



HAL
open science

L'Usure Dentaire de l'Homme de Tautavel

Pierre-François Puech

► **To cite this version:**

Pierre-François Puech. L'Usure Dentaire de l'Homme de Tautavel. Henry de Lumley, Jean Piveteau (1899-1991). L'Homo erectus et la place de l'Homme de Tautavel parmi les Hominidés fossiles., 1, CNRS, pp.269-275, 1982, Premier Congrès international de paléontologie humaine, Nice, 16-21 octobre 1982, Union internationale des sciences préhistoriques et protohistoriques. CNRS Paris, France. hal-01115225

HAL Id: hal-01115225

<https://hal.science/hal-01115225>

Submitted on 10 Feb 2015

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

L'Usure Dentaire de l'Homme de Tautavel

PUECH PF 1982. L'Usure Dentaire de l'Homme de Tautavel, in "L'Homo erectus et la place de l'homme de Tautavel parmi les Hominidés fossiles - Tome I" - congrès international de paléontologie humaine, **UISPP**, Nice, 16-21 octobre 1982. Paris : Centre national de la recherche scientifique (France), Colloque international : 249-275 <http://www.sudoc.fr/099465914>, Worldcat [493638833](http://www.worldcat.org/oclc/493638833)



La face du crâne Arago 21 © Pierre-François Puech. Le 22 juillet 1971, à 15h 30 apparaît la deuxième molaire supérieure gauche du vingt et unième reste humain découvert dans la grotte de l'Arago à Tautavel.

L'USURE DENTAIRE DE L'HOMME DE TAUTAVEL

Pierre-François PUECH

Résumé :

La forme de l'usure des dents de l'homme de Tautavel est celle habituellement rencontrée chez les chasseurs-collecteurs anciens et modernes. L'homme de Tautavel a broyé les aliments en exerçant des forces de dislocation très importantes mais il n'a pas usé ses dents plus vite que ne l'ont fait les aborigènes du siècle dernier.

Les particules abrasives incorporées à la nourriture ont largement contribué à cette usure, mais la vitesse de l'usure est cependant restée inférieure à celle que l'on trouve chez les végétariens exclusifs pour lesquels une action érosive des aliments s'ajoute à une mastication prolongée.

La comparaison des aspects microscopiques de l'usure avec ceux des dents d'animaux à diète connue n'a pas permis de retrouver pour Tautavel de caractères propres aux végétariens. L'étude expérimentale a montré le rôle particulier des fortes pressions exercées et des particules abrasives dans l'usure.

Un tableau des différents aspects microscopiques de l'usure des dents au cours de l'évolution humaine montre les caractères spécifiques des hommes proches de l'homme de Tautavel.

La mise au point d'une nouvelle méthode d'analyse de l'usure des faces vestibulaires des dents jugales met en évidence la similitude d'alimentation des hommes de Tautavel, de Choukoutien et de Montmaurin avec les amateurs de viande comme les esquimaux.

Abstract :

The wear out pattern on teeth in Tautavel Man is that usually found in hunters-collectors, both old and modern. The Tautavel Man crushed his food by exerting very important dislocation forces but he did not wear out his teeth more quickly than did the aborigenes of the last century.

The abrasive particles incorporated in the food largely contributed to this abrasion but the speed of abrasion remained however smaller than that which is found in pure vegetarians, for whom a prolonged mastication is added to the erosive action of food.

The comparison of the microscopic aspects of abrasion with those of animals having a known diet does not make it possible to trace in Tautavel Man characters typical of vegetarians. Experimental study evinces the particular role played by the strong pressures exerted and by the abrasive particles in the wearing out process.

A table of the different microscopic aspects of the wearing out of teeth in the course of human evolution displays the specific characters of the men close to Tautavel Man.

Thanks to a new, perfected method of analysis of abrasion of the labial sides of cheek teeth, one brings forth the similarity between the food of Tautavel Man, Choukoutien and Montmaurin Men and that of meat-eaters like Eskimos.

Laboratoire de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle
et Laboratoire d'Anthropologie, Faculté de Médecine Nord,
Boulevard Pierre Dramard, 13326 Marseille cedex 3, France,
L.A. 184 du C.N.R.S.

Henry et Marie-Antoinette de Lumley ont mis au jour à Tautavel un ensemble d'ossements d'hominidés datant de 450 000 ans environs. Ces restes très complets représentent au minimum 4 adultes et 3 enfants.

L'homme de Tautavel a un massif facial et les muscles élévateurs de la mandibule projetés en avant. Les mandibules sont longues, avec planum alvéolaire et un corps mandibulaire bas et très épais ainsi que des branches montantes massives. La comparaison des mandibules adultes montre une forte différence de robustesse suivant les sujets, ce qui évoque un dimorphisme sexuel très marqué. Les couronnes dentaires possèdent des cuspidés basses et $M2 > M1 > M3$.

La taille des dents des sujets robustes de Tautavel est exceptionnellement grande puisque leurs dimensions dépassent largement celles des néanderthaliens et même celles de la plupart des Homo erectus (M.-A. de Lumley 1981).

A une anatomie osseuse et dentaire renforcée correspond une puissante musculature prévue pour produire des forces considérables. Ces forces lors de la mastication facilitent l'écrasement des aliments mais également les altérations des tissus dentaires.

Afin de mieux comprendre la dynamique des mâchoires et des dents de l'homme de Tautavel nous rechercherons à connaître le degré, la vitesse ainsi que la forme de l'usure des dents par l'examen macro- et microscopique des altérations de surface provoquées par le travail de la dentition des sujets 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 dentition ne fait pas que de mâcher les aliments; elle sert à la préhension et aussi pour couper, moudre, tenir et déchirer. Les faces occlusales ne portent donc pas les seules traces de la mastication et leur aspect dépend également d'autres activités auxquelles peut se livrer un individu. Les dents les plus intéressées étant les dents les plus en avant sur l'arcade.

La répartition de l'usure des dents de la mandibule robuste Arago XIII (qui possède 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 décroît des dents antérieures aux dents postérieures (photo n°7).

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 parastomatique.

La deuxième prémolaire gauche de A.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 1975, 1981) et à l'habitude de fractionner la viande en arrachant chaque morceau en se servant des dents antérieures comme d'une tenaille (Puech 1981a).

Il est intéressant de noter qu'on a signalé que les individus qui vivent essentiellement de végétaux ont une usure plus prononcée des molaires que des prémolaires (Anderson 1965, Molnar 1971, Smith 1972).

Qualité de l'usure.

On peut classer en deux activités successives les séries d'élévations et d'abaissements de la mandibule qui triturent les aliments (Kay et Hilemae 1974).

La première activité (1) consiste à réduire en pulpe la "bouchée" par écrasement avec pénétration dans l'aliment des pointes cuspidiennes mais sans contact entre les dents opposées.

La seconde activité (2) a pour but de cisailer et (ou) de moudre les aliments avec contacts des dents opposées ou proches contacts (une petite quantité d'aliments venant s'interposer). Il se produit alors des facettes d'usure (Butler 1952). Mills (1955) a relié les facettes des dents jugales à la dynamique de la mastication. Il les a attribuées à un moment particulier de la mastication ainsi :

- la première activité (1) consacrée à attendrir les aliments, va simplement émousser les reliefs des surfaces occlusales,
- la deuxième activité (2) par frottement des dents des arcades opposées, va provoquer des facettes d'usure. Si les contacts dentaires ont réellement lieu les facettes auront des bords bien délimités, si les contacts ne sont qu'approchés les surfaces seront convexes et mal limitées.

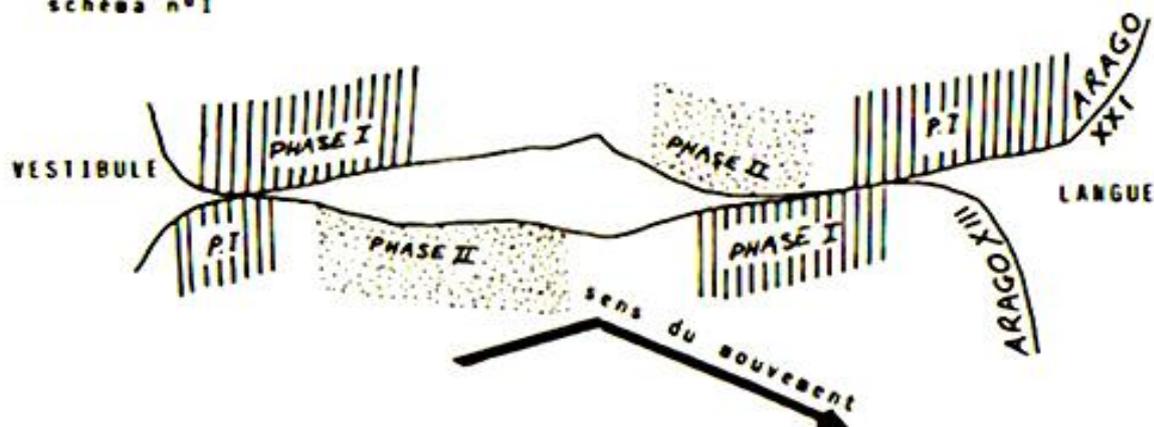
Les dents jugales des crânes Arago XXI et Arago XLV ont des plans d'usure dont les limites apparaissent clairement alors que les facettes des dents de Arago XIII ne sont bien limitées que dans les premiers stades de l'usure. Notamment pour la troisième molaire et de façon déjà bien atténuée pour la première prémolaire alors que la deuxième prémolaire bien que très peu usée a une pointe cuspidienne émoussée sans que l'on puisse 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 aiguissent leurs dents) et n'a provoqué qu'exceptionnellement 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 schéma n°1).

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

schéma n°1



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 l'usure qu'elle a provoqué 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 cuspidés :

- Phase I action de cisailer,
- Phase II action de broyer.

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 (1968) et Pilbeam (1972) pensent que la forte usure de la 1ère 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 1ère et 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 (1979) en divisant la surface en quadrants et en accordant une note comprise entre I et IO pour chacun. La somme des valeurs obtenues pour les 4 quadrants donne la valeur de l'usure de la dent (tableau n°1).

Tableau n°1 molaire		M1 d.inf.		M2 d.inf.		M3 d.inf.		
		M	D	M	D	M	D	
Mauer	V	6	6	5	4	4	4	M1d.inf.:1ère molaire inférieure droite. M2d.inf.:2ème molaire inférieure droite. M3d.inf.:3ème molaire inférieure droite. M = mésial D = distal V = vestibulaire L = lingual
	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	2	2	I	I	

Tableau n°2 valeur totale de l'usure				différence d'usure	
molaire	M1	M2	M3	M1-M2	M2-M3
Mauer	21	17	15	4	2
Arago XIII	20	10	6	10	4
Montmaurin	18	8	5	10	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 & Montmaurin d'une part et Mauer d'autre part (tableau n°2).

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 vieillissement. 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 1975 à propos d'une collection de crânes d'aborigènes du Queensland (Puech 1976a). Nous avons classé l'usure suivant les 3 stades décrits par Murphy (1964). 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 (tableau n°3).

Tableau n°3. Récession osseuse en millimètres au collet des dents côté lingual et côté vestibulaire.

dent		M1ds	M2ds	M3ds	M1gs	M2gs	P1ds	P1gs	P2gl	M2gl	M3gl	P1di	M1di	M2di	M3di
Arago XIII	L V											1,6 2	1,8 2,4	1,8 1,6	1,6
Arago II	L V							2,4 2,5	4,9 2,7	4,4 2,7			3 3,2	4,7 3,5	
Arago XXI	L V	3,7 2,8	2,8 2,1	3,2 1,6	3,4 2,6	4,4 3,2	3 1,8	3,8 2							
Arago XLV	L V					2,7 3,3									
st. 1 Queen	L V	2,6 2,35											2,39 1,75		
st. 2 Queen	L V	2,9 3											3,15 2,42		
st. 3 Queen	L V	3,7 3											3,77 3,13		

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

Arago XIII: stade 1

Arago II: stade 3

Arago XXI: stade 1 avancé et

Arago XLV: stade 2.

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 de vieillissement 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 occlusale 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 (1970) cette usure proximale est le résultat d'une adaptation aux forces d'occlusion puissantes nécessaires chez certains primates se nourrissant 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 1971).

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 1941 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 (1958) 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 (tableau n°4).

Tableau n°4. Diamètre vestibulo-lingual des facettes d'usure proximale en millimètres. e : indique valeur estimée.						
dent mesurée		M2 g.s.	M2 d.i.	M1 d.i.	P2 d.i.	P1 d.i.
Méganthrope	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		1,7	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 1956). Cependant comme l'écrit Wolpoff (1971), 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. 1980c).

Forme de l'usure.

Si l'homme se nourrit essentiellement de végétaux il produit très souvent un usure en coupelle des dents (Molnar 1971).

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.

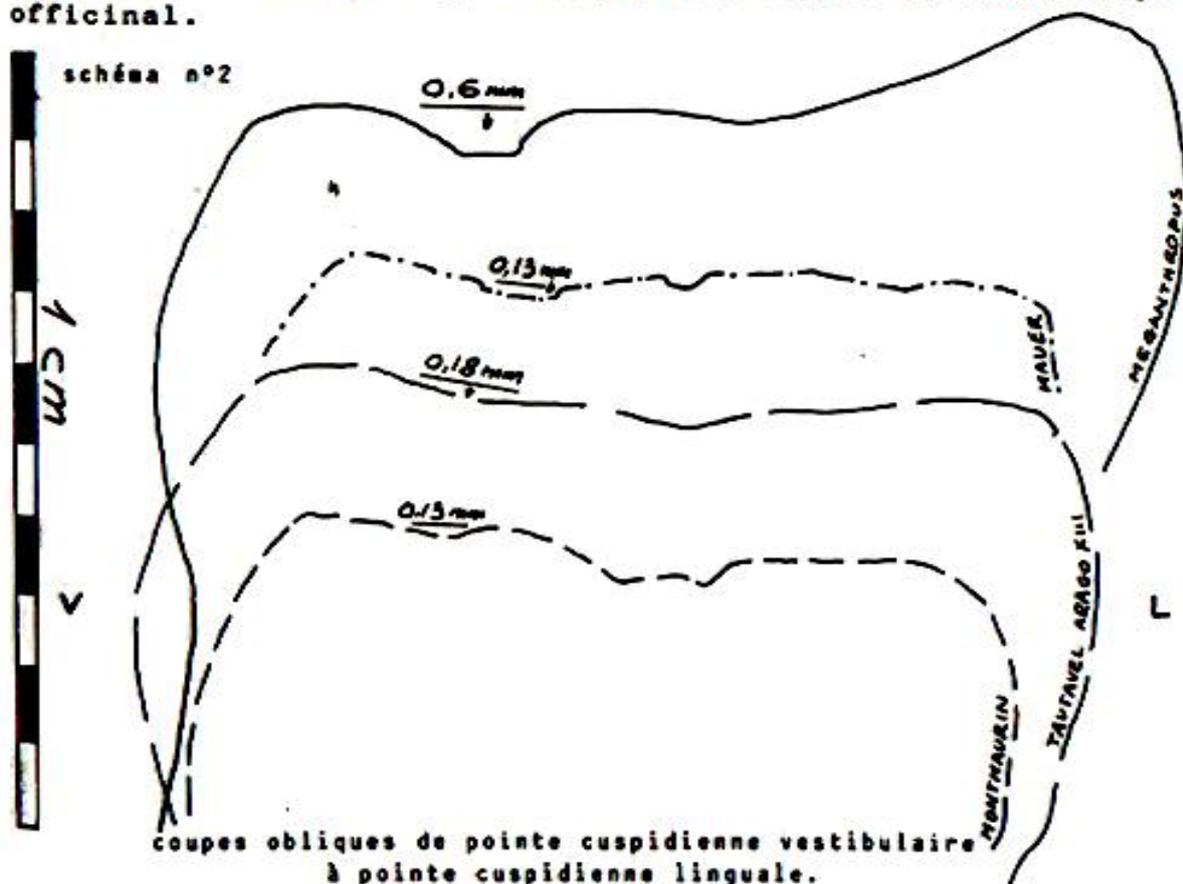
1/ Usure plus rapide de la dentine qui forme de véritables coupelles, la dentine étant située entre deux murs d'émail, le mouvement principal de la mandibule est l'élévation qui provoque l'écrasement des aliments entre les dents du haut et celles du bas (Méganthrope: 0,6 mm).

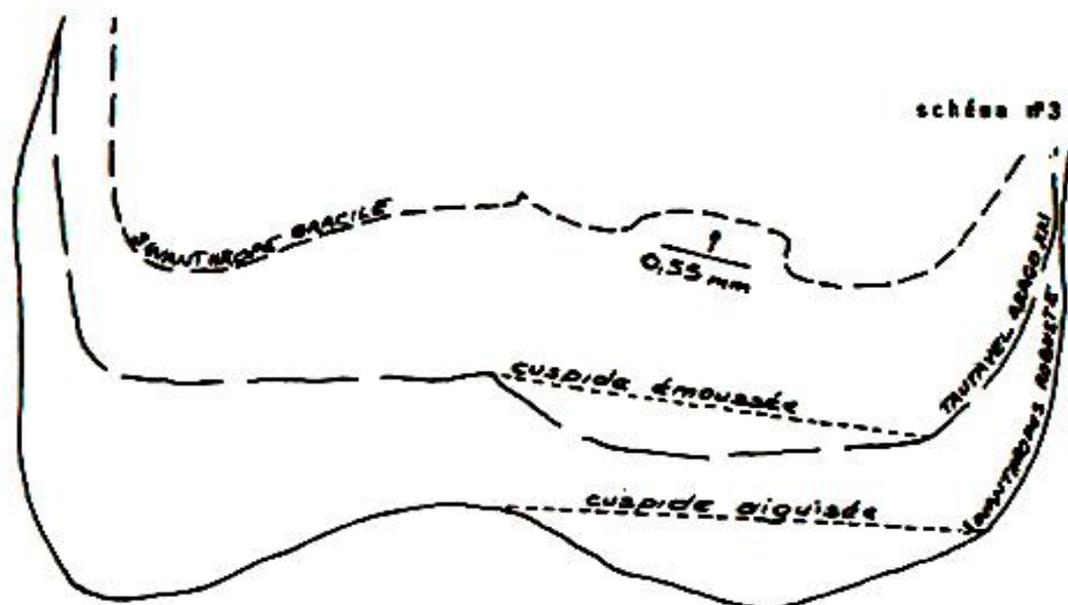
2/ Le mouvement principal de la mandibule est toujours l'élévation qui provoque l'écrasement mais un glissement lui est associé et alors le bord de l'émail, seulement maintenu par la dentine s'effrite plus vite que le bord de l'émail protégé par la dentine (Sinanthrope gracile: 0,55 mm).

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

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

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





Résistance à l'usure.

Les études sur l'épaisseur de l'émail ont été faites par Molnar et Gantt (1977) qui ont utilisé des dents sectionnées. Nous n'avons évidemment pas sectionné les dents de Tautavel mais mesuré comme l'indique Kay (1981) 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 (tableau n°5).

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

sujet	Még.	Nauer	AXIII	AI	AXXI	Sin.	Mont.	Homo sp.	
	md.	md.	md.	md.	Mx.	Nx.	md.	md.	Mx.
M-D	14,5	11,5	13,3	11,2	11,8	11,3	11,5	12,5	10,3
M-De	15	12	14	12	12,5	12	12,2		
V-L	13,3	10,9	12,3	10,7	13	11,8	10,2	10,4	10
K	2,1	1,5	2	1,4	1,3	1,7	1,7	1,6	1,64

Kay en 1981 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. 1978). 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 par ailleurs (Puech 1976), 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 1980). Il sont donc très nombreux mais pour les distinguer entre eux nous les avons classés comme suit:

1. poli miroir, la surface est lisse et brillante, à fort grossissement aucun relief n'est discernable. Cet aspect est dû au contact direct 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 (photo n°2).
3. lisse et mat, la surface usée par friction d'une matière rugueuse est attaquée chimiquement et les structures apparaissent (photo n°10).
4. très finement strié, si les stries sont groupées, très serrées, parallèles entre elles et ont des dimensions variant entre 0,2µm et 1µm, 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 1µm et 20µm. (photo n°1).
6. avec sillons, peu profonds les sillons forment de véritables 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 (1978) à propos du *Microtus townsendi*, rongeur se nourrissant d'herbes et d'écorces, nous avons retrouvé cet aspect chez 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 0,1 à 2 millimètres (photo n°3).
9. granuleux, la forte compression provoque de petites altérations rapprochées (les aliments fibreux sont ceux qui réclament les plus fortes pressions). 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 (Arago XXI et XLV).

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'altère 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 très différent de l'émail et de la dentine pour une même action.

Grossissement 50.

photo n°1



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

photo n°2

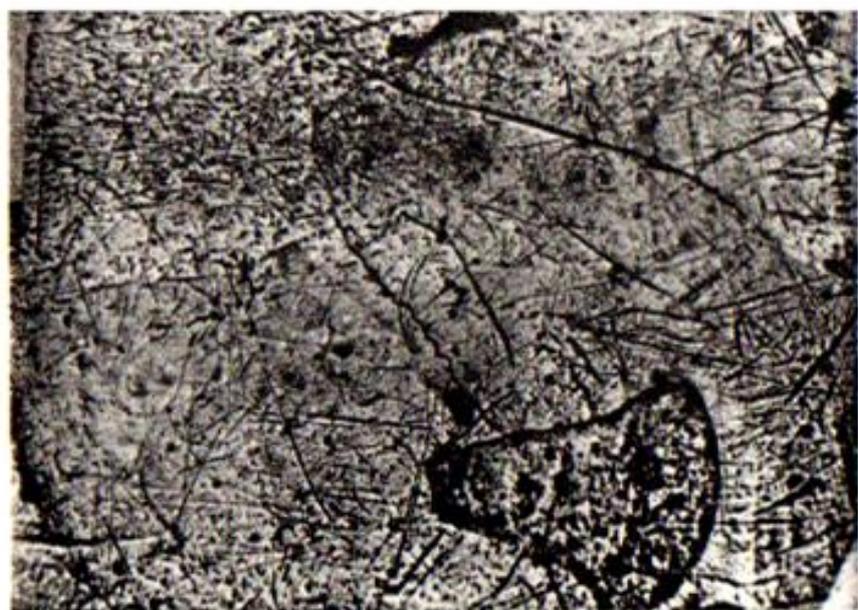
Un "enamel chip" est un éclat d'émail dont la dimension est égale ou supérieure à 0,1 mm.

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°3





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 n°4



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 cisailier ressemblent à des éra-
flures.

photo n°5



Sinanthropus officinalis
On distingue sur la
surface occlusale de
la première prémolaire
inférieure à l'angle
vestibulaire de nombreu-
ses stries parallèles
entre elles et très
rapprochées provoquées
par l'action de cisail-
ler.

photo n°6



Photo n°7

ARAGO XIII

5 surfaces occlusales des dents jugales.
 La trituration se fait en deux phases:
 -la phase 1 produit des facettes sur les versants vestibulaires des cuspidés 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 cuspidés externes. Cette phase comprime les aliments et provoque de nombreux puits (à gauche sur la photo du dessous).

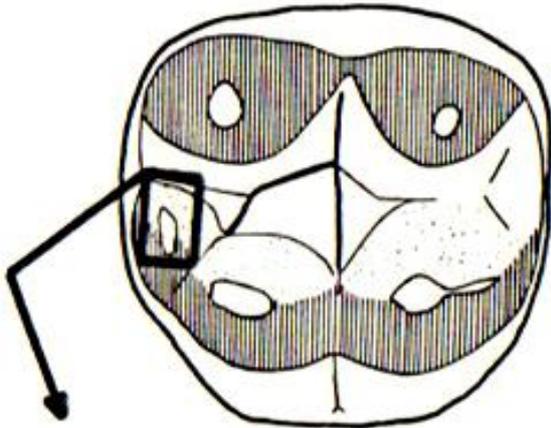
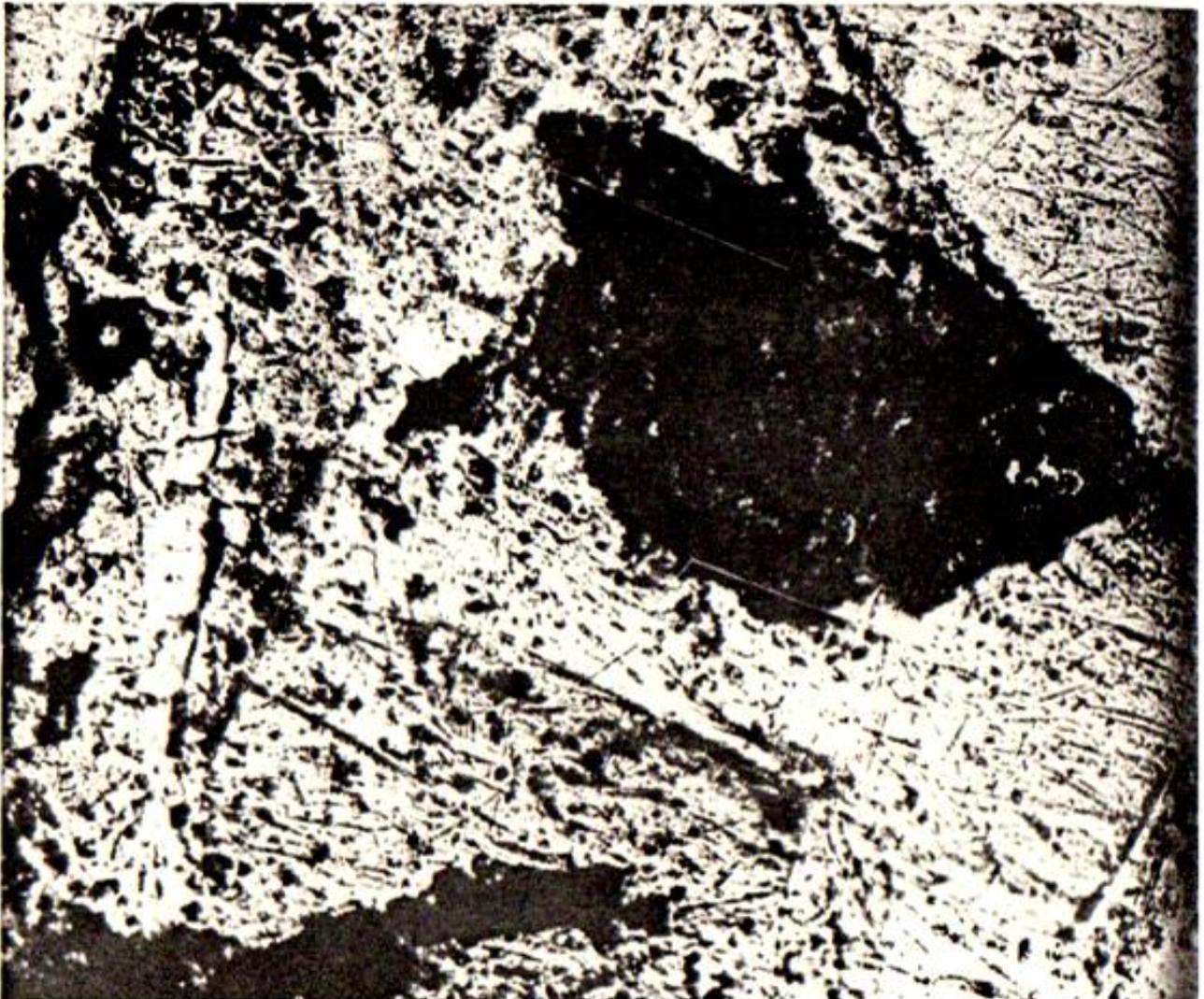


Photo n°8



FAUFAYEL 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 ($\times 50$). Le nombre de stries et d'éclats est dû à l'incorporation de grains abrasifs et à une puissante mastication des aliments.

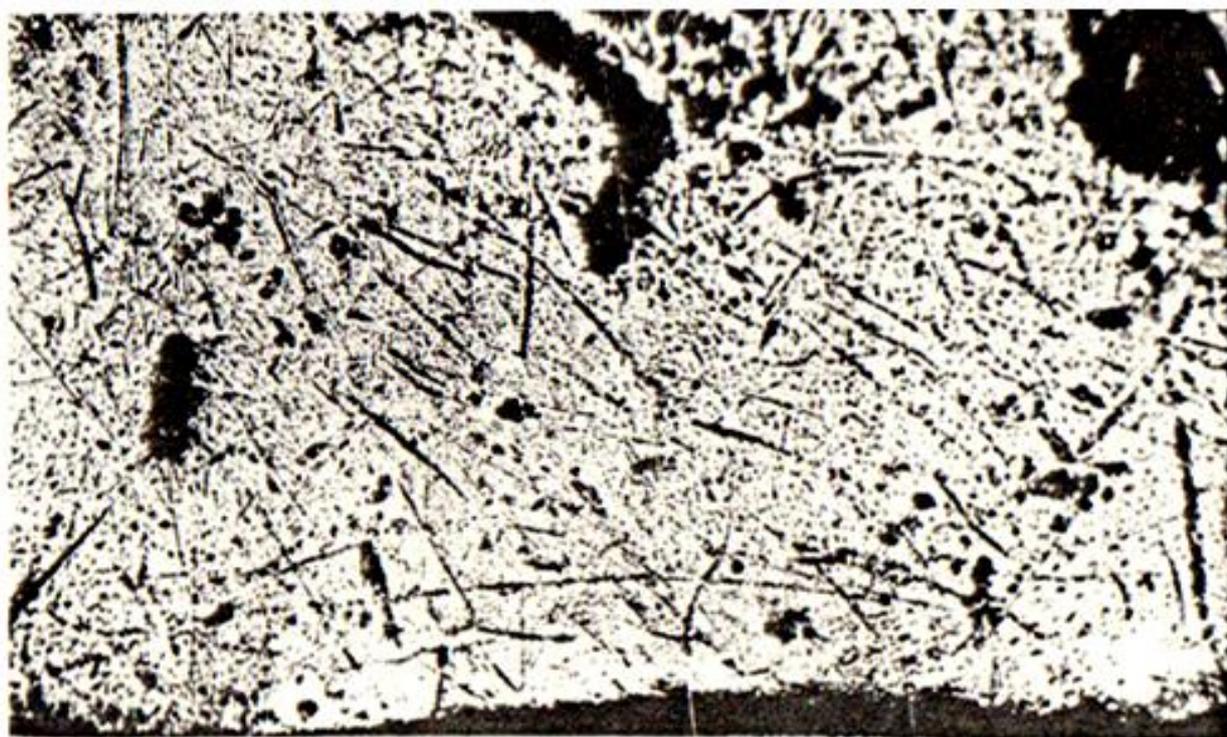
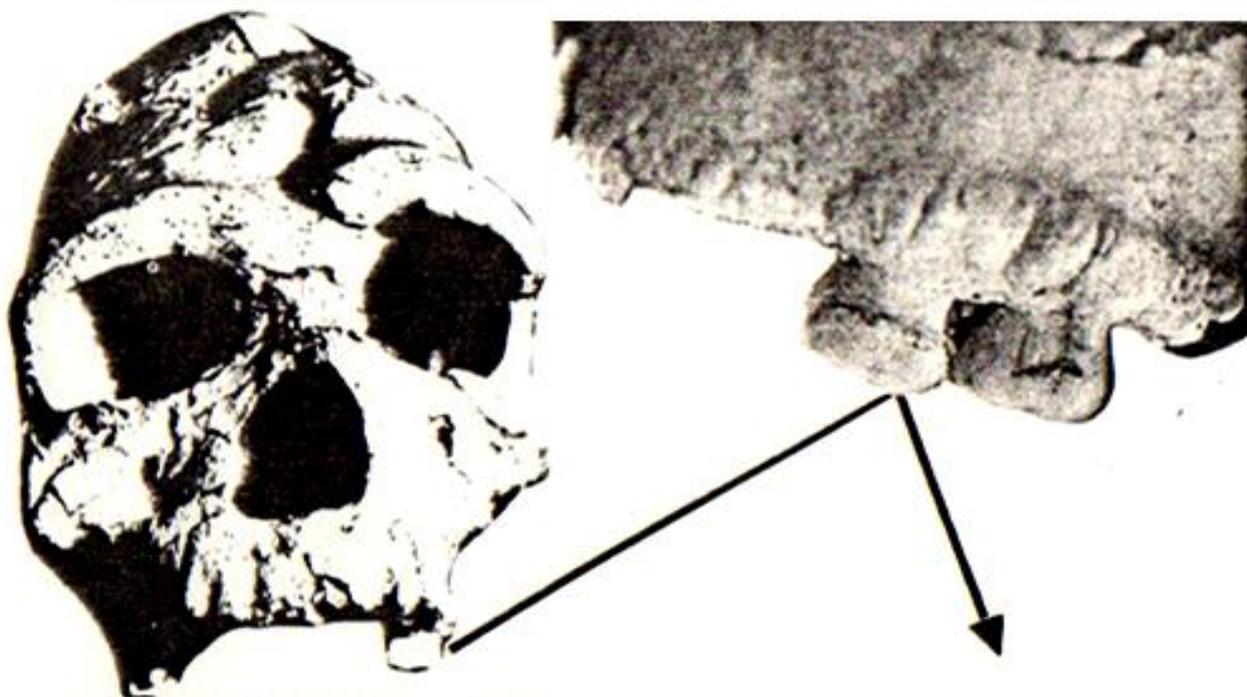


Photo n° 3

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'étudierons 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 cuspidés vestibulaires des molaires inférieures faisant face aux pointes des cuspidés 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'intercuspitation est maximum. La phase I produit une série de facettes sur les versants linguaux des cuspidés des molaires supérieures et sur les versants vestibulaires des cuspidés 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 (photo n°8 et photo n°9).

La phase II poursuit le mouvement à partir de la relation centrée par glissement qui amène les molaires inférieures vers le bas en avant et le plan sagittal de la face. La phase II intéresse les versants vestibulaires des cuspidés internes des molaires supérieures et les versants linguaux des cuspidés 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 (photo n°8).

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 singes anthropoïdes une disposition des cuspidés des molaires très semblable il existe certains reliefs plus ou moins développés. Les ponts entre cuspidés sont importants chez le gorille alors que l'orang outan a une surface occlusale avec cuspidés particulièrement basses. Ces deux adaptations à 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 pas trop} 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 pénétrer les particules dans les tissus dentaires. De préférence dans la dentine qui est moins résistante et prend alors un aspect granuleux qui domine pour Arago XXI et le sinanthrope des officines.

-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. 16), la Carrière Thomas, les hominidés de Java et l'orang outang.

-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 dentaires.

Les phytolithes ont des dimensions variant de 5 à 100 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.

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

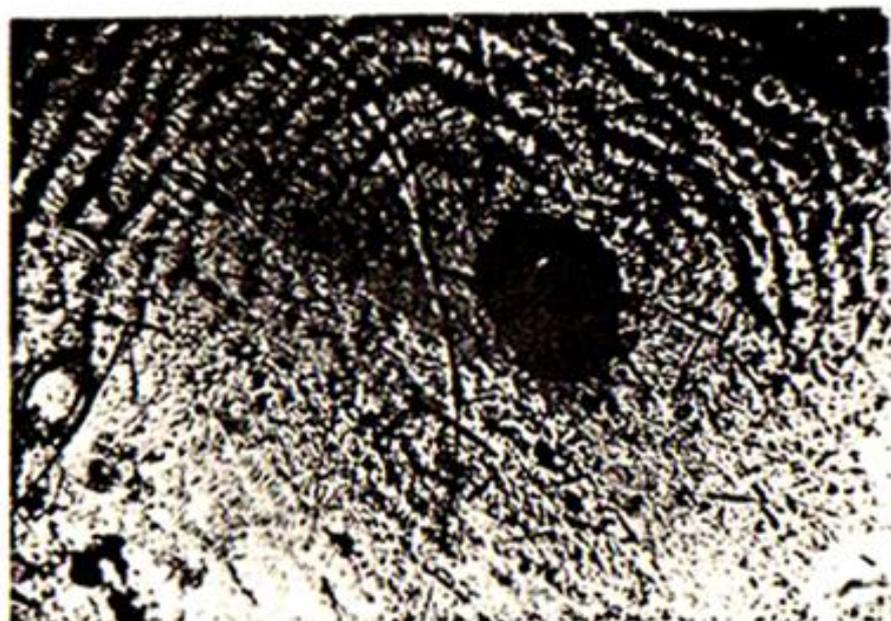
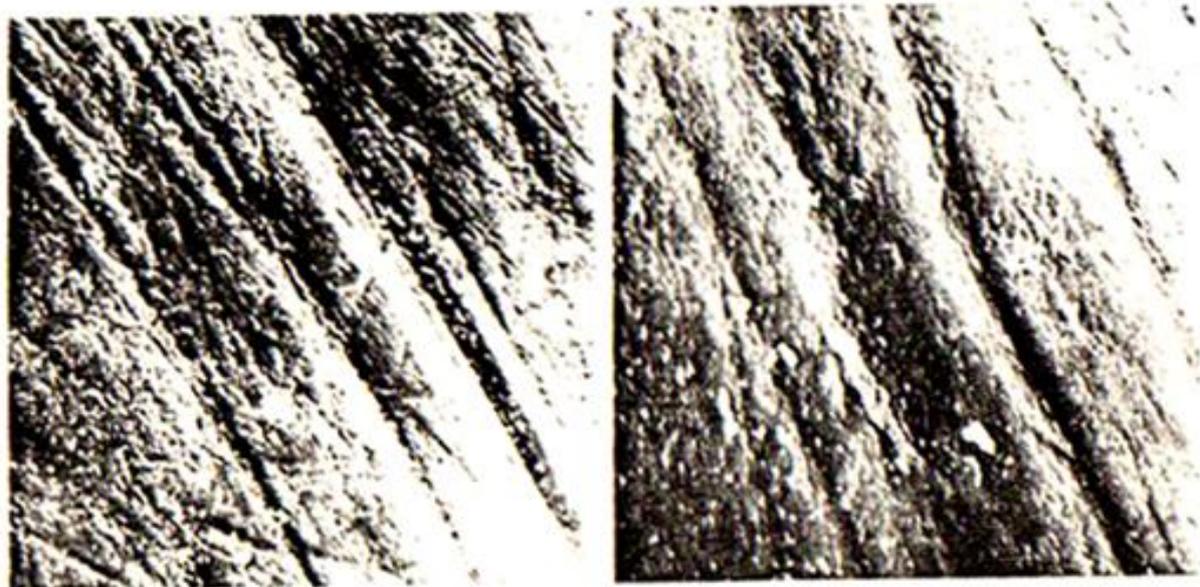


Photo n° 10 : Australopithecus afarensis A.L.266, 1ère prémolaire inférieure droite. Cet individu dont les activités prédatrices étaient forcément limitées, a fortement usé les surfaces occlusales de ses dents par friction et érosion. Ce type d'usure fait apparaître les structures de l'émail. Cette usure est celle que l'on a observée pour l'orang outang fossile, le Meganthrope et l'Homme de la Carrière Thomas I.

Photo n° 11 : cerf de Tautavel (x1800) Photo n° 12 : cerf de Mauer (x1200) 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.



avec leur géométrie (Puech et Prone 1979).

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 et 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 vécu 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 lèvres 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 après 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.

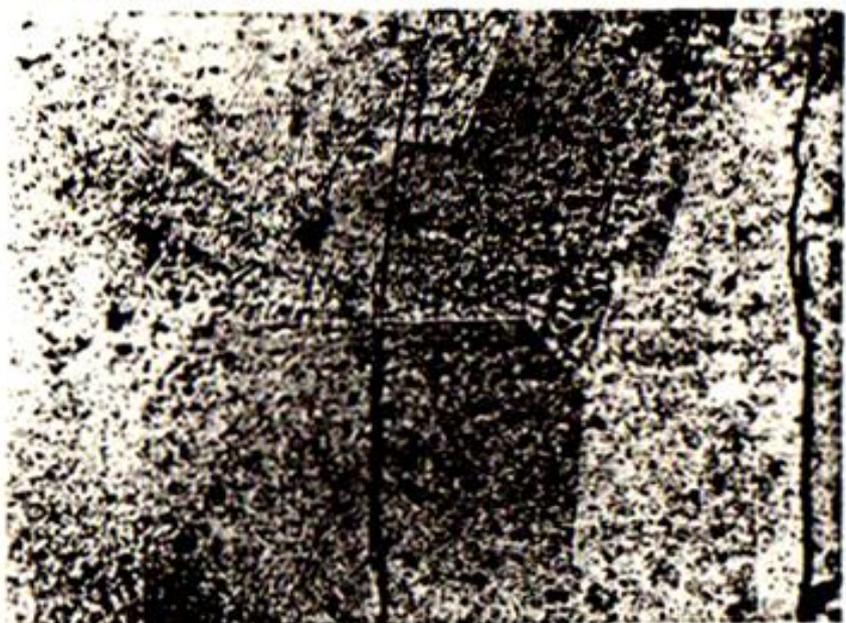
Les végétaux sont plus facilement morcelés par les incisives ou les prémolaires (carotte par exemple) et au fur et à mesure que la mastication progresse, le besoin d'ouverture pour remettre les aliments entre les surfaces triturantes va diminuer et les surfaces vestibulaires des couronnes dentaires seront 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. 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 1ère prémolaire qui assiste souvent les mains et la 3ème molaire



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 perikymaties sont bien apparentes et la surface est peu rayée.
photo n°13



Homo habilis O.H.7
Surface vestibulaire de la première molaire inférieure droite (x20). Les perikymaties sont encore bien apparentes et la surface est peu rayée.
photo n°14



Homo erectus Arago XIII
Surface vestibulaire de la première molaire inférieure droite (x20). Les stries sont nombreuses et l'usure a effacé les perikymaties sur une grande part de la surface
photo n°15

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



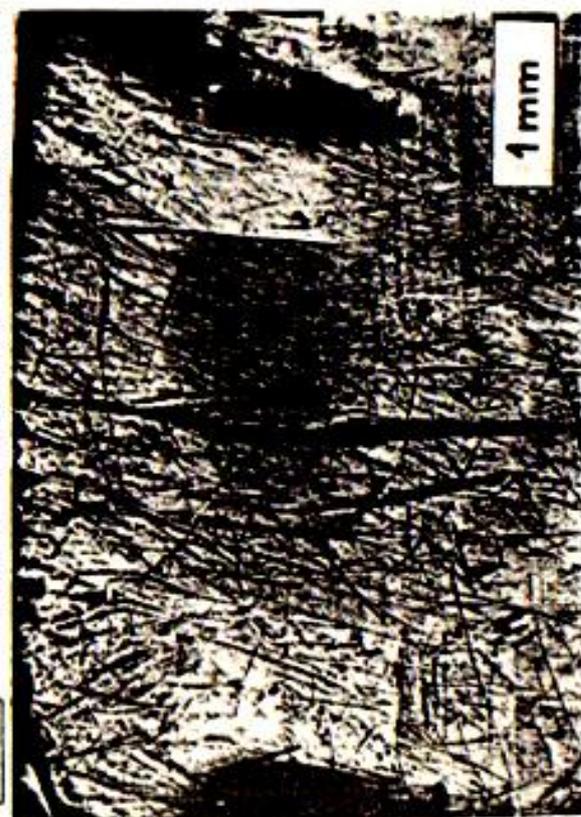
ARAGO XIII M2 d.i. (photo n°16)

IAUTAVEL



MONTAURIN M2 d.i. (photo n°18)

MONTEAURIN



CHOUKOUTIEN A4 UPPSALA 3 P2 d.i. (photo n°17)

PIKIN

1 mm

ANALYSE AU MICROSCOPE DES STRIES PRESENTES SUR LES SURFACES
DENTAIRES D'HOMO ERECTUS TAUTAVELENSIS.

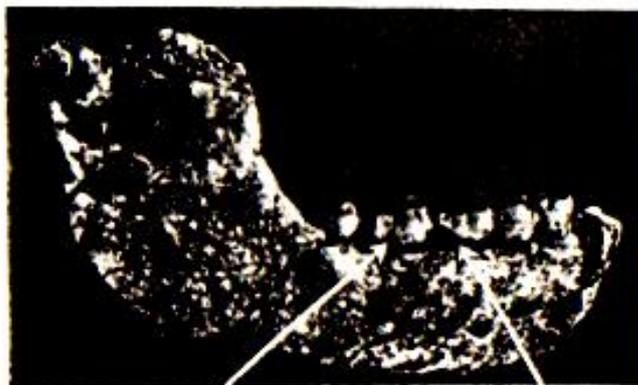


Photo n°19



Photo n°20



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

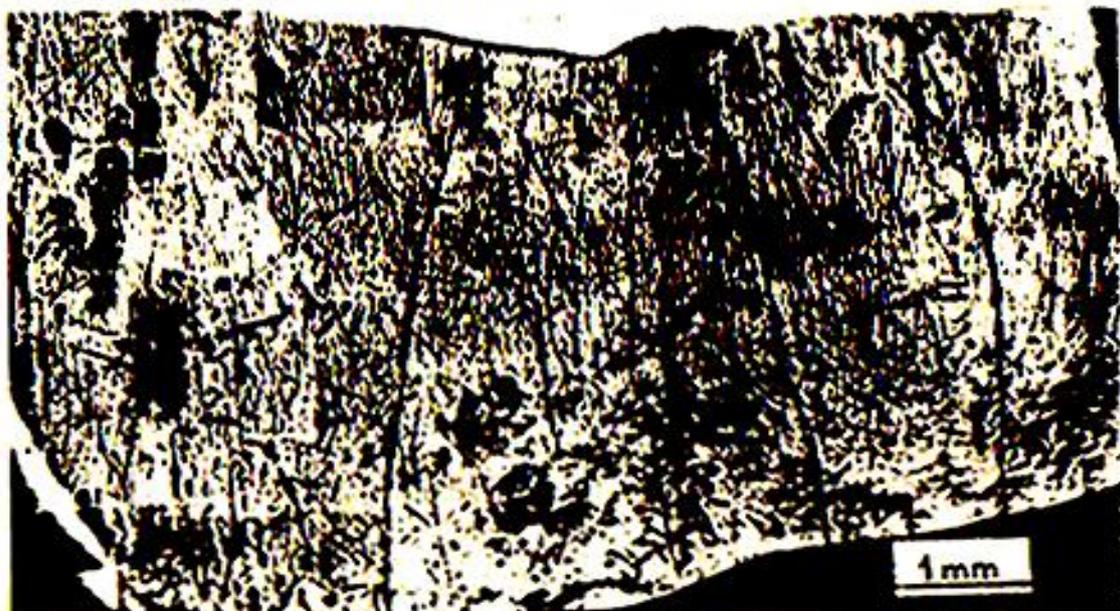
L'EXAMEN DES SURFACES VESTIBULAIRES des couronnes dentaires montre par la différence de nombre, de longueur et d'orientation des stries, que l'homme de RAUER et l'homme de LAUTAVEL n'ont pas effectué les mêmes choix alimentaires.

L'Homme de Rauer, première molaire inférieure droite (photo n°21).



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

L'Homme de Lautavel, Arago XIIIIV première molaire déciduale inférieure droite (photo n°22).



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 1ères et 2èmes 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 1976). 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 (Peyrautes près de Grasse, France) est de 0,54 mm (Puech et coll. 1980 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 (Fino et Craig 1981). 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 nourrissaient à 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 (photo n°16, 17 et 18) 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 occlusa-

les 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 cuspidés basses et émoussées faites pour un régime omnivore, leur usure nous fournit la possibilité de mieux connaître les caractéristiques physico-chimiques des aliments consommés. L'étude de l'environnement du sujet indique ensuite quelles 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 1976) 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.

BIBLIOGRAPHIE

- Anderson J.E., 1965 : Human skeletons of Tehuacan, *Science*, 148, 496-497.
- Barker B.C.W., 1975 : Relation of the alveolus to the cemento-enamel junction following attritional wear in aboriginal skulls, *J. Periodont.*, 6, 357-363.
- Brace C.L., 1975 : commentaire de Wallace J.A. : Did La Ferrassien use his teeth as a tool?, *Current Anthrop.*, 16, 396-397.
- Brace C.L., 1981 : commentaire de Puech P.-F. : Tooth wear in La Ferrassien, *Current Anthrop.*, 22, 427.
- Butler P.M., 1952 : The milk molars of *Perrissodactyla* with remarks on molar occlusion, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 121, 777-817.
- Fine D. et Craig G.T., 1981 : Buccal surface wear of human premolar and molar teeth, *J. Hum. Evol.*, 10, 335-344.
- Kay R.F. et Hiemae K.M., 1974 : Jaw movement and tooth use in recent and fossil primates, *Am. J. Phys. Anthrop.*, 40, 227-236.
- Kay R.F., 1981 : The nut-crackers. A new theory of the adaptations of the Ramapithecinae, *Am. J. Phys. Anthrop.*, 55, 141-151.
- Lumley de H., 1976 : La Préhistoire Française, tome I, vol. 1 et 2, C.N.R.S. ed., Paris.
- Lumley de M.-A., 1981 : L'Homme de Tautavel, critères morphologiques et stade évolutif, in: Colloque International du C.N.R.S., Datations absolues et analyse isotopique en Préhistoire, méthodes et limites, 259-264.

- Lysell L., 1958 : Quantitative and qualitative determination of attrition and the ensuing tooth migration, *Acta Odont. Scand.*, 16, 267-293.
- Mann A.E., 1968 : The paleodemography of *Australopithecus*, Ph. Dissertation, Univ. of California.
- Mills J.R.E., 1955 : Ideal dental occlusion in the primates, *Dent. Pract.*, 6, 47-61.
- Molnar S., 1971 : Human tooth wear, tooth function and cultural variability, *Am. J. Phys. Anthrop.*, 34, 175-190.
- Molnar S. et Gantt D.G., 1977 : Functional implications of primate enamel thickness, *Am. J. Phys. Anthrop.*, 46, 447-454.
- Murphy T.R., 1964 : Reduction of the dental arch by approximal attrition, a quantitative assessment, *Brit. Dent. J.*, 116, n°II, 483-488.
- Pilbeam D., 1972 : *The Ascent of Man*, Macmillan ed., New-York.
- Puech P.F., 1976 a : Les dénudations cervicales chez l'homme du Paléolithique, *Rev. Odont. Stom.*, 6, 485-489.
- Puech P.F., 1976 b : Recherche sur le mode d'alimentation des hommes du Paléolithique par l'étude microscopique des couronnes dentaires, in : *La Préhistoire Française*, Lumley de H., C.N.R.S. ed., Paris, 708-709.
- Puech P.F. et Prone A., 1979 : Reproduction expérimentale des processus d'usure dentaire par abrasion: implications paleo écologiques chez l'homme fossile, *C. R. Acad. Sc. Paris*, 289, série D, 895-898.
- Puech P.F. et Pant R., 1980 a : Un modèle d'étude de l'alimentation des hommes fossiles, *Bull. et mém. de la Soc. d'Anthropologie de Paris*, 7, série XIII, 61-64.
- Puech P.F., Albertini H. et Mills N.T.W., 1980 b : Dental destruction in Broken-Hill man, *J. Hum. Evol.*, 9, 33-39.
- Puech P.F., Prone A. et Kraatz R., 1980 c : Microscopie de l'usure dentaire chez l'homme fossile: bol alimentaire et environnement, *C. R. Acad. Sc. Paris*, 290, série D, I413-I416.
- Puech P.F., 1981 a : Tooth wear in La Ferrassie, *Current Anthrop.*, 22, 425-429.
- Puech P.F., Prone A. et Albertini H., 1981 b : Reproduction expérimentale des processus d'altération de la surface dentaire par friction non abrasive et non adhésive: application à l'étude de l'alimentation de l'homme fossile, *C. R. Acad. Sc. Paris*, 293, série II, 729-734.
- Rensberger J.M., 1978 : Scanning electron microscopy of wear and occlusal events in some small herbivores, in : *Development, Function and Evolution of teeth*, Butler P.M. et Josey K.A., Academic Press, London, 415-438.
- Scott E.C., 1979 : Dental wear scoring technique, *Am. J. Phys. Anthrop.*, 51, 213-218.
- Smith P., 1972 : Diet and attrition in the Natufians, *Am. J. Phys. Anthrop.*, 37, 233-238.
- Walker A., Hoeck H.N. et Perez L., 1978 : Microwear of mammalian teeth as an indicator of diet, *Science*, 201, 908-910.
- Walpoff M.H., 1971 : Interstitial wear, *Am. J. Phys. Anthrop.*, 34, 205-228.