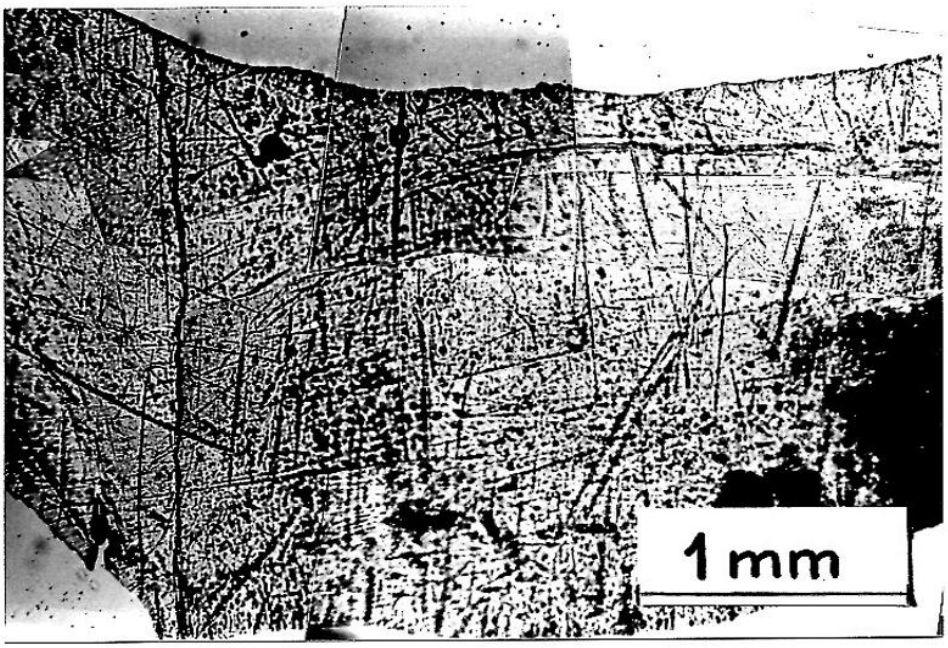


fig.n°42

La face linguale de la même dent est moins usée, nous avons fait la même constatation pour l'ensemble des prémolaires et molaires examinées, ce qui correspond à un mouvement des aliments ralenti au niveau lingual par rapport à celui qui s'effectue côté vestibulaire avec une pression également moindre.

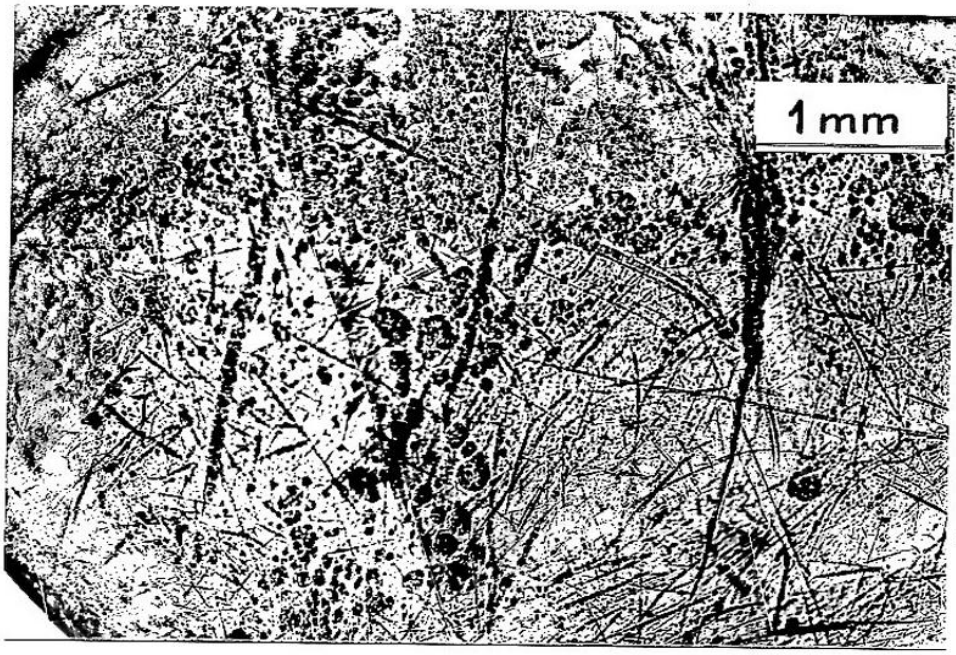


fig.n°43

Cette photographie de la face vestibulaire de Ckn. A1 Upp. 1, premiére prémolaire inférieure gauche, montre que les structures de surface n'ont pas été effacées par l'usure. Les larges stries paralléles entre elles ne peuvent être confondues avec celles observées sur les deux dents précédentes : elles ont été produites post mortem. Ces stries très peu nombreuses nous montrent que le nettoyage des dents misent au jour par Otto Zdansky a été discret.

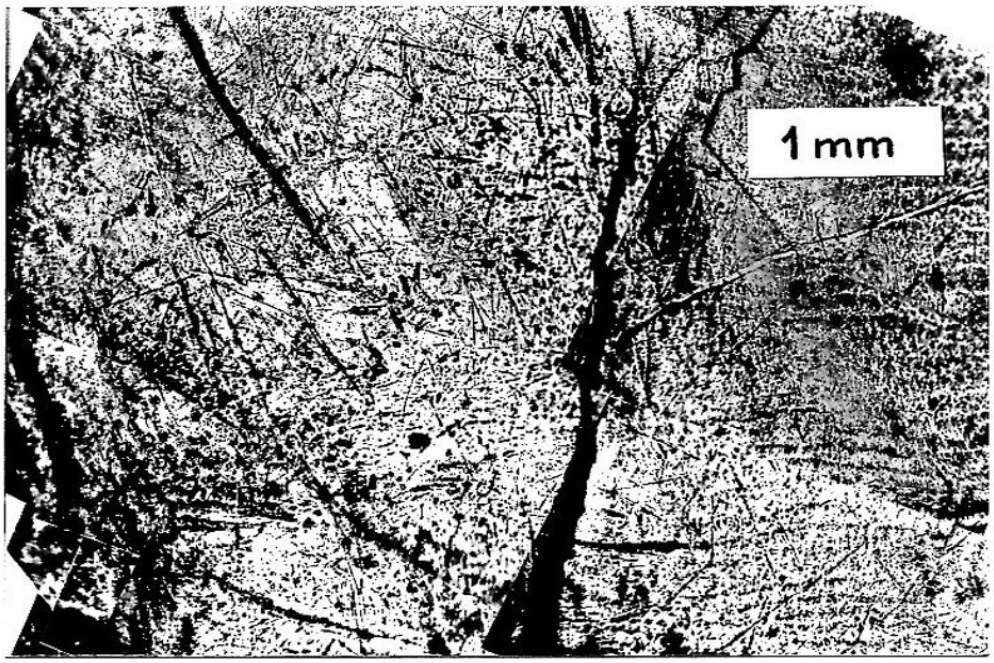


fig.n°44

Ckn A4 Upp3
adult 2éme pM
1921-1926

Ckn A1 Upp1
adult Iére pM inf g.
1923

Ckn A3 Upp2
adult 3éme M sup droite
1921

fig.n°45

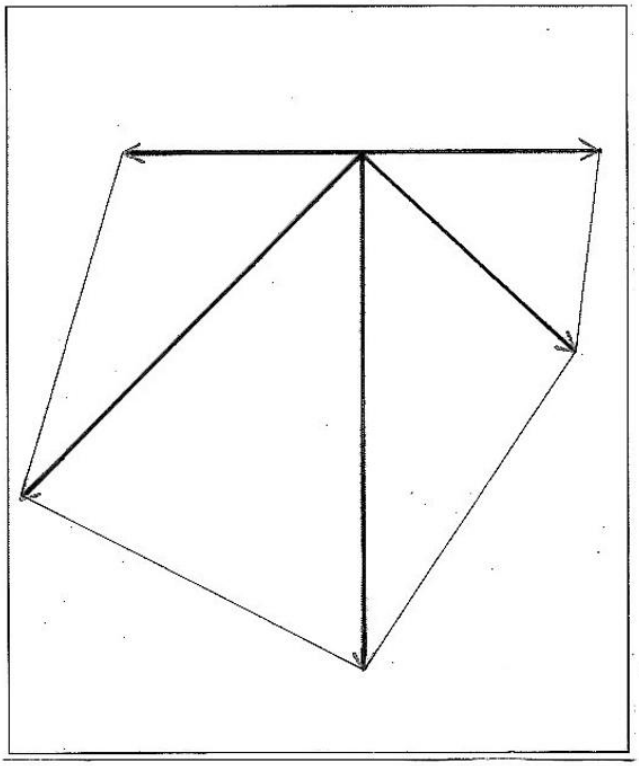
L'examen des faces vestibulaires des dents antérieures des Homo erectus nous a permi d'interpréter les profondes coupes qui pour l'Homme de Mauer s'individualisent de l'ensemble des stries. Correspondant à une pression témoignant d'une activité autre que la mastication, elles ne sont pas paralléles entre elles mais sont toutes dirigées suivant une même orientation avec un trajet curviligne. L'entaille est de section triangulaire avec une zone d'amorce et une sortie.

Ces meurtrissures permettent d'affirmer que l'Homme de Mauer était droitier et amateur de viande. En effet la méthode préférée pour manger la viande avant l'invention de la fourchette consistait à insérer dans la bouche un morceau de viande et à couper l'excédent, tenu par une main, grâce à un silex. Cette habitude a été décrite par Brace (1964) à propos de l'usure des dents antérieures des néandertaliens, nous l'avons signalée notamment chez l'Homme de Broken-Hill.

figure n°46

Surface vestibulaire de la canine supérieure gauche de l'Homme de Broken-Hill. Aux fines stries s'ajoute de profondes marques provoquées par un silex.

photo n° 47 La méthode préférée pour manger la viande avant l'invention de la fourchette consistait à insérer dans la bouche un morceau de viande et à couper l'excédant, tenu par une main, grâce à un silex ou un couteau comme le montre cette fresque éthiopienne.
photo n° 48 Cette méthode a laissé de profondes stries sur les surfaces vestibulaires des dents antérieures des néanderthaliens de l'HORTUS. Incisive supérieure gauche de H.VIII au grossissement 50.

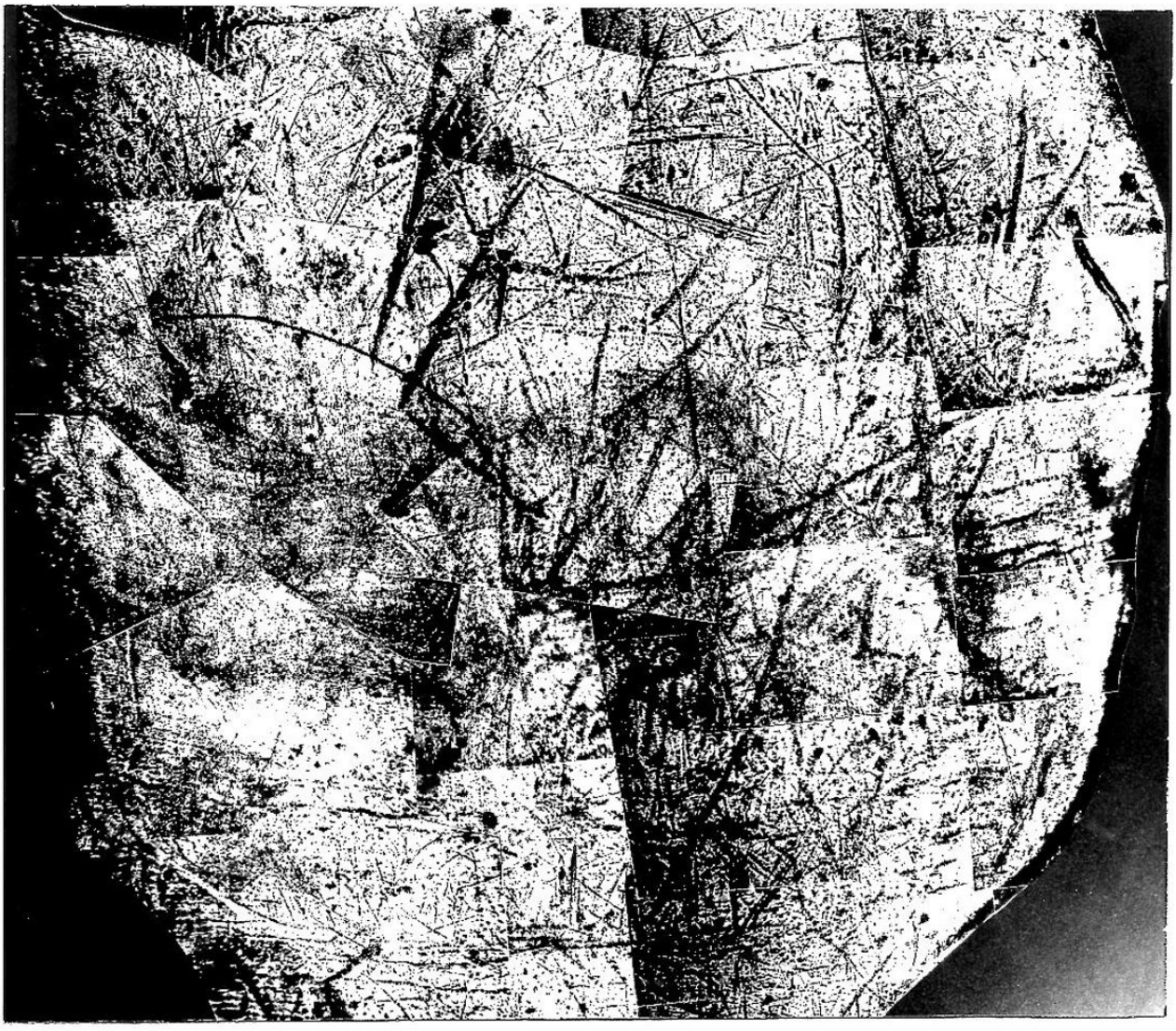


L'HOMME DE MAUER

La surface vestibulaire de la canine vue au grossissement 50 par la méthode des répliques au microscope optique.

L'orientation des rayures de la surface vestibulaire de la canine 43 est schématisée grâce au diagramme étoilé, la longueur totale des stries étant reportée pour une même direction, l'inclinaison étant prise de 45° en 45°.

photo n° 49 Les profondes stries confirment l'utilisation de la canine comme outil afin d'assister les mains



Les traces laissées par l'hygiène buccale sont présentes chez les premiers hommes. L'hygiène dentaire étant définie comme l'effort permettant d'éliminer les dépôts durs et mous et d'éviter que ceux-ci ne se reforment. Dans notre étude les dépots se manifestent par tassement alimentaire dans les espaces interdentaires et le tartre, les dépots obligeront, par les signes et symptômes qu'ils donnent, à effectuer une manoeuvre à l'aide de cure-dents de bois, de grandes épines ou d'os, afin de tenter leur élimination.

De par sa morphologie, la couronne dentaire va empêcher le tassement en effet :

-les sillons creusés sur les versants cuspidiens vont retenir les aliments puis assurer leur écoulement après écrasement,

-la crête marginale va empêcher ceux-ci de glisser vers le sillon inter-dentaire,

-le point de contact protègera l'espace proximal,

-et les faces vestibulaires et linguales ont une morphologie protégeant l'anneau gingival.

Cependant, à mesure que la couronne s'use, les aliments ne sont plus guidés et alors se produit l'effet d'encastrement de la cuspide opposée dans l'espace interproximal. Cet espace se trouve ouvert lors de l'application des forces sur l'aliment, celui-ci pénètre et lors de la libération des forces appliquées, il se trouve emprisonné. Ce même résultat est obtenu dans le cas de malpositions dentaires (crâne de Tautavel).

Les problèmes interdentaires sont donc très répandus parmi les hommes de la préhistoire et il est relativement fréquent de trouver associé à ceux-ci des sillons ou des traces microscopiques prouvant de façon indiscutable l'usage du cure-dents. Du fait de la position et de l'importance variable de ces sillons, leur cause a très souvent été discutée (Sognnaes 1959, Ubelaker et coll. 1969, Wallace 1974); notre expérimentation (Puech 1976) et les observations faites chez les peuples "primitifs" (Berryman et coll. 1979) nous ont clairement montré que la cause de ces sillons était thérapeutique et qu'il ne pouvait y avoir conflit d'hypothéses. Ces lésions que nous ne rencontrons qu'au niveau des surfaces proximales, l'absence d'émail ou de dentine érodée ainsi que les rayures nombreuses et paralléles, n'excluent pas la présence d'autres altérations d'ori-

gine chimique que nous n'aborderons pas dans cette étude.
Les sillons de faces proximales ont été signalés par Martin (1923) à propos des dents néandertaliennes de La Quina, puis par Weidenreich (1937) pour deux molaires de l'Homo erectus de Chou-Kou-Tien ; cependant leur présence semble remonter aux débuts du genre humain puisque Boaz et Howell (1980) les décrivent sur les deux premiéres prémolaires supérieures de L 894-1 de la formation Shungura (Ethiopie) daté de 1,84 M.A.. Les traces sont pratiquement toujours localisées au niveau des prémolaires et molaires, alors que des sillons très semblables se rencontrent chez l'homme et l'animal au niveau des dents antérieures lorsque les aliments sont tirés ou poussés à travers les espaces interdentaires lors de la préhension des aliments.

Nous avons mis en évidence ces marques produites lors des manoeuvres d'hygiène chez l'Homme de Tautavel : Arago XXI dent 26 face mésiale, Arago XXVI première prémolaire supérieure face mésiale, Arago VI deuxième molaire inférieure face distale et chez l'Homme d'Atapuerca.

figure n°50

Les sillons produits par l'usage intensif du cure-dents:Atapuerca

Le fait de nettoyer les dents à l'aide d'un outil a été décrit par McGrew et Tutin (I973) à propos des chimpanzés. Belle, une femelle du Centre de Recherche sur les Primates (Tanzanie), se sert d'un assortiment de tiges en bois pour nettoyer les dents de Bandit, le mâle le plus jeune du groupe, de façon régulière puisque sur I35 heures d'observation échelonnées sur six semaines, 45 séances dentaires ont été notées.

L'Homme de Tautavel devait utiliser un morceau de bois dur pour retirer les tendons et nerfs qui subsistaient entre ses dents comme en témoignent ces stries caractéristiques que l'on a retrouvées sur les faces proximales de la première prémolaire supérieure A.XXXVI et de la première molaire gauche du crâne A.XXI. fig.n°51

Il existe bien d'autres cas où les dents sont usées et rayées en dehors de la mastication. Nous connaissons les habitudes propres à certains animaux comme le chien qui au cours de la journée se déplace avec son os quand ce n'est pas avec une pierre, le cheval qui à l'aide des dents antérieures mordille le bois qui se trouve à sa portée, les buffles qui usent les faces proximales de leurs incisives en arrachant l'herbe. Nous devons également citer les mutilations dentaires dans lesquelles il faut inclure toutes les interventions volontaires sur les dents. Ces usures "hors fonction" peuvent parfois être pratiquées afin d'améliorer la mastication: certaines brebis en Ecosse se font appareiller de cercles métalliques

les dents antérieures quand elles sont trop usées (Thomson I98I).
Il est donc nécessaire d'observer avec une grande attention toutes les surfaces dentaires lors de leur étude.

ANALYSE MICROSCOPIQUE COMPARATIVE DE L'ACTION DES PARTICULES ABRASIVES EN FONCTION DES REGIMES ALIMENTAIRES.

Après avoir isolé les particules des coprolithes d'animaux à diète exclusive, végétarienne ou carnée, nous avons constaté qu'il existait une grande quantité de matières abrasives communes provenant soit directement de l'environnement, soit indirectement comme matériel additionnel de l'alimentation sur la surface externe des végétaux et de la viande.

Les régimes ne sont différenciés que par les phytolithes et l'os, sans oublier l'action particulière de friction sur la surface dentaire de la cellulose et de la lignine. Nous examinerons donc l'action mécanique de ces corps et substances sur les tissus dentaires.

Les concrétions provenant exclusivement des végétaux, nommées phytolithes, ont des dimensions variant habituellement de 5 à 100 microns. Il s'agit de composés abrasifs siliceux se trouvant à l'intérieur des cellules des plantes, qui lors de l'écrasement des végétaux entre les dents ne seront que partiellement actifs; une partie restant emprisonnée, le grain est maintenu et l'action est semblable à celle de papier abrasif provoquant des stries paralleles entre elles.

L'animal se nourissant de végétaux présente des surfaces dentaires d'aspect microscopique variable en fonction de la composition et de la consistence des aliments. Si le régime est essentiellement composé de matière tendre, riche en particules abrasives, nous observons sur les surfaces triturantes de très nombreuses stries, de faible largeur (de l'ordre du micron) disposées en groupes de paralleles. Nous avons examiné et photographié les surfaces occlusales de dents de cerfs provenant de Tautavel. La comparaison des diffé-

rents aspects microscopiques avec ceux que l'on observe sur les dents de mouton nous a montré que les végétaux polissent la surface de l'émail en effaçant les stries. Dans ce cas les différences de dureté des éléments formant l'émail vont permettre une accentuation des reliefs de structure et en l'absence de particules abrasives, le polissage va laisser une surface émoussée luisante. Le microscope électronique montre que la dentine, plus tendre que l'émail, garde les stries provoquées par les phytolithes. La distinction de l'émoussé qui révèle les structures de l'émail et la multitude des fines stries bien orientées de la dentine permet donc de reconnaître l'alimentation d'un sujet.

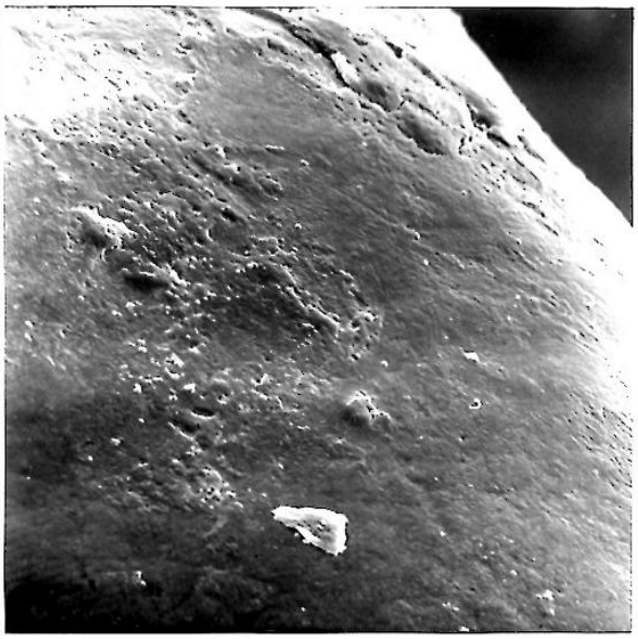
Les morceaux très durs (os, bois ou écorce de fruit) provoquent des éclats de l'émail sur les faces utilisées pour broyer. Il a été proposé, dans une étude sur la nature végétale ou carnée de l'alimentation de l'australopithèque, de noter les petits éclats (chips) que l'on peut remarquer à la loupe binoculaire sur la surface triturante des couronnes dentaires (Tobias I967).

Il existe une variation des dimensions de ces éclats de 0,I à 4.mm, les plus petits étant provoqués par les particules abrasives et les plus gros par l'écrasement des os. Pour Wallace (I973) les grands éclats sont souvent postmortem et statistiquement leur répartition entre australopithèques graciles et robustes n'est pas probante. L'expérience nous a montré qu'il était plus facile d'obtenir les grands éclats par fatigue de l'émail que par percussion. Le nombre d'éclats observés sur les dents fossiles est trop faible pour obtenir des données statistiques significatives.

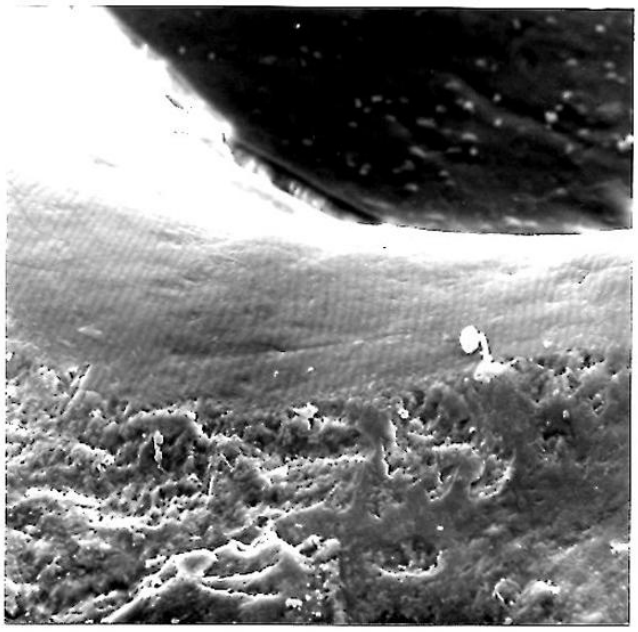
Nous avons comparé les marques, laissées au cours de la vie, sur la surface des couronnes dentaires d'Homo erectus ayant vécu dans des environnements différents: Mauer, proche de la forêt sur les bords d'un affluent du Neckar; Tautavel, surplombant un plateau près de la Méditerranée; et Chou Kou Tien, où les montagnes de l'ouest bordent la plaine continentale.

Les trois lots de dents nous ont permis de retrouver les deux variétés d'éclats précédemment décrits, cependant l'Homme de Pékin se distingue par un grand nombre de petits éclats considérés comme provoqués par les grains abrasifs (Leopold et Ardey I972).

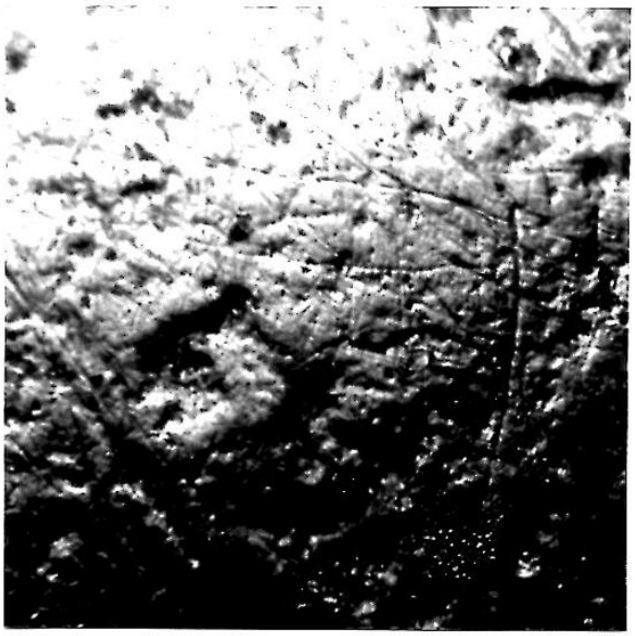
Les particules siliceuses présentes dans les graminées et les cypéracées provoquent de nombreuses et très fines stries au niveau de la dentine (molaire de mouton). fig.52 x120



L'émail dentaire (plus dur que la dentine) n'est pas rayé par les particules de silice amorphe des végétaux, mais il est poli (incisive de mouton).
fig. n°53 x360

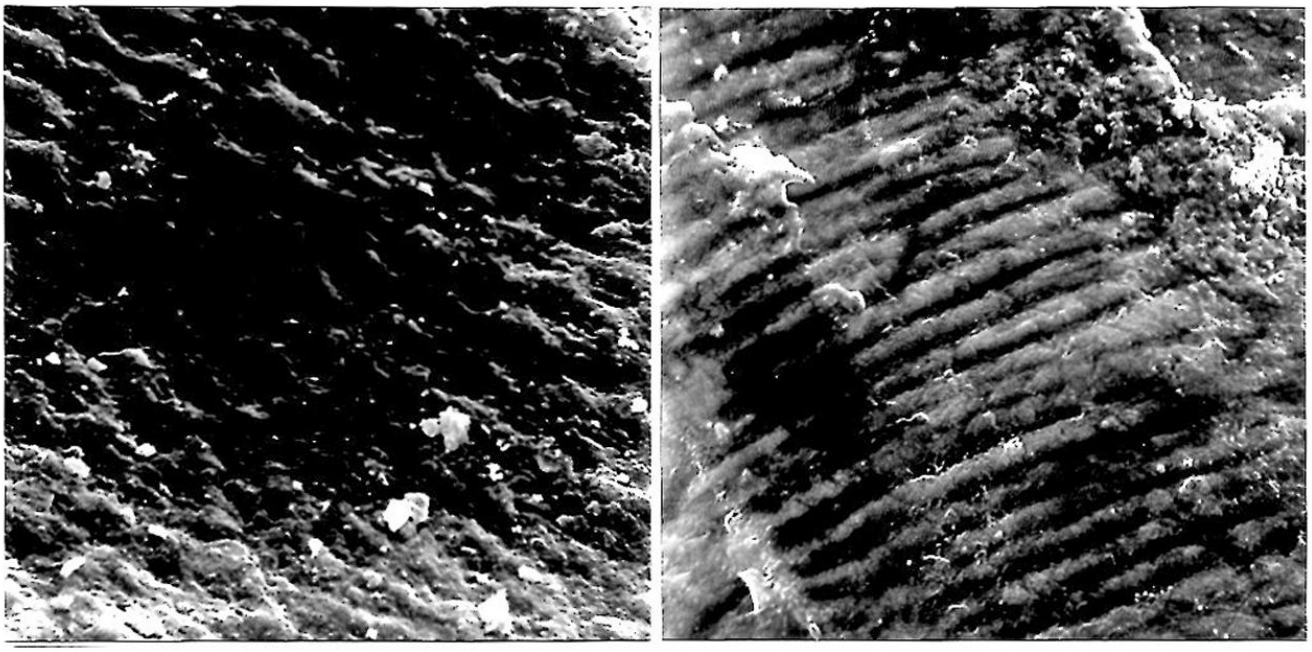


Le polissage de l'émail par les phytolithes révèle certaines structures de l'émail par usure différentielle.Les rainures (furrows) que l'on observe sont paralléles entre elles et régulièrement espacées (3um) sur les 3/5 èmes linguaux du bord vestibulaire de l'émail.
fig. n°54 x360



Les morceaux très durs (os ou bois) provoquent une fatigue de la surface de l'émail et la formation d'éclats.
Surface occlusale de la deuxième molaire inférieure droite de Arago XIII (x50).
fig. n°55 x75

figure n°56



Les rainure (furrows) de l'émail de cerf (xI800) peuvent être reconnues sur les faces vestibulaires près du bord occlusal.

Les rainures de l'émail de mouton (xI200) sont présentes sur les 3/5 èmes du bord vestibulaire, côté dentine, des incisives et molaires.

Il existe chez les herbivores un aspect remarquable de l'usure de l'émail nommé "furrows". Ce treme correspond à des structures dont les dimensions et les dispositions sont régulières.

Les "furrows" forment des lignes parallèles entre-elles dans la direction du mouvement ayant provoqué l'usure de la surface examinée. Pour cette raison il se peut que ce soit l'expression du dépot alternatif de prismes d'émail et de substance interprismatique dont on aurait usé préférentiellement le tissu le moins dur dans une direction déterminée.

Ces surfaces sont donc des surfaces abrasées, protégées des contacts directs des dents opposées qui nivéleraient cette usure différentielle.

Nous avons observé les "furrows" ou rainures chez les animaux mangeant de l'herbe comme le cerf et le mouton. De plus comme Rensberger (I978) à propos des petits herbivores Microtus sur les dents desquels il a reconnu et décri les "furrows", nous avons retrouvé des fragments d'herbe coincés entre les dents des moutons que nous avons examinées.

La résistance à l'abrasion est exprimée en fonction du volume de matière perdue par l'échantillon pendant l'action d'une lame abrasive appliquée sous une pression et un temps donné avec une vitesse de déplacement connue. Sa mesure sur un ensemble d'échantillons montre l'absence de correlation entre résistance à l'abrasion et dureté de surface. La résistance à l'usure dépend donc non seulement de la dureté mais aussi de la structure du matériau, faisant intervenir les forces d'adhésion qui solidarisent les composants et les conditions expérimentales; si bien qu'en général un corps dur use le corps moins dur, mais cette régle n'est cependant pas absolue.

Nous avons constaté (Puech et Prone, à paraître) que l'enlèvement de matière se faisait à partir d'une certaine pression, et qu'il augmentait avec elle; cette action bien que non négligeable altérait d'avantage le matériel abrasif que la surface intéressée et qu'il fallait donc un renouvellement constant des particules pour obtenir une usure comparable à celle provoquée par des grains de dureté supérieure.

Dans le cas d'une alimentation à base de végétaux ces conditions sont remplies, ce qui explique l'usure considérable observée au niveau des dents des animaux ruminants.

LE CHOIX ALIMENTAIRE.

Il y a environ deux millions d'années apparaît l'Homme. A cette époque vit en plus grand nombre, au même endroit, un animal très proche de lui: l'Australopithèque de forme robuste (Leakey L. et coll. I964).

Y eut-il alors compétition entre cet homme, nommé Homo habilis, et son cousin Australopithèque? Leur territoire est la savane boisée ou couverte d'arbustes et d'herbes près des cours d'eau ou des lacs d'Afrique de l'Est. Là se concentrent à la fois Homo habilis et Australopithècus boisei puisque, par exemple, à Olduvai (Tanzanie) il n'a pas été mis au jour d'Australopithèque robuste à plus de I km de l'ancien lac (Isaac I967, Boaz I977).

L'origine de l'homme se situe donc dans un environnement plutôt sec et est marqué par une coexistance avec une forme très voisine robuste. Puis, sans que l'on puisse noter de grandes variations climatiques, donc sans changement de végétation, la forme robuste va disparaître alors que l'espèce humaine évolue (Kennedy I980).

Pour caractériser l'alimentation de ces hominidés nous avons étudié simultanément les groupes dentaires antérieurs et postérieurs afin de lever l'incertitude qui existe à propos de l'usage des dents antérieures. Car nous ne savons évidemment pas quelle part occupait la préparation des aliments à l'aide d'outils ou l'utilisation des dents de devant pour aider les mains au cours des diverses activités.

Nous avons examiné le type de l'Homo habilis, le sujet provient du site F.L.K.N.N.I. Bed I de Olduvai et aurait une douzaine d'années. Les restes recueillis sont formés d'une mandibule avec l'ensemble des dents, une molaire supérieure, les pariétaux et les os de la main.

Le deuxième habilis catalogué Olduvai Hominid I6, a été découvert dans le site F.L.K.II. Bed II de Olduvai. Avec la dentition morcelée a été mis au jour 900 fragments d'un crâne qui avait été piétiné, après avoir été découvert par l'érosion, par les sabots d'un troupeau Masaï. La stratigraphie montre que O.H. I6 est plus récent que O.H. 7.

Il s'agit d'un jeune adulte dont les troisièmes molaires ne sont pas usées. Les deuxièmes molaires sont particulièrement usées et la deuxième molaire supérieure droite présente dans la zone mésio-vestibulaire de la face triturante une forte usure en coupelle.

La deuxième espèce étudiée est la forme robuste de l'Australopithèque qui est contemporaine et souvent associée à Homo habilis. L'australopithèque robuste possède un appareil manducateur très développé, les dents postérieures sont très grosses, les molaires lactèales et les prémolaires sont molarisées.

Nous examinerons la mandibule de l'Australopithécus boisei qui fut découverte en I964 sur la rive ouest du lac Natron (Tanzanie) au cours d'une expédition dirigée par Richard Leakey (Leakey L.S.B. et Leakey M.D. I964). Elle possède toutes ses dents en parfait état de conservation.

Dans la lignée humaine, le successeur de Homo habilis est Homo erectus. Il présente un crâne qui reste épais, surbaissé et marqué par un fort bourrelet au dessus des yeux. Homo erectus possède une adaptation à une utilisation accrue de la partie antérieure de la dentition, celle-ci étant implantée plus verticalement que pour ses prédécesseurs, associée à une réduction de l'importance des dents servant à broyer (Wallace I975). Sa mâchoire est massive mais les dents se rapprochent de celles des humains modernes.

En Afrique le plus ancien erectus actuellement connu a été dégagé des gisements du Turkana (Kenya) en I975, il s'agit de KNM-ER 3733.

Nous étudierons dans ce travail les dents très volumineuses de la mandibule de la carrière Thomas I (Maroc) car elles sont parfaitement conservées et elles ont appartenu à l'homo erectus d'Afrique du Nord qui représente la première population d'hominidés que l'on connaisse ayant habité sur les bords de la mer.

La mandibule comporte quatre dents (35, 36, 37, 38) dont les surfaces occlusales sont fortement usées avec M2 M1 M3. La troisième molaire semble avoir possédé 6 tubercules comme l'Australopithèque, le Sinanthrope, l'Anténéandertalien de Montmaurin ou l'erectus de Mauer (Sausse I975).

La plus ancienne mandibule humaine actuellement connue en Europe fut mise au jour à Mauer (R.F.A.). Les datations modernes estiment le fossile âgé de 680 000 ans environs (Oakley I964). La mandibule, très massive, possède un menton fuyant lui donnant une forme archaïque.

Cependant nous ne connaissons que très peu de choses concernant l'homme de Mauer car seule la mandibule a été découverte. Nous étudierons donc également l'homme de Tautavel.
L'homme de Tautavel est un Homo erectus plus récent, il a 450 000 ans, dont les restes nombreux permettent l'étude anthropologique des premiers hommes en Europe. Mis au jour dans un milieu stratigraphique parfaitement connu, chaque élément recueilli est examiné en détail à l'aide des techniques actuelles.
L'homme de Tautavel est un chasseur possédant une capacité crânienne de l'ordre de II50 cc (Lumley de M.-A. I98I). Cet erectus n'a pas encore domestiqué le feu et vit dans une région où les espaces découverts, apparentés à la garrigue, sont parcourus par des animaux de pays chauds et d'autres de pays quasiment arctiques (Renault Miskovsky I98I).

En Asie, c'est l'homo erectus de Chine qui a été le mieux décrit. A Choukoutien les restes de 40 individus groupés ont été mis au jour. On suppose que la proie principale de l'homme était un gros cerf dont on a retrouvé les restes en très grand nombre. L'homme appelé Sinanthrope, pratiquait la cuisson (tout au moins occasionelle) des aliments. Dans les cendres de la localité on a trouvé des noix, des graines de micocoulier et des oeufs d'autruche. L'examen de la répartition des restes montre qu'il existait des endroits définis pour les diverses activités : par exemple il n'a pas été retrouvé de bois de cerfs associés aux restes humains (Zdansky I980).
Nous étudirons les premières dents humaines misent au jour par Otto Zdansky (I927, I952). Il s'agit de deux prémolaires et d'une dent de sagesse supérieure. Nous avons également examiné quelques dents découvertes par von Koenigswald (1939) et nommées Sinanthrope des officines.

RESULTATS ET DISCUSSION.

Homo habilis O.H.7 présente sur les surfaces incisives, dans la portion vestibulaire, une multitude de stries paralléles entre elles et parpendiculaires à la surface vestibulaire. Avec pour les incisives latérales des stries, qui dans la partie distale de la surface incisive, se dirigent d'avantage vers l'arriére; ces stries ne sont donc plus exactement perpendiculaires à la face

vestibulaire mais font un angle qui se rapproche de la canine.
Nous retrouverons, de façon très atténuée, lors de l'examen de l'homo erectus de Mauer cette disposition en éventail des stries de la zone labiale des surfaces incisives, l'éventail étant ouvert d'une commissure à l'autre.
Cette disposition indique une origine des stries en rapport avec le fractionnement des aliments, ou la séparation d'une partie de ceux-ci avant la mastication, et suppose l'action simultanée des mains pour tirer les aliments préalablement "pincés" par les incisives (photo n°57).
Ces stries sont comparables à celles produites au niveau des surfaces linguales des incisives du Colobus badius (photo n°69). Ce singe mange plus de fruits que de feuilles (2) (Hylander I975) et cette usure est remarquée sur des surfaces n'ayant pas de surface dentaire opposée, donc peuvent être produites sous faible pression. Nous retrouvons de plus ce type d'usure mais cette fois-ci de façon moins marquée sur les surfaces linguales des incisives de notre sujet (photo n° 70).
Au niveau de l'angle formé par la surface occlusale et la surface vestibulaire d'une dent jugale, il a été remarqué le même aspect microscopique. Cet aspect plus marqué au niveau incisif que pour la surface linguale peut s'expliquer si le sujet "pince" les aliments. Les surfaces incisives sont émoussées et striées, l'usure n'est donc pas le fait de simples particules abrasives additionnées aux aliments mais elle a été produite par l'abrasion de la matière comprimée, ce qui confirme l'action de séparation évoquée précédemment. L'action abrasive de l'aliment se retrouve sur les surfaces occlusales des dents jugales puisqu'elles sont usées sans être striées. Ces surfaces sont arrondies et polies, de plus existe une usure différentielle ayant "révélé" l'arrangement des prismes de l'émail pour former les cuspides. Cette usure, probablement accentuée par une action chimique acide, ne peut être due qu'au passage d'une grande quantité d'aliments car l'étude expérimentale nous a montrée que sous une très forte pression se produisait des éclats de l'émail et que la moindre particule pénêtrait l'émail en laissant une empreinte (Puech et coll. à paraître).
Le peu de stries observées sur les dents jugales suppose une sélection de la nourriture dans les arbres et les arbustes ou une viande

n'ayant pas été spoliée. En effet toutes les dents jugales des singes que nous avons examinées présentent, au niveau des surfaces triturantes, des stries en nombre variable.

Nous avons examiné tout particulièrement les dents d'orang outang actuels et fossiles. L'orang outang a des dents jugales dont les couronnes sont hautes avec des cuspides peu élevées (bunodont) au contraire des autres primate catarrhine qui ont des cuspides pourvues de facettes pour découper. De plus l'émail des faces occlusales est épais comme pour l'homme. Ces faits laissent penser que la forme fossile avait une adaptation plus terrestre. L'habitat n'aurait pas été la forêt ni la savane mais les régions boisées (Smith et Pilbean I980). L'orang outang est un omnivore se nourissant d'écorces, de feuilles, d'insectes, de fruits et d'autres aliments. Il passe des heures à ouvrir des noisettes en écrasant l'enveloppe entre ses molaires (Galdikas I98I). La surface occlusale des premières molaires, qui possèdent une morphologie semblable à celle de l'homme, ne nous a pas montré la structure des tissus dentaires comme pour homo habilis, ni les éclats que l'on trouve invariablement chez l'homo erectus et que nous décrirons par la suite (photo n° 117).

Homo habilis n'a pas de facettes d'attrition provoquées par l'action en ciseaux des cuspides opposées quand elles opposent leurs versants par glissement. Or la viande n'a pas besoin d'être sectionnée mais doit simplement être attendrie pour être avalée, à condition que de petits morceaux soient introduits dans la bouche. L'alimentation carnée, si elle a eu lieu, s'est faite en l'absence de fractionnement de la matière tendre. Pas de fractionnement non plus des os et des tendons puisque nous n'avons pas relevé de surfaces occlusales des dents jugales possédant des micro éclats témoins de fortes pressions (Tobias I967).

O.H. 7 a choisi des aliments relativement tendres et probablement juteux, l'absence de direction préférentielle dans l'usure des prémolaires et molaires montre que les aliments ont été disloqués par écrasement comme nous le faisons pour une pomme ou de céréales débarassées de leur enveloppe.

Les stries de la portion labiale des surfaces incisives auraient été provoquées en tirant des épis à travers les dents antérieures pour recueillir la partie nutritive. Cet aliment est alors dépourvu de particules abrasives et use, sans provoquer de stries, les dents jugales.

L'usure régulière de l'arcade dentaire suppose que l'action incisive n'a pas été à proprement parler une préparation initiale visant à attendrir les aliments car dans le cas inverse les incisives auraient été sévérement usées (Hiiemae et Crompton I97I). Nous avons retrouvé au niveau des incisives de Gorilla gorilla gorilla (Cameroun) une usure de la partie incisive qui rappelle en partie (et en partie seulement) celle observée pour O.H.7.

Pour le gorille aux stries perpendiculaires à la surface vestibulaire que l'on trouve sur le bord labial de la partie incisive, s'ajoutent de nombreuses petites indentations et d'autres stries plus profondes et différamment orientées.

Nous connaissons l'alimentation du gorille, il s'agit essentiellement de végétaux coriaces mais également de feuilles, de fruits, de pousses, d'oeufs et de petits vertébrés (Puech I98I).

La largeur des incisives de O.H.7 laisse également penser qu'Homo habilis utilisait celles-ci pour la préhension d'aliments trop encombrants. Ces aliments pour entrer dans la bouche sont nécessairement réduits de volume s'il s'agit de pousses ou de lambeaux de muscle.

Si Homo habilis s'est nourri de viande, il ne l'a pas fait de la même façon qu'Homo erectus, son successeur, car nous verrons plus loins que les aspects de l'usure des dents sont bien différents.

Par conséquent nous pouvons admettre l'hypothèse émise par ailleurs que Homo habilis prélevait occasionellement sur des animaux la viande qu'il mangeait, n'ayant pas appris les moyens de la conserver.

Le second sujet Homo habilis, O.H.I6, semble quelque peu différer du premier dans la manière dont il a utilisé les dents antérieures et postérieures.

Les surfaces incisives présentent toujours les stries en éventail observées précédemment, mais il existe en plus la preuve d'une utilisation partielle pour préparer la nourriture en serrant fortement les incisives (photo n° 62). On observe en surimpression des petites indentations plus ou moins circulaires faites par écrasement des particules abrasives.

Il existe de plus dans la portion centrale des surfaces incisives, au niveau de la dentine mise à nu par usure, des stries dans le sens transversal mésio-distal ou disto-mésial (photo n° 62). Ce

type de stries se retrouve chez le singe se nourissant de feuilles (photo n° 67 et photo n° 68), cette action par mouvement latéral des incisives serait donc dû à la recherche d'une action sécante d'objets peu épais (la couturière l'utilise pour couper le fil).
O.H.I6 est un sujet plus récent que O.H.7, il possédait peut-être des incisives moins versées antérieurement. Ces incisives avaient donc, en plus de l'action d'attraper ou de peler les aliments, la possibilité d'effectuer une certaine préparation des aliments ou d'aider plus facilement les mains dans diverses activités.
L'environnement de Homo habilis semble, d'aprés cette comparaison des deux sujets O.H.7 et O.H.I6, avoir été fait d'une nature où il a suffit d'ajustements très réduits pour vivre. En effet O.H.I6 présente au niveau des surfaces occlusales des dents jugales le même aspect général que O.H.7 sur lequel est ajouté quelques stries et éclats de l'émail produits par la mastication d'aliments nécessairement plus durs que ceux que nous avons prétés à O.H.7.
Si nous utilisons les résultats obtenus par Alan Walker (Walker et coll. I978) à propos de l'usure microscopique des dents, nous pouvons proposer comme alimentation de base pour Homo habilis une nourriture riche en cellulose et lignine. Ceci parceque dans les deux cas les dents sont émoussées et brillantes et en général dépourvues de stries. De plus les structures des tissus dentaires sont apparentes ce qui est la preuve d'une usure par frottement et non par enlèvement avec formation de stries ou de sillons (Puech et coll. à paraître). La viande non préparée ne ferait que confirmer cet aspect microscopique par l'action du collagéne des fibres musculaires.

Le troisième sujet de notre étude est la forme robuste de l'Australopithèque. Il possède une morphologie dento-faciale favorable à l'application de forces importantes au niveau des couronnes dentaires. Les incisives implantées plus verticalement peuvent par cette position rétruse supporter des forces importantes afin de serrer et de fractionner enfin par simple écrasement.
Nous n'avons pas retrouvé les stries décrites à propos des incisives de Homo habilis, mais uniquement l'empreinte laissée par la pénêtration de particules abrasives très fortement appliquées sur les surfaces incisives (photo n° 61). La canine montre par contre à la fois une utilisation pour maintenir et une utilisation pour déchirer et attendrir, elle a donc préparé les aliments avant la mastication par les dents jugales. Généralement la fonction canine est assurée

par la canine et la première prémolaire pour la mandibule, dans ce cas la première prémolaire a déjà la même fonction que les dents postérieures.

Les surfaces occlusales des prémolaires et molaires ont indiqué une mastication par écrasement des aliments. Cet écrasement s'est effectué à la manière d'une meule car les particules inclusent dans l'alimentation ont produit de profondes stries de façon unidirectionelle. Ces stries "en coup de lime" sont dues à la réduction d'aliments durs par dislocation. L'écrasement s'est fait avec force et ceci tout particulièrement au niveau prémolaire (photo n° 59 et photo n°66).

Le fait que l'alimentation de Peninj ait été très abrasive peut être contrôlé par l'exament de l'usure macroscopique des dents. La quantité d'usure par abrasion dépasse nettement celle produite par attrition comme le montre les bords arrondis de l'émail et les coupelles de dentine. Dans le cas d'aliments abrasifs tendres, ne nécessitant qu'une faible pression pour être réduits, il ne se forme pas un nombre si important de stries.

Les stries observées sont de dimensions comparables, ou plus larges que celles des couronnes dentaires des Homo erectus que nous avons étudiés. Elles ont donc trés probablement été produites par les poussières et non par les phytolithes. Les phytolithes sont des particules abrasives produites par certains végétaux, elles produisent uniquement de très fines sties. Ces stries que l'on peut observer sur les dents des animaux (Barker I959) nous les avons reproduites expérimentalement pour apprendre à les distinguer (Puech I980).

Il nous semble donc probable que l'Australopithèque boisei consommait les fruits après avoir écrasé leur écorce souvent coriace et certainement souillée, alors que Homo habilis plus méticuleux prenait la peine d'éplucher ces fruits de savane. Homo habilis par cette pratique aurait ainsi laissé sur les surfaces incisives les stries particulières que l'on a décrit et évité par la même occasion l'apport de particules abrasives très nuisibles pour la durée de vie des dents de l'individu.

Pour Boaz (I977) l'importance des muscles Temporal et Masseter, la massivité de la mandibule et les grandes surfaces occlusales des dents postérieures comparé aux incisives est un argument pour l'adoption d'un régime necessitant la mastication d'un grand nombre d'aliments. Notre étude microscopique peut confirmer cette hypothèse

car alors le nombre de stries est dû au passage répété de matière faiblement souillée.

Notre étude se termine par l'examen de Homo erectus. Ce qui le différentie des sujets précédents est la présence de profondes stries à la fois sur les surfaces triturantes et sur une grande partie des surfaces vestibulaires de la première et de la deuxième molaire (photo n°60 et n°99). Pour l'Homo habilis il n'existe pratiquement pas de stries et pour l'Australopithèque boisei les stries des faces occlusales beaucoup plus nombreuses que pour Homo erectus ne se retrouvent qu'au niveau des faces vestibulaires des prémolaires.
L'alimentation d'Homo erectus a donc été non seulement dure et coriace mais elle présentait une plasticité jusqu'alors inconnue. Cette plasticité demandait une longue et vigoureuse mastication comme en témoigne l'usure importante à la fois occlusale et interstitielle et l'usure microscopique caractéristique au niveau vestibulaire due au mouvement dit en "baratte" des aliments dans la zone vestibulaire.
La plasticité des aliments a partagé les surfaces occlusales en surfaces striées et en surfaces présentant un enlèvement punctiforme. Cet enlèvement est produit par le mouvement de la nourriture qui pénêtre les reliefs, glisse puis est accumulée en un site où les particules sont écrasées (photo n°100) Les surfaces antagonistes des dents travaillent par pression puis s'affrontent et travaillent par glissement. Au niveau de la surface occlusale de la deuxième molaire de l'Atlanthrope de la carrière Thomas (photo n° 116) il est possible de retrouver l'empreinte de ce cycle de la mastication. La pression fait pénétrer les grains abrasifs incorporés aux aliments et ce d'autant plus profondément que les surfaces s'affrontent, puis le glissement provoque la formation d'éraflures.
Les fruits ou la viande séchée présentent les caractéristiques requises car tous deux peuvent posséder des poussières dues au mode de conservation. La viande, fibreuse et quelque peu "collante" produit au niveau vestibulaire des dents jugales une surface brillante avec de nombreuses stries bien orientées par le glissement unidirectionnel; la viande n'étant jamais morcelée mais simplement attendrie par la mastication (photo n°99 et photo n° IOI).
Les cuspides de l'Homo erectus sont arrondis et polis chez les sujets jeunes comme celui de Tautavel (photo n°I23) bien qu'il existe

la preuve de la présence de nombreuses particules abrasives, cela montre que l'usure due au frottement et à la fatigue est très importante.

L'examen des incisives de l'homme de Mauer montre que celles-ci étaient utilisées pour agripper les aliments. Les surfaces incisives sont couvertes d'enlèvements par éclats, les incisives centrales possédent à ce niveau des stries de diverses directions alors que les incisives latérales ont des stries plus orientées dans la portion incisive située près des canines.

La canine mais également la première prémolaire montre une utilisation pour maintenir, déchirer et attendrir les aliments donnant une image microscopique semblable à celle observée pour la canine de Australopithécus boisei. Pour Homo erectus la préparation des aliments avant la mastication par les dents jugales (deuxième prémolaire, première et deuxième molaire) prend pour la première fois dans l'évolution humaine une importance primordiale. Cette préparation se fait à l'aide de la canine et de la première prémolaire.

Chez l'Homme de Mauer les surfaces vestibulaires des dents jugales sont très striées, mais ces stries ne sont pas orientées comme pour l'Homme de Tautavel. Cette usure n'a donc pas été produite par le glissement guidé mais par les particules abrasives pressées sur la surface vestibulaire par la pression des joues. Il faut donc rechercher la différence qui peut exister entre les proportions d'aliments végétaux ou carnés ingérés par ces deux sujets.

CONCLUSION.

Nous avons montré que les espèces Homo habilis, Australopithécus boisei et Homo erectus ne se sont pas servies de leurs dents de la même façon et que l'analyse comparée des incisives et des molaires permet de mettre en évidence ces différences.

Si la culture permet aux Hominidés d'exploiter une plus grande part des ressources alimentaires, elle a favorisé un choix plutôt qu'un éventail élargi des aliments consommés. Dans ce cas l'exploitation intensive des céréales proposée par Wolpoff (I973) pour les Australopithèques de forme gracile est confortée ainsi que le rôle essentiel de l'évolution du comportement dans l'évolution morphologique.

La comparaison de l'usure incisive et de l'usure au niveau des dents jugales (2éme prémolaire, 1ére et 2éme molaires) apprécie l'importance relative des phases de la mastication et le mode de mastication si nous ne faisons pas abstraction de la fonction canine

représentée par la canine mais également pour certaines espèces par la première prémolaire inférieure.

O.H.7 a principalement utilisé les incisives pour ôter l'enveloppe de végétaux, et peut-être pour couper la pulpe des fruits. Pour cela les forces d'écrasement ont été comparables à celles necessaires pour réduire des céréales.

O.H.I6 a développé des forces d'écrasement un peu plus fortes. Cependant les surfaces incisives et les surfaces triturantes ont le même type d'usure pour les deux habilis. Le deuxième sujet possède en surimpression les marques d'une autre utilisation. Cette observation peut s'expliquer par l'alternance de régime en fonction des disponibilités données par la saison. O.H.I6 a mastiqué des aliments comportant des particules abrasives (en petite quantité) et plus durs que pour O.H.7 ; mais les marques ou empreintes observées sont d'une faible profondeur, elles seront donc remplacées ou effacées au moment de l'alternance des ressources. Cet exemple vérifie donc la conclusion de A. Walker (Walker et coll. I978) selon laquelle l'examen au microscope de l'usure des dents d'un sujet donne principalement des informations sur l'alimentation de la proche période précédent la mort. Si nous comparons nos résultats à ceux obtenus par Walker, O.H.I6 serait mort pendant une saison aux faibles ressources comme l'hiver alors que O.H.7 aurait décédé au moment de l'abondance. Dans un cas comme dans l'autre Homo habilis a utilisé les dents jugales pour attendrir (puncture-crushing) les aliments comme le prouve l'abrasion des cuspides et la dentine en coupelles (Hiiemae I976).

Peninj s'est servi des incisives pour maintenir, fractionner et attendrir les aliments; il a donc associé à des forces d'écrasement très importantes des mouvements en latéralité. Les prémolaires y compris les premiéres prémolaires, et molaires ont broyé (chewed) les aliments par dislocation.

Homo erectus a également utilisé les incisives pour déchirer, maintenir et attendrir partiellement les aliments; son mode de mastication différe de celui de Australopithécus boisei et Homo habilis car il existe une séparation très nette des surfaces utilisées pour écraser et celles où s'applique le mouvement latéral. L'action des reliefs des surfaces triturantes reprend ici une grande importance.

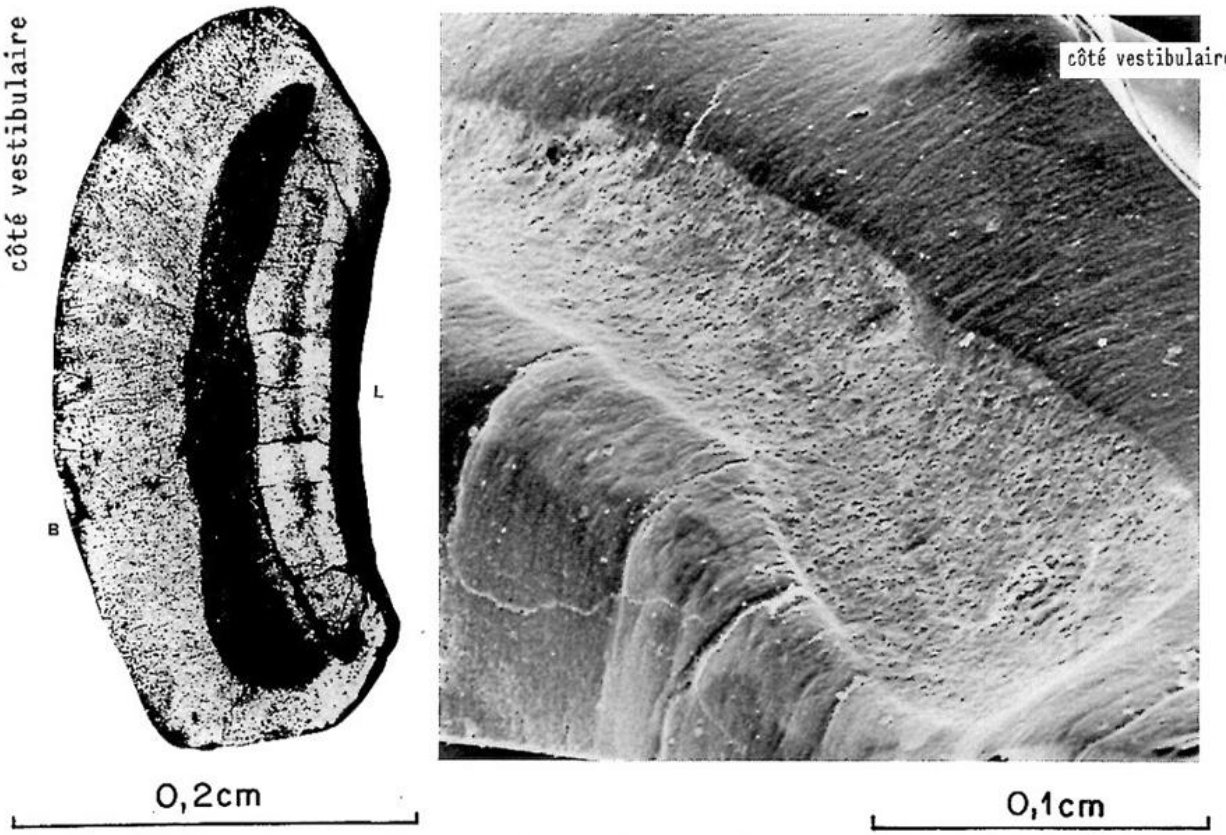
N.T. Boaz écrit dans les commentaires de l'article de Peters

et O'Brien sur l'analyse des ressources végétales des premiers hominidés (I98I) que la majeure partie de l'alimentation des Anthropoïdes est composée de végétaux. Pour ce dernier la compétition pour les ressources alimentaires est une théorie renforcée par la coexistence d'Australopithécus boisei et Homo habilis et que par conséquent l'étude, entreprise par Peters et O'Brien, des ressources disponibles dans un environnement donné pour connaître la diéte des hôtes est incomplète puisque nous ne connaissons pas le choix alimentaire. Car pour Boaz ce choix existe puisque Australopithécus boisei semble spécialisé pour une utilisation intensive de quelques ressources.

Par l'analyse de l'usure microscopique des dents nous avons montré l'exploitation différente faite par Homo habilis et Australopithécus robustus de leur environnement car, au cours de la mastication, la nature des mouvements dépend essentiellement de l'état physique du corps alimentaire et par conséquent les actes incisifs et triturants s'adaptent à ces qualités mécaniques: dimension, dureté, élasticité...

Il n'y a pas eu à proprement parlé de compétition dans le "paradis terrestre" mais un choix alimentaire.

L'examen microscopique de l'usure dentaire montre comment a pu s'établir une coexistence pacifique des Hominidés il y a 2 millions d'années et comment Homo erectus a adopté une nouvelle spécificité qui lui a probablement permis de conquérir l'Afrique, l'Asie et l'Europe.



fines stries bien orientées sur la portion vestibulaire et de très petits éclats sur la portion linguale qui porte également l'empreinte de la dent opposée.

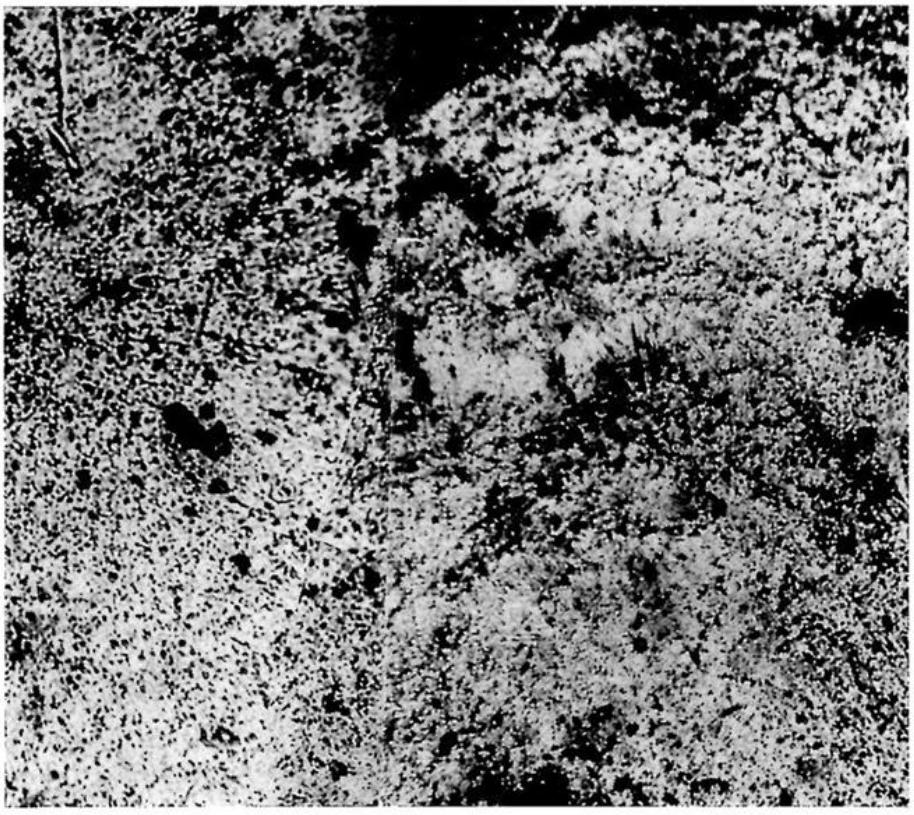


fig. n°57

côté vestibulaire

côté vestibulaire

fig. n°58

Homo habilis O.H.7 coll. M. Leakey Olduvai (Tanzanie). Surface occlusale de la première molaire inférieure droite au grossissement 20 environ. Peu de stries mais une abrasion qui a révélé les structures de l'émail et émoussé la surface.

Peninj coll. M. Leakey Lake Natron (Tanzanie). Surface occlusale de la deuxième prémolaire inférieure gauche grossie environ 100 fois. Les stries dirigées labio-lingualement (ou inversement) ont labouré la surface de l'émail.

fig. n°59

côté lingual

fig.n°60

côté vestibulaire

Homo erectus de Tautavel A XIII coll. H. de Lumley Musée de l'Homme (France). Surface occlusale de la première molaire inférieure droite x30. Cette vue partielle montre deux plages bien délimitées par le mode d'enlèvement par écrasement qui a provoqué des éclats et le mouvement latéral avec glissement des aliments dont les particules abrasives produisent des stries.

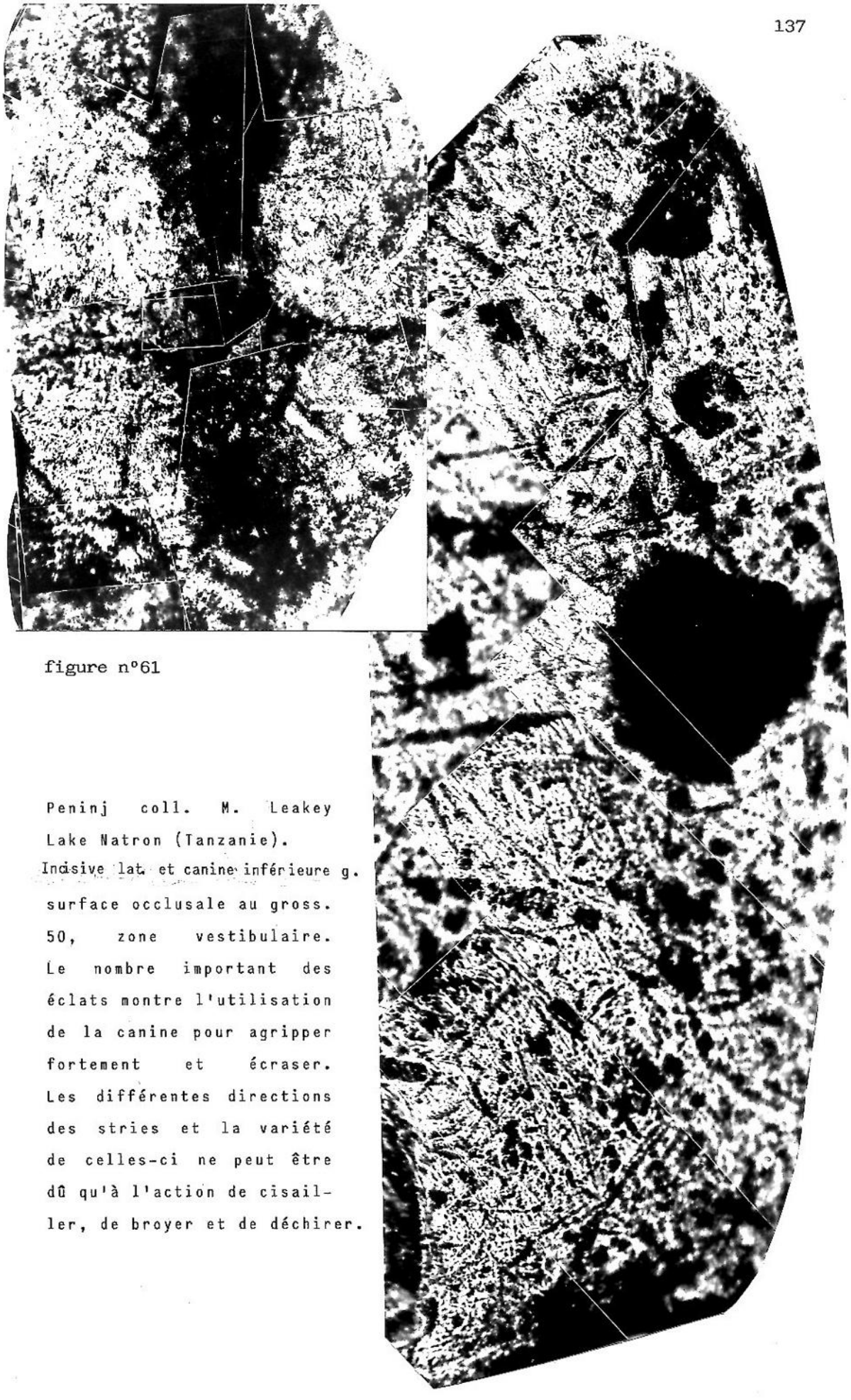
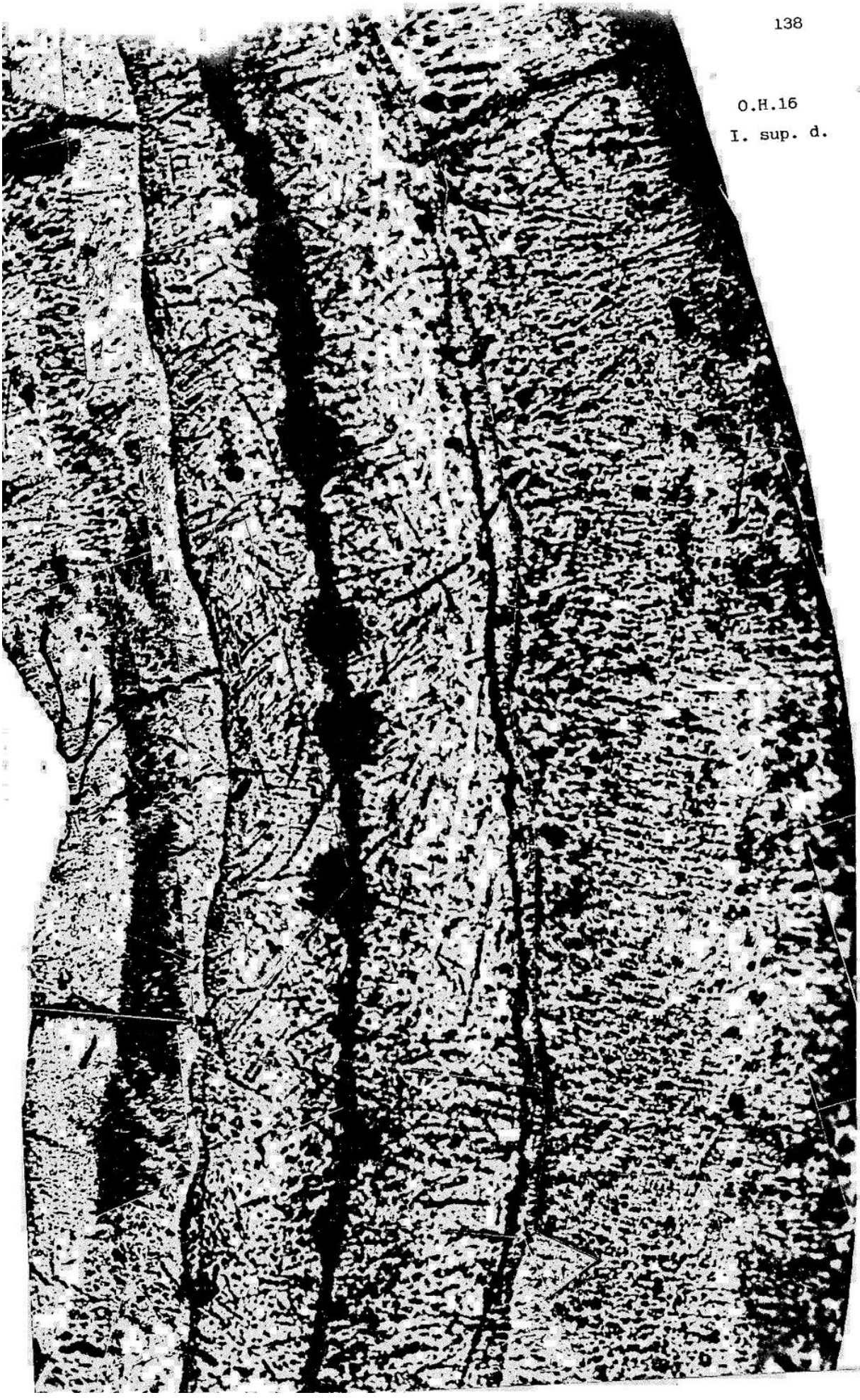
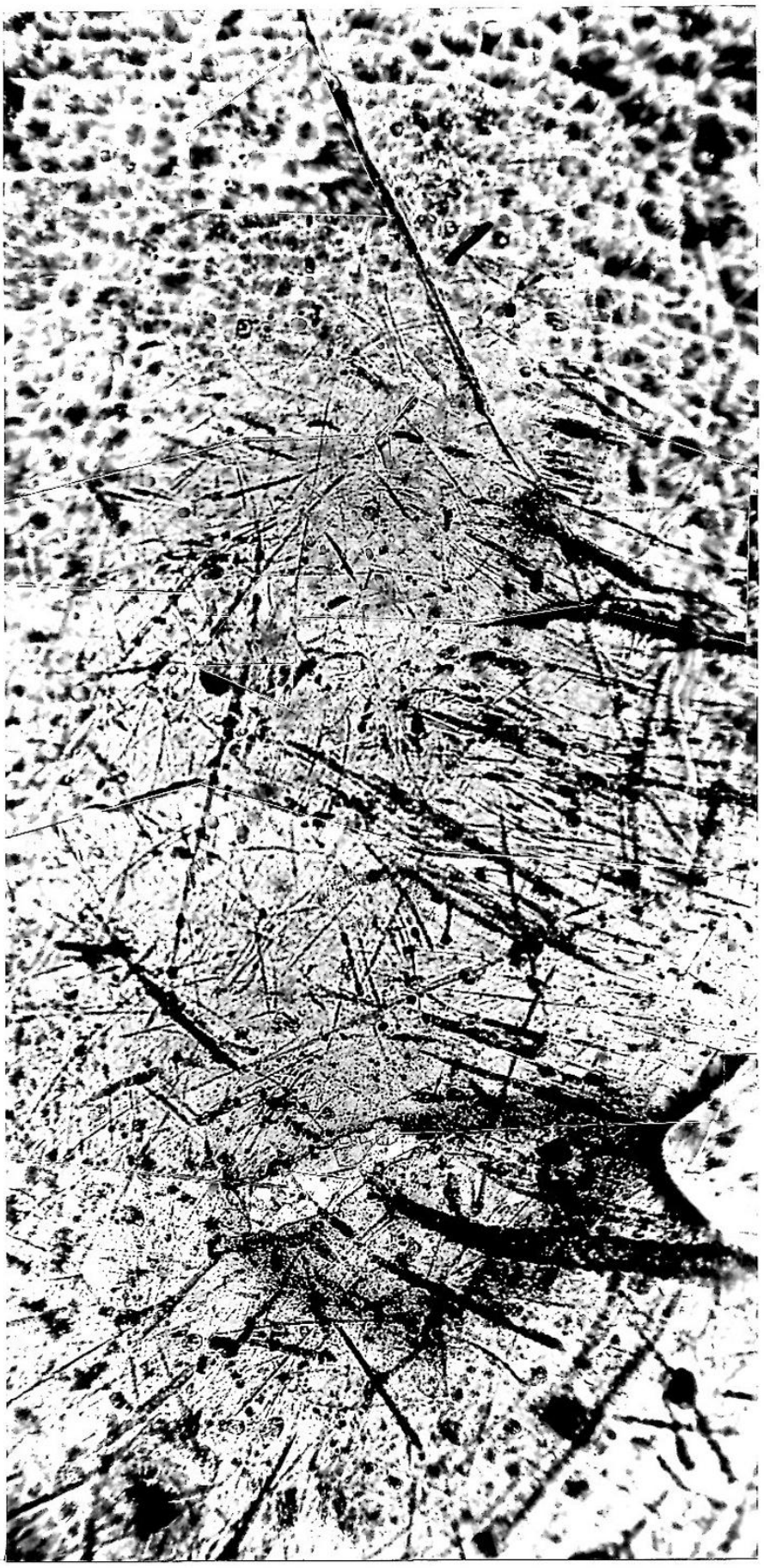


figure n°61

Peninj coll. M. Leakey
Lake Natron (Tanzanie).
Incisive lat. et canine inférieure g.
surface occlusale au gross. 50, zone vestibulaire.
Le nombre important des éclats montre l'utilisation de la canine pour agripper fortement et écraser.
Les différentes directions des stries et la variété de celles-ci ne peut être dû qu'à l'action de cisailler, de broyer et de déchirer.

O.H.16
I. sup. d.





région cervicale

fig. n°64

région incisive

Cercopithèque coll. Musée de Nîmes (France). Incisive latérale supérieure gauche, face vestibulaire x50. Les profondes éraflûres ont été produites par l'utilisation des dents antérieures comme outils afin d'assister les mains.

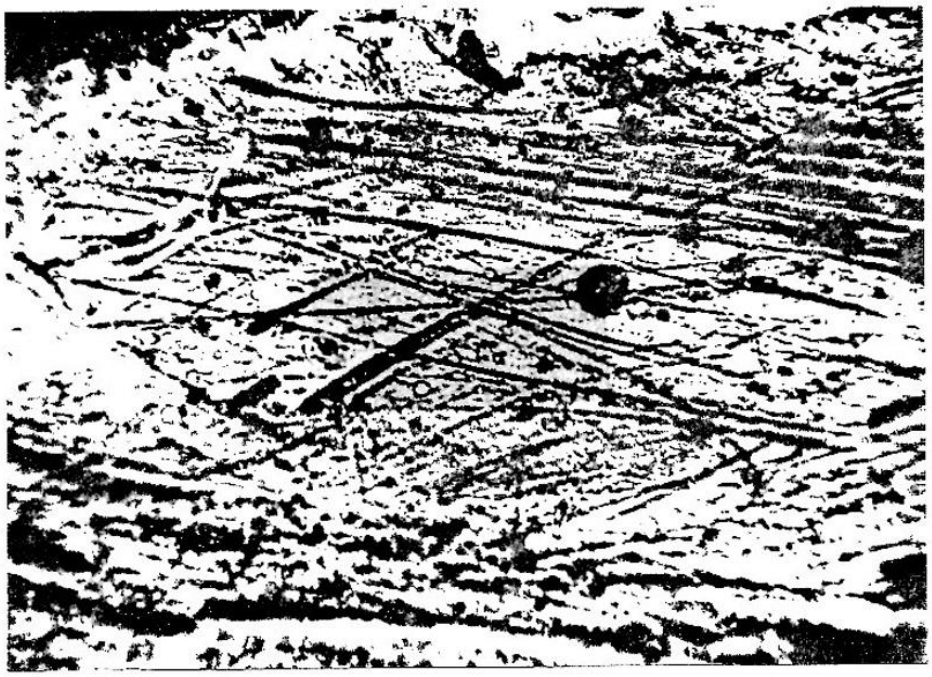


figure n°65
côté vestibulaire

Colobus guereza coll. Musée de Nîmes (France). Surface d'attrition de la canine supérieure droite x50. Sur un fond poli et brillant il existe de larges sillons provoqués par les particules abrasives qui s'interposent entre les surfaces dentaires opposées lorsque celles-ci entrent en contact pour couper les aliments.

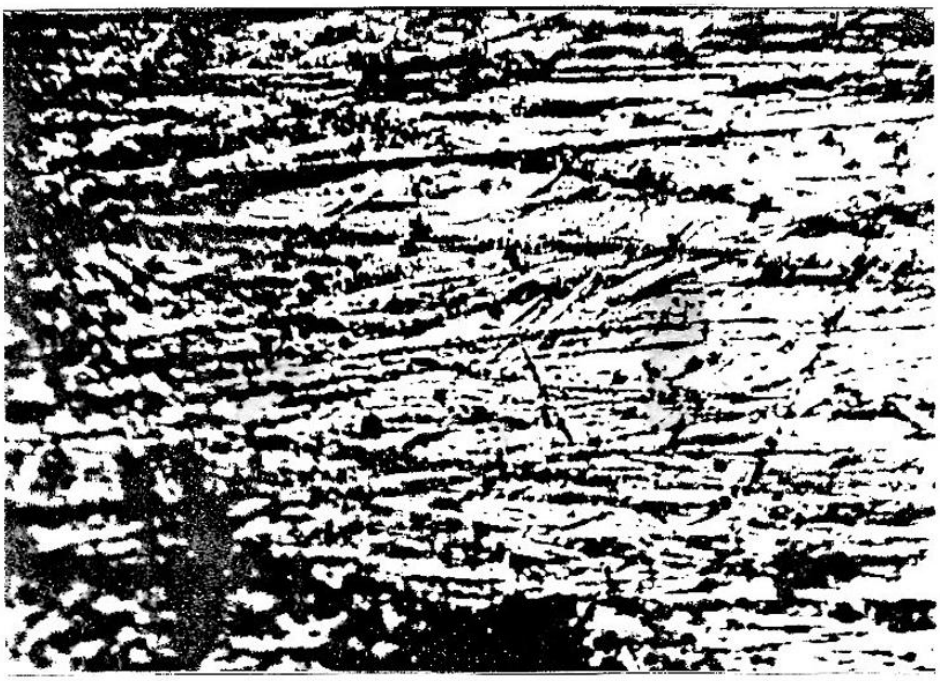


figure n°66
côté vestibulaire

Peninj coll. M. Leakey Lake Natron (Tanzanie). Surface occlusale de la deuxième prémolaire inférieure gauche x300. Les stries dirigées labio-lingualement (ou inversement) ont labouré la surface de l'émail. L'enlévement par l'action des particules abrasives a été l'action dominante de l'usure.

figure n°67

Colobus guereza coll. Musée de Nîmes (France). Surface incisive de l'incisive latérale supérieure droite x50.

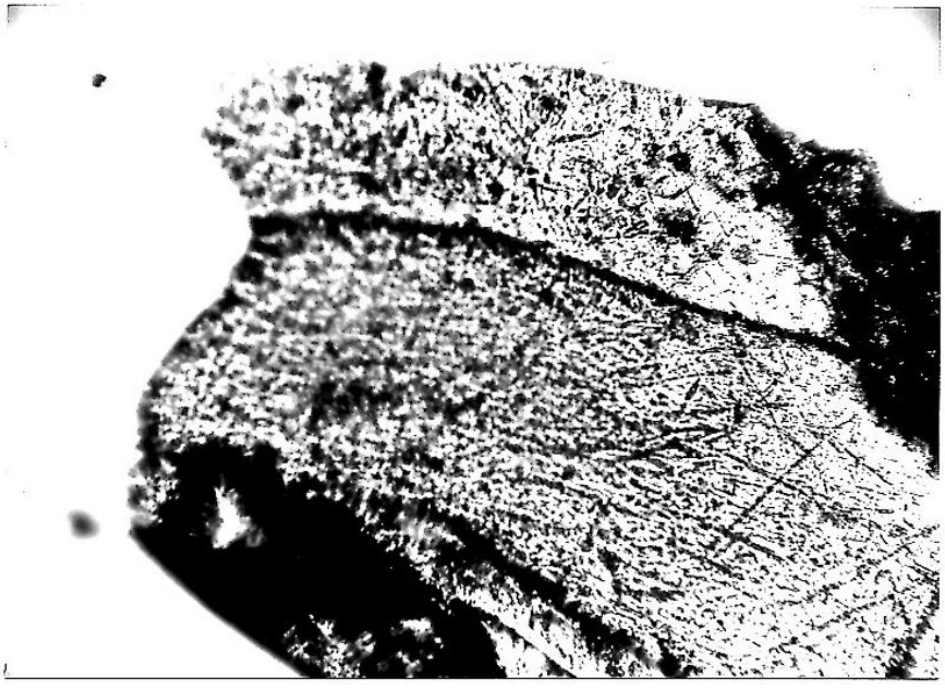


figure n°68

Cercopithècus callitrichus coll. Musée de Nîmes (France). Surface incisive de l'incisive latérale supérieure droite x50.

Les stries oriebtées dans le sens de la largeur de la dent sont présentes sur les faces incisives des singes qui se nourissent de feuilles. Elles sont produites par le déplacement latéral des incisives en occlusion pour couper les objets peu épais.

région occlusale

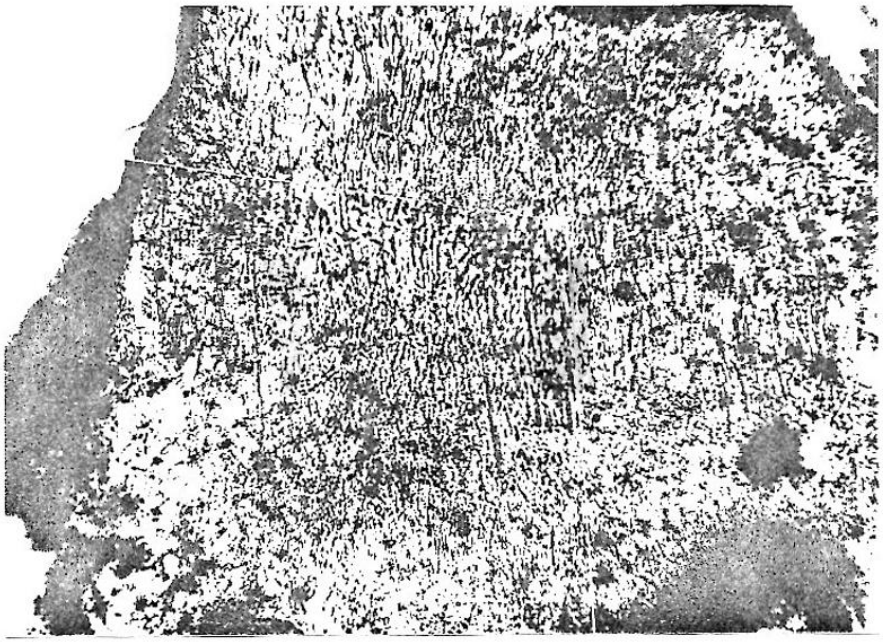


fig.n°69

Colobus badius coll. Musée de Nîmes (France). Face linguale de l'incisive centrale inférieure droite x50. Les stries sont nombreuses et toutes orientées suivant le grand axe de la dent.

Le colobe vit au sommet des arbres et de ce fait a une alimentation peu souillée par les poussières et la terre.

région linguale

fig.n°70

région vestibulaire

Homo habilis O.H.7 coll. M. Leakey Olduvai (Tanzanie). Face occlusale de l'incisive centrale inférieure droite x20 environ. Les multiples stries paralléles entre elles et perpendiculaires à la face vestibulaire présentes dans la région vestibulaire de la face occlusale et sur la face linguale de la dent, sont proches des stries observées sur la surface linguale des incisives du colobus badius qui se nourrit de feuilles et de fruits.

ESSAIS D'INTERPRETATION DE L'INFLUENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA PREPARATION CULINAIRE.

Si la mastication de racines peut augmenter l'usure des dents car la terre est incorporée à la nourriture, n'importe quelle préparation culinaire effectuée dans un environnement ouvert permet l'addition de matières abrasives : c'est le cas de la viande séchée au vent ou des mets cuits sur les cendres.

Nous avons repris (Puech 1975) une étude antérieure menée par Lautier (1973) à propos de l'usure microscopique progressive en fonction de l'âge d'un sujet, lorsqu'il y a coalescence des îlots dentinaires des surfaces occlusales, le nouveau micro-relief s'installe en effaçant l'ancien. Cela prouve que le nombre de stries est en relation directe avec la densité de particules abrasives contenues dans l'alimentation. Dans le cas d'un arret de l'apport abrasif, les anciennes stries sont effacées , nous ne devons donc pas craindre lors de l'étude de l'abrasion l'apport accidentel du steak tombé dans le sable.

Walker (1976) a comparé l'usure des dents des Colobus et des Cercopithecus, car l'observation de ces animaux montre qu'il y a des différences significatives dans la façon de se nourrir. L'examen des surfaces d'usure montre, d'après Walker, une différence de densité des stries entre les Cercopithécus et les Colobus, celle-ci est expliquée par le fait que l'espèce vivant dans les arbres mange rarement de la nourriture souillée et que, de plus, elle efface les stries par attrition (au niveau des faces occlusales) grâce à une mastication lente et appliquée.

Un examen attentif nous montre que la relation environnement-rayures

n'est pas forcément aussi directe et que les régimes alimentaires doivent être contrôlés.

Les singes colobus présentent un mode de digestion ressemblant à celui des vrais ruminants. Leur alimentation est surtout composée de feuilles d'arbres, ce qui du point de vue nutritif est médiocre, aussi doivent-ils absober une énorme quantité de feuillage. Celle-ci est stokée avant la trituration et la digestion dans un estomac démesuré en forme de sac divisé en plusieures loges. Au cours de la mastication ultérieure une grande partie des particules abrasives restent dans l'estomac et n'ont pas d'action sur l'usure dentaire.

Par contre les grains abrasifs contenus dans l'alimentation du cercopithecus restent dans la bouche. Cet animal ne possède pas un estomac sacculaire et garde sa réserve d'aliments dans les abajoues

Une autre cause d'erreur est le choix alimentaire local fait par l'animal. Par exemple, le colobe rouge (colobus badius) et le colobe noir et blanc (colobus guereza) de la forêt Kibale (Ouganda) sont des amateurs de feuilles dans une proportion supérieure à 75% de leur alimentation alors que le colobe noir (colobus satanas) de la réserve Douala Edea (Cameroun) se nourrit de 37% de feuilles et mange un pourcentage de 53% de racines (McKey et coll. I978).

Il existe également une influence de l'écologie sur l'alimentation et parfois même sur la morphologie, ce fait a été étudié chez le gorille car cet animal n'a pas la mobilité des humains (Groves I967). Il faut également savoir que dans un environnement donné de nombreux facteurs vont influencer l'alimentation, ne serait-ce que la durée saisonnière des feuilles, des fruits et des plantes (Coley I980).

Nous avons comparé le % de stries présentes sur les surfaces jugales des dents d'un sujet juvénile de Tautavel avec celui de l'Homme de Mauer. Le nombre de stries est plus important pour l'Homme de Tautavel que pour celui de Mauer. Cette différence, correspondant à une diminution de la teneur en grains abrasifs, ne peut donc être causée par une utilisation plus longue des dents. Ceci implique soit une alimentation ayant subie une préparation, soit une diminution de l'apport de l'environnement. Afin d'éclaircir ce point nous avons comparé l'action des grains des deux sites (Mauer et Tautavel), sur la surface des dents d'animaux. Nous avons choisi le cerf cervus

elaphus acoronatus. La courbure des ramures atteste que le cerf de l'Arago serait un acoronate. Cette sous-espèce est connue en Europe orientale dans des gisements datant de la fin du Pleistocène inférieur et du début du Pleistocène moyen: Stranska Skala, Mauer, Mobach; et l'Arago est le plus ancien site français où cette espèce a pu être reconnue. A Mauer comme à Tautavel, il se trouvait étroitement associé à l'homme. Pour l'animal en liberté l'apport abrasif ne peut être dû qu'à l'alimentation (exclusion de toute activité culturelle).

Les surfaces vestibulaires des couronnes dentaires de cet animal nous ont montré, compte tenu du fait que la plupart des grains ne vont pas être en contact avec les surfaces dentaires car ils restent en dépôt dans l'estomac, qu'il existait à Tautavel (clichés n°I et 2 de la figure n° 73) un apport très important de grains abrasifs au contraire de Mauer (clichés n°I,2 et 3 de la figure n°74).

Il existe donc dans ce cas une similitude entre l'homme et l'animal ayant vécus dans un même environnement: à un nombre de stries plus important correspond un horizon ouvert où les vents transportent facilement les poussières, alors que le milieu forestier protège efficacement contre le vent.

Un plus fort grossissement des stries présentes sur l'émail des dents de cerfs, nous permet de distinguer deux modes d'action des particules en fonction des sites. A Mauer la section des stries est de faible profondeur et à bords arrondis (clichés n°I,2 et 3 de la figure n° 74), alors que pour Tautavel les stries sont profondes et à angles vifs (cliché n°2 de la figure n°73).

Nous avons donc recherché quelles pouvaient être les différentes morphologies des grains de quartz de Tautavel et de Mauer pour en déterminer l'efficacité abrasive, et les caractères superficiels de ces mêmes grains afin d'estimer leur capacité de résistance au cours de la mastication.

L'étude morphoscopique des grains de quartz s'est faite par comptage à la loupe binoculaire pour les différents types de grains, suivant la méthode préconisée par A. Cailleux (I959). Nous avons receuilli les grains de quartz aux niveaux sédimentaires correspondant à ceux des restes humains mis au jour, et pour Tautavel aux niveaux des activitées journalières: la plaine et le plateau.

A. Tautavel. Les sables sont très abondants à la Caune de l'Arago où leur pourcentage va de 23 à 72% du volume total des sédiments inférieurs à 2mm. L'analyse des proportions relatives des sédiments a montré que la plupart des sables ont été arrachés par le vent aux formations de la plaine de Tautavel (Lumley de et coll. I98I).

I/ La grotte de l'Arago

Non Usés non évolués	89,00%
Non usés légérement évolués	8,50%
Ronds Mats	2,00%
Emoussés luisants	0,50%

2/ Le plateau de Tautavel

Non Usés non évolués	9I,50%
Non Usés légérement évolués	8,00%
Ronds Mats	0,50%
Emoussés luisants	0,00%

3/ La plaine de Tautavel

Non Usés non évolués	67,50%
Non Usés légérement évolués	3I,50%
Ronds Mats	I,00%
Emoussés luisants	0,00%

Nous constatons une grande homogénéité entre les résultats des trois prélèvements. L'analyse des caractères superficiels par observation des grains au microscope électronique à balayage, ou exoscopie, montre que les grains n'ont, pour la plupart, subi qu'un transport de courte durée (figure n° 71).

B. Mauer. Les grains de quartz de Mauer proviennent de sondages effectués par R. Kraatz, pour un niveau stratigraphique correspondant à celui dans lequel reposait la mâchoire de l'Homme de Mauer.

I/ Mauer I

Non Usés non évolués	5,00%
Non Usés légérement évolués	63,80%
Ronds Mats	30,00%
Emoussés luisants	0,20%
Bipyramidés	I,00%

2/ Mauer 2

Non Usés non évolués	3,00%
Non Usés légérement évolués	55,00%
Ronds Mats	40,00%
Emoussés luisants	I,00%
Bipyramidés	I,00%

L'exoscopie démontre l'origine fluviatile de ces grains de quartz dont les dimensions sont généralement comprisent entre 200 µm et 500 µm. Les essais mécaniques indiquent une grande résistance des grains ronds mats (figure n°72).

Lorsqu'il y a similitude dans la quantité d'apport abrasif de l'alimentation de l'homme et de l'animal provenant d'un même site, nous pouvons raisonnablement supposer que l'alimentation de l'homme s'est faite sans préparation culinaire. Maintenant si l'homme cuit ses aliments nous aurons probablement une modification de l'apport abrasif.

Les premiers hommes ayant cuit la nourriture sont les Homo erectus. Les découvertes récentes faites sur un site archéologique du Kenya à Chesowanja, laissent penser que le feu est utilisé depuis plus de I million d'années (Gowlett et coll. I98I). Lorsque les sites d'occupation ne sont pas sous abris et que de plus il s'agit d'emplacements en zone tropicale où les pluies sont particulièrement abondantes, il ne semble pas possible de retrouver les cendres temoin de foyers anciens (Isaac I977). Nous ne pouvons prouver l'usage du feu que par la cuisson des matériaux utilisés pour confectionner le foyer.

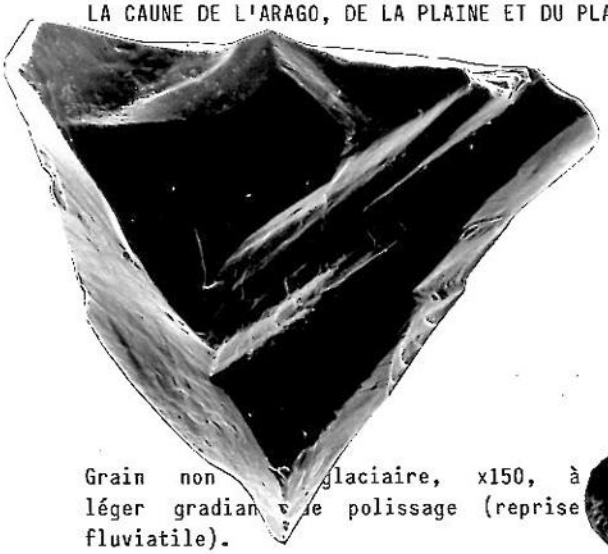
A Chesowanja près de 40 pièces d'argile cuite associées à des outils et à des débris osseux d'animaux, semblent prouver l'usage du feu par Homo erectus afin de cuire la viande. L'argile cuite ne provient pas d'un feu de forêt car l'analyse en laboratoire a montré que cet argile n'a pas été chauffée au dessus de 700° ce qui aurait été le cas au cours d'un incendie.

Les traces de feu les plus anciennes d'Eurasie ont été repérées en France dans la grotte de l'Escale (Bouches du Rhône), à Acheuheim (près de Strasbourg), à Terra Amata (Nice), en Hongrie à Verteszöllös (près de Budapest) et en Chine à Chou Kou Tien (près de Pékin).

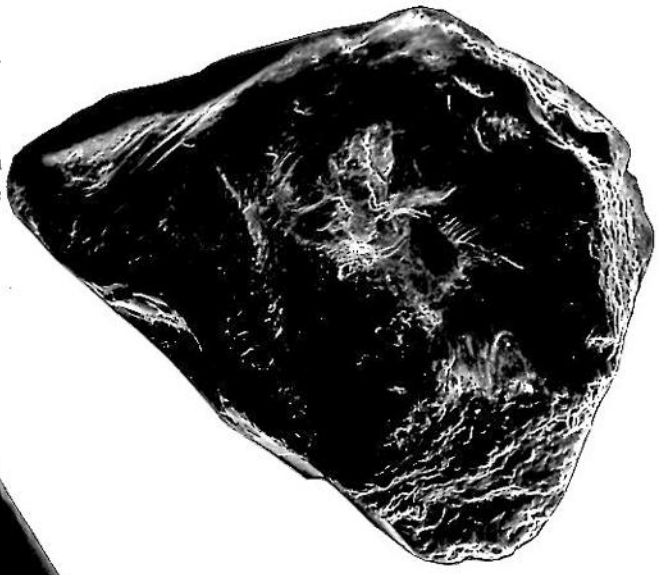
L'utilisation du feu pour la cuisson des aliments peut être considérée comme une évolution importante car elle a permis d'augmenter les

ressources végétales et carnées. Le mode de cuisson le plus primitif consiste à préparer des braises à même le sol et à cuire la viande en multipliant les passages au feu et donc l'addition en abrasifs.
Nous avons examiné les dents de l'Homme de Pékin. Elles présentent au microscope une importante abrasion des surfaces triturantes, actives, et des surfaces vestibulaires plus passives. Cet aspect n'est pas simplement dû à un accident (le morceau de viande qui tombe sur le sable) car le matériel abrasif a littéralement labouré la surface des dents de Chou Kou Tien receuillies par Otto Zdansky sur le site et par von Koenigswald chez les apothicaires (figure n°75) Il s'agit donc de l'action répétée et continue de nombreuses particules abrasives. Cependant nous ne pouvons affirmer qu'il s'agit obligatoirement d'un apport abrasif dû à la cuisson. Nous connaissons l'occupation ancestrale, de tout l'Extrême Orient, de mastiquer le bétel. Le bétel est un mélange de feuilles de bétel, de noix d'arec et de chaux éteinte. Cette préparation est faite par le paysan qui fait provision de chaux dans les collines calcaires. Chauffée ensuite la chaux se transforme en chaux éteinte propre à la fabrication du bétel. Pour cette raison nous étudierons au chapitre suivant l'aspect microscopique des surfaces dentaires d'une population ayant eu l'habitude de mastiquer des végétaux contenant des particules de silice, la silice étant beaucoup plus dure que le carbonate de calcium nous verrons si cette habitude provoque des rayures sur l'émail des dents.

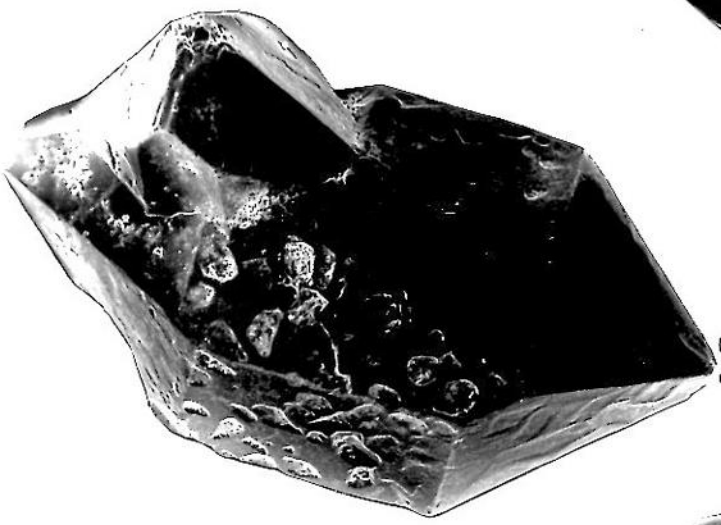
ETUDE DE LA MORPHOLOGIE ET DES CARACTERES SUPERFICIELS DES GRAINS DE QUARTZ DE LA CAUNE DE L'ARAGO, DE LA PLAINE ET DU PLATEAU DE TAUTAVEL Fig.n°71



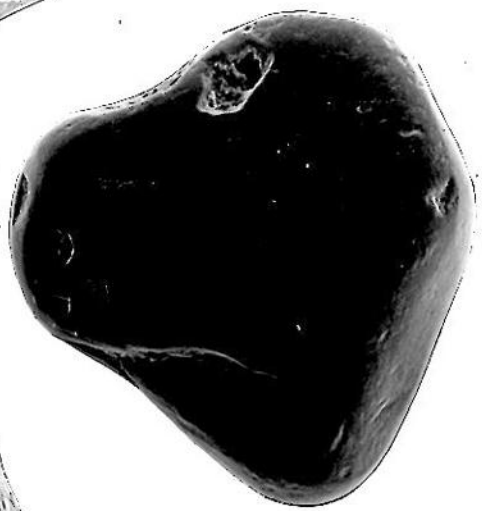
Grain non usé, x180, contour anguleux avec plans de cassure génomorphiques.



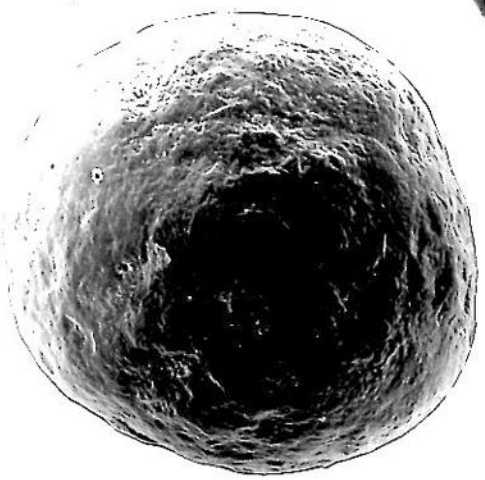
Grain non [illegible] glaciaire, x150, à léger gradian[illegible]e polissage (reprise fluviatile).



Grain bipyramidé, x100, lacunes de cristallisation et amorce de croissance.



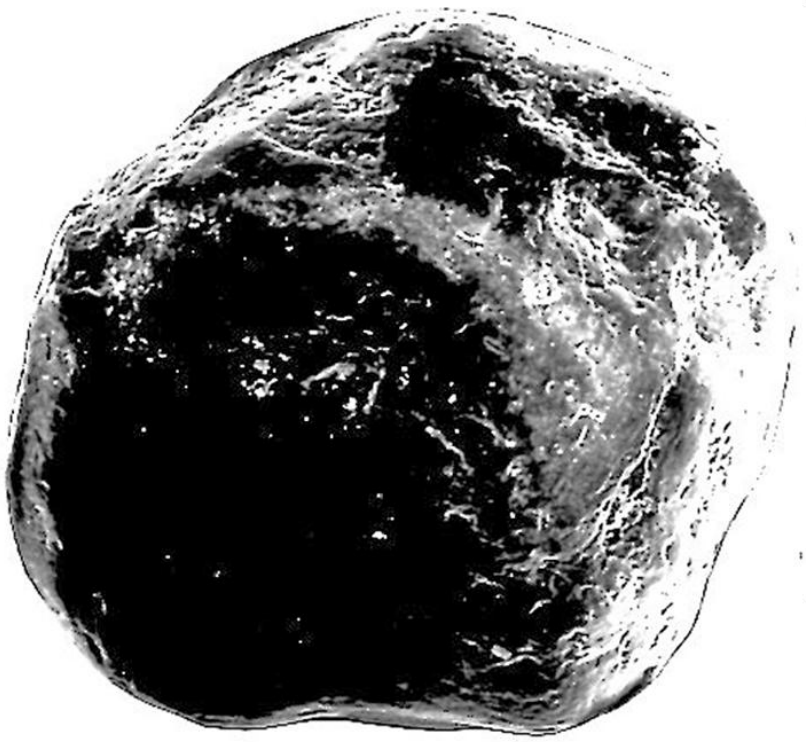
Grain émoussé luisant, x110, poli et non amorphisé.



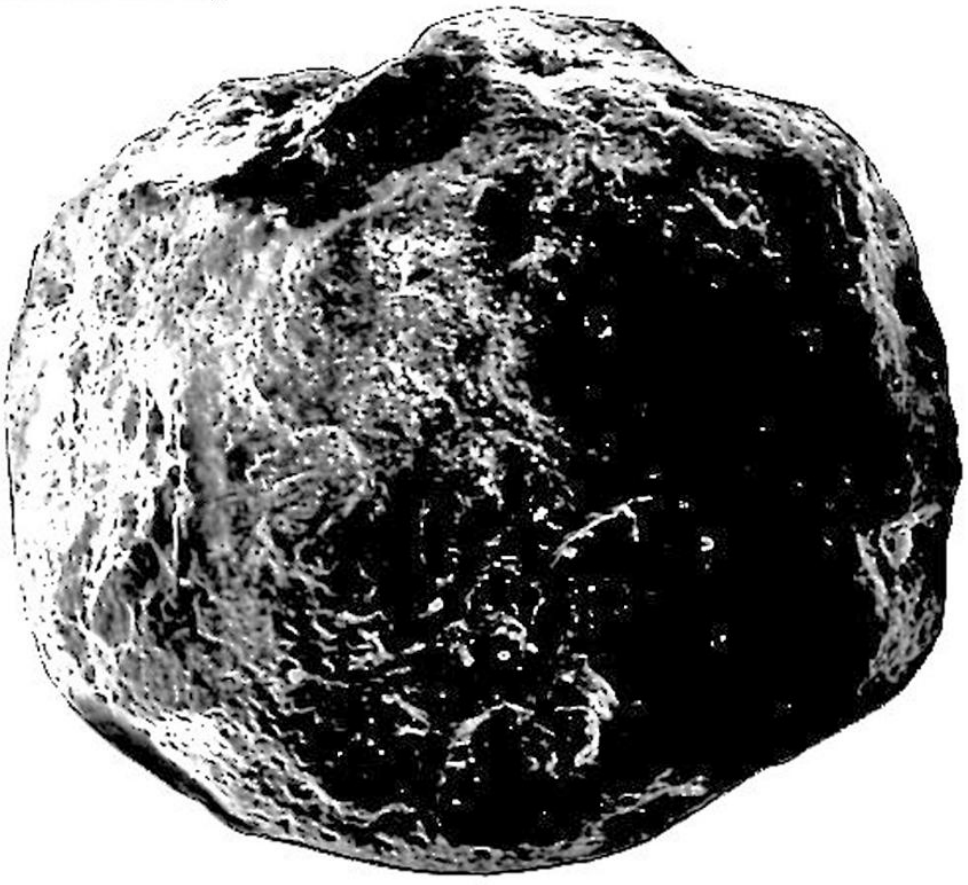
Grain rond mat, xIIO, V et croissants de choc, puis reprise en milieu aquatique.

ETUDE DE LA MORPHOLOGIE ET DES CARACTERES SUPERFICIELS DES GRAINS DE QUARTS DE MAUER

72



Le fleuve a transporté le sable, les grains de quartz collectés ont donc été roulés
Les grains sont ronds mats x150.

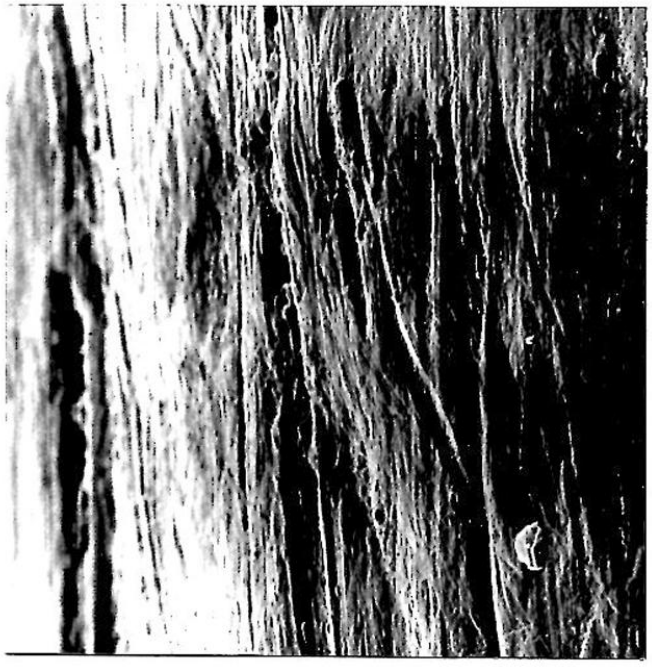


ACTION DES PARTICULES ABRASIVES SUR LA SURFACE DES DENTS DE CERFS A TAUTAVEL

Fig.n°73

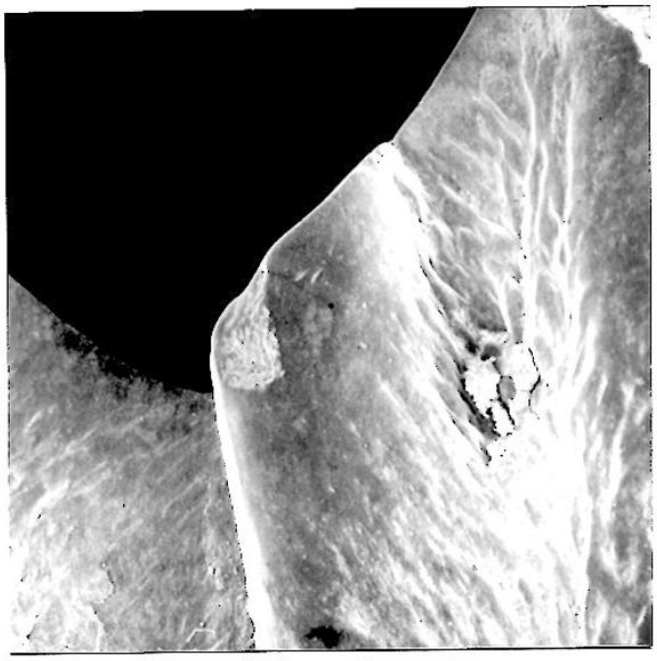
Face vestibulaire x120

Les entailles sont à angles vifs xI800

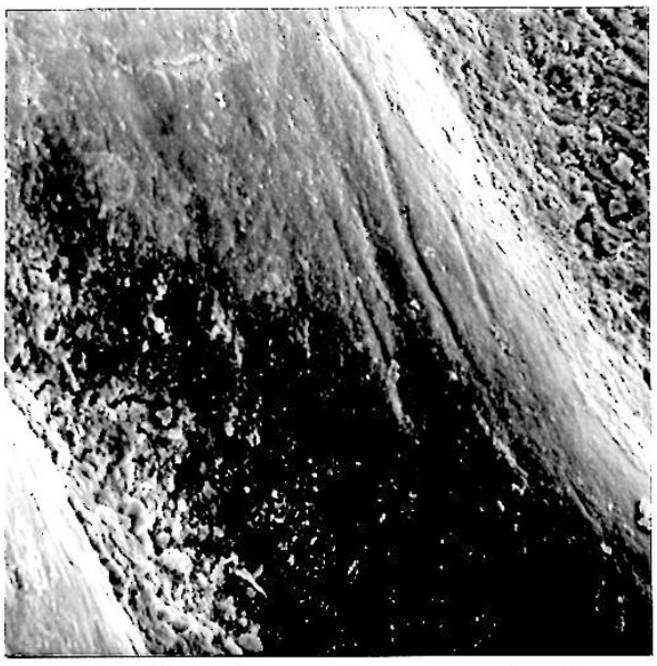


ACTION DES PARTICULES ABRASIVES SUR LA SURFACE DES DENTS DE CERFS A MAUER

Fig.n°74

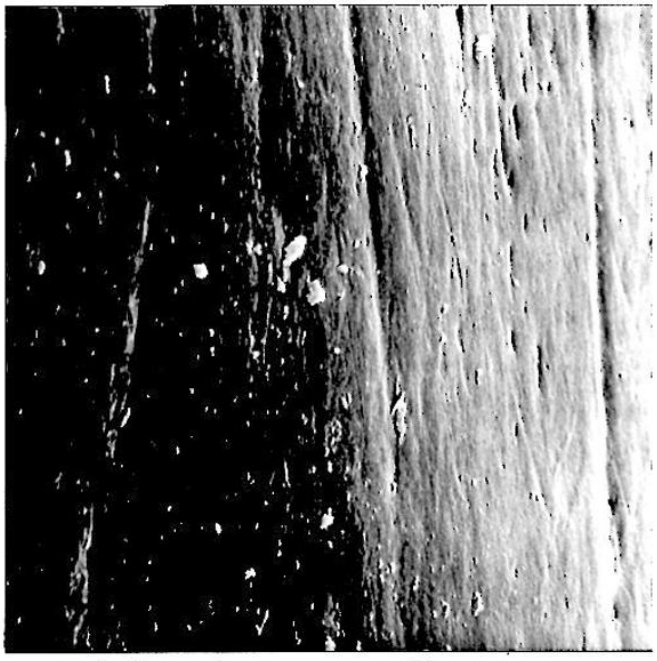


Vue générale de la surface x12



L'usure affecte les parties saillantes x300

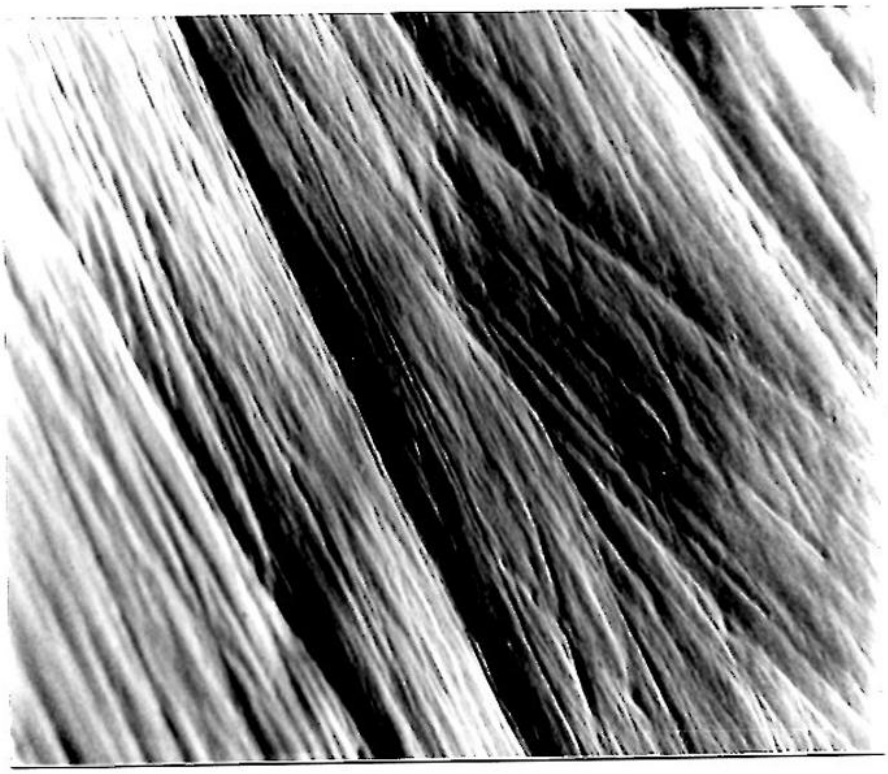
Les stries sont très émoussées x400



L'émail garde un aspect poli x1200

APPORT ABRASIF AU COURS DE LA CUISSON,

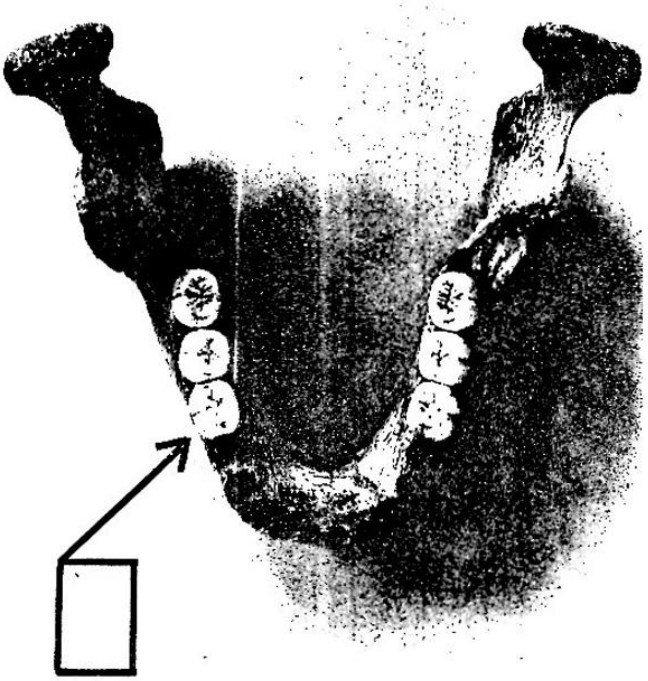
L'HOMME DE PEKIN (Uppsala).



La face vestibulaire de Ckn4 Upp3, présente une surface où les nombreuses stries sont superposées les unes aux autres x1800. figure n°75

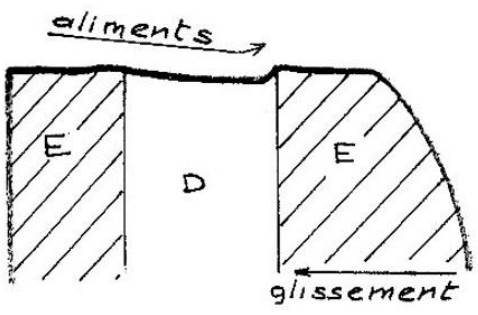
l'Anténéandertalien de MONTMAURIN, dont nous ne possédons que la mâchoire, vivait au Pléistocène moyen (Mindel). D'après la morphologie et les dimensions de la mandibule il s'agit d'un sujet féminin; l'usure des dents indique que l'individu était jeune.
A cette époque, l'Homo erectus a ... l'usage du feu comme le prouvent les foyers construits de Terra-Amata, Lunel-Viel, Torralba, Ambrona ou Choukoutien.
Autour du foyer s'organise le campement des chasseurs, témoin des diverses activités.
A Terra-Amata ont été mis au jour des coprolithes dont l'analyse a mis en évidence quelques fragments de charbons de bois, probablement incorporés aux aliments lors de la cuisson sur le feu. Ces coprolithes contenaient également des petits grains de sable et quelques débris de coquilles de mollusques (Lumley H de 1969, Boone et Renault-Miskovsky 1976).
Ces éléments à eux seuls sont suffisants pour produire l'usure observée au grossissement 100 de la cuspide mésio-vestibulaire de 46.

figure n°76



Vue partielle non contrastée de la cuspide permettant de saisir les nuances de la vue suivante (même grossissement).

L'usure examinée au microscope nous donne un micro-relief qui permet de distinguer:
A/ des stries provoquées par les poussières incorporées aux aliments,
B/ de petits éclats, micro empreintes des grains écrasés, et des éclats plus importants qui résultent des micro fissures provoquées par la fatigue de l'émail,
C/ les surfaces d'attrition, formées par glissement des dents en contact, sont lisses et brillantes,
D/ l'îlot central correspond à la dentine mise à nu par l'usure de la cuspide; il existe sur le bord vestibulaire de la dentine une ombre qui indique une dépression, elle témoigne du mouvement principal de la dent (au cours de la mastication le "mur" d'émail qui entoure la dentine protège celle-ci si celui-ci est en avant.



LES ASPECTS DE L'USURE DES DENTS D'UNE COLLECTION D'EGYPTIENS PREDYNASTIQUES ET DYNASTIQUES.

Aux environs de 3200 avant Jésus-Christ, la première dynastie egyptienne établi l'autorité royale sur les rives du Nil. Pour cette raison, et grâce à l'environnement exceptionnel qui a favorisé la conservation des restes osseux et des tissus momifiés, la population la plus ancienne dont on connaisse bien à la fois la pathologie et le mode de vie est egyptienne. Les egyptiens anciens ont une affection dentaire très répandue: l'abcés provoqué par infection de la pulpe mise à nu par usure de la couronne dentaire. La cause généralement invoquée pour cette pathologie serait la forte usure provoquée par les particules minérales incorporées aux aliments (Ruffer I921, Grilletto I977, Leek I980).

Nos précédents travaux ont permis de démontrer le lien étroit qui existe entre les aspects microscopiques de l'usure dentaire des dents jugales et l'alimentation. C'est pourquoi nous avons recencé l'ensemble des aliments consommés par les égyptiens et étudié la relation qui pouvait exister entre ces aliments et l'usure des dents. Notre étude s'est faite à l'aide de la collection "Giovanni Marro" de l'Institut d'Anthropologie de Turin dont l'un des caractères remarquables est l'importance de l'usure dentaire puisque A. Peluso (I980) a trouvé que sur 400 abcès apicaux, 316 étaient dus à l'usure dentaire. L'importance de cette usure, par contre, ne semble être qu'une simple conséquence de l'âge des sujets. Sur les 791 sujets, 83 atteignent 20 ans, 285 sujets: 30 ans, I88: 40 ans, I68: 50 ans, 61: 60 ans et 6: 70 ans. Rappelons que si Ramsès II est très probablement mort des suites de l'infection provoquée par sa mauvaise dentition, il avait alors dépassé les 80 ans et était courbé par la maladie (spondylarthrite ankylosante). Si bien qu'une fois mort, les embaumeurs furent obligés de lui briser la colonne vertébrale pour l'allonger (Lichtenberg et coll. I98I).

La population egyptienne est constituée d'egyptiens et de groupes nubiens aux traits négroïdes (Billy I977). L'ensemble de la collection a été rassemblé au cours de missions archéologiques entre I903 et I935 à Gebelen et Asiut en Haute Egypte et Asouan à la frontière avec le Soudan. Elle se compose d'egyptiens prédynastiques et dynastiques d'une période qui s'étend sur 2500 ans.

Les altérations dentaires.

R.R. Grilletto qui le premier, en I977, a étudié la denture de la collection Marro donne les pourcentages suivants d'atteinte par la carie: Prédynastiques 6,I4% de caries,
Dynastiques 4,65% de caries.
Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Leek (I966) lors de l'étude d'autres collections d'egyptiens anciens.
Notre propre étude d'une population du néolithique en Basse Provence (France) portant sur I06 individus âgés de plus de I4 ans a montré que 7,2% des dents étaient atteintes de carie (Puech I977). L'importance de la carie dentaire chez les egyptiens anciens ne semble donc pas être supérieure à celle d'autres populations du néolithique. Ce qui est tout à fait remarquable, c'est la diminution de I,49% de caries dentaires des sujets dynastiques par rapport aux prédynastiques.
Il semble y avoir contradiction entre ces résultats et les études épidémiologiques actuelles qui démontrent le rôle de l'alimentation raffinée dans l'apparition de la carie (Carlos et coll. I972, Chaput I972). Les sujets prédynastiques avaient-ils une alimentation plus riche en sucres et plus raffinée que les sujets de Pharaon?
Si nous analysons de plus près ces résultats nous pouvons préciser que les caries à cette époque affectent les zones de moindre résistance de la couronne et en particulier le collet des dents. La population du neolithique présente 64,8% de caries du collet (Puech I977) alors que les egyptiens prédynastiques ont 44,40% et les dynastiques 33,90% de caries du collet (Grilletto I977). Il s'est donc produit une baisse de I0% de ce type de caries des prédynastiques aux dynastiques.
Au néolithique comme en Egypte ancienne, l'incidence des caries est toujours plus élevée pour les dents du maxillaire supérieur.
L'usure des dents egyptiennes est modérée chez les jeunes adultes

alors qu'elle atteint un degré extrême chez les individus âgés (Satinoff I972). L'importance de cette usure diminue avec une plus grande préparation des aliments puisque les dents des sujets prédynastiques sont plus usées que celles des sujets dynastiques (Grilletto I977) et que les dents des pharaons sont moins usées que celles d'autres populations de cette époque (Storey I976).
Les affections parodontales sont courantes, et le nombre de malocclusions est moins important chez les sujets prédynastiques que chez les dynastiques (Satinoff I972). L'usage du cure-dents a laissé une usure très caractéristique sur les faces proximales des dents des egyptiens prédynastiques (Grilletto I977).

Alimentation.

L'homme de la préhistoire egyptienne mange tout ce qu'il peut obtenir par la chasse, la pêche ou la collecte et dès I8 000 ans B.C. les populations de la vallée du Nil cultivent les céréales. (Roubet et Hadidi I98I-I982). Ces céréales: triticum dicoccum (emmer) et hordeum (orge) sont préparées sous forme de gateaux de pain (Debono I946). Certains végétaux utilisés pour l'alimentation sont présents en Egypte depuis des millénaires comme le cyperus esculentus qui produit des tubercules rhizomateux commestibles appelés amandes de terre, ou le cyperus papyrus qui forme parfois des forêts de plus de 5 mêtres de haut. L'exploitation intensive pour l'artisanat et l'alimentation du papyrus fera peu à peu disparaître le papyrus d'Egypte.
Le sucre provient à cette époque des fruits comme les dattes ou les figues.
Dès la préhistoire l'egyptien essaye de domestiquer la majeure partie des animaux sauvages car les conditions locales de la vallée du Nil, très favorables au développement des cultures grâce aux crues, aux pluies et à la chaleur, permettent également aux animaux de proliférer.

Les découvertes archéologiques nous montrent qu'au début de la période prédynastique, au 4ème millénaire, des changements dans l'alimentation vont se produire. Tout d'abord l'egyptien, qui ne mangeait qu'avec les doigts, utilise la cuiller pour consommer les porridges, ensuite le pain est maintenant fait au levain. Les femmes egyptiennes préparent les repas dehors pour diminuer les

risques d'incendie. Cette habitude a dû favoriser l'incorporation de grains de sable dans l'alimentation et notamment le pain (Brunton et Caton-Thompson I928 cités par Saffiro). Les boissons sont l'eau et la bière et l'on importe des graisses végétales faites à partir de palme. A la fin de la période prédynastique une agriculture liée à l'irrigation artificielle à large échelle permet une forte production céréalière.

L'alimentation de base de la période dynastique reste le pain auquel s'ajoute les végétaux, les fruits, le poisson frais ou séché et peut être le lait et le fromage. La consommation de viande a forcément été limitée par le climat (Saffiro I972). Le vin est réservé aux dignitaires alors que le peuple boit la bière.
L'impossibilité de trouver de nouvelles terres à cultiver favorise l'élaboration d'une hiérarchie avec une police et des lois. Les bienfaits de l'agriculture sont alors canalisés vers Pharaon.
Nous sommes dans une période historique qui nous permet de bien connaître ce qui compose le menu de l'egyptien. Ainsi la contribution du sucre dans le développement des caries nous conduit à préciser que s'il existe des preuves archéologiques de l'utilisation du miel, celui-ci n'était probablement pas consommé car il a été retrouvé dans des vases en compagnie d'articles de toilette et était donc très certainement réservé à cet usage (Saffiro I972). Si l'on considère le nombre de récipients identifiés et que le miel ne provient que des abeilles sauvages jusqu'à la période Ptolémaïque, le miel n'était utilisé qu'en très faible quantité (Storey I976).
Dans cette entité biogéographique egyptienne, l'alimentation est donc très diversifiée et traduit la spécificité des bords du Nil.

Vitesse de l'usure.

L'importance relative de l'usure des molaires et prémolaires d'un sujet est fonction de la date d'éruption des dents dans la cavité buccale. Cependant les différences d'usure dues à la séquence d'éruption ont tendance à s'atténuer avec l'âge (voir fig 77 des trois molaires supérieures gauches du n°34 Sch I4656 3ème dynast.)
Les différences relatives de l'usure des surfaces occlusales des molaires vont nous permettre de mesurer les vitesses d'usure dentaire des sujets de cette collection.

Nous avons utilisé l'échelle préconisée par Scott (I979) en divisant la surface occlusale en quadrants et en accordant une note comprise entre I et I0 pour chacun. La somme des valeurs obtenues pour les 4 quadrants donne la valeur de l'usure de la dent.
Les différences d'usure entre premières et secondes molaires oscilent entre 2 et I5 et entre secondes et troisièmes molaires de 0 à I0. Ce résultat montre la grande diversité de la vitesse d'usure des dents des sujets de la collection Marro. La moyenne de la différence d'usure entre la Ière et la 2ème prémolaire est de 3, ce qui est conforme à la séquence d'éruption, mais la Ière molaire ne dépasse en moyenne que de I,5 l'usure de la Ière prémolaire. Les aliments consommés par les egyptiens n'ont par conséquent pas demandé une mastication particulièrement prolongée à l'aide des molaires (tableau n° 1 figure n°78).
Pour savoir si l'usure en coupelle qui caractérise les dents de cette collection est d'avantage le fait d'une forte pression occlusale ou de l'abrasivité des aliments il est nécessaire d'examiner l'usure des faces proximales. Notre mesure s'est faite directement à l'aide d'un pied à coulisse au niveau de l'espace interdentaire entre la 2ème prémolaire et la Ière molaire ainsi que l'espace entre la Ière et la 2ème molaire. De cette façon nous obtenons une estimation satisfaisante de la valeur vestibulo-linguale des facettes d'usure proximale (fig n° 79 tableau 2). L'importance de l'usure proximale est généralement en rapport direct avec le degré d'usure des surfaces occlusales mais il existe de grandes variations correspondant à des dents manquantes sur l'arcade, des dents en malposition ou des caries. Cependant un résultat intéressant concerne les individus ayant des dents peu usées, proche de 20 dans l'échelle de Scott pour la première molaire, car leur usure proximale approche pou une même usure occlusale celle de Homo erectus en Europe et de Meganthropus (fig. n°79 tableau n°3) . Pour cette raison nous admettons que l'usure en coupelle des dents des egyptiens anciens est due aux fortes pressions occlusales.

Les modes d'usure.

Ce paragraphe va décrire les modes d'usure, à partir des spécimens caractéristiques de la collection, sujet par sujet. Nous avons choisi une jeune femme prédynastique, E.P.G. 50 520 de Gebelen, aux traits négroïdes; un adulte masculin prédynastique, E.P.G. 66 532

de Gebelen; et un jeune adulte gracile âgé de 25 ans, 660 mis au jour à Asiut IV, egyptien dynastique de la première période intermédiaire il y a 2000 à 2400 ans avant J.C..Il s'agit de sujets bien conservés et dont les dents sont usées modérément, chacun appartenant à un lot caractéristique.

Les trois dents supérieures droites (15, 16 et 17) en place sur l'arcade maxillaire de la jeune femme E.P.G. 50 520 ne sont pas altérées post-mortem (fig n°8I et fig n°8Ib). Nous avons photographié les bords de la coupelle de dentine qui correspond à la cuspide mésio-linguale de la première molaire. Il s'agit de la cuspide la plus forte de cette face occlusale et également de celle qui généralement s'use le plus vite car elle est soumise aux deux phases de la trituration.

Les cuspides des surfaces occlusales sont autant de guides de l'occlusion au cours de l'engrênement des dents des arcades opposées.

La phase I, de cet engrênement, commence avec le rapport dent-nourriture-dent des molaires inférieures portées en latéralité et continue par le mouvement vers le haut, l'avant et le centre du maxillaire pour se terminer en occlusion centrée. Cette phase produit une série de facettes d'usure couvertes de stries sur les versants linguaux des cuspides des molaires supérieures (fig. n°82) et sur les versants vestibulaires des cuspides des molaires inférieures.

La phase II poursuit le mouvement à partir de la relation centrée par glissement et ammène les molaire inférieures vers le bas en avant et le plan sagittal de la face. La phase II intéresse les versants vestibulaires des cuspides internes des molaires supérieures (Fig n° 83et Fig. n°84) et les versants linguaux des cuspides externes des molaires inférieures qui se couvrent de petits éclats.

Il existe donc une concentration de l'usure par les particules abrasives qui est due au mouvement de la nourriture guidée par la courbe des surfaces. Ce sujet négroïde présente une dentine occlusale usée en forme de coupelles bordées d'émail émoussé et érodé (fig. n°83 et Fig. n°84), les stries (Fig. n°82) sont moins nombreuses que pour l'homme de la préhistoire et elles sont émoussées. Les grosses particules abrasives ne semblent donc pas avoir été les principales responsables de l'usure que nous venons d'examiner.

Le deuxième sujet prédynastique, E.P.G. 66 532 (Fig. n° 85), possède également trois dents supérieures: 24, 26 et 27. Leur usure a atteint un stade plus avancé que pour le sujet précédent puisqu'il y a coalescence des îlots dentinaires de trois des cuspides de la première molaire (Fig. n° 85). L'émail surplombe la dentine selon des surfaces convexes. L'aspect arrondi de l'émail occlusal et l'émoussé qui domine démontre l'effet abrasif de la nourriture. Cependant le peu de stries et le fait que ces stries soient polies peut être dû à la mastication successive d'aliments auxquels de nombreuses particules abrasives sont incorporées et ensuite d'aliments dépourvus de particules abrasives de gros diamétre mais a fort pouvoir polissant grâce à de nombreuses et très fines particules abrasives ou d'aliments très rugueux.

Nous ne pouvons nous arrêter sur l'aspect érosif car nous ne pouvons séparer l'action des aliments des effets post-mortem au grossissement employé pour cette étude.

Le troisième sujet est un egyptien dynastique présentant une usure dentaire légérement plus importante que celle du deuxième sujet et dont nous possèdons le maxillaire et la mandibule avec la plupart des dents en place sur les arcades. L'usure des faces occlusales intéresse également tous les groupes dentaires ce qui suppose tout d'abord une non spécialisation dans le choix des aliments et une mastication lente et prolongée. Ce type de mastication est souvent le fait d'aliments de structure homogène (Fig. n°88 et Fig.n° 89).

La nature de l'usure de l'émail et de la dentine, examinée au microscope, ne différe pas de celle des exemples précédents, l'émoussé est toujours le caractère dominant comme le montrent les photographies de la surface occlusale de la deuxième molaire supérieure gauche. La photographie de la fig. n°90 montre le bord lingual de la coupelle mésio-linguale alors que la photographie de la fig n°9I est celle du bord lingual de la coupelle disto-linguale. Les seules irrégularités que l'on observe sur les surfaces polies sont des puits de diamétres variables et quelques stries ce qui confirme le faible apport de particules étrangères à la nourriture.

Morphologie microscopique de l'usure.

Dans le désert les Bedouins, avec la même alimentation que celle

des populations des villages Arabes, ont les dents deux fois plus usées que ces derniers (Smith I972). Or l'egyptien ancien habitait sur le sable, là ou le sol ne pouvait être cultivé car les bonnes terres sont limitées aux bords du Nil. Comme d'autre part de nombreux grains de sable ont été retrouvés dans le pain de cette époque, nous avons tout d'abord recherché sur les surfaces dentaires les stries que ces grains ne manquent pas de produire au cours de la mastication.

Contrairement à ce que l'étude archéologique pouvait laisser supposer, nous n'avons trouvé que peu de surfaces très striées. Au contraire des populations préhistoriques les surfaces entièrement couvertes de stries sont exceptionnelles (Fig n° 92). Les stries sont de largeur très variable puisque leur largeur va de 40 um à moins de I um. La photographie de la figure n° est celle de la partie linguale de la face occlusale d'une canine supérieure gauche, sujet n°I4. La dentine est à droite, elle montre de fines stries multidirectionnelles. Le bord d'émail entourant la dentine est couvert de stries dirigées vers le creux de dentine, ainsi que de nombreux petits éclats. Un peu plus en arrière, donc vers la gauche, les stries sont courtes et multidirectionnelles. Cette zone a servi à écraser ou à tenir les aliments. Le tiers situé à gauche est rayé suivant une direction qui correspond globalement au grand axe de la dent. S'il n'y a pas de strict parallélisme des stries ceci est dû à la superposition de différentes plages d'usure.

Le bord de l'émail (tiers supérieur de la fig. n°93) qui entoure la coupelle de dentine de la Ière molaire supérieure, du même sujet que pour la photographie de la figure précédente, ne nous montre pas de stries comme pour la canine mais un émoussé marqué de puits qui se transforment en sillons allongés dans la direction du mouvement. Les bords et le fond de ces sillons sont émoussés. Au niveau de la dentine (deux-tiers inférieurs de la photo) nous distinguons de multiples vagues, régulièrement espacées, perpendiculaires au sillons de l'émail (donc au mouvement).

L'aspect microscopique de l'usure que nous venons de décrire se rencontre dans la quasi totalité des surfaces dentaires occlusales de la collection "Marro". Dans certains cas comme celui présenté figure n°95 , où la dentine est à droite et l'émail à gauche, les descriptions précédentes sont amplifiées et semblent puiser leur

origine dans une usure par fatigue. La répétition des contraintes engendrées par la mastication crée une fatigue de la surface dentaire et des micro-fissures de la subsurface. Des éclats se détachent alors selon des plans de clivage déterminés par la structure des tissus. Il se produit de cette façon des détachements en paliers qui engendrent la formation de coupelles ou de creux très semblables à ceux des égyptiens anciens (fig n°94) à condition qu'une usure par friction vienne s'ajouter à cette usure par fatigue. Encore une fois une forte pression doit avoir eu lieu pour produire cet effet.

La photographie de la figure n° 96 montre le bord de l'émail (en haut) avec des puits et un aspect érosif marqué par un enlèvement selectif qui fait apparaître un réseau. La résistance des aliments a poli les reliefs, l'absence de facettes indique une usure abrasive alors que l'absence de stries montre clairement l'action de polissage. Ce polissage atteint parfois un degré extrême en l'absence d'action érosive ou sur les surfaces de grande dureté (fig. n° 97).

Discussion.

L'étude de diverses populations d'aborigènes d'Australie a montré à Richards et Brown (I98I) que la vitesse de l'usure dentaire peut être voisine pour des groupes dont l'alimentation est très différente. Les variations de vitesse d'usure des dents ont donc pour causes essentielles: l'abrasivité des aliments ou des particules qui sont incorporées et les qualités physiques des aliments au moment où ils vont être mastiqués donc du mode de préparation des aliments.

Yarnell (I977) a montré que les peuples primitifs ne réduisent pas ou n'amolissent pas les aliments avant de les consommer. La seule préparation n'est souvent que la cuisson. L'examen des coprolithes humains de la période "Archaic du Kentucky" (U.S.A.) révèle un grand nombre de morceaux d'os et d'écorces et même un petit mammifère avec sa fourrure (Yarnell I969). Avec la sédentarisation les soupes, les puddings et le pain forment la majorité du menu qui est simplement complété de fruits mangés crus et alors les dents ne s'usent presque plus.

Les valeurs de l'usure des dents des egyptiens anciens traduisent clairement une préparation de plus en plus élaborée des aliments

puisque l'usure diminue avec la civilisation et le niveau social (Storey I976). Les stries décrites au paragra phe précédent trouvent facilement leur explication dans l'apport abrasif si souvent décrit à propos de l'alimentation des egyptiens. Leek (I966) et Ruffer (I921) attribuent l'usure des dents à la farine et aux grains de sable incorporés dans celle-ci.
Pour Grilletto (I977) les affections dentaires des egyptiens sont favorisées par les céréales.
Dixon (I972) pense que l'usure particulière est en relation avec l'usage des "masticatories" faites de plantes et dont on trouve la trace dans le Papyrus Ebers section sur les traitements des dents. L'utilisation de la partie inférieure du cyperus papyrus avec parfois une partie des racines comme "masticatories" est également attestée par Theophrastus cité par Dixon "Tous les indigènes (en Egypte) mastiquent le papyrus, à la fois cru, bouilli ou rôti, ils en extraient le jus et recrachent le quid".

Le cyperus papyrus, plante herbacée des marécages et lieux humides, et le cyperus esculentus, dont on mange les petites tubercules, font parti de la famille des cyperacées qui possédent des structures particulières. Il s'agit de phytolithes dont la morphologie ramassée se présente sous forme de "cônes" de silice placés sur le fond de la cellule et dirigée vers la paroi externe. Le cône est de 8 um mais il est rarement isolé. Il se groupe en plaquettes de cônes en quantité variable suivant la végétation, le climat et le sol.
Nous avons vu dans le chapitre sur l'abrasion que les stries étaient égales au 1/20 ème de la largeur des particules abrasives, dans le cas des cypéracées ces stries seraient donc de l'ordre de 0,4.µm; mais comme les cônes sont au fond des cellules les stries ne sont que de l'ordre de 0,2 µm. Rappelons que la distribution granulométrique des particules des pâtes dentifrices actuelles est comprise entre 5 et 50 microns et que leur pouvoir polissant est jugé satisfaisant. En conséquence l'usure, que nous avons observée au microscope des dents des egyptiens anciens, dont le caractère dominant est l'émoussé des surfaces confirme l'opinion de Dixon de l'usage des "masticatories". Actuellement nombreux sont ceux qui soit pour combler un "creux" entre les repas, soit simplement pour occuper la bouche, ont tendance à grignoter ou à mastiquer de la gomme,

Nous n'avons donc pas perdu cette habitude, cependant maintenant le grignotage et la mastication de gomme entraîne le plus souvent une consommation abusive de sucreries.

La tige du cyperus papyrus a un fort pourcentage de fibres et sa mastication demande de fortes pressions ce qui ne peut que renforcer notre conviction de la forte responsabilité de cette plante dans l'usure particulière, que nous avons observée au microscope, des dents des egyptiens prédynastiques et dynastiques.

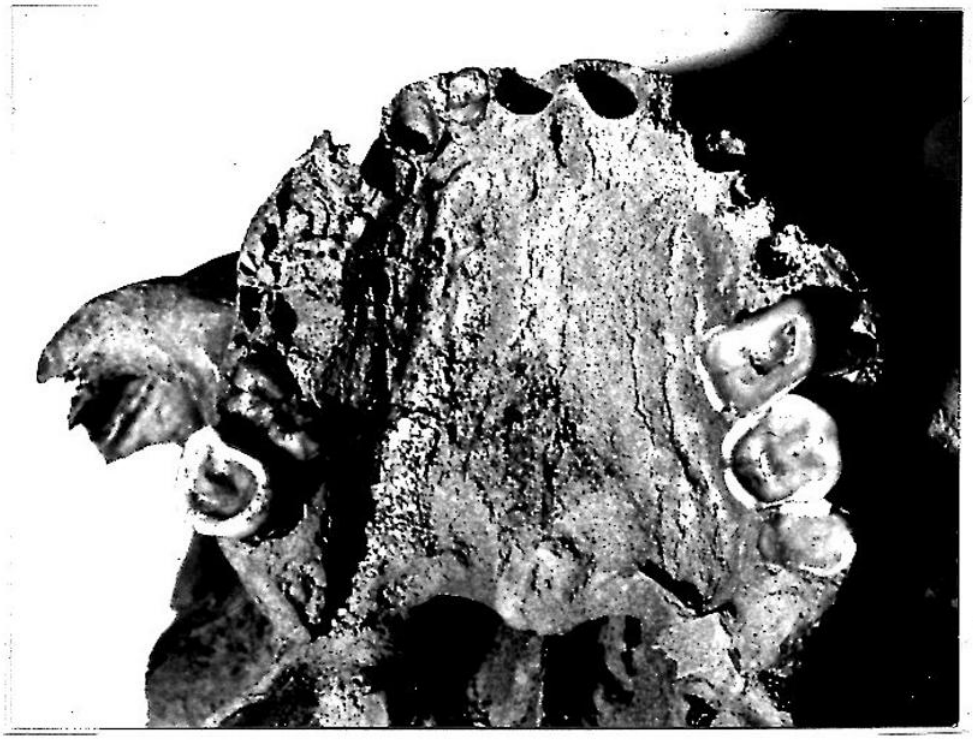


photo n°77: les différences d'usure dues à la séquence d'éruption ont tendance à s'atténuer avec l'âge. Sujet n°34 Sch. I4656, 3ème dynastie.

figure n°78

Tableau n°.1 : Usure occlusale des dents jugales d'égyptiens anciens d'après l'échelle d'usure de Scott (I979).

N° du sujet		dents maxillaires					dents mandibulaires				
		PI	P2	MI	M2	M3	p1	p2	m1	m2	m3
I	d	40	40	38	32				33	25	24
	g	40	39	38	30	26		25	33	25	25
2	d	40	38	38							
	g		40				37	32	36		32
3	d		36	35				40			32
	g	38	36								
4	d					5	14	8	8	6	
	g							8	5		
5	d	20	18	30		16	14	18	27		16
	g			35	22	16	24	20	27		18
7	d	40	40			4			20	34	30
	g	40	40		34			28	24	40	38
14 (24)	d	22	26	27							
	g	18	20		22						
22	d			37	22	12					
	g			30	20						12
29	d				22	24	22	24		30	
	g		40								21
34	d					30	34	36			38
	g			38	32	32				38	
36	d	40				20			34	34	24
	g	37							38	32	26
667	d	24	30				20		20	15	9
	g		22	29				19	27	13	8
668	d	19	15	21	10	8			18	14	6
	g			22	12				18	13	6
EPG 50	d		16	20	17						
EPG 66	g	21		21		9					

figure n°79

Tableau n° 2 : Usure proximale des dents jugales d'égyptiens anciens, mesure (en mm) du contact entre 2ème prémolaire et Ière molaire ainsi qu'entre Ière molaire et 2ème molaire.

Les sujets n° EPG 50 et EPG 66 ainsi que 7,667,et 668 ont une usure de la face occlusale de la Ière molaire, voisine de 20 dans l'échelle de Scott .

N° du sujet		dents sup.		dents inf.	
		P2-MI	MI-M2	p2-m1	m1-m2
I	d	0	2,5	3,6	3,5
	g	0	2,2	3,4	4,2
3	d	3,9			
4	d			1,8	
	g			3,1	
5	d		0	0	
	g			4,7	3,3
7	d			0	3,9
	g			0	3,2
22	d		3,5		
34	d			3,9	4,1
	g			3,5	4,6
36	d				4,1
	g				0
667	d				2,6
	g			3,9	3,5
668	d	4,15			4,5
	g				3,7
EPG 50	d	4,7	5,2		
EPG 66	g		4,9		

Tableau n° 3 : Usure proximale des dents jugales mandibulaires du Méganthrope et d'Homo erectus. Mesure (en mm) du contact entre 2ème prémolaire et Ière molaire ainsi qu'entre Ière et 2ème molaires.

Les sujets ont une usure de la face occlusale de la Ière molaire voisine de 20 dans l'échelle de Scott.

sujet		p2-mI	m1-m2
Méganthrope	d	2,3	3,0
Mauer	d	4,1	4,2
	g	4,6	4,8
Arago XIII	d	4,6	4,5
Montmaurin	d	4,5	5,2
	g	4,5	4,6

USURE DENTAIRE ET FLUOR

Les couronnes des dents jugales des Hominidés sont couvertes d'un émail très épais dont la signification adaptative a été signalée par Simons dès I964. Les différences d'épaisseur de l'émail des Hominoïdés ont ensuite été attribuées au choix alimentaire (Gantt I98I, I985; Kay I98I). Ces différences sont à l'origine de cladogrames utilisés pour classer les espèces proches de l'Homme. L'accroissement de surface triturante des dents est une autre adaptation pour mieux résister à l'usure. Ces deux dispositions s'observent et se renforcent chez l'australopithèque dans les formes successives: A. afarensis, A. africanus, A. robustus et A. boisei. En effet la grandeur des molaires et prémolaires de A. boisei est telle que les plus petites dents ont des dimensions supérieures aux plus grosses de A. africanus (Wood I98I).

En Afrique de l'Est les restes fossilisés des australopithèques, comme ceux des premiers hommes, ont été trouvés dans des terrains sédimentaires volcaniques. Les déchainements volcaniques libèrent des composés fluorés en grande quantité si bien que la teneur en fluor des végétaux comme des animaux se trouve anormalement élevée (Le Moan I984).

Afin de rechercher une possible relation entre émail épais, usure dentaire et action du fluor, nous comparerons l'abrasion de l'émail de dents plus ou moins fluorées avec celle produite au cours de la vie par la mastication des aliments chez l'australopithèque.

Nous avons choisi l'australopithèque de Peninj car la mandibule et les dents du spécimen sont dans un état de conservation exceptionnel ce qui permet d'interpréter les altérations en surface de l'émail.

L'étude expérimentale s'est effectuée à l'aide de cinq rats abreuvés

d'eau contenant 22 ppm de fluor ad libitum depuis l'âge de 21 jours ainsi que cinq autres rats ayant eu le même régime alimentaire sans eau fluorée. Les dix rats ont été sacrifiés à l'âge de 40 jours. Le fluor a donc dans ce cas agit par effet topique (Markitziu I985). Pour étudier ensuite l'influence du fluor sur la formation de l'émail et son apposition nous avons utilisé dix dents humaines de jeunes adultes de la région à fluorose endémique de Khouribga au Maroc. Ces dents sont atteintes d'une fluorose modérée dont l'indice T.S.I.F. est estimé à 4 (Horowitz et coll. I984). Enfin la comparaison s'est faite avec un nombre égal de dents non fluorées d'une population d'européens blancs.

Avant expérimentation la surface de l'émail a été nettoyée par décollement de pellicules de vernis (Puech I985). L'usure s'est faite par abrasion à sec à l'aide d'une pointe d'acier au tungstène sous une faible pression de l'ordre de 250 gr. A vitesse approximative de I5 cm/seconde plusieurs séries de stries ont été effectuées suivant des sens différents sur les faces linguales des dents. Un premier sens en remontant du collet de la dent vers la face occlusale, un second en sens inverse et enfin transversalement. La face linguale a été choisie car elle est peu striée au cours de la vie.

La comparaison photographique au microscope electronique permet de classer les stries selon les modes de formation. Une action ductile est déduite de sillons lisses (Classe I), un clivage provoque des craquelures et fêlures par tension (Classes 4 et 5). Nous avons élargi l'échelle de Powers et Craig (I972) qui ne visait qu'à définir l'altération de la surface externe et nous proposons une échelle qui considère également la subsurface telle qu'elle apparaît au fond des rayures. Ceci afin d'évaluer qualitativement les stries produites sur la surface des dents au cours de la mastication des aliments. L'émail faiblement attaqué à l'acide est plus vulnérable et donne par conséquent des aspects plus contrastés en microscopie. Pour cela nous avons pratiqué sur quelques dents témoins et sur une partie des dents atteintes de fluorose, une application d'acide phosphorique à 30% d'une durée de 60 s suivie d'un lavage à l'eau courante.

Il existe nécessairement des différences d'usure en fonction de l'angle donné à la pointe de tungsten, de l'état de conservation de l'émail, de sa nature et de bien d'autres facteurs. Notre propos n'est pas de quantifier ces différences mais de classer les altérations en catégories pouvant être facilement reconnues par photographie.

Un premier examen de l'abrasion de l'émail des rats nous a montré qu'il n'était pas possible à partir des stries expérimentales de différencier l'émail normal (Fig. n°) de l'émail fluoré par effet topique (Fig. n°). Les figures n° et illustrent l'aspe t des stries que nous avons provoquées. On constate la conjugaison de l'enfoncement ductile de l'émail qui produit une surface lisse dont la géométrie correspond à l'outil utilisé et des craquelures de subsurface perpendiculaires au mouvement de l'outil. Comme une grande partie de la subsurface est couverte de ces craquelures nous avons produit des stries de classes 2 et 3. La figure suivante au grossissement 5000 illustre ces deux actions. Les craquelures sont à l'origine d'enlèvements par copeaux (Fig. n°). L'absence de caractères propres à l'émail fluoré est attribué au mode d'action topique du fluor.

L'abrasion des dents atteintes de fluorose est très différente de la précédente. La figure n° à faible grossissement indique le caractère particulier. On reconnait en effet de fréquent éclats sur l'arête surface externe-surface latérale de la strie. Le parcours de l'outil s'est fait de gauche à droite, la photographie intéresse donc la fin du trajet. Un certain nombre d'éclats sont situés à l'intersection de la strie avec les défauts préexistants de la surface. Ces défauts sont de petits puits (focal holes) et des fissures de constitution de l'émail superficiel (Fejerskov et coll. I984). Les éclats pointent en direction opposée au mouvement de l'outil qui raye, ils prennent donc l'aspect de chevron. A ce faible grossissement (xI00) le fond de la rayure semble lisse. Au grossissement 5000, figure n° , le fond est effectivement lisse avec quelques craquelures parsemées de copeaux et de longues zones rugueuses apparaissent. Les altérations de la surface externe de l'émail fluorosé comme de la subsurface sont donc plus importantes que pour l'émail ordinaire ou celui fluoré par effet topique. L'émail atteint de fluorose présente une couche externe plus cassante et une couche sous jacente plus poreuse: classe 4. Afin de vérifier cette constatation notre expérimentation s'est poursuivie sur l'émail sain et l'émail atteint de fluorose préalablement mordancé à l'acide phosphorique.Le fluor a rendu l'émail plus cassant puisque les éclats en chevron sont plus nombreux et plus grands (Fig. n°). Le fond de la rayure ne présente plus

de déformations plastiques mais une surface granuleuse si bien que nous attribuons à cette strie la valeur maximale de notre échelle: la classe 5. Au grossissement I000 le fond de la strie indique une usure par arrachement. Le grossissement 3000 confirme le mode d'usure (figure n°). L'usure est donc considérablement plus importante. La dent témoin non fluorée attaquée superficiellement à l'acide ne se trouve rayée qu'en classe 2 ou 3 (figure n°). Au grossissement I000 on observe effectivement les déformations plastiques avec quelques zones d'arrachement (figure n°).

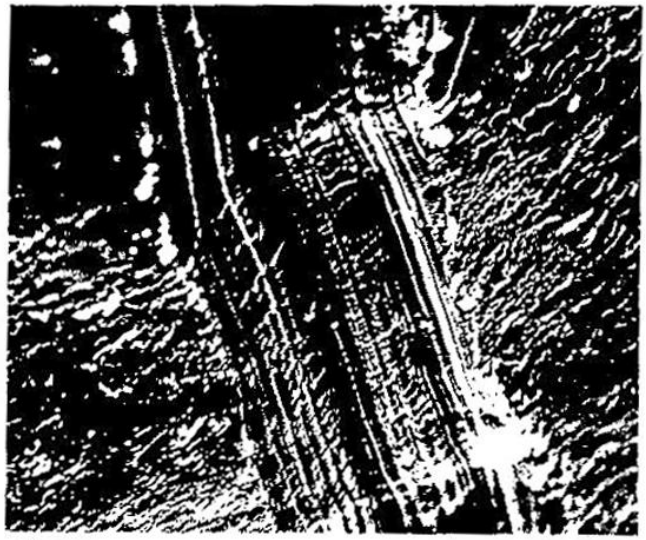
Les surfaces occlusales des dents de Australopithecus boisei de Peninj sont très rayées, les stries les plus récentes couvrent les anciennes au grossissement I00. Au grossissement 300 un grand nombre de ces stries sont de classe 4 à chevron (figures n° et).

Certaines stries de l'émail de l'australopithèque de Peninj présentent donc des bords en chevron, et l'expérience indique que cela résulte de la dureté de la couche superficielle de l'émail qui recouvre un émail plus poreux. Cet état caractérise les dents atteintes de fluorose et non celles enrichies en fluor par effet topique. Si cette relation est admise pour Peninj cela suppose des taux anormaux de fluor dans l'émail dentaire.

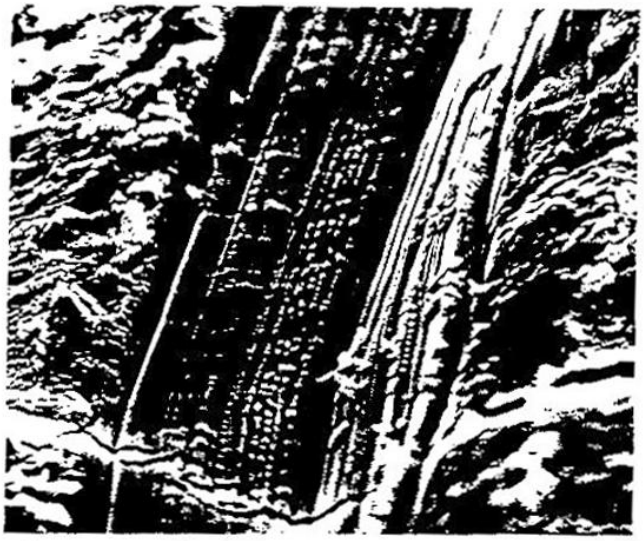
L'observation clinique a déterminé que l'apport fluoré optimum de l'alimentation doit se situer autour de 0,5 à I,5 mg par jour. Les premiers troubles chez l'homme actuel peuvent survenir lorsque la dose d'ions fluor absorbée dépasse 5mg par jour (Le Moan I984). Nous savons d'autre part que sur les pentes du Vésuve certains végétaux concentrent le fluor, ainsi par exemple le vin peut contenir jusqu'à 18mg de fluor par litre.

Notre expérimentation s'est effectuée avec l'aide de F. Cianfarani, I. Gedalia et A. Markitziu (I985). Nous avons rayé les faces linguales pour rendre plus évidentes les stries que nous avons produites, la surface occlusale possède cependant des propriétés physico-chimiques quelque peu différentes. En effet l'action répétée des agents abrasifs comme des fortes pressions, induit sur les faces triturantes de sérieux dommages (Powers et coll. I973) et par conséquent le mécanisme responsable des différences de mode d'usure de l'émail par diminution de la déformabilité de surface de l'émail atteint de fluorose (Buckley I969) ne peut être qu'augmenté. Le modèle expérimental est donc très

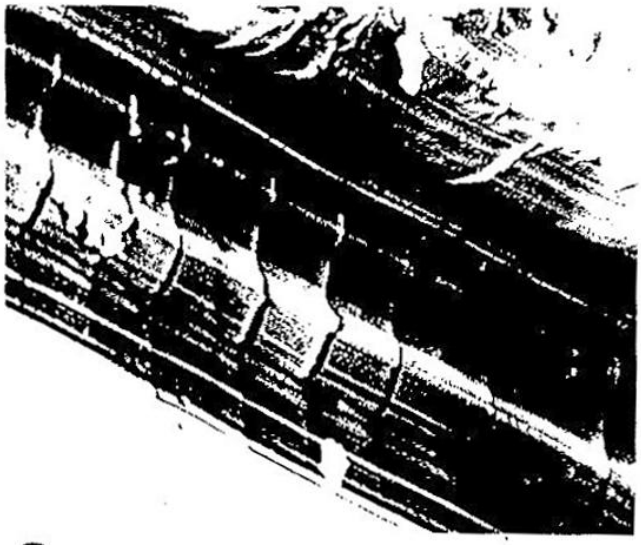
simplifié, de plus les aspects de l'usure des dents produits par les particules abrasives contenues dans l'alimentation sont beaucoup plus complexes et sont oblitérée par polissage et attrition ainsi que par les dépots de toutes natures. Dans certains cas très contrastés comme pour Australopithecus boiséi de Peninj, les limites en chevron des stries permettent d'identifier une usure abrasive reconnue sur l'émail fluorosé.



1



2



3

4

5

6

Légendes des figures n° à

Fig. n° rayure de l'émail non fluoré de rat xI000

Fig. n° rayure de l'émail fluoré par action topique x2000

Fig. n° le fond de la rayure peut être craquelé: classe 2 x5000

Fig. n° le fond de la rayure est rendu rugueux par arrachement classe 3 x5000

Fig. n° les bords de la rayure de l'émail atteint de fluorose présentent des éclats qui déterminent une formation en chevron: classe 4 xI00

Fig. n° en cas de fluorose le fond de la rayure est rugueux x5000

Fig. n° après attaque acide, l'émail atteint de fluorose est très friable xI00

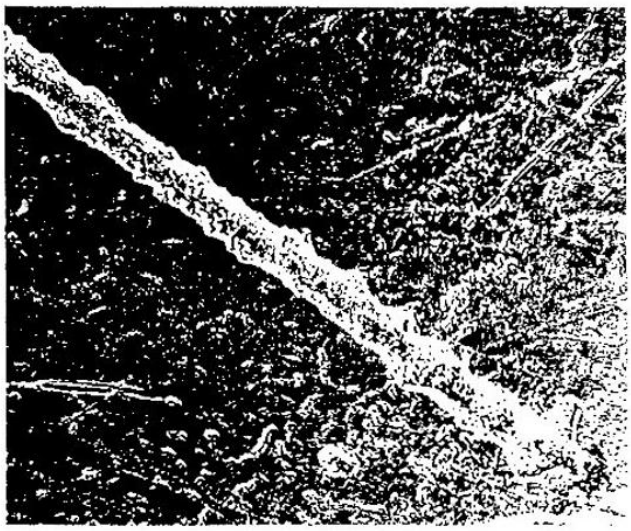
Fig. n° le fond des rayures est poreux: classe 5 x5000

Fig. n° après attaque acide, l'émail normal résiste mieux à l'abrasion xI00

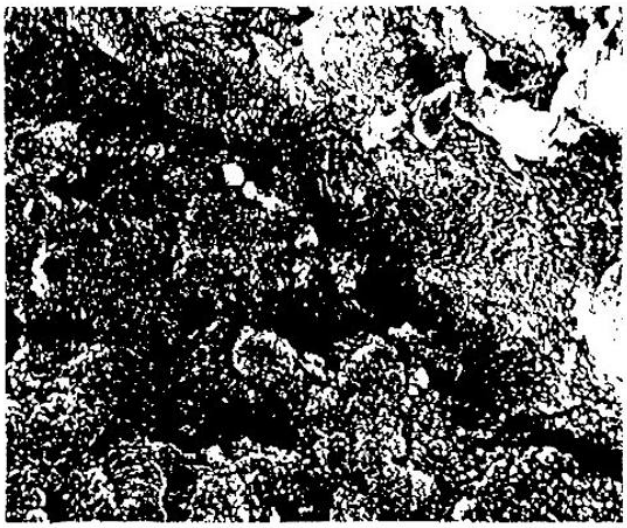
Fig. n° le fond de la rayure montre l'enfoncement ductile: classe 2 xI000

Fig. n° face occlusale de la 2ème prémolaire inf. g. de Australopithecus boisei de Peninj xI00

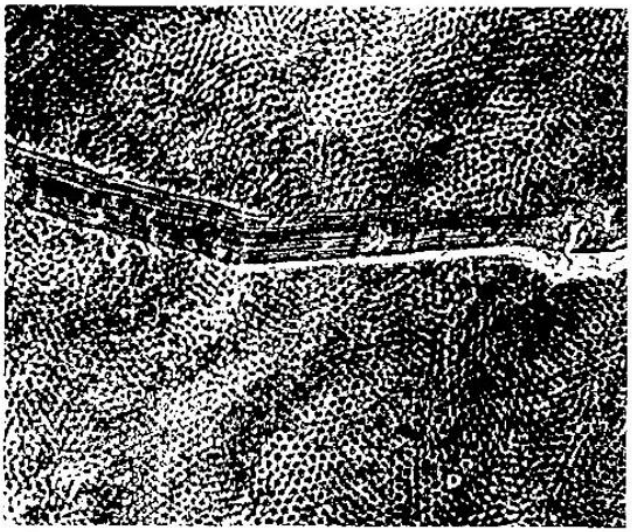
Fig. n° le grossissement 300 montre qu'un grand nombre de stries sont de classe 4 à chevron.



7



8



9

10

11

12

ORIENTATION ET LONGUEUR DES STRIES DES FACES VESTIBULAIRES DES DENTS JUGUALES.

L'analyse des stries a été faite par la schématisation de leur orientation en reportant sur un diagramme étoilé la longueur totale des rayures pour une même direction, l'inclinaison étant portée de 45° en 45°, la longueur moyenne des stries venant compléter la description des rayures.

Dans cette mesure, que nous effectuons sur des aggrandissements de 50, nous séparons les profondes coupes qui s'individualisent de l'ensemble des stries car elles répondent à une pression témoignant d'une activité autre que la mastication. Pour la majorité des stries nous ne pouvons donner le sens du mouvement ayant produit le sillon car l'entrée et la sortie du grain présentent le même aspect effilé.

La longueur moyenne des stries (au 1/100 ème de mm), pour une surface donnée, rend compte de l'ampleur des mouvements du matériel abrasif pouvant être en relation avec la dimension des morceaux introduits dans la cavité buccale.

La profondeur des rayures, pour une même géométrie de la particule, est en relation avec la force égale à la différence entre la pression et la résistance à la compression de l'agglomérant (les aliments ensalivés), la profondeur moyenne des rayures est égale au 1/20 éme de sa largeur comme nous l'avons écrit plus haut (Puech et Prone 1979). La force exercée sur les particules varie donc avec la consistance des aliments, puisque d'une part plus la nourriture sera molle plus le grain s'y enfoncera au contact résistant de l'émail (tissu plus dur que les aliments), et que d'autre part la puissance de mastication est fonction des qualités physiques de l'aliment.

L'étude du passé fonctionnel des couronnes dentaires a montré chez l'homme préhistorique un nombre croissant de stries horizontales et décroissant de stries verticales du plus ancien (Homo-erectus) au plus récent (H. sapiens sapiens) spécimen étudié ; avec une moyenne décroissante de la longueur des rayures correspondant à un effort, produit par la dentition, progressivement réduit au cours de l'évolution humaine.

Nous avons également étudié deux sujets du 19 ème siècle, décédés en prison au même âge et ayant eu une alimentation exclusive : végétarienne pour l'un et carnée (voir Archives Nationales Marine et Muséum d'Histoire Naturelle) pour l'autre. Le choix des individus a été dicté par la somme de renseignements que nous avons sur leur alimentation.

Virey (1833) écrit à leur propos : " On ne peut se défendre de réflexions sur l'influence du régime de vie par rapport au caractère moral en considérant combien est doux, timide, craintif et ouvert aux opinions religieuses des missionnaires le cultivateur vivant de fruits, de miel et de végétaux ; alors que les Charruas, mangeurs de chair et vaillants chasseurs sont barbares et insensibles ....Ce tartare du nouveau monde vit aussi avec son cheval, il boit le sang au besoin avec délices comme il boucane la chair des taureaux sauvages et suce la moelle chaude et crue de leurs os. Au contraire le doux brame de l'Inde qui repousse avec horreur tout aliment de chair, toute substance animale comme impure de ses vêtements, de ses meubles et ne prive même pas de la vie les races malfaisantes."

Notre matériel d'étude a donc été le "sauvage" Vaïmaca Peru, de la tribu Charrua (crâne n°6555) et l'Indou de Bénarès (n°3503) du catalogue du musée de l'Homme à Paris.

Nous pouvons lire dans "Le National" du jeudi 4 juillet 1833, Paris, l'histoire de ce "sauvage" dont voici quelques extraits :

"On montre en ce moment à la curiosité publique, aux Champs-Elysées, allée d'Autun n°19, quatre individus sauvages d'Amérique du Sud. Cette colonie, formée de trois hommes et d'une femme, est un échantillon remarquable d'une race d'hommes assez différents physiquement et moralement de celles que nous connaissons pour offrir quelque intérêt aux observateurs....Le plus âgé, qui paraît avoir environ cinquante ans, était un des chefs de sa nation, son nom est Vaïmaca,

mais les charruas l'appellent toujours Pérou, il a joué un grand rôle dans toutes les guerres. Pérou parle assez couramment l'Espagnol et entend même le Portuguais, mais il est peu communicati. Indolent comme tous ceux de sa race quand ses passions ne sont pas un jeu, il dédaigne de répondre aux questions de pure curiosité....Leur cuisine est fort simple, quelques tranches de boeuf, coupées fort minces, séchées au soleil puis tournées pendant quelques minutes sur les charbons, composent tout leur diner, déjeuner et souper, ils ne mangent pas de pain et très peu de fruits....".

Le laboratoire d'anthropologie du Muséum possède le squelette complet de Vaïmaca Peru, il provient du laboratoire de physiologie.Le crâne présente une synostose presque totale de la région lambdoïdienne. Les 3èmes molaires manquent aux deux maxillaires. Les insertions musculaires sont toutes très fortement marquées aussi bien sur le crâne que sur la mandibule et sur le squelette en général.

L'Indou de Bénarés est qualifié de très dévôt, mort en prison pour vol, en décembre 1822, à quarante-six ans.

Notre méthode d'étude va consister en la reproduction, à l'aide de papier calque, des stries présentes sur la photo d'une zone ayant le maximum de raies au niveau de la surface vestibulaire, car les stries les plus récentes se superposent aux plus anciennes.

Nous exprimons les résultats par la relation entre dimension et orientation. La reproduction sur papier calque permet de noter : la longueur en mm, l'orientation et le nombre de stries, en diminuant les risques d'erreur.La longueur totale des raies, pour une même direction, est ensuite reportée sur un graphique en étoile.

Cette étude permet de relever les caractéristiques fonctionnelles des couronnes dentaires par la mesure de la longueur moyenne des stries et la schématisation de leur orientation.

Pour compléter, nous avons examiné la surface des dents de l'homme qui a évolué dans un environnement qui s'est modifié dans le temps. Notre matériel se compose des dents découvertes au cours de fouilles exécutées ces dernières années dans la région méditerranéenne, car elles nous donnent la possibilité de suivre l'évolution de l'homme :

La caune de l'Arago. C'est au milieu de déchets alimentaires que le plus vieux crâne et la plus vieille face actuellement connus en Europe ont été découverts par Henry et Marie-Antoinette de Lumley le 22 juillet 1971. Deux mandibules et de nombeuses dents ont également été découvertes dans la grotte. L'ensemble est daté de 450 mille ans environs (voir la brève description des Homo erectus étudiés au début de l'ouvrage).

La grotte de l'Hortus. Entre 55 et 35 000 ans, pendant le deuxième stade de la glaciation de Würm, cette grotte, qui s'ouvre sur une vire rocheuse escarpée, était située dans l'habitat naturel des bouquetins. Elle servit, pendant des millénaires, d'abri temporaire aux chasseurs néandertaliens qui l'utilisèrent de façon bien différente selon les phases. Principalement chasseurs de bouquetins et éventuellement d'ours des cavernes, ils traquaient aussi des cerfs, des chevreuils, des rennes, des bovidés, des chevaux, des ânes et même quelques carnivores qu'ils devaient essentiellement rechercher pour leur fourrure.

Les soixante et onze dents trouvées sont d'un modèle typiquement néandertalien.

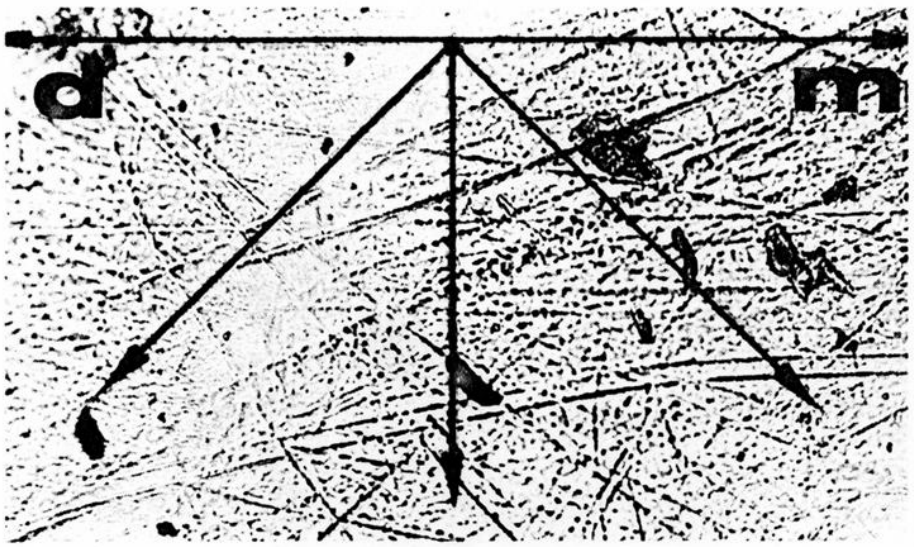
Le dolmen des Peyraoutes. Trois niveaux ont été distingués au cours des fouilles : deux niveaux chalcolithiques qui se succèdent certainement de peu, et un niveau de l'Age du bronze final (Bouville 197 Transition entre le Néolithique et l'Age des métaux, cette époque a un climat devenu semblable à celui de nos jours. L'élevage et l'agriculture se propagent progressivement, les céréales servant à la confection de galettes et de bouillies.

Lorsque nous avons comparé les diagrammes obtenus par l'étude de ces différentes surfaces dentaires, nous avons constaté un nombre croissant de stries horizontales et décroissant de stries verticales du plus ancien au plus récent spécimen.

Les diagrammes de la page suivante soulignent que l'orientation des stries et leur longueur moyenne, sur les faces vestibulaires actives des prémolaires et des molaires, a varié avec la nature de la nourriture de l'homme au cours des âges.

figure n°98

Les stries observées au microscope sur la surface de l'émail sont photographiées afin de mesurer leur orientation et leur longueur pour être comparées à celles produites par des régimes alimentaires différents.



**Sur un diagramme étoilé a été reportée
la longueur totale des stries pour une même direction,
l'inclinaison est prise de 45° en 45°,
l'orientation des rayures étant reportée
sur l'angulation la plus proche du diagramme.**

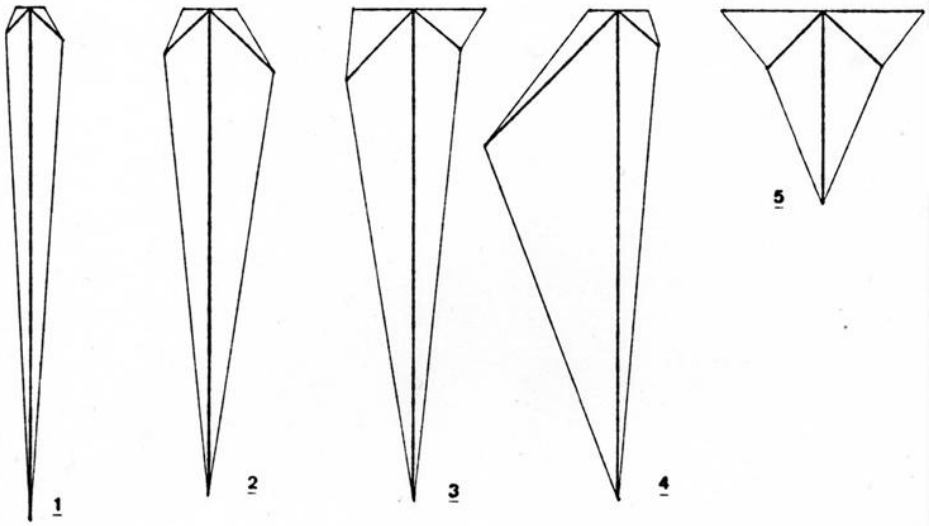


Diagramme
N° 1 : le « sauvage » carnivore, les stries sont pratiquement toutes verticales et la longueur de celles-ci est élevée : long. moyenne : 0,68 mm.
N° 2 : l'homme de Tautavel, le diagramme ne diffère que très peu du précédent : long. moyenne : 0,64 mm.
N° 3 : l'analyse de dents néandertaliennes (Hortus) montre une augmentation des stries obliques et horizontales : long. moyenne : 0,60 mm.
N° 4 : à l'Age du Bronze (Peyraoutes), la tendance amorcée chez l'Homme de Néanderthal s'accentue : long. moyenne : 0,54 mm.
N° 5 : le végétarien du Musée de l'Homme montre toujours une majorité de stries verticales sur les faces vestibulaires des molaires et prémolaires, mais cette fois les stries obliques et horizontales sont presqu'aussi nombreuses. La longueur moyenne des rayures est la plus faible que nous ayons mesurée : long. moyenne : 0,46 mm.

L'adoption d'un mode de subsistance est fonction de l'environnement, il existe donc de grandes variations dans l'alimentation d'individus ayant occupé des sites géographiques très différents. Nous avons comparé les marques, laissées au cours de la vie sur la surface des couronnes dentaires par l'alimentation, de l'Homo erectus d'Eurasie ; la répartition géographique des sites étant très dispersée.

Cet examen a montré que l'Homme de Mauer avait des stries en nombre plus faible et que celles-ci sont moins longues et moins verticales que pour les autres individus de Tautavel, Montmaurin et Chou-Kou-Tien (planche n° 99).

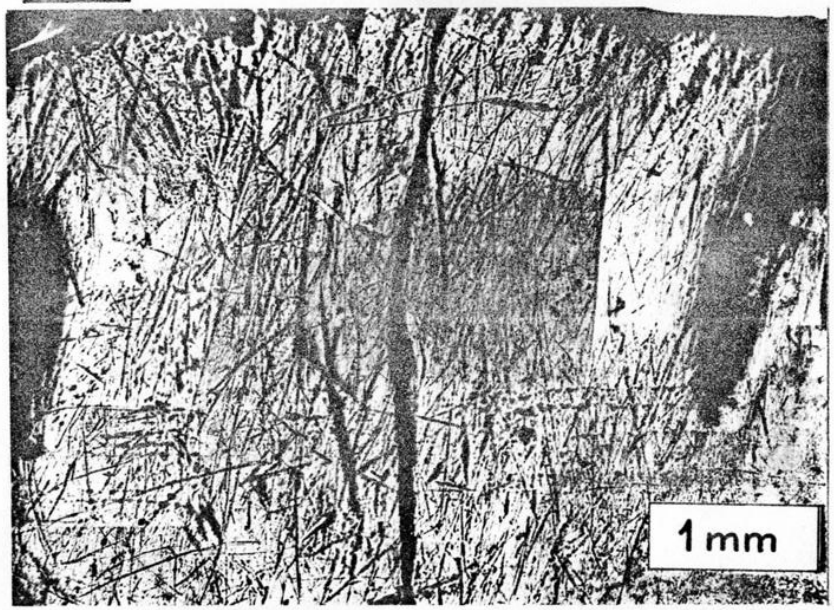
Le principe guidant cette methode d'étude est que les aspects de l'usure sont en relation avec les différents modes d'utilisation des dents, l'Homme de Mauer dans ce cas a une alimentation plus végétarienne que les autres Homo erectus examinés, si nous nous référons à l'orientation et la longueur des stries. Il vivait à l'abri de la proche forêt, celle-ci lui fournissant les fruits, les feuilles, les bourgeons, les insects, les larves, mais aussi de nombreux petits animaux. Il venait probablement boire l'eau sur les plages de la rivière, lui donnant l'occasion de festoyer grâce aux gros animaux charriés par les eaux.

Ayant constaté cette particularité de l'Homme de Mauer nous avons recherché si cette méthode d'analyse pouvait completer les informations que nous avons sur l'Homme de Broken-Hill et fournir un début d'explication à l'énigme que pose la présence de polycaries chez ce sujet daté de 110 000 ans (Bada et coll. 1974), étant donné que l'apparition des polycaries est considérée comme un phénomène récent et en relation avec l'apparition de l'agriculture au 6ème millénaire.

Les résultats obtenus (Puech et coll. 1980) indiquent que les striations des dents de Broken-Hill sont comparables à celles que nous connaissons des dents des néandertaliens de l'Hortus (voir planche n° 106).

TAUTAVEL Arago XIII M2 d.i. (photo n°16)

PEKIN Choukoutien A4 Uppsala 3 P2 d.i. (photo n°17)



MONTMAURIN . M2 d.i. (photo n°18)

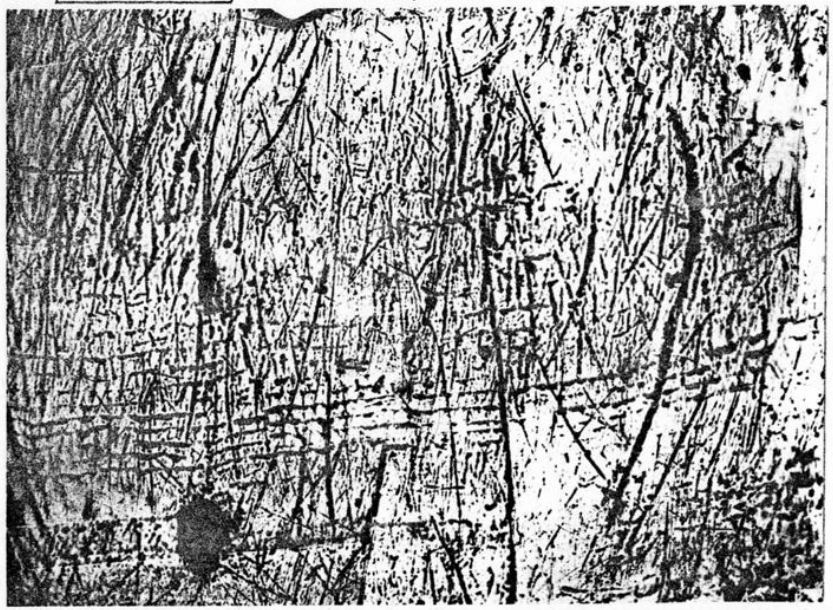
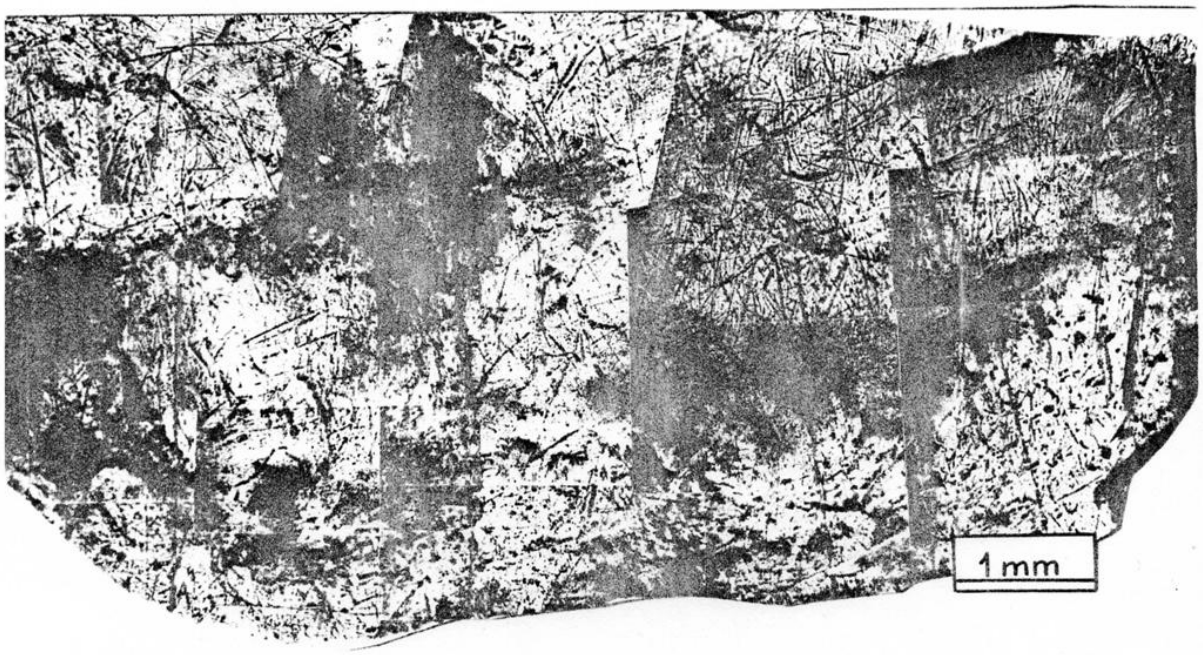


figure n°99

LES SURFACES VESTIBULAIRES DES DENTS D'HOMO ERECTUS ONT DES STRIES LONGUES ET ORIENTEES VERTICALEMENT.

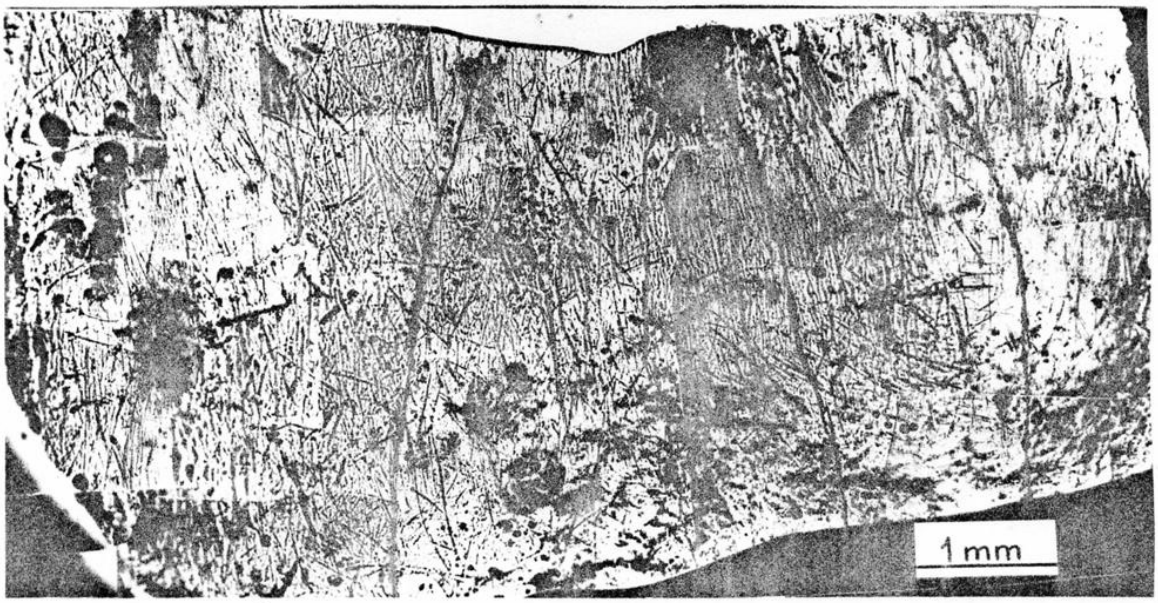
L'EXAMEN DES SURFACES VESTIBULAIRES des couronnes dentaires montre par la différence de nombre, de longueur et d'orientation des stries, que l'homme de MAUER et l'homme de TAUTAVEL n'ont pas effectué les mêmes choix alimentaires.

L'Homme de Mauer, première molaire inférieure droite (photo n° 100)

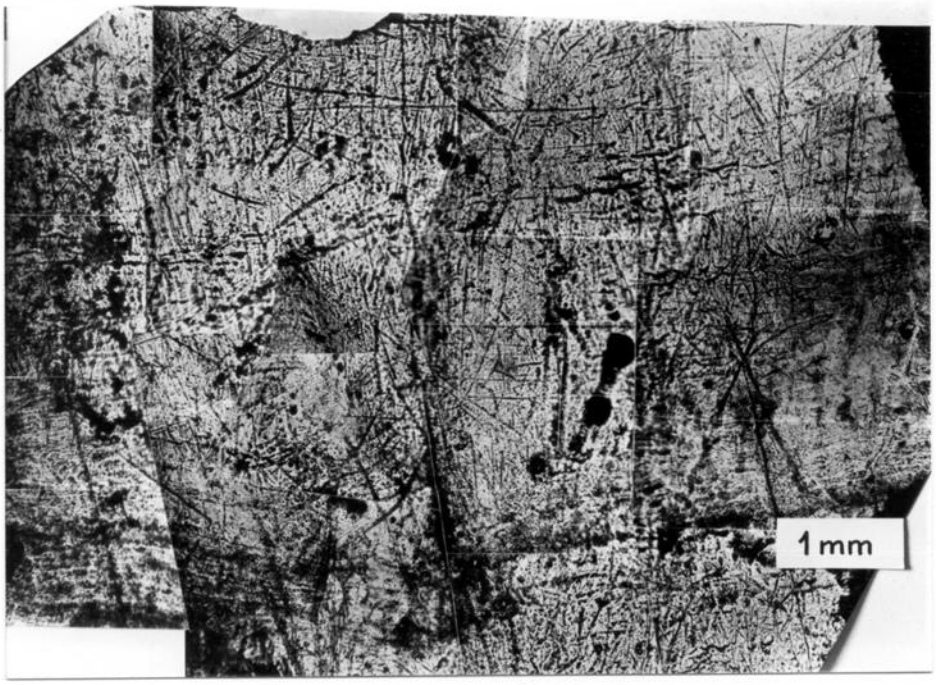


La comparaison des surfaces occlusales des dents de Arago XIII (photo n°8) et Arago XXI (photo n°9) montre que l'alimentation n'a pas été exactement la même pour tous les sujets de Tautavel. Il existe cependant à Tautavel une similitude des aspects microscopiques des surfaces vestibulaires des dents jugales déciduales et permanentes.

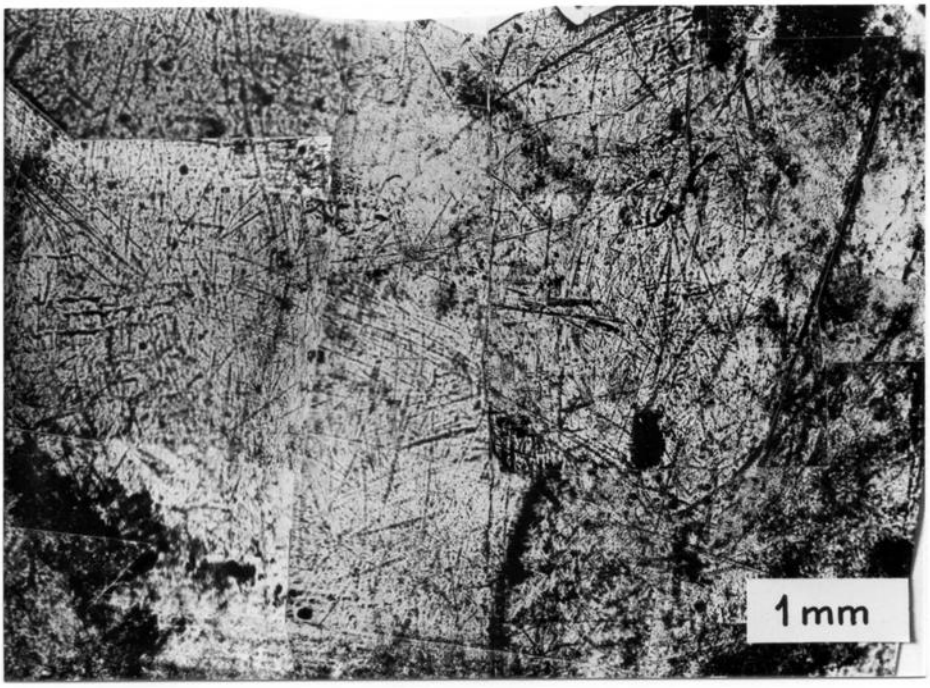
L'Homme de Tautavel, Arago XXXIV première molaire déciduale inférieure droite (photo n°101)



L'HOMME DE MAUER. Les particules abrasives contenues dans l'alimentation ont rayées toutes les couronnes dentaires, seules les faces vestibulaires des dents jugales sont examinées car les dents antérieures sont utilisées afin d'assister les mains.

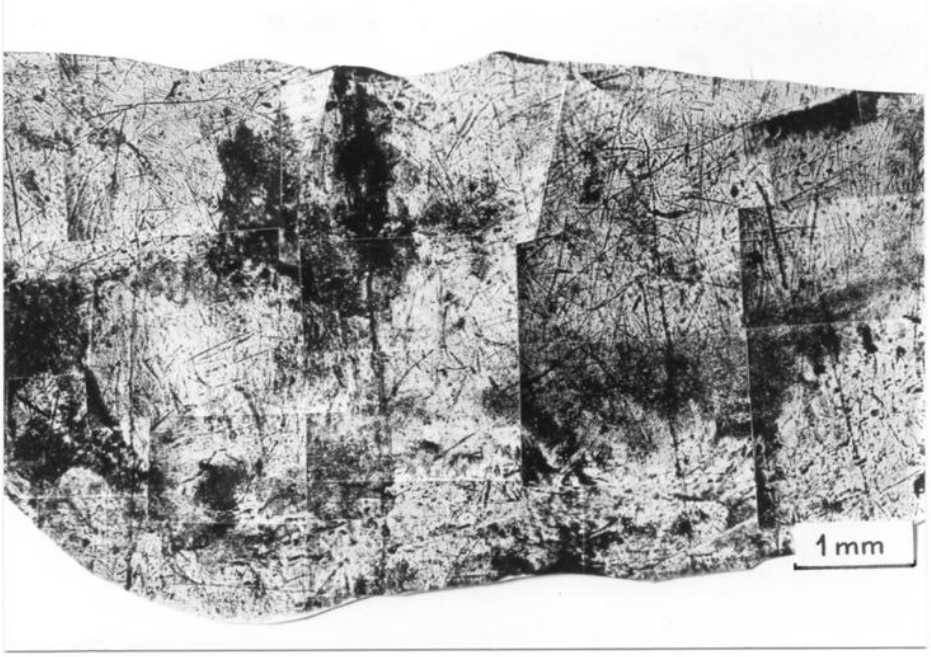


L'HOMME DE MAUER. dent 44. figure n°102

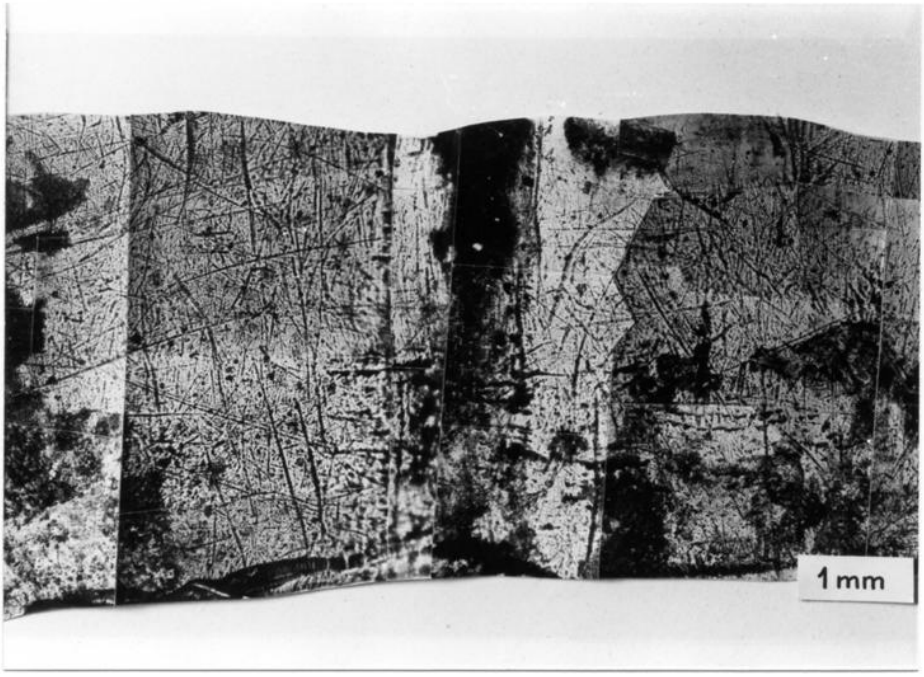


L'HOMME DE MAUER. dent 45. figure n°103

Nous devons rechercher à quel niveau le mouvement "en baratte" a été maximum pour effectuer l'analyse des stries.



L'HOMME DE MAUER. dent 46. fig. n°104

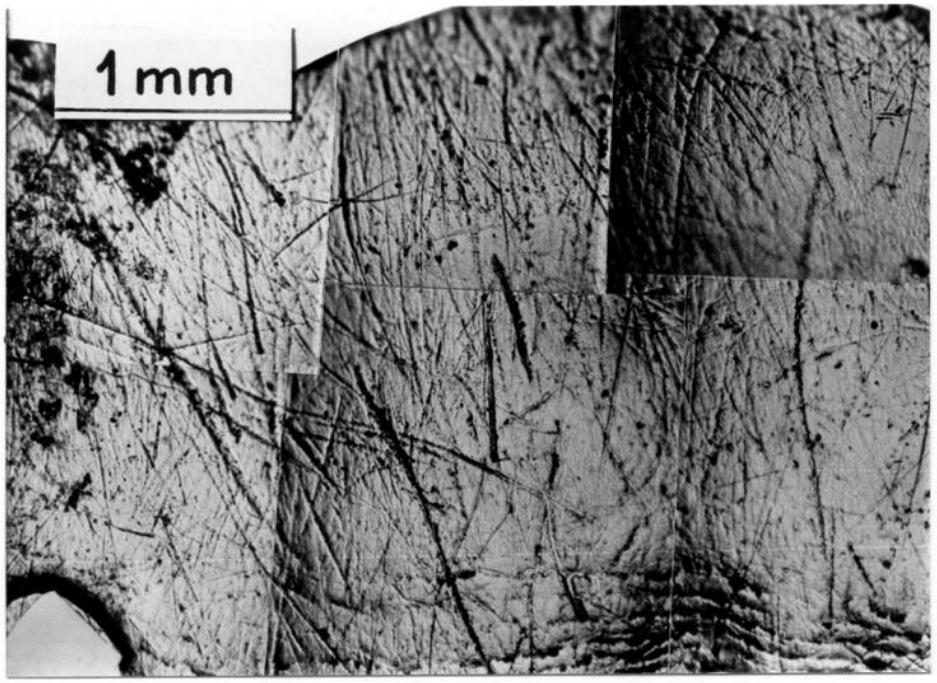


L'HOMME DE MAUER. dent 47. fig. n°105

L'HOMME DE BROKEN-HILL.

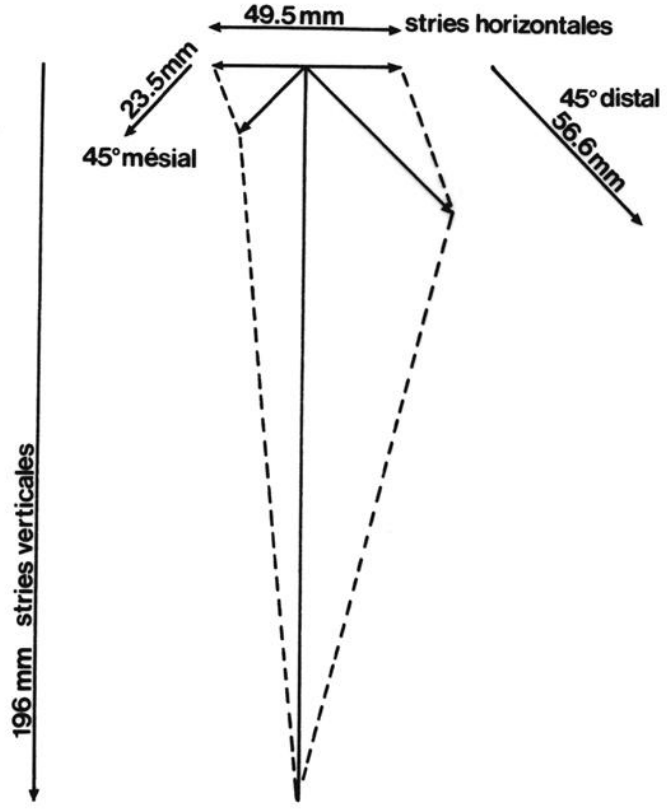
Analyse des stries de la face vestibulaire de la dent 16. figure n°106

bord occlusal



coté mésial

région cervicale



L'USURE DENTAIRE DE L'HOMME DE TAUTAVEL.

L'ensemble d'ossements d'hominidés mis au jour à Tautavel représente au minimum 4 adultes et 3 enfants datant de 450 000 ans. Ces restes vont nous permettre d'étudier le travail de la dentition des premiers hommes en France, pour cela nous avons choisi les adultes dont les dents sont restées ou ont été replacées dans leurs alvéoles: Arago II, Arago XIII, Arago XXI et Arago XLV.

USURE MACROSCOPIQUE.

La répartition de l'usure des dents de la mandibule robuste Arago XIII (qui posséde les prémolaires et molaires droites) est conforme à celle que l'on observe en général chez l'homme. Les premières dents présentes sur l'arcade alvéolaire (il s'agit des premières molaires) sont les dents les plus usées et à partir de ce point le degré d'usure des dents jugales décroit des dents antérieures aux dents postérieures (fig. 123).

De plus le plan des faces triturantes des dents ne présente pas la même inclinaison de l'avant vers l'arrière, c'est ce que l'on nomme l'usure hélicoïdale des arcades dentaires.

La mandibule gracile Arago II montre une usure différemment répartie sur l'arcade, ce qui pourrait être dû à une activité paramasticatoire.

La deuxième prémolaire gauche de Arago II (la dent la plus antérieure que nous possédons de cet individu) est arrondie vestibulairement. Elle a perdu son bord d'émail vestibulaire alors que la face occlusale de la première molaire droite est encore bordée d'émail.

L'usure arrondie oblique en bas et du côté vestibulaire des dents antérieures caractérise généralement les chasseurs-collecteurs comme les esquimaux et serait due à diverses activités afin d'aider les mains (Brace I975, I981) et à l'habitude de fractionner la viande en arrachant chaque morceau en se servant des dents antérieures comme d'une tenaille (Puech I98I).

Il est intéressant de noter qu'il a été signalé que les individus qui vivent essentiellement de végétaux ont une usure plus prononcée des molaires que des prémolaires (Anderson 1965, Molnar I97I, Smith I972).

Qualité de l'usure.

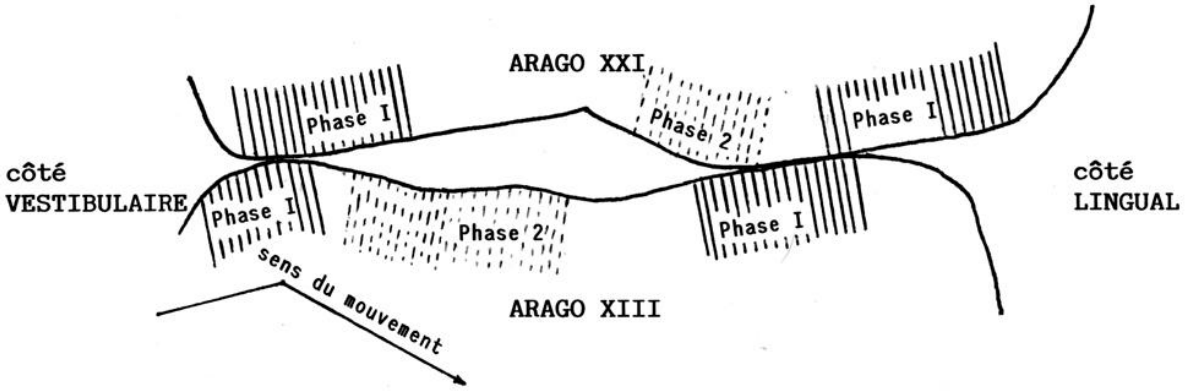
Les dents jugales des crânes Arago XXI et Arago XLV ont des plans d'usure dont les limites apparaissent clairement alors que les facettes des dents de Arago XIII ne sont bien limitées que dans les premiers stades de l'usure. Notamment pour la troisième molaire et de façon déjà bien atténuée pour la première prémolaire alors que la deuxième prémolaire bien que trés peu usée a une pointe cuspidienne émoussée sans que l'on puisse y distinguer des facettes. Ceci est peut-être dû au fait que les dents situées en avant de l'arcade ont une plus grande liberté de mouvement et alors l'action des dents en position non centrée va produire des surfaces émoussées et brillantes.

L'homme de Tautavel s'est nourri d'aliments ayant une certaine épaisseur (les primates folivores aiguisent leurs dents) et n'a provoqué qu'exceptionellement des contacts entre dents opposées si l'on en juge d'après le peu de surfaces planes et brillantes d'attrition. Si les sujets Arago XXI et Arago XLV ont des facettes plus marquées, l'homme de Tautavel n'a cependant pas aiguisé ses dents au cours de la mastication (coupe du schéma 107).

L'alimentation de l'homme de Tautavel a produit une usure plus importante des faces linguales des cuspides vestibulaires des molaires inférieures et des faces vestibulaires des cuspides linguales des molaires supérieures tout en émoussant les autres cuspides. Nous en concluons qu'il a broyé les aliments en exerçant des forces de dislocation dont les composantes perpendiculaires et paralléles au contact des surfaces étaient de valeur comparable.

Vitesse de l'usure.

L'importance relative de l'usure des molaires et prémolaires d'un sujet est fonction de leur date d'éruption. Cependant les différences d'usure dues à la séquence d'éruption ont tendance à s'atténuer avec l'âge. Pour un même individu l'usure occlusale de chaque dent se fait à une vitesse sensiblement constante. Mann



Sur cette coupe nous avons mis en articulation les molaires du crâne Arago XXI et de la mandibule Arago XIII de façon à mettre en évidence le mode d'action de l'activité de trituration et les plages d'usure que cette activité provoque sur les dents de l'Arago.
Dans la trituration la nourriture est maintenue et comprimée entre les surfaces antagonistes, nous avons établi le contact afin de délimiter les deux types d'action au niveau des cuspides:

-Phase I action de cisailler,
-Phase 2 action de broyer.

fig. n°107

(I968) et Pilbeam (I972) pensent que la forte usure de la Ière molaire par rapport à la seconde peut signifier une croissance et un développement plus lent du sujet. Il s'écoulerait alors un temps important entre l'éruption de la Ière et de la 2ème molaire. Si nous comparons l'usure de sujets relativement proches dans l'échelle de l'évolution humaine, les différences relatives de l'usure des surfaces occlusales des molaires vont alors, puisque la croissance peut être considérée comme semblable, nous permettre d'établir un classement des vitesses d'usure entre les sujets.

Nous avons choisi trois mandibules possédant les trois molaires du côté droit et dont l'usure n'est pas trop importante pour être mesurée dans ses différents stades. La plus ancienne est celle de Mauer, puis Arago XIII et enfin Montmaurin.

La valeur de cet examen dépend essentiellement de la méthode de mesure de l'usure occlusale. Nous avons utilisé l'échelle préconisée par Scott (I979) en divisant la surface en quadrants et en accordant une note comprise entre I et I0 pour chacun (voir chapitre "l'usure varie avec l'âge). La somme des valeurs obtenues pour les 4 quadrants donne la valeur de l'usure de la dent.

figure n°108

Tableau n°I molaire		M1 d.inf.		M2 d.inf.		M3 d. inf.	
		M	D	M	D	M	D
Mauer	V	6	6	5	4	4	4
	L	4,5	4,5	4	4	3	4
Arago XIII	V	5,5	5	3	3	I	2
	L	4,5	5	2	2	I	2
Montmaurin	V	5	4	2	2	2	I
	L	4,5	4,5	2	2	I	I

MId.inf.:Ière molaire inférieure droite.
M2d.inf.:2ème molaire inférieure droite.
M3d.inf.:3ème molaire inférieure droite.
M = mésial
D = distal
V = vestibulaire
L = lingual

Tableau n°2 valeur totale de l'usure				différence d'usure	
molaire	M1	M2	M3	M1-M2	M2-M3
Mauer	2I	I7	I5	4	2
Arago XIII	20	I0	6	I0	4
Montmaurin	I8	8	5	I0	3

Les différences d'usure entre premières et secondes molaires comme entre secondes et troisièmes molaires de Arago XIII sont comparables à celles de Montmaurin et deux fois plus élevées que celles de Mauer. Ce résultat peut être dû à une séquence d'éruption très différente entre Tautavel et Montmaurin d'une part et Mauer d'autre part.

Comme le sujet de Montmaurin est à la fois plus gracile que celui de Mauer ou de Tautavel, nous ne pouvons retenir comme cause de cette différence d'usure la séparation entre gracile et robuste.

On peut tenter d'expliquer les chiffres ci-dessus en disant que Mauer est le plus âgé des trois sujets et qu'il s'est nourri d'aliments moins abrasifs que Montmaurin et Tautavel. Nous verrons si l'examen des dents au microscope peut confirmer cette dernière hypothèse en déterminant les différents niveaux d'abrasivité des aliments des sujets.

Usure dentaire et âge des individus.

Afin de pouvoir juger la vitesse d'usure des dents d'un individu, il faut établir une table de comparaison entre l'usure et l'âge physiologique du sujet.

On admet qu'une récession gingivale et osseuse accompagne le vieil-

lissement. Ce phénomène s'appelle "éruption passive". Nous avons étudié cette récession sur le crâne Arago XXI, la demi-face Arago XLV et les deux mandibules de Tautavel en mesurant la distance entre la crête alvéolaire et la jonction émail-racine au collet de la dent. Pour comparer nos chiffres avec ceux d'hommes actuels il faudrait corriger cette mesure en estimant, par un examen microscopique de la surface dentaire, la perte osseuse due à l'ensevelissement. Nous comparerons les résultats de Tautavel à ceux publiés par Barker en I975 à propos d'une collection de crânes d'aborigènes du Queensland (Puech I976).

Nous avons classé l'usure suivant les 3 stades décrits par Murphy (I964). En effet l'adoption d'une plus grande échelle d'évaluation obligerait à un regroupement des valeurs en raison de l'incertitude qui pèse sur les mesures pour lesquelles nous devons prendre une valeur moyenne pour chaque côté, vestibulaire ou lingual. fig.n°109

Tableau n°3. Récession osseuse en millimètres côté lingual et côté vestibulaire.

dent		M1ds	M2ds	M3ds	M1gs	M2gs	P1gi	M2gi	M3gi	P1di	M1di	M2di	M3di
Arago XIII	L									I,6	I,8	I,8	
	V									2	2,4	1,6	1,6
Arago II	L						2,4	4,9	4,4		3	4,7	
	V						2,5	2,7	2,7		3,2	3,5	
Arago XXI	L	3,7	2,8	3,2	3,4	4,4							
	V	2,8	2,I	1,6	2,6	3,2							
Arago XLV	L					2,7							
	V					3,3							
st.I Queen	L	2,6			2,6						2,39		
	V	2,35			2,35						1,75		
st.2 Queen	L	3,9			3,9						3,I5		
	V	3			3						2,42		
st.3 Queen	L	3,7			3,7						3,77		
	V	3			3						3,13		

La comparaison des chiffres ci-dessus donne pour Tautavel les stades d'usure suivants:

Arago XIII : Stade I

Arago XXI : stade I avancé

Arago XLV : stade 2 et

Arago II : stade 3.

L'examen de l'usure des faces occlusales confirme ces résultats. Nous pouvons donc comparer la physiologie de l'appareil manducateur de l'homme de Tautavel aux mâchoires et aux dents très robustes à celle des aborigènes du Queensland. Nous voyons aussi que si l'usure des faces occlusales de Tautavel semble importante, elle n'est cependant pas différente de celle de certains sujets récents.
Il n'est donc pas nécessaire de faire appel à la bruxomanie ou autres théories pour expliquer cette usure. Celle-ci serait en relation avec le mode de vie.
Nous constatons que l'on peut estimer les différentes étapes du viellissement par la mesure de l'éruption continue. Cette détermination de l'âge physiologique d'un individu fossile vient alors compléter celle qui est faite par la mesure de l'usure des faces occlusales.

Usure dentaire et forces de mastication.

Les causes d'usure des faces occlusales sont très nombreuses et par conséquent l'usure occusale ne permet pas à elle seule d'estimer l'importance de l'effort fourni lors de la mastication des aliments. Il est donc nécessaire pour compléter nos informations, d'examiner l'usure des faces proximales.
L'usure proximale résulte du contact des dents avec leurs voisines et des forces les poussant les unes contre les autres. Pour Jolly (I970) cette usure proximale est le résultat d'une adaptation aux forces d'occlusion puissantes nécessaires chez certains primates se nourissant d'aliments durs.
Pour exercer de plus grandes forces il faut une anatomie adaptée. Une de ces adaptations est de posséder une branche montante perpendiculaire au corps de la mandibule. Dans ce cas l'espace laissé aux molaires se trouve réduit et les dents sont d'avantage serrées les unes contre les autres (Wolpoff I971).
Faut-il attribuer l'usure proximale de l'homme de Tautavel à une mastication vigoureuse d'aliments durs? Pour tenter de répondre à cette question nous allons de nouveau recourir à des comparaisons entre les usures de Mauer, Tautavel et Montmaurin.
Nous y ajouterons l'examen des facettes d'usure proximale des trois dents du Meganthropus palaeojavanicus découvert en I94I par von Koenigswald. Elles sont d'une robustesse caractéristique et la

première molaire inférieure droite présente le même degré d'usure occlusale que sa correspondante de Tautavel pour Arago XIII. Nous ajouterons également une 2ème molaire supérieure droite du Sinanthropus officinalis de forme robuste dont l'usure est un peu moindre que celle de la même molaire du crâne Arago XXI.

Nous n'avons pas utilisé la méthode de mesure de l'usure proximale indiquée par Lysell (I958) car cet auteur mesure la différence qui existe entre les dimensions mésio-distales des dents usées et de dents non usées, or pour les sujets de cette étude nous ne possédons pas les dents non usées nécessaires.
Il ne reste donc que la mesure des facettes de contact des surfaces proximales. La hauteur de ces facettes commence par augmenter avec l'usure puis diminue à partir du moment où l'usure de la face occlusale approche le plus grand contour de la dent. Nous avons donc mesuré la largeur de ces facettes.

figure n°110

Tableau n°4. Diamétre vestibulo-lingual des facettes d'usure proximale en millimétres. e : indique valeur estimée.

dent mesurée		M2 g.s.	M2 d.i.	M1 d.i.	P2 d.i.	P1 d.i.
Meganthrope	M			3,8	2,3e	2,4
	D			3,5	2,5e	2,3e
Mauer	M		3,1e	4,5e	3e	3,2e
	D		2,1e	3e	3,6e	5,3e
Sin.off. (robuste)	M	5				
	D	0				
Arago XXI	M	5,5				
	D	2,8e				
Arago XIII	M		4,3e	4,5e	2,5e	3,1
	D		2,1e	4,4e	3,8e	2,8e
Montmaurin	M		5,8	5,2		
	D		I,7	5,1		

Pour interpréter ce tableau il est nécessaire de se reporter au tableau donnant la valeur de l'usure occlusale des échantillons et de conserver en mémoire la robustesse du Méganthrope et du sujet Arago XIII.

L'importance de l'usure proximale de l'homme de Tautavel est comparable à celle de Mauer et du Sinanthrope robuste, elle est plus importante que celle du Méganthrope et moindre que pour Montmaurin.
Les forces nécessaires pour mastiquer de la viande ou des végétaux peuvent être les mêmes mais la force pour réduire une carotte est double de celle utilisée pour attendrir la viande et elle n'est appliquée que pendant quelques instants (Anderson I956). Cependant comme l'écrit Wolpoff (I97I), la viande cuite de façon primitive produira une forte usure occlusale sans que l'usure proximale suive, alors que les noix de différents types nécessitent une pression plus élevée que la viande. Nous ajoutons qu'une viande séchée va requérir de fortes pressions au cours de la mastication et usera considérablement les dents et ceci d'autant plus que des particules abrasives seront incorporées amenées par le vent ou lors de la conservation (Puech et coll. I980).

Forme de l'usure.

Si l'homme se nourrit essentiellement de végétaux il produit très souvent une usure en coupelle des dents (Molnar I97I). Une coupelle est un creux très prononcé, les creux de faible profondeur n'indiquent pas une utilisation particulière mais simplement la différence de dureté entre l'émail et la dentine.
Il est donc important de mesurer la forme de ces coupelles dues à la mise à nu de la dentine. Nous délimiterons ainsi les zones d'action dont l'arrangement est une indication du mode d'utilisation des dents.

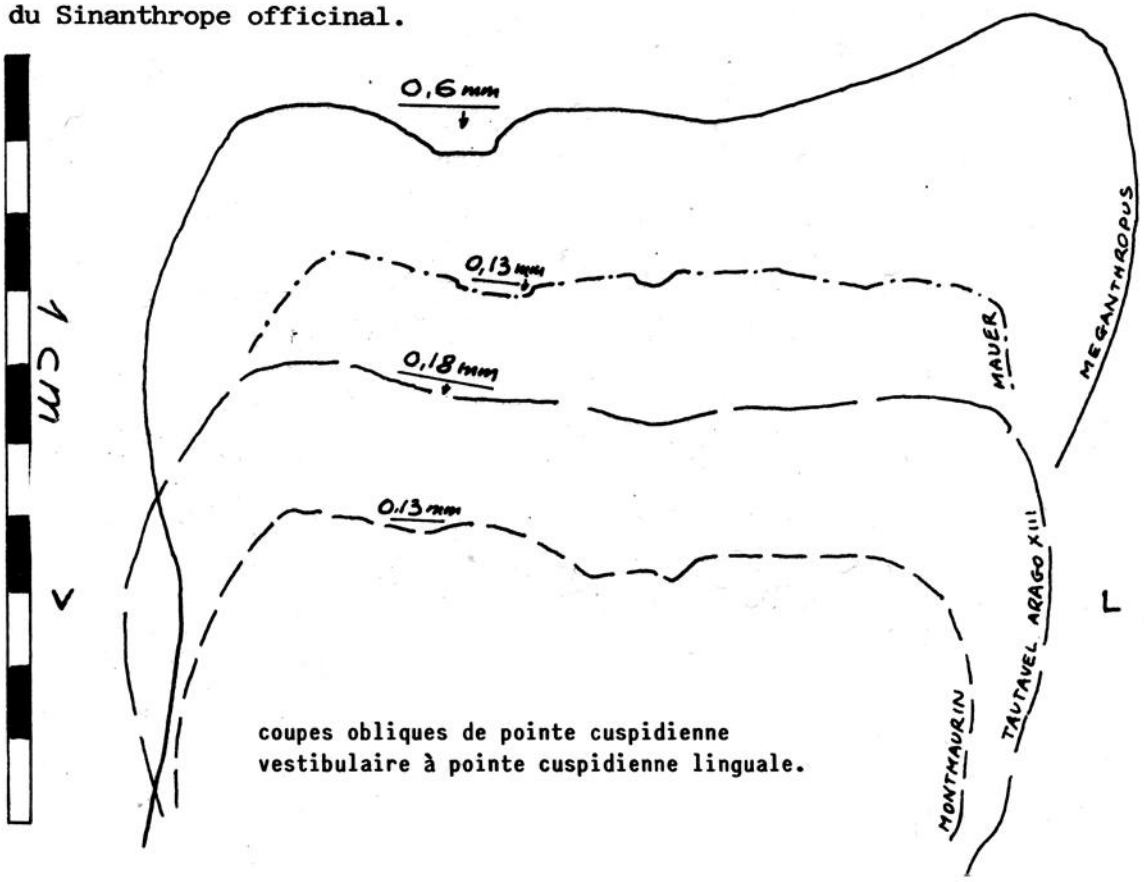
I/ Usure plus rapide de la dentine qui forme de véritables coupelles, la dentine étant située entre deux murs d'émail, le mouvement principal de la mandibule est l'élévation qui provoque l'écrasement des aliments entre les dents du haut et celles du bas. C'est le cas du Meganthrope dont la coupelle est de 0,6 mm.

2/ Le mouvement principal de la mandibule est toujours l'élévation qui provoque l'écrasement mais un glissement lui est associé et alors le bord de l'émail seulement maintenu par la dentine s'effrite plus vite que le bord de l'émail protégé par la dentine. Cas du Sinanthrope gracile pour lequel la coupelle mesurée a 0,55 mm.

3/ Au mouvement d'écrasement s'associe un mouvement de va et vient afin de cisailler les aliments alors les deux bords actifs (vestibulaire et lingual) de la dent sont émoussés donnant une dent dite "arrondie". Cas de Arago XIII avec une coupelle de 0,18 mm.

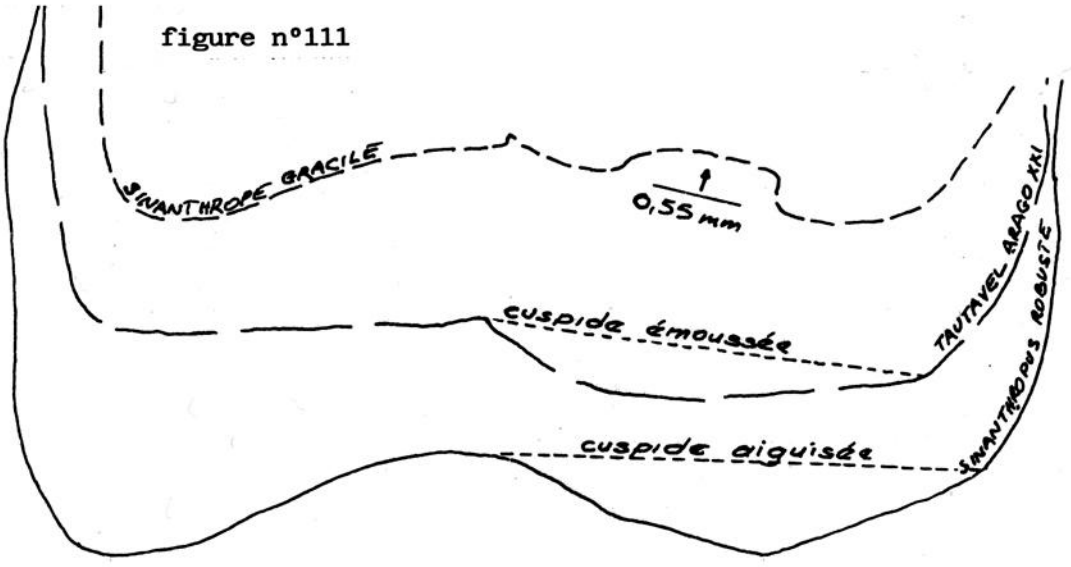
4/ L'usure simultanée de deux tissus de dureté différente implique nécessairement un "aiguisage" permanent de la surface, cet aiguisage ne peut s'effectuer que par le contact direct dent-à-dent des arcades opposées (il s'agit de l'attrition).

La mesure est faite sur la section de moulages des surfaces occlusales en prenant la dimension indiquée dans les graphiques suivants. Elle intéresse à nouveau les quatre hominidés précédents: Méganthrope, Mauer, Tautavel et Montmaurin, ainsi que deux dents du Sinanthrope officinal.



coupes obliques de pointe cuspidienne vestibulaire à pointe cuspidienne linguale.

figure n°111



Résistance à l'usure.

Les études sur l'épaisseur de l'émail ont été faites par Molnar et Gantt (I977) qui ont utilisé des dents sectionnées. Nous n'avons évidemment pas sectionné les dents de Tautavel mais mesuré comme l'indique Kay (I98I) l'épaisseur de l'émail visible au bord vestibulaire de la surface occlusale de la première molaire inférieure et supérieure. Cette différence de méthode explique peut-être le décalage des résultats que nous donnons avec ceux indiqués par Molnar et Gantt pour l'Homo sapiens.

Les dents mesurées sont faiblement usées, c'est à dire que la somme des dimensions mésio-distales des coupelles de dentine exposée est comprise entre 20 et 30% de la dimension mésio-distale de la dent.

Du fait de l'usure proximale les distances mésio-distales sont estimées, leurs valeurs sont portées sous les distances réelles.

figure n°112

Tableau n° 5. Epaisseur de l'émail en millimétres.

sujet	Még.	Mauer	AXIII	AII	AXXI	Sin.	Mont.	Homo sp.	
	md.	md.	md.	md.	Mx.	Mx.	md.	md.	Mx.
M-D	I4,5	II,5	I3,3	II,2	II,8	II,3	II,5	I2,5	I0,3
M-De	I5	I2	14	12	12,5	12	I2,2		
V-L	13,3	10,9	I2,3	10,7	I3	II,8	I0,2	I0,4	10
K	2,1	1,5	2	1,4	1,3	1,7	I,7	I,6	I,64

Kay en I98I a montré que l'épaisseur d'émail mesurée varie en fonction de la longueur de la couronne et donc de la robustesse de la dent. Son étude des hominoïdes a également montré que l'émail épais est généralement présent dans les espèces mangeant des aliments très durs, cette augmentation de l'épaisseur de l'émail serait donc utile pour résister aux aliments très abrasifs.

USURE AU MICROSCOPE.

L'étude de l'usure au microscope permet de rechercher les causes et les caractères de l'usure.

Les surfaces des couronnes dentaires s'usent à des rythmes différents suivant les forces appliquées lors de la mastication. Les surfaces triturantes s'usent donc très vite et par conséquent le micro relief varie en fonction des saisons (Walker et coll. I978). Par contre l'usure des surfaces vestibulaires, sur lesquelles les aliments ne font que glisser, est si faible qu'elle n'arrive pas au cours d'une vie à effacer complètement les fines structures de surface. Il est donc très important d'étudier à la fois les surfaces triturantes et les surfaces vestibulaires des dents.

Les aspects de l'usure des faces triturantes.

La méthode d'examen, déjà décrite consiste à utiliser directement le négatif obtenu à l'aide d'un vernis.

Les caractères de l'usure et son aspect sont liés à la composition des aliments et à l'utilisation des mâchoires et des dents (Puech et Pant I980). Il sont donc très nombreux mais pour les distinguer entre eux nous les avons classés comme suit:

I. poli miroir, la surface est lisse et brillante, à fort grossissement aucun relief n'est discernable. Cet aspect est dû au contact ou proche contact des dents opposées.

2. émoussé luisant, c'est le résultat d'une friction par une matière plastique résistante comme la cellulose et la lignine des végétaux ou le collagène des tissus animaux (fig. 114).

3. lisse et mat, la surface usée par friction d'une matière rugueuse est attaquée chimiquement et les structures apparaissent (fig. 120).

4. dentine très finement striée, si les stries sont groupées, très serrées, paralléles entre elles et ont des dimensions variant entre 0,2 um et I um, elles proviennent de concrétions nommées phytolithes produites par certains végétaux.

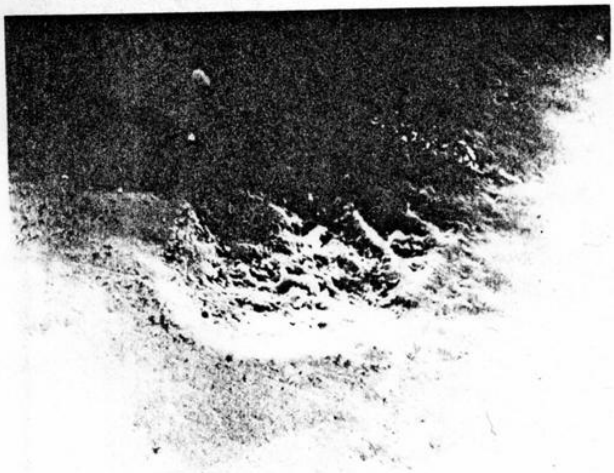
5. strié, les stries sont dues aux particules inorganiques incorporées aux aliments. Ces particules provoquent des entailles dont la largeur est généralement comprise entre I µm et 20 µm (fig. 124).

6. avec sillons, peu profonds les sillons forment de véritables

LES CARACTERES DE L'USURE DEPENDENT DE LA NATURE DES ALIMENTS.

L'émail étant un tissu très dur, dureté Mohs comprise entre 4,5 et 5, et un degré Knoop variant de 240 à 400, s'altére par enlèvement de matière par éclats, striation et gougeage.
La dentine de dureté inférieure, 3,5 à 4 Mohs et 30 à 80 Knoop, a une usure accélérée par friction et action chimique.
Au microscope optique, la surface occlusale des molaires de l'Homme de Mauer montre l'aspect trés différent de l'émail et de la dentine pour une même action.
Grossissement 50. photo n°113

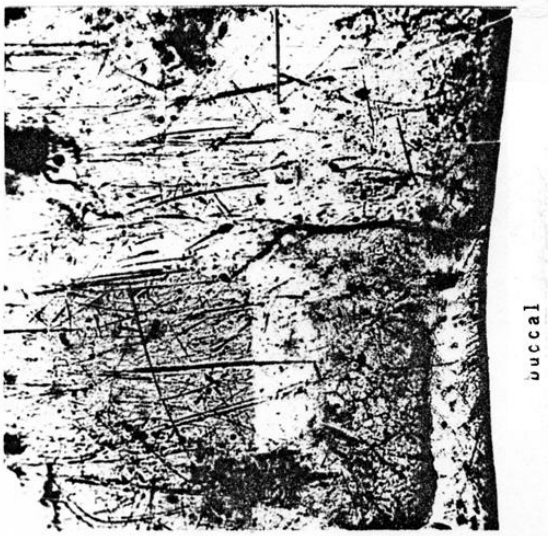
L'Homme de Tautavel (Arago XXI) présente au Microscope Electronique à Balayage, à faible grossissement (50), un rebord des surfaces occusales des molaires lisse dans lequel les particules abrasives ont effectué des enlèvements, alors que la dentine se trouve corrodée.
photo n° 114



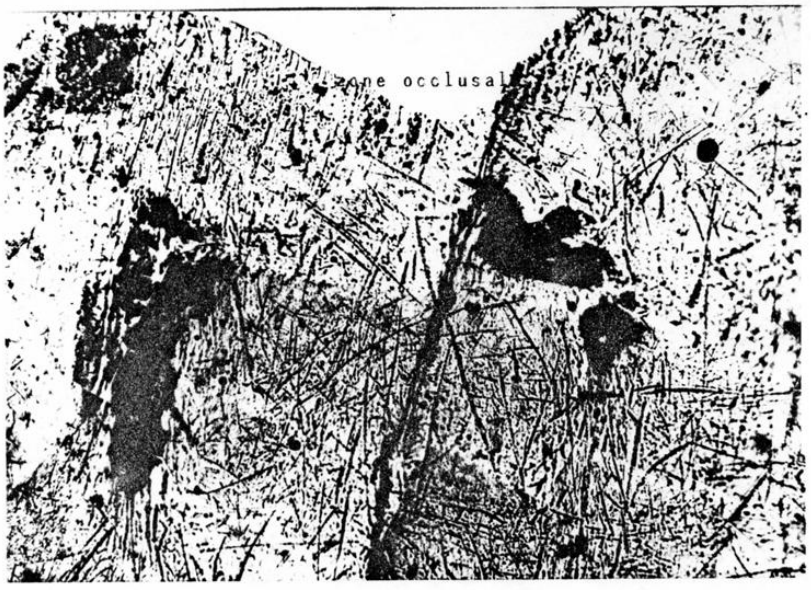
Un "enamel chip" est un éclat d'émail dont la dimension est égale ou supérieure à 0,1 mm.
Sa présence au cours de la vie est attestée par un émoussé des arêtes ou par la superposition de stries.
Au M.E.B., avec un grossissement 300.
photo n°115

LES ASPECTS DE L'USURE DES FACES TRITURANTES.

Carrière Thomas I : la surface occlusale de la deuxième molaire inférieure gauche (x20). La surface est lisse, les stries sont courtes et mal orientées.
photo nº 116



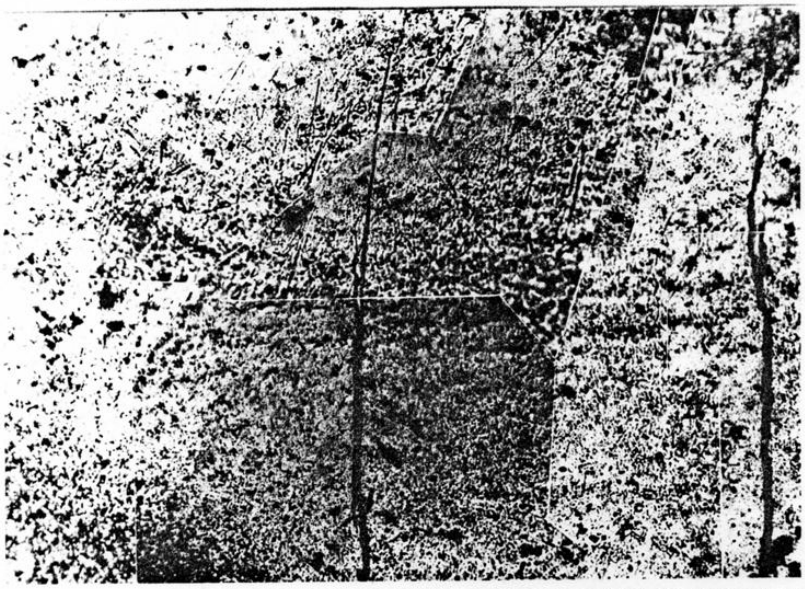
Orang outang : le bord vestibulaire de la surface occlusale de la première molaire supérieure droite (x20). La surface est lisse et brillante, les rayures produites par l'action de cisailler ressemblent à des éraflûres.
photo nº 117



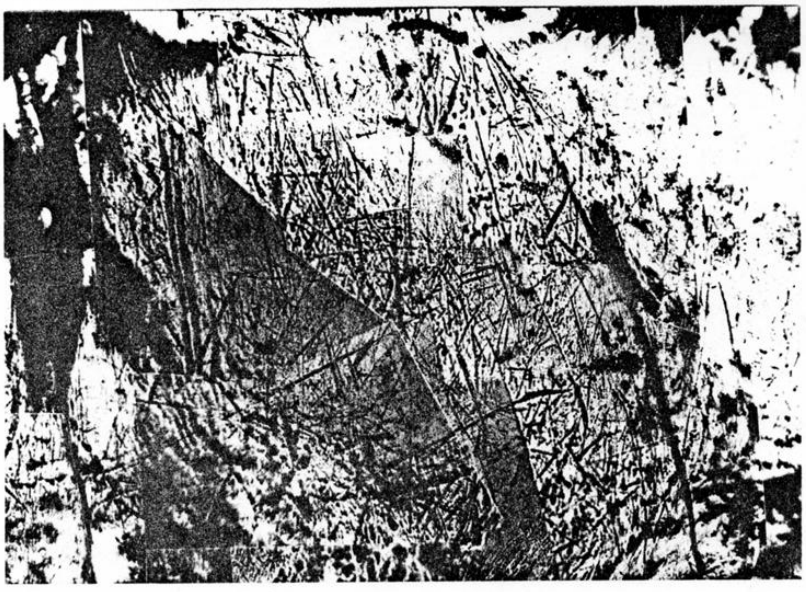
Sinanthropus officinalis
On distingue sur la surface occlusale de la première prémolaire inférieure à l'angle vestibulaire de nombreuses stries parallèles entre elles et très rapprchées provoquées par l'action de cisailler.
photo nº 118

LES STRIES VERTICALES DES SURFACES VESTIBULAIRES SONT UN CARACTERE NORMAL CHEZ L'HOMME.

Orang outang
Surface vestibulaire de la première molaire supérieure droite (x20). Les périkymaties sont bien apparentes et la surface est peu rayée.
photo n°119



Homo habilis O.H.7
Surface vestibulaire de la première molaire inférieure droite (x20). Les périkymaties sont encore bien apparentes et la surface est peu rayée.
photo n°120



Homo erectus Arago XIII
Surface vestibulaire de la première molaire inférieure droite (x20). Les stries sont nombreuses et l'usure a effacé les périkymaties sur une grande part de la surface
n° 121

TABLEAU N°6

figure n°122

	A.a. Laetoli	A.a. Hadar	Peninj	H. habilis	Carrière Thomas I	Broken-Hill	Mauer	Arago XIII	Arago XXI et XLV	Montmaurin	La Quina	Hortus	Méganthropus	H.modjokertensis P.IV	H.modjokertensis md	sinanthrope des offi.	orang outang	gorille
émoussé	++++	++++	+++	++++	++	-	++	+++	++	+	-	-	+++	-	+	++	+++	-
versant cuspidien.non fonctionnel émoussé	+	-	+++	++	+	-	+	++	+	--	-	-	-	---	-	-	++	-
coupelle profonde	++	++	++	++	--	--	-	-	-	-	--	-	+	--	--	-	-	-
structures observables	+	++	-	+++	++	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	++	-
facettes Phase.I avec éclats	+	-	+	---	++	+	++	++	+++	++	++	++	+	+	+	++	---	+
gougeage	-		+	---	--		++	+	-	+	+		--	--	--	--	--	+
facettes P.I profondes stries bien orientées	++	+++	++++	-	-	+	+++	++	+	+++	++	+	--	-	-	+	-	
facettes P.I stries fines peu nombreuses				+++	+								+	+	+		++	
facettes P.2 nombreux puits	-		+	--	+	++	+++	+++	+++	++	++	++	+	+	+	+	--	
facettes P.2 stries bien orientées		+	++++	--	--	--	+++	+	-	+++	+++	+	-	-	-	-	--	
lisse et érosif	-	-	-	+++	-	+	-	-	-	-	+		+	+	+	-	-	-
éraflures	+	(+)	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+
surface vestibulaire peu striée	+	++	++	++++	-	-	--	--	-	--	--	--	+++	+++	++	-	++++	++++
stries émoussées	+		+					+										
surtout granuleux									+							+		
nombreuses fines stries bien orientées		+									+							
rainures	(+)	+		(+)	(+)								(+)				(+)	+
fines stries multidirectionnelles					++	+			+							++	+	+
poli miroir, bords des facettes marqués	--	--	--	--	-	-	-	-	-	+	+	+	++	+	++	++	-	+++

gouttières. Ils sont provoqués par de petits éclats d'émail qui se détachent des dents lorsque les contraintes imposées sont trop importantes, et ont une largeur de l'ordre du millimètre.

7. avec rainures, régulièrement espacées et d'une même largeur sur tout leur parcours, elles sont situées dans les 3/5 émes de l'émail occlusal des dents antérieures sur la pente partant de la dentine vers le côté vestibulaire. Décrites par Rensberger (I978) à propos du Microtus townsendi, rongeur se nourissant d'herbes et d'écorces, nous avons retrouvé cet aspect chez divers animaux et notamment le gorille de plaine. Les rainures ont des bords très arrondis.

8. avec éclats, l'action répétée des forces de compression fatigue la surface dentaire et provoque des micro-fissures qui aboutissent à une perte de matière par éclats de 0,I à 2 millimètres (fig. 114).

9. granuleux; la forte compression provoque de petites altérations rapprochées. Le peu de stries démontre l'action perpendiculaire à la surface de l'émail ou de la dentine mais seul l'examen à fort grossissement fait le diagnostic entre l'action érosive qui ronge, les micro-éclats par fatigue (cas de Arago XXI) et l'indentation des particules abrasives.

Les seules dents usées que nous possédions de l'homme de Tautavel sont les dents jugales. Le mode d'usure des molaires au cours de la trituration se fait en deux phases guidées par le relief des surfaces occlusales, nous n'étudirons donc que les dents de sujets jeunes pour lesquels ces deux phases sont bien distinctes. Ce qui élimine la mandibule gracile Arago II.

La phase I commence lorsque les molaires inférieures sont portées en latéralité (les pointes des cuspides vestibulaires des molaires inférieures faisant face aux pointes des cuspides vestibulaires des molaires supérieures) et continue par le mouvement vers le haut, l'avant et le centre du maxillaire pour se terminer en occlusion centrée. En occlusion centrée l'intercuspidation est maximum. La phase I produit une série de facettes sur les versants linguaux des cuspides des molaires supérieures et sur les versants vestibulaires des cuspides des molaires inférieures. Ces facettes ont de nombreuses stries courtes, profondes mais pas très bien orientées pour les molaires du crâne Arago XXI alors que pour Arago XIII les stries encore très nombreuses sont parfaitement orientées suivant le mouvement (fig. 125 et 124).

La phase II poursuit le mouvement à partir de la relation centrée par glissement qui ammène les molaires inférieures vers le bas en avant et le plan sagittal de la face. La phase II intéresse les versants vestibulaires des cuspides internes des molaires supérieures et les versants linguaux des cuspides externes des molaires inférieures. La phase II est compressive elle a produit de nombreux puits sur les surfaces correspondantes des molaires de la mandibule Arago XIII (fig 124).

L'importance relative des phases I et II et leur mode d'action est donc fonction de l'aliment, nous distinguerons donc l'aspect microscopique suivant la facette examinée.

Le tableau suivant regroupe les aspects décrits pour les hominidés d'Afrique, d'Asie et d'Europe ainsi que l'orang outan fossile (collection de von Koenigswald) et le gorille actuel.

Bien évidemment l'aspect des surfaces ne peut se comparer qu'entre sujets d'anatomie voisine. Si les hominidés partagent avec les

TAUTAVEL Arago XXI: les surfaces occlusales des molaires présentent des stries plus courtes et moins bien orientées que celles de Arago XIII. Ci-dessous l'avant de la face triturante de la première molaire supérieure gauche (x50). Le nombre de stries et d'éclats est dû à l'incorporation de grains abrasifs et à une puissante mastication des aliments.

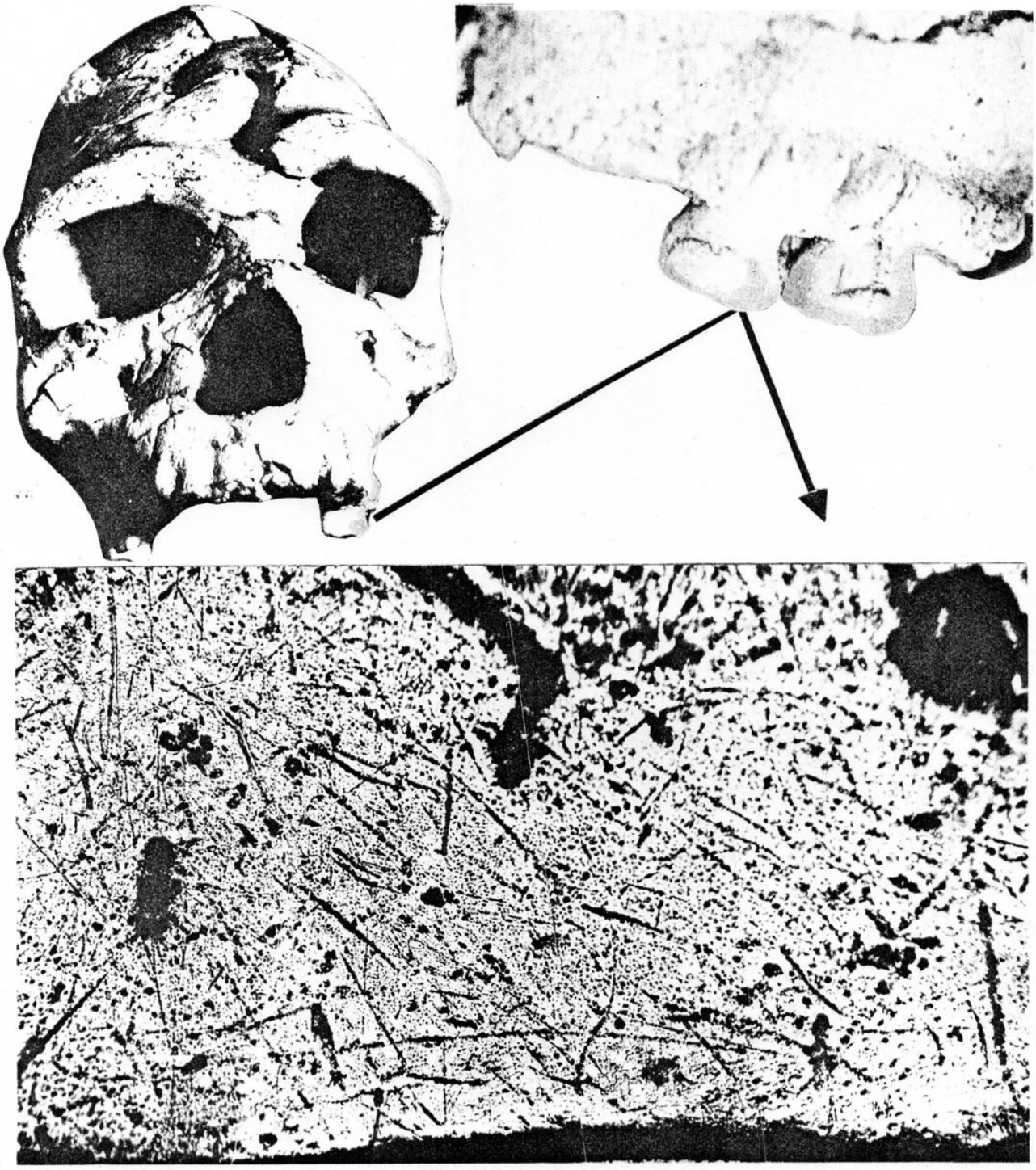


figure n°125

Photo n°7

ARAGO XIII

Surfaces occlusales des dents jugales. La trituration se fait en deux phases:
-la phase 1 produit des facettes sur les versants vestibulaires des cuspides des molaires inférieures. Ces facettes sont couvertes de profondes stries orientées suivant le mouvement (à droite de la photo).
-la phase 2 intéresse les versants linguaux des cuspides externes. Cette phase comprime les aliments et provoque de nombreux puits (à gauche sur la photo du dessous).

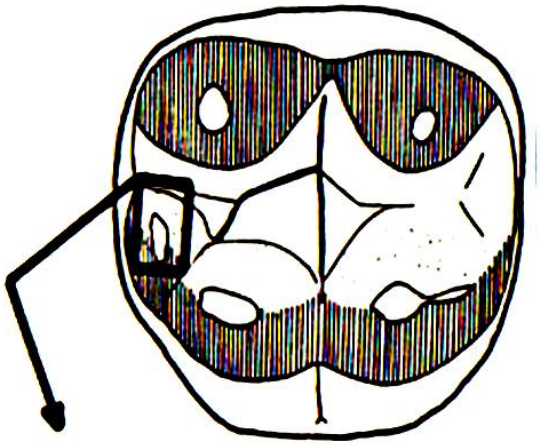
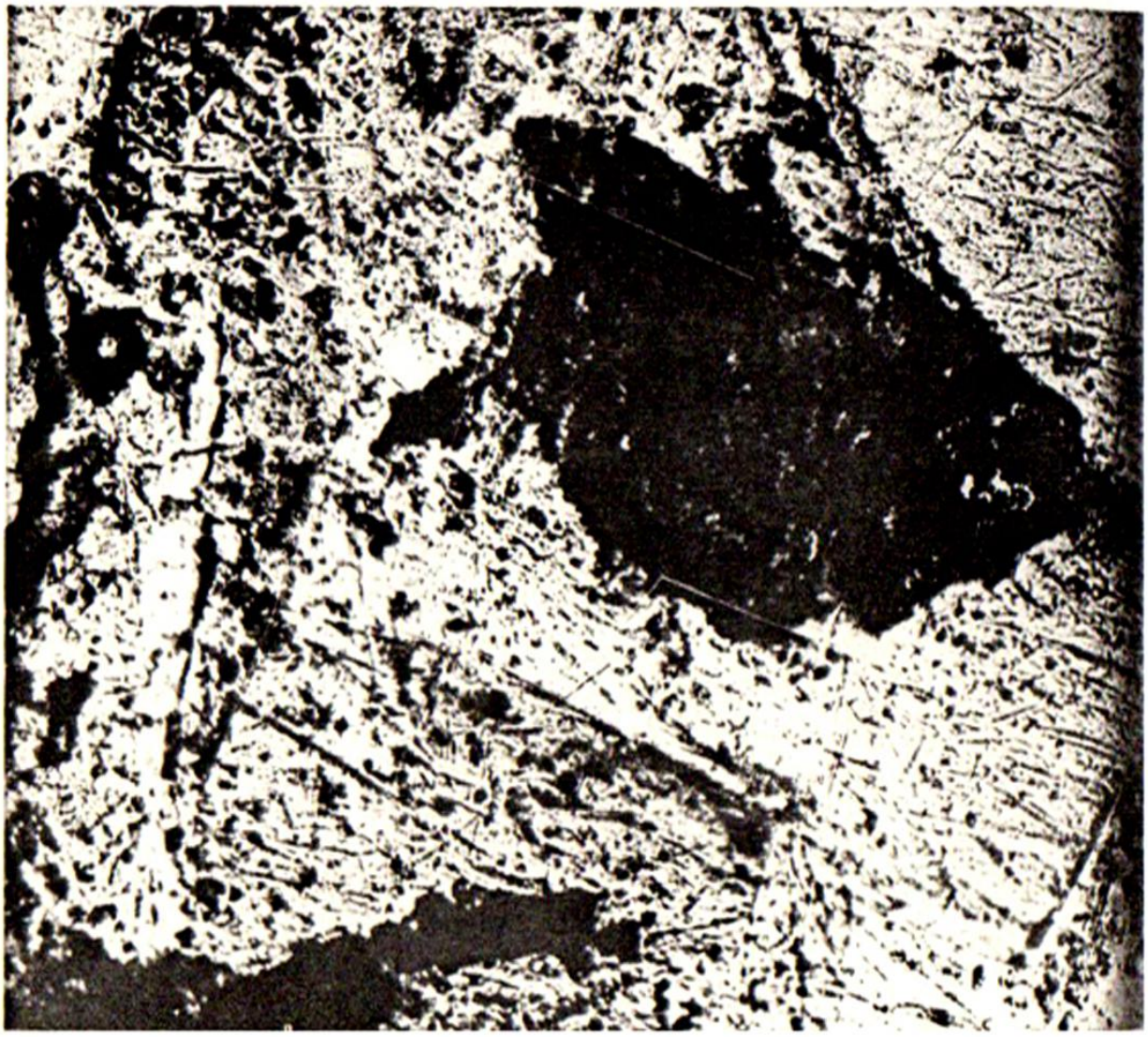


Photo n°8



singes anthropoïdes une disposition des cuspides des molaires très semblable il existe certains reliefs plus ou moins développés. Les ponts entre cuspides sont importants chez le gorille alors que l'orang outan a une surface occlusale avec cuspides particulièrement basses. Ces deux adaptations a des régimes végétariens différents donnent des aspects microscopiques souvent opposés qui montrent ainsi très clairement la différence de fonction.
Le groupement des sujets en fonction de la distribution géographique sans ignorer l'intervalle séparant les espèces permet de dégager certains traits caractéristiques. Tout d'abord il existe une grande diversité des régimes alimentaires des hominidés. De plus au sein d'une même population, à Tautavel comme ailleurs, l'alimentation n'a pas été exactement la même.
Comme les caractères de l'usure dépendent essentiellement de la pression exercée pour réduire les aliments, des particules abrasives incorporées et enfin du mouvement des aliments à l'intérieur de la bouche, nous allons voir quelles sont leurs influences.

La pression exercée.

Les altérations des surfaces triturantes sont proportionnelles à la force appliquée. La pression occlusale étant importante en l'absence de préparation culinaire, nous pouvons envisager

I/ L'usure due aux aliments,
-les dents opposées entrent directement en contact car les aliments ne sont pas très durs ou peu épais, il se produit des surfaces d'attrition lisses et brillantes: le poli miroir trouvé pour Homo modjokertensis, le sinanthrope des officines, Montmaurin, La Quina et l'Hortus ainsi que le gorille.
-les aliments sont suffisamment résistants pour empêcher les contacts dent à dent, les tissus dentaires s'émoussent: émoussé luisant des dents des australopithèques, d'Homo habilis, d'Homo modjokertensis, de la Carrière Thomas, de Mauer, Tautavel et Montmaurin, du sinanthrope et de l'orang outang.
-dans les deux cas les surfaces triturantes se fatiguent et il se produit des micro-fissures qui aboutissent à des éclats, ces éclats seront à leur tour responsables de sillons ou gouges présents sur les surfaces dentaires de Peninj (A. boisei), Mauer, Arago XIII, Montmaurin, La Quina et le gorille (Puech & coll. 1981b).

2/L'usure due aux particules abrasives,

-l'action principale se fait perpendiculairement aux surfaces dentaires ce qui fait pénètrer les particules dans les tissus dentaires. De préférence dans la dentine qui est moins résistante et qui prend alors un aspect granuleux. Cet aspect domine pour Arago XXI et le Sinanthropus officinalis.

-à l'action précédente s'ajoute un glissement des surfaces opposées et les particules provoquent de profondes stries dans la direction du mouvement, ceci est le cas général pour les sujets du tableau mais il faut exclure tout d'abord Homo habilis qui n'a pratiquement pas rayé ses dents (O.H.7 et O.H.I6), la Carrière Thomas, les hominidés de Java et l'orang outan.

-si les aliments dans lesquels les particules sont agglomérées sont très durs, une action simultanée va polir les altérations au fur et à mesure qu'elles se produisent: les stries sont émoussées comme chez l'australopithèque de Laetoli et de Peninj.

Les aliments de l'homme de Tautavel ont donc été, si l'on en juge par comparaison avec ceux des autres sujets du tableau, résistants et coriaces, d'un certain volume et l'action principale des surfaces dentaires a été d'écraser et d'attendrir la nourriture.

Les particules abrasives.

Dans l'abrasion c'est le corps le plus dur qui use le moins dur. Pour cette raison la silice amorphe que l'on trouve dans les graminés, nommées phytolithes, vont rayer les surfaces dentinaires. Les phytolithes ont des dimensions variant de 5 à I00 µm et provoquent de très fines stries nombreuses et groupées dans une même direction. Elles sont absentes chez les hominidés examinés sauf pour La Quina. Cependant cette silice a par ses faibles dimensions et son abondance dans certaines plantes, la propriété de polir l'émail avec usure différentielle suivant la dureté des constituants. Cette action provoque des rainures qui ont été observées en particulier chez l'Australopithecus afarensis.

Les poussières comprennent des grains de quartz dont les dimensions sont comprises entre 50 et 200 µm, les stries qu'elles produisent sont donc plus larges que les précédentes. Comme la dureté des grains de quartz est grande, les entailles de l'émail sont en relation avec leur géométrie (Puech et Prone I979).

Nous avons vu, grâce à l'étude macroscopique, que la vitesse d'usure des dents de l'homme de Mauer et de l'homme de Tautavel était différente. Afin de déterminer si cette différence est due au matériel abrasif , à la nature des aliments mastiqués ou aux deux, nous avons comparé les stries produites par les grains abrasifs des deux sites sur la surface des dents humaines et animales au cours de la vie.
Nous avons choisi le cerf (cervus elaphus) car, dans les deux cas il se trouvait étroitement associé à l'homme. De plus l'apport abrasif, chez cet animal, ne pouvait être dû qu'à l'alimentation. Les surfaces vestibulaires des couronnes dentaires de cet animal et de l'homme nous ont montré qu'il existait à Tautavel un apport très important de grains abrasifs au contraire de Mauer (au méandre d'une rivière).
Les grains de quartz de Mauer sont émoussés et ont une efficacité réduite comparés aux quartz provenant de Tautavel (plateau, grotte et plaine). Cette relation a été établie par l'étude expérimentale en laboratoire à l'aide de sables recueillis dans les niveaux sédimentaires ayant livré les hominidés (photo n°11 et photo n°12).
Cette constatation jointe à la similitude de l'importance du nombre de stries chez l'homme et l'animal ayant vécus dans un même environnement nous permet d'affirmer que la différence de vitesse d'usure des couronnes dentaires de l'homme de Tautavel et de celui de Mauer est en relation avec le milieu. L'horizon ouvert de Tautavel a favorisé le transport par le vent de poussières très abrasives (Puech et coll. 1980c).

Le mouvement des aliments lors de la mastication.

Les aliments sont ramenés entre les surfaces actives des couronnes dentaires grâce aux muscles des joues, des lévres et de la langue.
Le parcours de la bouchée dépend de la nature des aliments. Il y a d'autant moins d'action des prémolaires pour attendrir qu'il y a eu de préparation incisive, car alors les morceaux sont suffisamment petits pour être directement pris entre les molaires. La viande qui ne peut être coupée par les seules incisives subit donc une étape très importante d'attendrissement. Cependant aprés ce traitement le morceau de viande garde ses dimensions ce qui accroît le mouvement en baratte coté vestibulaire. Dans ce cas les particules abrasives éventuellement présentes vont rayer préférentiellement les surfaces vestibulaires suivant l'axe principal des dents.
Les végétaux sont plus facilement morcelés par les incisives ou les prémolaires (carotte par exemple) et au fur et à mesure que la mastication progresse, le besoin d'ouverture pour remettre les aliments entre les surfaces triturantes va diminuer et les surfaces vestibulaires des couronnes dentaires seront moins régulièrement rayées. C'est le cas pour l'homme de Mauer si nous comparons la direction des stries des surfaces vestibulaires avec celle de Tautavel, Montmaurin ou de ChouKouTien (collection de Otto Zdansky à Uppsala en Suède) comme le montrent les photographies n°16, n°17 et n°18.

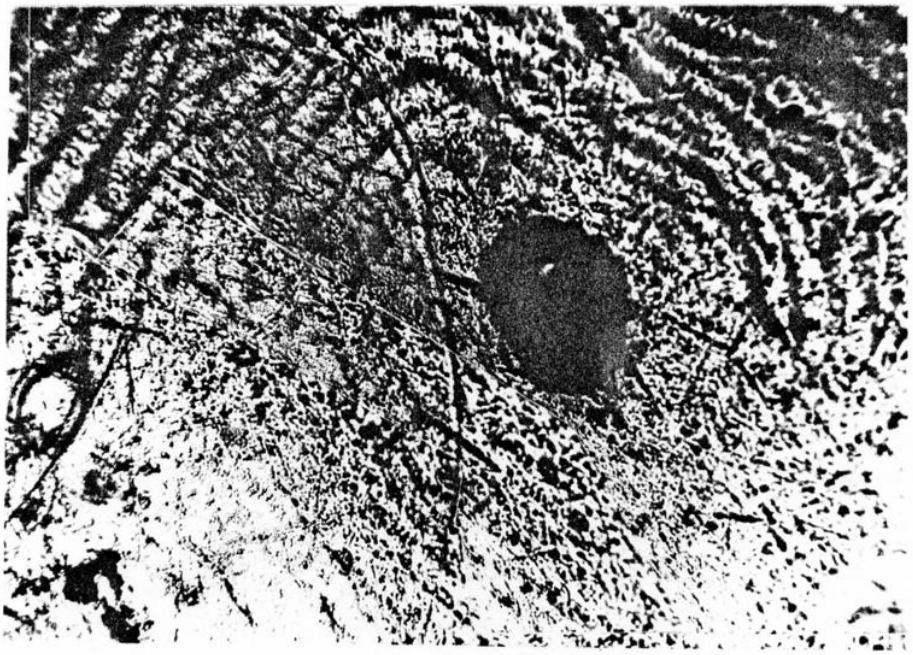
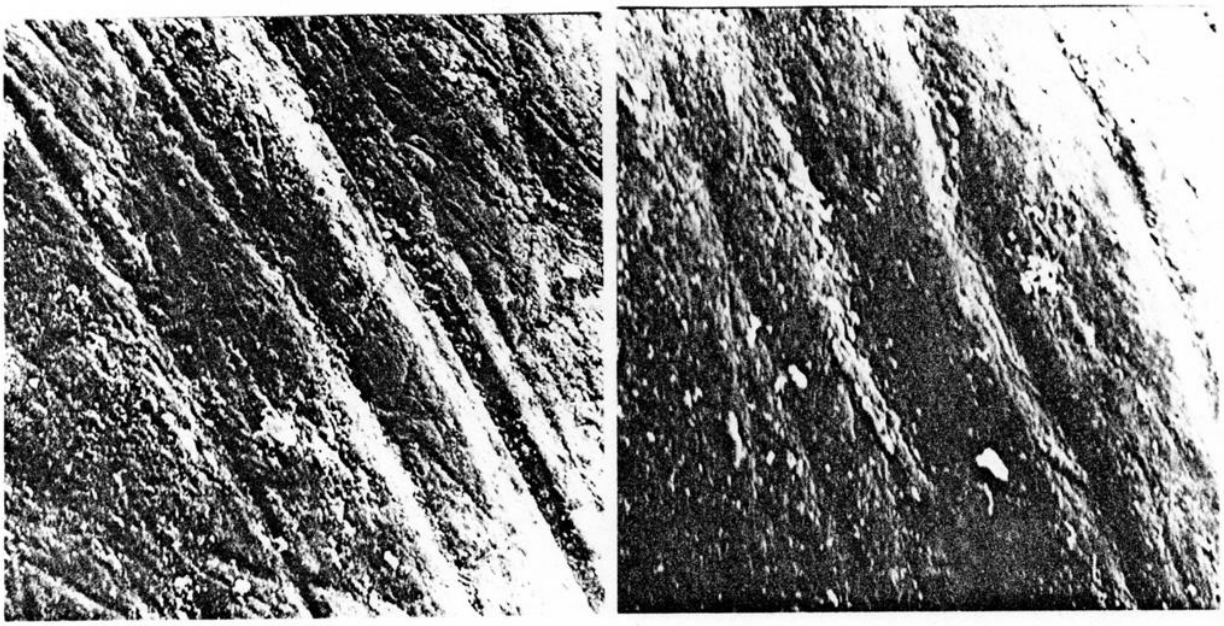


Photo n°126 : Australopithecus afarensis A.L.266, 1ère prémolaire inférieure droite. Cet individu dont les activités prédatrices étaient forcement limitées, a fortement usé les surfaces occlusales de ses dents par friction et érosion. Ce type d'usure fait apparaître les structures de l'émail. Cette usure est celle que l'on a observée pour l'orang outang fossile, le Meganthrope et l'Homme de la Carrière Thomas I.

Photo n°127cerf de Tautavel (xI800) Photo n°128cerf de Mauer (xI200) Les surfaces vestibulaires des couronnes dentaires du cerf associé à Homo erectus Heidelbergensis et à Homo erectus tautavelensis nous montrent que la géométrie des stries est en relation directe avec la forme des grains de quartz propres à ces deux sites : Tautavel 82,7% de grains Non Usés et Mauer 4% de grains Non Usés.



Cette différence d'action est également attestée par le tableau comparatif des aspects microscopiques car seules les surfaces vestibulaires d'Homo erectus et d'Homo sapiens sont effectivement rayées sur toute la hauteur (photographies n°13, n°14 et n°15).

L'analyse des faces vestibulaires des dents jugales doit exclure la Ière prémolaire qui assiste souvent les mains et la 3ème molaire qui n'est que rarement fonctionnelle et dont la version peut transformer la surface vestibulaire en face triturante.

Les stries des surfaces vestibulaires se trouvent au bombé physiologique de la surface et au dessus de celui-ci mais la partie la plus fonctionnelle est l'angle occluso-vestibulaire. Cet angle a une fonction précise dans la fragmentation (phase I), il n'intéresse donc pas l'étude de la surface vestibulaire(photographies n°5.et.6 Il faut ouvrir et fermer la bouche pour mastiquer les aliments et les replacer entre les surfaces occlusales, pour cette raison les aliments glissent sur les faces vestibulaires des Iéres et 2ème molaires suivant le grand axe de ces dents. Les stries observées sur ces faces seront donc essentiellement verticales à moins que la fonction ne soit modifiée comme dans le cas d'une usure de plus de la moitié de la hauteur des couronnes dentaires. Dans ce cas l'absence de reliefs des surfaces triturantes oblige à mastiquer comme un ruminant.

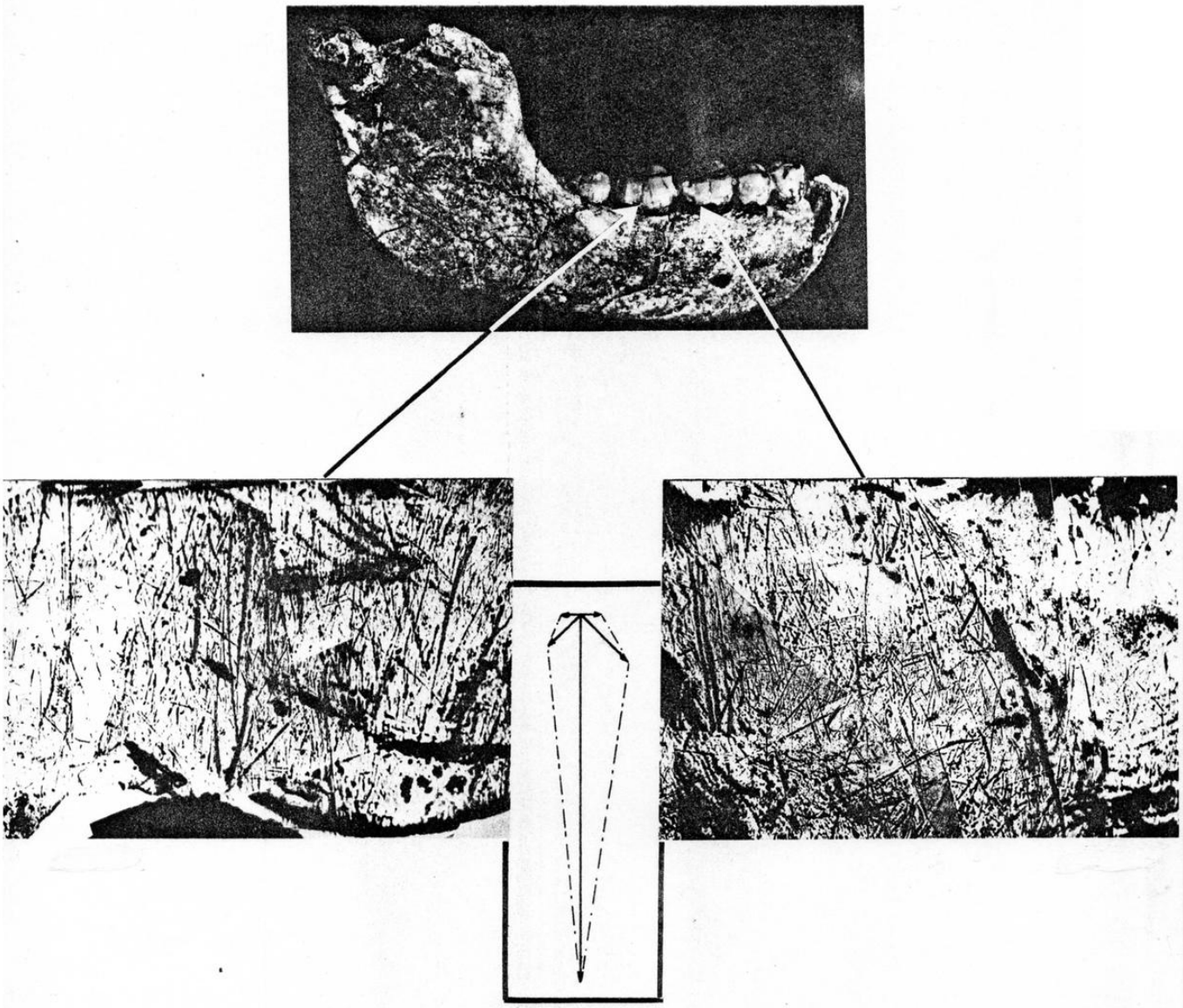
L'analyse des stries est faite par la schématisation de leur orientation en reportant sur un diagramme étoilé la longueur totale des rayures pour une même direction, l'inclinaison étant portée de 45° en 45° (voir le schéma se reportant aux photographies n°19.et.20) La longueur moyenne des stries est calculée afin de rendre compte de l'ampleur des mouvements.

De cette façon nous avons trouvé que l'homme de l'Acheuléen à l'Age du bronze, avait au niveau des surfaces vestibulaires des dents jugales, une moyenne décroissante de la longueur des rayures et un nombre également décroissant de stries verticales (Puech I976). La longueur moyenne des stries des sujets de Tautavel examinés est de: 0,64 mm, celle des néanderthaliens de l'Hortus est de 0,60 mm, et celle des hommes de l'Age du bronze (Peyraoutes près de Grasse, France) est de 0,54 mm (Puech et coll. I980 b).

Si les premiers hommes écrasaient et réduisaient leur nourriture uniquement avec les dents, la fonction de mastication s'est atténuée grâce à une préparation culinaire de plus en plus élaborée. De plus cette analyse suit le déclin de la chasse au profit de l'agriculture. Il s'agit donc de nouvelles informations concernant l'alimentation de l'homme préhistorique(photo n°21 et photo n°22).

Un récent travail a repris cette analyse pour des populations anciennes d'esquimaux, d'aborigènes d'Australie et de natifs de l'Inde (Fine et Craig I98I). Il a été confirmé que les stries verticales des surfaces vestibulaires sont dues à la mastication et qu'il était possible par leur étude d'estimer et de caractériser les types diététiques de populations disparues. De cette façon les auteurs ont montré que les esquimaux qui se nourissaient à

ANALYSE AU MICROSCOPE DES STRIES PRESENTES SUR LES SURFACES DENTAIRES D'HOMO ERECTUS TAUTAVELENSIS.



La méthode des répliques donne le négatif des surfaces vestibulaires des couronnes dentaires ce qui permet l'analyse détaillée des stries. L'orientation des rayures est schématisée grâce au diagramme étoilé, la longueur totale des stries étant reportée pour une même direction, l'inclinaison étant prise de 45° en 45°.
La longueur moyenne des stries de l'homme de Tautavel est de 0.64mm

figure n°129

l'époque, essentiellement de viande ont le plus fort pourcentage de stries verticales. Ils ont proposé d'utiliser les différences d'orientation des stries au sein d'une même population pour séparer les différentes catégories sociales.
Par l'orientation et la longueur des stries des faces vestibulaires des dents jugales, l'homme de Tautavel, l'homme de Pékin et celui de Montmaurin (fig n°99) sont très proches des esquimaux amateurs de viande. Il est possible que ce fait soit dû au même mode de préparation culinaire, cependant l'usure des faces occlusales des dents de Tautavel est très différente de celle du Sinanthrope. Nous avons vu que les aliments de l'homme de Tautavel sont restés très coriaces et résistants au contraire de ceux de l'homme de Pékin.

CONCLUSION.

Les dents de l'homme de Tautavel ont des cuspides basses et émoussées faites pour un régime omnivore, leur usure nous fourni la possibilité de mieux connaître les caractéristiques physico-chimiques des aliments consommés. L'étude de l'environnement du sujet indique ensuite qu'elles étaient les ressources disponibles.
Bien évidemment il y a de grandes variations individuelles dans la mastication et nous n'avons rendu compte que de sujets isolés, mais les analyses d'un ensemble de fossiles au cours de l'évolution humaine permet de comparer et de rapprocher les résultats obtenus avec l'ensemble des connaissances que nous avons de l'homme préhistorique.
L'homme de Tautavel a montré par ses activités (Lumley de I976) qu'il chassait à la fois les animaux de prairie et ceux de la garrigue. Si le préhistorien a souvent jugé l'alimentation végétale sous estimée du fait de la conservation préférentielle des restes d'origine animale, l'analyse de l'usure des couronnes dentaires de l'homme de Tautavel le classe néanmoins parmi les hommes qui se sont nourri de viande.

LES OUTILS DE L'HOMME DE JAVA.

En l'absence de datations plus précises que celles actuellement proposées pour Homo habilis et Homo modjokertensis, il est impossible de dire si l'Homme de Java est né en Afrique ou s'il puise son origine en Asie.
Dans le cas d'une proche origine africaine, l'Homme de Java devrait avoir acquis un stade culturel voisin de Homo habilis et par conséquent posséder un outillage proche de celui d'Homo habilis. Or en I930 von Koenigswald fit la découverte de petits outils lithiques à Sangiran, le site le plus riche de Java en hominidés, outils qu'il attribua à Pithecanthropus. Cependant Bartstra (I982) propose pour ces outils un âge beaucoup plus récent et de ce fait pose la question de la nature des outils de l'Homme de Java.

Les mouvements de l'homme vers l'Asie ou l'Europe ont toujours été décrits comme ayant eu lieu grâce aux ponts terrestres, et l'ile de Java aurait été un passage en l'Asie. Pour Casiño (I976) cette métaphore est malheureuse pour deux raisons: "First, it leads to the unconscious assumption of movement across the bridge either way, for a bridge is obviously for crossing. Secondly a bridge being for crossing, it is difficult to conceive it as for living, i.e. as an area of possible habitation, a living platform."

La recherche des outils des premiers hommes à Java va probablement nous permettre de choisir entre les deux origines possibles.
Dans son étude de l'outillage mis au jour à Java, Bartstra (I982) arrive à la conclusion que pour trouver les outils de l'Homme de Java, il faut changer de méthode de recherche: "We should stop searching for the established core types of the 'chopper/chopping.tool complex', because these constitue a very late development on Java, the roots of which extend at most into the Upper Pleistocene.".
Les outils collectés par von Koenigswald à Sangiran sont les plus anciens que l'on connaisse de Java. Il s'agit pour la plupart de

petits éclats difficilement reconnaissables (von Koenigswald I978). Si l'utilisation d'outils primitifs par certains singes suppose que les premiers hominidés avaient au moins acquis les mêmes possibilités, le très lent développement des premières technologies et la fonction des outils pour le singe montre que ceux-ci ne sont pas indispensables. L'utilisation des premiers outils perfectionnés est admise pour l'australopithjèque et semble dater de 2,5 à 2,7 millions d'années (Lewin I98I). Leur fonction peut être connue grâce à l'examen microscopique de l'usure des faces actives (Puech I979). Dans la recherche des outils de l'Homme de Java nous devons oublier les classifications connues pour considérer comme outil toute pierre ou os dont on peut démontrer l'utilisation fonctionnelle notamment par l'examen des traces d'usure.

"It is always the ecosystem as a whole which shapes the creatures that live in it" (Kortland I976). Alors pourquoi faut-il qu'à la même époque Homo en Afrique et Homo à Java aient le même outillage? En Afrique de l'Est les outils sont spécialisés afin de couper et de débiter de la viande et en particulier de gros mammifères (Isaac I976).

Parmi les primates tous sont opportunistes, nombreux sont occasionellement carnivores et quelques uns ont une alimentation végétale spécialisée.

Afin de déceler une éventuelle adaptation particulière du Pithecanthropus nous avons cherché, grâce au mode d'usure des dents, les caractères propres de l'usure dentaire de Pithecanthropus IV.

Pour différencier la façon dont les dents ont travaillé les aliments il faut reconnaître par l'usure l'action préférentielle d'un groupe dentaire, d'une partie de la surface occlusale d'une dent ou d'un tissu dentaire.

von Koenigswald (I976) a décrit les caractères alvéolo-dentaires spécifiques de Pithecanthropus IV, il s'agit d'une arcade dont les rangées dentaires, de la canine à la dent de sagesse, sont rectilignes convergentes en avant; avec un diastème simien en avant des canines, et des canines aux proportions humaines mais très pointues bien que déjà usées.

Pour l'étude de l'usure dentaire de l'Homme de Tautavel nous avons établi un tableau regroupant les caractères microscopiques de l'usure dentaire des principaux fossiles concernant l'évolution humaine.

Ce tableau montre quels sont les caractères de Pithecanthropus IV, cependant ce tableau ne pouvait mentionner les caractères particuliers de chacun.

Lorsque l'homme se nourrit essentiellement de végétaux il produit une usure des dents où la dentine est beaucoup plus creusée que l'émail. S'il choisit une alimentation carnée, les dents s'arrondissent et l'émail ainsi que la dentine s'émoussent. L'examen du tableau montre que Pithecanthropus IV n'a fait ni l'un ni l'autre. En fait il a aiguisé ses dents et d'une façon très articulière. Les facettes d'usure des faces occlusales sont à angles vifs, ce qui suppose un contact (ou proche contact) des dents opposées. Les primates folivores aiguisent également leurs dents et forment ainsi des surfaces planes et brillantes. Cependant dans le cas de Pithecanthropus IV l'angle que font ces facettes entre elles est beaucoup plus obtus, les cuspides sont donc moins hautes, que celui formé par les facettes d'usure des dents du singe folivore.

L'étude au microscope electronique nous a permis de trouver l'origine de cette usure. Nous distinguons, au faible grossissement (x30) mais avec une orientation convenable, des enlèvements qui ont été reconnus sur tous les fossiles découverts par von Koenigswald à Java et dont l'origine est très certainement post-mortem; des stries; des craquelures et de multiples vagues, régulièrement espacées et parallèles entre elles.

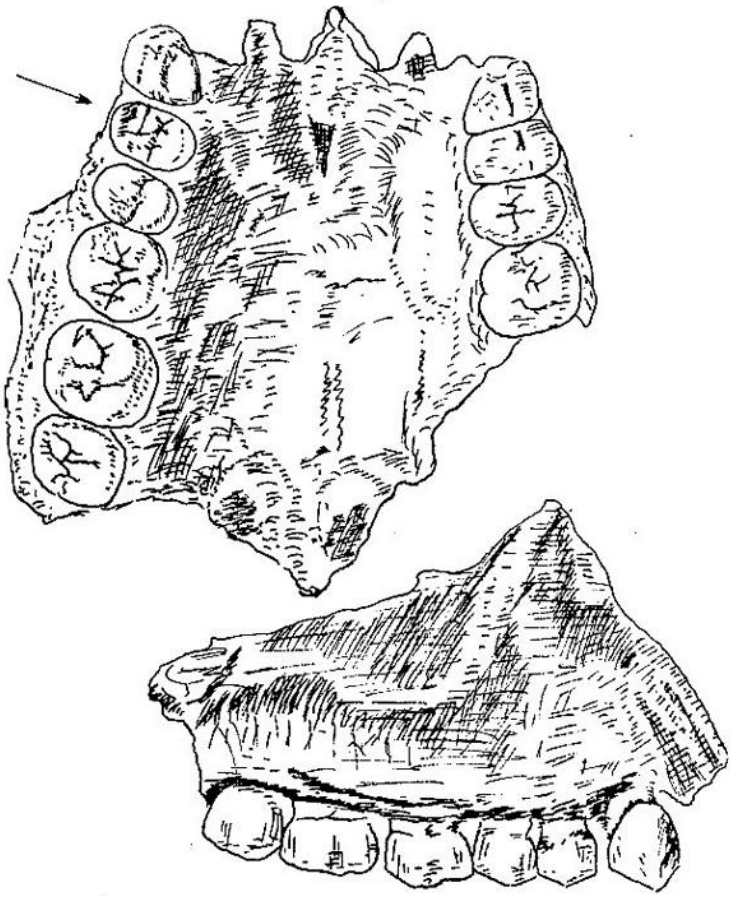
Les vagues sont espacées de 0,2 mm et sont courbées en sens inverse du mouvement du corps ayant produit l'usure. La nature périodique de cette altération indique l'existence d'un mécanisme de frottement par périodes de glissement et d'arrêts avec déformation élastique de l'aliment (stick-slip). Ce type d'enlèvement se perpétue de lui même. Les ondulations sont opposées à la direction du glissement qui ici se fait en rétrusion vers la position d'intercuspidation maximum pour la mandibule. Cette usure fait penser aux oscillations produites par la friction à l'origine des vibrations musicales des cordes du violon. Un système bien lubrifié ne produit pas ce type d'usure, ce qui suppose un aliment rapeux. Nous pouvons donc affirmer que Pithecanthropus IV mangeait des végétaux peu épais à fort coefficient de friction et de consistance élastique.

La comparaison avec l'usure dentaire d'autres animaux nous conduit également à préciser que les végétaux n'étaient ni des graminées ni des cypéracées car l'usure observée s'est faite sans l'intervention

des phytolithes qui se trouvent en grand nombre dans les plantes citées (Puech et Serratrice, à paraître). Les phytolithes polissent et émoussent l'émail des dents en révèlant les structures par une usure différentielle, ce qui n'est pas le cas pour P.IV.

Les études les plus récentes ont montré que les plus vieux outils lithiques que l'on connaisse ont été utilisés pour préparer les aliments. Comme la technologie des premiers hommes n'a pas de modèle accessible à l'observation directe, il faut faire des hypothèses de travail reposant sur ce que nous savons de leur alimentation. L'archéologie des hominidés d'Afrique nous a montré que ceux-ci étaient des opportunistes semi-carnivores alors que l'usure des dents de Pithecanthropus IV montre clairement que l'Homme de Java était essentiellement végétarien spécialisé dans les aliments de faible valeur nutritive. Ce type d'alimentation ne réclame pas un outillage perfectionné, il est donc normal que les plus anciens outils de Java n'apparaissent que tardivement.

MAXILLA OF PITHECANTHROPUS MODJOKERTENSIS (after G.H.R. von Koenigswald) natural.size. Pithecanthropus IV was found in the Djetis Beds, near Sangiran in central Java.



Pith.IV, right first premolar: occlusal surface xIO.

Stick-slip wear of the mesio-buccal facet, RP^1 x30.

figure.n°130

L'OCCLUSION DE L'HOMME DE NEANDERTHAL:
d'après l'usure dentaire comparée des deux adultes de La Ferrassie.

La Ferrassie, en Dordogne (France), a livré un ensemble de sépultures néanderthaliennes. L'objet de ce travail est l'examen des altérations dentaires produites au cours de la vie de l'adulte mâle de 45 ans: La Ferrassie I et de l'adulte femelle de 25 à 30 ans: La Ferrassie II.

L'architecture particulière du crâne de néanderthal assure le soutien d'une région faciale développée en "museau" (Trinkaus et Howells 1979). Celui-ci efface la fosse canine et donne au palais et à la mandibule de grandes dimensions.

Les dents sont également amenées plus en avant que pour tout autre fossile au cours de l'évolution humaine (Trinkaus 1978).

L'arcade alvéolaire maxillaire est de forme upsilo-parabolique adaptée à des dents antérieures possédant un diamètre mésio-distal important, alors que les dents jugales sont de dimensions proches de celles actuelles.

La mandibule de La Ferrassie I est longue puisqu'elle est de 126 mm alors que celle très massive de l'Homo erectus de Mauer ne dépasse pas 120 mm. La dentition est positionnée en avant donnant un grand espace retro-molaire et un menton faiblement marqué d'un angle de 85° (l'absence de menton pour l'homme de Mauer se fait avec un angle de 110°).

Toutes les dents ont évolué régulièrement mais leur détérioration par une usure très particulière est si importante qu'elle ne permet pas de description morphologique. Il faut souligner qu'apparamment les dents ne présentent pas de taurodontisme véritable. Une dent taurodont est caractérisée par trois traits: le corps est allongé (la distance entre la jonction émail-cément et la furcation est augmentée), le collet est moins marqué et la chambre pulpaire est grande comparée à la configuration de la dent. Les molaires de La Ferrassie ont une chambre pulpaire élargie par rapport à une

photo n°131 LA FERRASSIE I. La récession alvéolaire pathologique frappe l'ensemble de la dentition avec notamment une lyse osseuse accélérée par des abcés (comme en témoigne la perte circulaire de l'os sur cette photographie) au niveau de 32, 33, 35, 36 et 37.

LA FERRASSIE II

photo n°132 Adulte femelle de 25 à 30 ans dont nous possédons les six dents supérieures droites. L'usure occlusale s'est faite "à plat", l'usure proximale est très importante.

dent actuelle présentant le même degré d'usure, cependant les racines se séparent très vite sous la couronne.
La récession alvéolaire pathologique frappe l'ensemble de la dentition avec notamment une lyse osseuse accélérée par des abcés au niveau de 32, 33, 35, 36 et 37, ces derniers ayant été provoqués par la mise à nu des cavités pulpaires des dents correspondantes (photo n° 131).
Il est à signaler que malgrès les nombreux sites d'accumulation des débris alimentaires, aucune trace de carie n'a pu être relevée chez ce sujet atteint de lyse du parodonte sous forme expulsive.

les dents ont des couronnes composées de surfaces occlusales actives dont l'usure traduit le mécanisme des mâchoires, et de surfaces latérales plus passives dont l'usure est en rapport avec le mouvement des aliments à l'intérieur de la bouche.
La superposition des arcades supérieures et inférieures de La Ferrassie I montre un articulé inversé (les incisives inférieures croisent en avant les incisives supérieures) mais la restauration de ce sujet et notamment la position des incisives est fortement controversée (Puech et com. I98I).
L'examen de l'usure permet de reconnaître l'action préférentielle de groupes dentaires. Il existe une légére latéralité gauche, le glissement mandibulaire est attesté par une usure plus prononcée de ce côté et par l'établissement d'un plan occlusal incliné de haut en bas et de droite à gauche - La hauteur moyenne de la série dentaire inférieure gauche est estimée par J.L. Heim (I976) à I3mm alors qu'elle est de 20 mm à droite.

La Ferrassie II (photo n°132) a une occlusion moins particulière puisqu'elle se fait (pour les six dents que nous possédons) en bout à bout incisif et que l'usure antérieure est paralléle au plan d'occlusion (photo 134) , ce qui correspond aux cavités glénoïdes de grande surface et de faible profondeur des néanderthaliens.

La réaction dentinaire de comblement des cavités pulpaires de La Ferrassie I, montre que l'usure s'est faite régulièrement mais qu'à partir d'un moment un certain nombre de chambres pulpaires ont été ouvertes, ce qui suppose alors une utilisation différente de ces dents. Une forte usure proximale témoigne d'un premier temps pour lequel une mastication vigoureuse a favorisé la disparition

photo n°133LA FERRASSIE I, la surface vestibulaire de la deuxième molaire inférieure droite (47) montre que les particules abrasives contenues dans l'alimentation ont largement rayé la surface (gross. 50).

photo n°134LA FERRASSIE I, la surface occlusale de la même dent (47) présente des stries effacées dirigées suivant trois trajectoires.

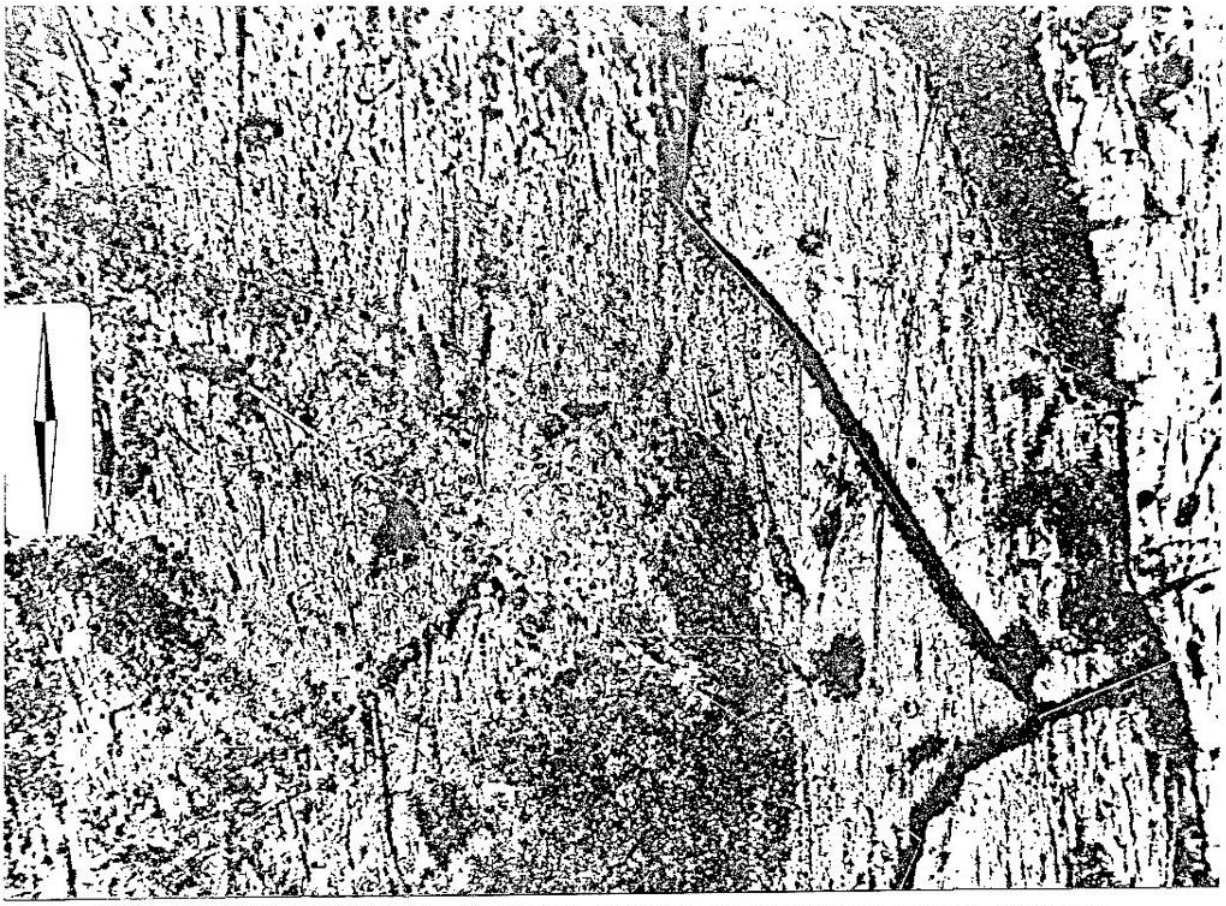


photo n° 135 LA FERRASSIE II. La surface occlusale de la première molaire supérieure droite est striée dans une seule direction. Le nombre de stries correspond à une forte charge abrasive et à des forces de mastication importantes.

photo n°136 TAUTAVEL Arago XXI. La surface occlusale de la première molaire supérieure gauche présente des stries plus courtes et moins bien orientées.

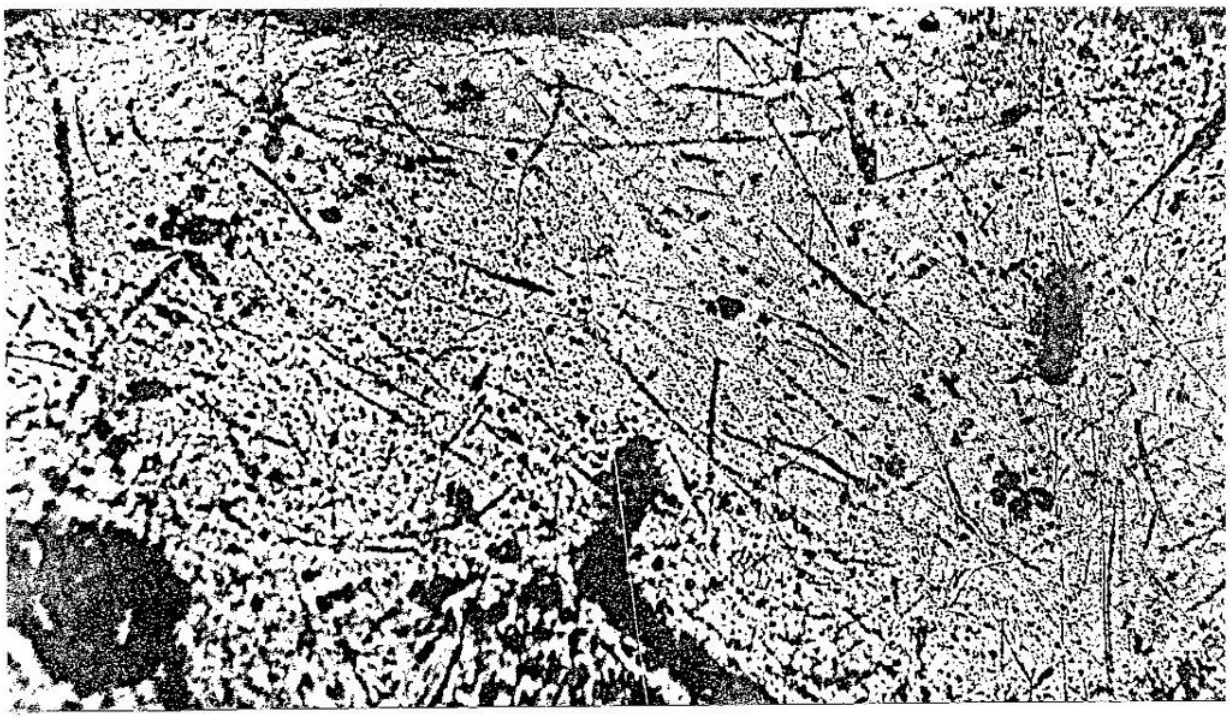
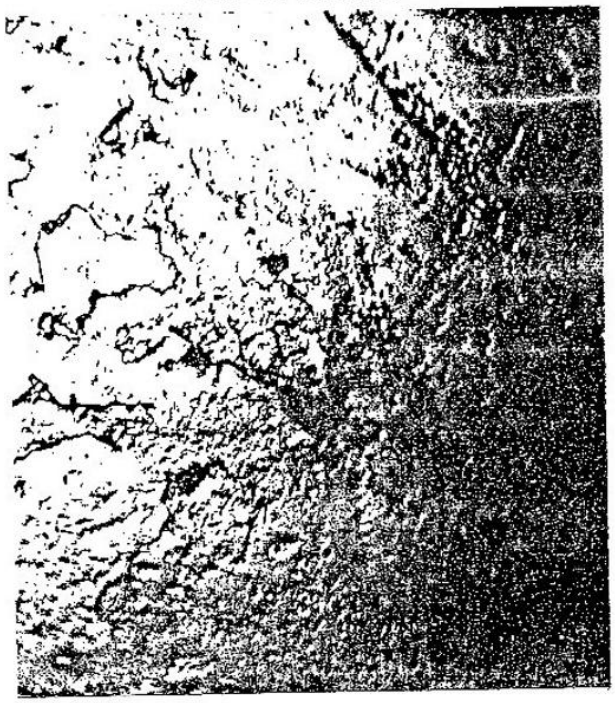


photo 137 (Ryan I98I) LA FERRASSIE.I Incisive inférieure latérale gauche. La couronne ne possède plus d'émail pour limiter l'usure et plus aucun angle n'est visible.

photo 138 LA FERRASSIE I (gross. I00). Incisive inférieure latérale gauche. L'émoussé témoigne d'une action particulière où les dents opposées ne rentrent qu'occasionellement en contact.



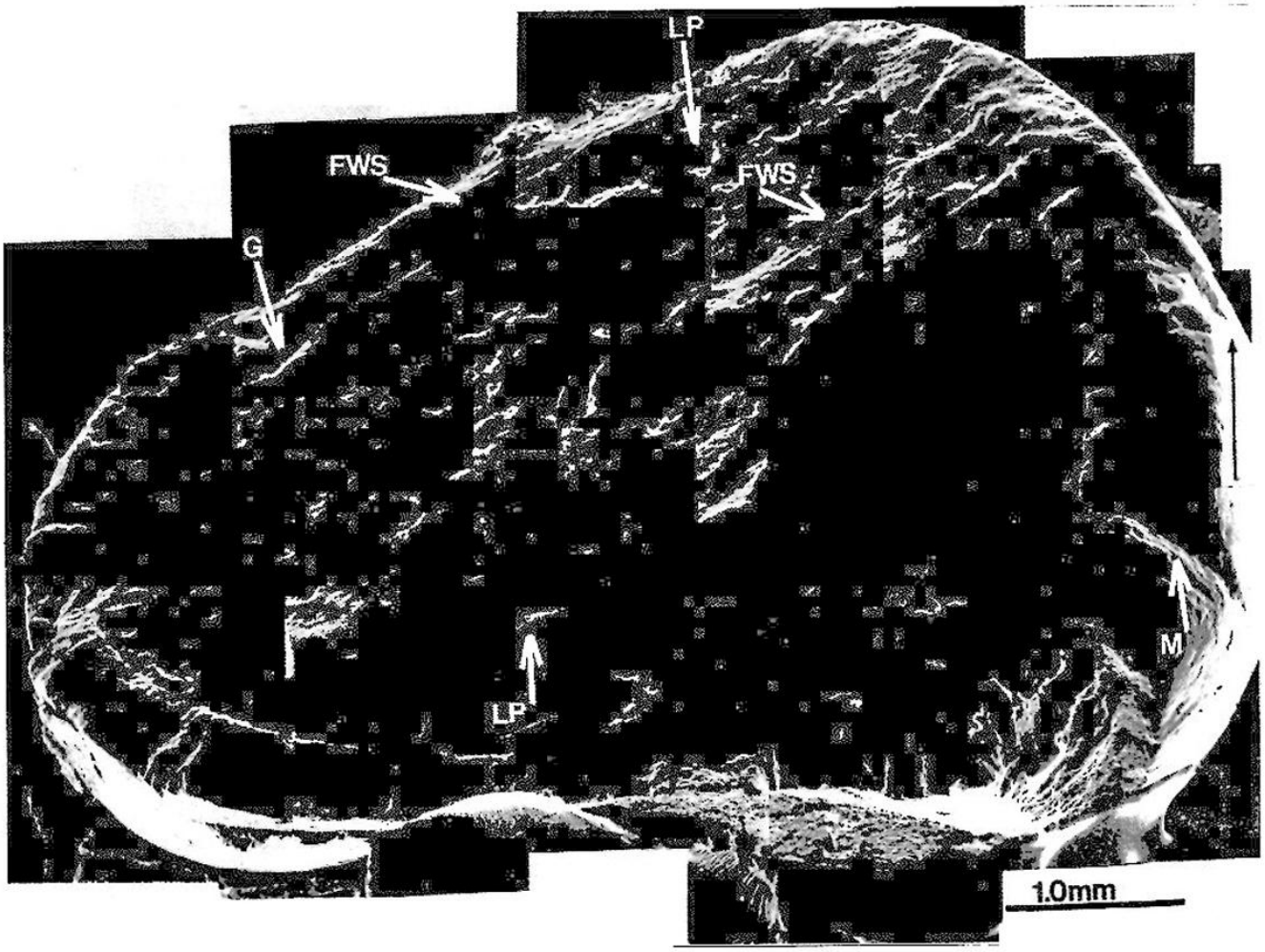


photo 139 (Ryan I98I) LA FERRASSIE II. Incisive centrale supérieure droite. Usure à plat avec des puits (LP), des sillons par gougeage (G), des stries (FWS) et de gros éclats (M). Comparez cette usure à celle des incisives de LA FERRASSIE.I.

des couronnes dentaires avec formation de dentine réactionnelle, phénomène physiologique n'entraînant pas de lésion apicale.
Dans un deuxième temps l'usure ayant mis à découvert quelques cavités pulpaires et provoqué des réactions inflammatoires puis de nécrose et des déplacements dentaires, a réclamé une mastication modifiée.
Dans une étude précédente J.L. Heim (I974) avait déjà affirmé deux périodes distinctes d'utilisation des dents, grâce à la disposition des facettes d'usure macroscopiques des surfaces occlusales.
Les surfaces occlusales de La Ferrassie I sont couvertes de rayures que l'on peut classer en trois groupes de directions traduisant l'action de la mandibule par rapport aux dents du maxillaire (photo n°134 de la surface occlusale de M $\overline{2}$ droite). Il s'agit de la mise en occlusion accompagnée d'un mouvement de glissement des dents mandibulaires, et de deux mouvements en latéralité droite-gauche et gauche-droite permettant l'écrasement associé à une dislocation par fatigue des aliments (action de broyer).
Ces observations nous renseignent sur les différents cycles de la mastication du sujet, ceux-ci semblent correspondre aux mouvements si parfaitement filmés par M.J. Barrett (I974) à propos des aborigènes d'Australie. Ces derniers s'alimentent, dans le film, de viande qui réclame une longue mastication s'effectuant à l'aide de mouvements semblables à ceux d'une meule à grain. Le mouvement principal de la mandibule est horizontal, la force est compressive et fait intervenir, par glissement, la résistance de l'aliment à la dislocation (photo 135 de la surface occlusale de M $\underline{I}$).

Les dents antérieures vont inciser les matières tendres, si ces matières sont coriaces ou filendreuses elles sont arrachées plutôt que coupées par ces mêmes dents.

La perte complète de l'émail des couronnes des dents antérieures mandibulaires de La Ferrassie I (photo 137) a supprimé la protection circulaire, d'un tissu très dur, permettant une importante usure. Si nous n'avons pas relevé de facettes d'attrition sur les incisives, les versants vestibulaires des incisives supérieures sont rayés de bas en haut ou vice-versa

et il se trouve des stries du même type sur les versants des incisives inférieures (photo 137 surface fonctionnelle de I.I.g.). Ce fait suppose une action de cisaillement. En revanche les bords arrondis des incisives ne présentent que peu de stries importantes et une surface lisse et polie.

Les abcés associés à une parodondolyse expulsive ont très certainement obligé La Ferrassie I à utiliser dans les derniers temps de sa vie les dents les plus saines, accentuant l'importance de l'usure de certaines dents. Le modelé des couronnes dentaires est le reflet fidèle de la dynamique masticatoire par adaptation à l'usage grâce aux particules abrasives contenues dans l'alimentation. Ces particules ont provoqué des stries en grand nombre sur les surfaces opposables des dents de nos sujets (photogaphies précédentes), mais ont également rayé les surfaces vestibulaires. Les surfaces vestibulaires des dents postérieures de La Ferrassie I sont d'avantage striées (photo n°134 de M 2 droite) que les surfaces occlusales de ce même individu alors que ces surfaces vestibulaires peuvent être comparées (par le nombre et la direction des stries) avec la surface vestibulaire de la Iére molaire supérieure de La Ferrassie II. Ce fait ajouté à la constatation d'un effacement des stries des surfaces "actives" de La Ferrassie I (photo 138 de $\overline{I}$ latérale gauche) peut signifier que dans un premier temps l'alimentation des deux sujets, masculin et féminin, a été la même.
Dans un deuxième temps La Ferrassie I a adopté une mastication et (ou) une alimentation différente comme le prouve l'aspect microscopique des surfaces occlusales des dents postérieures, puisque les stries semblent effacées.
Le fort pourcentage de particules abrasives contenu dans l'alimentation affirmé d'après les stries présentes, a facilité le nettoyage des couronnes dentaires et des racines dénudées.
Ces particules abrasives peuvent être misent en relation avec la cuisson des aliments quand elle est faite à même les braises ou par l'opération qui consiste à sécher les aliments au vent, ces deux préparations favorisant l'incorporation de grains de quartz et de poussières. Dans le cas de La Ferrassie I seule la cuisson va atténuer les forces de mastication, atténuation imposée par la mise à découvert de quelques cavités pulpaires et la formation d'abcés. Dans ce cas les anciennes stries occlusales mais aussi de toutes les surfaces des dents antérieures vont être effacées car les grains ne sont plus lors de cette deuxième phase aussi fortement comprimés.

Afin de répondre à la question posée en I975 par John A. Wallace: "L'homme de La Ferrassie a-t-il utilisé ses dents comme outil ?", nous avons comparé l'usure dentaire de La Ferrassie I avec celle de La Ferrassie II dont nous possédons six dents. Nous pouvons

maintenant conclure :

I/ Si le délabrement actuel représentant le stade final exclus à lui seul l'utilisation par La Ferrassie I des dents antérieures afin d'assister les mains,les stries nous ont montré que toutes les dents ont été broyeuses et pas seulement les dents postérieures.

2/ De plus l'usure très importante et particulière des dents antérieures est accentuée par un report des forces de mastication, vers la fin de l'existence de La Ferrassie I, et non pas essentiellement à une utilisation parafonctionnelle.

3/ Les aliments composés vraisemblablement de viande et de végétaux, (puisque nous n'avons à ce jour trouvé aucune raison pour affirmer qu'il s'agissait principalement de végétaux, mais qu'au contraire la mécanique de la mastication paraissait en tout point semblable à celle des aborigènes d'Australie présentée par le film de M.J. Barrett) permettaient un choix suffisamment étendu pour rendre possible la nutrition de La Ferrassie I en dépit des importantes altérations dentaires.

CONCLUSION.

L'homme récemment issu d'une même lignée que le singe (*) se forge alors une histoire fabuleuse marquée par la possibilité d'agir sur son destin.

La préhistoire de l'homme est connue en termes géologiques (environnement) et biologiques (le nombre d'enfants par famille, l'intervalle entre les naissances, l'attitude devant la maladie et la mort...). Nous nous sommes intéressés plus particulièrement à l'alimentation de l'homme. Celle-ci est très riche en renseignements à la fois sur l'environnement et sur les progrès culturels.

En effet l'alimentation fait partie des caractères largement influencés par les conditions d'environnement, de la même façon que la taille des individus ou même la forme du crâne. Ces caractères peuvent changer brusquement en fonction de l'acquis culturel au contraire des caractères qui découlent en droite ligne du patrimoine héréditaire qui eux évoluent graduellement tout en conservant un large polymorphisme.

Les habitats préhistoriques nous ont laissé des restes alimentaires d'origine animale en grande quantité, mais très peu de restes végétaux car ceux-ci disparaissent rapidement. Par contre nous avons les outils qui ont travaillé les aliments et les dents sont les plus spécialisés de ces outils.

Les changements dans la dimension ou la forme des dents que les variations du mode alimentaire produisent à très longue échéance ne sont pas de notre domaine. Ce sont les altérations de surface des dents au cours d'une vie, révélatrices des aliments qui les ont causées, que nous avons étudiées.

L'examen des dents de peuples "primitifs" nous avait déjà appris

(*) les études des molécules biologiques indiquent une séparation pongidés-hominidés il y a 4 à 6 millions d'années (Sarich I977)

qu'il existait des états de surface différents suivant le régime alimentaire (Barker I975, Barrett I958, Begg I965, Lavelle I970, Pesersen et Davies I955, Pereira et Evans I975), notre but a été de mettre en évidence les différents aspects de l'usure des dents de l'homme préhistorique.

Notre méthode repose sur le microrelief des surfaces dentaires dont les faces émoussées, polies ou érodées, ainsi que les stries par leur orientation et leur longueur, sont liées à l'alimentation. Les résultats ne sont interprétés que comme étant caractéristiques de la zone examinée, ce n'est qu'à partir d'une bonne connaissance de leur association et de leur localisation que nous avons défini l'usure.

La gamme d'opérations d'usinage des surfaces dentaires révèle les propriétés et donc l'identité du matériau travaillé. Au niveau des faces vestibulaires des dents, les particules abrasives qui tournent avec le bol alimentaire agissent comme traceurs et l'inclinaison des rayures indique la prédominance d'un régime.

Notre travail confirme qu'une série de populations régionales ou successives ont utilisé leurs dents d'une même façon générale. Cependant l'examen microscopique permet de déceler des différences plus précises en rapport avec le choix des aliments ou de leur préparation.

Notre étude des aspects de l'usure dentaire au cours de l'évolution humaine nous a montré qu'à chaque stade de notre évolution correspond un choix alimentaire bien précis.

Ackermann F., I963: The helicoid principle in human dental occlusion and articulation, International Dental Journal, I3, 532-557.

Aguirre E. et Lumley de M.-A., I977: Fossil men from Atapuerca, Spain: their bearing on human evolution in the Middle Pleistocene Journal of Human Evolution, 6, 681-688.

Albertini H. et Puech P.-F., I977: Etude des altérations de l'émail produites par le travail de la dentition de l'homme fossile au niveau des incisives, Actualitées Dentaires, Masson ed., 32-40.

Anderson D.J., I956: Measurement of stresses in mastication, Journal of Dental Research, 35, 664-673.

Anderson J.E., I965: Human skeletons of Tehuacan, Science, 148, 496-497.

Ap Simon A.M., I980: The last neanderthal in France?, Nature, 287, 271-272.

Archives Nationales Marine (France): BB4 546, BB3 243, 4JJ 276.

Aronson J.L. et Taieb M., I98I: Geology and Paleogeography of the Hadar Hominid site, Ethiopia, in: Hominid sites: their geologic sittings, Rapp G. et Vondra C.F. eds, AAAS selected symposium, 165-195.

Bada J.L., Schroeder R.A., Protsch R. et Berger R., I974: Concordance of collagen-band, radio-carbon and aspartic-acid racemization ages, Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A., 71, 914-917.

Bada J.L., Hom S., Kvenvolden K.A. et Blunt D.J., I98I: Datation par la racémisation des acides aminés des ossements fossiles de la Caune de l'Arago à Tautavel, in: colloque international du C.N.R.S., Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire. Méthodes et limites, 585-600.

Baker G., Jones L.H.P. et Wardrop I.D., I959: Cause of wear in sheep's teeth, Nature, 184, 1583-1584.

Baker B.C.W., I975: Relation of the alveolus to the cemento-enamel junction following attritional wear in Aboriginal skulls, Journal of Periodontology, 6, 357-363.

Barrett M.J., I958: Dental observation on Australian aborigines: continuously changing functional occlusion, Australian Dental Journal, 3, 39-52.

Barrett M.J., I974: Mastication: a dynamic process, film, department of oral biology, Adelaïde, S.A. 500I Australia.

Beden M., I982: Reconstitution du milieu par les grands mammifères, Le Premier Homme, Les Dossiers de l'Archeologie, 60, 54-68.

Begg P.R., I965: Begg orthodontic theory and practice, Sannders ed., Philadelphia.

Benault A., I973: Choix et utilisation d'une méthode de datation utilisant l'attrition dentaire, appliquée sur des crânes Gaulois et Gallo-romains, Thèse pour le doctorat en Chirurgie Dentaire, Paris.

Berryman H.E., Owsler D.W. et Henderson A.M., I979: Non-carious interproximal grooves in Arikara indian dentition, American Journal of Physical Anthropology, 50, 209-212.

Beyron H., I964: Occlusal relations and mastication in Australian aborigines, Acta Odontologia Scandinavia, 22, 597-678.

Billy G. et Vallois H.V., I977: La mandibule prè-Rissienne de Montmaurin, l'Anthropologie, 81, 273-312.

Billy G., I977: Population changes in Egypt and Nubia, Journal of Human Evolution, 6, 697-704.

Bishop W.W., I963: The later Tertiary and Pleistocene in eastern Equatorial Africa, in: African ecology and human evolution, F.C. Howell et F. Bourlière eds., Viking Fund Publications in Anthropology, 36, 246-275.

Bilsborough A., I976: Patterns of evolution in Middle Pleistocene Hominids, Journal of Human Evolution, 5, 423-439.

Bishop W.W., Pickford M.H. et Hill A., I975: New evidence regarding the Quaternary geology, Archaeology and hominids of Chesowanja, Kenya, Nature, 258, 204-208.

Black D., I926: Tertiary Man in Asia: the Chou Kou Tien discovery, Nature, II8, 733-734.

Black D., I927: Further Hominid remains of lower Quaternary age from the Chou Kou Tien deposit, Nature, 120, 954.

Boaz N.T. et Howell F.C., I977: A gracile hominid cranium from Upper Member G of the Shungura Formation, Ethiopia, American Journal of Physical Anthropology, 46, 93-108.

Boaz N.T., I979: Hominid evolution in Eastern Africa during the Pliocene and early Pleistocene, Annual Review of Anthropology, 8, 71-85.

Bonis de L., Johanson D., Melentis J. et White T., I98I: Variations métriques de la denture chez les Hominidés primitifs: comparaison entre Australopithecus afarensis et Ouranopithecus macedoniensis, C.R.Acad. Sc. Paris, série III, 292, 263-266.

Boone Y. et Renault-Miskovsky J., I976: La cueillette, in "La Préhistoire Française", H. de Lumley ed., C.N.R.S., 684-687.

Bouville C., I97I: Les restes humains du dolmen des Peyraoutes, Travaux du Laboratoire de Géologie Historique et de Paleontologie Université de Provence, Marseille.

Bowden F.P., I952:

Proc. Roy. Soc. London, 212, série A, 439-520.

Boyde A., I969: Correlation of ameloblast size with enamel prism pattern: use of scanning electron microscope to make surface area measurements, Z. Zells Forsch., 93, 583.

Brace C.L., I964: The fate of the "classic" neanderthals: a consideration of hominid catastrophism, Current Anthropology, 5, 3-43.

Brace C.L., I975: commentaire Wallace J.A. : Did La Ferrassie I use his teeth as a tool?, Current Anthropology, 16, 396-397.

Brace C.L., I979: Krapina, "classic" neanderthals and the evolution of the European face, Journal of Human Evolution, 8, 527-550.

Brace C.L., Ryan A.S. et Smith B.H., I98I: commentaire Puech P.F. Tooth wear in La Ferrassie Man, Current Anthropology, 22, 424-430.

Brace C.L. et Hinton R.J., I98I: Oceanic tooth size variation as a reflection of biological and cultural mixing, Current Anthropology, 22, 549-569.

Bunn H.T., I98I: Archaeological evidence for meat-eating by Plio Pleistocene hominids from Koobi-Fora and Olduvai Gorge, Nature, 291, 574-577.

Butler P.M., I952: The milk-molars of Perissodactyla with remarks on molar occlusion, Proc. zool. Soc. London, 121, 777-817.

Butler R.J., I972: Age related variability in occlusal wear planes, American Journal of Physical Anthropology, 36, 381-390.

Cailleux A., 1959:

Carlos J.P., Cohen B., Krasse B., Marthaler T.M., Rybakov A.I., Schamschula R.G., TAkenchi M., Baume L.G., Davies G.N. et

Rudko V.F., 1972: Etiologie et prévention de la carie dentaire, rapport O.M.S., Genève, n°494.

Chaput A., I972: Prévention de la carie dentaire, Entretiens de Bichat Odonto-stomatologie, I03-I08.

Chavaillon J., I976: Evidence for the techniced practices of early Pleistocene hominids, Shungura formations, lower Omo valley, Ethiopia, in "Earliest man and environments in the lake Rudolf basin, Chicago, Coppens Y., Howell F.C., Isaac G.L. et Leakey R.E.F. eds., University of Chicago Press, 565-573.

Coley P.D., I980: Effects of leaf age and plant life history patterns on herbivory, Nature, 284, 545-546.

Corruccini R.S. et McHenry H.M., I980: Cladometric analysis of Pliocene hominids, Journal of Human Evolution, 9, 209-221.

Covert H.H. et Kay R.F., I98I: Dental microwear and diet: implications for determining the feeding behaviours of extinct primates, with a comment on the dietary pattern of Sivapithecus, American Journal of Physical Anthropology, 55, 331-336.

Crompton A.W. et Hiiemae K.M., I969: Functional occlusion in tribosphenic molars, Nature, 222, 678-679.

Crompton A.W., Thexton A.J., Hiiemae K.M. et Cook P.P., I976: The activity of the hyoïde and jaw muscles during the chewing of soft food in the american opposum, in "Biology and environment Gilmore D. et Robinson B. eds., 2, The biology of marsupials, London, Macmillan.

Cronin J.E., Boaz N.T., Stringer C.B. et Rak Y., I98I: Tempo and mode in hominid evolution, Nature, 292, II3-I22.

Dahlberg A.A. et Kinsey W., I962: Etude microscopique de l'abrasion et de l'attrition sur la surface des dents, Bulletin du Groupement International pour la Recherche Scientifique en Stomatologie 5, 242-251.

Davide D., I972: Survey of the skeletal and mummy remains of ancient egyptian available in research collections, Journal of Human Evolution, I, 155-159.

Day M.H., Leakey R.E.F., Walker A.C. et Wood , I976: New hominids from East Turkana, Kenya, 45, 369-436.

Debono F., I946: Hélonan: El Omari, fouilles du service des antiquités (1943-1944), Chronique d'Egypte, 41, 50-54.

Dixon D.M., I972: Masticatories in Ancient Egypt, Journal of Human Evolution, 1, 433-441.

DuBrul E.L., I977: Early hominid feeding mechanisms, American Journal of Physical Anthropology, 47, 305-320.

Dunbar R.I.M., I976: Australopithecine diet based on a baboon analogy, Journal of Human Evolution, 5, 161-167.

Ferembach D., I978: Le sexe et l'adaptation au milieu, La Recherche, 85, 14-19.

Fine D. et Craig G.T., I98I: Buccal surface wear of human premolar and molar teeth: a potential indicator of dietary and social differentiation, Journal of Human Evolution, 10, 335-344.

Fortelius M., I981: Functional aspects of occlusal cheek-tooth morphology in hypsodont, non-ruminant ungulates, Inter. Symp. Concpt. Meth. Paleo., Barcelona.

Fox P.G., I980:

J. Mat. Sc., 15, 3113-3121.

Gingerich P.D., I979: The human mandibule: lever, link or both? American Journal of Physical Anthropology, 51, 135-138.

Gowlett J.A.J., Harris J.W.K., Walton D. et Wood B.A., I98I: Early archaeological sites, hominid remains and traces of fire from Chesowanja, Kenya, Nature, 294, 125-129.

Granel de Solignac L. et Bertrand L., I967: Les Herbiers de l'Institut de Botanique de Montpellier, Naturalia Monspeliensia, série botanique, 18, 271-292.

Greaves W.S., I973: The inference of jaw motion from tooth wear facets, Journal of Paleontology, 47, 1000-100I.

Grilletto R.R., I977: Carie et usure dentaire chez les Egyptiens prédynastiques et dynastiques de la collection de Turin (Italie), L'Anthropologie, 81, n°3, 459-472.

Grilletto R.R., I980: Notes de pathologie dans les squelettes et dans les momies de la nécropole d'Antinoe (Egypte), 3ème congrés Européen de la Paleopathology Association, Caen, I30-135.

Groves C.P., I967: Ecology and taxonomy of the gorilla, Nature, -893.

Gustafson A.G., I959: A morphologic investigation of certain variations in the structure and mineralization of human dental enamel, Department of Histopathology, Malmno.

Heim J.L., I974: Les hommes fossiles de La Ferrassie (Dordogne) et le problème de la définition des néanderthaliens classiques, L'Anthropologie,

Heim J.L., I976: Les hommes fossiles de La Ferrassie, Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine, mémoire 35.

Heim J.L., I976: L'homme de Neandertal et les précurseurs de l'Homo sapiens, in "Origines de l'Homme", Musée de l'Homme, Paris, 37-46.

Heim J.L., I98I: Les caractères ontogéniques et biométriques de l'occipital néandertalien juvénile de La Ferrassie 8 (Dordogne), C.R.Acad. Sc. Paris, 293, série III, I03-I06.

Hiiemae K.M. et Crompton A.W., I97I: A cinefluorographic study of feeding in the american opposum, Didelphis marsupialis, in "Dental morphology and evolution", Dahlberg A.A. ed., University of Chicago Press, 299-334.

Hiiemae K.M. et Kay R.F., I972: Trends in the evolution of primate mastication, Nature, 240, 486-487.

Hiiemae K.M., I978: Mammalian mastication: a review of the activity of the jaw muscles and the movements they produce in chewing, in "Development, Function and Evolution of teeth", Butler P.M. et Joysey K.A. eds., Academic Press, London, 359-398.

Howells W.W., I975: Neanderthal man: facts and figures, in "Paleoanthropology, Morphology and Paleoecology", Tuttle R.H. ed., The Hague, Mouton, 389-407.

Howells W.W., I98I: Homo erectus in human descent: ideas and problems, in "Homo erectus, papers in honor of Davidson Black", Sigmon B.A. et Cybulski J.S. eds., University of Toronto Press, 63-85.

Ikeya M. et Miki T., I98I: Archaeological dose of Arago and Chou Kou Tien materials with electron spin resonance, in "Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire. Méthodes et limites", colloque international du C.N.R.S., 493-506.

Ingervall B., I972: Tooth contacts on the functional and non functional side in children and young adulte, Archives of Oral Biology, I7, I9I-200.

Isaac G.L., I965: The stratigraphy of the Peninj Beds and the provenance of the Natron australopithecine mandibule, Quaternaria, 7, I0I-I30.

Isaac G.L., I967: The stratigraphy of the Peninj group Early Middle Pleistocene formations west of Lake Natron, Tanzania, in "Background to evolution in Africa", Bishop W.W. ed., Chicago University Press,

Isaac G.L. et Curtis G.H., I974: Age of early Acheulean industries from the Peninj group, Tanzania, Nature, 249, 624-627.

Isaac G.L., I980: The emergence of man, Nature, 285, 72.

Jacob T. et Curtis G.H., I971: Preliminary potassium-argon dating of early man in Java, Contrib. Univ. Calif. Archaeol. Res. Fac., 12, 50.

Johanson D.C., White T.D. et Coppens Y., I978: A new species of the genus Australopithecus (Primates: Hominidae) from the Pliocene of eastern Africa, Kirtlandia, 28, 1-14.

Jolly C.L., I970: The seed eaters: a new model of hominid differentiation based on a baboon analogy, Man, 5, 1-26.

Jourdan L. et Moigne A.-M., I98I: Les faunes de la caune de l'Arago à Tautavel. Significations stratigraphiques, paléoclimatiques, paléoécologique et palethnographique, in "Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire. Méthodes et limites", colloque international du C.N.R.S., I33-162.

Kaufman P.B., Bigelow W.C., Petering L.B. et Drogosz F.B., I969: Silica in developing epidermal cells of avena internodes: electron microscobe analysis, Science, 166, I0I5-I0I7.

Kay R.F., I964: Diets of early Miocene african hominoids, Nature, 269, 628-630.

Kay R.F. et Hiiamae K.M., I974: Jaw movements and tooth use in recent and fossil primates, American Journal of Anthropology, 40, 227-236.

Kay R.F., I975a: The functional adaptations of primate molar teeth, American Journal of Physical Anthropology, 43, I95-216.

Kay R.F., I975b: Allometry and early hominids, Science, 189, 63

Kay R.F., I977: The evolution of molar occlusion in the Cercopithecidae and early Catarrhines, American Journal of Physical Anthropology, 46, 327-352.

Kay R.F., I978: Molar structure and diet in extant Cercopithecidae in "Development, Function and Evolution of Teeth", Butler P.M. et Joysey K.A. eds., Academic Press, London, 309-339.

Kay R.F., I98I: The ontogeny of premolar dental wear in Cercocebus albigena (cercopithecidae), American Journal of Physical Anthro - pology, 54, 153-155.

Kay R.F., I98I: The nut-crackers. A new theory of the adaptations of the Ramapithecinae, American Journal of Physical Anthropology, 55, I4I-I51.

Kennedy G., I980: The emergence of modern man, Nature, 284, II-I2.

King G.E., I976: Society and territority in human evolution, Journal of Human Evolution, 5, 323-332.

Knoop F., Chauncey G.P. et Walter B.E., I939: A sensitive pyramidal diamond tool for indentation mesurements, Journal of Research of the National Bureau of Standards, Washington, 23, 39-61.

Laroche J., I978: La silice et les plantes supérieures, Revue de Cytologie et de Biologie végétale, 40, I5-45.

Lautier R., I973: Contribution à l'étude de l'odontologie médico-légale et de ses applications. Apport des caractères des dents pour l'appréciation de l'âge; application à une population déterminée, Thèse pour le doctorat en Sciences Odontologiques, Montpellier.

Lavelle C.L.B., I970: Analysis of attrition in adult human molars, Journal of Dental Research, 49, 822-828.

Leakey L.S.B., I928: The Oldoway skull, Nature, 121, 499.

Leakey L.S.B., I959: A new fossil skull from Olduvai, Nature, 184, 491-493.

Leakey L.S.B., I960: The discovery of Zinjanthropus boisei, Current Anthropology, I, 76-77.

Leakey L.S.B., I961: New finds at Olduvai Gorge, Nature, 189, 649-650.

Leakey L.S.B., I96I: The juvenile mandible from Olduvai, Nature, 191, 417-418.

Leakey L.S.B., Tobias P.V. et Napier J.R., I964: A new species of the genus Homo from Olduvai Gorge, Nature, 202, 7-9.

Leakey L.S.B. et Leakey M.D., I964: Recent discoveries of fossil hominids in Tanganyika: at Olduvai and near Lake Natron, Nature, 202, 5-7.

Leakey M.D. et Day M.H., I97I: Discovery of postcranial remains of Homo erectus and associated artefacts in Bed IV at Olduvai Gorge, Tanzania, Nature, 232, 380-387.

Leakey M.D., Hay R.L., Curtis G.H., Drake R.E., Jackes M.K. et White T.D., I976 : Fossil hominids from the Laetolil beds, Nature, 262, 460-466.

Leakey M.D., I979: Foot prints in the ashes of time, National Geographic Magazine, 155, 446-457.

Leakey M.D., I979: Olduvai Gorge, my search for early man, Collins, London.

Leakey M.D. et Hay R.L., I979:
Nature, 317, 5702-

Leakey R.E.F. et Walker A.C., I976: Australopithecus, Homo erectus and the single species hypothesis, Nature, 261, 572-576.

Le Cohu M.-C., I973: Examen au microscope électronique à balayage, cônes de silice chez les cypéracées, C.R.Acad. Sc. Paris, 277, I30I-I303.

Leek F.F., I966: Observation on the dental pathology seen in ancient egyptian skulls, J. Egypt. Archaeol., 52, 59-64.

Leek F.F., I972: Teeth and bread in Ancient Egypt, J. Egypt. Archaeol. 58, I26-132.

Leek F.F., I972: Bite, attrition and associated oral conditions as seen in ancient egyptian skulls, Journal of Human Evolution, 1, 289-295.

Le National, 4ème année, n°I85, jeudi 4 juillet I833.

Leopold A.C. et Ardey R., I972, Toxic substances in plants and the food habits of early man, Science, 176, 512-513.

Leroy P., I971: Dans le sillage des Sinanthropes, lettres inédites de P. Teilhard de Chardin et J. Gunnar Anderson, I926-I939, Fayard, Paris.

Lewin R., I98I: Ethiopian stone tools are world's oldest, Science, 211, 806-807.

Lichtenberg R.J. et Thuilliez A.C., I98I: Sur quelques aspects insolites de la radiologie de Ramsés II, Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthropologie de Paris,8, série XIII, 323-330.

Lumley H. de, I966: Les fouilles de Terra Amata à Nice (A.-M.) premiers résultats, Bulletin du Musée d'Ahthropologie préhistorique de Monaco, 13, 29-51.

Lumley H. de, I969: Une cabane acheuléenne dans la grotte du Lazaret, Mémoires de la Société Préhistorique Française, 7.

Lumley H. de, I969b: A palaeolithic camp at Nice, Scientific American, 220, 5.

Lumley H. de, I976: La Préhistoire Française, tome I, vol. I et 2, C.N.R.S. ed., Paris.

Lumley H. de, I979: L'Homme de Tautavel, dossiers de l'Archéologie,36.

Lumley H. de, Park Y.-C., Camara A., Geleijnse V., Beiner M., Fournier A., Miskovsky J.C., Hoffert M. et Schaaf O., I98I: Caractèristiques sédimentologiques et minéralogiques du remplissage quaternaire de la caune de l'Arago à Tautavel: origine et mise en place des sédiments, in "Datations absolues et analyses isotopiques en préhistoire. Méthodes et limites" colloque international du C.N.R.S., 43-73.

Lumley M.-A. de, I980: L'homme préhistorique: son évolution, son milieu, ses activités, Laboratoire de Préhistoire du Museum National d'Histoire Naturelle, Musée de l'Homme, Paris.

Lumley M.-A. de, I98I: L'Homme de Tautavel, critères morphologiques et stade évolutif, in "Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire. Méthodes et limites" colloque international du C.N.R.S., 259-264.

Lund J.P., I976: Oral-facial sensation in the control of mastication and voluntary movements of the jaw, in "Mastication and swallowing: biological and clinical correlates" Sessle B. et Hannam A. eds., University of Toronto Press.

Lysell L., I958: Quantitative and qualitative determination of attrition and the ensuing tooth migration, Acta Odont. Scand., 16, 267-293.

Mann A.E., I968: The palaeodemography of Australopithecus, Ph. D. these, University of California.

Martin H., 1923: L'homme fossile de la Quina, Archives de Morphologie générale et expérimentale, Dion, Paris.

Maynard Smith J. et Savage R.J.G., I959: The mechanics of mammalian jaws, Sch. Sci. Rev., 141, 289-301.

Mc Grew W.C. et Tutin C.E.G., I973: Chimpanzee tool use in dental grooming, Nature, 241, 447-448.

Mc Henry H.M. et Corruccini R.S., I980: On the status of Australopithecus afarensis, Science, 207, II03-II04.

Mc Henry H.M. et Corruccini R.S., I980: Late Tertiary hominoids and human origins, Nature, 285, 397-398.

Mc Key D., Waterman P.G., Mbi C.N., Gartlan J.S. et Struhsaker T.T., I978: Phenolic content of vegetation in two african main forest: ecological implications, Science, 202, 61-63.

Mills J.R.E., I955: Ideal dental occlusion in the primates, Dental Practionar, 6, 47-61.

Mills J.R.E., I963: Occlusion and malocclusion of the teeth of primates, in "Dental Anthropology", Brothwell D.R. ed., Pergamon Press, Oxford, 29-51.

Mills J.R.E., I967: A comparison of lateral jaw movements in some mammals from wear facets of teeth, Archs. Oral Biol., 12, 645-661.

Mills J.R.E., I978: The relationship between tooth patterns and jaw movements in the Hominoïdea, in "Development, Function and Evolution of Teeth", Butler P.M. et Joysey K.A. eds., Academic Press, London, 341-353.

Molnar S., I968: Some functional interpretation of tooth wear in prehistoric and modern man, Ph. D. dissertation, University of California, Santa Barbara.

Molnar S., I97I: Human tooth wear, tooth function and cultural variability, American Journal of Physical Anthropology, 34, 175-190.

Molnar S. et Gantt D.G., I977: Functional implications of primate enamel thickness, American Journal of Physical Anthropology, 46, 447-454.

Morlan R.E., I980: Taphonomy and Archaeology in the upper Pleistocene of the Northern Yukon Territory, National Museum of Canada, Ottawa.

Murphy T., I959: Compensatory mechanismes in facial height adjustment to functional tooth attrition, Aust. Dent. J., 4, 312.

Museum d'Histoire Naturelle (France): AJI5 I30, AJI5 132, AJ15 644 et AJ15 753.

Ninkovich D. et Burckle L.H., I978: Absolute age of the base of the hominid-bearing beds in eastern Java, Nature, 275, 306-308.

Oakley K.P., I964: The problem of man's antiquity, Bull. Br. Mus. Nat. Hist. Geol., 9, 150.

Oakley K.P., Campbell B.G. et Molleson T.I., I977: Catalogue of Fossil Hominids, Part I: Africa, 2ed., British Museum Natural History, London.

Parry D.W. et Smithson F., I957: Detection of opaline silica in grass leaves, Nature, 179, 975-976.

Parry D.W. et Smithson F., I964: Types of opaline silica depositions in the leaves of british grasses, Annals of Botany, 28, 169-185.

Patterson B., Behrensmeyer A.K. et Sill W.D., I970: Nature, 226, 918.

Pedersen P.O. et Scott D.B., I951: Replica studies of the surfaces of teeth from alaskan eskimos, west Greenland natives and american whites, Acta Odontologica Scandinava, 9, 262-272.

Pedersen P.O. et Davies T.G.H., I955: The degree of attrition of the deciduous teeth and first permanent molars of native and urbanized Greenland natives, Brit. Dent. J., 99, 33-43.

Peluso A., I980: Patologia orale in una antica popolazione egiziana, Antropologia contemporanea, 3, 57-82.

Pereira C.B. et Evans H., I975: Occlusion and attrition of the primitive yanomami indians of Brasil, Dental Clinics of North America, 19, 485-498.

Peters C.R., I979: Toward an ecological model of african Plio-Pleistocene hominid adaptation, American Journal of Anthropology, 81, 261-278.

Peyrony D., I934: La Ferrassie, Préhistoire, 3, 1-92.

Pfefferkorn G. et Boyde A., I974: Review of replica techniques for scanning electron microscopy, Scanning Electron Microscopy Proceedings of the seventh annual scanning electron microscope symposium, 75-82.

Pilbeam D.R., I972: The ascent of man, Macmillan, New York.

Pilbeam D.R. et Gould S.J., I974: Size and scaling in human evolution, Science, 186, 892-901.

Potts R. et Shipman P., I981: Cutmarks made by stone tools on bones from Olduvai Gorge, Tanzania, Nature, 291, 577-580.

Protsch R., I974: The age and stratigraphic position of Olduvai hominid, Journal of Human Evolution, 3, 379-385.

Puech P.F., I976: Les dénudations cervicales chez l'homme du paléolithique, Revue d'Odonto-Stomatologie, 6, 485-489.

Puech P.F., I977: Les caries dentaires d'une population du néolithique en Basse-Provence (France), Le Chirurgien-Dentiste de France, 2 juin, 51-55.

Puech P.F. , I979: The diet of early man: evidence from abrasion of teeth and tools, Current Anthropology, 20, 590-592.

Puech P.F. et Prone A., I979: Reproduction expérimentale des processus d'usure dentaire par abrasion: implications paleoécologiques, C.R.Acad. Sc. Paris, 289, 895-898.

Puech P.F. et Pant R., I980: Un modèle d'étude de l'alimentation des hommes fossiles, Bull. et mém. de la Société d'Anthropologie de Paris, 7, 61-64.

Puech P.F., Prone A. et Kraatz R., I980: Microscopie de l'usure dentaire chez l'homme fossile: bol alimentaire et environnement C.R.Acad. Sc. Paris, 290, I413-I416.

Puech P.F., Albertini H. et Mills N.T.W., I980: Dental destruction in Broken-Hill man, Journal of Human Evolution, 9, 33-39.

Puech P.F., Prone A. et Albertini H., I981: Reproduction expérimentale des processus d'usure dentaire par friction et détermination du régime alimentaire de l'homme fossile, C.R.Acad. Sc. Paris, 293, série II, 729-734.

Puech P.F. et Albertini H., I98I: Enamel pits of the Lazaret man, Journal of Human Evolution, 10, 449-452.

Puech P.F., I98I: Tooth wear in La Ferrassie man, Current Anthropology 22, 424-430.

Puech P.F., I982: L'usure dentaire de l'Homme de Tautavel, in "L'Homo erectus et la place de l'Homme de Tautavel parmi les Hominidés fossiles", colloque international du C.N.R.S., Nice.

Puech Robert E., I980: Le moulage d'un crâne, Préhistoire et Archéologie, 23, 14-17.

Puech Robert E., I98I: La découverte de l'Homme de Pékin, Préhistoire et Archéologie, __, - .

Renault-Miskovsky J., I98I: Etude palynologique du remplissage de la caune de l'Arago à Tautavel. Signification chronologique, paléoclimatique et palethnographique des flores, in "Datations absolues et analyses isotopiques en Préhistoire. Méthodes et limites", colloque international du C.N.R.S., 253-257.

Rensberger J.M., I978: Scanning electron microscopy of wear and occlusal events in some small herbivores, in "Development, Function and Evolution of teeth", Butler P.M. et Joysey K.A. eds., Academic Press, London, 415-438.

Richards L.C. et Brown T., I98I: Dental attrition and age relationships in australian aboriginals, Archaeol. Oceania, 16, 94-98.

Rosemberger A.L. et Kinzey W.G., I976: Functional patterns of molar occlusion in platyrrhine primates, American Journal of Physical Anthropology, 45, 281-297.

Roubet C. et Hadidi El N., I98I-I981: 20 000 ans d'environnement préhistorique dans la vallée du Nil et le désert egyptien, l'Anthropologie, 1, 31-57.

Ruffer M.A., I920: Study of abnormalities and pathology of ancient egyptian teeth, American Journal of Physical Anthropology, 3, 335-382.

Ryan A., I977: A preliminary scaning electron microscope examination of wear striation direction on primats teeth, rapport dactylographié, Lab. d'Anthropologie, University of Michigan, Ann Arbor.

Sangster A.G., I968: Studies of opaline silica deposits in the leaf of Sieghingia decumbaus L. using S.E.M., Ann. Bot. Lond., 32, 237-240.

Saffiro L., I972: Food and dietary habits in ancient egypt, Journal of Human Evolution, 1, 297-305.

Sarich V., I977: Rates, sample sizes, and the neutrality hypothesis for electrophoresis in evolutionary studies, Nature, 265, 24-28.

Sarnat B.G. et Schour I., I94I: Enamel hypoplasia (chronologic enamel aplasia) in relation to systemic disease: a chronologic morphologic and etiologic classification, J. Am. Dent. Ass., 28, 1989-2000.

Satinoff M.I., I972: The medical biology of the early egyptian populations from Asswan, Assyut and Gebelen, Journal of Human Evolution, 1, 247-257.

Schoeninger M.J., I98I: The agricultural "revolution": its effect on human diet in the Middle East, résumé à l'A.A.A., American Journal of Physical Anthropology, 54, 275.

Schoetensack O., I908: Die unterkiener des Homo heidelbergensis aus den sanden von Mauer bei Heidelberg, Leipzig.

Schweitzer J.M., I96I: Masticatory function in man, J. Prosth. Dent., 11, 625-647.

Scott D.B. et Wyckoff R.W.G., I946: Typical structures on replicas of apparently intact tooth surfaces, Public Health Reports, 6I, 39, 1397-1400.

Scott E.C., I979: Principal axis analysis of dental attrition data, American Journal of Physical Anthropology, 51, 203-212.

Scott E.C., I979: Dental wear scoring technique, American Journal of Physical Anthropology, 51, 213-218.

Smith P., I972: Diet and attrition in the Natufians, American Journal of Anthropology, 37, 233-238.

Smith P., I976: Dental pathology in fossil hominids: what did neanderthals do with their teeth?, Current Anthropology, 17, 149-151.

Smith R.J. et Pilbeam D.R., I980: Evolution of the orang-utan, Nature, 284, 447-448.

Sognnaes P.F., I959: Microradiographic observations on demineralization gradients in the pathogenesis of hard tissue destruction, Arch. Oral Biol., 1, 106-121.

Spitery J., I980: La région sus-orbitaire des Archanthropiens, Bull. et mém. de la Société d'Anthropologie de Paris,

Storey A., I976: The diet and dentition of New Kingdom Pharaos, in "Mastication", Anderson D.J. et Matthews B. eds., Wright, Bristol, 5-15.

Stringer C.B. et Trinkaus E., I98I: Aspects of Human evolution, Stringer C.B. ed., Taylor et Francis, London.

Szalay F.S., I976: Hunting-Scavenging protohominids: a model for hominid origins, Man, 10, 420-429.

Taieb M., I974: Evolution quaternaire du bassin de l'Awash (Rift ethiopien et Afar), Thèse Doc. Etat, Université de Paris VI.

Teleki G., I975: Primate subsistence patterns: collector-predator and gatherer hunters, Journal of Human Evolution, 4, 125-184.

Thompson R.R., I975: Primate subsistence patterns: collector-predators and gatherer-hunters, Journal of Human Evolution, 4, 113-124.

Tobias P.V., I964: The Olduvai Bed I hominine with special reference to its cranial capacity, Nature, 202, 3-4.

Tobias P.V. et von Koenigswald G.H.R., I964: A comparison between the Olduvai hominines and those of Java and some implications for hominid phylogeny, Nature, 204, 515-518.

Tobias P.V. et Robinson J.T., I966: The distinctiveness of Homo habilis, Nature, 209, 953-960.

Tobias P.V., I967: Olduvai Gorge, 2, The cranium and maxillary dentition of Australopithecus (Zinjanthropus) boisei, Cambridge University Press.

Thomson A., I98I: News for ewes, Time magazine, november 23, 14.

Trinkaus E., I978: Dental remains from the Shanidar adult neanderthals Journal of Human Evolution, 7, 369-382.

Trinkaus E. et Howells W.W., I979: The Neanderthals, Scientific American, 241, 118-133.

Ubelaker D.H., Phenice T.W. et Bas W.M., I969: Artificial interproximal grooving of the teeth in american indians, American Journal of Physical Anthropology, 30, 145-150.

Virey J.J., I833: Des sauvages charruas de l'Amérique méridionale L'Europe Littéraire, Ière année, 48, mercredi 15 juin I833, II5-118.

von Koenigswald G.H.R., I976: The evolution of man, Ann Arbor, University of Michigan Press.

von Koenigswald G.H.R., I98I: The palate of Pithecanthropus modjokertensis, in "Homo erectus", Cybulski ed., Ottawa, 355-357.

Walker A., Hoeck H.N. et Perez L., I978: Microwear of mammalian teeth as an indicator of diet, Science, 201, 908-9I0.

Walker A.C., I979: S.E.M. analysis of microwear and its correlation with dietary patterns, American Journal of Physical Anthropology, 50, 489

Walker A.C., I980: Functional anatomy and Taphonomy, in "Fossils in the making", Behrensmeyer A.K. et Hill A.P. eds., The University of Chicago Press, 182-196.

Wallace J.A., I973: Tooth chipping in the Australopithecines, Nature, 244, 117-118.

Wallace J.A., I974: Approximal grooving of teeth, American Journal of Physical Anthropology, 40, 385-390.

Wallace J.A., I975a: Dietary adaptation of Australopithecus and early Homo, in "Paleoanthropology, Morphology and Paleoecology", Tuttle R.H. ed., The Hague, Mouton, 203-223.

Wallace J.A., I978b: Evolutionary trends in the early hominid dentition, in "Early Hominids of Africa", Jolly C. ed., Duckworth, London, 285-310.

Walter R.C. et Aronson J.L., I982: Revision of K/Ar ages for the Hadar hominid site, Ethiopia, Nature, 296, 122-127.

Weidenreich F., I937: The dentition of Sinanthropus pekinesis: a comparative odontography of the hominids, Palaeont. Sinica, 10, 1-180.

White T.D., Johanson D.C. et Kimbel W.H., I98I: Australopithecus africanus: its phyletic position reconsidered, South African Journal of Science, 77, 445-470.

Wieckowska H., Issawi B. et Hass H., I979: Use of Barley in the egyptian late Paleolithic, Science, 205, I341-1347.

Wolpoff M.H., I97I: Interstitial wear, American Journal of Physical Anthropology, 34, 205-228.

Wolpoff M.H., I973: Posterior tooth size, body size, and diet in South African Gracile Australopithecines, American Journal of Physical Anthropology, 39, 375-394.

Wolpoff M.H., I976: Primate models for Australopithecine sexual dimorphism, American Journal of Physical Anthropology, 45, 497-510.

Wolpoff M.H., I978: Some aspects of canine size in the Australopithecines, Journal of Human Evolution, 7, 115-126.

Wolpoff M.H., Stringer C.B., Kruszynski R.G., Jacobi R.M. et ApSimon A., I98I: Allez Neanderthal, Nature, 289, 823-824.

Yarnell R.A., I969: Contents of human paleofeces, in "The prehistory of Salts cave, Kentucky", Watson P.J. ed., report of investigations n°16, Illinois State Museum, Springfield.

Yarnell R.A., I977: Native plant husbandry north of Mexico, in "Origins of agriculture", Reed B.A. ed., The Hague, Mouton, 861-875.

Zanowiak P.P., I974: Dynamics of dental occlusion in baboons, J. Dent. Res., 53, 1208-1214.

Zdansky O., I927: Preliminary notice on two teeth of a hominid from a cave in Chihli (China), Bull. Geol. Soc. China, Pekin, 5, 281-284.

Zdansky O., I952: A new tooth of Sinanthropus pekinensis Black, Acta Zoologica, Stockholm, 33, 189-191.

Zdansky O., I980: communication personnelle le 28 janv. et le 12 fev.