

# BIOMÉTRIE CONTRE GÉNÉTIQUE, OU COMMENT ABORDER LA VARIABILITÉ BIOLOGIQUE CHEZ L'HOMME

Alain FROMENT\*

L'espèce humaine est, chacun le sait d'expérience, hautement polymorphe d'apparence ; de toutes les espèces vivantes, hormis quelques-unes qui, domestiquées depuis longtemps, ont subi la fantaisie de sélections artificielles, c'est, dans le monde animal, celle qui présente les plus grandes variations. Peut-on pour autant en inférer une catégorisation, c'est-à-dire, pour parler clair, est-elle divisible en races ? On ne compte plus le nombre de systèmes qui, durant 250 ans, ont été imaginés depuis BERNIER (1684), le premier auteur à avoir proposé une classification des populations humaines (il traitait du reste race et espèce en synonymes...).

Depuis les années quarante, la découverte des sous-groupes Rhésus puis d'un grand nombre d'autres caractères hématologiques mono ou pauci-factoriels, aux modes de transmission mieux connus, ont relégué à l'arrière-plan l'anatomie (BUIKSTRA *et al.*, 1990). Une attaque "dévastatrice" avait été menée par BOYD dès 1950 contre la biologie du squelette, au motif qu'il s'adapte rapidement à l'environnement ; cependant, comme le remarquent ARMELAGOS *et al.* (1982 : 310), "les groupes raciaux définis par Boyd sur la base des groupes sanguins étaient les mêmes que ceux définis par l'anthropométrie traditionnelle". Mais celle-ci se retrouve assez discréditée depuis que la génétique des populations a remis en cause la validité des anciens découpages taxinomiques qu'un parti-pris typologique rigide rendait absurdes (LIVINGSTONE, 1962). Pierre CANTRELLE raconte qu'étant à l'époque étudiant en anthropologie physique, c'est la lecture de cet article de LIVINGSTONE qui le détourna de la raciologie, chère alors à l'école coloniale française (VALLOIS,

---

\* Nutritionniste, ORSTOM



1944 ; PALES et TASSIN De SAINT PÉREUSE, 1953), et l'orienta vers la démographie. Cependant, il n'est pas discutable que les traits morphologiques sont transmis génétiquement ; ils sont probablement plus dépendants du milieu que les groupes sanguins, réputés plus "neutres", et sont par conséquent appropriés pour étudier la différenciation de l'espèce humaine, dans son expansion vers des milieux géographiquement contrastés.

Grâce aux techniques d'analyse morphologique multivariée, on peut maintenant tester sur une base objective et quantitative certaines hypothèses relatives aux relations de ressemblance entre les peuples. L'élaboration d'un important corpus de données de comparaison permet de proposer non seulement une recherche des affinités entre populations, mais aussi une analyse descriptive de la variabilité des caractères morphologiques (céphaliques en l'occurrence) chez l'homme moderne, en fonction de sa répartition géographique mondiale. On dispose d'excellentes études régionales, dont la plus remarquable est celle de HIERNAUX (1968) sur l'Afrique, qui, outre la recherche des corrélations entre morphologie et climat, démontre l'absence de regroupements au sein du continent, ce qui réfute le découpage classique en sous-races. CROGNIER (1979), SOKAL *et al.* (1987), ont de la même façon étudié le peuplement de l'Europe, PIETRUSEWSKY (1983) l'Asie et le Pacifique, ROTHHAMMER et SILVA (1990) l'Amérique, etc. Mais les résultats ne répondent pas à une question plus vaste : le découpage de l'humanité en trois "grand' Races", tel que prôné par THOMA (1981), est-il légitime ?

Il est nécessaire pour cela d'étendre la méthodologie de l'analyse discriminante à l'ensemble des continents (FROMENT, 1992 a). Il y a fort peu de synthèses mondiales concernant l'analyse multivariée de la morphologie humaine, tant sur le vivant que sur le squelette, à l'exception de celle, incontournable, de HOWELLS (1973) ; elle ne porte que sur 17 populations, et si une récente révision (1989) a porté ce nombre à 26 (3 en Europe, 5 en Afrique, 6 en Asie, 4 en Amérique et 8 dans le Pacifique), cela reste cependant beaucoup trop faible pour rendre compte de l'étendue de la variation humaine. En revanche, HOWELLS a mesuré lui-même tous les échantillons, et a pris de nombreuses mensurations, bien au-delà de ce qui est d'ordinaire employé, ce qui lui a permis de reconnaître parmi 70 variables les mesures les plus discriminantes. Le travail présenté ici a un sens différent : à partir d'une compilation large de la

littérature, il s'agissait d'élargir fortement l'échantillon, au prix d'une limitation des variables aux quelques 7, 9 ou 12 habituellement mesurées.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

Deux fichiers de mensurations, obtenues sur le crâne sec, ont été établis par dépouillement de publications anthropologiques souvent anciennes (à partir de 1880). L'un contient les valeurs métriques individuelles de 5080 sujets, l'autre concerne les moyennes de 868 populations (minimum 30 adultes de même sexe, ce qui représente au total 50 000 personnes examinées). Un tel effectif fournit des garanties de représentativité que l'étude de HOWELLS ne pouvait offrir. On pourrait craindre qu'une telle recension augmente de façon excessive la variabilité inter-observateurs des mesures collectées auprès d'un si grand nombre d'auteurs dont les techniques — en principe standardisées — ne sont pas toujours mentionnées. En fait, les repères craniométriques utilisés ici sont faciles à identifier sans ambiguïté, et dans ce cas, CAMERON *et al.* (1990) ont montré que l'erreur de mesure est négligeable : 1,3 mm sur la largeur maximale du crâne (la plus difficile à cerner), 0,9 mm sur la longueur par exemple. De nombreuses combinaisons de variables ont été utilisées, celles présentées ici sont le résultat d'un compromis entre le souci de disposer d'un vaste échantillon et celui de conserver le plus grand nombre possible de mensurations simultanées. C'est pourquoi la distance interorbitaire, bien que très utile, a été laissée de côté en raison de la faible fréquence des analyses la concernant.

L'analyse discriminante a été pratiquée sur IBM-PC à l'aide du logiciel SPSS, option D<sup>2</sup> de Mahalanobis (distances généralisées), après vérification de la normalité des distributions. Cette méthode, de type analyse inertielle, présente l'avantage de visualiser les populations sous forme de nuages de points (un point par population, ou par individu) selon une répartition spatiale dans  $n$  dimensions ( $n$  étant le nombre de variables utilisées), avec projection en coordonnées cartésiennes dans un plan ; l'expérience montre que les deux premiers axes (trois au besoin) restituent au moins 80 % de l'information totale. La représentation sous forme de dendrogrammes, employée le plus souvent, en général après utilisation de la méthode de PENROSE (1954), peut être trompeuse, d'abord parce que celle-ci ne tient pas compte des intercorrélations entre mensurations, dont certaines sont redondantes et pèsent alors

anormalement lourd dans la discrimination, ensuite parce que la visualisation obtenue sous forme de dichotomies successives trahit la réalité et aboutit à des rapprochements artificiels, les branches de l'arbre pouvant subir des rotations arbitraires.

## **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### **Validation de la méthode**

La première précaution est de vérifier la puissance et le pouvoir discriminant de la méthode utilisée. La figure 1 représente la distribution des crânes de 1336 sujets des deux sexes, 258 provenant d'Europe, 244 d'Afrique subsaharienne, et 834 d'une zone intermédiaire, la Vallée du Nil égypto-nubienne. Le fait de regrouper les sexes aboutit à un résultat identique à leur traitement séparé car la composante forme l'emporte de beaucoup sur la composante taille, comme l'avaient déjà constaté plusieurs auteurs (BRÄUER, 1979 ; RELETHFORD, 1984) utilisant la méthode de PENROSE. Pour la même raison, la transformation en variables centrées réduites ne modifie en rien la disposition des groupes. Neuf variables sont considérées : longueur, largeur et hauteur du crâne, largeur et hauteur de la face et du nez, longueur de la base et longueur de la face. L'information est presque entièrement restituée dans cette figure puisque les deux premiers axes, expriment respectivement 64,9 % et 31,2 % de la variance (soit 96,1 % au total, ce qui est un score exceptionnel). L'axe horizontal, le plus important, est fortement et négativement corrélé avec la largeur du crâne ( $r=-0,62$ ), valeur hautement significative sur un tel effectif, et moins fortement ( $r=0,23$ ), et positivement cette fois, avec la longueur (les deux variables vont en sens inverse) ; cette mesure sépare les crânes larges et courts (brachycéphales), à gauche, des crânes étroits et allongés (dolichocéphales), à droite. Le second axe, perpendiculaire au précédent, est fortement lié ( $r=0,55$ ) à la largeur de la face, ou diamètre bizygomatique.

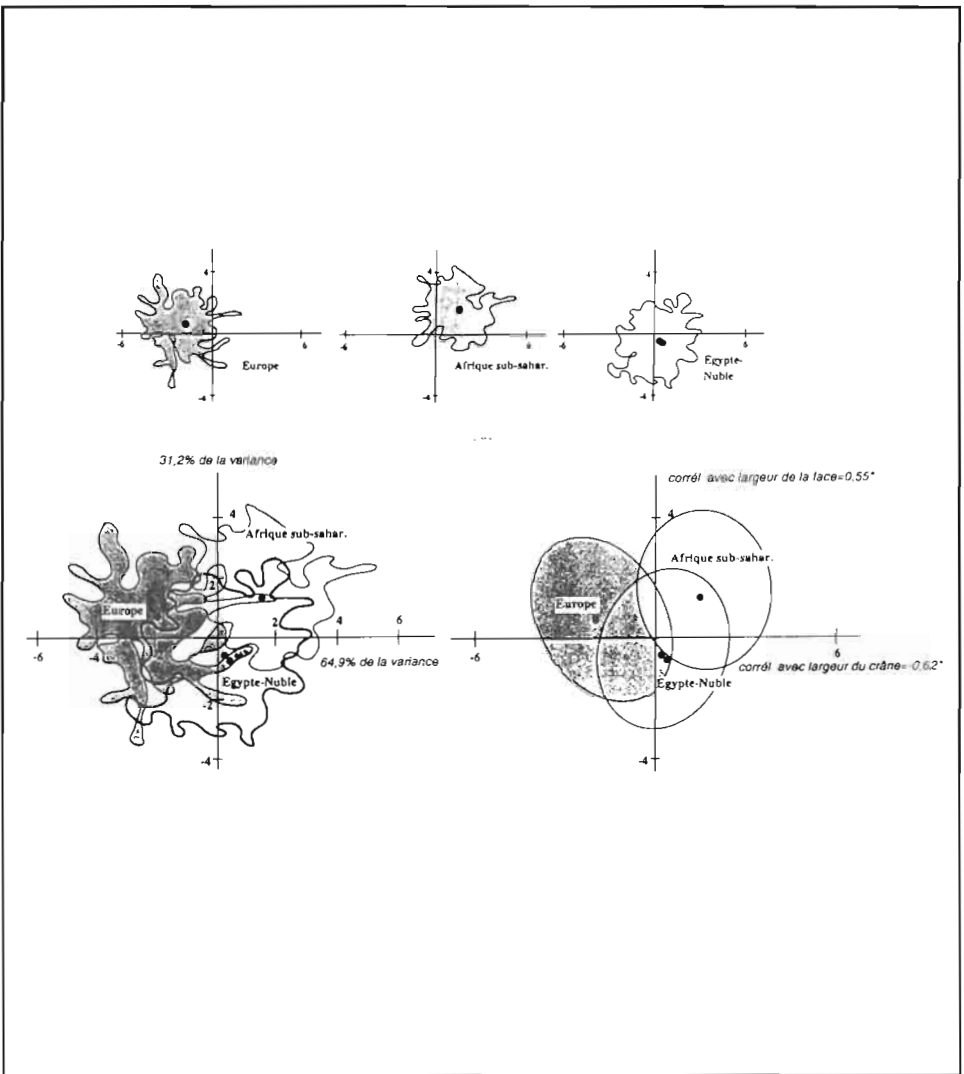


Figure 1: Analyse discriminante de 1336 crânes appartenant à trois populations, pour neuf variables craniofaciales, sur les deux premiers axes, qui expriment la quasi totalité de l'information. Les trois petites figures du haut représentent l'aire de distribution des sujets de chaque population ; en bas à gauche, superposition des trois nuages. En bas à droite, simplification de la figure précédente pour en améliorer la lisibilité. Les centroïdes des nuages de points sont représentés sous forme de points noirs.

La méthode est satisfaisante pour discriminer les populations puisqu'en moyenne 84 % des sujets se trouvent bien classés dans leur groupe. (tabl. I) Pour le classement selon les séries, celles d'Egypte et de Nubie ont été rassemblées car il était impossible de les distinguer, les centroïdes des deux sous-groupes, Egypte et Nubie, sont presque confondus (fig. 1). Les individus mal classés dans ces échantillons se répartissent équitablement entre Europe et Afrique sub-saharienne, alors que, pour l'Europe par exemple, 1,6 % seulement des crânes sont plus proches de ceux des noirs Africains que des autres Européens (tabl. I).

Ce résultat est comparable à celui de Froment (1992 b), étude également pratiquée sur des séries négro-africaines, européennes et égypto-nubiennes, où des moyennes de populations, et non des individus, avaient été utilisées. On peut conclure que la méthode est appropriée pour étudier les différences anatomiques quantitatives chez l'Homme.

Tableau I  
Pourcentage d'individus classés selon le groupe d'origine

groupe d'origine	effectif	Groupe de classement			Total
		Europe	Afrique sub-saharienne	Vallée du Nil	
Europe	258	86,0	2,7	11,2	100
Afrique sub-sahar.	244	1,6	85,7	12,7	100
Vallée du Nil	834	6,4	10,4	83,2	100

Si le classement était parfait, les valeurs de la diagonale seraient évidemment de 100% ; les chiffres obtenus ici s'en approchent raisonnablement et prouvent que les trois populations ont une morphologie assez différente

### Analyse morphologique des populations mondiales

L'analyse suivante utilise non plus des valeurs individuelles, mais des moyennes de populations, regroupées par grande zone géographique. Les différentes combinaisons de variables utilisées, s'il y en a plus de cinq, aboutissent à la même configuration globale. La figure 2 donne un exemple des résultats obtenus dans le sexe masculin pour les sept premières mensurations énumérées ci-dessus, sur 537 populations (265 en Europe, 60 au Moyen-Orient et au

Maghreb, 62 en Afrique sub-saharienne, 47 en Asie, 39 en Océanie, 38 chez les Amérindiens, 8 en Inde et Iran, 5 chez les Inuit, 8 chez les Australiens aborigènes, 5 du paléolithique supérieur). Les mensurations faciales pèsent plus que celles de la voûte crânienne, et on pourrait ne conserver qu'elles ; mais ce sont les plus fragiles et elles manquent souvent sur les crânes anciens.

Dans cet exemple (FROMENT, 1992 a), l'axe 1 rend compte de 50 % de la variance totale, et l'axe 2 de 34 %, soit 84 % à eux deux ; le troisième axe compte pour 7 %, le quatrième pour 5 % et les trois autres sont négligeables. La représentation bidimensionnelle figurée ici donne donc une image assez complète de la réalité. Par rapport à l'analyse précédente, les dimensions du nez prennent beaucoup d'importance puisque le premier axe est corrélé négativement, de façon très significative, avec la largeur du nez ( $r=-0,61$ ), et plus faiblement ( $r=0,50$ ), avec la largeur du crâne ; le deuxième axe est là encore très significativement (et négativement) corrélé avec la largeur bizygomatique ( $r=-0,74$ ), et un peu avec la hauteur du nez ( $r=-0,38$ ) et la largeur du crâne ( $r=-0,32$ ). Autrement dit, l'analyse sépare d'une part, horizontalement, les populations à nez étroit ou large et d'autre part, verticalement celles à face étroite ou large. A posteriori, on constate que le choix des trois variables les plus discriminantes (bizygomatique, largeur du nez et largeur du crâne) restituerait déjà une image assez proche de celle obtenue en utilisant l'ensemble des mensurations. Si l'on étend leur nombre à celles relatives au prognathisme (longueur de la base nasion-basion et longueur de la face basion-prosthion), on gagne de l'information au prix d'une réduction de l'échantillon à 231 populations ; la disposition obtenue est assez semblable à la précédente, avec une meilleure séparation du groupe indo-iranien par rapport au groupe moyen-oriental.

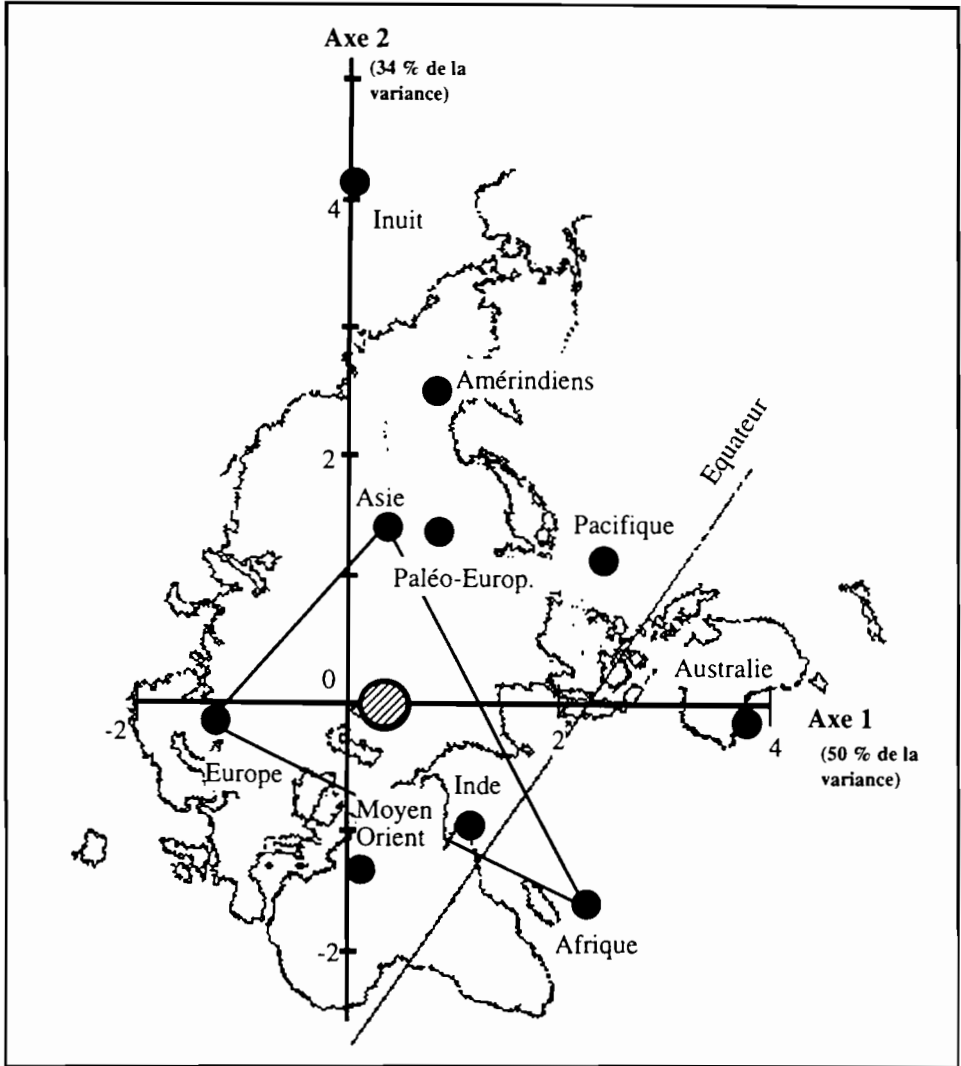


Figure 2: Analyse discriminante de l'échantillon de 537 populations masculines du monde entier, pour sept mensurations craniofaciales. Pour simplifier, seuls les centroïdes des nuages de points sont ici représentés, selon leurs coordonnées sur les deux premiers axes (exprimant 84 % de la variance totale). L'axe 1 (horizontal) est corrélé avec le diamètre bizygomatique, et l'axe vertical avec la largeur du nez. Le centre de gravité (hachuré) du triangle qui relie les trois principaux continents de l'Ancien Monde pourrait représenter le foyer de dispersion originel de l'espèce humaine. On remarque la bonne correspondance entre les centroïdes obtenus par calcul, et la carte du monde.



Il est remarquable de constater à quel point l'analyse discriminante, qui sépare les populations sur les seuls critères anthropométriques, sans considérer leurs coordonnées topographiques, en restitue, lorsque l'on projette un planisphère sur les nuages de points obtenus, une correspondance satisfaisante avec la position géographique. De plus, si on reportait sur la figure 2 les nuages de points (comme sur la figure 1) des populations dont seul le centroïde de chaque sous-continent est indiqué ici, on verrait que la surface de répartition de ces points correspondrait à l'aire géographique d'extension des groupes humains correspondants.

### **Interprétation biométrique**

L'emploi des analyses canoniques en anthropométrie, proposé dès 1925 (MAHALANOBIS, 1936), et popularisé par le développement de la micro-informatique, a suscité des abus, d'où une abondante littérature de plaidoyers et de mises en garde (KOWALSKI, 1972 ; VAN VARK, 1976 ; CAMPBELL, 1978 ; FINKEL, 1982 ; RELETFORD et LEES, 1982), mais CORRUCINI (1975), un des experts en la matière, critique essentiellement l'application de ces méthodes à des espèces différentes, ou la comparaison entre individus d'un côté, populations de l'autre (comme souvent en paléontologie) et reconnaît que "le meilleur travail issu de l'approche multivariée concerne l'analyse des populations récentes".

Certaines des mensurations les plus discriminantes identifiées par notre analyse sont en rapport avec le climat et l'environnement (GUGLIELMINO-MATESSI *et al.*, 1979 ; ABRUZZI, 1982), bien que l'on connaisse mal le mécanisme de cette liaison. Ainsi, une forte corrélation entre la largeur du nez, la température ambiante et l'humidité est décrite (CAREY et STEEGMANN, 1981 ; FRANCISCUS et LONG, 1991) : en climat aride ou froid, le nez est étroit et haut, peut-être pour accroître la surface de contact avec la muqueuse et humidifier ou réchauffer l'air inspiré (HIERNAUX et FROMENT, 1976). Par contre, on ignore pourquoi le visage des Asiatiques, et spécialement des Inuit, est si large, à l'opposé de celui des Egyptiens (LI YONG YI *et al.*, 1991), l'explication d'une adaptation au froid n'étant pas physiologiquement convaincante. En Europe, le phénomène d'arrondissement de la tête (brachycéphalisation) apparu au néolithique, détermine la différenciation des populations correspondantes.

### **Perspective paléontologique**

Au vu de ces résultats, il est dès lors intéressant de situer les populations du paléolithique et du mésolithique d'Europe et d'Afrique du nord par rapport à la variation moderne (rappelons que les plus vieux crânes de notre série sont originaires de la vallée du Nil et remontent à 7000 ans). Au paléolithique supérieur et au mésolithique, de -30 000 à -8 000 ans, on dispose en Europe et en Afrique du nord d'individus suffisamment nombreux pour former quelques petites séries statistiques : leur morphologie est presque superposables aux valeurs asiatiques (fig. 2) lorsqu'on ne considère que les sept premières variables ; si on ajoute le prognathisme, elles se rapprochent du groupe indo-iranien, c'est-à-dire de la zone centrale décrite à propos de la figure 2. La représentation tridimensionnelle utilisant les coordonnées des centroïdes sur les trois premiers facteurs de l'analyse, montre, après traitement par le logiciel MacSpin de MacIntosh (fig. 3) que ce sont les populations asiatiques qui occupent la place la plus centrale du nuage des constellations.

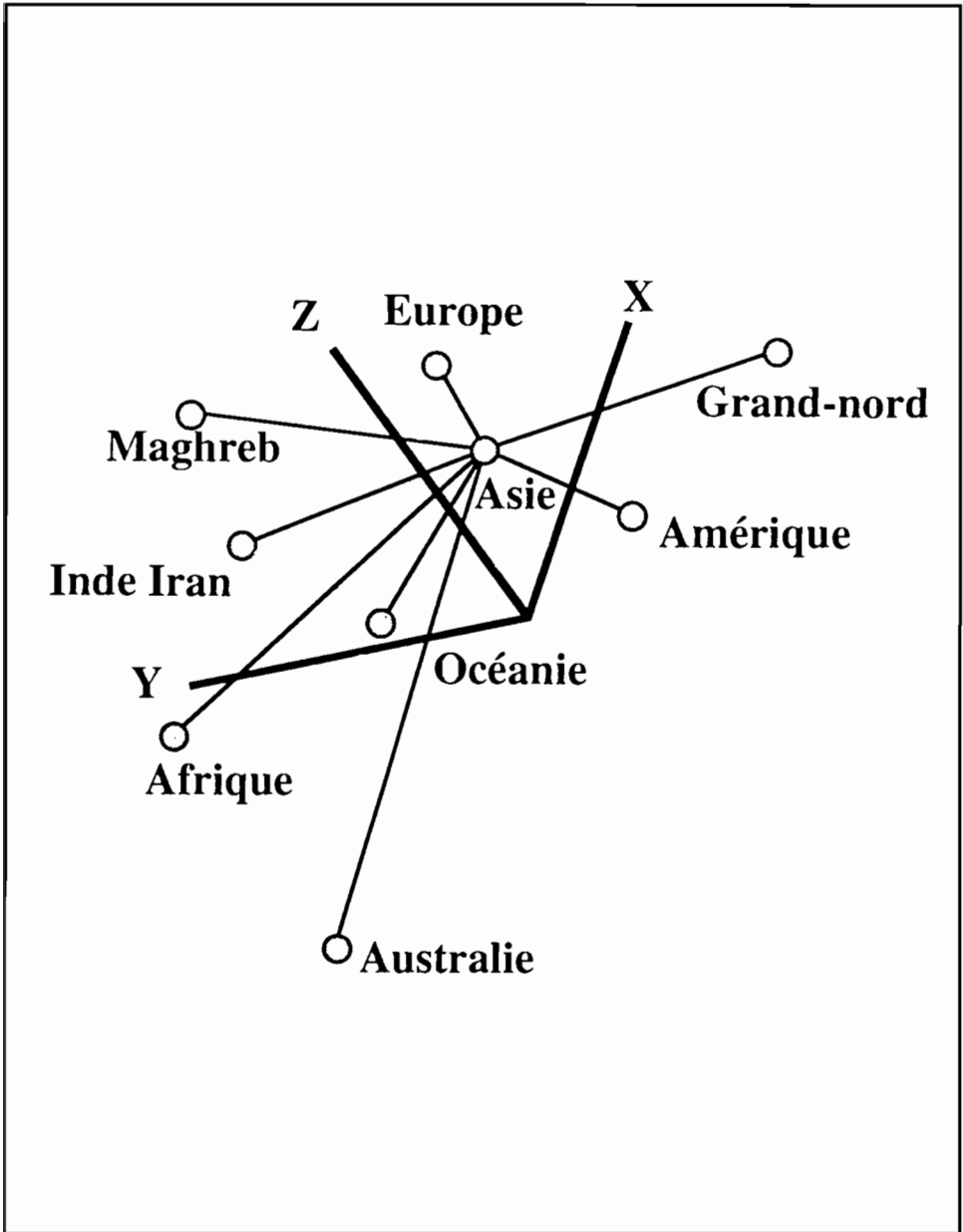


Figure 3 : Centraïdes de la Figure 2, traités selon leurs coordonnées dans l'espace selon les trois premiers axes ; 91 % de la variance est alors exprimée. L'Asie apparaît grâce au traitement informatique (logiciel MacSpin) comme le point le plus central.

On admet que l'Homme moderne ne descend pas des Néanderthaliens occidentaux, et que le peuplement de l'Europe s'est effectuée à partir d'une région chaude, ce que tendent à confirmer les proportions corporelles des Cro-Magnon (VALLOIS et De FÉLICE, 1945). La solution la plus "parcimonieuse", en termes d'économie d'hypothèses, serait de situer l'apparition de cet Homme moderne dans la zone centrale de la figure 2, dans la zone de carrefour des trois continents de l'Ancien Monde. Des adaptations progressives à de nouveaux milieux, et des phénomènes de dérive génétique, voire d'hybridation avec les populations archanthropiennes locales, auraient, à partir de ce centre, conduit à une différenciation progressive.

### **Comparaison avec les marqueurs génétiques**

Sur un système aussi simple que les groupes érythrocytaires ABO, nous pouvons déjà prouver une association entre distribution géographique des populations et fréquences alléliques (fig. 4). GREENACRE et DEGOS (1972) obtenaient aussi un résultat analogue avec le système des groupes tissulaires HLA.

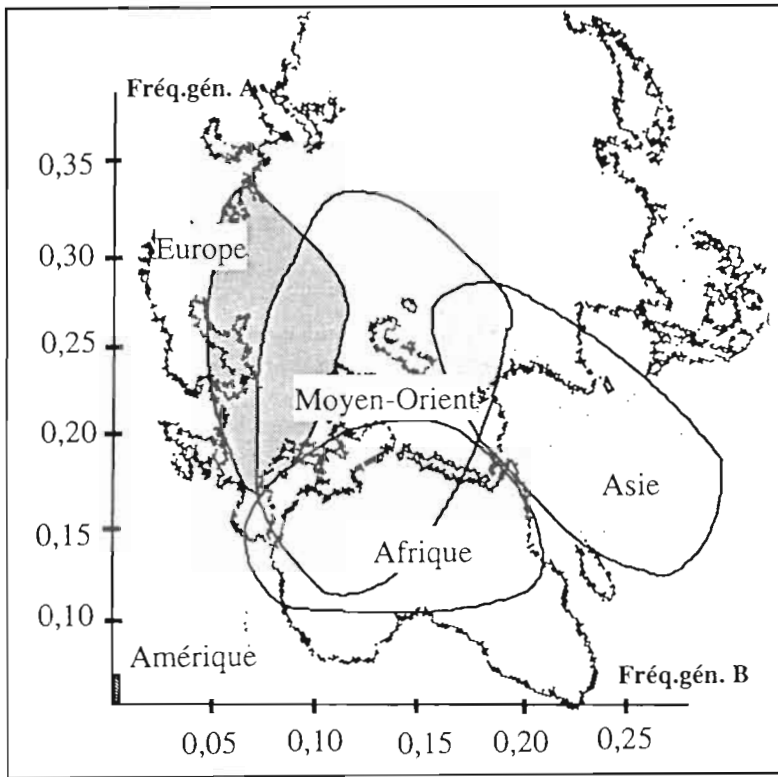


Figure 4: Correspondance entre le graphe de fréquence génétique des groupes sanguins A et B du système ABO et la carte du monde (source : MOURANT et al. 1976). Ce résultat simple annonce celui de la figure 5, qui utilise des marqueurs génétiques beaucoup plus nombreux et complexes.

Les généticiens de populations ont accumulé des sommes considérables d'informations, à partir d'un important éventail de protéines sériques et érythrocytaires (LANGANEY, 1988 ; CAVALLI-SFORZA *et al.*, 1988 ; EXCOFFIER *et LANGANEY*, 1989). Il existe du reste une coïncidence, non fortuite, entre les systèmes génétiques et linguistiques : plus les peuples ont divergé dans l'espace, plus la différenciation culturelle a, comme la différenciation biologique, subi une amplification (CAVALLI-SFORZA *et al.*, 1988 ; SOKAL *et al.*, 1989). La figure 5 démontre l'analogie de nos résultats basés sur l'anatomie, avec ceux de LANGANEY basés sur des polymorphismes sanguins. HARDING (1990) a lui aussi mis en évidence une bonne corrélation, à l'échelon européen, entre les variables craniométriques (identiques à celles utilisées ici) et les fréquences génétiques employées par SOKAL *et al.* en 1987. Ainsi, contrairement à ce que les généticiens ont souvent affirmé (JACQUARD 1981 : 37), la biométrie ne donne pas de résultats qui contredisent formellement ceux de l'hémotypologie ; il faut admettre que les deux approches sont pertinentes mais ne répondent pas aux mêmes questions.

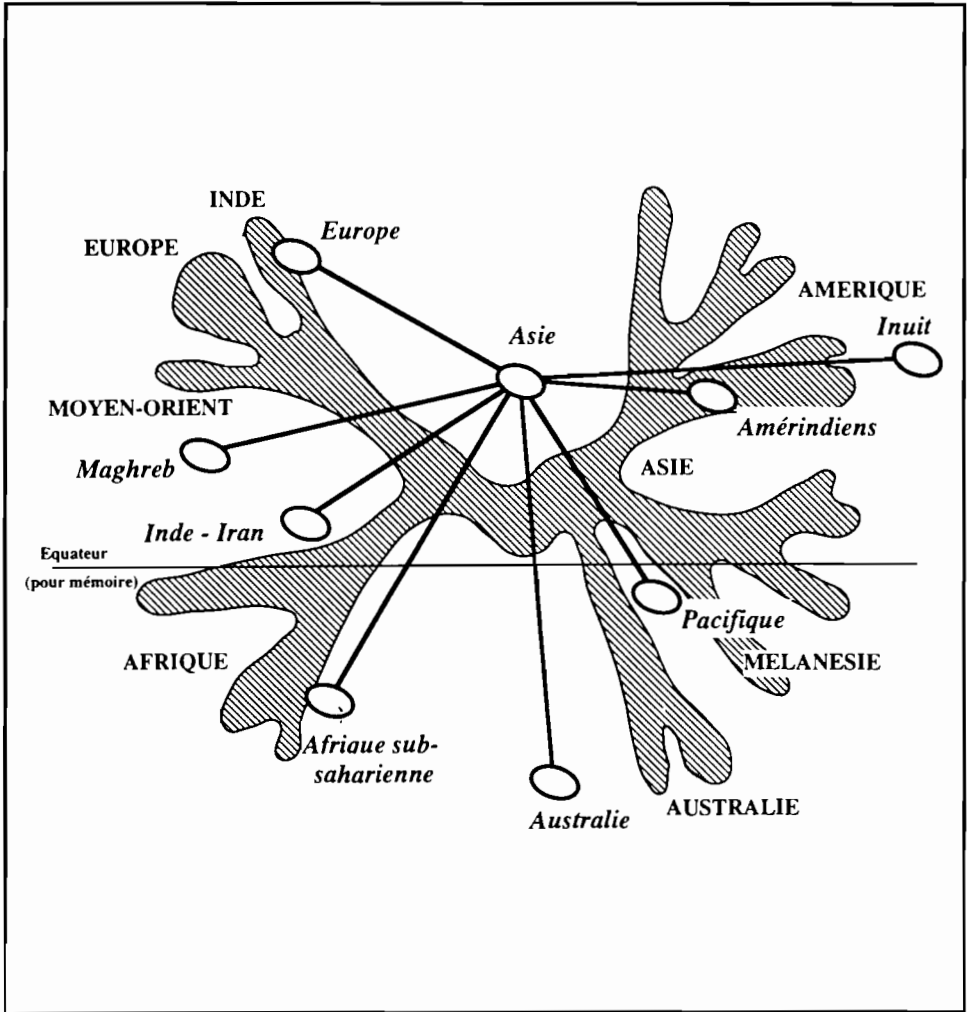


Figure 5 : Correspondance entre les centroïdes obtenus par l'analyse discriminante craniométrique (ovales ombrés), et l'arbre des rapports entre populations calculés par analyse des marqueurs hémotypologiques, figuré en hachuré (SANCHEZ-MAZAS et LANGANEY 1988). Nos résultats figurent en italiques minuscules, ceux des généticiens en majuscules. Les rapports entre centroïdes sont les mêmes que dans la figure 2. Noter la coïncidence entre résultats biométriques et génétiques, et le substrat géographique de leur distribution (on a figuré la position de l'équateur pour fixer les idées ; le schéma est orienté selon les points cardinaux).

## **CONCLUSION**

Le but premier de l'anthropologie physique est de décrire et d'interpréter les variations biologiques dans l'espèce humaine. Nous n'avons abordé ici que l'anatomie crânienne ; ultérieurement, l'analyse sera étendue à d'autres éléments morphologiques (mandibule, squelette post-cranien, dents, dermatoglyphes etc..) afin de confirmer les résultats présentés ici. Ceux-ci illustrent bien la variation continue, "clinale" (BRUES, 1972), et non pas discontinue, "raciale", de la diversité anatomique humaine : tous les groupes se chevauchent dans une suite de transitions. Cependant, leur distribution n'est nullement aléatoire, et présente une cohérence de localisation, basée sur la ressemblance entre échantillons provenant des mêmes régions du globe. L'étude des mensurations individuelles montre un certain chevauchement des échantillons (fig. 1), de sorte qu'il est hasardeux d'attribuer un crâne isolé à un groupe particulier. Cette attribution reste cependant possible avec une probabilité statistique mesurable, de sorte que la méthode est applicable à l'identification médico-légale, et se révèle ici supérieure à l'hémotypologie, puisqu'un seul échantillon de sang interdit l'attribution d'un sujet à un groupe ethnique particulier, et que seul le prélèvement d'au moins cent individus permet cette estimation. De plus, l'utilisation des moyennes métriques par population, et plus nettement encore des centres de gravité des nuages de points étiquetés par aire géographique, fait nettement émerger des paramètres discriminants (fig. 2), qu'un anthropologue expérimenté saurait souvent distinguer "à l'œil nu" par la cranioscopie traditionnelle.

Même si le mécanisme de transmission chromosomique des caractères somatiques est inconnu, leur composante héréditaire est certaine, et suffisamment forte pour assurer une certaine communauté d'apparence physique aux individus d'un même groupe. La portion du génome que ces caractères occupent est certainement plus grande que celle occupée par les groupes sanguins mono ou pauci-factoriels habituellement considérés, et dont l'interprétation est du reste délicate : pour preuve, les conclusions contradictoires, chez les mêmes auteurs qui voient un clivage génétique opposant d'abord les Africains et les Européens d'un côté aux Asiatiques de l'autre (NEI et ROYCHOUDHURY, 1974), puis un autre (NEI et ROYCHOUDHURY, 1982) ; en 1988, à partir de sources assez comparables, LANGANEY d'un côté,



CAVALLI-SFORZA *et al.* de l'autre, concluaient respectivement à une présence récente ou au contraire très ancienne des populations africaines actuelles sur leur continent.

Nos résultats ne peuvent cependant trancher entre les deux modèles classiques d'apparition de l'Homme moderne : foyer d'origine unique avec extension irradiant dans toutes les directions et différenciation par adaptation locale voire hybridation avec la strate évolutive précédente, ou apparition multicentrique et métissages dans les zones de contact. Toutefois, dans l'hypothèse monocentrique, la position relativement périphérique de l'Afrique sub-saharienne par rapport au reste de l'humanité semble l'éloigner du berceau originel, qui se situerait plus près du carrefour des trois continents de l'Ancien Monde, Moyen-Orient ou Asie occidentale par exemple. Il y a là une contradiction apparente avec les résultats fournis par la paléontologie, qui font des restes de Border Cave (Ingwavuma) et Klasies River en Afrique du Sud, et de l'Omo 1 (formation de Kibish, Ethiopie) des hommes modernes de plus de 100 000 ans (LEWIN, 1987), à moins d'admettre avec CORRUCINI (1992) que ceux-ci ne ressemblaient pas aux Africains actuels.

Utiliser ces phénomènes de microévolution un peu comme l'horloge moléculaire, pour étalonner une mesure de temps de séparation depuis la souche est par contre hasardeux (BEALS *et al.*, 1984), car on sait que l'évolution morphologique procède davantage par une succession d'accélération et de périodes stables, que comme un phénomène régulier.

Les groupes sanguins, bien qu'ils subissent des modifications notables avec le temps, peuvent appuyer une démonstration de filiation entre populations, c'est donc une démarche verticale, qui est par définition limitée aux études sur le vivant, et exclut les populations subactuelles ou fossiles. Le recours à l'anatomie est dans ce dernier cas le seul possible. La biométrie établit des ressemblances qui, si elles sont souvent dues à une origine commune, peuvent aussi être liées à une convergence adaptative à des conditions de milieu identiques, c'est donc là une démarche horizontale. Les méthodes de l'anthropologie physique traditionnelle ne sont donc pas disqualifiées par les progrès de la génétique, elles ont leur place, confrontées aux découvertes paléanthropologiques, dans l'interprétation des origines et de la

microévolution de l'espèce humaine. Pour l'étude de son polymorphisme et l'exploration de ses capacités physiologiques d'adaptation au milieu, l'approche anthropobiologique, pratiquée dans une perspective d'écologie humaine, demeure irremplaçable.

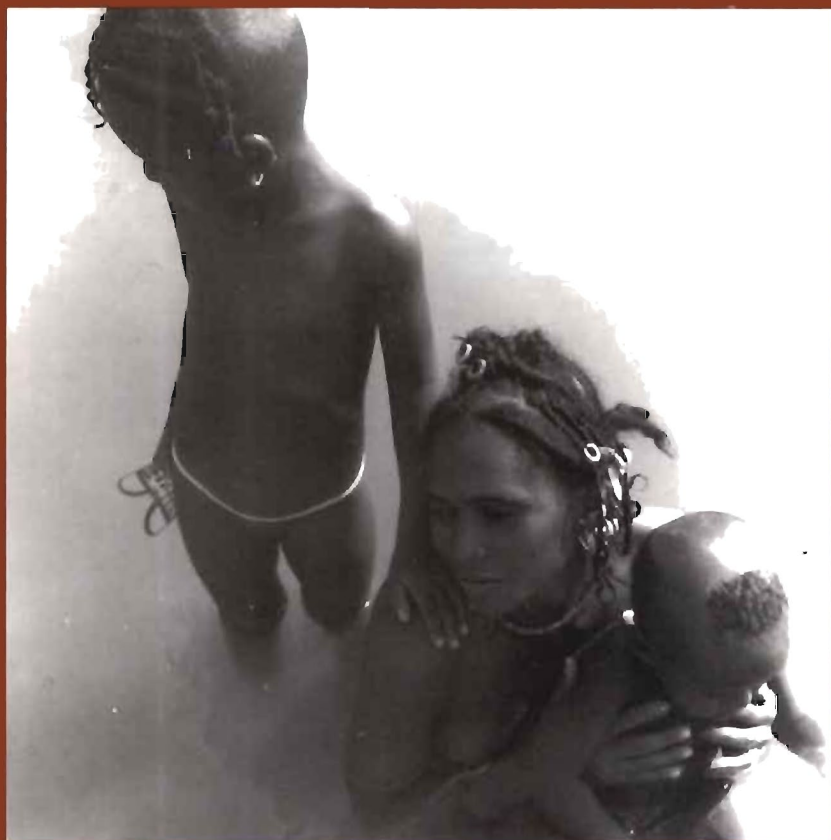
### **BIBLIOGRAPHIE**

- ABRUZZI (W.S.), 1982 – Ecological theory and ethnic differentiation among human populations. *Current Anthropology* 23 :13-35.
- ARMELAGOS, G.J. ; CARLSON, D.S. et VAN GERVEN, D.P. 1982 – The theoretical foundations and development of skeletal biology. in : F.SPENCER Ed., *A History of American Physical Anthropology 1930-1980*, Academic Press, New-York, pp. 305-328.
- BEALS (K.L.), SMITH (C.L.), et DODD (S.M.), 1984) - Brain size, cranial morphology, climate and time machines. *Current Anthropology* 25 : 301-330.
- BERNIER (F.), 1684 – Nouvelle division de la terre, par les différentes espèces ou Races d'hommes qui l'habitent, envoyée par un fameux voyageur à Monsieur. *Journal des Savants*, 26 avril 1684.
- BOYD (W.C.), 1950 – *Genetics and the Races of Man*. Heath, Boston.
- BRÄUER (G.), 1979 – Some remarks on the interpretation of Penrose's size and shape components. Craniometrical similarities of african groups. *Journal of Human Evolution* 8 :759-765.
- BRUES (A.), 1972 – Models of race and cline. *American Journal of Physical Anthropology* 37 : 389-400.
- BUIKSTRA (J.), FRANKENBERG (S.R.), et KONIGSBERG (L.W.), 1990 – Skeletal biological studies in American Physical Anthropology : recent trends. *American Journal of Physical Anthropology* 82 : 1-7.
- CAMERON (N.), TOBIAS (P.V.), FRASER (W.J.), et NAGDEE (M.), 1990 – Search for secular trends in calvarial diameters, cranial base height, indices, and capacity in South African Negro crania. *American Journal of Human Biology* 2 : 53-62.
- CAMPBELL (N.A.), 1978 – Multivariate analysis in biological anthropology : some further considerations. *Journal of Human Evolution* 7 : 197-203.
- CAREY (J.W.), et STEEGMANN (Jr.A.T.), 1981 – Human nasal protrusion, latitude and climate. *American Journal of Physical Anthropology* 56 : 313-319.

- CAVALLI-SFORZA (L.L.), PIAZZA (A.), MENOZZI (P.), et MOUNTAIN (J.), 1988 – Reconstruction of human evolution : bringing together genetic, archaeological, and linguistic data. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 85 : 6002-6006.
- CORRUCCINI (R.S.), 1975 – Multivariate analysis in biological anthropology : some considerations. *Journal of Human Evolution* 4 : 1-19.
- CORRUCCINI (R.S.), 1992 – Metrical reconsideration of the Skhul IV and IX and Border Cave 1 crania in the context of modern human origins. *American Journal of Physical Anthropology* 87 : 433-445.
- CROGNIER (E.), 1979 – Sensibilité différentielle de la morphologie aux diverses variables climatiques. Conséquences sur la diversité des populations euro-méditerranéennes. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 6, XIII : 197-209.
- EXCOFFIER (L.), et LANGANEY (A.), 1989 – Origin and differentiation of human mitochondrial DNA. *American Journal of Human Genetics* 44 : 73-85.
- FINKEL (D.J.), 1982 – Alternate solutions to multivariate models. *Journal of Human Evolution* 11 : 349-358.
- FRANCISCUS (R.G.), et LONG (J.C.), 1991 – Variations in human nasal height and breadth. *American Journal of Physical Anthropology* 85 : 419-427.
- FROMENT (A.), 1992a – La différenciation morphologique de l'Homme moderne : congruence entre forme du crâne et répartition géographique du peuplement. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, t.315, série III : 323-329.
- FROMENT (A.), 1992b – Origines du peuplement de l'Égypte Ancienne : l'apport de l'anthropobiologie. *Archéonil* 2 : 79-98.
- GREENACRE (M.J.), et DEGOS (L.), 1981 – Correspondence analysis of HLA gene frequency data from 124 population samples. *American Journal of Human Genetics* 29 : 60-75.
- 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.
- HARDING (R.M.), 1990 – Modern european cranial variables and blood polymorphisms show comparable spatial patterns. *Human Biology* 62 : 733-745.
- HIERNAUX (J.), 1968 – *La Diversité Humaine en Afrique Sub-saharienne. Recherches Biologiques*. Ed. de l'Institut de Sociologie, Université Libre, Bruxelles, 261p.

- HIERNAUX (J.), et FROMENT (A.), 1976 – The correlation between anthropobiological and climatic variables in sub-saharan Africa : revised estimates. *Human Biology* 48 : 757-767.
- HOWELLS (W.W.), 1973 – Cranial variation in man. A study by multivariate analysis of patterns of difference among recent human populations. *Peabody Museum Archeological and Ethnological Papers* N°67, Harvard University, Cambridge, MA, 259 p.
- HOWELLS (W.W.), 1989 – Skull shapes and the map. *Peabody Museum Archeological and Ethnological Papers* N°79, Harvard University, Cambridge, MA, 189 p.
- JACQUARD (A.), 1981 – Biologie et théorie des "élites". *Le Genre Humain* 1 : 14-54.
- KOWALSKI (C.J.), 1972 – A commentary on the use of multivariate statistical methods in anthropometric research. *American Journal of Physical Anthropology* 36 : 119-132.
- LANGANEY (A.), 1988 – *Les Hommes. Passé, Présent, Conditionnel*. Armand Colin, Paris, 247 p.
- LEWIN (R.), 1987 – Africa, cradle of modern humans. *Science* 237 : 1292-1295.
- LIVINGSTONE (F.B.), 1962 – On the non existence of human races. *Current Anthropology* 3 : 279-281.
- LI YONG YI, BRACE (C.L.), et TRACER (D.P.), 1991 – Dimensions of face in Asia in the perspective of geography and prehistory. *American Journal of Physical Anthropology* 85 : 269-279.
- MAHALANOBIS (P.C.), 1936 – On the generalized distance in statistics. *Proceedings of the National Institute of Sciences of India* 2 : 49-55.
- MOURANT (A.E.), KOPEC (A.C.), ET DOMANIEWSKA-SOBCZAK (K.), 1976 – *The Distribution of the Human Blood Groups and Other Polymorphisms*. Oxford University Press, 2nd edition, London, 1055 p.
- NEI (M.), et ROYCHOUDHURY (A.K.), 1974 – Genic variation within and between the three major races of man, Caucasoids, Negroids and Mongoloids. *American Journal of Human Genetics* 26 : 421-443.
- NEI (M.), et ROYCHOUDHURY (A.K.), 1982 – Genetic relationship and evolution of human races. *Evolutionary Biology* 14 : 1-59.
- PALES (L.), et TASSIN De SAINT PÉREUSE (M.), 1953 – Raciologie comparative des populations de l'Afrique Occidentale. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 10, IV : 184-497.
- PENROSE (L.S.), 1954 – Distance, size and shape. *Annals of Eugenics* 18 : 337-343.

- PIETRUSEWSKY (M.), 1983 – Multivariate analysis of New Guinea and Melanesian skulls : a review. *Journal of Human Evolution* 12 : 61-76.
- RELETHFORD (J.H.), 1984 – Morphological size and shape variation among local human populations. *Journal of Human Evolution* 13 : 191-194.
- RELETHFORD (J.H.), et LEES (F.C.), 1982 – The use of quantitative traits in the study of human population structure. *Yearbook of Physical Anthropology* 25 : 113-132.
- ROTHHAMMER (F.), et SILVA (C.), 1990 – Craniometrical variations among South American prehistoric populations : climatic, altitudinal, chronological, and geographical contributions. *American Journal of Physical Anthropology* 82 : 9-17.
- SANCHEZ-MAZAS (A.), ET LANGANEY (A.), 1988 – Common genetic pools between human populations. *Human Genetics* 78 : 161-166.
- SOKAL (R.R.), UYTTERSCHAUT (H.), RÖSING (F.), et SCHWIDETZSKY (I.), 1987 – A classification of European skulls from three time periods. *American Journal of Physical Anthropology* 74 : 21-38.
- SOKAL (R.R.), ODEN (N.L.), LEGENDRE (P.), FORTIN (M.J.), KIM (J.), et VAUDOR (A.), 1989 – Genetic differences among language families in Europe. *American Journal of Physical Anthropology* 79 : 489-502.
- THOMA (A.), 1981 – The pattern of quasi-continuous variation in *Homo sapiens*. *Journal of Human Evolution* 10 : 303-310.
- VALLOIS (H.V.), 1944 – *Les Races Humaines*. Paris, P.U.F., Que Sais-je ? N° 146, 128 p.
- VALLOIS (H.V.), et DE FÉLICE (S.), 1945 – Les caractères différentiels des os longs chez certaines populations préhistoriques de la France. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 4, IX : 1-24.
- VAN VARK (G.N.), 1976 – A critical evaluation of the application of multivariate statistical methods to the study of human populations from their skeletal remains. *Homo* 27 : 97-114.



# POPULATIONS DU SUD ET SANTÉ

PARCOURS ET HORIZONS

**ORSTOM**  
Editions

## TABLE DES MATIÈRES

***	Sommaire.....	3
J. Némó	Préface.....	5
***	Présentation.....	9

### PREMIÈRE PARTIE PIERRE CANTRELLE, L'HOMME ET LE CHERCHEUR

F. Gendreau, P. Livenais J. Vaugelade	Itinéraire Scientifique de Pierre Cantrelle.....	13
H. Domenach	L'"homo démographicus cantrellus" - Clin d'oeil scientifique à visage humain.....	21
F. Gubry	La nouvelle vie des anciens livres de démographie africaine.....	27
***	Bibliographie de Pierre Cantrelle.....	37

### DEUXIÈME PARTIE L'OBSERVATION, DOMAINE D'INNOVATION

M. Garenne	La morbidité et les causes de décès - La contribution du démographe.....	57
C. Z. Guilmoto	Trente ans plus tard le long du fleuve Sénégal... L'enquête de la MISOES à l'épreuve du temps.....	73
P. Guillaumont	Pour des séries longues d'observation - L'analyse des relations entre politiques d'ajustement et migrations internes.....	95
Ch. Scott and J. Cleland	Surveys on sexual behaviour in relation to AIDS - Problems of methodology.....	105
F. Gendreau	Pour un renouveau de l'observation démo- graphique en Afrique au Sud Sahara.....	117

**TROISIÈME PARTIE  
COMPLEXITÉ DES SITUATIONS, DIVERSITÉ DES ANALYSES**

P. Gazin	La mortalité infanto-juvénile et ses causes dans deux communautés rurales de l'ouest du Burkina Faso.....	135
A. Briend	Allaitement au sein, état nutritionnel, espacement des naissances et survie de l'enfant au Bangladesh.....	145
P. Gubry	Contribution à l'histoire de la mortalité au Cameroun (1890-1914) - L'apport de Kuczinsky.....	157
A. Franqueville	La mortalité infantile en Bolivie - Les raisons d'un retard à la baisse.....	169
B. Delpech	Malnutrition infantile chez les Noirs Marrons de Guyane et de Surinam.....	183
A. Guillaume, N. G. Koffi, P. Vimard	Santé de la mère et de l'enfant en Côte-d'Ivoire.....	201
J. Caldwell and P. Caldwell	The beginning of fertility decline in Sub-Saharan Africa.....	233
A. Froment	Biométrie contre génétique, ou comment aborder la variabilité biologique chez l'homme.....	245

**QUATRIÈME PARTIE  
POLITIQUES DE POPULATION ET RECHERCHE DÉMOGRAPHIQUE**

D. Benoit	La planification familiale en Indonésie : des succès mais aussi des questions... et des problèmes en devenir.....	269
A. Bahri	Politiques de population en Afrique.....	287