

L'APPORT DES NUTRITIONNISTES A LA COMPREHENSION DES COMPORTEMENTS ALIMENTAIRES DES HOMO SAPIENS

Gilles DELLUC, avec la collaboration de Brigitte DELLUC
et de Martine ROQUES¹

RESUME

Durant 99,5% de leur évolution, les hommes ont été des omnivores, consommateurs de la viande maigre du gibier, de plantes sauvages à fibres et pratiquant l'exercice physique. Le Néolithique et, plus encore, la révolution industrielle ont considérablement modifié leur mode de vie. En fonction des ressources animales et végétales disponibles au cours des temps préhistoriques, en colligeant les nombreux indices mis en évidence par la fouille des gisements et l'analyse des graphismes préhistoriques, il est possible, en s'appuyant sur des connaissances actualisées en nutrition humaine, de tenter un essai de "paléo-physiologie" des *Homo sapiens*. On peut alors se faire une idée assez précise de la composition de la ration alimentaire à divers moments de notre préhistoire, expliciter certains choix, comprendre certaines pratiques.

ABSTRACT

Since they (almost) appeared, men have been omnivorous, eating lean meat of game, rough wild plants, and physically training. Neolithic, and, further more the Industrial Revolution, have hugely modified their way of life. Depending on animal and plant supplies during prehistoric time, comparing the numerous evidence given by excavations and the analysis of prehistoric drawings, an attempt of *Homo sapiens*' "palaeo-physiology" can be done, working on up-to-date knowledge of human nutrition. Then we can imagine quite precisely the composition of the diet at different times during our prehistory, explain some choices, and understand some behaviours.

INTRODUCTION

Nous sommes sur cette terre, depuis 2,5 millions d'années, depuis *Homo habilis* en Afrique. Nous nous sommes nourris de la chair des animaux sauvages, charognés ou chassés, et des plantes cueillies ou ramassées, en pratiquant un exercice physique intensif. Nous sommes génétiquement programmés pour ce mode de vie. Il y a moins de 10 000 ans, progressivement,

¹ Laboratoire de Préhistoire du Muséum national d'Histoire naturelle, Institut de Paléontologie Humaine, 1 rue René Panhard, 75013 Paris.

les hommes ont inventé la culture et l'élevage : la production des céréales farineuses et des animaux gras.

Cette révolution néolithique va nous conduire, à travers l'Histoire, jusqu'à la fin du siècle dernier : l'expansion industrielle nous apportera alors un surcroît de denrées alimentaires, essentiellement les sucres "rapides" de la confiserie et de la pâtisserie, les acides gras saturés de la charcuterie et de la crèmerie, le sel à foison, et, bien sûr, divers toxiques comme les boissons fortes et le tabac.

Bref, nous qui, pendant le Paléolithique, soit durant 99,5 % de notre trajectoire d'hommes, avons été des consommateurs de gibier, de poisson et de plantes sauvages, assez durement acquis, nous devenons, au décours, pour les derniers 0,5% de notre évolution, des sédentaires aux habitudes bouleversées, aujourd'hui menacés par l'obésité de surcharge, le diabète, l'hypertension artérielle, les anomalies des graisses sanguines, les maladies coronaires, les accidents vasculaires cérébraux, et probablement certains cancers, qui sont devenus les maladies de notre siècle et seront, plus encore, les vraies maladies du XXI^e siècle tout proche. Mais il y a plus étonnant et démonstratif. Depuis quelques décennies seulement, certains peuples chasseurs-pêcheurs-cueilleurs, parvenus depuis peu à une vie "normale", analogue à la nôtre, paient un tribut plus lourd encore : actuellement le diabète frappe 50% des Indiens Pimas d'Arizona, 40% des Micronésiens de l'île de Nauru dans le Pacifique et 20% des Aborigènes australiens urbanisés.

Avec prudence, on peut tenir compte de ces observations en essayant de réfléchir à la vie de *Homo sapiens*. Car, nous sommes demeurés, intrinsèquement, les mêmes. Nos besoins en nutriments sont maintenant mieux connus du fait des progrès récents de la physiologie et de la médecine. Nous ne pouvons pas vivre - et nous n'avons pu survivre et évoluer - sans un apport minimum et équilibré en protides, lipides, glucides, sels minéraux, micronutriments et eau.

En fonction de ces données chiffrables, en fonction des ressources animales et végétales disponibles au cours des temps préhistoriques et en colligeant les nombreux indices mis en évidence par la fouille des gisements et l'analyse des graphismes préhistoriques, il est possible au préhistorien, s'appuyant sur des connaissances actualisées en nutrition humaine, de tenter un essai de "paléophysio-logie". Il pourra se faire une idée assez précise de la composition de la ration alimentaire à divers moments de notre préhistoire, expliciter certains choix, comprendre certaines pratiques. Une telle étude aura en outre deux conséquences notables : nous devons renoncer à l'image traditionnelle d'un homme préhistorique trouvant dans une pitance carnée une difficile subsistance, telle que l'a dessinée notre imaginaire (Delluc, 1995, p. 158-159) ; mais nous pourrions sans doute aussi tirer quelques leçons pratiques de ces observations, calculs et réflexions. C'est ce que nous avons essayé de montrer dans un livre récent auquel nous ferons souvent référence (Delluc, 1995).

QUELQUES CHIFFRES INDISPENSABLES

Dès l'origine, l'homme est un omnivore, comme le démontrent, notamment, la morphologie des dents, les stries microscopiques observées à leur niveau, les dosages de strontium/calcium, le carbone 13 (Delluc, 1995, p. 51-57).

L'apport animal et végétal dans l'alimentation des hommes d'aujourd'hui est très variable en quantité et répartition. Par exemple, exprimés en kilocalories par personne et par jour, les taux des produits animaux consommés vont de 50 kcal au Burundi (sur 2 217 kcal par jour) à 1 568 kcal au Danemark (sur 3 529 kcal par jour) (F.A.O., résultats 1983-1989). L'alimentation, à base de gibier et de végétaux non cultivés, a pu être minutieusement analysée chez plus d'une cinquantaine de peuples sans agriculture ni élevage, ayant survécu après 1950, dont l'apport carné quotidien moyen varie considérablement, suivant les peuplades, les pays et les climats : ainsi chez les Hadza de Tanzanie (20% de viande), deux groupes différents de Bushmen du Kalahari (Kung et Kade) (20 à 37%), les Tasaday des Philippines (42%), les aborigènes australiens d'Arnhem (40% de poisson, comme les peuples en bord de rivière ou de mer) et les Inuits (90% et plus) (Eaton *et al.*, 1985 ; Farb *et al.*, 1980, p. 117).

Compte tenu de ces observations, une première estimation nutritionnelle permet de définir une valeur énergétique moyenne pour 1 gramme de gibier (à partir de 25 espèces) et pour 1 gramme de plantes non cultivées (à partir de 44 végétaux sauvages normalement hydratées : 2 graines, 2 noix, 11 racines, 1 rhizome, 2 bourgeons, 1 tige, 2 "melons", 1 gousse, 2 baies, 1 truffe, 11 fruits et 1 céréale). Elles sont respectivement pour la viande de 1,41 kcal par gramme et pour les plantes de 1,29 kcal par gramme.

Pour un adulte, menant une vie de chasseur-cueilleur, en dehors de conditions environnementales extrêmes, la ration quotidienne s'établit en moyenne selon une proportion respective A/V de 35% de viande et 65% de végétaux. Le poids de la part animale (pA) et celui de la part végétale (pV), nécessaires pour fournir les 3 000 kcal journalières nécessaires (Delluc, 1995, p. 57-63, 166 et 175), se calculent à partir de l'équation suivante : $(1,41 \times pA) + (1,29 \times pV) = 3\,000$ kcal.

Ce qui correspond à un total pA + pV de 2 252 g de nourriture. Pour la proportion A/V de 35%-65% choisie, ce total se décompose en 788,2 g de viande et 1 463,8 g de plantes. Cette ration type (Eaton *et al.*, 1985, tab. 2 et 3, p. 285-286) s'avère comporter 35% de protides, 22% de lipides et 43% de glucides répartis de la façon suivante :

Nutriments	Ration g/j
Protides totaux	251,1
Protéines animales	190,7
Protéines végétales	60,4
Lipides totaux	71,3
Lipides animaux	29,7
Lipides végétaux	41,6
Glucides totaux	333,6
Fibres végétales	45,7

Tableau 1 - Modèle d'alimentation préhistorique (pour 3 000 kcal par jour), comportant 35% de produits d'origine animale et 65% de produits d'origine végétale (d'après S. Boyd Eaton). On note la quantité importante de lipides végétaux et de fibres végétales.

Une deuxième estimation, plus récente, toujours pour une répartition A/V de 35%-65%, basée sur 58 groupes de chasseurs-cueilleurs, intégrant cette fois 43 espèces de gibier et 153 plantes sauvages confirme et affine ces données et permet de comparer, en pourcentage par rapport à l'apport énergétique, l'alimentation probable des hommes du Paléolithique supérieur à celle des Américains actuels et à celle que recommandent les experts (Eaton *et al.*, 1988, tab. 1, p.741). Les chiffres entre parenthèses signalent les discrètes corrections ultérieures (Eaton *et al.*, 1992, tab. 9, p. 818) ; la quantité d'acides gras polyinsaturés par rapport à celle d'acides gras saturés est indiquée.

Nutriments	Paléo.sup.	U.S.A.	Experts
Protides (%)	33	12	12
Glucides (%)	46	46	58
Lipides (%)	21 (20-25)	42 (36-40)	30 (<30)
Ac. gras P. insat./sat.	1,41	0,44 (<0,50)	1
Cholestérol (mg)	520 (480)	300-500 (480)	300 (<300)
Fibres (g)	100-150	19,7	30-60
Sodium (mg)	690	2300-6900	1100-3300
Calcium (mg)	1500-2000	740	800-1600
Ac. ascorbique (mg)	440	87,7	60

Tableau 2 - Comparaison du modèle préhistorique avec l'alimentation actuelle et avec les recommandations des experts (d'après S. Boyd Eaton). On note dans l'alimentation d'aujourd'hui l'excès de lipides, le mauvais rapport des acides gras (trop d'acides gras saturés), l'énorme consommation de sel, le déficit en fibres et en calcium.

Il apparaît donc d'emblée que les chasseurs-cueilleurs et par extrapolation les *Homo sapiens* vont consommer : beaucoup de protides en particulier d'origine animale (mais la viande du gibier n'apporte que quelques grammes pour cent de graisse contre les quelque 25-30% de la viande si tendre des animaux d'élevage actuels) ; des glucides en quantité convenable (il s'agit de glucides lents surtout) ; peu de lipides avec un bon rapport entre les graisses polyinsaturées, "bonnes" sur le plan cardiovasculaire, et les "mauvaises" graisses saturées ; comme nous, un peu trop de cholestérol par rapport à l'avis des experts ; une très bénéfique quantité de fibres d'origine végétale ; très peu de sel (ce qui est parfaitement compatible avec une vie normale, sauf sous des climats très chauds, et très favorable pour prévenir l'hypertension artérielle) ; une quantité de calcium couvrant bien les besoins journaliers (tout particulièrement compte tenu des grossesses répétées et des allaitements prolongés) ; l'apport élevé de vitamine C, enfin, confirme bien la part prise par les végétaux dans l'alimentation.

A partir de ces données calculées pour un régime apportant en énergie 35% de viande de gibier et 65% de plantes sauvages, on peut calculer d'autres répartitions A/V de la ration d'origine animale et de la ration d'origine végétale. Le tableau suivant (Eaton *et al.*, 1985, tab. 4, p. 287) présente l'origine de l'énergie en fonction des nutriments pour 3 000 kcal par jour :

Répartition An./Vég.	20%-80%	40%-60%	60%-40%	80%-20%
Protides (%)	24,5	37	49	61
Glucides (%)	55	41	28	14
Lipides (%)	20,5	22	23	25
Ac. gras P.ins./sat.	1,72	1,33	1,08	0,91
Cholestérol (mg)	343	673	991	1299

Tableau 3 - Modèles préhistoriques de répartition des régimes alimentaires suivant la répartition entre les produits d'origine animale et les produits d'origine végétale (d'après S. Boyd Eaton). Les régimes de climat tempéré comportent beaucoup de végétaux (à gauche) ; les régimes de climat froid beaucoup de produits animaux (à droite). Dans le dernier cas (80%-20%), le taux de glucides est très bas : 14%. L'organisme en réclame environ 50%. D'où la nécessité de faire appel à la néoglucogénèse à partir des lipides et, en effet, l'homme préhistorique a fait la "chasse" aux lipides.

Ce tableau conduit d'emblée à faire deux ordres de remarques, la première très générale et les suivantes à propos de la répartition 80%-20%.

Tout d'abord, le calcul d'une ration quotidienne moyenne, aussi précis soit-il, ne peut avoir qu'une valeur théorique. Notre matériel d'étude est fait de groupes de chasseurs-cueilleurs. Leur approvisionnement animal et aussi végétal varie constamment suivant de nombreux paramètres : le lieu, la saison, le climat et l'époque considérés, et aussi la durée qui se chiffre en millénaires. Prenons un exemple de rapide mutation de la consommation qui nous est très

proche : la ration calorique quotidienne moyenne du Français est passée, en deux cents ans, de 1 753 kcal à 3 444 kcal ; tandis que les produits d'origine végétale de cette ration ne s'élevaient que de 1 460 kcal à 1 650 kcal, les produits d'origine animale bondissaient de 293 kcal à 1 794 kcal (Toutain *in* Brémond *et al.*, 1983, p.91). Il ne s'agira donc ici que de valeurs moyennes, qui constituent une intéressante base de départ, mais on ne perdra pas de vue le mode de vie irrégulier des Homo sapiens et la longue durée considérée.

En second lieu, la répartition A/V de 80%-20% (avec environ 1 732 g de viande et 433 g de plantes) correspond à un cas extrême de climat froid.

Dans ce cas, la ration protidique est considérable. La répartition A/V extrême de 80%-20% comporterait 437 g de protéines. La synthèse de l'urée et l'obligatoire perte d'eau qui l'accompagne place la limite supérieure de la ration protidique humaine à environ 400 g, pour une alimentation régulière. Cela suggère que, dans ce régime 80%-20%, les animaux mangés étaient plus gras (Eaton *et al.*, 1985, p. 287), tel le phoque (qui contient, pour 100 g de viande, 4 g de lipides (Eaton *et al.*, 1992, tab. 1, p. 815) dont une forte proportion d'excellents acides gras oméga 3), le morse ou le renne. Cela confirme bien qu'il ne peut s'appliquer qu'au cas extrême des peuples des pays très froids. D'ailleurs ces 400 g de protides correspondent à peu près aux deux kilogrammes de viande, voire plus encore, accompagnés, au mieux, de quelques centaines de grammes de végétaux, qui, selon les ethnologues, constituaient la ration quotidienne moyenne des Inuits (Delluc, 1995, p. 178-180). On n'aura pas manqué de remarquer qu'avec la baisse de la température et l'augmentation de la part animale de la ration, le poids total de la ration augmente de 2 092 g par jour pour un régime 35%-65% de 3 000 kcal à 2 202 g par jour pour un régime 80%20% (Eaton *et al.*, 1992, tab. 6 et 7, p. 817).

La ration glucidique, elle, est alors singulièrement basse : 14% de l'énergie quotidienne alors que la ration recommandée dépasse 50%. Cela suggère que, pour couvrir les besoins de l'organisme (fonctionnement musculaire et cérébral), il faudra les chercher ailleurs et faire appel à la néoglucogénèse à partir des lipides. Nous y reviendrons.

Pour le Paléolithique supérieur, une telle ration ne pouvait trouver sa place qu'en hiver, aux époques les plus froides comme au début du Paléolithique supérieur, au Solutréen en particulier ou durant certains moments du Magdalénien, pour les altitudes et/ou les latitudes les plus rigoureuses, comme celles où les seuls ruminants vivants sont les bœufs musqués (*Ovibos moschatus* Blainville), caprinés si rarement représentés dans l'art paléolithique et dont des restes ont été découverts dans quelques gisements surtout en Europe du Nord (Gessain, 1981, carte p. 98 ; Delpech, 1983, p. 192).

La part animale de la ration a donc varié avec les climats, les saisons, l'abondance du gibier et d'autres facteurs. L'exemple de Pincevent (Seine-et-Marne) est très démonstratif de cette variabilité. Un essai d'appréciation de la ration carnée a été effectué, d'après les vestiges osseux (quasi exclusivement des os de rennes chez ces chasseurs venus attendre le passage à gué des cervidés et se

succédant dans le temps). Ils ont été découverts dans deux sites distincts parfaitement fouillés (3 tentes dans la section 36 et 1 tente isolée). En supposant les séjours des chasseurs égaux (cinq mois) et les participants égaux en nombre (15 dans les trois tentes de la section 36 et 15 dans la tente isolée), en considérant qu'un renne peut fournir 50 kg de produits consommables, on peut attribuer, par individu et par jour, 1 850 g pour les habitants de la section 36 et 300 g pour les occupants de l'habitation 1. Tous les os des squelettes sont présents dans les dépotoirs contigus, les bêtes étaient donc transportées (entières ou découpées ?) à proximité des habitats (Leroi-Gourhan, 1984, p.6869).

Le renne et l'influence des saisons sur son anatomie (notamment sur ses bois) et sur son comportement (ses migrations) a donné lieu à de très nombreux travaux. Schématiquement, en milieu méridional, il n'y a pas de migrations mais des rotations dans un milieu limité : il s'agit de petits troupeaux de quelques têtes, qui cheminent le long des cours d'eau et marécages locaux. Dans la zone subarctique, les immenses troupeaux de rennes parcourent des milliers de kilomètres, allant de saison en saison d'un territoire demi-couvert à un territoire couvert (Guillien, 1977, p. 157-159 et p. 153-154), et, au Canada, les caribous remontent vers le nord lorsque la température dépasse 13°C, par les mêmes voies, d'années en années.

LES DIVERS NUTRIMENTS DISPONIBLES AU PALEOLITHIQUE SUPERIEUR

Les protides

La ration protidique moyenne est considérable. Les protéines sont constituées d'un ensemble de polypeptides (l'unité de base est l'acide aminé). Dans le régime comportant 35% de gibier et 65% de végétaux, elle représente 251,1 g dont 190,7 g d'origine animale et 60,4 g d'origine végétale (soit tout de même 24%, mais ce pourcentage tombe à presque rien pendant l'hiver et les périodes très froides, avec un régime 80%-20%). Mais les protides animaux contiennent seuls les huit acides aminés "essentiels" indispensables, tout particulièrement ici pour des sujets jeunes souvent encore en période de croissance (dix acides aminés sont même indispensables) et dans les suites de maladies ou de blessures. Le problème de l'acide aminé manquant ou fourni en quantité insuffisante pour une protéine donnée (le facteur limitant) ne devait pas se poser, comme le démontre, du moins chez les Cro Magnons, la taille des individus, plus grande d'une dizaine de centimètres que celle de leurs descendants producteurs.

Les protéines sont facilement assimilables et indispensables pour l'élaboration et le maintien du tissu vivant (trame de l'os, muscle, peau et phanères, membranes cellulaires, enzymes, hormones, antigènes et anticorps, mouvements de l'eau par le biais de leur fort pouvoir oncotique). Dans les cas de besoin énergétique extrême, les muscles peuvent intervenir dans la néoglucogénèse (il faudrait alors 150 g de protides, soit 600 g de muscle, pour fabriquer 100 g de glucose). Ces protides sont renouvelés constamment dans l'organisme et les besoins quotidiens de l'adulte sont d'environ 1 g par kg de

poids corporel et par jour. Contrairement aux glucides et lipides, leur ingestion ne procure pas un sentiment de satiété (il faudrait en ingérer une très grosse quantité) ; leur rôle énergétique est très secondaire ; leur coût d'assimilation (A.D.S.) est élevé ; ils ne peuvent être mis en réserve par l'organisme, et les Amérindiens et les Inuits creusent des "caches à viande" en terrain sec et froid, près des habitats ou sur les pistes de migration (Gessain, 1981, p. 168 et note 64 p. 292). Les Paléolithiques ne connaissent pas les deux inconvénients qu'ont, pour nous, les protéines animales : leur association à un taux élevé de lipides chez les animaux d'élevage (la graisse du suif ou de la viande persillée est recherchée par les éleveurs car elle est responsable du goût et de la tendreté) et leur prix de revient (il faut 10 kg de protéines végétales pour fabriquer 1 kg de protéines animales). Ces deux problèmes trouvent leur solution dans la composition chimique même de la chair du gibier et des poissons (ils sont peu riches en lipides) et dans l'apport de la chasse et de la pêche : les Paléolithiques puisent dans les ressources naturelles mais ne les renouvellent pas ; ces ressources varient donc dans le temps et l'espace ; les végétaux apportent eux aussi des protides et leur rôle n'était probablement pas négligeable (la cueillette sera évoquée à propos des glucides).

La composition chimique de la viande chassée ou pêchée est remarquable par sa richesse en protides et sa pauvreté en lipides (sa teneur en glucides est négligeable). Voici quelques exemples.

Provenance	Energie kcal/100g	Protides g/100g	Lipides g/100g
Faune sauvage			
Renne	127	21,8	3,8
Bison (U.S.A.)	105	26,4	2,8
Cheval	110	21	2
Cerf	120	20	4
Sanglier	110	21	2
Lapin sauvage	133	22	5
Canard sauvage	126	22	4
Perdrix	114	25	1,4
Œuf entier	158	12,8	11,5
Saumon atlant.	203	22	12,4
Truite	96	19,2	2,1
Phoque	145	28,6	4
Moyenne sur 21	140,8	24,3	3,8
Moyenne sur 41	132,7	22,7	4,2
Faune d'élevage			
Bœuf	289	17,5	23,8
Mouton	235	18	17,5
Porc	275	16,7	19,4
Moyenne élevage	244	17,5	18,7
Produits laitiers			
Lait de vache	65	3,3	4
Lait de renne	238	10,3	19,7
Emmental	404	28,6	31,3
Lait maternel	65	10,6	4,5

Tableau 4 - Composition des aliments d'origine animale et du lait maternel. On remarque particulièrement la pauvreté du gibier en lipides (alors que le saumon est riche en "bonnes" graisses) et, à titre documentaire, la richesse du lait de renne. Mais les Préhistoriques en ont-ils consommé ?

On peut faire une dizaine de commentaires :

1 - non seulement les Paléolithiques consomment plus de produits animaux que nos contemporains, mais la viande des animaux sauvages est plus riche en divers protides que celle des animaux domestiques;

2 - un régime comportant 35% de produits animaux correspond, pour S. Boyd Eaton, à 788,2 g de viande par jour (689 g pour un calcul plus récent) et un régime en fournissant 80% fait monter cet apport à 1 732 g. Par le calcul, A. Leroi-Gourhan était parvenu à un résultat assez analogue, quoiqu'un peu plus faible, pour les Magdaléniens de Pincevent;

3 - on ne peut rien avancer sur l'usage du lait animal, qui n'interviendra qu'avec la domestication progressive des mammifères au Néolithique (Helmer, 1992) et pas grand-chose sur la consommation des œufs par les Paléolithiques européens;

4 - le poids des animaux varie avec la saison et le sexe par le biais de leur teneur en graisse : les rennes sont gras après la pâture estivale (Rutherford *et al.*, 1922), leur poids diminue de 25% en hiver notamment lors du rut ; les saumons mâles ont maigri beaucoup aussi au terme de la montaison ; l'exemple des bisons américains est célèbre (Speth, 1987);

5 - la préparation des viandes par l'action directe du feu va faire augmenter, par déshydratation, la teneur en protides et la valeur calorique, sans trop toucher au pourcentage des lipides (car le feu les fait s'éliminer en partie). Les fibres de collagène sont transformées en tendre gélatine (Delluc, 1995, p. 137-148). Les acides aminés des viandes jeunes et tendres interviennent en outre, avec les glucides (et certains lipides), dans la célèbre réaction de Maillard, qui crée des arômes et donne son goût au rôti saisi vivement et à haute température (This, 1993, p. 30);

6 - la composition de la chair des animaux sauvages est sensiblement identique sur les divers continents, notamment en Afrique, Asie et Amérique du Nord. Mais les animaux tropicaux n'hibernent pas et n'ont pas besoin d'isolation thermique : ils auront donc moins de variations saisonnières de leur teneur en lipides et apportent en moyenne un peu moins de lipides (3,7 g pour 100 g contre 4,8), de protides (19,9 g pour 100 g contre 24,1) et d'énergie (132,2 kcal pour 100 g contre 144,5) que ceux des pays plus froids, comme l'Amérique du Nord (Eaton *et al.* 1992, tabl. 1, p. 815). Les mammifères hibernants disposent d'un tissu adipeux brun, notamment thoracique et périrénal, régulé par le système nerveux sympathique ; il est responsable de la thermogénèse, dépense énergétique nécessaire pour métaboliser les nutriments et pour lutter contre le froid (Simon, 1989, p. 13-15);

7 - l'anthropophagie n'est guère attestée au Paléolithique. Les observations faites notamment à Tautavel restent des exceptions (Delluc, 1995, p. 56-57 et 165-166);

8 - la viande produite par les éleveurs apporte presque deux fois plus d'énergie, mais c'est parce qu'elle contient cinq fois plus de lipides apparents ou surtout cachés (et pas les meilleurs), du fait de leur sélection, de leur absence d'activité physique et de leur riche alimentation. Sauf exceptions (renne, bœuf musqué, mammoth, mammifères marins...), les animaux sauvages sont pauvres en lipides et cette teneur varie avec les saisons. C'est parce qu'il nous paraît sec, peu tendre et peu goûteux que nous rôtissons le gibier après l'avoir bardé de lard ou que nous le servons en sauce après faisandage et marinade;

9 - le poisson contient autant de protides que les autres animaux, mais le poisson le plus gras contient moins de lipides que les animaux d'élevage les plus maigres. Ces graisses sont de surcroît favorables à la conservation de l'intégrité des artères de l'homme;

10 - les végétaux contiennent en moyenne quatre fois moins de protides que le gibier. Ceux-ci sont de moins bonne qualité et assez pauvres en certains acides aminés (surtout tryptophane, lysine et méthionine), mais l'association de plusieurs sources peut partiellement compenser ce déficit. La bio-disponibilité des protéines végétales est moindre que celle des protéines animales (70% au lieu de 96%). Mais cet apport n'est globalement pas négligeable. Comme ceux de la chasse et de la pêche, les produits de la cueillette et du ramassage ont un caractère assez irrégulier et partiellement saisonnier;

11 - à titre presque anecdotique, on notera que, malgré cet apport considérable de gibier et le caractère réputé hyperuricémiant de sa chair, on ne connaît pas d'observation permettant d'évoquer la maladie goutteuse (arthropathies goutteuses, calculs uratiques) à cette époque. La petite histoire de la paléo-pathologie se souvient que l'illustre Rudolf Virchow (1821-1902) baptisa H \ddot{o} hlengicht ("goutte des cavernes") les banales lésions d'arthrose rachidienne des ours des cavernes, que l'on retrouva plus tard chez les Néandertaliens de Krapina en Croatie ou de La Chapelle-aux-Saints en Corrèze et chez d'autres Sapiens. A tort, il les attribuait à la fois à cette maladie métabolique et à l'humidité des grottes (Pales, 1930, p. 10 ; Grmek, 1994, p. 80). La plus ancienne observation de goutte est en fait celle de Hiéron, tyran de Syracuse (mort vers 466 av. J.-C.), citée par Pindare (*ibid.*, p. 115);

12 - M. Patou-Mathis fournit à titre d'hypothèse deux très intéressants modèles théoriques suivant l'environnement. Elle a bien voulu nous confier son texte avant publication. Elle distingue : tout d'abord les périodes d'abondance (une ou deux espèces seulement sont chassées ; ce sont les adultes, plus gras que les jeunes, et un sexe souvent plus que l'autre, pour les mêmes raisons, à l'image de la chasse au bison des Amérindiens (Speth, 1987) ; les os sont peu fracturés pour la recherche de moelle) ; en second lieu, les périodes de pénurie (plusieurs espèces sont chassées, sans préoccupation d'âge ni de sexe, y compris les jeunes et les femelles gravides ou allaitantes ; la petite faune n'est plus dédaignée ; les os longs sont très fragmentés et les épiphyses ne sont pas retrouvées) (Patou-Mathis *et al.*, 1994, sous presse). En dehors des migrations, se pose donc le problème des sources de protides, avec recours à la petite faune (par exemple léporidés et rongeurs) et peut-être au parcage de certains ongulés (rennes, chevaux), capturés blessés ou jeunes;

13 - les rennes et les saumons, les plantes aussi, nourriture habituelle des Magdaléniens, ne sont guère représentés dans l'art pariétal. Cet art représente, outre des signes géométriques, des animaux et des hommes juxtaposés ou superposés, chaque unité graphique étant sans lien syntaxique avec sa voisine. Ce sont des mythogrammes, dont l'explicitation demandait l'intervention d'un commentateur. Les pictogrammes, faisant intervenir plusieurs participants et directement intelligibles, sont exceptionnels et concernent soit la chasse (scènes

narratives comme les scènes homme-bison de Lascaux et Villars en Dordogne et de Roc de Sers en Charente), soit des comportements animaliers (groupes de cerfs ou de bouquetins mâles à Lascaux ; affrontement de bouquetins à Lascaux et à Roc de Sers ; face à face de mammoths à Rouffignac en Dordogne ; cheval flairant la croupe d'un congénère à Lascaux et Bara Bahau en Dordogne et à Pair-non-Pair en Gironde).

Les glucides

Aborder le chapitre des glucides conduit presque à abandonner le domaine des ressources d'origine animale et à mieux explorer les ressources végétales qui les renferment, la cueillette et le ramassage qui les fournissent. Le Préhistorique va couper et arracher les plantes, déterrer les racines, cueillir les baies et les fruits. L'ethnographie nous apprend que c'est là un travail féminin, contrairement à la chasse (Delluc, 1995, p. 162-163).

Les glucides ou sucres sont indispensables au fonctionnement des neurones et des cellules musculaires dont le glucose, principal substrat du métabolisme, constitue pour ainsi dire le carburant, facile à métaboliser une fois entré dans l'organisme (chaque gramme de glucides apporte 4 kilocalories), mais aussi stockable sous forme de glycogène musculaire et hépatique. Les besoins énergétiques tirés des glucides représentent, selon les recommandations actuelles, un peu plus de la moitié de la ration quotidienne, soit 1 500 kcal ou environ 400 g de glucides. L'insuline, sécrétée par le pancréas, joue un rôle fondamental dans l'entrée du glucose dans les cellules ; schématiquement l'insuffisance de sa production est la cause du diabète insulino-dépendant (ou de type I) et la perturbation de son action (associée à un déficit sécrétoire plus ou moins sévère, comme on le sait aujourd'hui) celle du diabète dit non insulino-dépendant (ou de type II), bien plus fréquent aujourd'hui, ce dernier s'intégrant, par le biais de l'insulino-résistance, avec d'autres anomalies (perturbations du métabolisme lipidique, hypertension artérielle et atteintes cardio-vasculaires) dans le tableau de l'obésité de la partie supérieure du corps ou obésité androïde (Guillausseau, 1992, 1994 ; Delluc, 1995, p. 40-42 et 127-128).

Connaissant les sources alimentaires actuelles de glucides, il est possible de déterminer celles auxquelles faisaient appel les Homo sapiens. Le glycogène de la viande est transformé et disparaît entre l'abattage et la consommation. Le lait de vache apporte environ 40 g de lactose par litre. Les végétaux constituent notre principal apport de glucides, dont l'assimilation est plus ou moins rapide. Les sucres "rapides" sont des oses simples, tels le fructose des fruits, le glucose et le fructose du miel, ou bien les diholosides du sucre de canne ou de betterave. Classiquement du moins, les sucres "lents" sont les polysaccharides (ou polyholosides) de l'amidon des céréales, des tubercules et des racines, et ceux de la cellulose des fibres végétales, que l'homme ne peut digérer qu'en partie, contrairement aux animaux herbivores, ruminants ou non, qui constituent son gibier. Ces polysaccharides sont tout simplement des chaînes alignant des molécules d'un ose : le glucose. Les artichauts, armoises, bardanes, salsifis et cirses (Couplan, 1985, p. 70) et le topinambour contiennent un autre polysaccharide fait d'une chaîne linéaire de fructose : l'inuline. Voici quelques

chiffres, extraits de diverses tables (Geigy, 1963 ; Watt *et al.*, 1963/1975 ; Eaton *et al.*, 1992, tab. 1 et 2, p. 815 ; Randoin *et al.*, 1993) :

Provenance	Energie	Protides	Lipides	Glucides	Fibres
	kcal/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g
Plantes sauvages					
Châtaigne	199	4	2,6	52	2
Châtaigne sèche	371	7,4	5	73	4
Vesce sèche	330	29,5	0,8	50	5,7
Haricot sec	330	19	1,5	60	4
Rave commune	17	1	0,1	3,6	0,7
Epinard	26	3,2	0,3	4,3	0,6
Cèpe	34	4,6	0,3	4,6	1
Noix sèche	660	15	60	15	2,4
Noisette sèche	656	14	60	15	3,5
Mûres et baies	37	0,9	1	6	9
Autres Produits					
Lait maternel	65	10,6	4,5	6,5	0
Lait de vache	65	3,3	4	4,9	0
Lait de renne	238	10,3	19,7	4,8	0
Pomme de terre	85	2	0,1	19,1	0,4
Pain blanc	260	8,5	2	52	0
Pain complet	262	9,5	3,5	48	1,2

Tableau 5- Composition des aliments d'origine végétale. On note la richesse de certains en glucides lents et en lipides. Seules mûres et baies apportent des sucres rapides. Les fibres sont abondantes. Les autres produits sont mentionnés pour la comparaison.

Ce tableau appelle des commentaires :

1 - il cadre assez bien avec la distinction entre végétaux farineux (tubercules et céréales), charnus (racines, champignons, fruits et grosses graines) et verts (tiges, feuilles et algues) telle que la conçoit l'ethnologue (Leroi-Gourhan, 1945, p. 184-187);

2 - la liste des végétaux consommables est considérable (Maurizio 1932). Le répertoire de D. Bois comporte quatre volumes (Leroi-Gourhan, 1945, p. 184, note 1). Elle contraste avec la courte liste des plantes que se contenteront de cultiver, en les améliorant, les producteurs à partir du Néolithique. Nous avons essayé d'établir un inventaire limité des plantes sauvages consommables sous nos latitudes en prenant pour base diverses flores et les livres exposant les techniques de survie, comme celui de l'armée américaine et ceux proposés à de nombreux amateurs (tels Couplan, 1985 ; Wiseman, 1993 ; Weiss, 1993), avec l'aide de Arlette Leroi-Gourhan (Delluc, 1995, p. 185-191). Le problème est compliqué par la fluctuation des climats au Paléolithique selon le lieu et l'époque, la diversité des

lieux habités et aussi par le fait que les divers groupes de chasseurs-cueilleurs n'utilisent pas tous la même partie des plantes;

3 - la consommation des espèces végétales comestibles a dû être à l'origine d'essais malheureux et parfois mortels, plus souvent que de découvertes thérapeutiques;

4 - la part de la consommation végétale a varié en fonction des climats et aussi en fonction de l'évolution humaine, comme S. Boyd Eaton le pense et le résume sur un schéma (Eaton, 1990, p. 31, fig. 1). Elle est très grande, atteignant environ 90% chez les Australopithèques et un peu moins chez *Homo habilis* : l'apport animal réduit de la savane (quelques charognes, insectes, rongeurs, lézards...) les contraint à parcourir leur territoire, encourage la bipédie et la fabrication d'outils. La bipédie, malgré ses inconvénients sur la pathologie (Delluc, 1993, p. 47-48), est énergétiquement moins coûteuse que la quadrupédie ; elle laisse les mains libres, ce qui libère la bouche de ses diverses tâches matérielles. La consommation végétale s'abaisse ensuite pour atteindre des valeurs inférieures à 50% de la ration calorique chez les *Homo sapiens* et remontent ensuite, presque jusqu'aux valeurs initiales, chez les producteurs à partir du Néolithique. Elle ne diminue à nouveau que depuis un siècle environ. La ration végétale n'est jamais nulle, y compris chez la plupart des Inuits, comme nous avons pu le noter, il y a peu, chez les derniers chasseurs de la Terre de Baffin. D'ailleurs, on se souviendra que le renne ou le caribou, qui connaissent un long enneigement, savent parfaitement se procurer les végétaux qui constituent la totalité de leur ration énergétique quotidienne;

5 - le tableau ci-dessus montre que les végétaux ont une teneur en glucides réduite, nécessitant des apports importants, en dehors des légumineuses et noix susceptibles d'être conservées et utilisées sèches ou après réhydratation. Un régime composé de 35% de produits animaux et de 65% de produits végétaux représente environ 700 g de viande et 1 300 g de produits végétaux, correspondant à un apport glucidique d'environ 50% des calories de la ration, ce qui est normal. En revanche, sous un climat très froid, un régime composé de 80% de produits animaux et de 20% de produits végétaux, représente environ 1 700 g de viande et seulement 400 g de végétaux ; mais dans ce cas, les glucides ne fournissent plus, comme on l'a dit plus haut, que 14% de l'énergie quotidienne nécessaire (Eaton *et al.*, 1985, tab. 4, p. 287). Il sera donc nécessaire de faire appel à la néoglucogénèse, à partir des abondants protides du gibier mais surtout à partir des lipides;

6 - la nature des végétaux consommés varie bien sûr avec les climats et la nature géologique et géographique des lieux. La couche azilienne du Mas d'Azil (Ariège) contenait, selon E. Piette en 1895, "des noyaux de prune, des prunelles, des cerises, des noix, des noisettes et des glands...et un très petit tas de blé, dont les grains tombaient en poudre blanche" (cité par Boone *et al.*, 1976, p. 685) ; à Nice, Terra Amata montrait que *Homo erectus* connaissait la vigne sauvage (des pépins bien conservés en abondance ont été trouvés dans les sédiments) et le pistachier. A Kärlich (Allemagne), on trouvait il y a 400 000 ans des noisettes et des graines très variées que la tourbe a préservée (Bosinski, 1995). Au Lazaret à

Nice, les Acheuléens couchaient sur des litières d'algues recouvertes de peaux et ont dû sans doute consommer ces produits de la mer toute proche. Des Moustériens avaient des noisettes voire des noix et des glands. Il y a 15 000 ans, les Paléo-Mexicains ramassaient déjà des graines, feuilles et fruits (Boone *et al.*, 1976, p. 685-687). L'analyse des pollens (dans les gisements, les grottes et aussi parfois dans les coprolithes humains) a été souvent plus centrée sur l'inventaire de la flore et les déductions climatiques qu'il permet, que sur les plantes consommables. Cependant, par exemple, les Magdaléniens de Lascaux, il y a 17 000 ans, lors d'un adoucissement du climat avec un couvert forestier important (60%), remplaçant l'assez habituelle steppe du Würm (dans laquelle la compétition entre graminées et composées permet de déterminer les périodes alternativement sèches et humides) (Renault-Miskovski, 1986, p.137), connaissaient entre autres - et devaient consommer - les noix et noisettes, les glands, les faines de hêtre et les groseilles, sinon la rhubarbe (Leroi-Gourhan *et al.* 1979, p. 75-80). Les Magdaléniens de Miesenheim (Rhénanie), il y a 11 040 ans, ont laissé derrière eux 6 000 graines, 8 000 pollens et des bois. Le cheval, le boviné, le cerf et le chevreuil ont servi de repas au Magdalénien, mais il pouvait aussi ajouter à son repas "de la salade avec des chicorées, des pousses de saule et de clématite (ces dernières sont encore mangées en Russie), ainsi que de jeunes feuilles de pimprenelle. Un accompagnement de sève de bouleau pouvait être le bienvenu. Suivant la saison, il y avait les petites baies de l'éphèdre et de l'épinevinette, les groseilles ; plus tard, de petites prunes et les mûres. Il pouvait faire une provision de noisettes et également rapporter des tubercules des filipendules dont une farine au goût agréable peut être tirée" (Leroi-Gourhan, *in lit.* 17 octobre 1994). La châtaigne, connue depuis le Miocène en Ardèche (Riou, 1994, p. 27) réclame des climats tempérés comme celui que connaissent actuellement la France, le sud de l'Europe, le pourtour de la mer Noire et le nord de l'Afrique du Nord (Pitte, 1986, fig. 8 p. 34 et p.49-50) et des sols acides, cristallins (ou calcaires mais recouverts de sables tertiaires acides comme sur le pourtour du Massif central). La production des châtaigniers est abondante (de l'ordre de deux tonnes et plus par hectare) et la conservation des fruits par dessiccation possible si on les récolte dès qu'ils tombent. Le châtaignier fournit un pollen peu caractéristique, mais Arlette Leroi-Gourhan admet sa présence durant le Paléolithique, au moins durant les interstades glaciaires (comm. orale du 6 mars 1994). Le gland du chêne, séché ou cuit, est parfaitement comestible;

7 - un exemple privilégié est fourni par les hommes du Danemark, retrouvés intacts dans des tourbières. Bien que vivant 2 000 ans après le début de l'agriculture, ils continuaient à pratiquer la cueillette qui leur avait fourni leur dernier repas végétarien. L'homme de Tollund avait ingéré de l'orge, des graines de lin, de renouée et de nombreuses espèces de "mauvaises" herbes (ombellifère, marguerite, liseron, patience...) (Golb, 1965, p. 25), celui de Grauballe 66 espèces différentes de graines en bouillie également (renoncule, ivraie, camomille...) (*ibid.*, p. 39-41), et la femme de Borre une bouillie de graines d'une composition analogue (*ibid.*, p. 66). La plupart des graines étaient minuscules, certaines riches en huile. Il n'y avait pas de graines de composées, comme la laitue ou la chicorée, "alors que ces plantes abondaient au Magdalénien et que l'homme devait certainement en manger" (Glob, 1965 ; Leroi-Gourhan, *et al.*, 1977, p.143);

8 - les fruits sont surtout des baies. La quasi-totalité des gros fruits très sucrés que nous connaissons sont inconnus dans le Paléolithique européen. Ils n'arriveront ici que bien plus tard et seront en outre très améliorés par les producteurs. La teneur des petits fruits en sucre rapide (fructose) est souvent plus basse que celle de nos fruits actuels (pour 100 g, le fruit de l'églantier sauvage en contient 25 g, celui de l'aubépine 19 g, mais la framboise seulement 8 g, la fraise 7 g, la mûre 6 g, la groseille et l'airelle 5 g (Randouin *et al.*, 1993, p. 78-82)). L'apport des fruits sauvages, aussi important soit-il, comme chez l'ours brun, ne concerne qu'une courte période de l'année ; mais les baies entrent dans la composition du pemmican nord-américain;

9 - il n'y a bien sûr pas de sucres rapides industriels. L'extrême rareté des caries dentaires au Paléolithique est à rapprocher de cette absence (Debry, 1993, p. 160-163), plus que d'une éventuelle protection par le fluor. Ces sucres n'apparaîtront qu'au XVIII^e siècle et ne se répandront vraiment qu'à partir de la Révolution industrielle. Il est des exceptions comme l'*Homo sapiens* archaïque de Broken Hill (Zambie) (Pales, 1930, p. 98), quelques hommes modernes d'Afalou Bou Rhummel (Algérie) (Fargeaudou, 1984, p. 88), et même des Australopithèques (Grmek, 1994, p. 173, note 114). Dès la fin des temps glaciaires, toutefois, les caries sont présentes sur près de 7% des dents des Mésolithiques (Grmek, 1994, p. 174) et chez 2,5 à 3,4 % des Néolithiques et Protohistoriques examinés (Dastugue *et al.*, 1976, p. 161);

10 - le miel des abeilles représente une source possible de sucres rapides (composé à 75% de fructose et glucose, et apportant 300 kcal pour 100 g), indirectement d'origine végétale. L'ours brun en est friand et le ramasse en se servant de ses longues griffes falciformes non rétractiles comme d'un peigne ; d'autres animaux aussi savent s'en nourrir (oiseaux, rongeurs, fourmis ...). Deux scènes de récolte de miel, au milieu des abeilles, sont figurées sur la paroi des abris du Levant espagnol, remontant semble-t-il à -7 000 ou -8 000 ans, soit peu après la fin du Paléolithique (Delluc, 1995, p. 172). Mais les abeilles peuvent vivre dans des climats moins cléments et en montagne (car elles hibernent) et il n'est pas impossible que les *Homo sapiens* aient utilisé le miel. Cependant cet apport n'a pu être qu'épisodique et marginal, comme il l'est d'ailleurs actuellement. On ne sait rien de l'utilisation des sèves de bouleau et d'érable, récoltées par gemmage puis concentrées en sirop, si prisés des Canadiens;

11 - les végétaux ne sont pratiquement pas représentés dans l'art pariétal paléolithique. Il n'y a pas, à notre connaissance, de figure végétale explicite dans l'art des grottes et abris. Les plantes figurées sur des objets (Dordogne, Pyrénées, Ariège) (Tyldesley *et al.*, 1983, p. 53-81 ; Bahn, 1985, p. 205) sont, à notre sens, toujours schématiques et discutables. On se souvient que les rennes et saumons, nourriture habituelle des Magdaléniens, font souvent défaut sur les parois des grottes, et qu'il existe une distorsion fréquente entre faune figurée et faune consommée (Delluc, 1995, p. 31-35). Mais est-ce bien là un argument supplémentaire confirmant que les végétaux jouaient un rôle important dans la nutrition des grands chasseurs ?

12 - la cuisson des végétaux riches en fibres de cellulose et en amidon est sinon indispensable du moins fort utile, chez l'homme, car elle les ramollit en attaquant la cellulose et en dégradant la pectine, améliore leur digestibilité en rendant l'amidon plus accessible à l'action des enzymes digestives. Comme on le sait, les *Homo sapiens* disposaient surtout de sucres lents, et ces derniers n'étaient souvent utilisables convenablement qu'après une préparation. Les foyers des gisements préhistoriques, attestés depuis les *Homo erectus*, il y a 400 000 ans (et même 1, 4 millions d'années pour Gowlett *et al.*, 1981), que nous imaginons toujours destinés à la cuisson des pièces de gibier, devaient aussi servir à la préparation des végétaux : elle transforme les fibres carnées de collagène en gélatine ; elle rend digestible les végétaux, notamment les amidons (Delluc, 1995, p. 137-148);

13 - la consommation des fibres végétales chez l'homme a varié au cours des millénaires. Elle a varié avec les proportions de nourriture végétale dans l'alimentation, et cela d'une manière irrégulière : beaucoup chez *Homo habilis*, moins chez *Homo erectus*, plus habile à la chasse, et ce durant longtemps, moins encore chez les *Homo sapiens*, qui sont de grands chasseurs. Le Mésolithique et surtout le Néolithique réintroduisent beaucoup de végétaux dans l'alimentation. Les Inuits consomment 90% de leur énergie en provenance des poissons, mammifères marins et du gibier terrestre. Mais, comme tous les peuples très carnivores, ils incluent dans leur nourriture des quantités importantes de biopolymères non digestibles (petits os, dents, cuir, poils, peau, écailles de poisson) d'action équivalente aux fibres végétales. Il est probable que, dans la majorité des cas, chez les *Homo sapiens*, l'apport carné n'a pas excédé 50% de la ration énergétique. L'analyse des coprolithes humains des pré-agriculteurs américains et l'étude des peuples chasseurs-cueilleurs contemporains montrent des résidus de plantes non digérés dans la proportion de 30 à 50% du poids sec étudié, correspondant à 130 g de fibres ingérés par jour. En effet, dans un régime apportant 65% de son énergie en végétaux, la proportion de fibres représente de 37 à 60 g (par exemple, pour 100 g de 37 plantes sauvages étudiées sous cet angle, l'analyse compte $3,12 \text{ g} \pm 0, 62$ de fibres, soit, pour ce type de régime apportant 35% de produits animaux et 65% de végétaux, un total quotidien de 45, 7 g (Eaton *et al.*, 1985, p. 287)). D'autres études sur 64 plantes conduisent au chiffre de 194,7 g de fibres par jour (Eaton *et al.*, 1990, p. 34). L'impact de l'agriculture sur la consommation de fibres est complexe. Les plantes sauvages contiennent 13,3 g de fibres pour 100 g, les céréales cultivées 10,9 et les fruits, baies et noix 4,2. Et l'on a besoin de moins de céréales que de plantes pour le même résultat calorique.

On reconnaît aux fibres végétales un intérêt dans la régulation du transit intestinal et, semble-t-il, dans la prévention des cancers coliques car elles réduisent le temps de contact des éventuels carcinogènes alimentaires avec la muqueuse. Mais un régime trop riche en fibres accélère beaucoup le transit du grêle, gêne le contact des nutriments avec la muqueuse, adsorbe sur elles certains constituants, pouvant avoir une interaction avec les vitamines, les minéraux (calcium et magnésium) et les sels biliaires, en réduisant leur action sur les graisses (Jacotot, 1992, p. 113, 118, 133);

14 - des études récentes permettent peut-être de saisir sur le vif la domestication des plantes. L'étude du rapport strontium/calcium des os des Natoufiens, les derniers chasseurs-cueilleurs du Levant, consommateurs de céréales sauvages, montre une baisse brutale de cette consommation juste avant leur mise en culture. L'analyse du carbone 13 montre que ces hommes ne consommaient pas pour autant des produits marins. La palynologie témoigne pour cette période d'un refroidissement du climat (11 000 ou 10 000 ans avant notre ère), avec diminution des céréales sauvages poussant au Levant. C'est donc peut-être pour pallier ce type de pénurie inattendue que l'homme a essayé de produire les céréales pour pouvoir en contrôler la production (Sillen, 1994, p. 390 et fig. 4);

15 - l'intestin humain est différent de celui des primates : le rapport masse de l'intestin / masse corporelle est bas ; le grêle est plus long que le colon et l'estomac ; le colon du nouveau-né rappelle celui des pongidés plus que celui de l'adulte ; il régresse proportionnellement avec la croissance, contrairement à celui des primates (Eaton, 1990, p. 36-38). La longueur de l'intestin a diminué avec l'évolution (l'appendice semble être le résidu d'un caecum autrefois plus long). On peut envisager avec humour la question du rythme des repas comme le fait Desmond Morris : les singes passent leur temps à grignoter des végétaux, tandis que les carnivores se gavent lors de gros repas ; le fractionnement actuel de l'alimentation en trois repas par jour nous place dans une position intermédiaire (Morris, 1970, p. 240-241 ; Delluc, 1995, p. 180). Mais d'autres rythmes sont possibles, comme, par exemple, dans la brousse africaine : un seul repas accompagné de grignotage (fruits, feuilles, insectes, larves...) ; deux repas (le soir, un gros repas de retour de chasse, et, le lendemain matin, les restes de la veille).

Les lipides

Les lipides entrent dans la constitution de l'homme (membranes cellulaires, noyaux et mitochondries) et sont des précurseurs de métabolites très importants (comme les prostaglandines) ; mais surtout leur rôle énergétique est considérable. Les besoins représentent 20 à 40% de la ration calorique ordinaire, l'apport évite la carence en acides gras dits essentiels ; ils fournissent 9 kcal par gramme (au lieu de 4 kcal pour les glucides et les protides). Cette énergie, pour une petite part utilisable d'emblée, provient surtout d'énormes réserves de triglycérides accumulées à l'abri des lois de l'osmose contrairement aux glucides rapidement disponibles (Jacotot, 1992, p. 47) : environ 10 kg pour un adulte soit 90 000 kcal contre 80 kcal pour le glucose circulant et 250 à 300 kcal stockées sous forme de glycogène hépatique, tandis que le glycogène musculaire ne peut être mobilisé, faute de glucose-6-phosphatase que seuls possèdent le foie et le rein ; il sera consommé sur place (*ibid.*, p. 76). En outre, tout particulièrement chez les *Homo sapiens*, les lipides sous-cutanés participent à la lutte contre le froid et, surtout, sont susceptibles de remplacer les glucides dans leur rôle si important pour le travail musculaire, lorsque ceux-ci font défaut, comme dans le cas d'une alimentation carnée prépondérante lors des froids les plus intenses du Würm. Cela par le biais de la néoglucogénèse hépatique et rénale à partir des lipides des réserves et aussi des protides (la masse protéique représente environ 24 000 kcal mais elle a surtout un rôle de structure chez les chasseurs pratiquant un exercice

physique important), tandis que le cerveau (qui consomme normalement une centaine de grammes de glucose par jour) sait utiliser les corps cétoniques, produits par la lipolyse accrue (Jacotot, 1992, p. 210). En cas de jeûne court (moins de 8 jours), le glucose nécessaire provient de la glycogénolyse et de la néoglucogénèse ; le glucose néoformé provient des acides aminés pour 60%, du lactate et du pyruvate pour 25% et du glycérol (fourni par l'hydrolyse des triglycérides), l'énergie nécessaire à la néoglucogénèse hépatique étant fourni surtout par l'oxydation partielle des acides gras en acétyl-coenzyme A ou Co A (cétogénèse). En cas de jeûne prolongé, la néoglucogénèse protidique diminue et les réserves lipidiques sont très sollicitées pour la néoglucogénèse hépatique et rénale. On assiste en outre, contrairement au jeûne court, à une diminution de l'excrétion de l'urée et de l'élimination de l'eau (Jacotot, 1992, p. 205-212 et fig. 36 et 37).

Chez la femme, la myélinisation du système nerveux du fœtus puis la fabrication du lait expliquent la nécessité d'une ration lipidique suffisante (près de 100 g par jour) lors de la gestation et de l'allaitement, états dont on a dit la fréquence voire le caractère quasi permanent chez les jeunes femmes des chasseurs-cueilleurs et chez les Paléolithiques.

Chez le nourrisson, le lait maternel apporte les protides, lipides, glucides, ions et vitamines, et l'eau nécessaires et suffisants pour la croissance. Il se modifie en fonction des besoins du tout petit. Il apporte aussi de grandes quantités d'anticorps (immunoglobulines A sécrétoires) et des cellules immunologiquement actives, protégeant des infections l'enfant au sein. La prolongation de cet allaitement après les premiers mois, la diminution progressive des qualités du lait maternel qui l'accompagne, la difficulté de réaliser un sevrage correct en l'absence de fruits, de farines et d'autres produits laitiers, expliquent sans doute en partie la forte mortalité infantile des *Homo sapiens* avant la première année.

Chez l'homme, comme chez ce chasseur magdalénien qui poursuit le gibier à la course, la machinerie musculaire fait appel tout d'abord à l'énergie fournie par le métabolisme anaérobie alactique (l'A.T.P. que recharge la phosphocréatinine au fur et à mesure de son hydrolyse). Mais s'il n'a pas rejoint et abattu son gibier au bout de 8 secondes, il va tout d'abord faire appel au métabolisme anaérobie lactique (puisant dans le glycogène musculaire local) et il aura de quoi prolonger de 40 secondes son effort. Si le gibier n'est pas encore à terre, il lui faut faire appel au métabolisme aérobie, dont les déchets (CO₂ et H₂O) ne le gêneront guère dans son action, et il va puiser dans le glycogène du foie et du muscle de quoi tenir, sans apport alimentaire, 1 à 2 heures (*ibid.* p. 198 et tab. 33). Au-delà, les graisses du tissu adipeux et aussi les protéines du muscle seront sollicitées, lui permettant une activité pratiquement inépuisable dès lors que les dépenses sont adaptées aux apports, sans omettre l'eau nécessaire.

Ainsi la nécessité de l'apport lipidique au Paléolithique, même pendant le refroidissement des périodes dites glaciaires, nous paraît plus liée à la constitution d'un pannicule adipeux, formant à la fois réserve pour les périodes de pénurie et protection contre le froid, et à la néoglucogénèse qu'à la thermogénèse proprement dite qui coûte relativement peu cher en énergie

(environ 5% de la ration pour une baisse de 10°C, soit 150 kcal, l'équivalent pour nous d'une petite plaquette et demi de beurre). Cela n'ira pas sans poser des problèmes de stratégie car plus il fait froid, plus la végétation se raréfie et, avec elle, la faune herbivore.

Les sources paléolithiques de lipides sont essentiellement d'origine animale et résumées dans le tableau présenté au chapitre des protides (tab. 4). Mais il y a lieu de faire quelques commentaires.

1 - L'origine des lipides alimentaires des chasseurs-cueilleurs est double, animale et végétale. D'emblée on remarque qu'il y a des différences considérables, qualitatives et quantitatives, entre cet apport et le nôtre. En moyenne (Eaton *et al.*, 1992), les sources végétales (moyenne sur 143 plantes) fournissent 3,8 g pour 100 g et les sources animales (moyenne sur 41 animaux) 4,2 g pour 100 g.

2 - Les sources animales (espèces grégaires essentiellement) sont elles-mêmes très variables, mais pauvres en lipides. Les animaux d'Afrique sont encore moins riches que certains animaux de pays tempérés ou froids. Le saumon (le poisson le plus consommé par les Magdaléniens, avant les poissons moins gras, comme la truite, le brochet et les cyprinidés) (Delluc, 1992) et l'œuf sont quatre fois plus riches que la viande de mammifères et que la chair des autres salmonidés et, à plus forte raison, des autres poissons. Le mammoth et, en été, l'ours ont du suif, l'un parce qu'il vivait en zone très froide, l'autre parce qu'il se prépare à hiberner. La charge adipeuse des animaux est maximale à certaines époques (le bison amérindien et le renne avant le rut, leur femelle pendant la gestation, le saumon quand il commence sa montaison) et la localisation anatomique du pannicule adipeux sous-cutané varie (arrière-train et fanon du renne, garrot de l'ours, dos du bison) alors que la répartition semble plus diffuse pour le mammoth. Chez le renne, à la bonne saison (septembre), on peut extraire, pour un mâle de 100 à 150 kg, 55% de viande et 20% de graisse, et c'est entre septembre et novembre que venaient chasser les Magdaléniens de Pincevent (Seine-et-Marne) et de Verberie (Oise). C'est aussi l'époque où les peaux sont les plus belles et les bois les plus développés (David, 1994, p.108 ; Audouze, 1994 ; David *et al.*, 1994). L'apport de lipides, de même que celui de protides et de glucides, qu'ils proviennent du gibier, des insectes et des larves ou des plantes sauvages, est donc variable suivant les saisons et les climats, mais les *Homo sapiens*, par leur connaissance de la nature et les stratégies d'acquisition mises en œuvre, se sont efforcés de limiter ces variations. Il n'est pas impossible qu'ils aient pu parfois tirer avantage du parcage de quelques animaux.

3 - Sauf de notables exceptions (renne, bœuf musqué, mammoth, phoque...), les animaux sauvages n'ont pas de lard, mais un peu de suif (qui en fondant produira de la graisse) et, parfois des corps gras plus fluides ("huile" de pied de renne et de bœuf, graisse de cheval). Ces tissus adipeux sous-cutanés varient avec les saisons. Plus profondément, les muscles sont peu gras et non persillés comme ceux des animaux d'élevage. Il existe un suif des replis péritonéaux (mésos et épiploons) dit "en branches" (la fraise de veau ou d'agneau est bien connue de tous) et un suif d'abats (loge rénale). Les lipides

entrent presque exclusivement dans la composition du cerveau et de la moelle osseuse. La "carcasse" (lato sensu) des animaux sauvages d'Afrique, par exemple, ne contient que 3,9% de lipides (contre 25 à 30% pour nos animaux d'élevage). Tout le corps de l'animal tué n'était pas rapporté dans l'habitat, mais seulement les parties devant être consommées. En étudiant les vestiges osseux restant dans un gisement donné (sites d'abattage ou habitats), les auteurs américains et canadiens ont cherché à savoir si les *Homo sapiens* avaient privilégié la recherche de viande (portée par les segments proximaux des membres des animaux qui font les beaux cuissots) ou la recherche de graisse (c'est-à-dire surtout celle de la moelle) et à quantifier les résultats obtenus par divers indices pour comprendre les stratégies de subsistance des Préhistoriques et en particulier les transports de nourriture (Farizy *et al.*, 1994, p. 192-193). A Biache (Pas-de-Calais), ce sont les segments proximaux des membres et les épineuses dorsales qui portent le plus de marques de découpe, témoignant du prélèvement des meilleures pièces de viande (Auguste *et al.*, 1994, p. 23 et fig. 10). Les morceaux présentant la meilleure valeur nutritive, protidique et lipidique, étaient donc emportés. A Etiolles (Essonne), chez des chasseurs de rennes, trois têtes de cheval ont été concassées, en une seule fois et en un seul lieu, probablement pour extraire les cervelles (Poplin, 1994, p. 94-110).

4 - La consommation d'œufs n'a laissé de traces au Paléolithique que dans quelques cas (Leroi-Gourhan, 1984, p. 66 et fig. 37), peut-être parce que les espèces productrices étaient de petite taille, tels le lagopède et la chouette harfang des périodes froides (mais 250 espèces différentes ont été identifiées par les paléornithologues (Mourer-Chauviré, 1976, p. 430-434 ; Vilette, 1987, p.765-773)), et que les coquilles (de même que les os) sont fragiles et se prêtent mal à la conservation dans les gisements. A part les nombreuses rondes-bosses représentant des palmipèdes (oies ou canards sauvages), vieilles de 23 000 ans, de Mal'ta en Sibérie orientale (Abramova, 1995, fig. 106-107), les oiseaux sont rarement figurés par les artistes paléolithiques. Peut-être les œufs d'oiseaux marins étaient-ils plus consommés, comme cela est fréquent dans le monde, depuis les territoires des Inuits - qui les mangent, crus ou bouillis, frais ou non, durant quinze jours en juin (Malaurie, 1976, p. 303) - jusqu'à l'Océanie (Leroi-Gourhan, 1945, p.182), mais nous manquons d'informations sur les Paléolithiques du littoral würmien.

5 - En revanche la consommation importante de moelle est attestée par le bris, parfois en minuscules esquilles, des os découverts dans de très nombreux gisements, témoignant d'une consommation de moelle, soit directement prélevée après fracture de l'os, soit extraite dans l'eau portée à ébullition dans un récipient fait d'une peau, sur trépied ou dans un trou du sol, dans lequel on plonge des pierres rougies au feu, saisies avec des pinces de bois. Ce procédé est très répandu chez les Amérindiens d'Amérique du Nord et du Brésil (Leroi-Gourhan, 1945, p. 166). Les Moustériens de la grotte du Renne d'Arcy-sur-Cure (Yonne) ont laissé derrière eux "les os brisés des gros herbivores, dans leurs fragments caractéristiques de la consommation de la moelle" (Leroi-Gourhan, 1957). Les Magdaléniens de Pincevent (Seine-et-Marne) brisaient les os longs des rennes à peu près toujours de la même manière, détachant les épiphyses (Leroi-Gourhan, 1984, p. 66 et fig. 39). Les os longs des taureaux abattus à Biache (Pas-de-

Calais) par les Moustériens ont tous été très fragmentés sur place (sauf carpe, tarse et phalanges), disséminés en 10 000 restes pour 200 individus environ (Auguste, 1992 ; Auguste *et al.*, 1994). La moelle est extraite de trois façons, comme le montre l'étude des fragments osseux (y compris celle des os du crâne, traduisant peut-être l'utilisation des cervelles), effectuée dans un niveau gravettien du Flageolet I (Dordogne), et la comparaison avec les résultats enregistrés dans d'anciens campements inuits du Nord-Alaska : ces derniers extrayaient d'une part la moelle des métapodes et des os longs de renne (fragments osseux de grande taille), mais encore confectionnaient des bouillons gras (fragments osseux de taille inférieure à 5 cm) et aussi extrayaient la graisse des épiphyses concassées (fragments de 2 cm en moyenne) (Delpech *et al.*, 1974, p. 47-55). Les chasseurs de rennes de Karstein (Allemagne) faisaient de même (Baales, 1992/93). Ces deux dernières pratiques rendent compte aussi de la découverte de galets rougis voire éclatés par le feu (Pataud et Le Flageolet I en Dordogne, Gönnersdorf en Rhénanie...). J. Malaurie, qui signale que les habitants de l'Arctique consomment toujours à la fois viande et graisse, a en outre bien observé le retour des chasseurs : "La nourriture de prédilection des Esquimaux est la moelle des os de renne. Les chasseurs en sont comme fous. Pendant quelques journées au printemps, ils s'en nourrissent exclusivement. Après avoir nettoyé, quasi religieusement, les os, ils les brisent avec des pierres (ou même les dents), et en sucent la moelle ; on les voit, alors, engraisser à vue d'œil" (Malaurie, 1976, p. 302). La moelle jaune rougeâtre contenue dans les diaphyses des os longs et celle, rouge, qui imprègne leurs épiphyses sont une source de lipides majeure. Nous n'avons pas su trouver de données chiffrées, mais chez l'homme, les biopsies ostéo-médullaires montrent que la proportion de graisse dans les espaces lacunaires atteint souvent 50% voire plus chez les sujets âgés. En dépit des apparences, la question de la consommation des cervelles est différente de celle de l'utilisation de la moelle. La cervelle est en effet riche en eau (80% de son poids) et contient à peu près autant (soit 10% de son poids) de protides que de lipides ; elle est riche en cholestérol (environ 2g pour 100g) (Geigy, 1963, p. 525). A Pincevent, par exemple, les têtes de rennes, après résection des bois, étaient cuites et consommées près du foyer domestique (Leroi-Gourhan, 1976). Chez les Lapons de Finlande, nous avons retrouvé, il y a peu encore, ce même goût marqué pour la moelle de renne, mais un rejet des cervelles.

6 - La ration lipidique va également un peu varier selon l'importance des aliments d'origine animale dans la ration : dans un régime comportant 80% de viande de gibier et 20% de plantes sauvages, les lipides fournissent 25% de l'énergie, contre seulement 20,5 dans un régime à répartition inverse (Eaton *et al.*, 1985, p. 287 tab. 4). Mais ce ne seront pas les mêmes lipides. Cette variation serait bien plus importante s'il s'agissait d'animaux d'élevage.

Globalement la part de l'apport lipidique dans la ration est basse sur le plan énergétique chez les Paléolithiques et peut se résumer sur le tableau suivant (Eaton *et al.*, 1988, tab. 1, p. 741 ; Eaton, 1992, tab. 9, p. 818, pour les lipides et le cholestérol) :

Origine de l'énergie	Paléo.sup.	Actuel (U.S.A.)	Experts
Protidique	33%	12%	12%
Glucidique	46%	46%	58%
Lipidique	20 à 25%	36 à 40%	<30%
Apport en cholestérol	480mg/j	480mg/j	<300mg/j

Tableau 6 - Origine de l'énergie autrefois et aujourd'hui. Nous l'extrayons aujourd'hui surtout des lipides. Il nous faudrait privilégier les glucides lents, qui devraient nous apporter plus de la moitié du nécessaire.

7 - Mais l'élément le plus important, dans l'alimentation végétale et animale des chasseurs-cueilleurs et des Paléolithiques, c'est la faible proportion des acides gras saturés, athérogènes, et l'importante quantité d'acides gras polyinsaturés, très bénéfiques au contraire. Mais les infections intercurrentes leur donnent-elles le temps d'en profiter ? C'est l'inverse de ce que nous consommons aujourd'hui (Delluc, 1995, p. 174-175). Les lipides nous apportent 36 à 40% de notre énergie, avec un rapport acides gras polyinsaturés / acides gras saturés inférieur à 0,5 ; ils apportaient aux Paléolithiques 20 à 25% de leur énergie avec un rapport P/S d'environ 1,4. Les chiffres recommandés par les experts sont respectivement de près de 30% et d'environ 1 (Eaton *et al.*, 1992, p. 818 et tab. 8 et 9). La répartition des lipides au Paléolithique était donc très remarquable. Les lipides stockés dans le suif des animaux d'élevage sont riches en acides gras saturés ; les lipides du gibier sont trois à cinq fois plus riches en acides gras polyinsaturés que ceux du bétail ; les poissons des eaux froides en sont riches. Les Paléolithiques d'Afrique du Sud, s'ils consommaient le buffle du Cap, bénéficieraient d'une viande considérée (classiquement du moins) comme très équilibrée par les experts car comportant, pour 100 g, 19,3 g de protides, 6,3 g de lipides, et un pourcentage égal d'acides gras polyinsaturés (30%), monoinsaturés (32%) et saturés (32%), avec 1,9 pour 100 g d'acides gras polyinsaturés oméga 3. Les recommandations des experts sont aujourd'hui respectivement de 25%, 50% et 25%, avec un rapport acides gras polyinsaturés / acides gras saturés de l'ordre de 1 et un rapport n-6 / n-3 de l'ordre de 0,6 (il faut donc six fois plus d'acide linoléique (n-6) que d'acide alpha-linolénique (n-3)). Toutefois, l'excès d'acides gras polyinsaturés (au-dessus de 25%) est néfaste. Ils s'oxydent facilement et favorisent alors, eux aussi, l'athérome des vaisseaux (Debry, information orale, novembre 1993).

En effet les acides gras sont des chaînes d'atomes de carbone plus ou moins longues. Lorsque tous ces carbones portent chacun deux atomes d'hydrogène, l'acide gras est dit saturé (il est solide à la température ordinaire), comme l'acide palmitique (à 16 carbones) et l'acide stéarique (à 18 carbones). Au contraire un acide gras est dit insaturé quand, en un ou plusieurs points de la chaîne, deux carbones voisins ne portent qu'un seul atome d'hydrogène et sont unis deux à deux par une double liaison (l'acide gras est alors liquide). Ainsi une seule double liaison pour 18 carbones, c'est l'acide oléique (18 : 1 (n-9)), monoinsaturé (huiles d'olive, d'arachide et de colza) ; deux doubles liaisons, c'est l'acide

linoléique (18 : 2 (n-6)) ; trois doubles liaisons, c'est l'acide alpha-linolénique (18 : 3 (n-3)) ou (18 : 3(oméga-3)), etc. Des deux derniers, sont issues deux familles d'acides gras polyinsaturés à longue chaîne polycarbonée. Les acides gras sont indispensables : l'homme ne sait pas les synthétiser et il doit chercher (n-6) dans les végétaux supérieurs, les huiles (tournesol, soja, maïs, noix) et chercher (n-3), particulièrement anti-agrégant pour les plaquettes sanguines, dans la chair et l'huile de poisson (sardine, hareng, morue, saumon...). Ils ont un rôle fondamental structural et fonctionnel au niveau des membranes cellulaires et aussi un rôle hormonal de précurseur, de messagers intra et extra-cellulaires, un rôle énergétique aussi. Cela sans compter l'apport de vitamines liposolubles et des qualités que chacun connaît (tendreté des viandes, goût et onctuosité des aliments).

La répartition des acides gras d'origine animale et végétale apparaît sur les tableaux suivants (pour 3 000 kcal, avec 1 360 g de plantes et 732 g de viande de gibier, apportant respectivement 51,7 g et 30,7 g de lipides) (Eaton, 1992, tabl. 8, p. 818) :

Acides gras %	Animaux	Plantes	Total	% Lipides
Saturés	11,4	8,1	19,5	23,7
Monoinsaturés	11,1	23,4	34,5	42
Polyinsaturés	8,2	20	28,2	34,3

Tableau 7 - Répartition des acides gras suivant l'origine des aliments (d'après S. Boyd Eaton). Le rapport acides gras polyinsaturés/acides gras saturés est égal à 1,45. Les "bons" acides gras insaturés prédominent dans les plantes sauvages, le poisson et le gibier. Les "mauvais" acides gras saturés ne fournissent que 6% environ de l'énergie totale. C'est l'inverse aujourd'hui avec la viande des animaux d'élevage, la charcuterie et les produits laitiers.

Acides gras %	Experts	Paléo	Actuel
Saturés	25	23,7	45
Monoinsaturés	50	42	42,5
Polyinsaturés	25	34,3	12,5

Tableau 8 - Répartition des acides gras alimentaires autrefois et aujourd'hui. L'alimentation paléolithique apportait peu de mauvais acides gras saturés et beaucoup de bons acides gras insaturés. Elle avait même peut-être des qualités supérieures à l'alimentation proposée par les experts modernes, notamment en raison de l'apport de beaucoup d'acides gras polyinsaturés.

Les produits de la chasse et de la pêche, d'une manière générale (et surtout les poissons gras des mers froides, nourris de phytoplancton et consommés par les Groenlandais (Capron, 1993, p. 164-170)), sont particulièrement riches en

acides gras polyinsaturés oméga 3, dont l'E.P.A. (20 : 5, n-3), qui protègent contre les accidents vasculaires liés à l'athérome, en abaissant les chylomicrons et les lipoprotéines de basse ou de très basse densité (ces L.D.L. et V.L.D.L. transportent les lipides dans le plasma), en abaissant aussi le cholestérol et les triglycérides, en augmentant les lipoprotéines de haute densité (ces H.D.L. sont protectrices des plaquettes sanguines et, peut-être même, en réduisant les obésités nutritionnelles et génétiques. Le bœuf domestique n'en contient presque pas, de même que les produits laitiers ; le porc et surtout le cheval en sont un peu plus riches. En revanche la teneur en cholestérol du gibier maigre et celle des animaux gras d'élevage est sans grande différence (*ibid.*, p. 815 et tab. 1 et 2), et les Paléolithiques, qui consommaient un régime à 35% de viande contre 65% de végétaux en ingéraient 591 mg (avec un rapport P/S de 1,4), tandis que ceux dont le régime comportait beaucoup de viande (80%) et peu de végétaux (20%) en ingéraient 1299 mg par jour (avec un rapport P/S de 0,91). La ration de l'Américain actuel (Eaton, 1992, tab. 9, p. 818) est, comme au Paléolithique, de 480 mg par jour (avec un rapport P/S inférieur à 0,50) et celle recommandée par les experts de 300 mg au maximum (avec un rapport P/S de 1) (Eaton *et al.*, 1985, p. 287 et 288, tab. 4 et 5 ; 1992, p. 818, tab. 9). Cela confirme bien que la richesse des aliments en cholestérol n'a pas l'influence déterminante qu'on lui attribuait il y a quelques années. On sait que les Inuits du Groenland et les Lapons, qui consommaient naguère de grandes quantités de viande de phoque ou de baleine, de chair de poisson, pauvres en cholestérol et très riches en acides gras polyinsaturés oméga 3, avaient un cholestérol sanguin bas (comme tous les chasseurs-cueilleurs et aussi les singes), des dosages de lipoprotéines (qui transportent le cholestérol dans le plasma) très favorables, des triglycérides bas, un temps de saignement très allongé (le double de celui des Danois continentaux) : ils ne connaissaient pas les maladies cardiovasculaires de surcharge, si fréquentes dans les pays occidentaux, notamment au cours des obésités androïdes, et les causes essentielles de mortalité devaient être infectieuses voire inflammatoires (et peut-être hémorragiques, comme chez les Inuits). Henry de Lumley s'est interrogé : "Les hommes préhistoriques mouraient-ils d'infarctus ?" (Lumley, 1994, p. 11). On peut répondre : "Non, ou, du moins, pas souvent".

8 - Les noix et noisettes (dont les pollens sont attestées à Lascaux (Leroi-Gourhan *Ar. et al.*, 1979, p. 75-80)) sont riches en acides gras polyinsaturés. A noter que le Dr A. Cheynier avait signalé des noix et noisettes brûlées en grande quantité (probablement dans son gisement magdalénien ancien du Peyrat), ainsi d'ailleurs que des coquilles d'escargots (Cheynier, 1967, p. 37-38).

9 - Chacun connaît aujourd'hui l'opposition, chez les humains, entre les obésités androïdes, exceptionnellement représentées sur les figures humaines de l'art paléolithique, et les obésités gynoides, plus précoces, moins liées à la suralimentation, moins sensibles à la diététique et à la pratique de l'exercice physique, favorables à la lactation chez la mère, moins dangereuses, qui sont un thème fréquent pour les artistes paléolithiques.

L'eau

L'eau est nécessaire à toute vie humaine. Son apport est nécessaire à l'implantation de toute habitation, même temporaire comme le campement paléolithique.

Les besoins en eau sont en moyenne de 2,5 litres par jour (Dupin, 1991, p. 959-960). Cette ration est couverte par l'alimentation et, pour une faible part (environ 300 g par jour), par les réactions d'oxydation lors du métabolisme des protides (45 g d'eau pour 100 g de protides, 40 g et 107 g pour 100 g de glucides et de lipides, que ces nutriments proviennent de l'alimentation ou du catabolisme des tissus du sujet (Richet *et al.*, 1971, p. 39 tab. XII)). Ces besoins s'accroissent avec la température extérieure, l'exercice physique et la fièvre.

Il demeure peu d'éléments matériels. L'implantation des habitats temporaires des hommes privilégie les vallées, depuis l'origine de l'homme en Afrique (la vallée du Rift avec la gorge d'Olduvai en Tanzanie et la basse vallée de l'Omo en Ethiopie) jusqu'aux campements des Cro Magnons de Pincevent (Seine-et-Marne) ou des Eyzies (Dordogne). Dans une vallée, du fait de l'enfoncement du lit avec les millénaires, c'est sur les terrasses les plus hautes que se trouvent les occupations les plus anciennes. Mais les Néandertaliens ont souvent vécu sur les plateaux et les abris des Cro Magnons sont parfois situés très haut dans les rochers par rapport à la rivière (grotte Richard et grottes du Comte en Dordogne, par exemple) : on peut voir là la preuve de l'usage de récipients, très probablement en peau. L'abbé H. Breuil a signalé que l'alternance des phases pluviales et des phases sèches au Sahara explique la large diffusion du Paléolithique ancien à laquelle succède un amenuisement de l'occupation (Breuil *et al.*, 1959, p. 81).

La récupération de l'eau de la pluie ou de la rosée sur des peaux tendues, la transformation en eau de la neige et de la glace font partie des techniques de survie plus que de vie quotidienne et nous n'en avons aucun indice pour les temps préhistoriques. En revanche, chez tous les peuples chasseurs, l'observation du comportement des animaux indique l'emplacement des points d'eau (Wiseman, 1993, p. 35-36 ; Weiss, 1993, p. 92-95). De même il est quasi certain que les Cro Magnons ont relevé les traces du gibier et ils les ont représentées (Delluc, 1985, p. 56-62).

La confection de bouillons a été évoquée à propos des lipides. Quelques objets coniques d'os ou d'ivoire, avec un sillon ou un relief, permettant la pose d'un lien, et une partie active incisée de stries parallèles, évitant à ce lien de glisser, semblent avoir été des bouchons d'outre au Gravettien (Le Fourneau du Diable et Combe Capelle, en Dordogne, et Brassempouy, dans les Landes) (Delluc, 1990, p. 62 et fig. 13, p. 58). Les ethnologues signalent que les peuples du Grand Nord prélevaient la vessie du renne, qui constitue la plus étanche des gourdes naturelles, et que de nombreux peuples pratiquent des infusions ou décoctions végétales. L'American Museum of Natural History de New York conserve des bouchons d'os ayant servi à obturer des cavités gastriques de renne, formant outres et remplies du sang de cet animal (Inuits du Cuivre), et des chevilles d'os ou d'ivoire destinées à colmater les blessures des phoques pour éviter qu'ils ne

soient saignés (Inuits de Baffin). Les Lapons conservaient dans des outres le sang et la graisse. Depuis le Solutréen, d'assez nombreux tubes d'os, faits de diaphyses d'os longs d'oiseaux, ont pu servir d'étuis pour les aiguilles ; mais, en Alaska, certains autres tubes "longs et minces sont utilisés par les femmes, pendant les menstruations pour boire l'eau sans y porter les lèvres, ce qui serait censé la polluer" (Leroi-Gourhan, 1936, p. 58).

Le miel et divers fruits peuvent fermenter naturellement et il n'est pas exclu que les pré-agriculteurs s'en soient rendu compte. Sur un total de 95 sociétés primitives étudiées au cours de notre siècle, 46 se sont montrées capables de fabriquer des boissons alcoolisées par fermentation (y compris des chasseurs-cueilleurs comme les Bushmen San, les Inuits et les aborigènes australiens). Ces boissons, bien moins alcoolisées que celles issues de la distillation, ne sont fabriquées que périodiquement, en fonction de la saison, et sont bues rapidement; de fortes conventions sociales en limitent en outre la consommation, volontiers ritualisée (Eaton *et al.*, 1988, p. 741-742).

Le lait maternel contient 87% d'eau et couvre les besoins hydriques de l'enfant allaité, en même temps que ceux en protides (dont les immunoglobulines A), lipides, glucides, minéraux et vitamines, nécessaires à la croissance.

L'eau n'est jamais figurée dans l'art préhistorique, pas plus que les autres éléments de la surface de la terre et que la ligne du sol sur lequel semblent stationner ou évoluer les figures animales. Pour mémoire on rappellera que la frise des cerfs de la Nef de Lascaux (Dordogne) a pu évoquer pour certains un groupe de cerfs traversant une rivière (Breuil, 1952, p. 130). Une hypothèse analogue a été émise au sujet du décor d'un bâton percé de la grotte de Lortet (Hautes-Pyrénées) sur lequel évoluent trois cerfs et six saumons.

Les sels minéraux

Le sodium

L'équilibre du milieu intérieur, et en particulier celui de l'hydratation par le biais du métabolisme du sodium, principal cation extra-cellulaire, et de l'eau liée au sodium, est régi par le rein. A ce niveau il est remarquable que la réabsorption, par le tube proximal et par l'anse de Henlé, du sodium filtré par le glomérule est presque complète, le tube distal se contentant d'un ajustement en fonction des besoins (par le système hormonal rénine-angiotensine-aldostérone) : comme celui des animaux des pays chauds, le néphron de l'homme est prévu pour un faible apport de sel quotidien et fonctionne "à l'économie" ; le travail du tube rénal est considérable (il réabsorbe la quasi-totalité des 1 000 g de sel filtrés par jour, accompagnée de l'eau liée, et n'en élimine que quelques grammes dans l'urine définitive) (Pitts, 1970, p. 86-120 et 206-219) et "les reptiles, les oiseaux et les mammifères, y compris l'homme, sont essentiellement des espèces de zone aride" (*ibid.*, p. 87). On pourrait voir là une

confirmation de l'origine africaine de l'homme. On notera d'ailleurs, au passage, que la production de rénine-angiotensine-aldostérone, donc la récupération de sodium au tube distal, est stimulée par la station debout, ce qui a dû favoriser la vie des premiers êtres africains ayant opté pour la station érigée bipède.

La compensation des pertes quotidiennes en sodium (pertes urinaires, digestives et sudorales) nécessite un apport quotidien modeste : une ration minimale d'environ 1 à 1,5 g de chlorure de sodium par jour (0,4 à 0,6 g de sodium) est suffisante dans un pays tempéré (Jacotot *et al.*, 1992, p. 5-6) ; elle est apportée par l'alimentation et ne nécessite aucune supplémentation. L'homme exploite les gisements de sel continentaux et extrait le sel de l'eau de mer depuis la fin de l'âge du Bronze (Roussot, 1978, p. 51). La sapidité liée au sel, sa symbolique et l'usage du sel dans la conservation (Toussaint-Samat, 1990, p. 540-354) ont fait que la consommation de sel est souvent chez nous de l'ordre de 10 à 15 g par jour ; elle atteint 30 à 40 grammes chez les Japonais de l'île de Hokkaido (les successeurs des Aïnous) et du nord du Honshu, grands consommateurs de poisson salé. Les néphrons sont donc soumis à une charge importante de sodium et ces peuples paient, encore plus que nous, un lourd tribut à l'hypertension artérielle et à ses complications cardio-vasculaires (Meyer, 1982, p. 114-115). La fréquence et la sévérité de l'hypertension artérielle et de ses complications cardio-vasculaires chez les Noirs accédant à un mode de vie occidental, en Afrique ou aux Etats-Unis, rendent peut-être compte de l'existence chez eux d'un gène d'épargne sodée particulièrement économe et vite dépassé par l'apport exogène. C'était l'inverse chez les Inuits, qui ne salaient guère et conservaient leur nourriture grâce au froid.

Les analyses et les calculs de S. Boyd Eaton cadrent bien avec ces observations physiologiques et ethnologiques. Les végétaux sauvages (sur 14 plantes étudiées) apportent 10,1 mg de sodium pour 100 g, les animaux (domestiques) 68,75 mg pour 100 g. Cela correspond, pour un régime constitué de 35% de produits carnés (788,2 g) et de 65% de végétaux (1 463,8 g), à, respectivement, 541,9 mg et 147,8 mg, soit un total 689,7 mg de sodium par jour (Eaton *et al.*, 1985, p. 286). Cette consommation, parfaitement raisonnable, correspond à 1,7 g de chlorure de sodium par jour.

Le potassium

Le potassium est largement répandu dans l'alimentation : c'est le principal cation intracellulaire et il est impliqué dans la plupart des grandes fonctions vitales. Pour 100 g les produits animaux (gibier) apportent 387,5 mg de potassium et les végétaux sauvages 550 mg (Eaton *et al.*, 1985, p. 286). Un régime comportant 35% de viande (788,2 g) et 65% de végétaux (1 463,8 g) fournira donc respectivement 3053,5 mg et 8052 mg de potassium, soit un peu plus de 11 g de potassium. En fait, "le bilan des entrées et sorties du potassium est une entreprise pleine d'embûches [...] d'après les tables de composition, tant la teneur des aliments en potassium est variable selon les échantillons (provenance, saison, mode de cuisson, etc.)" (Richet *et al.*, 1971, p. 89). Les besoins sont en fait modestes, de l'ordre de 1 g par jour, majorés lors de la croissance (l'incorporation d'azote en consomme) et les apports actuels sont estimés à 3 à 5 g. Mais le bilan

est équilibré, grâce à l'adaptation des sorties urinaires au tube distal sous la dépendance du système rénine-angiotensine-aldostérone (conjointement avec l'ajustement du sodium et le rejet des ions acides H⁺), même en cas d'excès d'ingestats, sans difficultés ni inconvénients, sauf en cas d'insuffisance rénale (*ibid.*, p. 85-89). En cas de régime très pauvre en sel, analogue à celui des Paléolithiques, l'organisme économise le sodium au maximum, par le biais de l'hyperaldostéronisme, et, donc, laisse fuir plus de potassium au niveau du tube distal, augmentant le besoin en ce sel heureusement ubiquitaire.

Le calcium

C'est l'ion le plus abondant de l'organisme (plus d'un kilogramme chez l'adulte), localisé à 99% dans l'os. Le calcium, sous forme de phosphate calcique amorphe et d'hydroxy-apatite cristallisée, assure la rigidité du squelette et la dureté des dents, mais il a aussi d'autres fonctions vitales (excitabilité neuromusculaire, coagulation sanguine, intégrité et fonctions des membranes cellulaires, fonctions enzymatiques et hormonales...). Les besoins sont de 1 g par jour environ ; ils montent à 1,5 g pendant l'adolescence et la grossesse, à 2 à 3 g pendant la lactation et demeurent très importants après la ménopause (Jacotot *et al.*, 1992, p. 9). Chez l'homme, et plus encore chez la femme, ces apports sont déficitaires aujourd'hui.

Envisagé dans une perspective évolutionniste, les sources de calcium ont en effet beaucoup évolué, depuis les premiers primates insectivores. Les insectes et les larves en contiennent bien plus (environ dix fois plus) que le gibier et que les plantes (respectivement pour 100 g : 116,9 mg, 128,8 mg d'une part, 14,2 mg et 132,6 mg d'autre part) (Eaton *et al.*, 1991, p. 282S, tab. 1). Les plantes sont plus riches que le gibier mais le calcium est équivalent, en fait, si on le rapporte aux calories fournies (*ibid.*, tab. 3). Au Paléolithique, le calcium ne pouvait provenir que de l'alimentation carnée et végétale, et très accessoirement de l'eau dans les pays calcaires (environ 100 mg par litre). De nos jours, les produits laitiers constituent la principale source de calcium, mais leur consommation est insuffisante et, du fait des graisses saturés qu'ils contiennent, ils ne sont point sans inconvénients. Le phosphore, dont le métabolisme a partie liée avec celui du calcium, tout particulièrement dans l'os, est en revanche présent partout dans l'alimentation.

Dans l'hypothèse d'un régime de 3 000 kcal avec un rapport produits animaux / produits végétaux de 35%-65%, l'apport paléolithique quotidien de calcium représentait 1 799 mg. Cet apport diminuait avec un régime "froid" (80% de produits animaux contre 20% végétaux), à un chiffre de l'ordre de 750 mg (*ibid.*, p. 282S et tab. 5 p. 284S). C'est peut-être pour cela que, dans certains gisements, les épiphyses des os longs semblent avoir été consommées. Mais en dehors de ce cas, le régime paléolithique, apportant environ 2 g par jour, couvre bien les besoins, y compris ceux des adolescents et femmes gestantes et allaitantes.

Divers correctifs sont à apporter aux données brutes de la ration calcique et il est licite de se poser la question de leur intervention chez les Paléolithiques (*ibid.*, p. 282S-284S). Un apport de fibres important entrave le contact entre le calcium et

la muqueuse intestinale et peut théoriquement diminuer l'assimilation du calcium (et aussi du zinc et du fer), mais cela s'est avéré négligeable chez les chasseurs-cueilleurs actuels. Les acides oxalique et surtout phytique favorisent la formation de sels de calcium insolubles, soustrayant le calcium à la digestion intestinale, mais l'acide phytique n'est guère présent que dans les céréales. Un excès d'acides gras dans la lumière digestive, par excès d'apport, forme des savons insolubles, mais l'apport lipidique était plus bas que le nôtre chez les Paléolithiques. La présence conjointe de phosphore a un effet optimal pour l'absorption du calcium dans le rapport de 1/2 à 2 (Jacotot *et al.*, 1992, p. 10) ; il est abondant dans les viandes, le poisson et les légumineuses (plus même que le calcium), évitant donc un trop fort rapport Ca/P qui entraverait l'absorption du phosphore (elle-même liée, comme celle du calcium, à l'hormone parathyroïdienne et à la vitamine D). L'abondance des protéines, notamment animales, favorise la résorption digestive du calcium, sauf certaines d'entre elles qui entraînent une fuite urinaire de calcium : ainsi la caséine et la lactalbumine du lait, le gluten du froment, mais ils sont peu ou pas consommés par les Paléolithiques (Eaton, 1990, p. 36-38 ; Eaton *et al.*, 1991, p. 284S). A long terme, dans un régime riche en protéines animales, la balance calcique est équilibrée. La présence de vitamine D, en quantité suffisante, favorise l'absorption intestinale du calcium et intervient aussi au niveau de l'os : l'étude des squelettes des enfants paléolithiques ne montre pas de rachitisme susceptible de faire évoquer une carence alimentaire et/ou un ensoleillement insuffisant.

Cet apport convenable de calcium, associé à l'exercice physique favorisant l'accrétion calcique sur l'os, explique l'épaisseur de la corticale des diaphyses des *Homo sapiens* ; elle demeure encore supérieure de 17% à la nôtre chez les Natoufiens de Palestine, il y a 8 à 10 000 ans. La densité osseuse baisse ensuite chez les agriculteurs : leurs régimes sont moins protidiques et, par rapport aux autres végétaux, les céréales sont quatre fois moins riches en calcium et trois fois plus en phosphore ; l'acide phytique est abondant dans certaines d'entre elles (*ibid.*, p. 284S-285S).

Si bien que l'ostéoporose qui débute vers la cinquantaine (surtout chez la femme après la ménopause) n'apparaît pas sur les squelettes des chasseurs de la Préhistoire (Pales, 1930 ; Dastugue *et al.*, 1976, p. 612-624). Mais il faudrait apporter à ce diagnostic trois correctifs : a - ces hommes ne mouraient pas très vieux ; b - seuls se sont conservés les vestiges osseux des habitants des pays calcaires ; c - la fossilisation implique une minéralisation secondaire de l'os. L'ostéoporose est une diminution de la masse et de la densité osseuses se traduisant par des fractures de certains os, comme le fémur par exemple, et des tassements vertébraux trop banals chez nous à un certain âge. Très fréquente aujourd'hui, elle est favorisée par le vieillissement, la ménopause, la sédentarité, les carences calcique et protéique (Fourman *et al.*, 1970). Les vertèbres préhistoriques ne sont pas victimes de tassements évidents ; toutefois l'arthrose rachidienne peut s'accompagner d'un certain aplatissement des vertèbres, bordées d'ostéophytes, qui est bien visible chez le Néandertalien âgé de La Chapelle-aux-Saints (Corrèze). L'ostéoporose est absente chez les chasseurs-cueilleurs sub-actuels, même âgés. Pourtant les Inuits, qui consommaient peu de végétaux et dont le régime, il y a peu, se rapprochait de celui des Paléolithiques au plus froid du

Würm (80% de produits animaux et 20% de végétaux), étaient atteints plus vite et plus fortement que nous. Des ostéoporoses ("porotic hyperostose"), présentes notamment sur des squelettes préhistoriques amérindiens et méditerranéens, semblent être des indicateurs de déficiences nutritionnelles (protéines, calcium, anémie par carence en fer) (Von Endt *et al.*, 1982 ; Ulijaszek, 1991 ; Stuart-Macadam, 1992).

Deux ordres de faits font intervenir des facteurs associés : les caries dentaires et l'évolution des statures. Les caries dentaires sont très rares au Paléolithique supérieur ; les moins indemnes sont les *Homo sapiens sapiens* ibéro-maurusiens (une cinquantaine de sujets) d'Afalou Bou Rhummel (Algérie), chasseurs et récolteurs de coquillages, qui présentent un pourcentage de caries de 3,4% pour un total de 800 dents (soit presque dix fois moins qu'actuellement) (Fargeaudou, 1984, p. 88). Les caries sont certes liées à un phénomène de déminéralisation-reminéralisation local de l'émail, fait presque uniquement d'hydroxy-apatite de calcium. Mais, entre autres facteurs, interviennent surtout, d'une manière défavorable, le développement de la flore bactérienne par défaut d'hygiène, la carence en fluor et l'usage de certains glucides (saccharose surtout) (Debry, 1993, p. 160-163). Les caries sont rares chez les animaux vivant en liberté. Sur des centaines de bouquetins alpins examinés, il n'en a été observé que quelques cas (Couturier, 1962, p. 338). La taille des hommes, en second lieu, qui dépend à la fois de facteurs génétiques et de facteurs externes, notamment alimentaires, a évolué schématiquement - sans se cacher l'importance des variations individuelles - en trois temps : une augmentation de la stature, lente et progressive, depuis les origines jusqu'à l'époque des Cro Magnons (d'un peu plus de 1,00 m jusqu'à près de 1,80 m) ; une baisse ensuite rapide au Néolithique (d'environ 10%) et la taille se maintient à peu près à ce bas niveau jusqu'à une époque toute récente ; une reprise staturale depuis à peine quelques décennies, du moins dans les pays riches. Divers facteurs sont intervenus (Eaton *et al.*, 1991, p. 284S-285S) pour expliquer cette baisse néolithique : apparition des céréales comme base alimentaire (avec l'expansion démographique), diminution de l'apport protéique, agressions nutritionnelles (disettes et famines, conséquences des aléas climatiques sur les monocultures et des divers conflits), maladies épidémiques (favorisées par la sédentarisation et les carences protéiques) et aussi réduction de l'apport et de l'absorption du calcium. Les animaux domestiqués sont également plus petits que les animaux sauvages (Bosinski, 1995).

Les oligoéléments

Ils méritent une mention. Le métabolisme du fer fonctionne lui aussi "à l'économie". Il tourne remarquablement presque en circuit fermé, recyclant le fer provenant des vieilles hématies lysées, avec une limitation automatique des entrées duodénales. Le fer permet la synthèse de l'hème et de certaines enzymes. Les besoins (1 mg par jour) sont minimes, sauf chez la femme en période d'activité génitale (1,6 mg par jour du fait des pertes menstruelles), durant la grossesse qui demande en tout 1 g (la femme puise alors, comme pour le calcium, dans ses réserves) et après des saignements d'origine traumatique. Le déficit apparaîtra tout particulièrement lors des grossesses répétées et chez l'enfant trop

longtemps nourri au sein, ce qui est souvent le cas ici : le stock, dont dispose l'enfant à la naissance, est épuisé en six mois ; au-delà, seule une alimentation diversifiée peut le reconstituer. En dehors de ces éventualités, les carences d'apport, fréquentes aujourd'hui (affectant environ 10% de nos contemporains dans tous les pays), ne devaient guère l'être chez les chasseurs du Paléolithique à l'alimentation diversifiée, car le fer est présent dans la viande, le sang, le foie et certains végétaux, mais l'absorption est meilleure pour le fer hémérique des produits carnés que pour celui, non hémérique, des plantes. La vitamine C active l'absorption, alors que le calcium l'entrave ; les deux phénomènes devaient s'équilibrer. Nous avons dit plus haut que les "bouchons d'outre" paléolithiques étaient peut-être des bouchons à poche de sang ou des obturateurs de blessure comme chez les Inuits. Du fait de lésions ostéopéniques particulières, toutefois, une carence en fer a été soupçonnée sur des squelettes préhistoriques d'enfants amérindiens (Von Endt *et al.*, 1982 ; Stuart-Macadam, 1992).

Les autres oligoéléments, dont l'intervention dans la ration paléolithique ne peut être appréciée, sont au nombre de quatre.

Le fluor, dont le rôle dans la prévention des caries a été évoqué plus haut à propos du calcium, est largement répandu dans la nature (plantes, poissons). Ces altérations dentaires, d'origine non univoque, sont rares au Paléolithique. Mais les dents cariées ont pu tomber et les mandibules portant des caries ont pu être considérées comme non préhistoriques. Si les dents des squelettes préhistoriques de la province du Cap (Afrique) sont indemnes de caries lorsqu'il s'agit de fossiles recueillis en bord de mer, la proportion de caries monte à 17,7% dans l'intérieur des terres, suggérant bien une carence locale en fluor (Sealy *et al.*, 1992).

Le zinc, dont les rôles biologiques multiples se précisent, notamment chez l'enfant et la mère, en sub-déficit dans les pays occidentaux, déficient dans les populations géophages ou consommant beaucoup de fibres, est toutefois bien présent dans les viandes, œufs et mollusques (Favier, 1993, p. 146-151). Son abondance dans les ossements est un bon marqueur d'une alimentation à prédominance carnée (comme celle du strontium en faveur d'une alimentation à prédominance végétale) (Fornaciari *et al.*, 1987).

Le sélénium est un antioxydant, dont l'action est complémentaire de celle de la vitamine E dans l'élimination des radicaux libres. Il est présent dans les viandes, poissons (et céréales) et ne devait pas faire défaut à l'âge du Renne.

L'iode a un rôle capital dans le métabolisme thyroïdien. Ses besoins sont de l'ordre de 0,2 mg par jour et son apport, provenant des produits marins et de certains végétaux, était encore insuffisant naguère dans l'Europe continentale, causant des goitres endémiques, au point de conduire à l'adjonction systématique d'iode dans les sels de cuisine et de table. Il a pu faire défaut dans les contrées paléolithiques un peu éloignées de la mer. Les rivages étaient encore plus lointains qu'aujourd'hui durant les glaciations : il y a 18-15 000 ans, par exemple, au maximum de la régression préflandrienne, le site de La Rochelle se trouvait à une centaine de kilomètres de l'Atlantique (ce rivage préhistorique est

aujourd'hui noyé sous une centaine de mètres d'eau) (Barusseau *et al.*, 1976, fig. 1, p. 349). Une statuette de Grimaldi (Ligurie italienne, non loin de Menton) a été décrite comme "la femme au goitre" par E. Piette. Cette femme, dont le "caractère gravide ne semble pas douteux" (Duhard, 1993, p. 49), présente en effet un petit relief arrondi, plus thoracique haut que cervical, au niveau approximatif du manubrium sternal, mais, pour J.-P. Duhard, "le supposé goitre pourrait tout aussi bien être une pendeloque" (*ibid.*, p. 204). A côté des artistes géniaux de Lascaux devaient vivre quelques "crétins goitreux", mais les fouilles n'ont pour le moment jamais exhumé de goitre calcifié...

De très fins dosages de sels minéraux, impliqués dans les processus nutritionnels, ont été pratiqués dans l'émail des dents d'une centaine d'Amérindiens "préhistoriques" (calcium, phosphore, strontium, magnésium, manganèse, cuivre, sélénium, zinc, aluminium, plomb) : ils montrent une plus importante dispersion chez les hommes que chez les femmes et les jeunes, témoignant des migrations plus fréquentes des adultes masculins (Schneider *et al.*, 1990).

Les vitamines

Les vitamines liposolubles

Parmi les vitamines liposolubles, la vitamine K, dont le rôle est fondamental dans la fabrication des facteurs de la coagulation, et la vitamine E, antioxydante, sont présentes dans divers produits carnés et certains végétaux. La vitamine A se trouve dans les foies (notamment de poisson) et dans le jaune d'œuf. Sa carence entraîne une perte de la vision crépusculaire.

La vitamine D est d'origine animale (foie de poisson surtout) et les ultraviolets du soleil la produisent aussi au niveau de l'épiderme. Pendant la croissance, son absence entraîne le rachitisme, inconnu au Paléolithique et dont on sait la paradoxale fréquence dans les pays ensoleillés comme l'Afrique du Nord (les enfants sont trop protégés du soleil) ; un apport supplémentaire est aujourd'hui fourni à l'enfant et paraît très souhaitable chez le vieillard. On notera que si divers arguments archéologiques plaident en faveur d'un caractère très élaboré des vêtements au Paléolithique supérieur, les rythmes d'éclairement ne furent jamais dans nos contrées ceux du Grand Nord avec longue nuit hivernale et soleil de minuit estival (Delluc, 1995, p. 176-177) ; les flux d'insolation disponibles peuvent être calculés, montrant par exemple, il y a 10 000 ans, un déficit modéré d'insolation en hiver, mais un spectaculaire excédent en été (Bouvier, 1989, p. 34-35; 1987, p. 1145-1155; 1993, p. 18-23). La leucodermie des habitants des pays tempérés et nordiques contrastant avec la mélanodermie des peuples plus proches de l'équateur pourrait être un facteur régulateur, comme le suggère une carte de répartition supposée des couleurs de peau dans le monde avant 1492 et avant les grandes migrations modernes (Langaney, 1988, fig. 41, p. 82). Il est intéressant de noter que les habitants des Amériques, tous venus d'Asie par la Béringie il y a quelques dizaines de milliers d'années seulement, ont eu le temps, depuis cette époque, de se différencier sur

ce point en fonction de la latitude, ceux de l'Amérique centrale étant plus foncés que les autres. Chez certaines personnes âgées, la carence en vitamine D participe à la genèse de l'ostéomalacie : l'os devient un tissu ostéoïde non calcifié qui se déforme et se fracture. Cette affection, bien plus rare aujourd'hui que l'ostéoporose, était inconnue au Paléolithique.

Les vitamines hydrosolubles

Les vitamines hydrosolubles sont d'abord les vitamines du groupe B, aux effets très divers, abondantes dans les nourritures d'origine animale et en particulier le foie, les abats et certains végétaux (y compris la vitamine B 12 et l'acide folique).

La vitamine C est le plus puissant réducteur de tous les tissus. La carence en vitamine C, responsable du scorbut, est bien connue notamment par les récits des explorateurs polaires nourris exclusivement d'aliments carnés et de conserves. Les aliments, note J. Malaurie à propos des équipages arctiques, sont salés et baignent dans la saumure ; aussi le scorbut est-il l'inquiétude permanente" (Malaurie, 1992, p. 71). Durant la Préhistoire, elle ne devait pas faire défaut, car elle est présente dans les plantes sauvages fraîches (26,8 mg pour 100 g soit 392,3 mg par jour pour un régime apportant 35% de produits carnés pour 65% de végétaux, alors que les besoins sont estimés à 10-75 mg seulement), qui constituent toujours une part notable de la ration paléolithique même aux périodes les plus froides du Würm. La vitamine C se trouve aussi dans les viandes, mais elle est détruite par la cuisson. L'équilibre vitaminique, de même que l'équilibre minéral, des *Homo sapiens* devait donc être très correct. Le lait de femme en contient, mais il n'assure un apport suffisant que jusqu'à l'âge de trois mois et au-delà une alimentation supplémentaire est nécessaire.

LE TOUT PETIT ENFANT

Dans les pages qui précèdent, divers éléments de la condition de l'enfant paléolithique ont été évoqués, notamment la prolongation probable de l'allaitement au sein, le pic de mortalité avant un an, la croissance et l'obtention d'une taille élevée chez les Cro Magnons, l'absence de caries et de rachitisme dépitables sur les vestiges conservés. Toutefois la fréquence de l'hypoplasie de l'émail dentaire a été soulignée dans une étude portant sur 669 couronnes dentaires de Néandertaliens. Comme les lignes de Harris, elle serait l'indice d'agressions non spécifiques, mais probablement nutritionnelles durant l'enfance et l'adolescence (Passarello *et al.*, 1988 ; Ogilvie *et al.*, 1989).

Parmi nos contemporains, le petit enfant est le seul qui consomme depuis toujours la même nourriture : le lait maternel, à vrai dire supplémenté aujourd'hui en vitamines D et K (Ricour *et al.*, 1993, p. 1088). Mais la durée de l'allaitement maternel est variable. Contrairement aux pays industrialisés et, sauf en cas de pratique de l'alimentation artificielle bien entendu, il demeure longtemps prolongé dans les pays du tiers-monde. Il faut du temps pour parvenir au sevrage total, qui, par exemple, se situe à peu près lorsque l'enfant marche au

Zaïre, soit en moyenne à $14,3 \pm 0,25$ mois (61 % entre 13 et 18 mois) avec des variations (4 % entre 1 et 6 mois ; 25 % entre 7 et 12 mois ; 10 % entre 19 et 24 mois). Mais à partir du sixième mois environ, l'enfant a déjà reçu soit une alimentation mixte (avec du lait artificiel) soit, bien plus souvent une alimentation supplémentaire souvent prémâchée (sucres lents, protides), prélevée au plat du repas familial auquel l'enfant assiste (Périer-Scheer, 1979, p. 38-40, 69-70 et courbes) ; ce complément devait permettre jadis d'éviter les diverses carences (notamment en fer et en calcium, mais pas en iode). Chez les Alakaluf, tels que les vit J. Empereur il y a une cinquantaine d'années, "les enfants sont astreints très tôt au même régime alimentaire que les adultes. Dès le plus jeune âge, les parents leur humectent les lèvres de graisse de phoque tiède, et plus tard, lorsqu'ils peuvent sucer et avaler de la nourriture solide, ils leur présentent des morceaux de lard huileux et tendre ou des coquillages. Les tout jeunes enfants partagent ces nourritures avec le sein maternel, et au besoin celui d'une grand-mère, jusque vers l'âge de trois ans" (Empereur, 1955, p. 141).

Le pic de mortalité préhistorique, avant un an, se situe donc très probablement en début de sevrage, avec la baisse de l'allaitement maternel qui apportait jusque-là des facteurs immunologiques (immunoglobulines A) et bactériostatiques, conférant à l'enfant une certaine résistance aux bactéries, au moment même où son propre système immunitaire est en train de se développer. Comme on le sait, l'allaitement prolongé est en outre un moyen (imparfait) de régulation des naissances qu'il espace en suspendant l'ovulation.

Malgré les aléas de la vie paléolithique, l'alimentation du tout petit est stable : la qualité du lait maternel ne dépend pas de l'état nutritif de la mère. La vitesse de croissance est la même dans le tiers-monde et dans les pays occidentaux, chez les végétariennes aussi bien que chez les Inuits mangeuses de viande, de poisson et de graisse. Le lait maternel apporte les acides gras polyinsaturés (l'acide linoléique et son dérivé l'acide arachidonique ; l'acide alpha-linolénique et son dérivé l'acide docosahexaénoïque ou cervonique), nécessaires notamment au développement cérébral, dans les synthèses des membranes (elles assurent la transmission nerveuse entre les neurones). Il a été calculé que les besoins énergétiques de l'enfant sont d'environ 9% plus grands que ceux d'un singe du même âge, en raison même des besoins accrus de son plus gros cerveau (Foley *et al.*, 1992). Le lait maternel apporte peu de protéines allergènes et il est parfaitement toléré, alors que le rôle favorisant de l'allaitement précoce avec du lait de vache dans la survenue du diabète insulino-dépendant est actuellement soupçonné. Quoi qu'il en soit on ne sait rien sur l'utilisation préhistorique du lait animal, et notamment sur celle du lait de renne si riche en lipides et si énergétique.

L'enfant préhistorique participait sans doute à la cueillette, comme partout dans le monde, et jouait comme les autres enfants : une statuette en ivoire de Brno (Moravie) passe pour avoir été une poupée articulée vieille de 25 000 ans (Lumley *et al.*, 1984, p. 197-198 et fig. 90). Mais on sait, par les empreintes qu'ils ont laissées dans l'argile du sol, que des petits Cro Magnons ont fréquenté les cavernes d'Ariège : des enfants sont entrés au Tuc d'Audoubert, dont un tout petit non loin du fond de la caverne (Bégouën *et al.*, 1984, p. 412), des enfants de 9

à 12 ans ont visité la grotte de Niaux (Pales, 1976) et d'autres, dont un de 6 ans, celle de Fontanet (Clottes *et al.*, 1984, p. 435).

CONCLUSION

Au terme de ces quelques pages, qui ont puisé leurs sources dans les documents matériels révélés par les préhistoriens et les anthropologues et dans les connaissances apportées par les médecins nutritionnistes, le portrait des *Homo sapiens* paraît très différent de leur image traditionnelle de carnivores presque exclusifs. La remarque vaut d'ailleurs aussi pour leurs prédécesseurs.

Ce sont des adolescents ou des adultes, pratiquant la chasse, la cueillette et, du moins pour les Cro Magnons, la pêche. Leur nutrition est caractérisée - en moyenne bien sûr - par une adéquation du nombre des calories. Dans le détail, tout plaide en faveur d'un apport protidique notable mais non démesuré, des lipides en quantité réduite, avec des acides gras polyinsaturés en bonne proportion, des glucides lents et des fibres végétales en quantité convenable, sauf lors des stades les plus froids de la glaciation de Würm, qui obligeaient à recourir à la néoglucogénèse à partir des lipides, comme le montre le tableau récapitulatif ci-dessous.

Proportions An./Vég.	35%-65%	80%-20%	Actuel	Experts
Protides	35	61	12	12
Glucides	43	14	46	58
Lipides	22	25	42	30

Tableau 9 - Proportions des protides, glucides et lipides pour un modèle de régime préhistorique de climat tempéré (35% de produits d'origine animale et 65% de produits d'origine végétale) et pour un climat froid (80% et 20%), comparées avec celles de l'alimentation actuelle et de l'alimentation conseillée par les experts (d'après S. Boyd Eaton). Sur le plan quantitatif, les chiffres de l'alimentation actuelle semblent se rapprocher de ceux recommandés par les experts. Mais la valeur qualitative des nutriments est moins favorable : les glucides ont beaucoup augmenté, mais il s'agit surtout des sucres rapides ; les lipides ont également augmenté, mais il s'agit surtout des acides gras saturés.

L'exercice physique des préhistoriques était important, mais sans doute non quotidien. L'obésité androïde n'apparaît que sur deux représentations graphiques; l'obésité gynoïde, ou du moins la figuration d'une répartition féminine des graisses, est fréquente et rappelle que ces jeunes femmes devaient présenter des grossesses répétées et des allaitements prolongés.

Rien ne témoigne dans le résultat des fouilles préhistoriques de carences en sels minéraux ni en oligoéléments. Ces hommes se contentaient du sodium contenu dans les aliments, sans apport supplémentaire.

Ces prédateurs semi-nomades, vivant des ressources de leur environnement en famille nucléaire, ont dans certains cas constitué des réserves, tout particulièrement dans les froides régions d'Europe centrale et orientale. Rares et discutables sont les indices en faveur d'un parage de certains animaux capturés (Delluc, 1995, p. 127-133).

La fin des frimats du Würm verra le gibier changer, les cerfs et sangliers remplacer, au Mésolithique, les rennes et les mammouths. Mais il faudra attendre le Néolithique pour que l'homme se livre à la culture et à l'élevage. Les conséquences en seront la sédentarisation, l'apport de sucres lents par les céréales, celui de viande grasse par le bétail, puis de sel de conservation et de consommation, la constitution de réserves alimentaires, de troupeaux de bêtes domestiques et la convoitise que ces richesses font naître et attisent. La démographie s'accroît. Mais, sur le plan nutritionnel, il s'agit bien aussi d'une lente "révolution" néolithique et la stature va diminuer de quelque dix centimètres. A la fin du XIX^e siècle, l'ère industrielle va accentuer ces phénomènes en nous apportant plus de lipides (saturés) encore, des sucres rapides plus que des sucres lents, moins de fibres et une sédentarité accrue, sans compter les drogues modernes, dont l'alcool et le tabac. Ce sont ces dérives que montre bien le tableau ci-dessous.

Composition des repas	Préhistoire	Actuel
Protides animaux	26%	8%
Protides végétaux	9%	4%
Glucides lents	42%	29%
Glucides rapides	1%	17%
Lipides animaux	9%	40%
Lipides végétaux	13%	2%

Tableau 10 - Comparaison de l'alimentation préhistorique et de la nôtre. Les lipides d'origine animale et les sucres rapides ont augmenté considérablement surtout depuis la révolution industrielle. Notre intérêt devrait se porter beaucoup plus sur les lipides provenant des végétaux (huiles) et des poissons et sur les sucres lents (céréales), plutôt que sur les viandes grasses, les produits laitiers et les confiseries.

Nous subissons les conséquences métaboliques de cette modification des habitudes nutritionnelles. Elles s'intègrent bien dans la répartition androïde des graisses mise en évidence par Jean Vague et le syndrome X d'insulino-résistance que G. M. Reaven a popularisé. De son côté, S. Boyd Eaton, auquel le présent mémoire doit beaucoup d'éléments chiffrés, a insisté sur le fait que les hommes d'aujourd'hui n'avaient guère de différences génétiques par rapport aux Préhistoriques et que nous étions encore pratiquement de grands chasseurs soumis à un régime de producteurs sédentaires.

L'exemple des sociétés pré-agricoles, qui demeuraient encore dans leur état quasi primitif il y a quelques décennies seulement et qui viennent d'accéder à un mode de vie occidental, confirme cette évolution, dont elles fournissent un exemple comme vu en accéléré. Ainsi s'explique aujourd'hui la fréquence considérable de l'obésité et du diabète non insulino-dépendant chez les descendants des Inuits, les Amérindiens comme les Pimas, les aborigènes australiens, ou encore chez les Micronésiens de l'île de Nauru. Ces derniers, bénéficiant inopinément d'une grande richesse et soumis aux aléas de la "Coca-Cola civilization", avec abondance alimentaire et inactivité physique (Passat, 1994, p. 16), ont connu une véritable épidémie de diabète non insulino-dépendant (ou de type 2). Dans ces populations, l'hyper-insulinisme serait pourtant - à l'origine - un trait génétique bénéfique, un gène d'épargne, favorisant le stockage de tissu graisseux de réserve en cas d'abondance et le mobilisant en cas de pénurie, associé à une malnutrition fœtale (Neel, 1962 ; Dowse *et al.*, 1991 ; Hales *et al.*, 1992 ; Wilkin, 1993 ; Dowse *et al.*, 1993). Mais il a été débordé par l'abondance relative qu'ont connue ces peuples depuis peu d'années. Leur triste condition actuelle contraste singulièrement avec la protection dont ils paraissaient jouir jusqu'ici vis-à-vis des affections métaboliques et cardiovasculaires. Ils rejoignent les cohortes des habitants des pays industrialisés. Parce qu'ils y étaient encore moins bien préparés, ils les dépassent même : il n'est pas facile d'être riche quand on a été pauvre pendant si longtemps.

Le retour, au moins partiel, à une nourriture privilégiant les viandes maigres, les poissons, les plantes à fibres et la diminution du sel permettrait de freiner le processus dans lequel nous sommes engagés. La ré-adaptation de l'homme à l'exercice physique va dans le même sens (Manson *et al.*, 1992 ; Kriska *et al.*, 1992). Ainsi l'étude de la nutrition paléolithique, celle des humains durant 99,5 % de l'évolution de leur lignée, n'est peut-être pas sans intérêt pour l'homme d'aujourd'hui et, plus encore, pour celui de demain.

BIBLIOGRAPHIE ET SOURCES

- ABRAMOVA Z.A., 1995,
L'art paléolithique d'Europe orientale et de Sibérie. Ed. Jérôme Millon,
Grenoble.
- AUDOUZE F., 1994,
L'implantation humaine. Verberie. In : *Environnements et habitats
magdaléniens dans le centre du Bassin parisien*, Documents
d'Archéologie Française, p. 167-172.
- AUGUSTE P., PATOU-MATHIS M., 1994,
L'aurochs au Paléolithique. In : *Aurochs, le retour*, Centre jurassien du
Patrimoine, Lons-Le-Saunier, p. 13-26, ill.
- BAHN P., 1985,
Utilisation des ressources végétales dans le Paléolithique et le
Mésolithique des Pyrénées françaises. In : *Homenatge al Dr Josep Ma
Corominas*, Quaderns del Centre d'Estudis Comarcals de Banyoles, 1,
p. 203-212.
- BARUSSEAU J.-P., KLINGEBIEL A., LATOUCHE C., 1976,
Les fonds du proche Atlantique. In : *La Préhistoire française*, I, 1, p. 348-351.
- BEGOUEN R., CLOTTES J., 1984,
Grotte du Tuc d'Audoubert. In : *L'Art des Cavernes*, Ministère de la
Culture, p. 410-415.
- BOONE Y., RENAULT-MISKOVSKY J., 1976,
La cueillette. In : *La Préhistoire française*, I, n° 2, p. 684-687.
- BOSINSKI G., 1990,
*Homo sapiens. L'histoire des chasseurs du Paléolithique supérieur en
Europe (40 000-10 000 avant J.-C.)*. Editions Errance, Paris.
- BOSINSKI G., 1995,
Entretiens à Monrepos, janvier 1995.
- BOUVIER J.-M., 1987,
L'homme confronté aux variations du climat et de son environnement.
Approche astronomique. In J.-C. Miskovsky (Dir.) *Géologie de la
Préhistoire*, Ass. pour l'Etude de l'Environnement Géologique de la
Préhistoire, Paris, p. 1145-1157.
- BOUVIER J.-M., 1989,
Des Astres aux climats des préhistoriques. In : *Le Temps de la Préhistoire*,
Soc. préhistorique française, éditions Archéologia, p. 34-35.

- BREMOND J. *et al.*, 1983,
Sciences économiques et sciences sociales. Hatier, Paris.
- BREUIL H., 1952,
Quatre cents siècles d'art pariétal. Centre d'études et de documentation préhistoriques, Montignac.
- BREUIL H., LANTIER R., 1959,
Les Hommes de la pierre ancienne. Payot, Paris.
- CAPRON L., 1993,
Huiles marines et prévention des maladies cardiovasculaires. *La Revue du Praticien*, n° 2, p. 164-170.
- CHEYNIER A., 1967,
Comment vivait l'homme des cavernes à l'âge du renne. Editions Robert Arnoux, Paris.
- CLEYET-MERLE J.-J., 1990,
La Préhistoire de la pêche. Editions Errance, Paris.
- CLOTTE J., ROUZAUD F., WAHL L., 1984,
Grotte de Fontanet. In : *L'Art des Cavernes*, Ministère de la Culture, p. 433-437.
- COUPLAN F., 1985,
Plantes sauvages comestibles. Hatier, Paris.
- COUTURIER M.A.J., 1962,
Le bouquetin des Alpes, capra aegagrus ibex ibex L.. Chez l'auteur, Grenoble.
- DASTUGUE J., LUMLEY M.-A. de, 1976,
Les maladies des hommes préhistoriques du Paléolithique et du Mésolithique. In : *La Préhistoire française*, I, p. 612-622, 6 fig., 2 tab.
- DASTUGUE J., LUMLEY M.-A. de, 1976,
Les maladies des hommes préhistoriques. In : *La Préhistoire française*, II, p. 153-164, 8 fig.
- DAVID F., 1994,
Ressources et exploitations. La faune de Pincevent et Verberie. In : *Environnements et habitats magdaléniens dans le centre du Bassin parisien*, Documents d'Archéologie Française, p. 105-110.
- DAVID F., ORLIAC M., 1994,
L'implantation humaine. Pincevent. In : *Environnements et habitats magdaléniens dans le centre du Bassin parisien*, Documents d'Archéologie Française, p. 154-166.

- DEBRY G., 1993,
Prophylaxie alimentaire des caries dentaires. *La Revue du Praticien*, n° 2,
p. 160-163.
- DELLUC B. et G., 1985,
De l'empreinte au signe. *Les Dossiers Histoire et Archéologie*, n° 90, p. 56-
62, ill.
- DELLUC B. et G., 1989,
Le sang, la souffrance et la mort dans l'art paléolithique. *L'Anthropologie*,
93, p. 389-406.
- DELLUC B. et G., 1990,
Le décor des objets utilitaires du Paléolithique supérieur. In : *L'Art des
objets au Paléolithique*, Actes du colloque de Foix-Le Mas d'Azil 1987,
Ministère de la Culture, 2, p. 39-72, ill.
- DELLUC B. et G., 1992,
Les poissons gravés de l'abri Pataud aux Eyzies (Dordogne). *Bull. de la
Société historique et archéologique du Périgord*, CXIX, p. 439-454, 4 fig.
- DELLUC B. et G., 1993,
La bipédie ? Oui mais.... In : *Le Périgord préhistorique*, Reflets du Périgord,
p. 46-49.
- DELLUC G., 1995,
La Nutrition préhistorique. Ed. Pilote 24, Périgueux (avec la col. de B.
Delluc et M. Roques).
- DELPECH F., RIGAUD J.-P., 1974,
Etude de la fragmentation et de la répartition des restes osseux dans un
niveau d'habitat paléolithique. In : *Premier colloque international sur
l'industrie de l'os dans la Préhistoire* (Sénanque 1974), éditions de
l'université de Provence.
- DELPECH F., 1983,
Les Faunes du Paléolithique supérieur dans le sud-ouest de la France.
Cahiers du Quaternaire n° 6, éditions du C.N.R.S., Paris.
- DELPORTE H., 1978,
Eléments pour une écologie de l'homme préhistorique. *Antiquités
Nationales*, 10, p. 5-13.
- DOWSE G.K., ZIMMET P.Z., FINCH C.F., COLLINS V.R., 1991,
Decline in incidence of epidemic glucose intolerance in Nauruans :
implications for the "thrifty genotype". *American Journal of
Epidemiology*, 133, p. 1093-1104.

- DOWSE G., ZIMMET P., 1993,
The thrifty genotype in non-insulin dependent diabetes. The hypothesis survives. *British Medical Journal*, 306, p. 532-533.
- DUHARD J.-P., 1993,
Réalisme de l'image féminine paléolithique. Cahiers du Quaternaire n° 19, C.N.R.S. éditions, 242 p., 59 pl.
- DUPIN H., 1991,
Les besoins nutritionnels de l'adulte et les apports conseillés pour la satisfaction de ces besoins. *La Revue du Praticien*, n° 11, p. 957-962.
- EATON S.B., KONNER M., 1985,
Paleolithic nutrition. A consideration of its nature and current implications. *The New England Journal of Medicine*, 312, n° 5, p. 283-288.
- EATON S.B., KONNER M., SHOTAK M., 1988,
Stone Agers in the Fast Lane : Chronic Degenerative Diseases in Evolutionary Perspective. *The American Journal of Medicine*, 84, p. 739-749.
- EATON S.B., 1990,
Fibre intake in prehistoric times. John Libbey and co Ltd, London, p. 27-40.
- EATON S.B., NELSON D.A., 1991,
Calcium in evolutionary perspective. *American Journal of Clinical Nutrition*, 54, p. 281S-287S.
- EATON S.B., 1992,
Humans, lipids and evolution. *Lipids*, 27, n° 10, p. 814-820.
- EMPERAIRE J., 1955,
Les Nomades de la mer. NRF, Gallimard, Paris.
- FARB P., ARMELAGOS G., 1980,
Anthropologie des coutumes alimentaires, Denoël, Paris.
- FARGEAUDOU F., 1984,
Rôle de la dent au Paléolithique supérieur en Europe occidentale. Thèse de doctorat en chirurgie dentaire, Toulouse III, 99 p.
- FARIZY C., DAVID F., JAUBERT J. et coll., 1994,
Hommes et bisons du Paléolithique moyen à Mauran (Haute-Garonne). XXX^e suppl. à Gallia Préhistoire, 267 p., 129 fig.
- FAVIER A., 1993,
Actualités sur la place du zinc en nutrition. *La Revue du Praticien*, n° 2, p. 146-151.

- FOLEY R.A., LEE P.C., 1991,
Ecology and energetics of encephalization in hominid evolution. *Philos. Trans. R. Soc. London (Biol.)*, 334, p. 223-231.
- FORNACIARI G., MALLEGNI F., 1987,
Palaeonutritional studies on skeletal remains of ancient populations from the Mediterranean area : an attempt to interpretation. *Anthropol. Anz.*, 45, p. 361-370.
- FOURMAN P., ROYER P., 1970,
Calcium et tissu spongieux (biologie et pathologie). Editions médicales Flammarion (pour les Laboratoires Sandoz), Paris.
- GARN S.M., LEONARD W.R., 1989,
What did our ancestors eat ? *Nutrition Reviews*, 47, n° 11, p. 337-345.
- GEIGY, 1963,
Tables scientifiques. Editions Geigy, département pharmaceutique.
- GESSAIN R., 1981,
Ovibos. La grande aventure des hommes et des bœufs musqués. Robert Laffont (Société des explorateurs et voyageurs français).
- GLOB P.V., 1966,
Les hommes des tourbières. Fayard (Résurrection du passé), Paris.
- GOWLETT J.A.J., HARRIS J.W.K., WALTON D., WOOD B.A., 1981,
Early archaeological sites, hominid remains and traces of fire from Chesowanga, Kenya. *Nature*, 294, p. 125-129.
- GRMEK M., 1994,
Les maladies à l'aube de la civilisation occidentale. Editions Payot (Bibliothèque historique), Paris.
- GUILLAUSSEAU P.-J., 1992,
Diabète non insulino-dépendant : conséquence d'une malnutrition fœtale ? *S.T.V.* n° 2, 4, p. 137-138.
- GUILLAUSSEAU P.-J., 1994,
Le Diabète non insulino-dépendant : nouvelles acquisitions. L'institut Servier du diabète.
- GUILLIEN Y., 1977,
Croissance du renne et chasse paléolithique. In : *Approche écologique de l'homme fossile*, suppl. au bull. de l'A.F.E.Q., p. 157-159.
- HALES C.N., BARKER D.J.P., 1992,
Type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus : the thrifty phenotype hypothesis. *Diabetologia*, 35, p. 595-601.

- HELMER D., 1992,
La domestication des animaux par les hommes préhistoriques. Masson
(collection préhistoire).
- HUBLIN J.-J., 1982,
Cannibalisme et archéologie. In : *La mort dans la Préhistoire, Les Dossiers
Histoire et Archéologie*, n° 66, p. 24-27.
- JACOTOT B., LE PARCO J.-C., 1992,
Nutrition et alimentation. Masson, Paris.
- KRISKA A., BENNET P.H., 1992,
An epidemiological perspective of the relationship between physical
activity and NIDDM : from activity assessment to intervention. *Diabetes
Metab. Rev.*, 8, p. 355-372.
- LANGANEY A., 1988,
Les Hommes, passé, présent, conditionnel. Armand Colin, Paris.
- LE MORT F., 1988,
Cannibalisme ou rite funéraire ? *Dossiers Histoire et archéologie*, n° 124,
p. 46-49, ill.
- LEROI-GOURHAN A., 1936,
La Civilisation du renne. Gallimard, Paris, 176 p., ill.
- LEROI-GOURHAN A., 1945 (nouvelle édition, 1950),
Milieu et techniques. Editions Albin Michel (collection Sciences
d'aujourd'hui), Paris.
- LEROI-GOURHAN A., 1957,
La galerie moustérienne de la grotte du Renne (Arcy-sur-Cure, Yonne).
Congrès préhistorique de France, XV^e session Poitiers-Angoulême 1956,
p. 676-691, ill.
- LEROI-GOURHAN A., 1976,
Les habitats magdaléniens de Pincevent, La Grande-Paroisse (Seine-et-
Marne). *IX^e Congrès de l'U.I.S.P.P., livret-guide de l'excursion A1, Sud du
Bassin parisien*, p. 59-71, ill.
- LEROI-GOURHAN A., 1984,
Pincevent. Campement magdalénien de chasseurs de rennes. Guides
archéologiques de la France, Ministère de la Culture, Paris.
- LEROI-GOURHAN Arl. (Dir.), 1977,
La reconstitution du paysage végétal. In : *Approche écologique de
l'homme fossile*, suppl. au bull. de l'Association Française pour l'Etude
du Quaternaire, p. 139-142.

- LEROI-GOURHAN Arl. (Dir.), 1977,
L'homme et la consommation de produits végétaux. In : *Approche écologique de l'homme fossile*, suppl. au bull. de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire, p. 142-144.
- LEROI-GOURHAN Arl., GIRARD M., 1979,
Analyses polliniques de la grotte de Lascaux. In : *Lascaux inconnu*, XII^e suppl. à Gallia Préhistoire, p. 75-80.
- LUMLEY H. de (Dir.), 1984,
Art et civilisations des chasseurs de la Préhistoire. Laboratoire de Préhistoire du Musée de l'Homme, Paris.
- LUMLEY H. de, 1994,
L'impossible en paléontologie humaine. In : *La Vie dans l'univers*, n^o spécial de Pour la science, décembre 1994, p. 10-14.
- MALAURIE J., 1976,
Les derniers rois de Thulé. Plon (collection Terre humaine).
- MALAURIE J., 1992,
Ultima Thulé. Bordas Presses Pocket.
- MANSON J.E., NATHAN D.M., KROLENSKI A.S. et al., 1992,
A prospective study of exercise and incidence of diabetes among U.S. male physicians. *J.A.M.A.*, 268, p. 63-67.
- MASSET C., 1989,
La démographie préhistorique. In : *Le Temps de la Préhistoire*, Soc. préhistorique française, éditions Archéologia, p. 30-32.
- MAURIZIO A., 1932,
Histoire de l'alimentation végétale depuis la Préhistoire jusqu'à nos jours. Payot, Paris.
- MEYER P., 1982,
L'Homme et le sel. Fayard (Le Temps des sciences).
- MORRIS D., 1970 (1^e édition 1968),
Le Singe nu. Grasset.
- MOURER-CHAUVIRE C., 1976,
Les oiseaux. In : *La Préhistoire française*, éditions du C.N.R.S., I, 1, p. 430-434.
- NEEL J.V., 1962,
Diabetes mellitus : a thrifty genotype rendered detrimental by progress. *American Journal Hum. Genet.*, 14, p. 353-362.

- OGILVIE M.D., CURRAN B.K., TRINKAUS E., 1989,
Incidence and patterning of dental enamel hypoplasia among the Neandertals. *Amer. Journal Phys. Anthropol.*, 79, p. 25-41.
- OTTE M., PATOU-MATHIS M., 1992,
Comportements de subsistance au Paléolithique moyen en Europe. *Paléo*, n° 4, p. 29-34.
- PALES L., 1930,
Paléopathologie et pathologie comparative, Masson, Paris.
- PALES L. avec la coll. de M. TASSIN DE SAINTE-PEREUSE et M. GARCIA, 1976,
Les empreintes de pieds humains dans les cavernes. Les empreintes du réseau nord de la caverne de Niaux (Ariège). *Archives de l'Institut de Paléontologie humaine*, Paris, n° 36.
- PASSA P., 1994,
Diabète et...insulinorésistance. Lab. Biopharma, Neuilly-sur-Seine.
- PASSARELLO P., MANZI G., SALVADEI L., 1988,
Osteo-dental indicators of stress in the study of the human-environment interaction : perspectives and limits in physical anthropology and prehistoric archaeology. *Rivista di Antropologia*, 66 suppl., p. 273-280.
- PATOU M., 1989,
Subsistance et approvisionnement au Paléolithique moyen. In : *L'Homme de Néandertal*, vol. 6 (*La subsistance*), p. 11-18.
- PATOU-MATHIS M., 1994,
Stress biologique et comportements de subsistance au Paléolithique moyen et supérieur en Europe. In M. Otte (Ed.) *Nature et Culture*, actes coll. intern. Liège (décembre 1993), E.R.A.U.L. n° 68, p. 445-455.
- PERIER-SCHEER M., 1979,
L'Alimentation de l'enfant à Kinshasa de la naissance à trois ans. Thèse de doctorat de 3^e cycle de nutrition de l'université Paris VI, ronéotée.
- PITTE J.-R., 1986,
Terres de castanide. Fayard, Paris.
- PITTS R.F., 1970,
Physiologie du rein et du milieu intérieur. Masson, Paris.
- POPLIN F., 1994,
Ressources et exploitations. La faune d'Etiolles : milieu animal, milieu taphonomique, milieu humain. In : *Environnements et habitats magdaléniens dans le centre du Bassin parisien*, Documents d'Archéologie Française, p. 94-104.

- PUECH P.-F., 1983,
Etude de l'usure des dents chez les hommes fossiles. Thèse de doctorat de 3^e cycle, Aix-Marseille.
- RANDOIN L. et al., 1993,
Tables de composition des aliments. Edit. Jacques Lanore.
- RENAULT-MISKOVSKY J., 1986,
L'Environnement au temps de la Préhistoire. Méthodes et modèles. Masson, Paris.
- RICHET G., ARDAILLOU R., AMIEL C., PAILLARD M., 1971,
Equilibre hydro-électrolytique normal et pathologique. Editions Baillière, Paris.
- RICOUR C. et al., 1993,
Traité de nutrition pédiatrique. Editions Maloine, Paris.
- RIOU B., 1994,
Vieille, la châtaigne. In : *La Vie dans l'univers*, n° spécial de Pour la science, décembre 1994, p. 27.
- ROUSSOT A., 1978,
Aspects de la Préhistoire en Aquitaine. Musée d'Aquitaine, Bordeaux.
- RUTHERFORD J.G. et al., 1922,
Reindeer and musk-ox. Report of the royal commission upon the possibilities of the reindeer and musk-ox industries in the arctic and sub-arctic regions. Department of the interior, Ottawa.
- SAHLINS M., 1972,
Age de pierre, âge d'abondance. L'économie des sociétés primitives. Editions Gallimard (Bibliothèque des sciences humaines).
- SCHNEIDER K.N., BLAKESLEE D.J., 1990,
Evaluating residence patterns among prehistoric populations : clues from dental enamel composition. *Human Biology*, 62, p. 71-83.
- SEALY J.C., PATRICK M.K., MORRIS A.G., ALDER D., 1992,
Diet and dental caries among later stone age inhabitants of the Cape Province, South Africa. *American Journal Phys. Anthropol.*, 88, p. 123-134.
- SILLEN A., 1994,
L'alimentation des hommes préhistoriques. *La Recherche*, n° 264, p. 384-390, ill.
- SIMON C., 1989,
Le tissu adipeux brun. *Impact Médecin* (congrès européen d'Oxford. Les surcharges pondérales), 39, p. 13-15 du tiré-à-part.

- SPETH J.-D., 1987,
Les stratégies alimentaires des chasseurs cueilleurs. *La Recherche*, n° 190,
p. 894-903, 5 fig.
- STADEN H., 1990,
Nus, féroces et anthropophages 1557. Edit. A.M. Métailié.
- STUART-MACADAM P., 1992,
Porotic hyperostosis : a new perspective. *American Journal Phys.
Anthropol.*, 87, p. 39-47.
- THIS H., 1993,
Les secrets de la casserole. Belin.
- TOUSSAINT-SAMAT M., 1990,
Histoire naturelle et morale de la nourriture. Bordas (Cultures), Paris.
- TYLDESLEY J.A., BAHN P., 1983,
Use of plants in the european paleolithic : a review of the evidence.
Quaternary Science Reviews, 2, p. 53-81, ill.
- ULIJASZEK S.J., 1990,
Human dietary change. *Philos. Trans. R. Soc. London (Biol)*, 334, p. 271-
278.
- VILETTE P., 1987,
Oiseaux. In : *Géologie de la Préhistoire*, A.E.E.G.P., Paris, p. 765-773.
- VON ENDT D.W., ORTNER D.J., 1982,
Amino acid analysis of bone from a possible case of prehistoric iron
deficiency anemia from American southwest. *American Journal Phys.
Anthropol.*, 59, p. 377-385.
- WATT B.K., MERRILL A.L., 1975,
Composition of foods, raw, processed, prepared. Agriculture Handbook
n° 8, Agricultural Research Service, United States Department of
Agriculture, Washington.
- WEISS C., 1993,
Le Guide du robinson. Nathan, Paris.
- WISEMAN J., 1993,
Aventure et survie dans la nature. Hachette, Paris.