

COMPLEXES PATHOGÈNES ET GÉOGRAPHIE MÉDICALE (classiques revisités)

COMPLEXOS PATOGÊNICOS E GEOGRAFIA MÉDICA (clássicos revisitados)

Maxmilien Sorre

Publié originalement dans Annales de Géographie N° 235.1933

Les acquisitions de la biologie générale au cours des trois derniers quarts de siècle ont amené un changement de position à l'égard de la géographie médicale. Il est apparu que les facteurs déterminant l'aire d'extension des grandes endémies étaient infiniment plus complexes qu'on ne l'avait supposé. On a séparé de la notion de climat, restée presque immuable depuis Hippocrate, des éléments dont on ne soupçonnait même pas l'existence.

On s'est aperçu que l'homme pouvait avoir sur la propagation ou sur l'extinction des endémies une action prépondérante. De là à nier la possibilité même d'une géographie médicale il n'y avait qu'un pas, comme on l'a vu par l'article du Dr Navarre, publié dans cette revue en 1904. Mais il s'en faut que cette critique soit définitive. Le principe de l'argumentation du Dr Navarre était tiré de la contingence des phénomènes groupés sous le nom de géographie médicale. A ce compte, il n'y aurait pas de géographie humaine du tout.

Nous croyons possible de reprendre la question sur de nouvelles bases.

Beaucoup de déséquilibres organiques présentent à un moment donné un caractère de localisation. C'est un fait. On est fondé à les mettre en relation avec les caractères du milieu géographique à ce moment. Et l'observation prouve que cette prétention est légitime.

Nous n'en demandons pas plus.

Le nombre des maladies que nous pouvons mettre en relation directe avec le climat, c'est-à-dire avec l'ensemble des propriétés de l'atmosphère, est très limité. Mais le climat n'est pas tout le milieu géographique. De toutes les influences qui s'exercent sur l'organisme humain, celle du milieu biologique a été la plus longtemps méconnue.

Nous inclinons cependant à lui attribuer une place considérable. Nous ne pouvons plus aujourd'hui concevoir l'homme vivant et se mouvant dans un milieu inerte, caractérisé par ses seules propriétés physiques et chimiques. La vie universelle est son véritable mineur. *In ea vivimus, movemur et sumus*. De toute part elle nous assaille et nous pénètre, et notre existence est une lutte sans relâche contre ses énergies destructrices. Il se pourrait même que, dans la plupart des cas, les variations climatiques n'eussent d'influence véritable sur notre organisme qu'en argumentant on en diminuant sa force de résistance dans ce combat. Le plus grand nombre des agents qui mettent en péril l'intégrité de notre

¹ Publicado originalmente em Annales de Géographie N° 235,1933

corps – bactéries, champignons, vers- n'ont par eux-mêmes qu'un véhicule. Cet intermédiaire est parfois l'homme lui-même, comme il arrive dans le cas de la tuberculose, de la variole, de la syphilis. Mais ce sont aussi d'autres animaux, des insectes surtout, soumis eux-mêmes à des conditions rigoureusement déterminées d'existence. Les affections ainsi transmises ont un caractère moins ubiquitaire. Plus localisées, elles relèvent plus directement de la géographie naturelle, tandis que les autres relèvent de la géographie humaine et sont, dans toute la force du terme, des maladies sociales. Le départ entre les deux groupes d'affections a nécessairement dans la pratique quelque chose d'un peu arbitraire. Les maladies sociales ne sont peut-être pas toute indépendantes des conditions climatiques quant à leur transmission et à leur malignité. Inversement, l'homme intervient dans les modifications du milieu naturel et dans la propagation des maladies qui en dépendent. La malaria est étroitement liée à certains caractères oro-hydrographiques, climatiques et biologiques des contrées où elle sévit; mais son aire d'extension est immense, elle est à bien des égards une affection sociale au même titre que la tuberculose.

Tout ceci revient à dire que, dans la mesure où une telle analyse harmonique est réalisable, nous devons essayer de considérer isolément les affections dues au climat, celles qui dépendent du milieu biologique naturel, celles enfin qui dépendent du milieu antopogéographique. Il ne sera question ici que des secondes. Nous avons recherché s'il était possible de trouver une notion qui, en exprimant la solidarité de l'homme avec le milieu biogéographique, pût servir de fil conducteur dans l'étude de cette partie de la géographie médicale. C'est ainsi que nous avons été amené à élaborer la notion de complexe pathogène dont la définition fait l'objet de cet article.

Flores et faunes intertropicales

Si l'on veut bien saisir les rapports essentiels qui dominent toute cette étude, c'est dans les régions chaudes et humides intertropicales qu'il faut les observer. Dans les bornes de l'oekoumène, ce sont les contrées où l'influence du milieu vivant s'exerce avec le plus de tyrannie, limite le plus visiblement l'expansion de notre espèce. Nulle part, le climat ne favorise un pareil pullulement des formes les plus variées de la vie animale et végétale: elles se développent les unes sur les autres, plus encore, les unes aux dépens des autres. Junghuhn, décrivant les forêts des Indes néerlandaises, dit que les espèces semblent y avoir horreur du vide. Avant lui, Humboldt parlait plus énergiquement encore des (forêts empilées sur des forêts), à propos des sylves équatoriales du Nouveau Monde. Un autre naturaliste, Wallace, a décrit la prodigieuse richesse spécifique de la forêt équatoriale. Il l'attribue à la fois au refoulement de nombreuses espèces dans l'anneau intertropical à la suite de la différenciation des climats sur le globe et aux conditions actuelles également favorables à toutes les espèces. Ce même Wallace observe que, dans son ensemble, la vie animale est bien plus abondante et bien plus variée sous les tropiques que dans aucune autre partie du globe. Un grand nombre d'espèces s'y rencontrent, qui ne s'étendent jamais dans les régions tempérées. En Afrique, des troupes immenses d'herbivores hantent les steppes et les pays de parc. Les naturalistes ont été frappés de la richesse faunistique des territoires situés au Sud du Tchad. (Il est difficile, écrit Aug. Chevalier, de se faire une idée de la richesse de cette contrée en grands mammifères herbivores. Dans le court séjour que nous avons fait au Mamoun, nous avons vu quatre à cinq espèces d'antilopes par grands troupeaux de dix à quinze individus, un couple de rhinocéros, de nombreux phacochères. Les fakir-el-bous (Aulacades) foisonnent dans les prairies du Borgou et constituent un des gibiers les plus délicats. Nous avons vu, en outre,

des traces fraîches de buffles, de girafes, et les indigènes nous ont assuré que le lamentein était comúen dans les parties les plus profondes du Bongoul.) Les herbivores ne hantent pas la forêt pleine, qui est pourtant bien loin d'être déserte; elle ne forme d'ailleurs pas un massif ininterrompu dans tout le bassin du Congo. Dans l'Afrique Équatoriale Française, Périquet n'énumère pas moins de cinq buffles, huit antilopes, sans préjudice d'autres herbivores, des suidés, des rongeurs, et de la riche série des carnassiers, hôtes de la steppe et de la forêt.

Tout cela n'est rien encore à côté de l'armée innombrable des insectes et des vers. Selon la remarque de Périquet, les insectes sont autrement dangereux pour l'homme que les grands fauves sous les tropiques. On se fait difficilement une idée de leur variété. Wallace, qui a tracé un tableau si coloré des lépidoptères tropicaux, rapporte que, dans les îles malaises, on peut, en quelques mois, rassembler plus de 150 à 200 espèces de papillons. En Amazonie, aux environs de Para, on en connaît plus de 700. Le Dr Cureau a vu en Afrique Équatoriale Française des nuées de papillons de même espèce passer sur un pays, trois mois durant, comme des flocons de neige rouge et en rangs si pressés qu'on pouvait les abattre par dizaines en jetant sa coiffure à terre. Les diptères, ces remarquables vecteurs de maladies, ne le cèdent point aux lépidoptères. On pourra, quelque jour, dresser des statistiques géographiques; on peut déjà apporter des faits impressionnants. En 1912, trois savants attachés à l'Institution Carnegie, MMrs Howard, Dyar et Knab, ont publié les résultats d'une grande enquête sur un seul groupe de diptères, dans un district limité: les moustiques (culicids) de l'Amérique centrale et des Antilles. A ce groupe appartiennent les culex, les anopheles, les stegomyia, les aedes, propagateurs de l'infection malarienne et de la fièvre jaune. En 1901, Théobald ne connaissait encore que 69 espèces proles aux régions étudiées. En 1907, Buck, visitant la seule Zone américaine du Canal de Panama, récoltait 90 espèces, dont 30 nouvelles pour la science. En 1912, dans l'Amérique du Nord, l'Amérique centrale et les Antilles, Howard, Dyar et Knab recensent 582 espèces repatriées entre 25 genres. Ces chiffres donnent une idée de la variété des formes, mais non de l'abondance des individus. N'importe quelle relation de voyageur aux pays chauds ces nuages épais de moustiques qui infligent à l'homme, le long des cours d'eau, de si cruels tourments. Véritable peste, sur laquelle reviennent tous les explorateurs de l'Amazonie. Humboldt, dans son voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Monde, compare ces nuées de moustiques à un dense brouillard. Il indique déjà que ni les indigènes, ni les Européens ne peuvent s'y soustraire, et il fait des observations d'une grande portée sur la localisation des gîtes. Que dire en fin des vers de toute espèce et dont les plus redoutables, comme les filaires, sont inconnus aux régions extra-tropicales? Dans les pays chauds, la vie pullule partout: mouches dansant par légions dans l'ombre des sous-bois, vers de case, rampant dans l'obscurité des habitations, chiques qui hantent l'épiderme des grands animaux, oeufs et larves en suspension dans l'eau utilisée pour la boisson et les usages domestiques. Une surveillance incessante n'arrive pas à garantir l'homme de ces minuscules ennemis.

Dans les pays tempérés et froids, la concurrente vitale s'exerce avec moins d'âpreté. Mais elle n'en est pas absente.

Complexes biologiques. Le parasitismo. La place de l'homme

Encore des vues statistiques expriment-elles mal la réalité. Dans ce rude combat pour l'existence, les espèces ne luttent pas isolées les unes des autres. Elles forment des complexes biologiques plus ou moins stables, plus ou moins localisés.

Au mot d'association nous préférons le mot plus general de complexe, parce qu'il importe de bannir de cette definition toute idée de finalité en vue d'un profit commun. Ces groupements comprennent des organisms à tous les degrees de la différenciation, et l'homme y entre à la fois comme patient et comme agent. Nous qualifions ces complexes de *pathogènes*, parce que leur existence et leur activité aboutissent chez l'homme à la production d'une maladie.

Le développement extraordinaire des formes parasitaires leur donne une remarquable cohésion. "La force du milieu éclate ainsi dans son plein; le pullulement vegetal a pour corollaire un pullulement animal qui par le parasitisme auquel it est lui-même sujet multiplie ses atakes, redouble ses effets pernicieux", dit très bien P. Vidal de la Blache. Ces groupements présentent dans leur structure tous les degrés de complexité suivant le degré du parasitisme et sa spécificité.

Il est naturellement impossible, en pareille matière, d'établir des classifications. On peut tout au plus marquer des degrés. Négligeons un instant les formations végétales qui servent souvent de substratum à ces complexes, pour nous en tenir surtout au monde animal. Voici d'abord des types simples, les associations qui ne comprennent que deux membres: l'homme, d'une part, un champignon ou un ver, de l'autre. Les traités de médecine tropicale énumèrent une riche variété d'affections de la peau ou des membres, dont l'origine est épiphytique, le *Tinea imbricata*, la *Pinta* (Amérique tropicale), le pied de Madura ou *Mycetoma*, l'Herpès circiné, pour ne citer que les plus connues. Certaines d'entre elles, comme le *Mycetoma*, se terminent au bout de plusieurs années par la mort du sujet épuisé. On est bien loin encore d'avoir dressé la liste complète des cestodes, des trématodes, comme le *Schistosomum haematobium* agent de la bilharziose, des nématodes, dont le plus redoutable est l'*Ankylostoma duodenale*, qui exercent leurs ravages dans les organes, et spécialement dans l'intestin. Les complexes où entrent les vers sont souvent- sinon toujours- moins simples que les premiers, car on y voit intervenir les animaux domestiques. Le plus fréquemment, le complexe biologique comporte trois membres et plus, avec superposition de deux formes de parasitisme.

On a l'embarras des exemples. Toutes les tiques, les puces, les punaises vivent en parasites sur la peau de l'homme. Elles lui transmettent leurs propres agents infectieux, spirochètes ou trypanosomes, et ainsi s'explique la propagation de la fièvre récurrente africaine, de certaines trypanosomiases, de la peste. L'innombrable légion des insectes véhicule des parasites du sango ou du système lymphatique, hématozoaires ou filaire, qu'ils communiquent à l'homme par leurs piqûres. Mais, en même temps, presque tous ces acariens et ces insectes peuvent vivre aux dépens d'autres mammifères que l'homme, d'herbivores ou de rongeurs, ce qui étend le cercle. Il arrive parfois enfin que leurs larves soient recherchées par d'autres animaux. Ainsi le groupe anophèleplasmodium comprend, non seulement l'homme et les bovidés, mais un Poisson américain, *Gambusia affinis*, qui se nourrit de larves.

Nous commençons à comprendre quelle est la place de l'homme dans ces associations. Quand nous disons qu'il se heurte au milieu vivant, se défend contre lui, nous employons des expressions d'une justesse relative. Elles sont exactes seulement d'un point de vue anthropocentrique. En vérité, l'homme pénètre dans ce milieu, s'y intègre. Ne nous trompons pas à sa puissance de réaction volontaire, réfléchie. Nous prendrions de chose en idée incomplète, peut-être dangereuse, en l'opposant d'abord au reste du monde vivant. Il est avant tout une pièce dans des complexes dont le géographe doit saisir le rythme. Même d'un point de vue pratique, il n'est pas indifférent de bien concevoir la

relation de l'homme avec le milieu biologique. Un exemple tout à fait caractéristique paraît de nature à l'éclairer. Depuis une trentaine d'années, on a soigneusement étudié en Afrique la maladie du sommeil. Or on sait qu'elle n'est qu'une espèce dans une vaste classe d'affections qui sévissent à la fois sur l'homme et sur les animaux. Maladie du sommeil, *nagana*, *souma*, *baleri*, autant de maladies dues à des trypanosomes (d'où leur nom de trypanosomiases) et dont la propagation se fait par des mécanismes analogues. Les agents vecteurs sont des insectes du genre *Glossina*. Ce genre compte 14 espèces rangées en quatre groupes, groupe *Glossina palpalis*, groupe *Glossina morsitans*, groupes *Glossina fusca*, groupes *Glossina brevipalpis*. Ces mouches transportent *Trypanosoma gambiense*, qui cause la maladie du sommeil. *Trypanosoma Brucei* (*nagana*), *Trypanosoma dimorphon*, *Trypanosoma Cazalboui* (*souma*, maladie du boeuf et du cheval, se retrouve chez les petits ruminants), *Trypanosoma Pecaudi* (*baleri*, maladie des chevaux et des chiens), *Trypanosoma pecorum*, *Trypanosoma congolense* et d'autres encore nom différenciés. La relation de l'homme au reste du monde vivant est, dans ce cas, exactement celle du boeuf, du cheval, de l'âne, du chien, des petits ruminants.

Description de quelques complexes types

On ne pas à résumer ici tous les résultats obtenus par la parasitologie, mais seulement à faire mieux saisir des rapports souvent difficiles à préciser, en arrêtant l'attention sur trois complexes pathogènes choisis parmi les mieux connus. Il paraîtrait assez logique de désigner chacun d'eux par le nom de l'agent infectieux. Mais celui-ci n'a pas toujours été isolé, et la systématique de ces formes est parfois flottante. Pour la commodité, nous donnerons au complexe le nom du "vecteur principal", et nous parlerons du complexe à *Glossina palpalis*, du complexe à *Anopheles*, du complexe à *Pulex cheopis* (nous pourrions aussi bien dire complexes de la maladie du sommeil, complexes malarieux, complexes pesteux, en nous plaçant à un point de vue plus nettement anthropocentrique).

A la base du complexe à *Glossina palpalis*, il y a une série de formations végétales localisées dans la zone forestière de l'Afrique équatoriale de fraîcheur, à la différence de *Glossina morsitans* et de *Glossina longipalpis*, est liée à celle de la forêt dense de type équatorial. "La *Glossina palpalis* vit au bord des eaux courantes, sous l'ombrage épais de la végétation forestière ou des galeries qui la prolongent vers la savane" (Roubaud). Sous l'abri du feuillage, elle attend les caravanes et gens des villages qui viennent à la rivière. Les galeries moins denses des cours d'eau soudanais, sans lianes ni épiphytes, les savanes épineuses, les hautes herbes peuvent avoir d'autres espèces de glossines, non la *Glossina palpalis*. Elle est capable de transporter directement par ses piqûres, d'un sujet à autre, un hématozoaire de l'homme, *Trypanosoma gambiense*. Plus souvent encore, elle le recueille dans sa trompe où le parasite trouve un milieu d'élection pour se multiplier et pour se conserver soit sous la forme originelle, soit sous la forme *Leptonomas* plus résistante. On peut donc constater une évolution du Trypanosome passant du sang humain dans le liquide salivaire de la mouche, pour revenir au sang humain. Elle ne se produit pas cependant dans tous les cas, puisque la transmission directe est possible.

Cette évolution est la règle dans le complexe du moustique. Pour plus de simplicité, nous parlerons du complexe à *Anopheles maculipennis*, cette espèce et sa variété *elutus* jouant le rôle principal dans la propagation du paludisme dans nos pays. Les agents du paludisme sont des hématozoaires du genre *Plasmodium*. *Plasmodium malaria* cause la fièvre quarte, *Plasmodium falciparum* ou *praecox* est responsable de la fièvre maligne dite encore quotidienne, atypique, irrégulière, aestivalo-automnale ou assez improprement tropicale; à *Plasmodium vivax* doit être attribuée la fièvre tierce bénigne. L'évolution

complete de ces parasites comporte deux cycles necessaries. L'un asexué ou schizogonique, s'accomplit dans le sang humain aux dépens des globules rouges (cycle de Golgi). L'autre, sexué ou sporogonique, s'effectue dans le moustique (cycle de Ross). Il y a entre les trois termes essentiels de l'association un lien très étroit. La femelle de l'anophèle se gorge de sang humain contenant les gamotes du plasmodium: sa piqûre réintroduit ensuite les sporozoites dans l'organisme de l'homme. Mais le moustique passe une partie de son existence à l'état de larve. Quoique les anophèles puissent déposer leurs oeufs sur n'importe quelle étendue d'eau, l'eau stagnante contenant des organismes végétaux appropriés constitue le véritable milieu pour le développement des larves. Une association végétale contenant des plantes aux feuilles horizontales et étalées (*Ceratophyllum*, *Batrachium*), avec des algues vertes filamenteuses (*Marsilia*), leur est favorable, tandis qu'on les rencontre peu ou point sur des surfaces aquatiques occupées par une végétation aux feuilles dressées. L'association végétale s'introduit donc dans le complexe pathogène, comme précédemment les associations de la forêt ou de la brousse dans les complexes à glossines. En fin nous avons indiqué plus haut la place du poisson qui se nourrit de larves, *Gambusia affinis*.

Il y a encore bien des obscurités en ce qui regarde l'étiologie des différentes formes de peste et le rôle de plusieurs espèces acariennes dans leur transmission. Néanmoins beaucoup de faits précieux ont été acquis depuis la découverte du bacille de la peste bubonique par Yersin et Kitasato (1894). Les études de l'Institut de médecine expérimentale russe et des missions européennes en Extrême-Orient nous ont fait connaître les termes essentiels du complexe biologique. Le microbe de la peste bubonique dans tout l'Extrême-Orient est originairement un microbe du rat (surtout *Rattus rattus*, espèce domestique). La peste est transmise à l'homme par des puces du genre *Xenopsylla* (surtout *Xenopsylla cheopis*), les autres genres de puces paraissant moins propres à servir de vecteurs. Mais voici des faits plus intéressants. En Mongolie orientale, la peste est une maladie des tarabanes (*Arctomys bobac* s. *sibirica*). Dans le Sud-Ouest de la Russie (territoire kirghize), ce sont des souris champêtres migratrices (automne et hiver) et des spermophiles (été) qui constituent le réservoir du virus pesteux transmis par *Pulex cheopis*. On a signalé aussi le rôle du chameau comme hôte de passage dans la région d'Astrakan or le bobac et le spermophile sont des rongeurs terrioles dont la multiplication est liée au développement des formations végétales des steppes tempérées. On pourrait répéter indéfiniment les analyses de ce genre. Celles qui précèdent suffisent pour préciser la définition du complexe pathogène.

Enchevêtrement de ces complexes

Nous, dans tout ce qui précède, présentés les complexes pathogènes comme des séries linéaires réduites à un nombre limité de termes. En réalité, les associations pathogènes s'enchevêtrent d'une manière souvent inextricable. Leur mutuelle pénétration est due au degré de spécificité plus ou moins restreint de ceux de leurs membres qui vivent en état de parasitisme. Un même insecte peut servir de vecteur à plusieurs agents infectieux ; un même hématozoaire, inversement, peut être transporté par plusieurs espèces d'insectes ; enfin, l'agent vecteur peut s'attacher à plusieurs hôtes. Quelques indications données plus haut faisaient pressentir ces relations compliquées dont nous allons fournir des exemples.

Voici des cas où un insecte transporte plusieurs germes pathogènes. Les espèces du genre *Anopheles* transportent l'hématozoaire du paludisme. Occasionnellement, elles véhiculent des filaires. Le *Culex quinquefasciatus* est certainement le porteur le plus habituel des filarioses, car les larves de *Filaria bancrofti* accomplissent une curieuse

évolution dans ses tissus. Mais, en même temps, il joue le rôle principal, peut-être le rôle unique, dans la transmission de la dengue.

Changeons l'ordre des termes, et considérons les cas où le même agent infectieux peut être transporté par plusieurs insectes. Nous devons distinguer si les vecteurs d'un même germe sont des espèces différentes d'un même genre ou s'ils appartiennent à des formes plus éloignées les unes des autres. *Anopheles maculipennis* est, dans nos contrées, le moustique qui transporte le plus habituellement le paludisme. Mais, partout où les circonstances locales leur sont favorables, nous voyons intervenir à côté de lui d'autres espèces, son proche parent *Anopheles elatus*, puis *Anopheles bifurcatus*, puis *Anopheles pseudopictus*, *Anopheles superpictus*, etc. Dans d'autres pays, des espèces différentes du genre *Anopheles* assument le même rôle. Il y a peut-être, dans quelques cas, un certain degré de spécialisation. Tandis qu'*Anopheles maculipennis* transporte en Orient les trois formes de la malaria, on a cru pouvoir établir au Japon que tel anophèle est exclusivement lié à un certain type de *Plasmodium*. S'agit-il du trypanosome de la maladie du sommeil ? Roubaud écrit : "... il est démontré actuellement que des glossines d'espèces différentes peuvent transporter les mêmes virus. Des recherches des auteurs allemands, anglais et belges, il résulte qu'en Afrique orientale et au Katanga les glossines morsitans transmettent les trypanosomes humains de la même que les glossines palpalis. En Afrique occidentale, les expériences que nous avons effectuées avec *F. Bouet* montrent que palpalis, tachinoides, morsitans peuvent s'équivaloir dans la transmission des trois trypanosomes du bétail". Il y a plus : si le trypanosome ne séjourne et ne se multiplie que dans le liquide salivaire des glossines, il est très probable qu'il peut être transmis par des *Stegomyia*, des *Mansonia*, des *Culex*, des *Anopheles*, etc. La transmission n'est alors accompagnée d'aucune évolution : c'est un simple transport. Nous ne ferons pas état de la transmission de l'hématozoaire de la dengue par *Aedes calopus* (*Stegomyia fasciata*). Il n'est pas établi que cet insecte joue un rôle à côté de *Culex quinquefasciatus*. Mais *Filaria bancrofti*, nématode qui se développe dans le système lymphatique de l'homme et cause de graves dans l'organisme, accomplit une partie essentielle de son cycle vital dans le corps de plusieurs moustiques : en première ligne, *Culex quinquefasciatus*, aussi connu sous le nom de *Culex fatigans*, *Culex ciliaris*, *Culex pipiens*, et, à côté de lui, à un moindre degré chez d'autres *Culex*, chez plusieurs *Anopheles*, chez des *Aedes*, des *Mansonia*, etc.

Enfin l'insecte porteur du germe infectieux est rarement lié à l'homme d'une manière exclusive, et dans beaucoup de cas des animaux très divers sont susceptibles d'entrer l'association pathogène.

Les préférences des insectes pour tel ou tel hôte ou, comme disent les naturalistes, leur "tropisme", méritent de faire l'objet d'une étude approfondie. Ils peuvent être dans certains cas assez exclusifs et entraînent alors l'extension du complexe pathogène ; on attribue à une circonstance de cette sorte l'immunité relative des Nègres vis-à-vis de la fièvre jaune. Mais l'inverse se produit. Mr Roubaud a fortement insisté sur ce dernier point de vue. Pour lui, le nombre des parasites spécifiques de l'homme n'est pas grand ; l'homme est en général moins recherché que les animaux. Des nombreux exemples qu'il donne, retenons seulement celui des mouches tsé tsé ou glossines. Elles vivent sur les animaux comme sur l'homme ; elles vivent même de préférence sur les animaux. De là une conséquence au premier abord paradoxale. Dans les régions où le gibier abonde, les mouches se montrent très nombreuses, et pourtant la maladie du sommeil est moins fréquente que

dans d'autres cantons où les mouches sont plus rares. Nous ajouterons que cette des tropismes est environnée de difficultés.

Évolution et équilibre interne des complexes biologiques pathogènes

L'examen des cas où les parasites hantent à la fois l'homme et les autres espèces animales nous amène à considérer les complexes pathogènes sous des aspects nouveaux, ceux de leur genè, de leur stabilité, de leur équilibre interne.

“La spécificité des parasites, dit très bien Mr Caullery, est très réelle, mais d'ordre relatif et le résultant d'une évolution. Elle dépend des conditions extrindèques dans le passé et le présent par les espèces en présence, nullement d'une harmonie préétablie“. Aussi ne pouvons-nous pas concevoir les complexes pathogènes comme des unités données une fois pour toutes. Ces groupements, expressions dernières de la lutte pour la vie, comme toutes les associations d'êtres vivants, évoluent, se montrent susceptibles de désintégration, de recomposition. Nous en connaissons d'imparfaits, qui sont comme en puissance. Mr Mathis et Mr Brumpt ont attiré l'attention sur un cas de ce genre. Le spirochète de la musaraigne, inoculable à l'homme, est semblable à celui de la fièvre récurrente africaine. On peut se demander si les musaraignes ne représentent pas un réservoir virtuel de virus. Or *Treponema crocidurae*, qui, dans la nature, est transmis par des puces d'insectivores et de rongeurs, évolue facilement chez deux tiques d'Afrique, *Ornithodoros moubata* et *Ornithodoros maroccanus*. Si donc cette dernière espèce s'acclimatait en Afrique Occidentale Française, il est possible que le réservoir cessât d'être virtuel et fonctionnât activement. Le complexe serait constitué. D'ailleurs, *Ornithodoros moubata*, vecteur normal de *Treponema duttoni* agent de la *tick fever*, n'est pas originellement un parasite spécifique de l'homme, mais des porcins. Les groupements en apparence les mieux fixés n'ont pas toujours présenté la même composition. Le ver de case africain paraît vivre aujourd'hui en étroite association avec le Nègre sédentaire. Il serait pourtant primitivement un des hôtes de l'oryctérope (édenté) et du phacodhère, qui échangent leurs parasites spécifiques. L'association des espèces d'anophèles de nos contrées avec l'homme est l'une de celles qui, dans le monde vivant actuel, peuvent passer pour les plus stables. Et cependant on les voit, aux environs de Paris ou dans la Vendée non maraîchère, délaisser les habitations pour les étables. “*Cette quasi-répulsion pour l'homme est une constatation bien surprenante de la part d'un insecte vecteur spécifique d'une affection aussi strictement humaine que le paludisme. Le cycle évolutif des Plasmodium est en effet un témoignage certain des rapports étroits, on pourrait dire exclusifs, qui ont été à l'origine la règle entre les deux hôtes. Il est curieux que l'adaptation des moustiques au bétail ait permis une déviation aussi complète de leurs habitudes de nutrition*“ (Roubaud). Voilà donc un complexe dont les liens se relâchent, alors qu'il s'élargit.

Ces faits peuvent servir de point de départ à des considérations infinies sur la contingence qui préside à la formation des complexes pathogènes et au véritable gaspillage de matière vivante qui est la condition de leur maintien. Voici le complexe reposant sur le cycle évolutif d'un trématode. Le *Paragonicum ringeri* est l'agent d'une redoutable andémie en Extrême-Orient, la distomatose pulmonaire. Jusqu'à 50 p. 100 des indigènes appartenant à des groupes primitifs dans l'intérieur de Formose en sont atteints. Or ce parasite, au cours de son existence totale, doit passer par deux hôtes intermédiaires avant d'arriver à l'homme. Sa forme *Miracidium* pénètre dans un mollusque du genre *Melania*, d'où il passe sous la forme cercaire chez un crabe d'eau douce ou une écrevisse. Combien d'œufs évacués par l'homme ne tomberont pas dans une mare où ils pourront évoluer ? Combien

de *miracidium* ne cercaires ne pénétreront jamais dans une écrevisse ou un crabe ? Et combien de ceux-ci seront consommés demi-crus par l'homme ? Sans doute la prodigieuse activité des fonctions de reproduction, la variété des formes qu'elles revêtent obvient à ces chances contraires. IL n'en reste pas moins que l'extension géographique du complexe est soumise à ces contingences. Mêmes remarques pour le *Metagonicus Yokogarvai* qui cause des troubles dans la muqueuse intestinale et doit traverser une *Melania libertina*, puis une truite et un cyprin. Exemples extrêmes sans doute, mais la conclusion générale qu'ils suggèrent vaut pour des cas plus atténués. Pourquoi la bilharziose vésicale est-elle rare à Marrakech, fréquente à Gafsa, alors que le *Bullinus contortus* porteur de cercaires abonde dans la première station et se trouve moins fréquemment dans la seconde ? C'est que la différence des genres de vie amène une différence dans les chances d'infestation. Tout cela est de calcul des probabilités.

A un autre point de vue, la possibilité d'évolution des complexes éclaire leur économie. La spécificité relative des parasites explique partiellement comment, dans la nature, tels complexes peuvent se maintenir, comment ils ne se détruisent pas d'une manière automatique par le simple jeu de leur activité interne.

En premier lieu, plus le réservoir des hôtes de passage effectifs ou virtuels est grand, plus le réservoir acquiert de capacité. On a beaucoup étudié à ce point de vue, dans ces derniers temps, quelques fièvres endémiques méditerranéennes. C'est que l'agent de la fièvre boutonneuse exanthématique, transporté par tique (*Rhipicephalus Sanguineus*), hante à la fois le spermophile d'Europe, la souris blanche, le rat blanc, la gubille, le chien, le lapin. Au Maroc, l'agent de la fièvre récurrente, *Spirochetes hispanicus*, variété *marocanus*, est transporté par un ornithodore qui peut vivre à la fois sur le porc-épic, le merion, le renard et le chacal. En sorte que sa conservation est parfaitement assurée dans la nature (delanoë). On sait qu'aux États-Unis plusieurs rongeurs, sciuridés, arctomydés, peuvent intervenir dans la conservation du virus de la fièvre tachetée des Rocheuses.

En second lieu, la liaison des termes des complexes n'est pas d'une rigueur absolue. Voici le cas du complexe pesteux, particulièrement significatif à cause de la morbidité élevée qu'entraîne son fonctionnement. Dans tout l'Asie, l'épizootie des rongeurs précède, puis accompagne l'épidémie. Sa violence est en rapport avec la densité de la population animale dans un district donné, mais elle n'arrive pas à anéantir l'espèce infestée, *Arctomys*, spermophiles, souris ou rats. Elle limite seulement sa multiplication. Les puces qui fuient le cadavre refroidi des rongeurs se réfugient sur l'homme. Mais l'expansion du bacille qu'elles transportent est limitée par le fait qu'il ne se transmet pas directement d'homme à homme, au moins pour autant qu'il s'agit de la peste bubonique. L'homme est ici un hôte de suppléance, un pis-aller du reste. D'un autre côté, l'épizootie murine arrête aussi la multiplication des puces. La maladie se ralentit après de violentes explosions, sans qu'un des termes du complexe soit aboli ; la marche de la peste offre des particularités déconcertantes. Si parfois le nombre des rats infectés dans une localité s'est montré inférieur au nombre de cas de peste humaine, inversament une épidémie murine très violente peut n'avoir aucune conséquence, soit par le manque de vecteurs, car toutes les espèces de puces ne sont pas aptes à jouer ce rôle, soit parce que l'espèce murine décimée était de moeurs moins domestiques (*Rattus norvegicus decumanus*, au lieu de *Rattus rattus*). Dans tous les cas, le passage de l'épidémie à l'endémie, nécessaire au maintien du complexe, s'explique en partie par le schéma précédent.

Ce n'est pas assez, et l'on peut aller plus loin dans la voie des explications. Lorsque les groupes humains sont relativement stables, il peut s'établir une sorte d'adaptation

réciroque de l'homme et des parasite. Tant que l'équilibre ainsi réalisé n'est pas altéré, l'endémie garde un caractère bénin. Mais il est précaire et toujours menace. De tels phénomènes ont été très bien mis en lumière par la Commission de la malaria (S. D.N.). "Le Sud de la Péninsule balkanique, dit le Rapport general, a été pendant longtemps un centre endémique de paludisme tropical d'où, peut-être, pendant les dernières années le *Plasmodium falciparum* s'est répandu dans l'ensemble de la Péninsule et même au delà. Dans plusieurs région où , entre les habitants et le plasmodium local s'était établi, si l'on peut ainsi dire, un certain équilibre comportant une endémicité régulière en général basse et de type bénin, cet équilibre a été rompu par l'introduction de nouvelles souches de *Plasmodium falciparum* dans des contrées qui présentaient tous les conditions requises pour la dissémination des agents pathogènes." Suivant toutes les indications, *Plasmodium falciparum* (tropica) existait en Macédoine avant l'arrivée des réfugiés d'Asie Mineure, et sa virulence devait s'être atténuée avec le temps par l'habitude du milieu local, anophélien et humain. Voilà un cas de rupture d'équilibre biologique assez significatif. Il est très possible que des phénomènes de ce genre se soient bien des fois produits au cours de l'histoire méditerranéenne et qu'ils fournissent la clé d'évolutions demeurées mystérieuses. Je crois qu'il y a une grande part de vérité dans les thèses de l'éminent malariologue italien Celli. On a des raisons de penser que des phénomènes analogues se produisent dans les pays infestés par la fièvre jaune. Elle exerçait ses ravages sur le littoral de la mer Caraïbe aux temps précolombiens. Les Mexicains l'appelaient *cocolixtli*, les Antillais, *poulicantina*. D'après Herrera (Décades), on dut repeupler sous le règne de Motecuhzoma Xocoyotzin le littoral décimé par l'endémie. Cependant, il n'est pas douteux que ces exaspérations du fléau ne connussent des rémittences. De bonne heure, Finlay a parlé d'infection atténuée. Plus pres de nous, Marchoux, Salimbeni et Simond ont été amenés à insister sus l'intérêt des cas bénins conférant l'immunité. Ils les ont mis en rapport avec l'atténuation possible du virus au cours de sa transmission héréditaire d'une génération de *Stegomya* (= *Aedes*) à l'autre par l'intermédiaire des oeufs.

Écologie des complexes pathogènes

Ces complexes dont nous venons d'examiner l'économie manifestent une dépendance plus ou moins marquée à l'égard des conditions de milieu. En général, l'agent vecteur présente la plus grande sensibilité, et ses exigences jouent le rôle déterminant dans l'écologie du complexe. Son influence ne s'exerce pas seule: les conditions de vie du germe pathogène, des variations saisonnières, géographiques ou ethniques de l'organisme humain doivent être prises en considération. Nous sommes devant un problème de synécologie très délicat et de la plus grande importance pratique. Éclairons-le en reprenant avec quelque détail l'étude des complexes à *Stegomya fasciata*, à *Anopheles (Species varia)* et à *Glossina palpalis*.

Les habitudes et le conditions de vie d'*Aedes calopus* (anciennement *Stegomya*) ont été soigneusement étudiées par des savants Nord-américains, brésiliens et français. Cet insecte vit en étroite association avec l'homme. Moustique des Villes, il ne s'éloigne guère des habitations; la femelle a besoin de sang humain pour développer ses oeufs. Mais tous les observateurs ont remarqué son extrême sensibilité aux variations thermiques. Son optimum d'activité se place à 28°. A 39°, la chaleur lui est fatale. A des temperatures variant entre 12° et 14°, il vole avec difficulté, ne se tient plus fermement sur ses pattes, cesse de piquer. La gelée le tue, quoique ses oeufs puissent résister à des températures inférieures à zéro. Ses exigences à l'égard de l'eau sont connues. Son incapacite à supporter le froid limite assez étroitement son aire d'extension normale et, du même coup,

l'aire d'endémicité de la fièvre jaune. Mais il peut avoir une aire d'extension occasionnelle pendant la période chaude de l'année: ses habitudes de domesticité étroite le rendent transportable dans des contrées où il n'atteindrait pas par ses propres moyens. Ainsi s'expliquent les cas isolés de fièvre jaune constatés jusque dans les ports français. Ainsi s'explique probablement la mort du licencié Luis Ponce de Leon sur le plateau mexicain. L'occurrence d'un cas de fièvre jaune paraissait si peu vraisemblable qu'on l'attribua à tout sauf au *vomito prieto*. Et, pourtant, il est à peu près sûr que le licencié ne fut pas empoisonné par Cortez. En conclusion (il se pourrait au reste que ce fût là seulement une première approximation), pour une région donnée, suffisamment peuplée, la distribution permanente de l'*Aedes calopus* est réglée par les températures minima, et la répartition temporaire, par les températures maxima.

L'écologie du complexe à anophèles est bien plus riche en enseignement, surtout si on ne néglige pas l'étude de la zone marginale de son domaine, ou il ne cesse de rencontrer son optimum écologique. Les anophèles ont une aire d'extension très vaste. En latitude, ils atteignent le cercle polaire. Dans les Alpes, on les rencontre encore à 1 650 m. (Villar-d'Arène). MMrs Leger et Mouriquand ont soigneusement étudié tous les gîtes anophéliques du Sud-Est de la France. Ils les ont classés suivant leur situation topographique: gîtes deltaïques, gîtes littoraux, gîtes de plaine. Or il s'en faut que la distribution actuelle des foyers paludiques soit aussi vaste que celle des gîtes à anophèles. Dans les Alpes, l'enquête historique ne révèle pas de foyers paludiques au-dessus de 720 m. (Bourg-d'Oisans). Les gîtes de plateau, en général, n'en ont pas déterminés. Dans une zone d'environ 900 m., le groupe homme-plasmodium-anophèle se trouve donc dissocié. La même chose peut se produire à des niveaux inférieurs, mais l'introduction d'un porteur de germes peut suffire à infecter temporairement la station. Des recherches concordantes effectuées aux États-Unis et en Europe jettent une vive lumière sur la dépendance de ce complexe vis-à-vis du climat. Sous les climats aux saisons tranchées de la zone tempérée, le pouvoir infectant de l'anophèle paludéen est saisonnier et disparaît pendant la période froide. On ne trouve pas de plasmodies dans la salive de l'insecte en hiver, et les sporozoïtes qui n'ont pu être évacués avant les froids disparaissent alors. Règle générale, mais qui comporte des exceptions. Des observations attentives montrent qu'on peut trouver encore des anophèles infectés en hiver en Macédoine, en Italie et même jusqu'en Hollande. La question de la possibilité de l'infection hivernale reste en suspens. Le maximum des cas primaires de fièvre tierce a été constaté à Saratov en mai (Dr Joff). Mais, comme on n'a pas observé à moment de moustiques infectés, il faudrait conclure à une latence de l'infection dans l'organisme humain. Sans parler de la différence dans la virulence des plasmodies aux diverses latitudes, ces variations nous fournissent déjà des vues intéressantes sur l'action des facteurs climatiques.

Si nous adoptons les idées de Mr Roubaud, nous pénétrons plus avant dans la connaissance de ces rapports. Le principal agent vecteur de la malaria dans nos pays, *Anopheles maculipennis*, hiverne en saison froide dans des lieux abrités, maisons, étables, celliers et autres dépendances des habitations. Durant cette période d'activité ralentie, on ne trouve que rarement des individus suceurs de sang. À des dates variables suivant les circonstances locales apparaissent les premières larves, puis des adultes appartenant, soit à la première génération d'été, soit à la génération qui vient d'hiverner. Le rythme de ce cycle vital trahit une dépendance étroite vis-à-vis des conditions thermiques. Pourtant, Mr Roubaud montre que le froid n'est que rarement la cause directe de l'hivernation. Il est, au contraire, la condition obligatoire d'une reprise normale des énergies. Que se passe-t-il donc? L'insecte, gorgé de sang pendant sa période de

suractivité, accumule dans son organisme une masse de déchets. Il doit les expulser à la faveur d'une période de vie ralentie, et celle-ci s'accomplit dans des conditions de milieu déterminées ou la température joue le rôle principal. Chaque espèce possède son rythme vital propre, adapté au climat. "Il semble que la plupart des moustiques sont fixes d'une manière stable dans leurs particularités physiologiques actuelles et ne sont plus susceptibles de s'adapter à de nouvelles. Ce sont vraisemblablement leurs nécessités relatives d'athérmobiose, l'obligation ou les différentes espèces se trouvent de subir une cure excrétrice en milieu à température déterminée qui imposent obligatoirement des limites à leur dispersion relative, qui empêchent par exemple les anophèles de régions tempérées, *Anopheles bijurcatus*, *Anopheles maculipennis*, de se répandre dans des contrées chaudes, et inversement. Cette question, d'un grand intérêt pour les espèces pathogènes, se pose en particulier pour le *Stegomyia*, vecteur de la fièvre jaune. Elle mérite d'être examinée de plus près, expérimentalement, afin de déterminer les possibilités réelles d'extension normale de cette espèce dans les régions tempérées froides" (Roubaud). L'intérêt géographique de cette hypothèse est certainement très grand. Elle n'exclut probablement pas d'autres explications.

Au nombre des conditions écologiques se placent les conditions de sol (facteur édaphique). L'ancienne médecine insistait volontiers sur ce qu'elle appelait le facteur tellurique. Seulement elle interprétait mal son action. Voici un exemple qui montre comment le sol peut être un des facteurs synécologiques du complexe pathogène. En Cochinchine, d'après Borel, les Terres rouges, fertiles, riches en fer, en acide phosphorique et en manganèse provenant de la décomposition des basalts, sont désolées par la malaria, alors qu'on ne rencontre que des cas rares saisonniers et bénins de paludisme sur alluvions anciennes ou récentes des terrasses et de la plaine des joncs. Le contraste est antérieur au défrichement. C'est que ces sols imperméables, très humifères, sont propices à l'établissement des gîtes anophéliques, bien moins fréquents sur les alluvions sableuses. *Neocellia maculata*, vecteur actif, transmet un plasmodium très virulent. La population misérable se clairseme, et le danger s'en accroît. "L'interaction de la malaria, de la population faible, de la misère, entretient une situation que seules peuvent modifier des mesures visant étroitement chacune de ses causes". Strickland avait fait des remarques du même genre sur la situation sanitaire des régions dont le sol provient de la déségrégation du granite, dans les États malais.

Arrivons enfin au cas des glossines. On trouve en Afrique occidentale de nombreuses stations où les mouches sont abondantes et où la maladie du sommeil est inconnue. L'introduction, sans cesse renouvelée, dans ces mêmes stations d'individus porteurs de germes morbides n'arrive pas à y créer l'endémicité de cette redoutable maladie. Mr Roubaud a cherché la raison de cette particularité. "Les facteurs climatiques, température et humidité, réagissent à la longue sur les générations successives de glossines d'une espèce donnée; ils déterminent des modifications héréditaires importantes dans les humeurs internes de ces mouches, en particulier dans leur sécrétion salivaire". Il se crée de la sorte de véritables races géographiques de glossines caractérisées plus par leur physiologie que par leur morphologie. Leur suc salivaire devient impropre à l'évolution du trypanosome, et elles perdent leur pouvoir infectant, les modifications climatiques capables de provoquer la désintégration du complexe sont de faible amplitude, car la tolérance de la glossine elle-même à l'égard des changements thermométriques et hygrométriques est très limitée.

Conclusion. Intérêt géographique

Leur réalité cependant nous apparaît de plus clairement. Un complexe biologique donné avec tous ses caractères ne peut exister que dans les contrées où les conditions de milieu se montrent propices au maintien de son équilibre interne. Le milieu agit sur chacun de ses éléments directement. Mais il a aussi sur chacun d'eux une action médiate à travers les autres. Et tout ceci revient à dire qu'il y a pour chaque complexe pathogène une aire de possibilité maximum, avec des zones marginales de lutte. Mais cette aire de possibilité ne doit pas être confondue avec l'aire d'extension réelle. Cette dernière se montre dans la plupart des cas beaucoup plus réduite. L'action du milieu ne crée point, en effet, l'association pathogène. Une part d'accident difficile à évaluer intervient dans sa formation et dans son maintien. Le cas du complexe pathogène est, on le voit, celui de l'association végétale : c'est le cas de tout groupement d'êtres vivants. Celui-ci présente de plus un caractère particulier. L'homme peut agir sur la destinée du complexe. Il modifie les conditions de milieu d'un des termes intermédiaires : c'est ce qu'il fait quand il détruit les gîtes de moustiques. Il stérilise le complexe, comme lorsqu'il applique en grand la quininisation au traitement du paludisme. Il modifie les conditions de vie de l'agent infectieux en agissant sur le terrain physiologique, comme lorsqu'il élève le niveau de vie des populations atteintes par la fièvre jaune ou la malaria.

Tout cela n'empêche que nous sommes en présence d'une notion susceptible de servir de fondement à l'une des parties les plus vastes de la géographie médicale. L'aire d'extension d'une maladie endémique ou épidémique, c'est l'aire d'extension d'un complexe pathogène. Expliquer cette aire d'extension, ses mouvements de contraction ou de dilatation, c'est, d'abord, résoudre un problème d'écologie, démarche fondamentale en géographie biologique. C'est, ensuite, rechercher les circonstances extérieures qui favorisent ou contrarient la constitution du complexe ou son maintien. Il semblerait que cette recherche fût de caractère moins géographique que la précédente. En fait, on s'aperçoit que la plupart de ces circonstances relèvent de la géographie humaine : densité de population, migration, genre de vie. Pour les étudier, nous n'avons pas besoin de prendre une autre attitude d'esprit que celle qui nous est familière. Avec l'introduction de la notion de complexe pathogène, nous nous trouvons donc en possession d'un point de vue et d'une méthode.