

La génétique des populations

Albert Jacquard

S'il est une évidence sur laquelle l'accord est général, c'est bien l'existence de races humaines ; les différences sont si grandes entre un esquimau et un pygmée, que personne ne met en doute leur appartenance à deux races distinctes. Mais, le mouvement du soleil et des étoiles autour de la terre est, lui aussi, une évidence. Le rôle de la science est d'aller au-delà des informations immédiatement reçues, d'analyser, d'imaginer des modèles, d'expliquer. Au terme de ce cheminement, il arrive que l'évidence a changé de nature ; Galilée a arrêté le soleil de façon définitive, et non comme Josué, pour quelques instants.

Etant donné la place du mot "race" dans tant de nos raisonnements, dans la justification de tant de nos

Cet article est extrait en grande partie d'un texte écrit par le Pr A. Jacquard pour l'Encyclopédie CLARTES, déc. 1984.

comportements, il est nécessaire de préciser le contenu de ce mot et, pour cela, de suivre une démarche rigoureuse.

Tout d'abord une définition, celle proposée par l'anthropologue H. Vallois : *"Les races humaines sont des populations naturelles ayant certains caractères physiques héréditaires communs"*.

Tout naturellement, le classement, en catégories plus ou moins homogènes, des hommes que nous rencontrons, est réalisé, en une première phase, d'après les caractères qui s'imposent à nos sens : taille, forme, couleur. Autrement dit, l'on se base sur le "phénotype". Tout l'effort des taxonomistes pour classer les êtres vivants a consisté à rechercher des caractères observables ou des combinaisons de ces caractères permettant de définir des catégories conformes à un certain bon sens.

Remarquons tout d'abord que la race est le niveau extrême de l'ensemble des catégories, de plus en plus fines, auxquelles les systématiciens ont affecté les êtres vivants ; l'ensemble du règne animal est analysé en : embranchements, classes, ordres, familles, genres, espèces, races ; pour diriger notre regard sur la race "alpine", il nous faut successivement focaliser sur l'embranchement des vertébrés, la classe des mammifères, l'ordre des primates, la famille des hominidés, le genre Homo, l'espèce Homo sapiens, la race "alpine". Cependant, si des critères objectifs d'appartenance peuvent être définis pour l'espèce (le critère d'interfécondité), aucun critère absolu ne pourra être dégagé pour les races.

La caractéristique qui a pu s'imposer assez naturellement a été la couleur de la peau, d'où les 3 races "classiques" : noire, blanche et jaune ; mais l'imprécision est grande et, surtout, l'hétérogénéité à l'intérieur de chaque race est si évidente que ce classement peut

difficilement être défendu : comment regrouper en une même race les habitants de l'Afrique centrale, ceux du Sud de la péninsule de l'Inde et ceux de la Mélanésie ? Ils ont certes tous la peau très foncée, mais à part ce trait, tout les différencie. On est donc amené à proposer une décomposition plus fine en tenant compte de la texture des cheveux, de la forme du crâne (dolichocéphales et brachycéphales)... etc. On imagine combien les querelles entre anthropologues ont pu être vives ; selon les auteurs, 3, 5, 20 ou plusieurs centaines de races ont de la sorte été définies.

La génétique, apparue comme science au début du XXe siècle, a amené un changement radical de l'objet du discours. Elle permettait de parler, non des caractères physiques eux-mêmes, tels qu'ils sont observables, mesurables, mais des facteurs transmissibles que ces caractères expriment. Le généticien voit d'abord dans une population, au-delà d'une collection d'individus exhibant diverses caractéristiques, une collection de gènes. Les caractères sont plus ou moins "héréditaires", c'est-à-dire manifestent une plus ou moins grande ressemblance entre parents et enfants ; mais ils ne sont pas, à proprement parler, transmissibles. Au contraire, les gènes sont inaltérables (aux rares mutations près), et se retrouvent identiques à eux-mêmes de générations en générations. Grâce à la génétique, on peut enfin avoir accès à ce qui, dans un groupe humain, est capable de défier le temps. Les individus disparaissent mais leurs gènes sont présents chez leurs descendants. L'évolution d'un groupe se ramène, pour le généticien, à la transformation progressive de son patrimoine génétique.

Caractéristiques génétiques des populations

Pour caractériser une population, il suffira donc de préciser le contenu de son patrimoine génétique pour

chaque caractère élémentaire, ce qui pourra être réalisé en calculant les fréquences des divers allèles.

D'innombrables recherches ont été réalisées dans ce but, des équipes ont parcouru les îles du Pacifique, les plateaux andins, les forêts africaines, les glaces du Groenland pour faire des prélèvements ; les laboratoires européens ou américains ont analysé ces prélèvements.

Pour l'essentiel, les caractères étudiés sont ceux du sang : systèmes sanguins, structure de l'hémoglobine, etc. Un point, provisoire, de ces recherches a été publié en 1976 par A.F. Mourant : *Répartition de groupes sanguins et des autres polymorphismes humains*. Plus de 70 systèmes y sont décrits. Certes, la précision des cartes qui illustrent ce véritable atlas des gènes humains est souvent bien faible ; de vastes zones sont encore floues, mais certaines constatations peuvent être faites.

La première est que la recherche de gènes "marqueurs" caractéristiques d'une race a pratiquement échoué. Un gène aurait réellement constitué un "marqueur" s'il avait été présent uniquement dans une certaine race et dans une proportion non négligeable des individus appartenant à cette race. On a certes pu isoler des gènes qui n'existent que dans certaines populations et jamais dans les autres : ainsi le gène Diégo que l'on ne trouve qu'en Extrême Orient et en Amérique du Sud, le gène Gm6 qu'en Afrique centrale, le gène de l'hémoglobine E que dans l'Asie du Sud-Est ; mais ces gènes sont rares dans les populations où on les a décelés, et il n'est pas sûr qu'on ne puisse, lorsque des examens plus systématiques seront réalisés, les trouver dans d'autres groupes humains.

La seconde constatation, qui découle de la première, est que les diverses populations ne peuvent pas être caractérisées de façon absolue, mais selon des échelles

continues. Ainsi, pour le système ABO, on peut constater que les diverses populations européennes possèdent pratiquement toutes les 4 allèles A_1 , A_2 , B et O, mais que la fréquence de l'allèle B, par exemple, décroît de façon assez régulière d'Est en Ouest - 20 à 25 % dans l'Oural, 10 à 15 % en Pologne, moins de 5 % dans les Pyrénées. De même, pour le système Rhésus, la fréquence de l'allèle d ("Rhésus moins") décroît du Nord au Sud sur notre méridien : 50 % dans le Pays Basque, 40 % en Espagne, 30 % dans le Maghreb, 20 % dans l'ancienne AOF, 10 % au Zaïre et en Angola, moins de 10 % en Afrique du Sud.

On ne peut donc pas, sauf rares exceptions, définir une race d'après la présence ou l'absence de certains allèles, mais d'après la plus ou moins grande fréquence de ces allèles. Il pourrait d'ailleurs difficilement en être autrement, puisque certains de ces allèles sanguins existent déjà chez les singes.

Cette continuité ne rend pas nécessairement vaine la démarche du taxonomiste, mais elle l'oblige à introduire un concept nouveau, celui de distance.

Du concept de distance à l'absence de race en génétique

Trois populations, X, Y, Z sont caractérisées par les fréquences f_{xa} , f_{xb} ... des allèles a, b, c... que l'on a découverts chez les individus qui les constituent ; ces fréquences permettent-elles de comparer ces populations en affirmant que X ressemble plus à Y ou à Z ? La seule réponse à cette question consiste à définir une distance d_{xy} calculée à partir des fréquences f_{xa} , f_{ya} ... ; X sera plus voisine de Y que Z si $d_{xy} < d_{xz}$.

Ainsi posé, le problème a de multiples réponses ; les mathématiciens ont imaginé un nombre considérable

de distances, parfaitement raisonnables, qui n'aboutissent pas toutes au même résultat.

La plus célèbre est la "distance euclidienne" qui correspond au théorème de Pythagore, bien connu des élèves de 3° : le carré de la distance entre les populations X et Y est égal à la somme des carrés des différences des fréquences observées en X et en Y pour les différents allèles :

$$d^2_{xy} = \sum_i (f_{x_i} - f_{y_i})^2$$

Mais rien n'oblige à utiliser cette formule ; de bons arguments peuvent conduire à adopter la distance de l'arc cosinus ou celle du "chi-carré". Gardons à l'esprit que le choix d'une distance, c'est-à-dire le choix d'un nombre unique chargé de résumer de multiples informations est nécessairement arbitraire.

Ce concept, défini pour les populations, peut être étendu aux individus eux-mêmes moyennant certains ajustements ; les informations sur les fréquences des allèles sont alors remplacées par des informations sur la présence ou l'absence des allèles.

La définition des races humaines peut, dans ces conditions, être l'aboutissement d'un cheminement précis :

. chaque individu appartenant à l'espèce humaine est caractérisé par les gènes qu'il possède ;

. chaque population est caractérisée par les fréquences des allèles que l'on y rencontre ;

. ces présences ou ces fréquences d'allèles permettent, au prix d'un certain arbitraire, de calculer une distance d_{xy} entre deux individus ou entre deux populations ;

. une race est un ensemble :

- soit d'individus tels que la distance d_{xy} entre deux individus appartenant à cette race est significativement inférieure à la distance d_{xz} entre un individu X de cette race et un individu Z n'y appartenant pas ;

- soit de populations telles que la distance d_{xy} entre deux populations incluses dans cette race est significativement inférieure à la distance d_{xz} entre une population X de cette race et une population Z n'y appartenant pas.

Nous sommes ainsi en possession de deux définitions, non équivalentes, des races.

La seconde, reposant sur la comparaison de populations, ne peut être retenue que si ces populations sont elles-mêmes bien définies ; cette définition exige que leurs frontières génétiques soient suffisamment nettes, c'est-à-dire que les flux migratoires soient suffisamment faibles. Cette condition est rarement satisfaite ; la plupart des groupes humains ne peuvent être considérés comme des "populations" génétiquement définies.

La première définition aboutit à un résultat inattendu : supposons que nous ayons calculé toutes les distances d_{xy} entre les divers couples d'individus que l'on peut constituer avec nos 5 milliards de contemporains ; appelons \bar{d} la moyenne de tous ces nombres. Supposons maintenant que nous n'examinions que les couples constitués de deux individus appartenant à l'une des trois grandes "races" : noire, blanche et jaune ; les distances que nous observerons auront une moyenne \bar{d}_r dont on s'attend à ce qu'elle soit inférieure à \bar{d} puisque nous ne comparons que des individus d'une même race, donc génétiquement plus proches. On constate en effet que \bar{d}_r est inférieur à \bar{d} ; selon une approximation à laquelle conduisent deux raisonnements différents tenus, l'un par le mathématicien-généticien

Masatoshi Nei, l'autre par le zoologiste Richard Lewontin, on peut écrire :

$$\bar{d}_r = 0,93 \bar{d}$$

autrement dit, la distance entre deux personnes d'une même race est en moyenne inférieure de 7 % à la distance entre deux hommes pris au hasard dans l'ensemble de l'humanité.

On peut poursuivre cette démarche en ne considérant que des couples d'individus appartenant à une même nation (deux Angolais, deux Français, deux Cinghalais...), et en calculant la moyenne \bar{d}_n des distances trouvées dans ces couples ; on obtient :

$$\bar{d}_n = 0,85 \bar{d} (*)$$

autrement dit, la distance entre deux personnes appartenant à une même nation est en moyenne inférieure de 15 % à la distance entre deux hommes pris au hasard sur l'ensemble des continents.

Le fait d'appartenir à une même "race" (Blanc, Noir, Jaune) ou à une même nation n'est donc pas insignifiant pour la structure génétique, mais ses conséquences sont très faibles : un Blanc pris au hasard est, en moyenne, plus "loin" génétiquement d'un "Blanc né en France de parents français" qu'un autre Français pris au hasard, mais l'écart est seulement de 7-8 % ; un homme pris au hasard sur la planète est en moyenne plus "loin" génétiquement de lui qu'un Blanc, l'écart est également de 7-8 %.

(*) Rappelons que ces valeurs sont obtenues à partir des systèmes sanguins.

Ces écarts, même s'ils ne sont pas statistiquement non significatifs, remettent à sa vraie place la classification des races ; comment a-t-on pu accorder une telle importance à des différences qui correspondent à des mesures aussi faibles !

Ajoutons enfin que ces considérations basées sur le calcul de distances moyennes camouflent en partie la réalité qui est surtout caractérisée par les variances. Les distances entre individus sont tellement dispersées que les écarts entre moyennes n'expliquent qu'une faible fraction des écarts entre personnes. Dans une proportion très élevée de cas, la distance entre moi et un Français est supérieure à la distance entre moi et un "Noir" ou un "Jaune". Selon les critères retenus, je peux être plus proche de tel Mélanésien ou de tel Lapon que du garde-champêtre de mon village. Si je dois recevoir une transfusion de sang, un flacon prélevé dans les Andes peut être plus indiqué qu'un flacon prélevé dans ma propre famille.

Les techniques de classement font partie de la démarche scientifique. Il est naturel, face à un ensemble aussi complexe que les milliards d'hommes qui nous entourent, de chercher à définir des groupes, de les rassembler en "races" distinctes. Il se trouve que, lorsque nous voulons fonder cette classification sur le patrimoine génétique des individus ou des populations, nous n'aboutissons qu'à une vision floue, à des séparations imprécises. La réponse du généticien est donc claire : pour lui le mot "race" n'a pratiquement pas de contenu.

Une analyse élémentaire du processus de modification de ce patrimoine génétique au fil des générations nous montre que ce résultat était parfaitement prévisible, compte tenu du comportement de notre espèce. Nous l'avons vu, le facteur de transformation de loin le plus rapide

du patrimoine génétique est constitué par les migrations. Sous l'effet de la dérive, sous la pression de la sélection naturelle liée au milieu dans lequel elle vit, une population peu à peu se différencie de la population voisine ; en un locus donné, tel allèle se répand dans l'une, disparaît dans l'autre ; leur "distance génétique" s'accroît ; elle peut à la longue atteindre une valeur telle que l'on est fondé à les affecter à deux "races" distinctes. Mais, pour que ce processus puisse parvenir à cet aboutissement, il est nécessaire que la barrière génétique entre les deux populations soit suffisamment et durablement étanche. Il suffit d'un faible flux de migrations, quelques échanges de conjoints, pour réduire de façon significative la distance génétique provoquée par de nombreuses générations de dérive et de sélection.

Si la notion de race peut effectivement être appliquée avec réalisme à de nombreuses espèces animales, c'est que ces espèces ont été durablement émiettées en groupes n'ayant aucun échange génétique ; le cas est particulièrement net pour les espèces domestiquées par l'homme, et auxquelles il a fait subir des méthodes d'"amélioration" fondée essentiellement sur un isolement très strict.

Il y a quelques dizaines de milliers d'années, alors que l'humanité ne comportait que quelques millions d'individus répartis sur d'immenses espaces, des différences génétiques significatives ont pu s'établir entre les divers groupes, et ceux-ci auraient pu être, à juste titre, répartis entre plusieurs races. Il se trouve que, dans l'état actuel de l'humanité, les échanges multiples et incessants ont enlevé pour le généticien toute signification à une telle classification.

Soulignons-le, il ne s'agit pas de refuser la définition de races humaines au nom d'un *a priori* éthique ou moral, mais de regarder objectivement la réalité de notre espèce.

Il ne s'agit pas, non plus, de prétendre que les hommes sont génétiquement tous identiques et constituent un ensemble homogène. Tout au contraire, la diversité de notre espèce est considérable, les nouveaux moyens d'investigation que nous ont apportés les récents progrès de la biochimie ont révélé un polymorphisme plus étendu encore que ce qui était admis il y a quelques années. Mais les différences ne se situent pas là où on les imagine : beaucoup plus qu'entre les populations, ou entre les grands ensembles que l'on persiste à appeler "races", les différences essentielles sont entre les individus.

En guise de conclusion

De la génétique, qui est expérimentale, et de la génétique des populations qui s'applique à une étude statistique des découvertes de la génétique, jaillit en fin de compte une conclusion commune : le racisme est finalement un suicide de la part du raciste. Car, que dit-il ? Il dit : "moi, je suis chez moi, et je n'aime pas tous ces gens étranges qui arrivent de l'extérieur. Ils me perturbent".. Et c'est vrai, ils le perturbent. "Alors, je vais m'enfermer".

Et bien, il veut transformer son groupe - quelqu'il soit - en une structure isolée.

Et une structure isolée est une structure qui se condamne à mort.

Elle est tranquille provisoirement, mais elle se condamne à mort. Tandis que quand une structure est dissipative, quand elle est ouverte, elle court des risques ; ça n'est pas confortable et, bien sûr cela pose des problèmes. Mais c'est la seule possibilité pour qu'elle continue à vivre.

A. JACQUARD

Si dans un hexagone comme celui de la France arrivent des gens qui viennent d'ailleurs, assurément, l'hexagone est transformé. Mais vivre c'est se transformer.

Albert JACQUARD
Professeur à l'Université Paris VI
Chef du Service de Génétique à l'INED