

Chapitre 4

Anthropologie alimentaire et biologie humaine

Alain Froment

ORSTOM, Anthropologie et Ecologie de l'Alimentation,
Muséum National d'Histoire Naturelle, 4 Av. du Petit Château, 91800 Brunoy, France

Résumé

L'émergence d'une vision globale, remplaçant l'homme dans son environnement, où de multiples interactions se produisent, entraîne une révision du cadre monodisciplinaire traditionnel, et une réflexion pour la création de nouveaux outils. Les problèmes alimentaires sont en effet par essence à la fois économiques, culturels et biologiques. L'écologie fonctionne en termes de causalité non linéaire et de réseaux d'interaction. La démarche épidémiologique, limitée à l'analyse de la distribution des maladies et, plus globalement, la démarche écologique, qui dépasse la préoccupation médicale et s'interroge sur l'adaptabilité de l'homme à l'environnement, et l'adaptabilité de l'environnement à l'homme, intègrent la description du milieu physique, la dynamique de l'occupation spatiale, l'histoire des peuplements (objets proprement géographiques), les nuisances biotiques et abiotiques, le régime alimentaire, la structure génétique des populations et, surtout, leurs choix culturels et leurs comportements, le tout étant mutuellement imbriqué. La médecine tropicale, fortement enracinée dans les sciences naturelles, ne peut faire l'économie de cette réflexion dont la portée dépasse de loin le champ de la géographie médicale ou même de l'épidémiologie sensu stricto. Les modifications de l'écosystème, induites par la croissance démographique ou les projets de développement (déforestation, aménagements hydro-agricoles...) ont des répercussions, parfois spectaculaires, sur les principales endémies, et doivent faire l'objet d'évaluations par l'établissement d'un système d'observatoires de la santé à capacité de réponse rapide, à l'aide d'indicateurs simples et fiables, comme les variables démographiques, et surtout les mensurations anthropométriques élémentaires. L'écologie humaine apparaît donc comme une synthèse entre l'Anthropologie culturelle et la Biologie des Populations Humaines appliquée.

Food anthropology and human biology

The emergence of a global vision, which replaces man in his environment, and in which many interactions take place, leads to a revision of the traditional monodisciplinary context and a reflection for the creation of new tools. Nutritional problems are at the same time essentially economic, cultural and biological. Ecology functions in terms of non-linear causality and interaction networks. The epidemiological approach, which is limited to analysing the distribution of diseases and, more globally, the ecological approach, which goes beyond medical concern and deals with man's ability to adapt to the environment, and the environment's ability to adapt to the man, englobe the description of the physical milieu, the dynamics of spatial occupation, the history of populations (strictly geographical subjects), biotic and abiotic pollution, diet, the genetic structure of the population and, above all, their cultural choices and their behaviours, all being mutually linked to each other. Tropical medicine, which is deeply rooted in natural sciences, cannot ignore this notion whose importance goes far beyond the scope of medical geography or even epidemiology in the strict sense of the word. The modifications of the ecosystem, brought about by population growth or

development projects (deforestation, hydro-agricultural development...) have repercussions, which are sometimes spectacular, on major endemic diseases, and must be assessed by setting up a system of health observation posts with a rapid feedback ability, with the help of simple and viable indicators such as demographic variables and especially elementary anthropometric measurements. Human ecology is therefore like a synthesis between Cultural Anthropology and applied Biology for Human Populations.

Le but du projet « Anthropologie Alimentaire des Populations Camerounaises » est, Igor de Garine l'a rappelé au chapitre précédent, « d'analyser, dans un pays tropical qui prétend à l'autosuffisance alimentaire et comporte tous les écosystèmes représentatifs de l'Afrique au Sud du Sahara, les relations entre santé et alimentation, en mettant en évidence les liens qui existent entre les disponibilités offertes par le milieu, leur utilisation alimentaire et les conséquences physiologiques qui en découlent en fonction des structures économiques et sociales ». Il s'agit donc d'une relation triangulaire et interactive entre le milieu « naturel » (en général toujours plus ou moins anthropisé), les sciences sociales, et la biologie humaine.

L'accent est mis sur l'inventaire des ressources et la quantification des apports alimentaires, en tenant compte de leurs variations saisonnières. Aussi a-t-on particulièrement insisté, dans le dépouillement des enquêtes, sur la méthodologie et les résultats de la consommation en nutriments, et de ses relations avec l'état nutritionnel des adultes et la dynamique de croissance des enfants. Pour le biologiste, la problématique est d'abord de s'assurer qu'il y a adéquation entre ces deux composantes que sont :

- l'*alimentation*, qui, outre ses aspects anthropologiques, comme indiqué plus haut, relève de la biochimie ou science des aliments
- et la *nutrition* proprement dite, qui appartient au champ biomédical.

Dans le premier domaine, il importe d'évaluer la conformité, qualitative et quantitative, du régime alimentaire aux exigences physiologiques de l'organisme. Les techniques et les concepts sont cependant encore insuffisants car on ignore

beaucoup des besoins physiologiques et des adaptations métaboliques existant dans les sociétés traditionnelles, de sorte que des discordances gênantes apparaissent souvent entre le bilan alimentaire et énergétique (Ferro-Luzzi *et al.*, 1975 ; Bleiberg *et al.* 1981) ; une amélioration de la méthodologie et de l'appareillage est donc nécessaire.

L'adaptabilité biologique et la notion de besoin

D'une façon générale, la composition de la ration alimentaire fait l'objet d'un vaste débat (Greene et Johnston, 1980). Les programmes de supplémentation ont longtemps insisté sur l'importance des protéines (soja, farines de poisson, aliments de sevrage ou autres), mais ont en général échoué (Mc Laren, 1974) ; il est au demeurant démontré que c'est avant tout l'apport calorique qui détermine une croissance satisfaisante dans la tranche d'âge critique de 1 à 5 ans (Gopalan *et al.*, 1973 ; Martorell *et al.*, 1978). On sait qu'à un an, la capacité de fixation azotée de l'enfant est maximale pour un apport alimentaire de 4 g par kg et par jour mais les expérimentations animales ont montré qu'il existait une surmortalité associée à ces apports d'efficacité maximale (Trémolières, 1977). L'accélération pré-pubertaire de croissance, âge où la mortalité nutritionnelle est négligeable, requiert par contre une demande accrue en protéines (Lampl *et al.*, 1978) mais serait plus dépendante du contexte génétique que ne l'est la période antérieure (Frisancho *et al.*, 1980).

On a constaté que ces apports protéiques variaient en général, selon les sociétés, de 0,2 à 5 g par kilo de poids corporel, et l'OMS conseille



Photo 4.1.
Volontaires Earthwatch
et enquêteurs au village
de Bimlerou.
(Cliché G. Koppert)

1,3 g mais cette norme, révisée à la baisse, a évolué avec le temps. Dans les hautes terres de Papouasie-Nouvelle-Guinée par exemple, le régime alimentaire, à base de patates douces, est presque dépourvu de protéines, même végétales : pas plus de 4 à 5 % des ingesta ; mais cela n'inhibe pas le développement corporel (Ferro-Luzzi et al, 1975). Il ne s'agit pas d'une fixation de l'azote atmosphérique par la flore bactérienne intestinale, mais d'une récupération de l'urée par cette flore, ainsi que d'un abaissement significatif (Néo-guinéens : 43 mg/kg, Caucasiens : 52 mg/kg) des pertes azotées obligatoires (Koishi, 1990). Il est donc possible que des adaptations aux apports protéiques faibles aient été développées (Blaxter et Waterlow, 1985), la lysine, le tryptophane et la phénylalanine étant les principaux facteurs limitants.

Roberts (1973) notait une corrélation inverse entre métabolisme de base et température ambiante moyenne ; comme beaucoup de pays chauds sont aussi des pays de malnutrition, il fallait savoir s'il s'agissait d'une adaptation économique à de faibles apports énergétiques, car Trémolières (1977) signale que les pertes basales sont réduites en cas de restriction calorique, que l'action dynamique spécifique des aliments

ne se déclenche pas au-dessous d'un certain seuil, et que le coût énergétique d'édification d'un kilogramme de tissu, qui est de 25 000 kJ normalement, revient à 10 500 kJ seulement chez le dénutri. Chez des ouvriers indiens marginalement malnutris (1 500 kcal/jour), la Dépense Énergétique de Repos était près de 17 % inférieure celle d'Européens de même poids (Shetty, 1984), et Minghelli *et al.* (1990) en Gambie, dans une chambre métabolique, ont mis en évidence une dépense inférieure de 10 % à celle de sujets-contrôle à Cambridge, malgré un poids corporel égal et des apports caloriques équivalents. Il peut donc s'agir d'une adaptation génétique.

Il est aussi possible, bien entendu, de réaliser des économies d'énergie en réduisant ses activités (Gorsky et Calloway, 1983), ou bien en agissant sur le tonus musculaire et la posture. Ainsi, Maloij *et al.* (1986) ont observé chez des femmes Kikuyu du Kenya que jusqu'à une valeur de 20 % du poids corporel, une charge, si elle est portée sur la tête, n'a aucune influence sur la dépense énergétique. De leur côté, Minghelli *et al.* (1990) rapportent un meilleur rendement à la marche chez les Gambiens (23 %) que chez les Anglais (20 %). Des enfants guatémaltèques soumis à une réduction calorique de 10 % ont

spontanément réduit leur activité sans que leur croissance soit affectée (Viteri et Torun, 1981), alors qu'à l'inverse, dans ce même pays, la supplémentation alimentaire a provoqué chez des ouvriers agricoles une augmentation de leurs activités et de leur rendement économique.

Un interminable débat concerne l'universalité des normes, aussi bien celles concernant les apports recommandés (Waterlow, 1986, 1990), que celles décrivant une croissance convenable (Habicht *et al.*, 1974 ; Eveleth et Tanner, 1976 ; Dietz, 1983). La réponse est nuancée, mais à condition de considérer que ces standards ne constituent pas un idéal absolu, mais seulement un élément de comparaison admis par convention, ils sont utiles. Il est en effet imaginable qu'une croissance précoce, rapide et importante, telle que celle observée en Occident, puisse générer, à l'âge adulte, des maladies de surcharge invalidantes (Newman, 1975), écueil qu'évitent les modes de vie africains traditionnels. On peut aussi inverser le raisonnement et considérer avec Lasker (1969) que l'augmentation du volume corporel est un avantage dans les sociétés où les disponibilités alimentaires sont excessives. Aussi insistera-t-on sur les aspects biologiquement adaptatifs des rapports à la nourriture, et de l'évaluation du risque nutritionnel. Il est en fait impossible de fixer des normes universelles d'apports alimentaires, tout d'abord parce qu'il existe des interactions entre nutriments (phytates qui inhibent l'absorption intestinale de fer ou de zinc, vitamines qui modulent les besoins en acides aminés essentiels, influence de la flore digestive...), parce que la fréquence des repas ou que la nature des aliments (vitesse de résorption), à charge énergétique égale, n'a pas le même résultat, parce qu'on manque de critère objectif d'efficacité et aussi parce que des variations génétiques des besoins sont vraisemblables (Young et Scrimshaw, 1979). En fait, on peut se rallier au slogan « occupez-vous des calories, les calories s'occuperont du reste », qui signifie que dans la plupart des sociétés, le régime alimentaire est suffisamment varié pour contenir une proportion

suffisante des nutriments essentiels (protéines, vitamines, minéraux, etc.). De fait, c'est souvent dans des conditions très artificielles, telle la vie en prison ou sur les bateaux, que la plupart des carences spécifiques ont été décrites. Cette observation confirme la faible spécialisation alimentaire du genre humain, probablement sélectionnée par des millénaires de vie précaire, antérieurement à l'émergence de l'homme moderne.

Alimentation et évolution humaine

Dans la nature, l'Homme est un grand « amateur », selon le mot de Sir Peter Medawar, en ce sens qu'auprès de structures anatomiques très spécialisées (cerveau, pied), il reste un primate aux vastes possibilités d'adaptation physiologique. Il est en quelque sorte adapté à l'adaptation (on a parlé d'« adaptitude » : Fischler, 1979). C'est particulièrement vrai sur le plan alimentaire, comme le prouve la structure de sa denture et de son intestin (Chivers, 1994), car les peuples du monde font preuve d'une très grande latitude dans leurs choix, qu'ils soient culturels ou imposés par le milieu, entre le régime totalement végétarien de certaines castes indiennes ou de groupes Papous de Nouvelle-Guinée, et celui presque entièrement carné des Inuit (Newman, 1975 ; Haas et Harrison, 1977 ; Froment, 1986). Cependant, on constate que, dans la plupart des pays du monde, la part qu'occupent les protéines est remarquablement stable, autour de 12 ± 1 % du total calorique (Trémolières, 1977).

Plusieurs exemples d'adaptations physiologiques illustrent la plasticité de notre espèce. Chez les Massai qui se nourrissaient jusqu'à une date récente uniquement du lait et du sang (prélevé au garrot) de leurs vaches, le taux de cholestérol est maintenu à un taux bas par un mécanisme de répression de la synthèse endogène (Biss *et al.*, 1971). Le fait de posséder certaines prédispositions génétiques avantageuses dans un contexte de pénurie, comme la prédisposition au diabète ou à l'obésité, observée chez les Indiens américains des zones semi-désertiques ou les Polynés-



Photo 4.2. Mesure du coût énergétique d'une activité quotidienne par la méthode du « sac de Douglas » — Koma, Monts Alantika. (Cliché P. Pasquet)



Photo 4.3. L'analyse des gaz expirés dans le laboratoire de terrain permet le calcul du coût énergétique des activités — Yassa, Campo. (Cliché A. Froment)

siens amenés à faire de longues traversées, peut devenir très nuisible en cas d'abondance des disponibilités alimentaires (Neel, 1962) : l'occidentalisation a fait basculer cet avantage dans la pathologie. Chez les populations qui ignoraient le sucre, comme les Inuit, il existe aussi une intolérance au glucose qui les expose au diabète avec l'irruption des sucreries dans leur mode de vie (Bell *et al.*, 1973). Notre équipe a du reste montré que la perception gustative des quatre goûts fondamentaux (sucré, salé, amer, acide) est très différente selon les populations (Hladik *et al.*, 1986). On ignore toutefois si cet aspect physiologique est strictement génétique ou résulte du mode de vie, mais en Amazonie, certains groupes ethniques ont ignoré le sel jusqu'à nos jours, et chez les habitants de la savane africaine, les fruits sucrés sont rares, ce qui explique peut-être

un avantage biologique ou hédonique à mieux percevoir le goût du sucre, par opposition à la forêt où la biodiversité est bien plus grande.

L'acquisition de nourriture, surtout la viande, a probablement joué un rôle déterminant dans les processus de l'homínisation : socialisation pour organiser des chasses collectives et partager, développement du langage pour communiquer, domestication du feu (l'acte alimentaire devenant acte culinaire), invention d'outils... Aussi les recherches paléontologiques ont-elles tenté de reconstituer l'alimentation des premiers hommes, et même des pré-hommes, les Australopitèques africains. Celle-ci était selon toute probabilité mixte, faite de végétaux de cueillette tels que les ignames sauvages, et de viande de chasse, mais ces végétaux n'ont guère laissé de traces archéologiques. La détermination du rapport

strontium/calcium dans les os, qui permet cependant d'estimer la part de l'alimentation végétale, ne montre pas de modification depuis les origines jusqu'à l'Épipaléolithique (Schöninger, 1982). Mais très tôt dans l'évolution, au stade d'*Homo erectus*, l'invention du feu en modifie radicalement la texture, et la mastication devenue plus facile entraîne un allègement du puissant appareil musculaire enserrant la boîte crânienne, et par conséquent la possibilité pour le cerveau de s'élargir. Cette modification d'équilibre des pressions musculaires masticatoires (Picq, 1990), peut avoir joué un rôle sur la gracilisation des structures squelettiques, notamment sur l'architecture de la face, ou sur la réduction régulière de l'épaisseur de l'émail ou du volume des dents (Calcagno, 1986). A partir du Néolithique, défini par l'apparition de l'élevage, de l'agriculture et de la sédentarisation, on observe une réduction significative du volume des dents (Brace *et al.*, 1987), témoin supplémentaire de l'influence de la culture sur la biologie de l'Homme. L'absence d'éruption de la troisième molaire serait, pour certains, davantage liée à une moindre usure dentaire, qui ralentirait la migration des dents vers l'avant, qu'à un raccourcissement de l'arcade maxillaire (Clements, 1970). Newman (1975) pense cependant que le trop bref délai écoulé depuis le Paléolithique n'a pas été suffisant pour que l'Homme s'adapte à un régime à prédominance végétale : en témoigne la proportion idéale d'acides aminés essentiels qui se trouve dans la viande. D'autres (Irwin et Hegsted, cités par Trémolières, 1977) objectent que le besoin en amino-acides essentiels est si bas que tous les régimes peuvent y satisfaire.

L'analyse anatomique descriptive (insertions musculaires, forme de la mandibule, structure et volume des dents), complétée plus récemment par la tracéologie (étude des microtraces d'usure sur l'émail), est l'approche la plus traditionnelle, et a fourni des éléments déterminants. Les progrès de la physique nucléaire permettent à présent de proposer des investigations moins indirectes. Elles sont basées sur le fait que les

molécules qui composent la nourriture, et qui sont incorporées à l'organisme, sont formées d'atomes (surtout carbone, oxygène et hydrogène), dont la proportion d'isotopes diffère selon la provenance de l'aliment (graminées, tubercules, viande, fruits de mer, etc.) ; il est possible de les doser dans tous les tissus et notamment sur les os fossiles. Pour calibrer la méthode, il convient de la valider sur des populations humaines vivantes, dont le régime alimentaire est connu, ce qui a été fait dans le cadre de nos recherches au Cameroun. Ce programme a en outre abordé d'autres questions qui ont des implications importantes pour la paléonutrition, notamment l'étude du statut nutritionnel, basé sur l'anthropométrie des « parties molles » (plis cutanés, périmètres musculaires, poids corporel), et leurs relations avec le cadre squelettique, ainsi qu'une pathologie de carence exprimée par des hypoplasies de l'émail dentaire, qui sont connues des archéologues et qu'il est possible de resituer ici dans leur contexte écologique (Froment et Koppert, ce volume, chapitre 24).

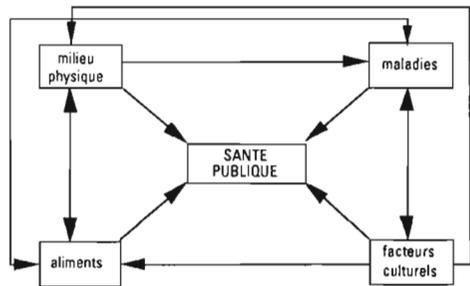
Au total, la morphologie corporelle, comme les réactions métaboliques, sont soumises à des déterminations génétiques plurifactorielles et à des interactions environnementales complexes, au sein desquelles la part de la nutrition est difficile à isoler, d'autant plus que les apports alimentaires sont étroitement en rapport avec le milieu : les zones les plus chaudes sont aussi celles où le rendement agricole est le plus médiocre, et si l'on voit décroître la stature du Nord au Sud de l'Inde (Malhotra, 1966) il est difficile de prouver qu'il s'agit d'une influence alimentaire plutôt que d'une adaptation au milieu tropical : en Afrique on note une forte corrélation entre la morphologie et plusieurs paramètres climatiques (Hiernaux et Froment, 1976) et si Pucciarelli (1980) obtient des modifications de la morphologie crânienne, y compris une réduction du dimorphisme sexuel, chez le rat carencé, les différences crâniennes sont plutôt attribuées au climat chez l'Homme (Guglielmino-Matessi *et al.*, 1979 ; Froment, 1992).

Problématique biologique : l'écologie humaine

Puisque les molécules qui composent le corps humain sont entièrement tirées de l'alimentation, celle-ci représente donc le lien physique le plus fort entre l'homme et le milieu. L'interaction est double : influence de la nourriture sur l'homme, influence de l'homme sur la nourriture. Ce second aspect, qui relève de l'ethnologie ou anthropologie culturelle (Wilson, 1973 ; Arnott, 1975 ; Montgomery, 1977 ; Jerome *et al.*, 1980 ; Messer, 1984 ; Garine, ce volume, chapitre 3), concerne les attitudes, goûts, préférences et répulsions propres à chaque société, qui sont d'ordinaire arbitraires, et parfois modifiables dans le temps. Ainsi, au sein d'un même écosystème, la forêt littorale camerounaise par exemple, chacune des trois sociétés que nous avons étudiées (Hladik *et al.*, 1989), n'exploite qu'un « créneau » très partiel de l'ensemble des disponibilités offertes par le milieu : pêche pour les Iyasa, agriculture pour les Mvae, chasse pour les Bakola. L'aliment de base est en général emblématique pour chaque ethnie, même si son adoption est récente, comme c'est le cas du manioc ou du maïs en Afrique, ou de la pomme de terre en Europe. Une raréfaction saisonnière du superaliment le plus valorisé, comme la viande en forêt ou le poisson sur la côte, induit un sentiment de faim qui n'a pas d'existence réelle sur le plan calorique (Miracle, 1961 ; Pagezy, 1982), mais est vécu comme tel. En affirmant que le riz ne les rassasie pas de la même façon que le sorgho rouge, les Massa de la région rizicole de Yagoua sur le Logone expriment une perception analogue (Gariné, 1978). Il est donc bien clair que les choix alimentaires, modulés évidemment par les possibilités du milieu physique (climat, sol, etc.) et les capacités technologiques, sont avant tout culturels.

L'anthropologie alimentaire est donc une recherche relevant de l'écologie humaine. Dans son volet biologique, elle tient compte du fait que la pensée médicale a connu, au contact des sciences sociales d'une part, de l'écologie d'autre part,

une évolution déterminante. Parmi les nouveaux concepts, on retiendra celui de paysage épidémiologique, hérité des géographes, et celui de pathocénose. La démarche épidémiologique, limitée à l'analyse de la distribution des maladies et, plus globalement, la démarche écologique, qui dépasse la préoccupation médicale et s'interroge sur l'adaptabilité de l'homme à l'environnement, et l'adaptabilité de l'environnement à l'homme, intègrent la description du milieu physique, la dynamique de l'occupation spatiale, l'histoire des peuplements (objets proprement géographiques), les nuisances biotiques et abiotiques, le régime alimentaire, la structure génétique des populations et, surtout, leurs choix culturels et leurs comportements, le tout étant mutuellement inbriqué. On peut donc penser les relations entre l'Homme et le milieu en termes d'adaptabilité à l'environnement ou de réponses (biologiques ou culturelles, adaptatives ou non), à des facteurs externes, selon le schéma ci-dessous.



Les disciplines visées incluent donc, selon ce schéma, l'anthropologie culturelle, la géographie, la nutrition, la médecine, la génétique et l'anthropobiologie.

Les aspects nutritionnels de l'adaptation biologique au milieu : l'exemple des Pygmées d'Afrique centrale

Le cas des Pygmées Bakola du Cameroun, qui ont fait l'objet d'une partie de nos travaux (Froment et Koppert, ce volume, chapitre 24), permet d'illustrer la notion d'adaptabilité nutritionnelle. Chez

eux, la corpulence des hommes, calculée par l'indice de Quételet ou Body Mass Index (poids divisé par taille au carré BMI=20,2) correspond à 93,6 % du standard et 91 % de celle des Bantous du voisinage ; les femmes sont encore moins bien loties avec un BMI de 19,6 soit 88 % de celui de leurs voisines. Cette comparaison avec les voisines est bien meilleure chez les femmes Baka de l'Est-Cameroun avec un rapport de 96 % (Van Eijk, 1986). A l'échelle de toute l'Afrique, dans un échantillon de 124 populations masculines et 73 féminines, il n'y a pas de différence entre la corpulence des Pygmées et celle des autres ; leur état nutritionnel est variable en fonction de leur économie locale et de l'environnement (Froment, 1993). Leur petite taille avait été autrefois, notamment par Stanley, attribuée à des carences alimentaires, notamment en féculents et en protéines, objection que Vallois (1954) n'eut pas de mal à réfuter, chez un peuple de chasseurs... Le régime est en effet satisfaisant, riche en protéines animales (200 g de viande par jour et par personne, dont 285 chez les hommes adultes !), comme l'ont montré nos enquêtes quantitatives (Koppert *et al.*, 1993, et ce volume, chapitre 22).

La question de la dépendance des Pygmées vis-à-vis de l'agriculture, à propos des aliments riches en énergie (féculents, en pratique le manioc, d'origine américaine, et la banane, d'origine asiatique) est un véritable enjeu politique, discuté dans Bahuchet *et al.* (1991) et Ngima Mawoung (1993, et ce volume, chapitre 17) : les Pygmées doivent-ils être tributaires des villageois, ou devenir agriculteurs eux-mêmes, pour survivre ? Cavalli-Sforza (1986, p. 424) a noté que pour 20 % de leur temps consacré au travail chez les villageois, les Pygmées obtenaient 50 % (en poids frais) de leur nourriture, ce qui n'est pas un mince avantage. Chez les Bakola du Cameroun, qui cultivent le manioc, l'apport extérieur n'est que de l'ordre de 20 % des calories totales (Koppert, comm.pers.), mais atteint 65 % chez les Efé selon Bailey et Peacock (1988).

La fréquence du goitre endémique chez les Mbuti Efé de l'Ituri est très inférieure à ce qu'on

observe chez leurs voisins Bantous (9 % contre 43 %), même chez les Efé qui vivent avec les villageois, ce qui suggère un mécanisme génétique, d'autant que les quelques métis examinés ont une fréquence de goitre intermédiaire : 4 sur 14 sujets (Dormitzer *et al.*, 1989).

Le problème d'une adaptation génétique au régime carné n'est pas tranché : Paolucci *et al.* (1973) ont trouvé chez des Pygmées vivant au contact des agriculteurs un profil d'acides aminés du type de celui observé dans la phénylcétonurie, se corrigeant sous régime riche en protéines animales ; Hiernaux chez les Twa, et moi-même chez les Tikar, avons noté des cas de malnutrition protéino-énergétique chez les enfants des groupes sédentarisés ; il est donc possible que le changement de mode de vie rende les Pygmées plus vulnérables au déséquilibre alimentaire. En raison des nombreuses maladies parasitaires dont ils souffrent (Mann *et al.*, 1962), ils développent davantage d'anémies que les populations végétariennes (Froment *et al.*, 1992 ; 1993) ; leur masse grasse, explorée par les plis cutanés, est souvent assez médiocre : dans la région côtière du Cameroun, elle est significativement plus faible, dans les deux sexes, que chez les agriculteurs voisins, et il en va de même pour le diamètre maigre du bras (obs. pers. et Dietz *et al.*, 1989). Leur développement musculaire global et leur « fitness » sont cependant bons (Pagezy, 1978 ; Ghesquière et Karvonen, 1981) ; les mesures de dépense énergétique par calorimétrie en épreuve d'effort (Ghesquière et Nkiama, 1993 ; Ferretti *et al.*, 1991) ont montré une grande endurance des enfants comme des adultes, ce qui en fera demain, de remarquables marathoniens.

La petite taille des Pygmées est génétique mais n'est pas un nanisme (achondroplase, hypophysaire, thyroïdien ou autre) au sens clinique (Rimoin *et al.*, 1969) : on a montré que c'est le résultat d'un manque de réceptivité à l'hormone de croissance, dont les taux sériques sont normaux (Merimee *et al.*, 1982 ; Baumann *et al.*, 1989). Ce déficit génétique se manifeste non pas



Photo 4.4. Anthropométrie dans un village pygmée Bakola : relevé du poids. (Cliché E. Dounias)

seulement lors de la poussée pubertaire de croissance comme certains le pensent (Van de Koppel et Hewlett, in Cavalli-Sforza, 1986 p.99), mais précocement, comme l'a prouvé Bailey (1991) sur des enfants d'âge connu avec précision ; Vincent *et al.* (1962) ont montré que la petite taille est manifeste dès la naissance (taille du nouveau-né $44,7 \pm 3,2$ cm, poids $2,60 \pm 0,6$ kg contre $47,9 \pm 2,0$ cm et $2,92 \pm 0,5$ kg chez les villageois, différence très significative), et donc *in utero*, alors que de telles divergences ne sont pas perceptibles si tôt quand il s'agit de populations de haute stature comme les Tutsi (Hiernaux et Vanderborght, 1956). Cette régression du format corporel a été interprétée comme une allométrie négative, n'affectant pas le crâne ni les dents (Shea et Gomez, 1988), et dont le mécanisme est à médiation endocrinienne. Seuls les Babinga et quelques Mbuti ont été explorés pour l'hormone de croissance ; il reste à vérifier le profil hormonal des autres Pygmées et Pygmoïdes, selon le gradient allant des Bakola et des Twa (les plus

grands) aux Efé, pour affiner la compréhension du système génétique en cause, sa pénétrance et son expressivité. Notons que le facteur de croissance IGF-I, dont le niveau est faible chez les Pygmées africains, est normal dans une population de faible stature (taille masculine $151,0 \pm 3,3$ cm, poids $50,3 \pm 3,4$ kg), de Nouvelle-Guinée (Merimee *et al.*, 1987), où le taux circulant de la protéine de transport de l'hormone de croissance est aussi diminué (Baumann *et al.*, 1991).

La réduction de format en forêt est une loi bien connue en zoologie (règle de Bergmann), affectant le bétail comme les espèces sauvages. Chez l'homme, pour qui la stature est d'autant plus réduite que le séjour dans ce milieu est ancien (Hiernaux, 1977), on a tour à tour invoqué les nécessités de la thermorégulation (Schreider, 1975 ; Ruff, 1993), un déplacement plus aisé dans les sous-bois, une économie des besoins énergétiques, un meilleur rendement à la chasse voire une adéquation optimale entre le corps et l'arme (Brues, 1959). Avoir une masse corpo-

relle faible est certainement avantageux pour survivre avec moins de calories : le métabolisme de base est de 1200 calories pour un Pygmée de 37 kg et 1,42 m, contre 1647 pour un Américain de 65 kg et 1,72 m (Mann *et al.*, 1962). Mais dire que cela facilite la régulation de la température du corps, en minimisant la masse de muscle thermogène, dans un milieu chaud et saturé d'humidité tel que la forêt équatoriale, où l'évapotranspiration est inefficace (Hiernaux *et al.*, 1975), est plus discutable, puisque chez les Négritos un tel morphotype est observé en climat froid d'altitude (Diamond, 1991) ; cet auteur rappelle aussi que les KhoiSan du Kalahari, de petite taille, vivent dans un milieu sans couvert végétal et que l'argument de la course en sous-bois ne tient pas ; il se pourrait toutefois que leur présence dans ce biotope soit récente. Une meilleure efficacité peut alors être un facteur explicatif puisque Lee (1979) a montré que les performances de chasse des Khoi-San étaient inversement proportionnelles à leur stature.

Les interfaces bio-culturels

Dans la plupart des sociétés, la nourriture tient une place considérable dans l'imaginaire collectif ; de plus, on peut observer que le temps consacré à son acquisition est inversement proportionnel au niveau de développement : plusieurs heures par jour dans les sociétés d'auto-subsistance, 30 minutes de « cueillette » pour une ménagère française dans un supermarché. Au Sud-Cameroun, cette activité occupe, dans le sexe masculin, 24 % du temps éveillé chez les pêcheurs, 25 % chez les agriculteurs et 31 % chez les chasseurs ; chez les femmes, en incluant le temps passé à la cuisine, on observe respectivement 67 %, 68 % et 52 % (Pasquet, ce volume, chapitre 25). En savane, le temps consacré à la pêche et à la chasse est faible, mais l'agriculture prend davantage de temps qu'en forêt, et il faut ajouter les soins au bétail. Ainsi, l'ensemble de la société gravite autour du fait alimentaire. On comprend alors que, dans ces régions d'Afrique,

l'expression populaire « vivre bien » signifie avant tout bien manger et bien boire.

Aussi, pour comprendre le phénomène alimentaire, une fois que les besoins biologiques de l'organisme sont satisfaits, l'essentiel reste à faire. L'Homme est en effet, selon le mot d'Igor de Garine, le seul animal qui distingue l'eau à boire de l'eau bénite. La dimension hédonique d'une part, symbolique de l'autre, conférée aux aliments peut même engendrer un conflit entre la valeur nutritionnelle réelle et la santé ou le profit biologique (Gariné, 1990).

Plusieurs exemples classiques d'interactions — il s'agit en fait d'une véritable coévolution — entre des phénomènes physiologiques et comportementaux ou culturels sont à signaler (Farb et Armelagos, 1985). Le déficit en lactase intestinale, enzyme qui permet de digérer le lactose du lait, est répandu dans de nombreuses populations africaines, sauf justement celles qui pratiquent l'élevage (Harrison, 1975) ; la consommation de lait par les sujets déficitaires déclenche, quand le volume dépasse un tiers de litre, une diarrhée osmotique et des douleurs abdominales qui en limitent l'emploi chez l'enfant. En Europe par contre, ce déficit est rare, en raison d'une probable sélection en direction d'une meilleure absorption du calcium du lait, protectrice contre le risque de rachitisme induit par un faible ensoleillement, qui ralentit la synthèse de vitamine D (Loomis, 1967 ; Flatz et Rothauwe, 1973).

C'est souvent à travers un traitement de la nourriture insuffisant, dû à des transferts de technologie mal faits, que la pathologie peut apparaître (Katz, 1987). Un traitement des champs de maïs avec des alcali (chaulage, cendres de bois), et une macération de la pâte de maïs avec de la chaux, qui augmentent la disponibilité de la vitamine PP et la concentration en acides aminés essentiels, sont pratiqués en Amérique Centrale, mais pas en Afrique où le maïs a été importé et largement adopté. Chez les mangeurs de céréales (s'ils sont essentiellement végétariens), le manque en lysine est compensé par l'adjonction

au régime de légumineuses : au Mexique, l'aliment de base est le maïs, pauvre en lysine et en tryptophane, mais il est associé aux haricots rouges riches en acides aminés essentiels. En Afrique soudano-sahélienne, le mil est complété par des pois de terre et des haricots. En Extrême-Orient, l'aliment de base est le riz, pauvre en protéines et vitamines, et on observe une adjonction de soja au régime. Les régimes à base de blé sont moins susceptibles de produire des malnutritious protéino-énergétiques, en particulier parce qu'ils sont presque toujours associés à des régimes non végétariens. Toutefois la consommation de pain fait à partir de farine complète (en zone rurale de l'Iran par exemple) peut conduire à des pathologies (anémies ferriprives, rachitisme), engendrées par des déficiences en certains minéraux (calcium, fer, zinc) en raison du rôle dévolu aux fibres alimentaires dans leur malabsorption intestinale (piégeage). Jackson (1993) a même fait l'hypothèse que la consommation de manioc non détoxiqué pouvait favoriser la drépanocytose en Afrique, et même agir sur la régulation du glucose et même sur la résistance aux infections. On ignore les conséquences de cette détoxification sur la disponibilité en oligo-éléments et vitamines.

Autre exemple, celui de la géophagie, qui consiste à consommer de la terre ou de l'argile, est une pratique très répandue en Afrique et chez les Afro-américains du Sud des Etats-Unis, surtout chez les femmes, et on trouve des blocs d'argile sur la plupart des marchés. Si cette consommation représente un apport en minéraux non négligeable (16 à 66 % des besoins en fer, 33 % des besoins en cuivre), leur biodisponibilité reste à prouver. On note en de nombreux endroits une association entre géophagie et anémie, sans que l'on sache toutefois lequel des deux facteurs précède l'autre.

Au total, en matière de nourriture comme dans d'autres domaines, l'opposition Nature/Culture est artificielle, et, ainsi que le souligne Fischler (1990), ce qui évolue globalement correspond à un ensemble bio-socio-culturel d'interactions réciproques. De nombreux points sont certes obscurs, la part réelle de l'alimentation dans la variabilité de l'Homme reste en grande partie à définir, mais par leur mutuelle potentialisation, l'Anthropologie et la Nutrition quittent le domaine de la spéculation pour devenir un véritable outil de compréhension et de développement.

Bibliographie

- Arnott, M.L., Ed. (1975). *Gastronomy: the Anthropology of Food and Food Habits*. La Haye, Mouton.
- Bahuchet, S., Mac Key, D. et de Garine I. (1991). Wild yams revisited : is independence from agriculture possible for rain-forest hunters-gatherers ? *Human Ecology*, **19**, 213-243.
- Bailey, R.C. (1991). The comparative growth of Efe Pygmies and African farmers from birth to age 5 years. *Annals of Human Biology*, **18**, 113-120.
- Bailey, R.C. et Peacock N.R. (1988). Efe Pygmies of northeast Zaire : subsistence strategies in the Ituri forest. In : Garine I. de et Harrison G.A. (Eds), *Coping with uncertainty in food supply*, Oxford, Clarendon Press, pp. 88-117.
- Baumann, G., Shaw, M.A. et Merimee, T.J. (1989). Low levels of high-affinity growth hormone-binding protein in African Pygmies. *New England Journal of Medicine*, **320**, 1705-1709.
- Baumann, G., Shaw, M.A., Brumbaugh, R.C. et Schwartz, J. (1991). Short stature and decreased serum Growth Hormone-Binding Protein in the mountain Ok people of Papua New Guinea. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, **72**, 1346-1349.
- Bell, R.R., Draper, H.H. et Bergan, J.C. (1973). Sucrose, lactose and glucose tolerance in northern Alaskan Eskimos. *American Journal of Clinical Nutrition*, **26**, 1185-1190.
- Biss K., Ho K-J., Mikkelsen, B. et al. (1971). Some unique biologic characteristics of the Masai of East Africa. *New England Journal of Medicine*, **284**, 694-699.
- Blaxter, K. et Waterlow, J.C. Eds (1985). *Nutritional Adaptation in Man*. London, J.Libbey, 244 p.

- Bleiberg F., Brun T.A., Goihman, S. et Lippman, D. (1981). Food intake and energy expenditure of male and female farmers from Upper-Volta. *British Journal of Nutrition*, **45**, 505-515.
- Brace, C.L., Rosenberg, K.R. et Hunt, K.D. (1987). Gradual change in human tooth size in the late Pleistocene and post-Pleistocene. *Evolution*, **41**, 705-720.
- Brues, A. (1959). The spearman and the archer : an essay on selection on body build. *American Anthropologist*, **61**, 457-459.
- Calcagno, J.M. (1986). Dental reduction in post-Pleistocene Nubia. *American Journal of Physical Anthropology*, **70**, 349-363.
- Cavalli-Sforza, L.L. Editor (1986). *African Pygmies*. Academic Press, New-York, 462p.
- Chivers, D.J. Editor (1994). *The Digestive System in Mammals*. Cambridge University Press, Cambridge, 450 p.
- Clements, F.W. (1970). Some effects of different diets. in Symposium "The impact of civilization on the Biology of Man", Camberra, S.V. Boyden (editor), p. 109-141.
- Diamond, J.M. (1991). Why are Pygmies small ? *Nature*, **354**, 111-112.
- Dietz, W.H. (1983). One for all? Thoughts on reference standards for growth in short populations. *Nutrition Research*, **3**, 129-131.
- Dietz, W.H., Marino, B., Peacock, N.R. et Bailey R.C. (1989). Nutritional status of Efe Pygmies and Lese horticulturists. *American Journal of Physical Anthropology*, **78**, 509-518.
- Dormitzer, P.R., Ellison, P.T. et Bode H.H. (1989). Anomalous low endemic goiter prevalence among Efe Pygmies. *American Journal of Physical Anthropology*, **78**, 527-531.
- Eveleth, P.B. et Tanner, J.M. (1976). *World wide Variation in Human Growth*. Cambridge University Press, 498 p.
- Farb, P. et Armelagos, G. (1985). *Anthropologie des Cou tumes Alimentaires*. Denoël, Paris, 269 p.
- Ferretti, G., Atchou, G., Grassi, B., Marconi, C. et Cerretelli P. (1993). Energetics of locomotion in African Pygmoids. *European Journal of Applied Physiology*, **62**, 7-10.
- Ferro-Luzzi, A., Norgan, N.G. et Durnin, J.V. (1975). Food intake, its relationship to body weight and age, and its apparent nutritional adequacy in New Guinean children. *American Journal of Clinical Nutrition*, **28**, 1443-1453.
- Fischler, C. Ed. (1979). *La Nourriture*. Communications, vol. 31, Seuil, Paris, 224 p.
- Fischler, C. (1990). *L'Homnivore*. Odile Jacob, Paris.
- Flatz, G. et Rothauwe, H.W. (1973). Lactose nutrition and natural selection. *Lancet*, **2**, 76-77.
- Frisancho, A. R., Guire, K., Babler, W., et al. (1980). Nutritional influence on childhood development and genetic control of adolescent growth of Quechuas and Mestizos from the Peruvian lowlands. *American Journal of Physical Anthropology*, **52**, 367-375.
- Froment, A. (1986). Aspects nutritionnels de l'anthropologie. in: *L'Homme, son évolution, sa diversité, Manuel d'Anthropologie Physique*, D.Ferembach, C.Susanne et M.C.Chamla (Eds), Doin-CNRS, Paris, pp. 347-357.
- Froment, A. (1992). La différenciation morphologique de l'Homme moderne: congruence entre forme du crâne et répartition géographique du peuplement. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, **315**, série III, 323-329.
- Froment, A. (1993). Adaptation biologique et variation dans l'espèce humaine : le cas des Pygmées d'Afrique. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, **5**, 417-448.
- Froment, A., Koppert, G. et Loung, J.F. (1992). Alimentation et santé des populations forestières du sud Cameroun arrondissement de Campo. *Actes du Séminaire sous-régional : gestion des ressources et des réserves de la biosphère, Sangmélina Cameroun*, PNUD-MAB-UNESCO, Paris, p : 227-234.
- Froment, A., Koppert, G. et Loung, J.F. (1993). «Eat well, live well»: nutritional status and health of forest populations in Southern Cameroon. in : Hladik C.M., Hladik A., Linares O., Pagezy H., Semple A. et Hadley M. Editors, *Tropical Forests : People and Food*, Man and the Biosphere Series vol.13, Parthenon-UNESCO, Paris, London, pp. 357-364.
- Garine, I. De (1978). Population, production and culture in the plains societies of northern Cameroon and Chad, the anthropologist in development projects. *Current Anthropology*, **19**, 42-57
- Garine, I. De (1990). Adaptation biologique et bien-être psycho-culturel. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n.s., **2**, 151-173.
- Ghesquiere, J.L. et Karvonen, M.J. (1981). Some anthropometric and functional dimensions of the pygmy Kivu Twa. *Annals of Human Biology*, **8**, 119-134.
- Ghesquiere, J.L. et Nkiama, E. (1993). Implications of small body size to strength and endurance of pygmy and village children in the Ituri forest. *4th World Conference on Human Ecology*, Merida, Mexique, juill. 1993.
- Gopalan, C., Swaminathan, M., Kumari V., et al. (1973). Effect of caloric supplementation on growth of undernourished children. *American Journal of Clinical Nutrition*, **24**, 968-969.
- Gorsky, R.D. et Calloway, D.H. (1983). Activity pattern changes with decrease in energy intake. *Human Biology*, **55**, 577-586.

- Greene, L. S. et Johnston, F.E. Eds (1980). *Social and biological predictors of nutritional status, physical growth and neurological development*. New York, Academic Press, 344 p.
- Guglielmino-Matessi, C.R., Gluckman, P. et Cavalli-Sforza L.L. (1979). Climate and the evolution of skull metrics in man. *American Journal of Physical Anthropology*, **50**, 549-564.
- Haas, J.D. et Harrison, G.G. (1977). Nutritional anthropology and biological adaptation. *Annual Review of Anthropology*, **6**, 69-101.
- Habicht, J.P., Martorell, R., Yarbrough C., et al. (1974). Height and weight standards for preschool children. How relevant are ethnic differences in growth potential? *Lancet*, **I**, 611-615.
- Harrison, G.G. (1975). Primary adult lactase deficiency, a problem in anthropological genetics. *American Anthropologist*, **77**, 812-835.
- Hiernaux, J. (1977). Long-term biological effects of human migration from the African savanna to the equatorial forest : a case study of human adaptation to a hot and wet climate. in : G.A.Harrison Ed., *Population Structure and Human Variation*, IBP Monograph N°11, Cambridge University Press, p.187-217.
- Hiernaux, J. et Vanderborght, H. (1956). Croissance pondérale du nourrisson pendant la première année à Astrida, Ruanda. *Bulletin de la Société Royale Belge d'Anthropologie et de Préhistoire*, **67**, 133-139.
- Hiernaux, J., Rudan, P. et Brambati A. (1975). Climate and the weight/height relationship in sub-saharan Africa. *Annals of Human Biology*, **2**, 3-12.
- Hiernaux, J. et Froment, A. (1976). The correlations between anthropological and climatic variables in sub-saharan Africa, revised estimates. *Human Biology*, **48**, 757-767.
- Hladik, C.M., Robbe, B. et Pagezy, H. (1986). Sensibilité gustative différentielle des populations Pygmées et non-Pygmées de forêt dense, de Soudaniens et d'Esquimaux, en rapport avec l'environnement biochimique. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, ser. III, **303**, 453-458.
- Hladik, C.M., Bahuchet, S. et de Garine, I. (1989). *Se nourrir en Forêt Equatoriale, Anthropologie Alimentaire des Populations des régions forestières humides d'Afrique*, Paris, MAB-UNESCO.
- Jackson, F.L.C. (1993). The influence of dietary cyanogenic glycosides from cassava on human metabolic biology and microevolution. in , Hladik C.M., Hladik A., Linares O., Pagezy H., Semple A. et Hadley M. Editors, *Tropical Forests, People and Food, Biocultural Interactions and Applications to Development*, Man and the Biosphere Series vol.13, Parthenon-UNESCO, Paris, London, pp. 321-338.
- Jerome, N.W., Kandel, R.F. et Peltó, G.H. Editors. (1980). *Nutritional Anthropology. Contemporary Approaches to Diet and Culture*. Redgrave Publ.C°, New York.
- Katz, S.H. (1987). Food and biocultural evolution, a model for the investigation of modern nutritional problems. in, F.E.Johnston (Ed.), *Nutritional Anthropology*. Liss, New York, p. 41-63.
- Koishi, H. (1990). Nutritional adaptation of Papua New Guinea highlanders. *European Journal of Clinical Nutrition*, **44** , 853-885.
- Koppert, G.J.A., Dounias E., Froment, A. et Pasquet, P. (1993). Food consumption in three forest populations of the southern coastal area of Cameroon: Yassa-Mvae-Bakola. in: Hladik C.M., Hladik A., Linares O., Pagezy H., Semple A. et Hadley M. Editors, *Tropical Forests, People and Food: Biocultural Interactions and Applications to Development*, Man and the Biosphere Series vol.13, Parthenon-UNESCO, Paris, London, pp. 311-320.
- Lampl, M., Johnston, F. et Malcolm, L. (1978). The effect of protein supplementation on the growth and skeletal maturation of New Guinea schoolchildren. *Annals of Human Biology*, **5**, 219-227.
- Lasker, G.W. (1969). Human Biological Adaptability. The ecological approach in physical anthropology. *Science*, **166**, 1480-1486.
- Lee, R.B. (1979). *The !Kung San, men, women and work in a foraging society*. Cambridge University Press, 526 p.
- Loomis, W.F. (1967). Skin pigment regulation of Vitamin D biosynthesis in man. *Science*, **157**, 501-506.
- Malhotra, M.S. (1966). People of India including primitive tribes. A survey on physiological adaptation, physical fitness, and nutrition. in: *The Biology of Human Variability*, P.T. Baker et J.S. Wiener (eds), Oxford, Clarendon Press, pp.329-355.
- Maloij, G.M.O, Heglund, N.C., Prager, L.M., Cavagna, G.A. et Taylor, C.R. (1986). Energetic cost of carrying loads: have African women discovered an economic way? *Nature*, **319**, 668-669.
- Mann, G.V., Roels, A., Price, D.L. et Merrill J.M. (1962). Cardiovascular disease in African Pygmies. A survey of the health status, serum lipids, and diet of Pygmies in Congo. *Journal of Chronic Diseases*, **15**, 341-371.
- Martorell, R., Lechtig, A., Yarbrough, C., et al. (1978). Energy intake and growth in an energy deficient population. *Ecology of Food and Nutrition*, **7**, 147-154.
- McLaren, D. (1974). The great protein fiasco. *Lancet*, **2**, 93-96.
- Merimee, T.Z., Zapf, J. et Froesch, E.R. (1982). Insulin-like growth-factors (IGFs) in Pygmies and subjects with the pygmy trait, characterization of the metabolic actions of IGF I and IGF II in man. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, **55**,1081-1088.

- Merimee, T.J., Zapf, J., Hewlett, B. et Cavalli-Sforza, L.L. (1987). Insulin-like Growth Factor in Pygmies. The role of puberty in determining final stature. *New England Journal of Medicine*, **316**, 906-911.
- Messer, E. (1984). Anthropological perspectives on diet. *Annual Review of Anthropology*, **13**, 205-249.
- Minghelli, G., Schutz, Y., Charbonnier, A., Whitehead, R. et Jéquier, E. (1990). Twenty-four-hour energy expenditure and basal metabolic rate measured in a whole-body indirect calorimeter in Gambian men. *American Journal of Clinical Nutrition*, **51**, 563-70.
- Miracle, M.P. (1961). "Seasonal hunger", a vague concept and an unexplored problem. *Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire*, **23**, B, 273-33
- Montgomery, E. (1977). Anthropological contributions to the study of food-related cultural variability. in: *Progress in Human Nutrition*, vol. 2, S. Margen (ed.), Westport, Conn.
- Neel, J.V. (1962). Diabetes mellitus, A «thrifty» genotype rendered detrimental by «progress». *American Journal of Human Genetics*, **14**, 352-362.
- Newman, M.T. (1975). Nutritional Adaptation in Man. in: *Physiological Anthropology*, A. Damon (ed.), Oxford Univ. Press, pp.210-259.
- Ngima Mawoung, G. (1993). *Le système alimentaire des groupes Pygmées Bakola de la Région de Campo (Sud-Ouest du Cameroun)*, Université de Paris-Sorbonne, Thèse de Doctorat en Anthropologie, 614 p. + Annexes, multigraph.
- Pagezy, H. (1978). Morphological, physical and ethoecological adaptation of Oto and Twa women living in the equatorial forest. *Journal of Human Evolution*, **7**, 683-692.
- Pagezy, H. (1982). Seasonal hunger as experienced by the Oto and Twa of a Ntomba village in the equatorial forest (Lake Tumba, Zaire). *Ecology of Food and Nutrition*, **12**, 139-153.
- Paolucci, A.M., Spadoni, M.A. et Pennetti V. (1973). Modification of serum-free amino acid patterns of Babinga adult Pygmies after short-term feeding on a balanced diet. *American Journal of Clinical Nutrition*, **26**, 429-434.
- Picq, P. (1990). *L'articulation temporo-mandibulaire des Hominidés*. Cahiers de Paléo-anthropologie, Editions du CNRS, Paris, 248 p.
- Pucciarelli, H.M. (1980). The effect of race, sex and nutrition on craniofacial differentiation in rats. A multivariate analysis. *American Journal of Physical Anthropology*, **53**, 359-368.
- Rimoin, D.L., Merimee, T.J., Rabinowitz, D., Cavalli-Sforza, L.L. et McKusick V.A. (1969). Peripheral subresponsiveness to Human Growth Hormone in the African Pygmies. *New England Journal of Medicine*, **281**, 1383-1388.
- Roberts, D.F. (1973). *Climate and human variability*. Addison-Wesley Module in Anthropology, vol. 34, 38 p.
- Ruff, C.B. (1993). Climatic adaptation and hominid evolution : the thermoregulatory imperative. *Evolutionary Anthropology*, **2**, 53-60.
- Schæninger, M.J. (1982). Diet and the evolution of modern human form in the Middle East. *American Journal of Physical Anthropology*, **58**, 37-52.
- Schreider, E. (1975). Morphological variations and climatic differences. *Journal of Human Evolution*, **4**, 529-539.
- Shea, B.T. et Gomez, A.M. (1988). Tooth scaling and evolutionary dwarfism: an investigation of allometry in human Pygmies. *American Journal of Physical Anthropology*, **77**, 117-132.
- Shetty, P.S. (1984). Adaptive changes in basal metabolic rate and lean body mass in chronic undernutrition. *Human Nutrition, Clinical Nutrition*, **38** C, 443-51.
- Trémolières, J. (1977). *Nutrition. Physiologie. Comportement alimentaire*. Paris, Dunod, 618 p.
- Vallois, H.V. (1954). Carence en viande et «pygméisation». *L'Anthropologie*, **58**, 571-573.
- Van Eijk, R. (1986). *Naître et croître au Cameroun*. Thèse de Médecine, Utrecht, 209 p.
- Vincent, M., Jans C. et Ghesquiere, J. (1962). The newborn Pygmy and his mother. *American Journal of Physical Anthropology*, **20**, 237-247.
- Viteri, F.E. et Torun, B. (1981). Nutrition, physical activity and growth. In: *Biology of Normal Human Growth*. Ritzen M. (ed.). New York, Raven Press, p. 253-264.
- Waterlow, J.C. (1986). Metabolic adaptation to low intakes of energy and protein. *Annual Review of Nutrition*, **6**, 495-526.
- Waterlow, J.C. (1990). Nutritional adaptation in man: general introduction and concepts. *American Journal of Clinical Nutrition*, **51**, 259-263.
- Wilson, C.S. (1973). Food habits, a selected annotated bibliography. *Journal of Nutrition Education*, **5**, Suppl. 1, 39-72.
- Young, V.R. et Scrimshaw, N.S. (1979). Genetic and biological variability in human nutrient requirements. *American Journal of Clinical Nutrition*, **32**, 486-500.