

Anthropologie physique

M. Jacques RUFFIÉ, professeur

Le cours de l'année dernière avait permis de définir le polymorphisme des populations naturelles, d'en étudier les origines et les conséquences ; celui de cette année a eu pour objet d'analyser le mécanisme de l'évolution transpécifique et de l'évolution transphylétique à la lumière du processus populationnel.

Pendant longtemps, les biologistes ont fait naître tout nouveau groupe vivant, quel que soit son niveau taxonomique d'un individu ou d'un couple unique, qu'il soit l'objet d'une volonté supérieure (créationnisme) ou d'une variation spontanée (mutation). Dans cette optique typologique, qui fut celle des successeurs de Darwin, la sélection ne pouvait avoir qu'un rôle uniformisant ; chaque individu d'un même groupe (c'est-à-dire soumis aux mêmes contraintes naturelles) tendant à adopter la même combinaison génique : le génotype optimum : celui qui répond le mieux à ces contraintes. Livrée à elle-même, et en dehors de modifications profondes de son environnement, (catastrophe naturelle, migration) chaque population tend donc à une homogénéité génétique rigoureuse, tous les individus la composant cherchant à adopter le génotype optimum. D'où le concept de *race pure*, faite de sujets identiques, portant tous ce génotype, idéal. Cette pensée typologique a été récemment reprise par certains cytogénéticiens qui ne voient dans la spéciation que la survenue chez un sujet donné d'un accident chromosomique « heureux » transmis à la descendance.

Le développement des méthodes d'immuno-génétique et, plus récemment, celles de l'électrophorèse, ont permis de mettre en évidence le large polymorphisme de toutes les populations naturelles, y compris celles qui vivent, ou survivent, dans des conditions d'exception (et donc soumises à des forces de sélection particulièrement sévères : voir cours 1977-1978). Tous ces travaux démontrent que ce polymorphisme est largement étendu, intéresse un grand nombre de locus et tend à se reconstituer si, par suite de circonstances naturelles ou provoquées par l'homme (élevage) il subit une diminution quelconque.

Comment dès lors envisager l'évolution, c'est-à-dire l'apparition de groupes nouveaux, sexuellement isolés, non pas à partir d'un mutant singulier mais de populations génétiquement hétérogènes? En fait, le mécanisme de l'évolution populationnelle tient à la nature même du gène qui n'est pas une unité isolée, comme on le pensait naguère (et comme persistent à la considérer beaucoup de zoologistes et mêmes certains mathématiciens des populations), mais unité intégrée dans un ensemble fonctionnel, reliée aux autres unités par de nombreuses relations et de multiples feed-back, donnant lieu à des chaînes de réactions qui s'entrecroisent de façon particulièrement complexe, et qui présentent entre elles beaucoup de phénomènes de vicariances (sortes « d'issues de secours » permettant souvent à un processus métabolique fondamental de fonctionner si une mutation vient modifier l'un des gènes de contrôle).

Cet ensemble fonctionnel, dans lequel les gènes de régulation doivent jouer un rôle essentiel, constitue un complexe remarquablement stable (homéostasie génétique) aboutissant en définitive aux mêmes résultats (canaux de développement). Cette stabilité dans l'action explique l'uniformité macroscopique relative des phénotypes correspondant à des génotypes qui au niveau du gène (mais non de leur intégration) se révèlent très polymorphes.

Vu sous cet angle, le génotype de chaque individu correspond à une série de programmes génétiques intégrés qui aboutissent, quelles que soient les variations observées entre individus d'une même population, à la réalisation d'un « phénotype admissible » par la sélection naturelle. Ces programmes sont caractéristiques de chaque espèce et se traduisent :

1 - par *la différenciation cellulaire* (qui fait que chez les métazoaires, bien qu'issues d'une même cellule ovulaire, et donc pourtant, au départ le même génotype) les cellules de l'embryon se différencient en une ou plusieurs centaines de types fonctionnellement différents, donnant lieu aux tissus et organes spécialisés.

2 - par *l'ontogénèse* qui assure la réalisation de l'individu et au cours de laquelle les cellules différenciées adoptent une certaine disposition les unes par rapport aux autres. L'ontogénèse spécifique fait que, bien que portant les mêmes cellules spécialisées, un chat et un tigre, une souris et un rat, un chimpanzé et un homme appartiennent à deux espèces différentes.

L'évolution apparaît donc bien plus comme la modification progressive de certains programmes que comme l'apparition de mutations nouvelles. Elle réside davantage dans la recombinaison des complexes géniques que dans la survenue de nouveaux gènes.

Cette restructuration des génotypes, toujours progressive, affecte de préférence des populations isolées à la périphérie de l'aire de répartition d'une

espèce (c'est-à-dire là où les conditions d'environnement sont limitées et la pression sélective maximum) ce qui entraîne un appauvrissement du polymorphisme génétique du groupe qui perd ainsi une grande partie de son pouvoir homéostatique. Mis dans ces conditions critiques, la population peut disparaître (éventualité sans doute la plus fréquente). Elle peut aussi subir cette restructuration du génotype, qui lui permet d'acquérir un nouvel équilibre vis-à-vis de la sélection. C'est ce que DOBZHANSKY et MAYR ont appelé la *révolution génétique*, étape fondamentale dans la spéciation. Cette « révolution » part d'une population isolée, qui peut appartenir à un groupe en voie de disparition.

La plupart des observations paléontologiques ou géographiques concordent parfaitement avec ce modèle. Pour la paléontologie : les ammonites connaissent un immense succès tout au long du primaire, mais ont presque disparu au permien terminal ; ce groupe « redémarre » au début du secondaire pour donner lieu à une large diversification ; nouvelle crise à la fin du trias, suivie d'une nouvelle flambée évolutive puis extinction définitive à la fin du crétacé. A chaque stade évolutif, la restructuration d'un des génotypes semble avoir entraîné chez l'adulte le maintien de certains caractères fœtaux (néoténie). Des phénomènes comparables sont observés dans à peu près tous les groupes (*arthropodes* qui doivent être nés de myriapodes retournés à l'état larvaire, dont le type *glomerys* ou *polydesmus* vivant encore donne peut-être une image ; *primates* : l'hominisation en particulier correspondant peut-être à la fœtalisation d'un grand simien).

Les preuves géographiques de la spéciation populationnelle sont aussi nombreuses et rencontrées, elles aussi dans tous les groupes, cette spéciation se poursuit sous nos yeux (ex : drosophiles du groupe *willistoni* de l'Amérique centrale et du sud qui sont en voie d'éclatement en une quinzaine de groupes différents dont certains atteignent le rang d'espèces (interstérilité totale dans les conditions naturelles) alors que d'autres en sont encore au stade de semi-espèces (interstérilité partielle ou même de sous-espèces (pas d'interstérilité notable). Chez les primates, les babouins *Papio* sont en train d'éclater en une série de semi ou sous-espèces géographiques). L'étude de ces groupes démontre que la compétition entre populations voisines récemment séparées d'une souche commune n'est pas aussi destructrice que les successeurs de Darwin l'avaient cru ; la sélection tend davantage à écarter ces deux populations l'une de l'autre en les amenant à exploiter des parties différentes d'une niche initialement commune qu'à faire disparaître l'une au profit de l'autre. La séparation éco-éthologique entre deux populations voisines constitue donc un avantage certain, doué d'une forte valeur de sélection positive. *La compétition est plus diversifiante qu'éliminatrice.*

Quel est le rôle joué, dans l'évolution populationnelle, par la différenciation chromosomique ? *Si le remaniement chromosomique apparaissant chez un*

seul individu ne peut généralement pas provoquer la naissance d'une espèce nouvelle, il peut contribuer de façon efficace à son isolement sexuel. Aussi, tout remaniement chromosomique survenant dans un groupe en voie de spéciation est-il doué d'un puissant avantage sélectif. C'est souvent lui qui concrétise l'isolement sexuel, à partir duquel un groupe séparé de sa souche ancestrale peut être qualifié d'espèce nouvelle. (Les techniques de dénaturation ou « banding » démontrent en effet que des espèces jumelles que l'on pensait dotées de caryotypes identiques, diffèrent presque toujours par un certain nombre de remaniements ; en particulier inversions péricentriques).

L'évolution transphylétique (correspondant à ce que l'on appelait naguère macro-évolution ou évolution progressive, qui se traduit par l'apparition non pas seulement d'espèces nouvelles, plus ou moins voisines, mais de nouveaux types d'organisation — comme par exemple le passage des invertébrés aux vertébrés —) est parfaitement explicable par le même mécanisme. *L'aspect discontinu et « créateur » de l'évolution transphylétique tient simplement au fait que les points de divergence se situent très haut dans le passé et que la plupart des formes de transition ont depuis longtemps disparu : (depuis l'apparition des vertébrés, à la fin du Silurien, il y a au moins 350 millions d'années, aucun type nouveau d'organisation n'est survenu. Pour retrouver les formes ancestrales qui ont engendré plusieurs phylum, aujourd'hui très séparés, il faudrait pouvoir connaître la faune du précambrien, ce qui n'est pas possible par suite de l'absence de tout squelette chez les métazoaires les plus primitifs, des conditions physiques qui régnaient dans les couches pré-primaires et des remaniements dont elles furent l'objet.*

Il a fallu des conditions exceptionnellement favorables, comme celles représentées par les couches d'Ediacara, dans le sud de l'Australie, pour que des fossiles d'organismes de cette époque parviennent jusqu'à nous.

Ainsi, les transformations génétiques à l'intérieur de tout un groupe rendues possibles par le large polymorphisme qui règne à tous les niveaux taxonomiques rendent-elles compte de la spéciation tout comme de la phylogénèse. *Il n'y a pas une différence de nature entre les deux phénomènes, mais une différence de durée. Dans tous les cas, la restructuration du génotype est liée à des modifications profondes de forces sélectives, qui tiennent elles-mêmes à une modification du milieu (variation climatique, brutale ou progressive, migration, changement de niche écologique, etc.). C'est le cas pour l'apparition des végétaux terrestres, pour celle des vertébrés tétrapodes, liée à la conquête des terres émergées transformée en niche favorable par le manteau végétal, pour la diversification des insectes due, en grande partie, à l'apparition des angiospermes (plantes à fleurs) pour celle des oiseaux, en relation avec la conquête de l'espace aérien, pour les faunes parasites, etc.*

L'évolution est-elle encore possible ? Nous avons dit qu'elle se poursuit actuellement au niveau transpécifique. Dans beaucoup de groupes zoologiques, on peut trouver des exemples d'espèces naissantes. Mais l'évolution est aujourd'hui improbable au niveau transphylétique, tout au moins dans la tranche de temps que peut espérer couvrir l'espèce humaine. En effet, une divergence assez prolongée entre deux groupes pour engendrer des différences d'un type taxonomique supérieur, implique l'occupation de niches de plus en plus différentes, et cela sur des temps très longs. Au cours de l'histoire de la terre, les espèces se sont multipliées pour occuper la plupart des niches disponibles. La « faculté d'invention » des espèces vivantes peut être encore très large mais nous vivons dans un monde où les niches exploitables sont en nombre limité. La plupart d'entre elles sont colonisées depuis longtemps. De plus, depuis son arrivée sur terre, il y a plus de quatre millions d'années, l'espèce humaine a profondément remanié ou même détruit un grand nombre de niches écologiques qui auraient pu favoriser l'apparition de groupes nouveaux.

Aujourd'hui, les conditions ne sont plus réunies pour que l'évolution biologique puisse accomplir encore de grandes innovations.

Le modèle populationnel est-il applicable au processus de l'homínisation et à la diversification des hommes ? Cette question fera l'objet du prochain enseignement.

J. R.

TRAVAUX DU LABORATOIRE ET PUBLICATIONS

En 1978, le Laboratoire d'Anthropologie physique du Collège de France qui, depuis sa création (juin 1972) avait été provisoirement installé à Toulouse (Institut d'Hématologie, Immunologie et Génétique humaine, C.H.U. de Purpan et Centre d'Hématologie du C.N.R.S.) a pu être transféré à Paris (Centre national de Transfusion sanguine - Hôpital Saint-Antoine), ce qui a considérablement amélioré les conditions de travail.

Deux programmes de recherches ont pu être mis en train :

I - GÉNÉTIQUE DES POPULATIONS HUMAINES ET ANIMALES

1 - *Etude hématologique de certains groupes humains*

a - Populations du sud-est asiatique : à partir de la nouvelle Université internationale de Macao : en collaboration avec le Laboratoire d'Anthropologie de l'Université de Tokyo (Professeur OMOTO), le Centre de Transfusion

sanguine de Hong Kong (Docteur LEONG), le Centre national de Transfusion sanguine de Thaïlande (Docteur SRINGARM), le Laboratoire d'Ecologie humaine de l'Université d'Evora (Profesur LESSA). Les populations de la péninsule indochinoise n'étant pas actuellement accessibles sur le terrain, une enquête a été entreprise, avec le Centre régional de Transfusion sanguine de Lyon (Docteur BETUEL) dans les Centres d'hébergement des réfugiés vietnamiens, laotiens et cambodgiens réfugiés en France. La même méthode sera utilisée pour étudier les groupes indonésiens originaires de l'île de Timor dont plusieurs milliers sont actuellement réfugiés à Lisbonne. Il s'agit là de populations qui sont totalement inconnues du point de vue de l'anthropologie hématologique. On cherchera, dans un premier temps, à dresser les cartes de répartition des différents marqueurs sanguins selon les ethnies et dans une phase ultérieure, à analyser leur dynamique.

b - Enquête dans deux isolats de Bretagne :

— île de Saint-Joachim, situés dans les marais de Brière (enquête anthropologique multidisciplinaire menée avec la collaboration de l'Université de Nantes et le Centre départemental de Transfusion sanguine de Loire-Atlantique ;

— pays bigouden : même type de recherches.

2 - *Hématologie et évolution*

Ces travaux, poursuivis en collaboration avec le Laboratory for Experimental Medicine and Surgery in Primates (New-York University) ont pour objet la comparaison des facteurs hématologiques chez l'homme et les primates non hominiens, les modifications que l'on observe au cours des différents stades et leur incidence évolutive. Initialement, ces recherches qui ont surtout porté sur les facteurs A.B.H., avaient recours aux méthodes immunologiques (étude chez les primates non humains, des réactions obtenues par des anticorps d'origine humaine, convenablement absorbés). A l'heure actuelle, on a recours à l'étude des glycosyltransférases responsables de la fixation des facteurs correspondants sur la membrane de l'érythrocyte.

II - ANTHROPOLOGIE PHYSIOLOGIQUE DE L'ADAPTATION

Si l'évolution biologique, au sens classique du terme, n'est plus susceptible d'entraîner de grandes innovations au niveau humain deux questions se posent cependant :

La première, quelle est, au regard de la structure génétique actuelle, la faculté d'adaptation physiologique à des niches écologiques « résiduelles » géographiques ou socio-culturelles, et quelle est la capacité d'adaptation aux systèmes écologiques modernes créés par l'homme, devant la pression de

l'environnement, chimique, physique et psychosocial. C'est tout le problème des rapports entre la santé et la Société.

La seconde, peut-on trouver des indicateurs de santé et des principes de modélisation rendant compte de cette interaction génétique-environnement-santé. A cet égard, l'un des indicateurs globaux qui semble être le plus informatif est le *vieillessement* inter-individuel, intra-individuel, inter-ethnique et inter-socio-culturel.

— le vieillissement différentiel constitue en effet le bilan inéluctable de tous les événements, génétiques, conditions de vie, conditions de travail, contextes psychologiques, événements qui tous convergent vers une cible unique, l'homme vu dans un sens global.

— Il apparaît à l'heure actuelle important et urgent d'évaluer la capacité globale (génétique, physiologique et mentale) qu'a l'homme de faire face à une nouvelle forme d'écologie qu'il crée en permanence : le monde industriel.

Aussi, un ensemble d'étude génétique et vieillissement portera-t-il sur des groupes particuliers de populations plus ou moins bien intégrées, ou en voie d'intégration, à ces écologies nouvelles :

— Gitans, Tsiganes, Vietnamiens ;

— populations ouvrières à risques (migrants, exposées à des nuisances spécifiques), en tenant compte beaucoup plus qu'il ne l'a été fait par le passé, de phénomènes à la fois fondamentaux (génétiques) et environnementaux (Société) : les rythmes biologiques. Le rôle des rythmes sera précisé avec deux types de populations de référence, non soumis aux synchronisateurs sociaux :

- a) les prisonniers des quartiers haute sécurité,
- b) les primates non humains.

Enfin, est mise en projet une vaste étude sur les rapports inter-génétiques, environnement et mode de vie sur l'incidence de certains cancers (rhinopharynx) de la région de Macao (P.B. DE THÉ).

Ces travaux se développeront grâce à l'installation d'un Laboratoire propre à la Chaire, dans les locaux du Collège de France, complétant le transfert du Laboratoire d'Anthropologie physique au Centre national de Transfusion sanguine.

PUBLICATIONS

J. RUFFIE, *Adaptative functions at the Human Level*, in D.N. WALCHER, N. KRETCHMER, H.L. BARNETT, *Mutations : biology and Society*, Masson, 1978, 418 p., index.

P. TCHEN, E. BOIS, J. SEGER, P. GRENAND, N. FEINGOLD, J. FEINGOLD, *A genetic study of two French Guiana Amerindian Populations. I. Serum Proteins and Red Cell Enzymes*, Human Genetics 45 n° 3, 305, 1978.

P. TCHEN, J. SEGER, E. BOIS, F. GRENAND, A. FRIBOURG-BLANC, N. FEINGOLD, *A genetic study of two French Guiana Amerindian Populations. II. Rare Electrophoretic Variants*, Human Genetics 45 n° 3, 317, 1978.

J.C. LE PETIT, C. LE PETIT, M. MARCELIN, J.L. SERRE, J. SEGER et C.P. BRIZARD, *Analyse génétique d'une population présentant des anomalies de fréquence génétique*. Revue française de Transfusion et d'Immuno-hématologie, XXI, n° 4, 921, 1978.

C. TURLEAU, J. SEGER, J. GROUCHY (DE), F. DORE, J.C. JOB, *Del (13) (q33). Exclusion de estérase D (ESD) de 13q33 et q34*. Ann. Génét. Observation clinique n° 8 450 21, n° 3, 189, 192, 1978.

J. SEGER, G. LANGUILLAT, *Protéines sériques et enzymes érythrocytaires. Evaluation des fréquences chez deux populations gabonaises*. Revue Française Transf. Immun. Hémat. XXI, n° 3, 1978.

J. SEGER, P. TCHEN, N. FEINGOLD, F. GRENAND and E. BOIS, *Homozygosity of Adenylate Kinase Allele 3 : Two Cases*, Huma Gent. 43, 337, 1978.

MISSIONS

Jacques RUFFIÉ :

— Japon, Hong-Kong, Macao, septembre-novembre 1978, organisation de l'Université internationale de Macao et lancement des programmes de recherche anthropologique en Asie du Sud-est (en collaboration avec l'Université de Tokyo et l'Université d'Evora, Portugal).

— Sénégal (Dakar), février 1979, Centre national de Transfusion sanguine du Sénégal et Centre hospitalier universitaire de Dakar.

— U.R.S.S. (Moscou), 21-30 août 1979, XIV^e Congrès international de Génétique, Laboratoire d'Anthropologie de l'Université de Moscou (Professeur RICHKOV) et Institut central d'Hématologie et de Transfusion sanguine (Professeur ALEXEIEFF).

— Espagne, 2-9 mai 1979, conférences dans les Universités de Madrid, Séville, Bilbao et Barcelone.

— U.S.A., 11 juin, 27 juin 1979, Laboratory of Experimental Medicine and Surgery In Primates (New-York University).

Yves CAMBEFORT : Inde, 8 au 12 janvier 1979, VII^e Congrès de la Société internationale de Primatologie à Bangalore.

Philippe LEFÈVRE-WITIER : Algérie, octobre-novembre 1978, mission anthropologique à Tamanrasset.

Georges LAMBERT :

— U.S.A., 11-27 juin 1979, New York, Washington, Bethesda.

— Pologne, juillet 1979.