

# L'homme, enfant terrible de l'évolution

**Jean Mouchet**

Entomologiste médical

## █ L'évolution sur la planète

Depuis sa création, il y aurait 4,6 milliards d'années, la terre a été le siège de transformations continues avant de devenir la planète que nous connaissons. Orogenèses lentes, volcanisme violent, érosion permanente ont façonné les reliefs. Les climats ont été bouleversés; le bassin parisien était tropical au tertiaire; le Sahara vert date de moins de 10 000 ans.

La vie, apparue il y a plus d'un milliard d'année avec les procaryotes, s'est complexifiée. Les fossiles des invertébrés datent d'il y a 500 millions d'années, ceux des poissons de 400 millions. Les Préhominiens commencèrent à émerger à partir des Primates il y a quelques 5 millions d'années avec les australopithèques, puis *Homo habilis* apparut en Afrique entre 2 à 3 millions d'années. *Homo erectus* était répandu dans une grande partie du globe il y a 1,5 million d'années. L'homme de Néanderthal *Homo sapiens neanderthalensis* a laissé des traces depuis plus de 100 000 ans. Notre ancêtre direct *Homo sapiens sapiens* semble s'être différencié il n'y a guère que 50 000 ans. C'est donc une des productions les plus récentes de l'évolution et cependant il a profondément modifié la surface de la planète. D'abord chasseur-cueilleur discret et intégré dans les écosystèmes, l'homme a pris son autonomie écologique lors de la révolution néolithique il y a 7 000 à 10 000 ans.

## ■ L'occupation de l'espace par l'Homme

Les populations néolithiques ont aménagé l'espace en fonction de leurs nécessités économiques et ont tenté de « dominer » voire d'asservir leur environnement.

Assurées d'une continuité dans la satisfaction de leurs besoins, elles ont commencé une expansion démographique qui les a amenées à se grouper en « villes », tant pour complémentariser leurs techniques que pour se protéger de leurs voisins.

Lentement, jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle, se sont constitués des environnements, aménagés certes, mais gardant des liens étroits avec le milieu naturel qu'ils avaient supplanté. L'irrigation apparue il y a 3 000 ou 4 000 ans a profondément modifié le cycle des cultures. Mais la rizière a une faune très similaire, bien qu'appauvrie, à celle des marais. Le parc à *Faidherbia* d'Afrique de l'Ouest a une flore de savane. Les végétations primaires, forêts tropicales humides ou xérophiles, toundras arctiques, écosystèmes montagnards, mangroves, forêts galeries, etc., ont continué à recouvrir une grande partie de notre globe jusqu'au début de ce siècle, constituant une gigantesque banque de gènes.

## ■ La rupture des barrières écologiques

À partir du XIX<sup>e</sup> siècle deux phénomènes concomitants et quelquefois interdépendants sont devenus les pivots des changements planétaires; la révolution scientifique et industrielle et l'explosion démographique. S'ils sont considérés comme les moteurs du « développement », ils sont aussi des facteurs de déstabilisation écologique, économique et sociale, balayant sur leur passage les structures sociales, les cadres de vie ainsi que les réserves biolo-

giques et minérales de notre planète. De quoi demain sera fait est une question angoissante pour tous ceux dont la réflexion n'est pas aliénée par des dogmes religieux ou scientistes.

Dernier-né des problèmes de notre planète, l'interaction des « productions humaines » sur les phénomènes naturels : le déboisement entraînerait des sécheresses ; le déstockage du carbone fossile augmenterait la teneur en CO<sup>2</sup> de l'atmosphère et produirait un effet de serre suivi d'un réchauffement du globe (« global warming ») ; la couche d'ozone serait altérée par l'émission des fluoro-chlorés. Les prises de positions médiatiques catastrophistes sont tempérées par les climatologues qui hésitent à voir dans ces phénomènes autre chose que des variations réversibles. Le réchauffement (« global warming ») est contesté, car basé sur des observations provenant de zones urbanisées où la température a augmenté du fait de l'accumulation des activités humaines, sans que ces situations particulières reflètent la situation planétaire. Quant à la disparition de la couche d'ozone, elle est remise en question par le manque de données antérieures pouvant servir de témoin.

Ce qui est patent est la réduction spatiale des écosystèmes primaires entraînant un appauvrissement de la biodiversité. Les grands mammifères encore abondants au début du siècle, jusqu'en 1940, ne subsistent plus que dans des réserves. Jusqu'à quand seront-elles respectées ? Les dollars du tourisme pourront-ils contrebalancer l'avidité de riverains de plus en plus nombreux ?

Par contre les espèces qui se sont adaptées aux milieux anthropiques connaissent une prospérité inégalée : les *Culex* urbains sont omniprésents de même que les blattes et les mouches. Les *Rattus* remplacent les rongeurs autochtones. Les pigeons dans les villes et les étourneaux dans les campagnes deviennent des fléaux.

La mer pas plus que la terre n'a échappé au massacre. L'agressivité des pêcheurs et l'amélioration des techniques de pêche menacent de nombreuses espèces. Ce milieu ne peut plus être considéré comme un réservoir inépuisable.

À la différence des autres espèces, l'homme n'a plus de barrière écologiques naturelles. Rien ne peut endiguer l'explosion démographique favorisée par le développement de la médecine. Seul l'homme lui-même peut se limiter. Si cette volonté de stabilisation se mani-

feste dans certains pays comme la Chine ou les États industrialisés avec la planification familiale, d'autres États, parmi les plus prolifiques, la refusent au nom de principes religieux ou de traditions.

## ■ Les changements écologiques et la santé

Dans ce monde en mutation, les pathocénoses connaissent des modifications considérables dans la mesure où elles sont liées à l'environnement naturel ou social. Les vecteurs et réservoirs sont les éléments sensibles des cycles, éliminés ou, au contraire, favorisés par les changements écologiques anthropiques. Les transformations qui dans le domaine de la santé ont le plus grand impact sont (MOUCHET, 1989) :

- la modification des couvertures végétales;
- la manipulation des eaux de surface;
- l'urbanisation.

Suivant les régions, les vecteurs et réservoirs concernés, ainsi que l'épidémiologie de la maladie, l'impact des changements de l'environnement pourra être néfaste, bénéfique ou neutre. Les effets induits seront modifiés par l'action des services de santé, par l'attitude des populations et par les éventuels correctifs apportés par le génie civil.

### *La modification des couvertures végétales*

La grande forêt tropicale est attaquée de toutes parts et plus de la moitié a disparu dans les vingt-cinq dernières années.

La demande de bois précieux est très motivante; en général, le forestage est bien rétribué et le développement de l'outillage, tronçonneuses et caterpillars, facilite le travail. Seul un petit nombre d'arbres sont abattus mais l'exploitation ouvre la route aux établissements agricoles.

Les cultures sur brûlis, pratiquées sans danger depuis des millénaires, sont devenues source de désertification en Asie du Sud-Est depuis que les populations aborigènes ont considérablement augmenté. Le « turn-over » est devenu si rapide que la forêt n'a plus le temps de se reconstituer entre les périodes de culture.

Les plantations de café se font au détriment de la forêt en Côte d'Ivoire comme en Équateur.

Enfin les chercheurs d'or au Brésil, de pierres précieuses en Extrême-Orient, détruisent sans vergogne l'environnement pour un profit éphémère.

En Afrique la disparition de la forêt entraîne l'arrivée des *Anopheles gambiae* s.s. et *An. funestus* et livre au paludisme des zones où il était circonscrit (LIVADAS *et al.*, 1958). En Asie du Sud-Est, le scénario change et l'abattage de la voûte élimine *An. dirus*, un vecteur redoutable. Son effet est donc bénéfique vis-à-vis du paludisme (KONDRASHIN et ROONEY, 1991). Par contre la déforestation semble favoriser *An. minimus* en Thaïlande (SUVANNADABBA, 1991). En Amérique du Sud, les terrassements des mineurs constituent des gîtes à *An. darlingi* à l'origine de la reprise du paludisme dans des zones d'où il avait été éliminé.

L'exploitation de la forêt, quelquefois clandestine, par des populations non immunes fuyant les plaines surpeuplées, est, en Extrême-Orient, la principale cause de mortalité par paludisme. Elle concerne surtout les adultes (SUVANNADABBA, 1991).

La colonisation des forêts est, en Amérique du Sud, à l'origine de la multiplication des leishmanioses chez les migrants. Ces parasitoses circulaient dans la forêt primaire entre mammifères sauvages (paresseux, tamanoirs, rongeurs) par l'intermédiaire de phlébotomes de litière du genre *Psychodopygus*; avec la déforestation, la pathocénose a changé et s'est déplacée vers les mosaïques forêt-savane et les plantations de café où elle entre en contact avec l'homme. Cette mutation épidémiologique est due, soit à la « capture » du parasite par de nouveaux vecteurs, soit au changement de comportement des vecteurs forestiers (LE PONT *et al.*, 1992).

En Asie, les plantations d'hévéas constituent des milieux forestiers anthropiques secondaires où *An. dirus* s'est parfaitement bien adapté (KONDRASHIN et ROONEY, 1992).

Les mollusques, bulins et planorbes, hôtes des schistosomiases sont apparus en Côte d'Ivoire dès que la forêt a disparu. Les schistosomiases ont suivi ou ne sauraient tarder (MOUCHET et BRENGUES, 1990).

Les *Chrysops* d'Afrique centrale s'adaptent bien à la secondarisation de la forêt; jusqu'à quel niveau de déboisement survivent-ils est une question qui n'amène pas de réponse très franche.

La suppression des galeries forestières, méthode de lutte très efficace contre les glossines riveraines (groupe *G. palpalis*), tourne au désastre écologique, non pas du fait de cet objectif, mais parce que ces formations sont les sources de bois de chauffe pour les villes de savane. Leur sauvegarde est une priorité de la lutte contre la désertification car on considère qu'elles jouent un rôle important dans la régulation de la pluviométrie (MOUCHET et BRENGUES, *loc. cit.*).

Il n'est pas jusqu'à la suppression du tapis herbacé des steppes sahéliennes, accompagnée du tassement du sol autour des puits, sites de surpâturage, qui soit neutre. Lors des pluies, l'eau, moins bien absorbée, reste en nappes de surface qui sont colonisées par *An. gambiae* s.l. On a vu là un facteur amplificateur de l'épidémie de 1988, année pluvieuse, au Botswana. Le sujet reste peu documenté.

## *La manipulation des eaux de surface*

### **Forages et adductions d'eau**

L'accès à l'eau potable est considéré comme véritable « droit » des populations. Aussi de grandes campagnes, soutenues par les organisations charitables tout autant que par les instances internationales, ont-elles équipé d'adductions d'eau et/ou de puits un grand nombre de villages, en particulier dans les zones sahélo-sahariennes. Cette politique a eu des retombées sociales très positives en allégeant le travail des femmes; au plan médical, elle a fait régresser les maladies diarrhéiques et la dracunculose (ver de Guinée).

Mais les forages mal contrôlés peuvent aussi avoir des conséquences indésirables. Ainsi dans l'oasis de Bilma, à la suite d'un forage profond, on a constaté une infection palustre de 40% à 60%

des enfants sédentaires (DEVELOUX *et al.*, 1994). L'insécurité qui sévit dans le nord du Niger a empêché d'étudier ce cas d'école. En effet, les eaux de surface des oasis sahariennes au sud du Hoggar étaient colonisées par *An. dthali* qui n'est pas vecteur. Le paludisme était inconnu à Bilma.

## Barrages

Les barrages, de tailles très différentes, s'accompagnent de retenues d'eau. Les bords de ces lacs artificiels se couvrent de végétation alors qu'à l'étiage, s'y forment des mares résiduelles. En Afrique tropicale, *An. funestus* peuple les premiers biotopes, *An. gambiae* les seconds. Dans les régions de paludisme stable d'Afrique, les barrages ne modifient pas l'épidémiologie de la maladie mais, en zone de paludisme instable, ils peuvent provoquer des épidémies (Zimbabwe, 1993) avant que l'endémie ne s'installe.

Dans le Maghreb, on a multiplié les petits barrages collinaires à usage agricole; ils sont colonisés par *An. labranchiae* mais jusqu'ici il ne s'est pas produit de reprise du paludisme (BOUCHITÉ et CHAUVET, *com. pers.*).

En Asie du sud-est, les vecteurs vivent en eau courante (*An. minimus*) et/ou en sous bois (*An. dirus*); ils ne sont donc pas affectés par les barrages. Mais les lacs de retenue chassent les populations qui ont à défricher la forêt pour leur réinstallation et sont alors victimes de paludisme grave.

Il n'est pas toujours facile de prévoir quels culicidés vont pulluler lors de la création d'un barrage. A Brokopondo, au Surinam, on attendait *An. darlingi* et une extension du paludisme; c'est *An. nuneztovari* qui s'est installé sans créer de problème de santé. La même chose s'est produite dans l'immense réservoir de Tucuruí en Amazonie brésilienne (HERVÉ, *com. pers.*).

Les mollusques, bulins et planorbes, font partie du cortège d'espèces qui s'installent dans les barrages. En Afrique, la bilharziose est presque inévitable. En Amérique du Sud, les *Australorbis* ont colonisé certains lacs de retenue mais ne se sont pas acclimatés dans d'autres où le sol est trop acide. En Asie, les *Oncomelania* et surtout les *Trichura* n'y sont pas signalés.

Les lacs de retenue suppriment les gîtes à simulies, et donc l'onchocercose, en amont des barrages, mais les déversoirs permettent la prolifération de *Simulium damnosum*. Ils ont créé des situations épidémiques d'onchocercose par exemple à Loumana au Burkina Faso (PHILIPPON et MOUCHET, 1976).

Il y a des très nombreuses études sur les barrages dans le monde, mais les observations des zoologistes et des écologistes sont souvent mal intégrées aux études épidémiologiques, ce qui ne permet d'en tirer tout l'information souhaitable en santé publique.

### Irrigation

L'irrigation a dû débiter il y a plus de 3 000 ans dans le « croissant fertile » de Mésopotamie. En Extrême-orient, elle conditionne depuis des millénaires la plus grande partie de la riziculture base de l'alimentation. A Madagascar, elle ne s'est développée sur les Plateaux qu'au XIX<sup>e</sup> siècle. En Afrique, elle est en général plus récente. En Amérique du sud, elle est peu développée.

Il faut distinguer les canaux d'amenée et les drains, des surfaces irriguées proprement dites.

Les premiers se comportent comme des cours d'eau plus ou moins canalisés dont le régime est déterminé par l'homme. Mal entretenus et encombrés par la végétation, ils jouent un rôle majeur dans l'établissement des foyers de bilharziose en Afrique et constituent d'excellent gîtes à moustiques. Si leur courant est trop rapide, ce sont les simulies qui s'installent.

Les surfaces irriguées, en particulier les rizières, offrent un miroir d'eaux temporaires très propices au développement des moustiques. – *En Afrique*, la période après le repiquage voit la prolifération d'*An. gambiae* s.l. avec des conséquences qui varient suivant le contexte épidémiologique (comme les barrages) (ROBERT *et al.*, 1985). Après l'épiaison à Madagascar (et en Afrique de l'Est?) apparaît *An. funestus* (MARRAMA, 1994) alors qu'en Afrique de l'Ouest ce sont *An. coustani* et/ou *An. pharoensis*. On pense que c'est le développement de la riziculture qui a amené *P. falciparum* sur les plateaux de Madagascar. Mais dans de nombreux pays, la prolifération des vecteurs, provoquée par l'irrigation, n'a pas eu les répercussions épidémiologiques graves que l'on craignait.

– *En Asie*, les rizières sont aussi productrices d'anophèles mais les espèces qui s'y développent ne sont pas des vecteurs de *P. falciparum*; tout au plus y a-t-il quelques cas de *P. vivax* dus à *An. sinensis*, *An. subpictus*, *An. philippinensis*. Les plaines rizicoles constituent un environnement sain en comparaison avec les collines boisées impaludées. Est-ce la raison, ou une des raisons, de leur occupation par les envahisseurs devenus majoritaires (Qin au Vietnam, Thai au Laos et en Thaïlande, Indo-européens en Inde), alors que les minorités (Paléodravidiens en Inde, Paléoindochinois en Indo-Chine) sont confinées dans les zones impaludées? La superposition du paludisme et des minorités est un fait patent mais l'explication n'est peut-être pas univoque.

En Asie, *Culex tritaeniorhynchus* vecteur de l'encéphalite japonaise a troqué le marais pour la rizière. La maladie est-elle en extension? Difficile de répondre surtout maintenant qu'existe un vaccin.

Bulins et planorbes en Afrique ne font que transiter dans les rizières où l'eau est trop chaude. Aux Philippines, les *Oncomelania* peuvent être détruits dans les rizières par des labourages répétés.

## L'urbanisation

En accroissement de 6% par an, l'urbanisation est le phénomène marquant de cette fin de siècle. Elle absorbe l'excédent démographique des campagnes qui ne se dépeuplent pas pour autant. Aucun pays ne peut gérer rationnellement ces marées humaines. Le problème, sérieux, des banlieues des pays industrialisés apparaît dérisoire à côté de celui des « favellas » de Rio ou de Lima où le chômage avoisine 90% entraînant criminalité, déviances, prostitution dans un environnement sans hygiène, quelquefois sans eau où les soins de santé sont erratiques.

Pour avoir été plus lente à démarrer, l'urbanisation prend une allure galopante en Afrique : Abidjan 30 000 habitants en 1955, plus de deux millions en 1988, Yaoundé 50 000 habitants en 1960, plus d'un million en 1990. Au Congo plus de 50% de la population vit à Brazzaville et à Pointe-Noire.

L'occupation du terrain par les infrastructures urbaines et la pollution des eaux de surface réduisent, sinon suppriment, la production

anophélienne. Il n'y a pas de paludisme dans les villes d'Asie et d'Amérique. La seule exception est l'Inde où sévit un paludisme spécifiquement urbain transmis par *An. stephensi* qui se développe dans les citernes. En Afrique, le paludisme urbain reste marginal par rapport à la maladie rurale. La multiplication des études aboutit toujours aux mêmes conclusions : la transmission diminue de la périphérie au centre ; en conséquence, l'immunité s'abaisse ; il y a donc moins de cas mais ils sont plus graves, d'autant qu'ils peuvent être contractés à la campagne (GAZIN *et al.*, 1987). S'il y a des masses d'eau dans la ville (étangs de Ouagadougou, par exemple), la transmission augmente à leurs abords.

Le moustique urbain par excellence *Culex pipiens* et son cousin pantropical *C. quinquefasciatus* sont vecteurs de *Wucheria bancrofti*, en Egypte pour le premier, sur le pourtour de l'Océan Indien et aux Antilles pour le second (HAWKING, 1977). Il est actuellement difficile d'apprécier leur importance en santé publique.

La leishmaniose anthroponotique, due à *Leishmania tropica*, revêt un aspect très nettement urbain au Moyen Orient (Sanliurfa, Alep, Kaboul etc...) (LE PONT, *com. pers.*).

En ville, les insectes hématophages constituent plus une gêne pour les citoyens qu'un risque sanitaire majeur.

Le problème le plus grave en milieu urbain est celui des MST, dû à la promiscuité et au développement de la prostitution lié à la pauvreté. Le pourcentage de séropositifs en VIH est dix fois plus élevé dans les villes qu'en campagne quand ce n'est plus : plus de 17% chez les femmes enceintes à Brazzaville contre 1 à 2% dans le Congo rural.

## Le réchauffement de la planète (« global warming »)

Un réchauffement de la planète, s'il se poursuivait, serait susceptible d'étendre l'aire de répartition des vecteurs et de faciliter la transmission des maladies virales et parasitaires. On considère en

effet que *P. falciparum* n'est plus transmis au dessous de 18 °C. On peut donc penser qu'un réchauffement de 1 °C serait susceptible d'accroître les aires d'épidémicité et d'endémicité de ce parasite.

Cette hypothèse est confortée par les épidémies des dix dernières années sur les plateaux de Madagascar et sur les montagnes d'Afrique centrale (Ouganda, Rwanda, Burundi, Ethiopie). On prétend même que l'on observe du paludisme là où, historiquement, il n'y en avait jamais eu.

Nous nous sommes penchés sur le problème sans obtenir confirmation ni infirmation de l'hypothèse. A Madagascar, depuis l'introduction du riz sur les plateaux au siècle dernier il y a des épidémies; en 1955, le paludisme en avait « disparu » à la suite des traitements intradomiciliaires. Il a commencé à réapparaître à partir de 1982 pour atteindre un niveau épidémique paroxystique en 1987. Les mesures qui furent prises ont brisé l'épidémie (traitement au DDT) ou tout au moins minimisé ses effets (libéralisation de la vente de la chloroquine). Nous n'avons pas pu obtenir les données météorologique des plateaux malgré les promesses des services concernés, qui les considèrent comme secret d'État! Les causes de l'épidémie de Madagascar sont toujours inconnues. Les augmentations de température dont on a fait état reposent sur les données recueillies à Antananarivo. Elles sont doublement biaisées par le phénomène urbain et le changement de la station météorologique, transportée 100 mètres plus bas en 1953.

En Ouganda, nous avons visité deux foyers épidémiques. Sur les pentes du Mont Elgon à 1 800 mètres, le paludisme n'était pas nouveau. Il existait il y a 25 ans, a déclaré l'infirmier qui s'y trouvait déjà, mais il a augmenté. La population a été multipliée par cinq avec le développement du forestage, ce qui explique l'afflux de malades au dispensaire. Dans la région de Rukungiri, des épidémies localisées sont dues à la recherche de l'or, activité interdite et donc nocturne. Les terrassements fournissent des gîtes à *An. gambiae* s.l., et les hommes adultes de 15 à 40 ans sont contaminés durant leur activités minières; les autres membres de la communauté sont peu touchés.

Au Zimbabwe, pays jusqu'ici protégé par la lutte antivectorielle, les épidémies sont en général consécutives à l'arrêt des traitements insecticides. La température moyenne a bien augmenté de 1 °C à Harrare, mais ce phénomène ne peut être invoqué dans la genèse des

épidémies. Un épisode de ce type est survenu dans une région du sud du pays, indemne de paludisme depuis 25 ans. La population touchée, adultes mâles et femelles de 15 à 35 ans, suggère une contamination professionnelle. En fait, la plupart des cas concernent des personnes qui se livrent au braconnage nocturne des poissons dans les eaux d'un lac de retenue, construit il y a quelques années. Des braconniers, venus d'une zone impaludée du nord du pays, ont importé le parasite, de surcroît résistant à la chloroquine.

En Ethiopie, les données du service météorologiques font ressortir des grandes différences dans les variations de la température moyenne au cours des vingt dernières années, suivant les stations. Dans l'une d'entre elles, on note un refroidissement. Il y a eu des épidémies mais elles sont peu documentées.

Au Rwanda, où des études d'un écologiste semblaient établir une relation entre la poussée du paludisme et la température, il n'a pas été possible d'approfondir les études de cas. Le Burundi a, lui aussi, été victime d'épidémies, mais elles ne sont que partiellement documentées dans leurs relations avec le climat.

Ces exemples montrent à quel point il est difficile d'établir des relations entre facteurs climatiques et paludisme, tant les facteurs humains sont souvent primordiaux. On doit garder un certain recul vis-à-vis des scénarios catastrophes, issus de modèles mathématiques préparés par des futurologues, d'autant que le phénomène lui-même du « global warming » est contesté (cf. *supra*).

## ■ Diffusion des parasites et des vecteurs

L'homme est le « diffuseur » principal des parasites. Actuellement, on peut dire qu'aucun pays n'est à l'abri de l'importation d'aucun parasite. Mais, pour que la maladie s'épidémise ou s'endémise, il faut qu'il y ait sur place des vecteurs susceptibles de transmettre l'agent pathogène. Maurice et La Réunion furent de véritables sanatoriums pour les

navigateurs et les Créoles, jusqu'au moment où des anophèles y furent introduits et s'y implantèrent en 1867 (JULVEZ *et al.*, 1990). Dans le même ordre d'idées, la maladie du sommeil amenée par les esclaves ne s'est jamais établie en Amérique du Sud suite à l'absence de glossines.

Les vecteurs ont une aire de répartition qui résulte d'un long processus évolutif d'adaptation à un milieu où ils trouvent nourriture, sites de développement mais aussi pathogènes et prédateurs qui maintiennent une barrière écologique. Par les vents ou les bois flottés, ils ont pu être introduits dans certaines îles où ils se sont éventuellement endémisés.

Depuis que l'homme a développé des moyens de transports à longue distance, il est devenu un élément de dispersion des vecteurs. Ce sont d'abord les ectoparasites (poux et puces), qui ont suivi les grandes migrations humaines, de même que les commensaux (mouches, punaises, blattes). Puis les espèces qui se reproduisent sur les bateaux et supportent de longs transports (*Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus*) ont envahi l'aire tropicale, provoquant de terribles épidémies de fièvre jaune et endémisant peut-être les filarioses.

Les espèces dont les œufs supportent de longues anhydrobioses ont aussi été facilement dispersées. *Aedes albopictus*, dont les œufs sont pondus dans les noix de coco, a probablement été introduit à Madagascar par les Indonésiens qui transportaient ces fruits comme réserves alimentaires. Très récemment, ce moustique a été amené d'Asie dans les deux Amériques avec les stocks de vieux pneus destinés au recyclage; par la même voie, il a gagné l'Italie (via l'Amérique du Nord); son importation tout aussi récente en Albanie et au Nigeria est moins claire (JULVEZ et MOUCHET, 1994).

La navigation à vapeur, en raccourcissant la durée des voyages, a permis la dissémination des anophèles, notamment d'*An. gambiae* s.l. au Brésil et à Maurice d'où il a gagné La Réunion par voie anémochore (JULVEZ *et al.*, 1990).

Le développement des transports aériens allait marquer une nouvelle étape. Dès 1935, des anophèles étaient observés à Nairobi dans des avions venant du Soudan. La colonisation des îles du Pacifique par *Aedes aegypti* s'est faite au rythme de la construction des aéroports (SÉCHAN *et al.*, 1993). En 1994, six cas de paludisme d'aéroport ont été signalés autour de Roissy : on peut estimer qu'entre 2 000 et 6 000 anophèles ont été importés d'Afrique en un mois par 300 appareils (dont 200 venant

d'aéroports à risque), soit entre 9 et 20 anophèles par avion. Les réticences des compagnies et des autorités aéroportuaires ont jusqu'ici gêné le développement de recherches minimales, à la fois dans les aéroports d'arrivée en Europe et de départ en Afrique (GIACOMINI *et al.*, 1995).

Enfin, à la suite de la construction d'un aéroport dans l'île de San Cristobal aux Iles Galapagos, *Simulium bipunctatum* a été importée du continent américain et est devenu un fléau pour les habitants et un risque pour la faune aviaire inestimable du Parc National (ABEDRAABO *et al.*, 1993).

Heureusement l'importation d'une espèce ne signifie pas son implantation obligatoire. Les anophèles africains importés en France ont peu de chance d'y faire souche même temporairement. Les pays du Maghreb craignent qu'*An. gambiae* ne s'installe sur leur territoire avec le développement des routes transahariennes. Nos connaissances ne permettent pas d'évaluer ce risque, mais il est à peu près sûr que cet anophèle a déjà été importé dans le passé sans faire souche. Entre 1942 et 1955, il y avait des vols réguliers d'appareils, non désinsectisés, de Zinder à Alger, faisant escale dans les oasis. Évidemment, des changements climatiques pourraient augmenter le risque. Plus d'attention devrait être apporté à la désinsectisation des aéroports à risque et des aéronefs qui en décollent, en évitant une généralisation onéreuse des mesures. Il faut des mesures « à la carte ».

Il ne faut pas minimiser non plus le danger d'établissement de vecteurs nouveaux. En 1930, *An. gambiae* s'est installé au Brésil, d'où il a dû être éradiqué. *Ae. albopictus* se maintient depuis deux ans, après son importation, en Italie. Comme il est vecteur de dengue, le risque de voir cette maladie se propager dans le bassin méditerranéen ne doit pas être pris à la légère.

## ■ L'homme, enfant terrible de l'évolution

Dernier né de l'évolution, l'homme s'est affranchi des barrières écologiques naturelles. Mais il a obtenu ce résultat par un modelage

de son environnement. Le processus, lent pendant 10 000 ans, a pris de nouvelles dimensions depuis un demi-siècle grâce au développement technologique et en réponse à la pression démographique. La gestion de la population du globe et de l'environnement est le défi des cinquante prochaines années. C'est une urgence absolue.

Dans le cadre de cette évolution planétaire, les maladies liées à l'environnement, en particulier celles transmises par les vecteurs, se resituent dans un cadre renouvelé par les activités humaines. On ne peut pas dire que la situation se soit améliorée ou péjorée, elle est devenue différente et appelle des solutions appropriées.

Les connaissances actuelles permettent difficilement de pronostiquer le risque que peut faire courir un projet d'aménagement. Nos « banques de données » actuelles sont insuffisantes. Il y a urgence à développer les travaux de terrain qui prennent en compte les variations anthropiques et climatiques pour être en mesure de proposer des mesures efficaces au moment même de la mise en oeuvre des projets de développement. En ce sens, le Programme « Eau et Santé », après avoir été un précurseur, doit devenir le moteur d'une recherche intégrant facteurs écologiques, épidémiologiques et socio-économiques.

## Bibliographie

ABEDRAABO (S.), LE PONT (F.),  
SHELLEY (A. J.), MOUCHET (J.), 1993 —  
Introduction et acclimatation  
d'une simulee anthropophile  
dans l'île de San Cristobal,  
Archipel des Galapagos.  
*Bull. Soc. Ent. Fr.*, 98 : 108-113.

DEVELOUX (M.), CHEGOU (A.),  
PRUAL (A.), OLIVAR (M.), 1994 —  
The malaria in the oasis of Bilma,  
Republic of Niger. *Trans. Roy. Soc.  
trop. Med. Hyg.*, 88 (6) : 644-649.

GAZIN (P.), ROBERT (V.)  
CARNEVALE (P.), 1987 —  
Le paludisme urbain à Bobo-

Dioulasso. *Cah. Orstom,  
sér. Ent. méd. Parasitol.*, 25 : 27-31.

GIACOMINI (T.),  
MOUCHET (J.) *et al.*, 1995 —  
Étude de six cas de paludisme  
contracté près de Roissy  
en 1994. Mesures de prévention  
nécessaires dans les aéroports.  
*Bull. Acad. Nat. Med.*,  
179 : 335-353.

HAWKING (F.), 1977 —  
The distribution of human  
filariasis through the world.  
*Trop. Dis. Bull.*, 74 : 642-679.

- JULVEZ (J.), MOUCHET (J.), 1994 —  
Le peuplement Culicidien des îles du Sud-Ouest de l'océan Indien. L'action de l'homme dans l'importation des espèces d'intérêt médical. *Ann. Soc. Ent. France*, 30 : 391-401.
- JULVEZ (J.), MOUCHET (J.)  
RAGOVOODOO (C.), 1990 —  
Épidémiologie historique du paludisme dans l'Archipel des Mascareignes. *Ann. Soc. belge Med. Trop.*, 70 : 249-261.
- KONDRASHIN (A. V.),  
ROONEY (W.), 1992 —  
« Epidemiology of malaria and its control in countries of the WHO South East Asia Region ».  
*In : Advanced knowledge on Malaria in South East Asia*. Bangkok, SEAMEO-TROP MED éd. : 13-22.
- LE PONT (F.), DESJEU (P.),  
TORRÈS ESPEJO (J. M.), FOURNET (A.)  
MOUCHET (J.), 1992 —  
*Leishmanioses et Phlébotomes en Bolivie*, Paris, Orstom/Inserm, 113 p.
- LIVADAS (G.), MOUCHET (J.),  
GARIOU (J.), CHASTANG (R.), 1958 —  
Peut-on envisager l'éradication du paludisme dans la zone forestière du Sud-Cameroun. *Rivista di Malariologia*, 37 : 229-250.
- MARRAMA (L.), 1994 —  
*Anopheles funestus sur les Plateaux de Madagascar*. Mémoire de DEA : Santé publique et PED, univ. Paris-VII, 120 p.
- MOUCHET (J.), 1989 —  
Les maladies à vecteurs dans un monde en mutation. *Bull. Séances Acad. roy. Sc. Outre-Mer (Bruxelles)*, 35 : 369-387.
- MOUCHET (J.), BRENGUES (J.), 1990 —  
Les interfaces agriculture-santé dans le domaine des maladies à vecteurs et de la lutte antivectorielle. *Bull. Soc. Path. exot.*, 83 : 376-393.
- PHILIPPON (B.), MOUCHET (J.), 1976 —  
*Répercussion des aménagements hydrauliques à usage agricole sur l'épidémiologie des maladies à vecteurs en Afrique Intertropicale*. Cahiers du CENECA, coll. Intern., Paris, mars 1976, doc. n° 3-12-13, 14 p.
- ROBERT (V.), GAZIN (P.), BOUDIN (C.),  
MOLEZ (J. F.), OUEDRAOGO (V.),  
CARNEVALE (P.), 1985 —  
La transmission du paludisme en zone de savane arborée et en zone rizicole à Bobo-Dioulasso. *Ann. Soc. belge Med. Trop.*, 65, Suppl. 2 : 201-214.
- SÉCHAN (Y.), LARDEUX (F.), LONCLE (S.),  
RIVIÈRE (F.), MOUCHET (J.), 1993 —  
« Les arthropodes vecteurs de maladies et agents de nuisance en Polynésie française. » *In : Atlas de la Polynésie française*, Paris, Orstom, Planche n° 58.
- SUVANNADABBA (S.), 1991 —  
« Deforestation for Agriculture and its impact on malaria in Southern Thailand. » *In : Forest malaria in South East Asia*, MRC New Delhi éd. : 220-226.