

# Paludisme et maîtrise des populations anophéliennes

par Jean-Charles Gantier



Femelle d'*Anopheles gambiae* en train de se gorger (Cliché J.-C. Gantier)

**P**aludisme, malaria, fièvres tierce ou quarte, ces mots résonnent depuis des siècles dans les esprits. Ils sont toujours liés aux activités humaines et aux déplacements des populations. Dans les années 1950, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) lançait les campagnes "d'éradication du paludisme". Les divers programmes d'action entrepris sur le terrain, à de rares exceptions près, n'ont abouti qu'à des échecs. Aujourd'hui, on ne parle plus que de "contrôle de la transmission", le terme "d'éradication" ayant été banni du langage scientifique. Le paludisme a joué un rôle important dans l'histoire de l'humanité, affectant la santé des populations

## Succès et échecs de la lutte antipaludique

En Afrique, la lutte antimalarique a donné des résultats insuffisants et surtout peu durables à l'exception de l'Afrique du Sud, des îles Maurice et de la Réunion. Partout dans le monde les échecs sont imputables à l'insuffisance des infrastructures sanitaires locales et surtout à l'apparition de la résistance aux insecticides des anophèles vecteurs et des parasites aux antipaludiques.

exposées et modifiant leur patrimoine génétique par sélection d'une hémoglobine particulière (hémoglobine S, causant la drépanocytose appelée aussi anémie falciforme) et de gènes intervenant soit dans la réceptivité soit dans la réponse de l'hôte. Elle a dressé des barrières vis-à-vis des invasions et des colonisations avant la découverte de la quinine. C'est ainsi par

exemple, qu'en 1740, une épidémie de paludisme tua 50% des Hollandais nouvellement arrivés à Batavia (Jakarta, Indonésie). Aujourd'hui, c'est la parasitose la plus fréquente dans le monde et probablement la plus meurtrière de toutes les affections humaines. Elle se déroule avec trois acteurs : l'homme, le parasite et le moustique.

## Quelques chiffres pour convaincre

100 pays ou territoires concernés ;  
2,3 à 2,6 milliards de personnes exposées (soit 46 à 52% de la population mondiale) ;  
2,5 millions de morts par an (soit 14% des morts par maladies infectieuses) ;  
35 millions de cas signalés dans le monde (estimation de 300 à 500 millions de cas) ;  
En France, 5 000 cas signalés annuellement ;  
Coût d'une hospitalisation pour paludisme simple en France : 25 000 F.

## Historique

Le paludisme est une maladie infectieuse due à un protozoaire parasite appartenant au genre *Plasmodium*. L'origine du parasite est toujours très controversée. Pour certains, ce pourrait être en Asie, le continent africain n'étant touché que plus tardivement ; pour d'autres le berceau serait l'Afrique tropicale. La zone équatoriale africaine aurait favorisé un contact étroit entre les Hominidés et les insectes vecteurs.

Les premières descriptions cliniques sont mentionnées dans le papyrus d'Ebers datant du règne d'Aménophis I (1550 av. J.C., XVIII<sup>e</sup> dynastie). Chaque année en Haute Egypte, une prière était dite contre les "pestilences périodiques", personnifiées par la déesse Sekhmet. Les enfants naissant en période de crues du Nil étaient ses victimes préférées.

On retrouve également de nombreuses références à la maladie dans les tablettes d'argile d'Assurbanipal (669 à 626 av. J.C.) en Mésopotamie ainsi que dans les écrits védiques (1) et brahmaniques.

Les Chinois parlent des démons armés du marteau, du brasero et de la marmite d'eau froide, reflets des trois phases successives de l'accès palustre.

Hippocrate, Galien et Celse ont décrit les symptômes de ces fièvres intermittentes, régulières et périodiques : les fièvres tierce et quarte. La maladie sévit durement au Moyen Âge en Europe et dans les régions marécageuses. Mercatus,

médecin de Philippe II (Roi de France, 1180-1223) distingue dans les fièvres tierces, une variété maligne.

Au cours des croisades, le paludisme est responsable pour une large part de la mortalité des guerriers francs. Au XVII<sup>e</sup> siècle, le Cardinal de Richelieu en est atteint.

Les grands travaux ont souvent été contrariés par le parasite. On peut citer ici trois exemples marquants :  
- la construction du château de Versailles et de son parc a nécessité l'assèchement de marais infestés par les moustiques vecteurs du paludisme. Durant les travaux on déplora la mort de nombreux ouvriers ;

- lors du percement du canal de Panama, le paludisme fut responsable pour une large part de la mortalité des ouvriers, au même titre que la fièvre jaune ;

- la mise en valeur de la plaine de la Mitidja en Algérie nécessita une lutte antipalustre pour supprimer ce que l'on appelait en 1947 "le tombeau des colons".

### Malaria ou Paludisme ?

1740 : les Anglais utilisent le terme malaria dérivé de l'italien médiéval *mal aria* = mauvais air ;

1840, en France : au mot impaludisme succède le mot paludisme, du vieux mot palud dérivé du latin *palus* = marais et *udus* = chargé d'eau

Au XIX<sup>e</sup> siècle, le paludisme sévit lors des campagnes coloniales anglaises et françaises, pendant la guerre de Sécession et celle de Crimée. Au XX<sup>e</sup> siècle, tous les

militaires ont payé un lourd tribut à la maladie durant la campagne des Balkans en 1916, les guerres du Pacifique, de Corée, d'Indochine et du Vietnam.

La période thérapeutique débute en 1630 au Pérou avec ce que l'on appelle l'ère du quinquina (ou quina quina) qui désigne plusieurs espèces d'arbres (2) dont les écorces vont donner les remèdes contre les fièvres, encore appelés "poudre des Jésuites" ou "poudre de la Comtesse (3)". Ces remèdes font l'objet de nombreuses controverses de la part du corps médical de l'époque. Il faudra attendre la guérison de Charles II d'Angleterre et celle du dauphin, fils de Louis XIV, en 1768 pour que le quinquina trouve ses lettres de noblesse. En 1820, 150 ans plus tard, Pelletier et Caventou, pharmaciens de la faculté de Paris, extraient et identifient la quinine. Ce n'est qu'à partir de 1880 que des travaux sérieux sont menés sur le parasite. À Constantine, Alphonse Laveran découvre l'hématozoaire responsable du paludisme, ce qui lui vaudra le prix Nobel de Médecine en 1907.

## Les parasites et leur cycle de développement

Ce sont des protozoaires qui présentent à un moment de leur cycle un stade multinucléé encore appelé plasmode en histologie ou bien schizonte en parasitologie. Ils sont classés dans l'embranchement des *Sporozoa*, ordre des *Haemosporidii-deae*, famille des *Plasmidiidae* - genre *Plasmodium*.

Ces parasites intracellulaires colonisent préférentiellement les cellules hépatiques et les globules rouges (d'où leur autre nom d'hématozoaires). Trois espèces sont spécifiquement humaines : *Plasmodium falciparum*, *P. vivax* et *P. ovale*. Une espèce est commune à l'homme et

## Classification des moustiques et place des anophèles responsables de la transmission du paludisme humain

Ordre	<i>Diptera</i>	<i>An. quadrimaculatus</i> (centre et est des États-Unis)
Sous-Ordre	<i>Nematocera</i>	<i>An. freeborni</i> (ouest des États-Unis, sud-ouest du Canada)
Famille	<i>Culicidae</i>	<i>An. maculipennis</i> (Europe continentale, du sud-ouest de l'Asie au Golfe persique)
Sous-famille	<i>Culicinae</i>	<i>An. atroparvus</i> (Europe)
	<i>Anophelinae</i>	<i>An. sacharovi</i> (Russie, Italie, Sardaigne, Corse, Grèce, Moyen Orient)
	<i>Toxorhynchitinae</i>	<i>An. labranchiae</i> (Italie, Espagne, Corse, Sardaigne, Sicile et Afrique du Nord)

Trois genres composent la sous-famille des *Anophelinae* :

Le genre *Chagasia* Cruz, 1906 comprend quatre espèces vivant en région néotropicale (du Mexique à l'Argentine). Ces moustiques forestiers zoophages ont une vie larvaire dans les cours d'eau, au niveau des berges, des flaques de décrue et dans les trous de rochers. Ils ne véhiculent pas le paludisme humain.

Le genre *Bironella* Theobald, 1905 renferme dix espèces vivant en région australienne (Moluques, Nouvelle-Guinée, nord de l'Australie). Ces moustiques occupent les zones forestières et marécageuses. Leur biologie est peu connue mais ils ne sont vraisemblablement pas vecteurs de paludisme humain.

Le genre *Anopheles* Meigen, 1818 est cosmopolite. Il comprend plus de 400 espèces. Ce genre est divisé en six sous-genres :

- *Stethomyia* Theobald, 1902 : sa biologie forestière est mal connue, essentiellement zoophage mais pouvant se gorger sur l'homme ;

- *Nyssorhynchus* Blanchard, 1902 : trois espèces sont vectrices de paludisme humain : *An. darlingi* (4) dont les larves vivent en eau douce à l'est des Andes, *An. albimanus* et *An. aquasalis*, espèces d'eau salée et d'eau douce présentes sur la bande côtière d'Amérique centrale, d'Amérique du Sud et aux Antilles ;

- *Kerteszia* Theobald, 1905 : anophèles forestiers (du Mexique au Brésil) dont les larves se développent à l'aisselle des feuilles de Broméliacées : *An. cruzi* (Brésil) et *An. bellator* (Brésil, Venezuela, Guyane) (= paludisme des Broméliacées) ;

- *Lophopodomys* Autunes, 1937 : espèces néotropicales souvent montagneuses très difficiles à déterminer mais vraisemblablement vectrices du paludisme : *An. oiketorakas* (Colombie), *An. gomezdelatorrei* (Équateur), *An. vargasi* (Venezuela) ;

- *Anopheles* Meigen, 1818 ; plus de 120 espèces réparties en trois groupes, soit strictement néotropical (groupe *Arribalgazia*), soit cosmopolite, notamment en Europe et Amérique du Nord (groupes *Anopheles* et *Christyia*).

*An. pseudopunctipennis* (Antilles, du sud des États-Unis à l'Argentine)

*An. atroparvus* (Europe)  
*An. sacharovi* (Russie, Italie, Sardaigne, Corse, Grèce, Moyen Orient)  
*An. labranchiae* (Italie, Espagne, Corse, Sardaigne, Sicile et Afrique du Nord)  
*An. letifer* (Thaïlande, Malaisie)  
*An. anthropophagus* (centre et sud de la Chine)  
*An. sinensis* (Chine, Sud-Est asiatique, Malaisie, Indonésie, Inde, Japon)

- *Cellia* Theobald, 1902. Ce sous-genre renferme les vecteurs majeurs du paludisme humain. Plus de 170 espèces sont recensées et réparties en sept groupes. Les vecteurs principaux sont les suivants :

*An. sergentii* (Afrique du Nord, Moyen-Orient)  
*An. stephensi* (de l'Égypte à la Chine et Moyen-Orient)  
*An. superpictus* (région méditerranéenne, Moyen-Orient jusqu'au Pakistan)  
*An. culicifacies* (Moyen-Orient, Inde à la Chine et Sud-Est Asiatique)  
*An. fluviatilis* (Moyen-Orient, péninsule indienne, Sud-Est Asiatique à la Chine)  
*An. dirus* (péninsule indienne)  
*An. philippinensis* (Pacifique)  
*An. minimus* (région orientale)  
*An. sundacai* (Indonésie, Chine, Sud-Est Asiatique, Inde)  
*An. maculatus* (région orientale)  
*An. aconitus* (région orientale)  
*An. balabacensis* (Philippines, Malaisie, Indonésie, Sud-Est Asiatique, Inde)  
*An. flavirostris* (Philippines, Java, Bornéo)  
*An. farauti* (Australie, Nouvelle-Guinée et Pacifique sud)  
*An. punctatus* (Australie, Nouvelle-Guinée et Pacifique sud)  
*An. gambiae* (Afrique au sud du Sahara, Madagascar, sud-ouest de la péninsule arabique)  
*An. funestus* (Afrique au sud du Sahara, Madagascar, sud-ouest de la péninsule arabique)  
*An. moucheti* (Afrique au sud du Sahara, Madagascar, sud-ouest de la péninsule arabique)  
*An. nili* (Afrique au sud du Sahara, Madagascar, sud-ouest de la péninsule arabique)

aux grands singes africains, *P. malariae*. Plusieurs espèces simiennes peuvent rarement infecter l'homme, *P. knowlesi*, *P. simium*. Ce parasite très diversifié se rencontre chez pratiquement tous les

vertébrés. Actuellement, entre 140 et 150 espèces ou sous-espèces sont connues. Le cycle se déroule successivement chez les deux partenaires. Chez l'anophèle femelle, la phase de

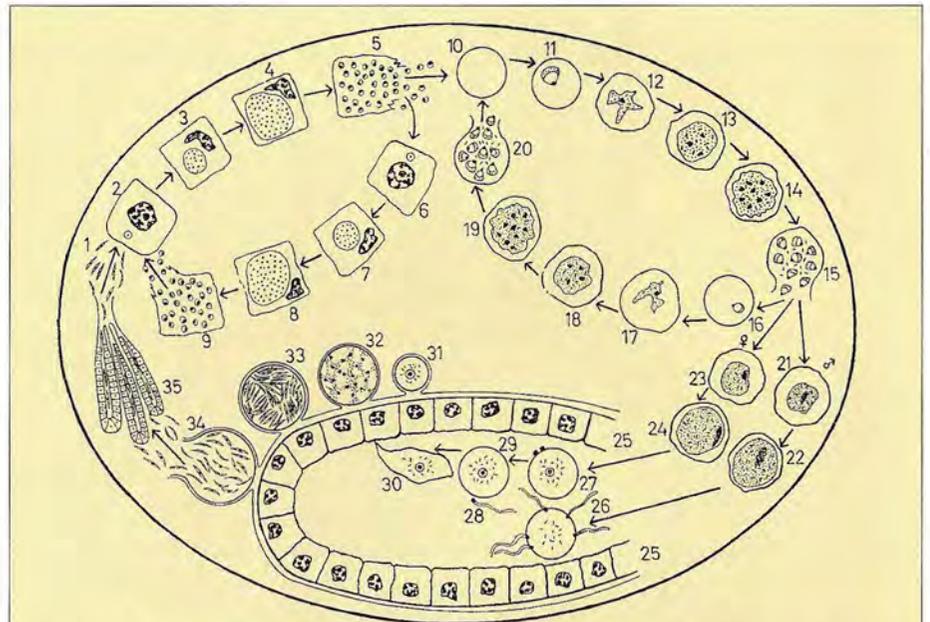
reproduction sexuée indique que c'est le moustique qui est l'hôte définitif de ce parasite, tandis que la phase de multiplication asexuée se déroule chez le vertébré. Un vocabulaire très spécifique est utilisé afin

d'identifier chaque étape du développement du parasite.

Après inoculation des stades infectants par la femelle du moustique (sporozoïtes), ceux-ci vont se réfugier dans les cellules hépatiques où ils se multiplient activement. C'est la schizogonie exo-érythrocytaire. Dans un deuxième temps, ils vont coloniser les globules rouges, se multiplier activement en consommant l'hémoglobine, faire éclater les hématies et en coloniser de nouvelles. C'est la phase érythrocytaire du parasitisme à laquelle va correspondre toute la symptomatologie. Au cours de ce développement, certains parasites ne se multiplient pas dans le globule rouge, ils grossissent seulement et vont donner le stade gamétocyte, prélevé par le moustique lors d'une nouvelle piqûre. C'est sur le gamétocyte que repose la fonction de dissémination.

## Cycle biologique de l'anophèle

Il est caractérisé par la succession d'une phase aquatique (œufs, larves et nymphes) et d'une phase aérienne qui concerne l'adulte. Les œufs forment souvent des radeaux flottants, ce qui favorise leur dissémination. Lors de la phase aquatique, les larves et nymphes de tous les *Culicidae* respirent l'air atmosphérique soit par l'intermédiaire d'un stigmate respiratoire situé sur le huitième segment abdominal chez la larve, soit par deux trompettes respiratoires situées sur le céphalothorax de la nymphe. Les larves d'anophèles sont apodes et ne possèdent aucun organe de fixation. Elles ne peuvent donc vivre que dans des eaux calmes. Elles sont toutes détritivores et se nourrissent près de la surface de l'eau. La durée du développement est très différente selon les espèces : de 10 jours pour *An. gambiae* qui se développe en plein soleil dans une eau qui peut dépasser 30°C à 20-30 jours pour *An. funestus* qui vit dans des zones ombragées avec une végétation



Cycle de développement du Plasmodium (d'après P.C.C. Garnham, Malaria parasites Blackwell Scientific Publications, Oxford 1966)

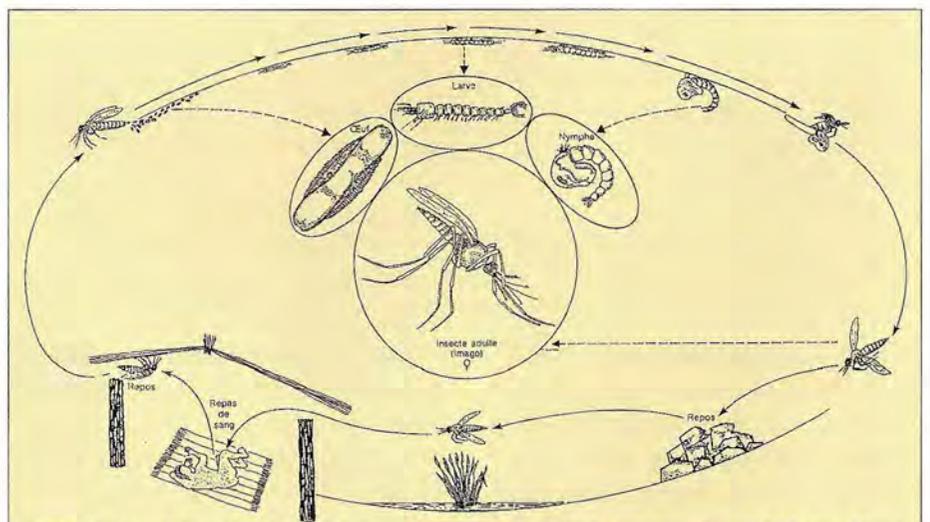
- 1- Pénétration des sporozoïtes dans les hépatocytes
- 2- Hépatocyte contaminé ; début de la schizogonie
- 3 & 4- Stades de développement de la première schizogonie
- 5- Éclatement des hépatocytes, libération des mérozoïtes
- 6 à 9- Schizogonie hépatique secondaire
- 10- Globule rouge dans la circulation
- 11- Trophozoïte dans un globule rouge
- 12 à 14- Formation du schizonte
- 15- Éclatement du globule rouge
- 16 à 20- Répétition de la schizogonie érythrocytaire

- 21 à 24- Développement des gamétocytes mâle et femelle
- 25- Paroi de l'estomac du moustique
- 26- Exflagellation et formation des microgamétocytes mâles
- 27- Macrogamète femelle
- 28 à 30- Formation du zygote (mobile) = oocinète
- 31- Formation de l'oocyste après pénétration de la paroi stomacale du moustique
- 32 & 33- Multiplication dans l'oocyste et formation des sporozoïtes
- 34- Rupture de l'oocyste et migration des sporozoïtes
- 35- Glandes salivaires du moustique

dense. Lorsque les larves d'anophèles viennent respirer à la surface de l'eau, l'absence de siphon respiratoire (présents chez *Culex* ou *Aedes*) les oblige à prendre une position parallèle à la surface de l'eau. Elles se maintiennent ainsi accrochées sous la surface par l'intermédiaire de soies abdominales palmées.

La nymphose se produit à la fin du quatrième stade larvaire. La nymphe est mobile mais ne se nourrit pas. Cette période est souvent très courte, moins de 48 heures.

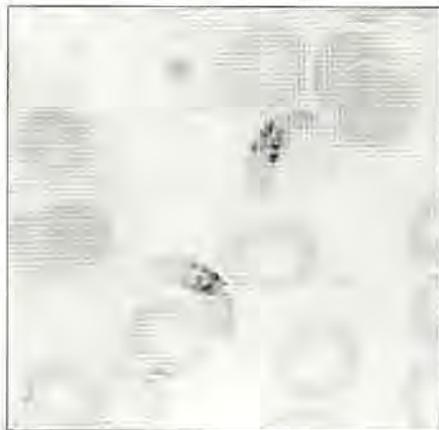
Chaque espèce présente des exigences écologiques plus ou moins strictes. Celles-ci vont du plein soleil



Cycle biologique de l'anophèle d'après Ambroise-Thomas & Coll., 1984 - Le paludisme Encycl. Med. Chir., (Paris)

à l'ombre, de l'absence de végétation à une végétation dense, dressée, flottante ou immergée. La qualité chimique de l'eau est aussi très importante.

La connaissance des gîtes larvaires est fondamentale pour déterminer les rapports du paludisme à l'environnement et ainsi pouvoir planifier la lutte contre les larves. Toutefois, les gîtes évoluent sans cesse. La végétation se développe, la composition chimique de l'eau change, des prédateurs s'installent. En fait, dans un gîte, c'est une succession d'espèces de *Culicidae* que l'on observe au cours du temps. La description d'une rizière illustre bien ces modifications : deux à trois semaines après le repiquage du riz, on observe *An. gambiae* en Afrique et



Deux gamétocytes de *Plasmodium falciparum* dans des globules rouges humains (cliché J.-C. Gantier)

*An. sinensis* en Asie orientale. Puis à mesure que le riz pousse, c'est *Culex tritaeniorhynchus* qui prend la place en Asie orientale et *An. pharoensis* en Afrique. Lorsque les plants dépassent 30 cm, on trouve *An. coustani* en Afrique et *Culex molestus* en Europe.

À la suite de l'émergence, les adultes se reposent pendant 12 à 72 heures afin de durcir leur exosquelette. Puis ils prennent des repas de jus sucré sur le nectar des fleurs afin de satisfaire leurs besoins énergétiques. L'accouplement a lieu 3 jours après pour les mâles et 24 ou 48 heures après pour les femelles. Elles ne sont fécondées qu'une seule fois dans leur vie. Les spermatozoïdes sont stockés dans la spermathèque et

seront relargués lors de chaque ponte.

Les ovaires des femelles comportent des ovocytes peu développés lors de l'émergence. La conduite de l'ovogenèse nécessite un apport protéique important que les anophèles trouvent dans le sang des vertébrés. Plusieurs repas sanguins sont donc pris au cours de la vie des femelles. L'ensemble du processus (cycle gonotrophique) débute par la recherche de l'hôte vertébré, se poursuit par la prise du repas, puis par sa digestion en même temps que se développent les ovocytes et se termine par la ponte.

## La lutte contre les moustiques

L'homme a toujours cherché à se protéger contre l'agression des insectes vulnérants et tout particulièrement contre les moustiques. Longtemps, les moyens mis en œuvre pour de telles actions furent limités à l'assèchement des marais et des collections d'eau. Les résultats furent différents selon les situations. C'est en 1939, après la découverte des propriétés insecticides du DDT par P. Müller à Bâle que débute la véritable guerre chimique contre les insectes. D'autres produits chlorés apparaissent comme l'HCH (hexachlorocyclohexane), la dieldrine et autres cyclodiènes. De toxicités diverses et de rémanence élevée, ils allaient permettre la conduite de campagnes de grande envergure tout particulièrement lors de la "campagne d'éradication du paludisme". Les chimistes mettaient également au point d'autres molécules comme les organophosphorés (téméphos, fénitrothion, malathion...) efficaces et moins persistants que le DDT. Avec une action similaire, les carbamates, surtout actifs en milieu aérien, forment une famille chimique importante. Ils sont peu toxiques pour les vertébrés homéothermes.

Depuis plusieurs années, l'apparition d'insectes multirésistants a fortement hypothéqué l'emploi de ces

divers composés.

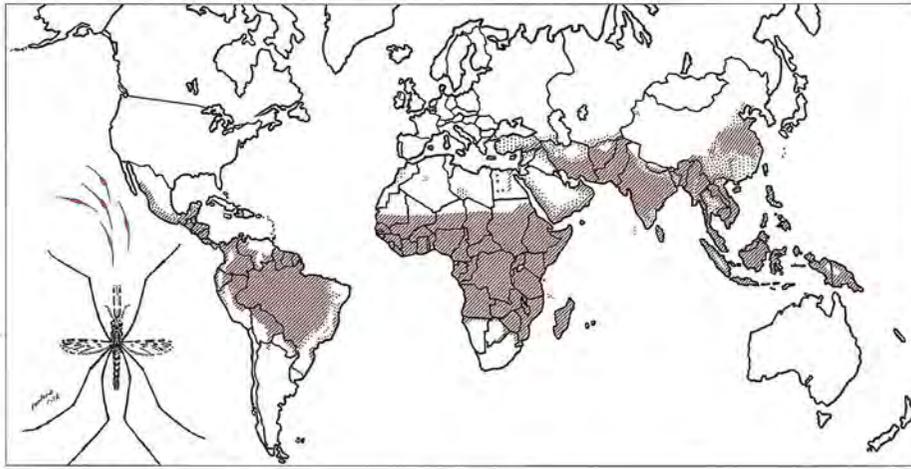
Actuellement, les recherches s'orientent vers la production de nouvelles molécules peu ou pas agressives pour l'environnement et appartenant à d'autres familles chimiques afin d'éviter les résistances croisées (méthoprène, inhibiteurs de la chitinase, anti-hormones de mue...). On recherche également de nouveaux agents bactériologiques (campagnes de démoustication en France grâce à *Bacillus thuringiensis*), fongiques ou virologiques utilisables à grande échelle. La lutte biologique par prédateurs ou parasites n'est vraiment utilisée qu'à travers des poissons larvivores des genres *Poecilia* et *Gambusia* (5).

Au total, les actions portent soit sur les gîtes larvaires (destruction ou traitement par lutte chimique et/ou biologique) soit sur les adultes. Dans ce cas, la lutte se fait dans les maisons à l'aide d'insecticides ménagers tels les pyréthroïdes par exemple, pulvérisés ou badigeonnés sur les murs, ou encore grâce à des répulsifs imprégnant les vêtements ou les moustiquaires.

## Les moustiques dans la stratégie d'un changement climatique de la planète

Les moustiques en général et les anophèles en particulier montrent de remarquables aptitudes écologiques. Ils ont tout colonisé, de la forêt tropicale aux oasis du désert, des zones lagunaires aux montagnes. Ils sont présents partout. Seules quelques îles en sont actuellement indemnes comme la Nouvelle-Zélande, Hawaï ou la Nouvelle-Calédonie.

Leurs larves vivent dans toutes les eaux calmes, mêmes saumâtres. Un simple réservoir temporaire, comme l'aisselle des feuilles de Broméliacées, une boîte de conserve, une noix de coco ou même des pneus de camion, suffit pour certaines espèces



Carte de répartition du paludisme dans le monde (OMS 1996)

- (1) Védique-védas : mot sanscrit = science, révélation, savoir ; livres sacrés des Hindous ; ce sont des recueils de prières, hymnes et formules de consécration, expiation, etc... dictés suivant la tradition par Brahma aux Richis (c'est à dire aux hommes d'une sainteté parfaite).
- (2) *Cinchona succirubra*, *C. ledgeriana*, *C. calisaya*...
- (3) en référence à la guérison de la Comtesse Cinchon, épouse du Vice-roi du Pérou
- (4) *An.* est l'abréviation pour *Anopheles* utilisée conformément aux règles de nomenclature.
- (5) Il ne faut pas oublier que certains *Culicidae* comme les *Toxorhynchites* ont des larves carnassières qui consomment les larves des autres moustiques. La production de *Gambusia* est à l'origine de la station INRA de lutte biologique d'Antibes.

d'anophèles. De plus, les larves ne dépendent pas de la quantité d'oxygène dissous dans l'eau (qui diminue lorsque la température augmente) puisqu'elles respirent l'oxygène atmosphérique. Un dernier point reste à souligner : la très courte période nymphale et la mobilité de cet état.

Quelles influences vont avoir, à court ou à long terme, les dérèglements météorologiques et l'augmentation du gaz carbonique dans l'atmosphère ? Beaucoup d'hypothèses ont été avancées mais personne n'est capable de prédire ce qui va réellement se passer pour les moustiques. Des changements dans les écosystèmes naturels et anthropiques ou des variations climatiques vont sûrement influencer la transmission. On observe ainsi une résurgence du paludisme au Pakistan, liée vraisemblablement aux phénomènes océaniques El Niño. À l'opposé, le paludisme est spontanément en régression dans le Sahel africain en raison d'une sécheresse persistante.

On sait que la température terrestre est en hausse. Elle augmentera d'après les experts de 1 à 3,5°C d'ici 2100. La quantité de CO<sub>2</sub> continue de croître par simple accumulation. Il faudrait baisser immédiatement la production mondiale de 60% pour

maintenir le taux actuel à 360 ppm. À court terme, les conséquences de l'augmentation du CO<sub>2</sub> sont plutôt favorables aux végétaux, par l'augmentation de la photosynthèse et donc l'accélération de leur croissance ainsi que par la prolifération du phytoplancton. À ce stade, une bonne partie de la faune aquatique potentiellement prédatrice des larves de moustiques risque d'être touchée par la baisse de la quantité d'oxygène dissous. Ce phénomène, associé à l'enrichissement en nitrates des eaux, va provoquer inévitablement des perturbations de tout le réseau trophique. Impossible de prévoir quelles espèces de moustiques vont profiter d'une telle situation. Mais le danger est réel. La prolifération culicidienne préoccupe tous les experts en santé publique et il est

#### L'auteur

Jean-Charles Gantier est Maître de conférences des universités en parasitologie-mycologie à la Faculté de pharmacie de Châtenay-Malabry. Il travaille sur les antiparasitaires dans les filarioses, les leishmanioses et le paludisme et est spécialisé dans la taxinomie des Phlébotomes américains et en mycologie, dans le genre *Aspergillus*.

malheureusement fort prévisible que des maladies, autres que le paludisme, profitent de la situation comme la dengue, la fièvre jaune (arboviroses transmises par *Aedes aegypti*) ou bien certaines filarioses lymphatiques transmises par *Aedes*, *Culex*, *Anopheles* ou *Mansonia*.

Il est illusoire de penser à éliminer tous les moustiques de la planète. Ils occupent des niches écologiques très particulières et là encore, on ignore ce qui pourrait arriver si par malheur elles devenaient libres... ☺

#### Pour en savoir plus

- Ambroise-Thomas P., Carnevale P., Felix H., Mouchet J.**, 1984 - Le paludisme - Encycl. Méd. Chir., 8089 A10, Paris.
- Bryskier A., Labro M.T.**, 1988 - Paludisme et médicaments - 276 pages, Edition Arnette, Paris
- Danis M., Mouchet J.**, 1991 - Paludisme - 240 pages - Édition Ellipses/Aupelf, Paris
- Guillemot H.**, 1996 - Climat : des lendemains qui chauffent - *Science et Vie* N° 951, 120-128
- Vialard J., Quenouille B.**, 1997 - El Niño, le courant fou qui détraque le climat - *Science et Vie* N° 962, 88-96
- Henarejos P.**, 1997 - Quand le soleil brille trop - *Science et Vie* N° 963, 74-78
- Dorozynski A.**, 1997 - Quand passent les nuages - *Science et Vie* N° 963, 80-84

À lire également, sur Internet, <http://www.inra.fr/dpenv/pa.htm>. le supplément du *Courrier de l'environnement* n°31 (août 1997) sur l'effet de serre.

Par ailleurs, le CNRS Audiovisuel (1 place A.Briand - 92195 Meudon Cedex) vient d'éditer une vidéo de 29 min : **Vivre avec le paludisme**, réalisée par I. Santos et J.-F. Ternay, qui aborde entre autres, les conditions de réalisation d'un vaccin antipaludique.

Enfin, l'ORSTOM vient d'éditer un logiciel d'identification et d'enseignement (cédérom Mac et PC) sur **Les anophèles de la région afro-tropicale**.