

## **Perspectives de l'anthropométrie**

par

Jean HIERNAUX

Initié à l'anthropobiologie il y a trente ans par F. Twiesselmann, c'est principalement la biométrie dont j'ai appris les méthodes et les techniques dans son laboratoire. Les réflexions qui suivent sont le fruit d'interrogations sur les potentialités de l'anthropométrie externe comme outil de recherche sur la diversité biologique humaine.

Pour bien des questions qu'évoque cette diversité, l'unité biologique est la population. Le plus souvent, les données recueillies portent sur des échantillons. Au-delà du calcul des moyennes ou des fréquences d'une série d'attributs relevés dans un ensemble d'échantillons, une question est fréquemment posée : à en juger d'après leurs échantillons, comment les populations se situent-elles les unes par rapport aux autres pour un ensemble d'attributs ? Le calcul d'une matrice de "distances" biologiques permet de répondre à cette question, en situant les populations dans un espace qui a autant de dimensions que d'attributs considérés simultanément. Si la répartition des populations dans cet espace n'est pas homogène, leur groupement peut être tenté : c'est la démarche de la taxonomie numérique.

Parmi la multitude des attributs que l'on peut mesurer ou qualifier sur un être humain et qui varient entre populations, lesquels utiliser dans le calcul de distances ? Si le seul objectif d'une telle démarche est la configuration d'objets quelconques, l'identité des attributs importe peu pourvu qu'ils constituent un échantillon aléatoire de leur ensemble et qu'ils soient assez nombreux pour que l'adjonction d'attributs supplémentaires ne modifie pas sensiblement la configuration obtenue. Mais, s'agissant de populations, leur configuration est le plus souvent recherchée pour l'information qu'elle recèle sur leur histoire naturelle, leur phylogénèse. Cette histoire est celle de leurs génomes collectifs (l'ensemble des génomes des individus qui les constituent). Il paraît dès lors indiqué d'accorder la préférence aux fréquences alléliques de systèmes polymorphiques, et de calculer ainsi ce qui est communément appelé des distances «génétiques». Cependant, l'ensemble actuellement utilisable des systèmes polymorphiques variant entre les populations humaines semble s'écarter notablement d'un échantillon prélevé au hasard dans le génome ; il paraît notamment probable que la variation de beaucoup d'entre eux répond à une catégorie particulière de pressions sélectives, celles engendrées par les organismes pathogènes.

L'information que fournissent les données anthropométriques a, elle aussi, un contenu génétique. Certes, il est partiel : la variation de l'expression phénotypique s'y mêle à la variation génétique. Il est aussi plus global : du fait de la détermination multifactorielle des variables anthropométriques, de multiples combinaisons géniques peuvent déterminer une égale contribution au phénotype. On est cependant en droit d'estimer qu'un ensemble de caractères anthropométriques représentant des aspects variés de la morphologie concerne une part importante du génome et, avec LEWONTIN (1974, p. 171), que la ressemblance morphologique globale est, sinon un guide infaillible, du moins une indication sérieuse de la ressemblance génétique. A cet égard, il est frappant de constater que, dans un ensemble de dix populations du Kivu, la distance anthropométrique pour neuf variables et la distance génétique pour trois polymorphismes sont corrélées au nombre de barrières à la circulation des gènes (en l'occurrence, les frontières tribales) par un coefficient pratiquement égal : 0,33 pour la première, 0,34 pour la seconde (HIERNAUX 1956). Egalement qu'un flux génique s'atténuant par paliers des Tutsi du Rwanda aux Tutsi du Burundi, aux Hutu du Rwanda, aux Hutu du Burundi et aux Shi du Kivu successivement, tel qu'il ressort de l'étude du système des unions dans l'aire Rwanda-Burundi-Kivu, se traduit par un agencement quasi-linéaire de ces populations dans le même ordre sur une figure réduisant à deux dimensions la configuration de 32 populations africaines dans l'espace de dix mensurations (HIERNAUX 1973). Et encore que la configuration de quatre couples de populations symbiotiques d'Afrique centrale, les unes d'agriculteurs suzerains, les autres de chasseurs-cueilleurs vassaux, sur une figuration plane dérivée d'une matrice de distances anthropométriques pour les mêmes dix variables, s'accorde avec les données sociologiques sur le sens préférentiel des échanges de gènes entre suzerains et vassaux, inverse dans l'un des couples de ce qu'il apparaît dans les autres (HIERNAUX, VINCKE et COMMELIN 1976). L'analyse de données anthropométriques se révèle ainsi un outil valable de la comparaison des génomes collectifs.

On ne peut cependant s'attendre à une corrélation toujours élevée entre distances anthropométrique et «génétique». Pas plus que l'ensemble des caractères génétiques sanguins, la morphologie ne représente un échantillon aléatoire de gènes. Elle semble particulièrement sensible aux pressions sélectives engendrées par le climat. Elle manifeste la dérive génétique beaucoup moins que les fréquences alléliques, mais à l'inverse de celles-ci elle est influencée par la consanguinité et par l'action du milieu sur l'expression phénotypique. Du fait de la sensibilité différente des caractères morphologiques et hémogénétiques aux mécanismes et facteurs évolutifs, nombreux sont les cas de diversité entre populations où il y a intérêt à confronter les deux catégories de distances, sans préjudice d'ailleurs de l'analyse des différences au niveau de chaque attribut et de couples d'attributs mis en relation. Pareille approche, si elle dispose également de données sur la démographie et les milieux présents et passés des populations comparées, est susceptible de faire progresser la reconstitution de leur histoire naturelle bien au-

delà de ce qu'on peut inférer de l'élaboration d'une matrice de distances, que ce soit une analyse des agglomérats, un dendrogramme ou une figuration à deux ou trois dimensions : le produit de telles opérations n'apprend rien sur la part relative des mécanismes aléatoires, de la convergence adaptative, de la sélection différenciante et des échanges génétiques dans la genèse de la configuration des populations.

Les attributs mesurables du corps humain sont innombrables. Une série d'entre eux ont fait l'objet d'un large consensus et la technique de leur mensuration a atteint un haut degré de standardisation parmi les anthropométriciens du monde. A cet égard, l'aide-mémoire d'anthropométrie de F. TWIESSELMANN (1952) demeure à mes yeux le manuel en français le plus utile. Au corpus de mensurations qu'il définit n'est guère venue s'ajouter, depuis, pour une quantification générale de la morphologie humaine, que la mesure des plis cutanés. Certes, des ensembles comportant d'autres mensurations sont sans cesse définis pour répondre à des fins particulières, par exemple dans les domaines de l'habillement, de l'outil, du mobilier et du poste de travail, mais les fiches anthropométriques destinées à la comparaison morphologique des populations puisent toutes, à peu de choses près, dans le même corpus. Cependant, la réflexion sur le choix des mensurations les plus utiles n'est pas tarie. Elle se poursuit notamment en craniométrie, dont l'objet présente à la fois une grande complexité et une disponibilité totale. Un des principes qui ont guidé cette recherche est celui de parcimonie ; plutôt que des distances entre des points de repère éloignés, il incite à mesurer des os ou parties d'os. Peut-être une telle parcimonie rapproche-t-elle l'information anthropométrique de son fondement génétique. Par exemple, KRAUS, WISE et FREI (1959), étudiant sur radiographies le crâne de jumeaux mono- et dizygotiques, ont trouvé une variabilité intra-paire égale chez les MZ et les DZ en ce qui concerne le profil total et le polygone crânien alors que les MZ montraient une concordance presque parfaite, contrastant avec la médiocre concordance des DZ, pour le profil des os individuels. Une autre approche est celle de HOWELLS (1957, 1969) : par des méthodes telles que l'analyse factorielle ou la discrimination multiple, il choisit parmi un grand nombre de mensurations (dont beaucoup sont parcimonieuses) un ensemble restreint qui conserve une proportion élevée de l'information totale ou du pouvoir discriminant total.

L'intérêt du principe de parcimonie ne contredit pas celui de mensurations très globales pour l'étude de certaines questions. Les mensurations les plus globales que l'on puisse prendre sur l'être humain sont sans doute la taille, représentant le format général de l'organisme, et le poids. Considérées ensemble, elles ont servi de multiples fins. Pour sa taille et son âge, le poids d'un individu dépend dans une large mesure de ses conditions de vie, parmi lesquelles l'alimentation et la dépense énergétique. Aussi le poids relatif est-il un critère très largement utilisé de l'état de nutrition, que ce soit sous la forme du quotient de poids et de la taille ou de puissances de ceux-ci ou de la mise en relation des deux variables, éventuellement

après transformation logarithmique du poids en vue de normaliser sa distribution. Appeler "indice nutritionnel" la position d'un individu par rapport à une norme de poids relatif est cependant abusif : la position d'un individu par rapport au centre de la distribution bivariate de sa population (ou toute autre norme choisie) ne dépend pas seulement de son milieu actuel et passé, mais aussi de son génome. Il semble bien aussi y avoir une composante génétique dans la variation du poids relatif moyen des populations humaines. Il semble notamment que les différences de conditions de vie ne puissent expliquer entièrement le faible poids relatif des populations nilotiques du Soudan par rapport à celui des populations européennes (ROBERTS 1973), ni celui des Tutsi par rapport à celui des Hutu du Rwanda (HIERNAUX 1964), ni celui des Israéliens fils d'émigrants de pays chauds par rapport à ceux dont les parents ont migré d'Europe (BENOIST 1971).

A la composante génétique du faible poids relatif de telles populations, la formulation que SCHREIDER (1951) a donné des «lois» de Bergmann et d'Allen suggère une explication en termes d'adaptation au climat : là où l'aisance de la thermolyse est une exigence vitale rigoureuse, seront favorisés les individus dont la masse de tissus producteurs de calories est faible par rapport à la surface du corps, lieu de la dissipation de ces calories. Un faible poids relatif remplit ces conditions, sans en être la seule solution morphologique : la réduction globale du format de l'organisme en est une autre. Son importance pour la survie a été mise en évidence par SCHICKELE (1947) : durant des manœuvres dans un désert torride au cours de la deuxième guerre mondiale, 157 soldats américains sont morts de chaleur ; la comparaison de leurs poids et taille avec ceux d'un grand échantillon de contrôle a montré que, dans ces conditions, le risque de mort par coup de chaleur était étroitement lié au poids relatif.

Le poids et la taille ont encore été utilisés conjointement comme prédicteurs de variables dont la mesure présente des problèmes. Notamment de la surface du corps, estimée à partir de diverses fonctions des deux variables dont la très employée formule de Du Bois (auquel cas le quotient poids/surface du corps n'est lui-même qu'une autre fonction du poids et de la taille), et de la quantité totale d'eau de l'organisme (MELLITS et CHEEK 1970). Les formules de pareilles prédictions ont été calculées sur un échantillon. Elles ne valent de façon certaine que pour la population que l'échantillon représente : l'expression phénotypique d'un génome collectif donné dans un milieu donné. Leur degré de généralité est le plus souvent mal connu. Il paraît grand dans le cas de la consommation maximum d'oxygène prédite à partir de mensurations externes : des échantillons d'Africains et d'Européens de l'un et l'autre sexe partagent la même droite de régression de la capacité maximum d'oxygène (mesurée par épreuve sur bicyclette ergométrique) sur le volume du membre inférieur maigre estimé par une série de mensurations. L'erreur de cette prédiction est faible, car une corrélation de 0,90 lie les deux variables (DAVIES, MBELWA, CROCKFORD et WEINER 1973).

La mesure de la consommation maximum d'oxygène est longue et nécessite un appareillage encombrant et coûteux. En dehors de laboratoires spécialement équipés, ces handicaps limitent pratiquement l'effectif des échantillons et le nombre de populations où cette mesure peut être effectuée. Celle-ci présente des risques vitaux pour le sujet ; un examen préalable de son système cardiovasculaire est requis. De ce fait, les échantillons ne peuvent être représentatifs de la population dont ils sont tirés. Lié à la proportion d'exclus, le biais lui-même est susceptible de varier d'une population à l'autre. Enfin, l'épreuve a un aspect volitionnel. L'anthropométrie externe n'est entachée d'aucun de ces biais et limitations. Elle apporte donc une information qui, pour être indirecte, a des avantages qualitatifs et quantitatifs sur la détermination physiologique d'une variable considérée comme un critère décisif de la capacité de travail.

Autre avantage des mensurations anthropométriques sur un grand nombre de mesures physiologiques et biochimiques : leur faible variation intraindividuelle à court terme. Par exemple, la variabilité du taux du cholestérol sanguin lors d'analyses répétées est tellement élevée que le nombre de déterminations requis pour démontrer sa diminution de 10% après une période donnée avec une probabilité de 90% est de 12 au début et 12 à la fin de la période (ALLARD, JOLICOEUR et GOULET 1970). Il en faut certes beaucoup moins pour démontrer une diminution de 10% du poids, qu'il est également vital de contrôler vu la liaison de la longévité au poids relatif.

Ces quelques réflexions sur l'utilisation des mensurations du corps humain ne prétendent nullement épuiser le sujet. Aussi partielles qu'elles soient, elles soulignent le rôle de l'anthropométrie dans la recherche anthropobiologique actuelle. Tout laisse prévoir que ce rôle restera important dans l'avenir.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALLARD, C., JOLICOEUR, P. et GOULET, C.  
1970 Cholesterol determination : how many ?  
*Canadian med. Assoc. J.*, **102** : 1398-1399.
- BENOIST, J.  
1971 Le gradient écologique du rapport poids/surface chez des groupes d'Israéliens d'origines différentes.  
*Biom. hum.*, **6** : 36-45.
- DAVIES, C. T. M., MBELWA, D., CROCKFORD, G. et WEINER, J. S.  
1973 Exercise tolerance and body composition of male and female Africans aged 18-30 years.  
*Hum. Biol.*, **45** : 31-40.
- HIERNAUX, J.  
1956 Analyse de la variation des caractères physiques humains en une région de l'Afrique centrale : Ruanda-Urundi et Kivu.  
*Annales du Musée royal du Congo Belge, série in-8°, Sciences de l'Homme, Anthropologie*, **3** : 131 p.

- 1964 Weight/height relationship during growth in Africans and Europeans.  
*Hum. Biol.*, **36** : 273-293.
- 1973 Numerical taxonomy of man : an application to a set of thirty-two African populations.  
*In* Basu, A., Ghosh, A. K., Biswas, S. K. and Ghosh, R. (eds.): *Physical anthropology and its extending horizons*. Calcutta, Orient Longman, pp. 151-161.
- HIERNAUX, J., VINCKE, E. et COMMELIN, D.  
1976 Les Oto et les Twa des Konda (zone de l'Equateur, Zaïre).  
*L'Anthropologie*, **80** : 449-464.
- HOWELLS, W. W.  
1957 The cranial vault : factors of size and shape.  
*Am. J. phys. Anthrop.*, **15** : 19-48.  
1969 Criteria for selection of osteometric dimensions.  
*Am. J. phys. Anthrop.*, **30** : 451-458.
- KRAUS, B. S., WISE, W. J. et FREI, R. H.  
1959 Heredity and the craniofacial complex.  
*Am. J. Orthodontics*, **45** : 172-217.
- LEWONTIN, R. C.  
1974 *The genetic basis of evolutionary change*.  
New-York, Colombia University Press, 346 p.
- MELLITS, E. D. et CHEEK, D. B.  
1970 The assessment of body water and fatness from infancy to adulthood.  
*Monographs of the Society for Research on Child Development*, **35** : 12-26  
(Serial N° 140).
- ROBERTS, D. F.  
1973 *Climate and human variability*.  
Reading, An Addison-Wesley Module in Anthropology, **34** : 38 p.
- SCHICKELE, E.  
1947 Environment and fatal heat stroke : an analysis of 157 cases occurring in the Army in the U.S. during world war II.  
*Military Surgeon*, **100** : 235-256.
- SCHREIDER, E.  
1951 Anatomical factors of body heat regulation.  
*Nature*, **167** : 823-825.
- TWIESSLMANN, F.  
1952 Aide-mémoire d'anthropométrie.  
*Mém. Institut royal colonial belge, Section des Sciences morales et politiques*, in-8°, **25** (4) : 61 p.

Adresse de l'auteur : J. HIERNAUX

Equipe d'Ecologie humaine  
Université de Paris VII et E.R 221 du CNRS  
Tour 16, place Jussieu, 2  
F-75005 Paris.