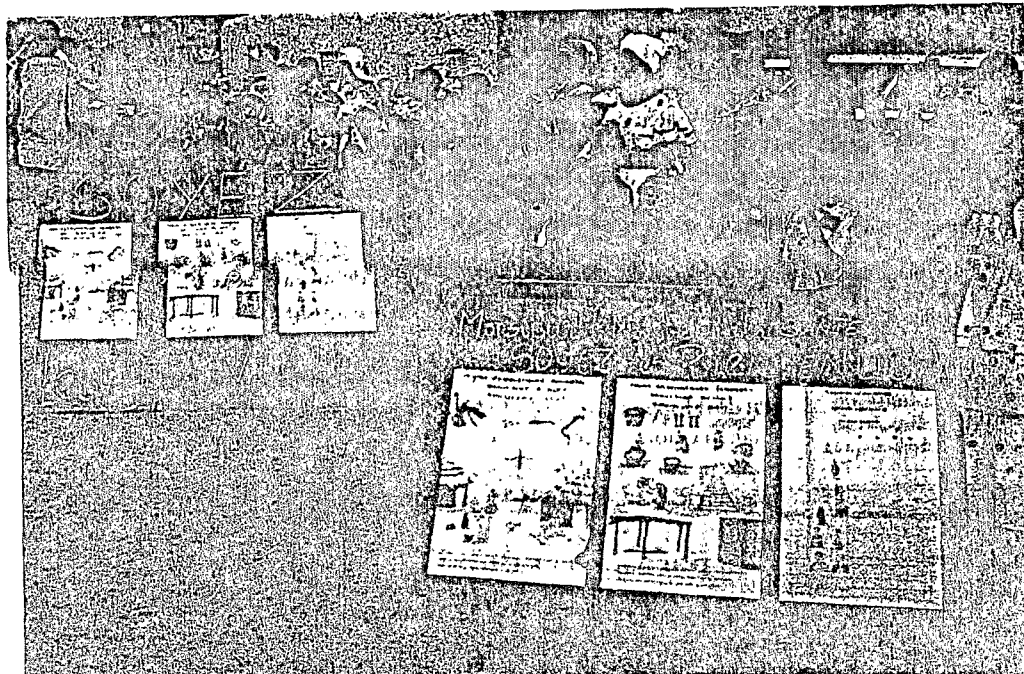


# Quelques aspects épidémiologiques du paludisme au Sénégal



Par Ousmane FAYE\*, Lassana KONATE\*,  
Oumar GAYE\*\*, Didier FONTENILLE\*\*\*  
& Jean F. MOLEZ\*\*\*

Le paludisme sévit dans les régions tropicales et dans de nombreuses régions sub-tropicales où il représente l'un des plus sérieux problèmes de santé publique. Toutes les informations historiques, même les plus anciennes montrent qu'il est d'une haute endémicité dans la majeure partie de la région afrotropicale sa prévalence est telle qu'il peut y être considéré comme une composante de l'écologie humaine. Le cycle du parasite fait ressortir la complexité du système épidémiologique. Deux hôtes successifs sont nécessaires à l'accomplissement de ce cycle : l'homme, hôte intermédiaire chez qui s'effectue la multiplication asexuée ou schizogonique du parasite et le moustique, hôte définitif chez qui s'effectue la multiplication sexuée ou sporogonique. L'analyse de la situation du paludisme fait ressortir un important polymorphisme de l'endémie dans ses aires de répartition. Les études épidémiologiques doivent fournir des réponses précises et fiables à trois questions fondamentales : où, quand et comment sévit le paludisme ? Ces réponses constituent les indispensables éléments de références pour l'élaboration puis l'évaluation des stratégies de lutte.

## Les vecteurs

Tous les vecteurs du paludisme appartiennent au genre *Anopheles* mais tous les anophèles ne sont pas des vecteurs. Sur environ 400 espèces d'anophèles répertoriées dans le monde, seulement une soixantaine sont des vecteurs du paludisme et une vingtaine, à elles seules, sont responsables de la plupart des cas. Les anophèles comme tous les moustiques passent au

cours de leur vie, par quatre stades successifs : oeuf, larve, nymphe et adulte ou imago. Les trois premiers stades sont aquatiques mais les adultes mènent une vie aérienne. Les mâles se nourrissent uniquement de sucs végétaux, ils ne piquent pas. Les femelles ont, elles, besoin de sang de vertébrés pour le développement de leurs oeufs. C'est à l'occasion de la prise de ces repas sanguins qu'elles ingèrent puis transmettent des germes pathogènes, dont ceux du paludisme. Les conditions requises pour qu'un anophèle puisse être considéré comme vecteur potentiel de parasites du paludisme humain sont : (1) une compatibilité génétique avec le parasite permettant une évolution normale de ce dernier dans son organisme, (2) une anthropophilie qui fait de l'homme son hôte préférentiel pour qu'il puisse s'infecter et transmettre, (3) une longévité suffisante pour permettre le déroulement normal du cycle extrinsèque du parasite.

Au Sénégal, vingt espèces d'anophèles sont actuellement connues. Mais, comme dans les autres régions de l'Afrique sub-saharienne, les principaux vecteurs du paludisme sont *Anopheles gambiae s.l.* et *An. funestus*... *An. gambiae s.l.* est un complexe de six espèces jumelles parmi lesquelles, *An. gambiae* et *An. arabiensis* sont les vecteurs les plus efficaces et les plus répandus. La distribution des espèces du complexe *An. gambiae* au Sénégal est classique. *An. gambiae s.s.* et *An. arabiensis* sont sympatriques dans tout le pays et leur fréquence relative est fonction des conditions climatiques. *An. Arabiensis* est mieux représenté dans les savanes sèches (zones sahéliennes et soudano-sahéliennes) alors qu'*An. gambiae s.s.* prédomine dans les zones de savane humide, mais on le rencontre dans la zone sahélienne le long du Fleuve Sénégal et il est présent sur le littoral. Dans les zones de recouvrement des deux espèces, la proportion d'*An. arabiensis* augmente en saison sèche et celle d'*An. gambiae s.s.* en saison des pluies. *An. melas* est localisé dans la zone

L'éducation pour la santé, un maillon important de la lutte antipaludique.

\* Département de Biologie Animale, Faculté de Sciences, U.C.A.D., Dakar, Sénégal.

\*\* Service de Parasitologie, Faculté de Médecine et de Pharmacie, U.C.A.D., Dakar, Sénégal.

\*\*\* ORSTOM, Dakar, Sénégal.



côtière (zone des mangroves) allant du Delta du fleuve Sénégal à la limite sud du pays et à l'intérieur, le long de certains cours d'eau jusqu'aux limites atteintes par la remontée des eaux salées marines. Il est réputé plus zoophile et plus exophile que *An. gambiae* et *An. arabiensis* et n'assure qu'un rôle secondaire dans la transmission du paludisme au Sénégal.

*An. funestus* était très répandu au Sénégal, mais semble être en voie de disparition dans de nombreuses régions du pays. La réduction de son aire de répartition est liée à la pression insecticide (agriculture) à laquelle il est très sensible et à la disposition de ses gîtes du fait du développement agricole et de l'évolution du climat (sahélisation). Il a été rencontré dans certaines localités dans la zone des Niayes, au Sine-Saloum et dans la région de Tambacounda.

## Les parasites et l'homme

Il existe quatre espèces plasmodiales parasites de l'homme : *Plasmodium falciparum*, *P. malariae*, *P. ovale* et *P. vivax*. En Afrique sub-saharienne, *P. falciparum* est l'espèce la plus fréquente (80 à 99 % des infections) et la plus redoutable parce que responsable des cas les plus graves, voire mortels. Les autres, *P. malariae* et *P. ovale*, sont rencontrés respectivement chez 1 à 30 % et 1 à 5 % des sujets infectés. *P. vivax* est absent en Afrique de l'Ouest. *P. falciparum* présente une grande variabilité antigénique, ce qui lui confère la capacité de générer de nouvelles formes (souches) en réponse aux mesures de lutte. Ceci est illustré par l'apparition et l'extension de la résistance aux antipaludiques, plus particulièrement à la chloroquine.

L'homme peut présenter une réceptivité ou une résistance innée aux plasmodies mais les facteurs de résistance sont encore mal cernés. En zone d'endémie, l'homme peut développer une résistance partielle (prémunition) qui n'empêche pas l'infection mais réduit

ou supprime les manifestations cliniques de la parasitose. Cette prémunition s'acquiert en zone d'endémie au prix d'une mortalité infantile élevée. Les enfants et les femmes enceintes sont en effet plus réceptifs et constituent des groupes à risque.

## L'environnement

Il est déterminant dans la distribution de la parasitose et de la maladie. Des facteurs physiques (climat, relief, hydrographie) agissent sur les populations vectorielle et humaine. Les modifications anthropiques du milieu (urbanisation, aménagements...) influent sur l'écologie humaine et vectorielle ; elles peuvent être favorables non au maintien et à l'extension de la parasitose et de la maladie.

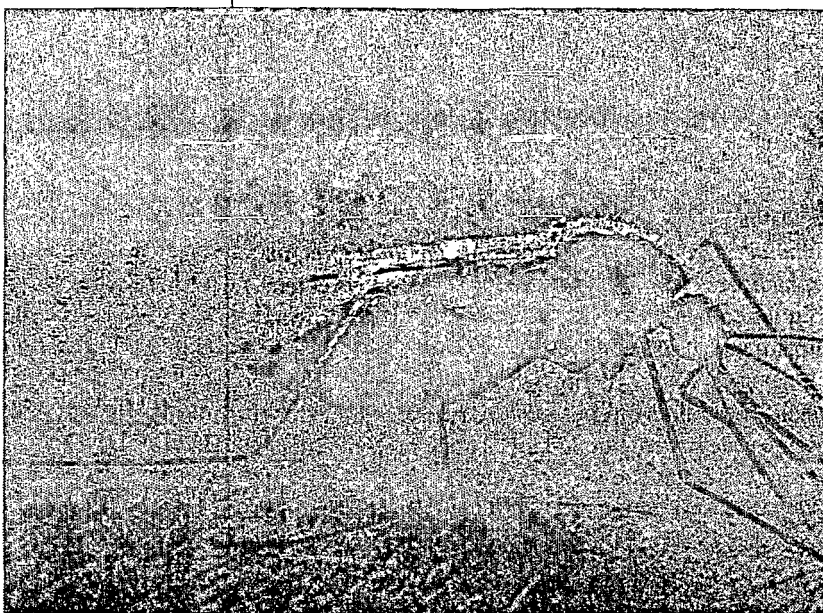
## La transmission, la parasitose et la maladie

Divers paramètres sont impliqués dans la transmission du paludisme. Parmi ces paramètres, le taux d'inoculation entomologique, représentant le nombre de piqûres d'anophèles infectés reçues par l'homme et par unité de temps, est le plus fiable. On entend par anophèle infecté, une femelle portant des sporozoïtes de plasmodie dans ses glandes salivaires. L'infection de l'anophèle n'implique pas que sa piqûre entraîne obligatoirement l'infection de l'homme et le développement de la maladie. Chez un sujet sans immunité acquise (prémunition) contre le paludisme, une seule piqûre d'anophèle infecté peut suffire pour une évolution du parasite jusqu'aux manifestations de la maladie. Chez les sujets prémunis, la situation est plus complexe ; la parasitose ne se traduit pas toujours par la maladie qui ne survient que lorsque la densité parasitaire atteint ou dépasse un seuil. Ce seuil pyrélogénique est variable selon le statut immunitaire de l'hôte qui dépend de son âge et de l'intensité de la transmission. Le taux d'inoculation varie suivant les situations épidémiologiques puisqu'il dépend de la densité et de la longévité des anophèles, mais aussi du réservoir de parasites (proportion de sujets portant des gamétocytes).

La diversité des modalités de la transmission et celle des manifestations cliniques du paludisme imposent une classification des zones où sévit la parasitose. Cette stratification est une étape indispensable pour la planification de la lutte antipaludique qui doit être adaptée aux différentes conditions épidémiologiques. Il existe plusieurs modes de stratification du paludisme basés sur l'indice splénique (Christophers et al., 1936; Kampala, 1950), sur l'indice plasmodique (Metselaar et Van Thiel, 1959; Yaoundé, 1962), sur la transmission (Wilson, 1938), sur la stabilité de l'endémie (McDonald, 1952) et sur les faciès épidémiologiques (Carnevale, 1988).

Les premières classifications, bien qu'encore largement utilisées, ne rendent pas compte de l'impact

Un anophèle en train de piquer. Le danger est là.



du paludisme en terme de santé publique ni de ses caractéristiques épidémiologiques. La classification de Wilson prend en compte les quatre modalités de transmission actuellement identifiées (1), transmission permanente avec une variation saisonnière d'intensité, (2) transmission saisonnière longue (3), transmission saisonnière courte et (4) transmission irrégulière ou sporadique. Celle de Mac Donald introduit la notion de stabilité du paludisme ou son "enracinement" dans une zone donnée. L'indice de stabilité est un indice entomologique mais interviennent également dans la stabilité, des paramètres épidémiologiques, environnementaux et immunologiques variables dans le temps et dans l'espace. Entre le paludisme stable et l'instable, il existe une gamme d'intermédiaires.

Le paludisme stable est caractérisé par une transmission perenne ou étalée sur une longue période. Il y a une constante réinfection des sujets, les enfants acquièrent une prémunition avant l'âge de 10 ans et les adultes ne font pas ou font peu d'accès palustres. L'endémicité est élevée (Hyper à Holoendémie), il n'y a pas d'épidémie mais en zones de savane, on peut observer de fortes variations saisonnières de la prévalence parasitaire et de l'incidence du paludisme. Il sévit dans les zones forestières, préforestières et de savanes humides.

Le paludisme instable est caractérisé par une transmission saisonnière courte ou sporadique et une extrême variabilité de l'incidence de la maladie d'un mois à l'autre et d'une année à l'autre, avec de fortes différences d'une localité à l'autre dans la même zone. La faiblesse de la transmission et son interruption sur une longue période, suite à un manque de précipitation (désert) ou en raison de températures trop basses (montagnes), font que la prémunition est très faible voire nulle. Les risques d'épidémies sont importants, ces dernières sont meurtrières et sont en général provoquées par tous les facteurs entraînant un accroissement du contact homme/vecteur. L'épidémie est caractérisée par une égale répartition de la prévalence parasitaire et une similitude des cas cliniques dans tous les groupes d'âges.

Une classification idéale devrait prendre en compte la morbidité palustre qui résulte d'une rupture de l'équilibre entre l'intensité de la transmission et la prémunition qu'elle provoque. La prise en compte de l'ensemble des facteurs impliqués permet de définir, en un lieu donné, un faciès épidémiologique caractérisé par la dynamique et l'intensité de la transmission, le statut immunitaire des diverses classes d'âge, le nombre, la gravité et la dynamique de la morbidité. Un faciès est un ensemble de régions où les conditions climatiques et édaphiques imposent un certain mode de transmission qui se traduit par un certain niveau d'endémie de la parasitose et une incidence particulière de ses manifestations cliniques modulées par l'acquisition d'une immunité. A l'intérieur de chaque faciès, des facteurs naturels ou anthropiques apportent des variations limitées dans l'espace. Trois principaux

faciès épidémiologiques ont été identifiés en Afrique sub-saharienne : les faciès Equatorial, Tropical et Sahélien. A l'intérieur de chacun d'eux, des particularités géographiques ou des interventions de l'homme créent des situations particulières où l'expression de la maladie présente des caractéristiques différentes de celles du faciès dominant. Ainsi on distingue des faciès secondaires (urbain, lagunaire-saumâtre, montagnard, subdésertique et désertique...). Le paludisme est stable dans les faciès Equatorial et Tropical, intermédiaire à instable dans le faciès Sahélien et dans les faciès urbain, montagnard, lagunaire, subdésertique et désertique.

## Impact des aménagements hydroagricoles sur la transmission

Les rizières irriguées sont les principaux aménagements hydro-agricoles réalisés au Sénégal. Or, on sait qu'elles peuvent avoir des répercussions profondes sur les maladies à transmission liée à l'eau, en particulier sur le paludisme.

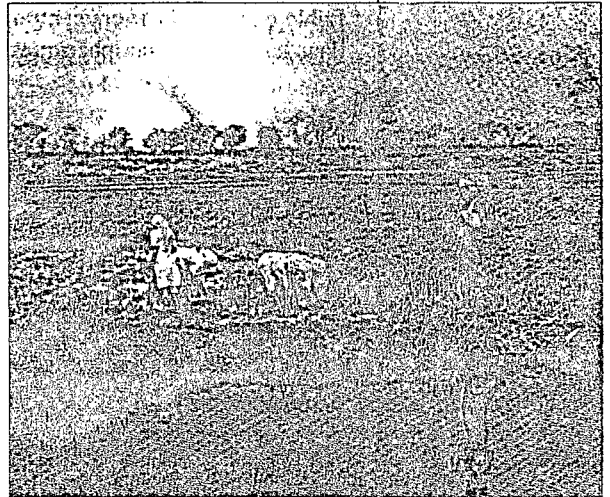
En effet, l'irrigation est un facteur de multiplication des gîtes préimaginaux favorables aux anophèles dont *An. gambiae s. l.* Dans les zones sahéliennes et soudano-sahéliennes, elle étend voire déplace leur période de production qui peut alors couvrir la saison sèche habituellement sans anophèles. Au Sénégal, l'irrigation des périmètres rizicoles a entraîné une augmentation de la densité des populations anophéliennes mais n'a pas encore entraîné une augmentation de la transmission du paludisme. Dans les zones de riziculture irriguée de la Moyenne vallée du Fleuve Sénégal, l'agressivité des moustiques est élevée et les habitants se protègent en dormant sous des moustiquaires. Il y existe une nette relation entre la densité des populations d'*An gambiae s. l.*, l'usage presque généralisé de moustiquaires et l'importance de la zoophilie des vecteurs.

Dans le Delta du Fleuve Sénégal, *An. Pharoensis* est le moustique le plus abondant et le plus fréquent à proximité des rizières irriguées. Il y est très anthropophile mais sa faible longévité réduit ses aptitudes à assurer une bonne transmission du paludisme.

## Effets de l'urbanisation sur la transmission

Le paludisme en zone urbaine fait depuis quelques années l'objet d'importantes études en Afrique de

Dans les zones de rizières les populations sont particulièrement exposées.



l'Ouest. Toutes ces études ont abouti à des conclusions voisines. *An. gambiae s. l.* est le vecteur exclusif du paludisme urbain mais l'urbanisation se révèle très défavorable à sa multiplication. En effet, la pression démographique et ses conséquences (occupation du sol par les habitations et la pollution des gîtes potentiels), tendent à éliminer ou à réduire les populations vectorielles. De plus, la densité de la population humaine par rapport à celle des vecteurs et des divers niveaux de protection individuelle et collective réduisent le degré d'exposition de chaque habitant. Selon la nature du site et la qualité de l'urbanisation, la transmission est variable. Elle est en général faible et nettement plus basse en ville que dans la zone rurale périphérique. A l'intérieur de la ville, elle est plus faible dans les quartiers centraux plus urbanisés que dans les quartiers périphériques.

## Le polymorphisme du paludisme (faciès épidémiologiques)

Dans la majeure partie du territoire sénégalais, la transmission du paludisme s'effectue au cours de la saison des pluies et au début de la saison sèche, seule période où la densité des populations vectorielles est importante. Dans les localités situées en zone marécageuse ou à proximité d'un cours d'eau permanent ou temporaire, la transmission peut se poursuivre durant une partie plus ou moins importante de la saison sèche. Dans les zones sahéliennes et soudano-sahérientines, la transmission est très faible et n'est souvent pas perceptible. Les niveaux de la transmission varient considérablement selon les régions et dans une même région, d'une localité à l'autre et d'une année à l'autre suivant les conditions écologiques. On distingue deux principaux faciès épidémiologiques, le faciès tropical et le faciès sahélien (Carte). Dans le faciès tropical, la transmission est saisonnière longue (5 à 8 mois). Le taux d'inoculation entomologique (TIE) variable d'une année à l'autre est en général supérieur à 100 piqûres infectées par homme (PIH) et par an. La morbidité palustre est élevée surtout pendant la période de transmission (> 20% de l'ensemble de la

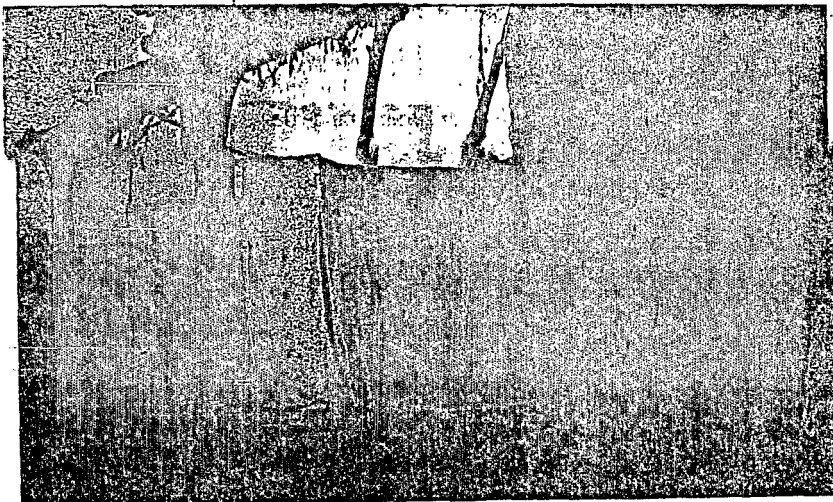
pathologie fébrile). Ce faciès est observé en Bassa Casamance, dans la région de Tambacounda et dans les autres régions, dans certaines localités situées à proximité de cours d'eau permanent. Dans le faciès sahélien, la transmission s'effectue pendant la courte saison des pluies de durée inférieure à 4 mois. Les TIE très fluctuants d'une année à l'autre, varient de 0 à une vingtaine de PIH/an. La morbidité est en général faible mais des épisodes à tendance épidémique peuvent être observés au cours des années où la pluviométrie est particulièrement importante. Dans ce faciès, on note une faible voire une absence de prémunition des individus qui font des accès graves lorsqu'ils sont contaminés. Ce faciès est observé dans les régions du Centre et du Nord. Cette stratification du paludisme évolutive, les modifications naturelles de l'environnement et les modifications anthropiques créent des conditions nouvelles en fonction desquelles l'expression de l'endémie peut changer.

## La lutte antipaludique (LAP)

La LAP comme toute action de santé publique prend en compte les données de base de l'épidémiologie de la maladie. Elle est définie comme l'ensemble des mesures destinées à supprimer ou tout au moins réduire la morbidité et la mortalité dues au paludisme. Elle comporte des actions curatives (prise en charge des malades) et des actions préventives (prévention de l'infection et de la maladie). La prévention de l'infection et de la maladie exige, dans un souci d'efficacité et de coût, des mesures simples et adaptées à chaque communauté et à leur correcte exécution.

La lutte antivectorielle (LAV) doit être associée aux moyens prophylactiques disponibles et ne peut être envisagée que quand on dispose de stratégies et de techniques efficaces. La LAV est actuellement la seule méthode de prévention collective utilisable presque partout. Elle a pour but de diminuer, et si possible de supprimer la transmission du parasite, donc de prévenir l'infection. Il s'agit d'une opération de masse, qui s'adresse à l'ensemble d'une communauté dont la taille varie du village au département voire au pays entier, suivant la dimension des foyers à réduire. Elle exige une couverture aussi exhaustive que possible et plus les zones concernées sont vastes, meilleurs sont les résultats car les infiltrations extérieures des hommes et des vecteurs sont alors minimisées. Sa mise en œuvre (généralement onéreuse) ne peut être limitée dans le temps et doit s'appuyer directement sur les structures spécialisées (parfois absentes) et impliquer les structures sanitaires existantes (intégration au système de services de santé primaires). La LAV peut s'adresser aux différents stades de développement des vecteurs, mais la prévention individuelle ou collective (suppression ou réduction du contact homme-vecteur) s'adresse aux femelles, seules responsables de la transmission. La LAV fait appel à des moyens divers : mécaniques (aménagement et modification de l'environnement) chimiques (emploi

L'utilisation de moustiquaire doit être généralisée.



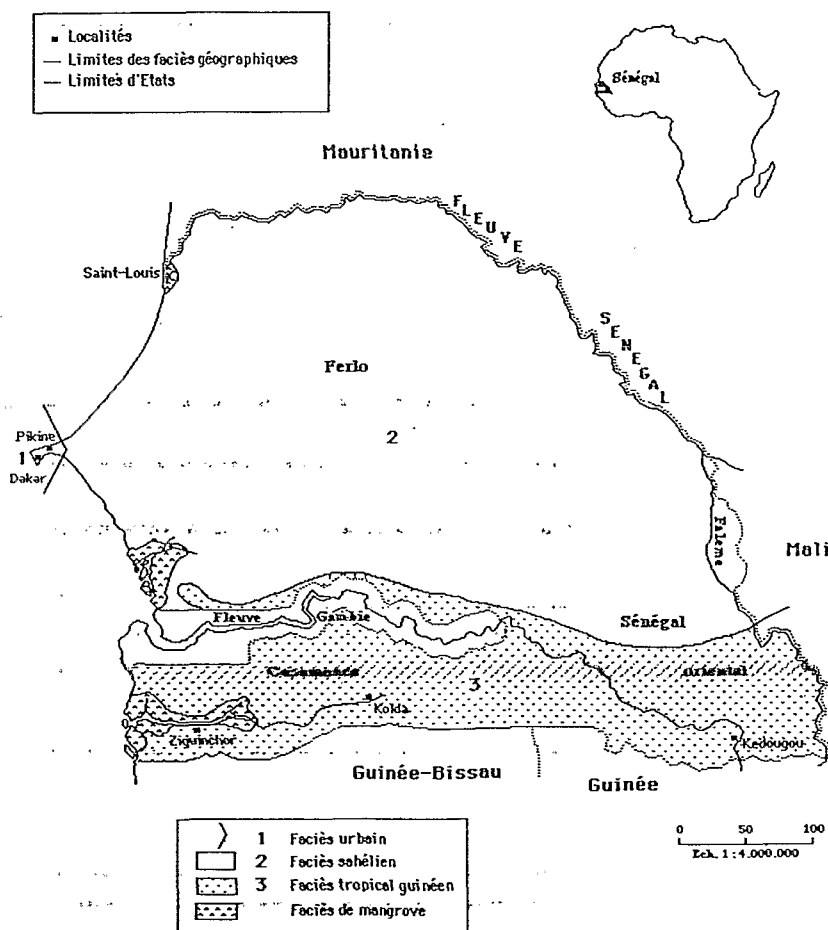
d'insecticides ou d'insectifuges) et biologiques (utilisation d'organismes entomopathogènes ou entomophages).

Les populations ont toujours cherché à se protéger des piqûres des moustiques en érigeant des barrières physiques ou chimiques. L'utilisation des moustiquaires de lits, par exemple, pour se protéger des piqûres de moustiques est très ancienne. Bien utilisées, elles offrent une protection totale contre les moustiques et la barrière physique qu'elles constituent peut être renforcée par une barrière chimique en les imprégnant avec un insecticide efficace. Depuis les années 1970, plusieurs essais ont été réalisés avec différents insecticides. A l'heure actuelle, deux produits appartenant à la classe des pyréthrinoïdes sont les seuls ou les plus utilisés pour l'imprégnation. Il s'agit de la Permethrine à 300 mg/m<sup>2</sup> et de la Deltaméthrine à des doses de 15 à 25mg/m<sup>2</sup>. Ces deux produits ont un effet "Knock-down" foudroyant et tuent les moustiques avant qu'ils ne piquent. Imprégnée, la moustiquaire se présente comme un piège très attractif et mortel pour les moustiques attirés par l'homme (occupant). C'est un système très peu polluant et très sélectif, une imprégnation correctement effectuée et aux dosages recommandés, peut rester efficace pendant au moins un an si la moustiquaire n'est pas lavée. Elle est sans effet répulsif pour les moustiques et sans danger pour l'homme (DL 50 : 4g/kg : Permethrine et 2g/kg : Deltaméthrine). Les contraintes identifiées sont liées au coût et à l'acceptation des moustiquaires. Dans les zones où la nuisance culicidienne est forte ou dans les régions chaudes où les gens dorment souvent à l'extérieur, l'utilisation des moustiquaires est bien ancrée dans les mœurs. En général, elles sont bien acceptées là où il y a beaucoup de moustiques et délaissées ou inconnues là où il y a peu de moustiques. L'agressivité des moustiques est l'élément motivant des populations parfois moins sensibles à l'évocation du risque d'infection palustre. La LAV par pulvérisation intradomiciliaire d'insecticides peut être envisagée dans certaines situations dans les régions de paludisme instable en cas d'épidémies. Des essais de LAV menés dans la communauté rurale de Pout (région de Thiès) ont montré que les traitements intradomiciliaires peuvent réduire la transmission à un niveau très bas. Mais le traitement spatial en volume ultra-faible (ULV) de la même localité avec des pyréthrinoïdes a été sans effet sur les populations vectorielles. De même que l'efficacité de différentes méthodes de lutte antilarvaire ne semble pas être évidente, les essais menés à Pout n'ont pas été concluants.

anthropiques. Les caractéristiques générales du paludisme au Sénégal peuvent se résumer comme suit : (1) La transmission est saisonnière et sa durée diminue du Sud au Nord suivant les situations écologiques (2) la dynamique des populations vectorielles, sous la dépendance des facteurs climatiques, est modifiée par les activités humaines, (3) l'intensité de la transmission varie en fonction de l'efficacité et de l'abondance du vecteur, elle est beaucoup plus élevée au Sud tropical que dans le Nord sahélien.

L'hétérogénéité de l'endémie palustre exige, dans une perspective de lutte, la définition d'objectifs prioritaires et l'élaboration de stratégies adaptées à chaque situation épidémiologique. **Nous retiendrons qu'après une première grande campagne de lutte contre le paludisme et ses vecteurs qui a duré des décennies, cette endémie reste toujours un problème de santé publique en Afrique Tropicale. De cette campagne de lutte a été tirée une principale leçon : il n'est pas possible de vaincre une endémie comme le paludisme avec une stratégie basée sur une seule mesure de lutte.** ●

## Faciès épidémiologiques du paludisme



## Conclusion

Les observations faites au Sénégal sur le paludisme au cours de ces vingt dernières années, montrent qu'il est endémique dans tout le pays. Mais les niveaux d'endémicité et les modalités de la transmission varient suivant les situations écologiques, climatiques et