REVUE GENERALE

LA LUTTE ANTIVECTORIELLE, PERSPECTIVES ET REALITES

P. CARNEVALE

RESUME - Dans la Stratégie Globale de Lutte contre le Paludisme de l'Organisation Mondiale de la Santé, la lutte antivectorielle sélective et adaptée est l'une des mesures à développer pour compléter la prise en charge des cas et pour le contrôle des épidémies. La lutte antivectorielle peut être dirigée contre les larves ou les adultes, mais deux éléments doivent être évalués :
– les mesures de lutte antivectorielle doivent être choisies en tenant compte de la diversité éco-épidémiologique, qui doit être bien comprise avant de débuter une action d'envergure ;
– les outils efficaces existent, que ce soit pour un emploi à grande échelle ou pour une utilisation au domicile. L'aspersion domiciliaire reste la méthode de choix pour la lutte contre les épidémies mais elle doit être utilisée avec prudence. Pour diverses raisons bien connues, elle sera utilisée de manière sélective dans les pays endémiques.
Les mesures de protection personnelles sont mises en avant car les moustiquaires de lit imprégnées d'insecticide rémanent et les autres mesures ont fait la preuve de leur efficacité dans diverses situations. L'utilisation à grande échelle des moustiquaires de lit imprégnées d'insecticide implique une forte participation communautaire soutenue par des opérateurs de santé communautaire bien motivés, la disponibilité des équipements appropriés (moustiquaires et insecticides), une collaboration intersectorielle à tous les niveaux, des opérateurs de santé correctement formés, de l'échelon central au niveau le plus périphérique, des messages éducatifs appropriés, sur la base d'enquêtes CAP, élaborés après études.
Il faut garder à l'esprit que l'évaluation de l'impact de la lutte antivectorielle doit être faite selon des critères épidémiologiques comme la réduction de la morbidité et de la mortalité attribuables au paludisme.

MOTS-CLES - Paludisme, lutte antivectorielle.

VECTOR CONTROL, PERSPECTIVES AND REALITY

ABSTRACT - In the WHO Global Strategy for Malaria Control, selective and sustainable vector control is one of the measures to be implemented to complement case management and for the control of epidemics. Vector control can be targeted against larvae and adults, but two elements must be recognized :
– vector control measures must be selected according to the existing eco-epidemiological diversity, which has to be well understood before embarking upon any extensive action ;
– efficient tools are currently available, both for large scale and household use. House spraying is still the method of choice for epidemic control but must be carefully considered and used selectively in endemic countries for various well known reasons.
The promotion of personal protection measures for malaria prevention is advocated because insecticide-impregnated mosquito nets and other materials have proved to be effective in different situations. Implementation, sustainability and large scale use of impregnated nets implies a strong community participation supported by well motivated community health workers, the availability of suitable materials (insecticide, mosquito nets), intersectorial collaboration at all levels, well trained health workers from central to the most peripheral level and appropriate educational messages (Knowledge, Attitude and Practices) adapted and elaborated after surveys.
It has to be kept in mind that the evaluation of the impact of vector control activities will be made in epidemiological terms such as the reduction of malaria morbidity and mortality.

KEY WORDS - Malaria, vector control.

Le paludisme est la maladie parasitaire la plus répandue dans le monde et on considère que 42% de la population mondiale vit en zone impaludée (1). La lutte contre le paludisme doit donc être considérée comme une priorité et un « défi à la solidarité internationale » (2).

L'O.M.S. a développé une Stratégie Globale (3,4) fondée sur le diagnostic précoce et le traitement rapide de la maladie, la planification et la mise en œuvre de mesures de prévention sélectives et durables, dont la lutte antivectorielle, la détection rapide des épidémies et les mesures

– *Travail de la Division de la Lutte contre les Maladies Tropicales, Organisation Mondiale de la Santé (P.C., Entomologiste médical, Directeur de recherches).*

– *Correspondance : Pierre CARNEVALE, Unité de la Formation, Division de la Lutte contre les Maladies Tropicales, Organisation Mondiale de la Santé, CH 1211, Genève 27, Suisse.*

(Med. Trop. 1995 ; 55 : 56S-65S)

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote : B*5110 Ex 1

permettant de les circonscrire ou de les prévenir, la réévaluation régulière de la situation du paludisme dans les pays et en particulier des déterminants écologiques, sociaux et économiques de la maladie.

La lutte antivectorielle apparaît donc bien comme partie intégrante de la lutte contre le paludisme dont elle constitue une des premières méthodes préventives et le complément naturel du volet curatif habituel (*case management*). De plus, le développement de la pharmacorésistance chez *Plasmodium falciparum* souligne toute l'importance à donner à la lutte contre le vecteur. En effet, ces dernières années, on a peut-être eu trop souvent tendance à oublier que le paludisme est une maladie transmise par un vecteur biologique, l'anophèle, et que limiter le contact entre l'homme et le vecteur aura une double action en évitant le passage du parasite de l'homme infecté, réservoir du parasite, au vecteur anophélien, ce qui limite alors l'infectivité de la population anophélienne considérée, et du vecteur à l'homme, limitant ainsi l'inoculation du parasite dans l'homme, donc l'incidence de la parasitose, voire de la maladie.

La situation du paludisme est beaucoup plus complexe que les schémas classiques ne l'indiquent et il est possible de parler des paludismes pour souligner la notion de diversité des faciès épidémiologiques (5). Au niveau des vecteurs, il y a quelques 400 espèces d'anophèles avec une soixantaine de « bons vecteurs » (tableau I) ayant des biologies (écologies, éthologies) larvaires et imaginales différentes (6).

La diversité des parasites fait l'objet de recherches et de discussions importantes et passionnées (7). Il en est de même de la diversité des phénomènes immunologiques qu'il importe de mieux connaître, notamment dans le cadre de la mise au point et de l'évaluation des vaccins antipaludiques (8). La diversité des contextes socioculturels et économiques est un facteur incontournable dans l'élaboration des stratégies de lutte. Ainsi, des modèles de stratification ont pu être élaborés en se basant sur différents critères discriminants (9). La diversité des situations écologiques, par exemple, est telle qu'elle a permis d'envisager une typologie du paludisme en Afrique sub-saharienne (10). En effet, des huttes pygmées de la forêt tropicale aux abris peulhs des zones sahéliennes, des maisons mossi de la savane burkinabé aux maisons sur pilotis de la zone lagunaire de Ganvié au Bénin, des zones urbaines généralement propices au développement des *Culex quinquefasciatus* plutôt qu'à celui des anophèles, aux abris temporaires des populations déplacées, les situations éco-épidémiologiques et socio-économiques sont extrêmement variées. Elles doivent être connues pour mieux adapter la lutte à la dynamique des relations hôte/vecteurs/parasites dans chaque biotope et pouvoir l'évaluer. Il faut actuellement considérer que la lutte antivectorielle va s'évaluer non seulement en termes entomologiques mais aussi et surtout en termes épidémiologiques, c'est-à-dire en termes d'impact sur la morbidité palustre et la mortalité attribuable au paludisme.

Il faut bien connaître l'ensemble des facteurs intervenant dans l'épidémiologie, locale/régionale, du paludisme et pour mieux lutter au niveau entomologique (11), il faut savoir et pouvoir développer des stratégies aussi adaptatives que le(s) vecteur(s) considéré(s). Malgré leur diversité, un des points communs de ces situations réside dans le comportement de piqûres des anophèles qui est essen-

Tableau I - ***Les principales espèces anophéliennes vecteurs du paludisme humain.***

ZONE	VECTEURS PRINCIPAUX	VECTEURS SECONDAIRES
Nord -Américaine	*An. quadrimalacus* *An. freeborni*	*An. albimanus*
Amérique Centrale	*An. albimanus* *An. aquasalis* *An. darlingi* *An. pseudopunctipennis*	*An. albitarsis* *An. allopha* *An. aztecus* *An. punctimacula*
Sud-Américaine	*An. darlingi* *An. pseudopunctipennis* *An. nuneztovari* *An. albimanus* *An. albitarsis* *An. aquasalis* *An. punctimacula* *An. bellator* *An. cruzii* *An. trinkei*	*An. braziliensis* *An. argyritarsis*
Méditerranéenne	*An. atroparvus* *An. labranchiae* *An. sacharovi*	*An. claviger* *An. hispaniola* *An. messae* *An. pattoni*
Eurasie septentrionale	*An. atroparvus* *An. sacharovi* *An. superpictus*	*An. messae* *An. pattoni* *An. sinensis*
Afro-arabe	*An. sergenti* *An. pharoensis*	*An. hispaniola* *An. multicolor*
Afro-tropicale	*An. gambiae* *An. arabiensis* *An. funestus* *An. melas* *An. merus* *An. moucheti* *An. nili* *An. pharoensis*	*An. coustani* *An. hargreavesi* *An. paludis*
Indo-iranienne	*An. culicifacies* *An. fluviatilis* *An. stephensi* *An. superpictus* *An. pulcherimus* *An. tesellatus*	*An. annularis* *An. pulcherimus* *An. saccharovi* *An. tesellatus*
Collines indochinoises	*An. dirus* *An. fluviatilis* *An. minimus* *An. maculatus*	*An. annularis* *An. culicifacies* *An. nigerrimus*
Malaisienne	*An. aconitus* *An. philippinensis* *An. balabacensis* *An. campestis* *An. dirus* *An. sundaicus* *An. maculatus* *An. minimus* *An. nigerrimus*	*An. subpictus* *An. whartoni* *An. donaldi* *An. ludlowae* *An. letifer* *An. leucosphyrus*
Chinoise	*An. sinensis* *An. minimus* *An. anthropophagus* *An. dirus*	*An. pattoni* *An. jeyporensis*
Australiennes	*An. farauti* *An. bancrofti* *An. punctulatus*	*An. hilli* *An. karwari* *An. koliensis* *An. subpictus*

tiellement nocturne (12), de sorte que, de façon populaire, on peut dire que l'anophèle se lève quand le soleil se couche et qu'elle va alors partir à la recherche de son repas de sang. C'est là qu'il est généralement le plus facile de l'attendre et de l'atteindre.

La lutte antivectorielle doit faire face à plusieurs contraintes, dont la résistance des vecteurs à certains insecticides (13), mais elle dispose toujours de nombreux « outils » performants valables contre les larves et les adultes (14).

LA LUTTE ANTILARVAIRE

La lutte contre les larves peut faire appel à des méthodes physiques, chimiques et biologiques.

Les méthodes physiques entrent plutôt dans le cadre des aménagements de l'environnement à grande échelle (drainage...) ou à l'échelle « domestique ».

La lutte biologique a suscité bien des espérances par l'emploi de différents entomopathogènes des stades préimaginaux (15). Les poissons larvivores, souvent préconisés dans le cadre de la lutte biologique (16), ne peuvent être efficaces que dans des situations écologiques particulières (îles, oasis) (17) et, de façon générale, lorsque les gîtes larvaires sont bien identifiés, comme à Djibouti (18), ou les citernes en Somalie (19), les bassins d'eau à Assab, Ethiopie (20).

L'emploi des biopesticides (21) est limité par la faible rémanence des produits dans les conditions naturelles (22). Des larvicides, préparés à partir de plantes locales, ont montré une grande efficacité contre *Anopheles gambiae* (23).

Le traitement insecticide classique est essentiellement basé sur le téméphos ou Abate®, le larvicide de choix (24), formulé en granulés faciles à répandre sur les gîtes et qui associe une grande efficacité sur les anophèles, une bonne rémanence et une innocuité sur la faune non cible, notamment sur l'homme. Ce produit est d'ailleurs l'insecticide de choix dans la lutte contre *Aedes aegypti*, qui implique le traitement des eaux de boissons stockées dans les jarres, les canaris et autres gîtes domestiques propices au développement de cette espèce.

Malgré la disponibilité de ces méthodes, la lutte antilarvaire est limitée par quatre difficultés majeures au niveau opérationnel :

– les préférences écologiques de certaines espèces : dans le cas d'un vecteur comme *Anopheles gambiae s.l.*, la lutte antilarvaire se heurte à la multiplicité des gîtes. Cette espèce peut accomplir son site préimaginal dans des biotopes très variés, des petites flaques temporaires comme les empreintes de pas, les ornières de voitures, les trous d'emprunt de terre, aux vastes zones rizicoles dont les casiers à riz sont propices au développement des larves à certaines périodes de la riziculture (25,26). Dans le cas d'espèces vivant dans des rizières permanentes comme *Anopheles nili* (27) ou *Anopheles moucheti* (28), la mise en œuvre de la lutte devra intégrer et maîtriser de nombreux paramètres écologiques.

– Les contraintes épidémiologiques : un des éléments à connaître est que la lutte anti-larvaire n'intervient qu'au niveau de la réduction de la densité des anophèles. Or, au plan épidémiologique, le paramètre clé dans la transmission du *Plasmodium* est la longévité du vecteur. Si la longévité de l'anophèle est inférieure à la durée du cycle sporogonique du parasite (fig. 1) il n'y aura évidemment pas de transmission.

Dans les zones d'endémie palustre stable, il faut obtenir une très grande efficacité dans la lutte antilarvaire pour avoir réellement un impact sur la transmission qui peut être maintenue même avec une très faible densité (29). La lutte anti-larvaire peut alors être envisagée essentiellement en zone de paludisme instable et comme complément de la lutte anti-adulte dans le cas d'espèce à tendance exophile.

– L'absence actuelle de ressources humaines : la lutte anti-larvaire nécessite effectivement une technicité certaine

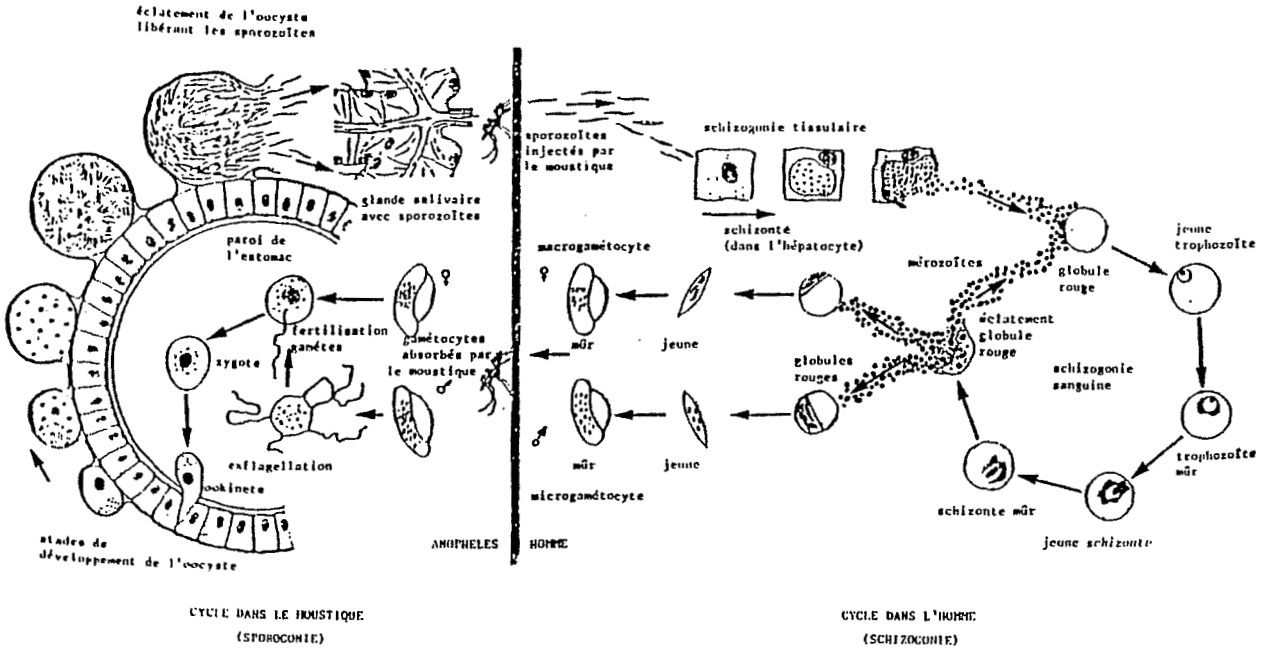

Figure 1 - *Cycle biologique de* Plasmodium falciparum.

et ne peut être envisagée au niveau des communautés sans un encadrement régulier.

– L'utilisation intense d'insecticides au niveau larvaire peut participer à induire une forte pression de sélection des souches anophéliennes résistantes à la famille de composés chimiques choisis, voire à d'autres par des phénomènes bien connus de résistance croisée. Il importe donc que la gestion des programmes soit confiée à des spécialistes.

LA LUTTE ANTIIMAGINALE

La lutte contre les adultes peut faire appel à des méthodes physiques, biologiques ou chimiques qui ont leurs avantages et inconvénients mais dont il importe de connaître les conditions d'emploi et les limites en termes d'efficience et d'efficacité

* *La lutte biologique*

Après avoir beaucoup cru dans la technique dite des « mâles stériles », la lutte biologique (30) s'oriente actuellement vers des « moustiques transgéniques » qui, à l'issue de manipulations génétiques, ne pourraient plus assurer l'accomplissement du cycle sporogonique du *Plasmodium* (31,32,33,34). Pour l'instant, il faut considérer cette méthode comme encore au stade de la recherche et non opérationnelle dans le contexte habituel du terrain (35).

* *La lutte physique*

Elle consiste à empêcher l'anophèle de piquer l'homme en installant les habitations humaines à distance des gîtes larvaires, ou en interposant une barrière « mécanique » (grillage de fenêtres, moustiquaires) limitant l'accessibilité de l'hôte pour les anophèles à la recherche du repas de sang. Notons que quatre siècles avant J.C., Hippocrate préconisait d'habiter loin des marécages pour éviter d'avoir des fièvres et une grosse rate. Ce conseil est toujours d'actualité. Dans le même esprit, il a été envisagé de disposer du bétail entre les gîtes larvaires et les maisons pour entraîner une « déviation trophique » vers les animaux (zooprophylaxie).

* *La lutte chimique*

Cette forme de lutte a toujours le grand avantage de pouvoir bénéficier d'une gamme étendue d'insecticides appartenant à plusieurs familles (organochlorés, organophosphorés, pyréthrinoïdes, carbamates) (36) dont le choix dépendra, entre autres, de trois paramètres clés relatifs aux vecteurs et aux produits :

– La résistance du vecteur considéré aux produits envisagés ou disponibles. Ces résistances doivent donc être précisément évaluées avant le début de toute campagne de lutte antivectorielle, mais aussi au cours de la campagne pour pouvoir effectuer les changements éventuels nécessaires. Des comités d'experts de la lutte antivectorielle font régulièrement le point de la situation (13).

– Le comportement du vecteur : ces produits chimiques peuvent induire des modifications de comportement des moustiques (phénomènes d'irritation ou d'excito-répulsivité) entraînant des processus d'évitement de la surface traitée et limitant alors l'efficacité réelle du produit.

– L'influence du produit sur l'environnement (biodégradabilité), flore, faune et bien sûr, son absence de toxicité pour l'homme dans le respect des conditions d'emploi, ainsi que la nature de la surface traitée et la rémanence du produit qui conditionnent le rythme des traitements.

De façon schématique, la lutte contre les adultes peut être considérée selon deux concepts majeurs, la lutte à grande échelle et la lutte à l'échelle individuelle et familiale

* *La lutte à grande échelle est basée sur l'épandage des insecticides, aspersions intradomiciliaires (37) ou pulvérisations spatiales*

L'emploi à grande échelle des insecticides nécessite une technicité certaine et ne peut être confiée à du personnel non formé correctement. Cette méthode classique trouve toujours sa justification en zone ou en période d'épidémie, comme cela a été démontré pour arrêter l'épidémie de Madagascar (38), et dans des zones où l'aménagement de l'environnement a causé une pullulation anophélienne et une augmentation des risques de transmission au niveau de populations non prémunies comme dans la zone rizicole de la Rusizi (39,40). Tout un arsenal d'insecticides est actuellement utilisé, du DDT (41) à la deltaméthrine, en passant par le malathion (42), le propoxur (43), le fénitrothion (44), le bendiocarb (45) et la lambdacyhalothrine (46). Tout un arsenal d'appareils est actuellement disponible pour réaliser les aspersions intradomiciliaires classiques, mais il faut apprendre à se servir correctement des équipements pour déposer les doses adéquates d'insecticides sur les murs, dans les maisons ou les abris où se reposent les moustiques, avant ou après leur repas de sang. Dans certaines situations, il n'est pas possible de traiter l'intérieur des maisons, qui n'existent pas en tant que telles, et on peut utiliser des brumisateurs pour des pulvérisations spatiales de produits préparés en volume ultra faible (*ultra low volume*, ou ULV) (47), en associant des pyréthrinoïdes et ceci permet une lutte généralisée contre les insectes vecteurs et les nuisances entomologiques.

* *En regard de ces méthodes communautaires, il est possible d'utiliser des méthodes de protection individuelles et familiales*

Ces méthodes comprennent des méthodes physiques ou chimiques (27), comme les grillages moustiquaires aux fenêtres, reprenant ainsi la méthode des maisons dites *Mosquito proof* (6), ou différentes méthodes de protection personnelle telles que le badigeonnage de répulsifs sur la peau (49), le traitement des vêtements par des insecticides/insectifuges (50), les tortillons fumigènes antimoustiques, dont l'efficacité est relative (51,52), les plaquettes et plus récemment, les moustiquaires, préconisées dès 1911 par Ross comme méthode de prévention du paludisme, mais qui connaissent un regain d'intérêt avec la mise au point des méthodes d'imprégnation de moustiquaires (53,54). En effet, les limitations physiques de la moustiquaire normale sont bien connues : mal bordées ou mal entretenues, elles laissent alors passer les moustiques (55) ; ceux-ci peuvent piquer si une partie du corps est au contact de la moustiquaire. Enfin, une moustiquaire normale n'empêche pas les moustiques de rentrer dans la maison et d'importuner les habitants par le bruit de leur vol. Depuis une décennie ont été développées les mous-

tiquaires imprégnées d'insecticide du type pyréthrinoïde : perméthrine, deltaméthrine, lambdacyhalothrine, alphaméthrine (56,57,58). Les techniques d'imprégnation sont simples (59) : imprégnation individuelle ou collective par trempage ou imprégnation collective par aspersion des moustiquaires des populations, directement dans le village. De très nombreux essais ont été réalisés ces dernières années en Amérique du Sud, en Asie du Sud-Est, en Afrique sub-saharienne (60), qui ont confirmé les possibilités des moustiquaires imprégnées dans la limitation du contact hôte/vecteur et du paludisme (61,62).

Au Cameroun, l'emploi généralisé des moustiquaires imprégnées de deltaméthrine dans le village de Mbébé Kikot (63), près du fleuve permanent Sanaga a entraîné une chute de 62% du taux de piqûres d'*Anopheles nili*, vecteur permanent dont les larves vivent dans la rivière, et d'*Anopheles gambiae*, le vecteur classique, surtout abondant en période d'étiage, une chute de 78% du taux d'inoculation et une chute de 98% de la capacité vectorielle. En regard de ces résultats entomologiques encourageants, les huit enquêtes parasitologiques classiques ont montré des indices plasmodiques d'environ 72% chez les enfants, sans variation notable, une chute des charges parasitaires de 10 à 3%pour les parasitémies de 5 à 10000 /µl, de 6 à 1,5% pour les parasitémies supérieures à 10.000/µl.

Au Zaïre, KARCH et coll. (64) ont montré qu'à la suite de la mise en place de moustiquaires imprégnées (deltaméthrine, 25 mg m.a./m^2), « la densité de population d'*Anopheles gambiae*, vecteur exclusif du paludisme, a diminué de 94% dans le village protégé. Le taux d'inoculation a diminué de 98%, soit 3,7 piqûres infestantes par an, contre 182 avant le traitement. Les fortes parasitémies (> 10.000 /µl) ont baissé de 77% dans le groupe d'âge de 0 à 7 ans et de 67% dans celui de 8 à 14 ans ». Les auteurs concluent que « les résultats de l'utilisation des moustiquaires imprégnées sont donc excellents en termes de santé publique ».

Au Burkina-Faso, la mise en place des moustiquaires imprégnées de deltaméthrine (25 mg m.a./m^2) dans un village de la zone de savane des environs de Bobo-Dioulasso (65) a entraîné une réduction de 93% de la transmission du paludisme assurée par *Anopheles gambiæ* et *Anopheles funestus*, avec une diminution de 400 à 100 piqûres infectées/homme/an à Massasso, village protégé, tandis que dans le village témoin, Koko, la transmission a, naturellement, augmenté de 100 à 200 piqûres infectées/homme/an. L'action de l'insecticide a porté sur la densité des vecteurs, leur longévité et leur infectivité. Au plan parasitologique, l'indice plasmodique des enfants de moins de 15 ans est resté stable. En revanche, le pourcentage d'enfants ayant des parasitémies de plus de 10.000/µl a diminué de 4,3 à 2,1% à Massasso, tandis qu'à Koko, il est resté stable, de 4,5 à 3,9%. Les consultations faites au dispensaire ont montré, avec les biais bien connus inhérents à ce gene d'études, que le paludisme représentait 13,6% des consultations la première année et, la deuxième année, 4,4% des consultations des habitants de Massasso et 8,7% de celles des habitants de Koko. Chez les enfants de moins d'un an, la morbidité palustre est beaucoup plus faible dans le quartier protégé (2 cas sur 60 consultations) que dans le quartier-témoin (4 cas sur 35 consultations). Après analyse statistique des données, RICHARD a conclu que la mise en place des moustiquaires imprégnées avait permis de réduire de 59% l'incidence du paludisme dans la population protégée.

Toujours au Burkina-Faso, l'imprégnation des moustiquaires des habitants d'un village de la zone rizicole de la Vallée du Kou (66) a montré que lorsque toutes les moustiquaires ont été traitées, la transmission a chuté de 94%. Une vaste enquête parasitologique (12 passages) n'a pas permis de relever de différence au niveau de la prévalence plasmodiale. Une enquête par dépistage actif sur un échantillon représentatif (61) des enfants a montré que le nombre d'accès palustres a été significativement moins élevé chez les enfants dormant sous moustiquaires imprégnées (9 cas sur 3341 consultations) que chez ceux dormant sous leurs moustiquaires habituelles (21 cas sur 3398 consultations), soit une réduction de 56%.

De très nombreuses et complètes études ont été récemment réalisées en Gambie (62). SNOW et coll. (67) ont montré que lorsque les moustiquaires imprégnées de perméthrine avaient été installées dans les villages, la transmission du paludisme a été réduite de 90%, chiffre comparable à celui observé à Bobo-Dioulasso. Le taux de « fièvre + *Plasmodium* » a baissé de 70%, et le taux de fièvre + parasitémie élevée (> 5.000/µl) a baissé de 63%, là encore une valeur comparable à celle trouvée à Bobo-Dioulasso. Dans cette région, il a été rapporté que l'emploi généralisé des moustiquaires imprégnées aurait aidé à la réduction de la mortalité juvénile générale de 63% et la mortalité spécifique de 70% (68).

En Guinée Bissau, JAENSON et coll. (69) ont montré que l'introduction de moustiquaires en nylon imprégnées de perméthrine (0,5 gr m.a./m^2) a induit une réduction de 93,7% de la densité de moustiques trouvés le matin dans les maisons, une réduction de 78% du taux d'inoculation par *Anopheles gambiæ s.l.*, une réduction significative de la prévalence des « maladies avec fièvre » chez les personnes protégées et une réduction de la prévalence plasmodiale chez les enfants de 2 à 9 ans de plusieurs villages.

En Tanzanie, une série d'études a été réalisée pour comparer l'efficacité des aspersions pariétales classiques au DDT, par rapport aux moustiquaires imprégnées de perméthrine ou de lambdacyhalothrine (70). La pose de moustiquaires imprégnées a réduit la transmission de plus de 90%, comme au Burkina-Faso, a réduit de 68% les fièvres palustres, a fortement réduit l'incidence de l'impaludation plasmodiale après négativation des enfants avec du Fansidar®. A Mlingano, 60% des enfants protégés par les moustiquaires imprégnées sont toujours négatifs la 20e semaine. Ce résultat est très indicatif de l'influence des moustiquaires imprégnées sur l'incidence de l'impaludation.

En Tanzanie également, STICH et coll. (71) ont montré que l'introduction de moustiquaires imprégnées de perméthrine (0,5 gr m.a./m^2) avait induit une réduction de 74 à 78% du taux hebdomadaire de réinfection des enfants (préalablement déparasités par un traitement complet de Fansidar®).

En Chine, dans l'île d'Haïnan, des essais ont été réalisés dans une zone où la transmission du paludisme est assurée par *Anopheles dirus*, espèce à tendance exophile, d'où les difficultés et les limitations du traitement pariétal classique (72). La mise en place des moustiquaires imprégnées a été suivie d'une diminution importante de l'incidence palustre, de 71% la première année et de 77%

la deuxième année. Avant la pose de moustiquaires imprégnées, *Plasmodium falciparum* représentait 68% des infections et *Plasmodium vivax* 32% des infections. Après la pose des moustiquaires imprégnées, seul *Plasmodium vivax* a été diagnostiqué.

En Chine également, l'emploi des moustiquaires imprégnées de deltaméthrine (15 mg m.a./m^2) dans le district de Buji, où 87% de la population dort sous moustiquaire, a entraîné une réduction de 93% de la densité de vecteurs, *Anopheles sinensis* et *Anopheles anthropophagus*, trouvés le matin dans les maisons. L'incidence palustre mensuelle a diminué de 92,7% par rapport à l'année témoin. La troisième année de l'étude, l'incidence palustre mensuelle a diminué de 98% (73). Plusieurs millions de chinois dorment désormais sous moustiquaires imprégnées et le paludisme est bien « sous contrôle » et non « éradiqué ».

PROBLEMES ET CONTRAINTES

La lutte antivectorielle dispose d'outils variés et efficaces, techniquement valables, pour faire face à toutes les situations, endémiques et épidémiques. La question principale est alors : qu'est-ce qui freine son application dans la lutte antipaludique ?

Schématiquement, il est admis que ces freins sont attribués aux manques de ressources matérielles et humaines. Il est toujours très difficile de faire une analyse coût/efficacité des actions de lutte antivectorielle du fait des nombreux paramètres à considérer (74), en fonction des stratégies envisageables. Les grandes campagnes d'aspersion intradomiciliaire d'insecticides à effet rémanent (*house spraying*) nécessitent une planification et une organisation rigoureuses et induisent des coûts importants au niveau des personnels, des déplacements, de la logistique, des insecticides ou des équipements. A Madagascar par exemple, il aurait été utilisé, pour le traitement des maisons, 58 tonnes de DDT en 1988-1989, 36 tonnes en 1989 et 46 tonnes en 1990-1991 (MOUCHET, com. pers.) avec un prix de l'ordre de 4 US $ le kilo (41). Le coût par personne protégée va augmenter lorsque l'efficacité du produit « bon marché » diminue et qu'il devient alors nécessaire d'opter pour d'autres produits. D'après MOUCHET (41), « le prix actuel de l'insecticide pour traiter 1m^2 au DDT varie de 0,9 à 1,2 cents pour l'Ikon et la K-othrine®, c'est-à-dire deux fois plus cher pour une rémanence inférieure, ce qui implique un renouvellement plus fréquent des traitements ».

Les nombreuses études consacrées au rapport coût annuel/vie sauvée et au rapport coût/bénéfice font état d'une grande variabilité selon les stratégies choisies et les lieux d'application (9). Selon ces auteurs, »*the costs per case prevented ranged from $ 2,10 to $ 259 (in 1987 US dollars)* », selon les méthodes de lutte antivectorielle employées (associées ou non à une chimiothérapie). De façon générale, il est considéré qu'une lutte basée sur la promotion et le développement des méthodes de protection personnelle et familiale (moustiquaires et autres matériaux imprégnés) sera moins onéreuse que les opérations classiques d'aspersion intradomiciliaire (BRINKMANN et KRINKMANN, com. pers.).

Bed-nets or spraying ? La question est posée (75) et, aux Iles Salomon, ces auteurs estiment que le coût des aspersions intradomiciliaires au DDT reviendrait à SI 8,53 $ par personne et par an, alors qu'il serait de SI 3,85 $ par personne et par an avec des moustiquaires imprégnées de perméthrine.

LI ZUZI et coll. (75) estiment que dans l'île d'Haïnan en Chine le coût du traitement des maisons par le DDT est de 0,15 US $ par personne par an et de 0,065 US $ par personne et par an dans le cas de l'imprégnation des moustiquaires des habitants à la deltaméthrine.

En Gambie, MAC CORMACK et coll. (76) estiment de leur côté à 1,24 US $ le coût annuel global, pour un enfant âgé de plus d'un an, de la prévention par moustiquaire imprégnée de perméthrine + chimioprophylaxie au Maloprim® et du traitement à la chloroquine d'un accès palustre.

En Gambie également, PICARD et coll. (77) estiment que le coût annuel d'un enfant protégé est de 5,65 US $ dans le cas de l'emploi de moustiquaires imprégnées, et de 7,46 US $, dans le cas d'une stratégie combinant moustiquaire imprégnée et chimioprophylaxie hebdomadaire par le Maloprim®. Le coût par épisodede paludisme évité chuterait de 40 à 22 US $ si l'insecticide passait de 35 à 15 US $ le litre. Pour ces auteurs, les résultats montrent que l'imprégnation des moustiquaires « *is a highly cost-effective means of averting childhood in The Gambia* », que le coût de la prévention du paludisme chez les enfants (6-59 mois), par association moustiquaire imprégnée et chimioprophylaxie hebdomadaire, est compétitif avec celui de la prévention de la diarrhée par promotion de l'allaitement maternel, que l'imprégnation des moustiquaires est une méthode efficace d'amélioration de la santé des enfants et confère, en plus, une protection efficace contre les autres vecteurs et nuisances entomologiques (mouches, punaises, poux, tiques, etc.) (78). Cette information sur l'effet « collatéral » des moustiquaires imprégnées est importante à retenir car c'est justement la lutte contre les nuisances qui motive les populations à employer des méthodes de protection familiale, notamment les bombes, serpentins, moustiquaires, voire l'imprégnation et la réimprégnation de leurs moustiquaires, comme l'ont constaté CHARLWOOD et DAGORO en Papouasie Nouvelle-Guinée (79).

UTILISATION A GRANDE ECHELLE DES MOUSTIQUAIRES IMPREGNEES

L'efficacité des moustiquaires imprégnées étant scientifiquement reconnue, le problème majeur réside en fait actuellement sur la faisabilité de leur emploi régulier, avec entretien et ré-imprégnation des moustiquaires, à grande échelle, par les populations elles-mêmes. Pour obtenir une adhésion/participation effective des communautés, il faut notamment avoir leur confiance, ou la gagner (80), intégrer l'action de lutte antivectorielle dans un ensemble de mesures bien perçues par les collectivités (hygiène, gain, amélioration du cadre de vie, etc...) et adapter les messages de sensibilisation (I.E.C.) aux comportements, attitudes et pratiques (C.A.P.) des populations concernées. Dans le cadre de la promotion des moustiquaires imprégnées, de nombreuses enquêtes C.A.P. ont été récemment réalisées en Afrique centrale (81,82,83,84) et occidentale (76,85,86,87).

Ces enquêtes de comportement procurent 4 informations de base : la grande majorité des personnes interrogées déclarent procéder à des actions de lutte contre

les moustiques dans leur maison (> 90% des ménages dans certaines zones ou quartiers) ; la raison principale est la nuisance, pas la maladie ; les méthodes utilisées sont très variées, mais finissent par revenir cher : les moustiquaires imprégnées sont encore peu connues, mais l'*a priori* est généralement favorable ; ces actions sont menées à l'échelon familial, peu ou prou à l'échelon communautaire.

Ces enquêtes indiquent toutes que les populations se plaignent principalement de la nuisance occasionnée par les moustiques en termes de piqûres et bruit (70% des raisons évoquées). Le rôle vecteur des maladies n'intervient que bien après (environ 20% des motifs) et parmi celles-ci sont cités le paludisme, le SIDA, le prurit, les filaires. Contre cette nuisance, différentes méthodes de lutte sont mises en œuvre à l'échelon familial : bombes insecticides, serpentins, ventilateurs, moustiquaires, fumigation d'herbes locales, répulsifs chimiques ou naturels. La gamme est très étendue. Mais ces comportements induisent des coûts qui finissent par être conséquents.

A Kinshasa, plus de 90% des ménages prennent des mesures de protection contre les moustiques, notamment les serpentins, les bombes insecticides et les moustiquaires de lit (88). Les dépenses ont été estimées à 8,10 US $ par mois et par ménage (amplitude = 0,4 - 64 US $, médiane 5 US $), soit environ 97 US $ par an ou environ 525 FF par an et par foyer.

A Douala où, dans certains quartiers, les populations utilisent simultanément plusieurs méthodes pour se protéger d'une agressivité importante de *Culex quinquefasciatus* (82), mais principalement les moustiquaires, les bombes et les serpentins, la dépense a été estimée à 816,20 FF par foyer et par an (1 foyer = 7,1 personnes, soit une dépense annuelle moyenne de l'ordre de 115,00 FF par personne).

A Yaoundé, où les gens utilisent surtout les bombes insecticides et les serpentins (*mosquito-coils*), DESFONTAINE et coll. (81) estiment que « le budget moyen annuel de protection (contre les moustiques), pour un foyer, est estimé à 628,80 ± 62,60 FF ». A Yaoundé toujours, LOUIS et coll. (84) ont estimé les coûts respectifs des diverses méthodes de lutte anti-moustiques à l'échelon familial :

– bombes anti-moustiques, environ 580,00 FF/an/foyer
– spirales anti-moustiques, environ 260,00 FF/an/foyer
– plaquettes, environ 280,00 FF/an/foyer
– bombes + spirales, environ 841,00 FF/an/foyer

Le coût des méthodes « physiques » (ventilateurs, moustiquaires de lit, grillage de fenêtre) est estimé à 50 FF par foyer. La lutte « chimique » est donc beaucoup plus coûteuse que la lutte « physique » et, malgré leur bon rapport coût/efficacité, les moustiquaires sont souvent peu utilisées. Les raisons avancées sont généralement la sensation d'étouffement, la couleur, la solidité, mais l'argument le plus fréquemment avancé est celui du coût. Cet argument est discutable : tout dépend en effet de la manière dont est estimé ce coût, en termes d'investissement et d'amortissement. Les moustiquaires de base valent entre 2,5 et 5 US $, départ usine, soit 13,50 à 27 FF selon le modèle, la taille, la qualité du tulle. L'imprégnation revient à moins de 0,5 US $ (environ 2,7 FF) et son efficacité est de 6 à 8 mois, soit 1 à 2 imprégnations par an selon les conditions épidémiologiques. En moyenne, il faut compter trois à quatre moustiquaires par famille, soit un investissement de 20 US $, environ 108 FF, pour l'achat et 2 US $, environ 10,8 FF, pour leur imprégnation. On estime qu'une moustiquaire normalement entretenue dure 6 ans (76), soit 10 US $, environ 54 FF, d'imprégnation pour les années 2 à 6 ; soit un budget global de 32 US $, environ 172,80 FF, pour 6 ans ou 5,33 US $, environ 28,8 FF par an. En moyenne, l'occupation d'une moustiquaire est de 1,7 personne, soit un budget final de 5,33/1,7 = 3,1 US $/an ou environ 17,00 FF/an pour protéger une personne, soit 35 fois moins cher que l'usage actuel des bombes insecticides et 15 fois moins cher que celui des serpentins.

CONCLUSIONS

Economies, efficacité contre les nuisances, réduction de la maladie d'environ 50%, les moustiquaires imprégnées procurent donc une gamme d'avantages à considérer et plusieurs questions se posent alors : comment développer les actions de lutte de l'échelon familial à l'échelle communautaire ? Pourquoi les moustiquaires imprégnées ne sont-elles pas davantage utilisées ? Comment promouvoir les moustiquaires et leur imprégnation ? La démarche à suivre pour repondre à cette question pourrait être d'identifier d'abord les zones/régions/quartiers où les gens utilisent déjà régulièrement les moustiquaires (85,86,87) et de procéder alors à des séances d'information *in situ*, à la formation des cadres nationaux de tous les niveaux, de l'échelon central aux agents de santé communautaires, et à des séances collectives d'imprégnation directement dans le village. La réduction de cette nuisance, rapidement notable, entraîne l'adhésion des populations et une popularisation de la méthode. Le rôle des cadres et responsables est alors triple : maintenir, développer la sensibilisation/information des populations ; mettre à leur disposition les moyens d'imprégner les moustiquaires, notamment l'insecticide, à des prix très réduits (exonération des taxes) ; aider les communautés à s'organiser pour la poursuite de ces activités à travers les structures associatives et caritatives.

Pour permettre la durabilité de l'action, il faut élaborer un système de recouvrement des coûts initiaux (achat d'insecticides) et plusieurs options sont envisageables (89), en fonction des contextes socio-culturels et économiques. La promotion des moustiquaires imprégnées relève alors d'un ensemble de mécanismes dont le recueil et l'analyse requiert un travail d'équipe intégrant les économistes, les entomologistes, les anthropologues, les médecins, les agents de santé communautaire, les responsables des programmes, dans une vaste et réelle coopération intersectorielle. Cet ensemble implique notamment une information adaptée et une formation à tous niveaux. Ce besoin de formation est crucial.

Un des objectifs de l'O.M.S. est d'avoir au moins un entomologiste médical dans chaque Ministère de la Santé. Tel n'est pas encore le cas puisqu'une évaluation faite récemment par Charles RAVAONJANAHARY, du Bureau régional O.M.S. de Brazzaville, montre que sur 43 pays touchés par le paludisme en Afrique, au sud du Sahara, 24 seulement ont effectivement un entomologiste médical au Ministère de la Santé. Il reste donc encore un gros travail de formation à accomplir en entomologie médicale notamment. Et pour ces jeunes entomologistes, comme pour les moins jeunes, il faudra penser en homme d'action et agir en homme d'idées.

REFERENCES

1 - O.M.S. - Relevé épidémiologique hebdomadaire 1993 ; **34** : 245-252. **35** : 253-258.

2 - MOUCHET J. *et al.* - Le défi de la lutte contre le paludisme en Afrique tropicale : place et limite de la lutte antivectorielle. *Cahiers Santé* 1991 ; **1** : 277-288.

3 - O.M.S. - A global strategy for malaria control. World Health Organization, 1993.

4 - O.M.S. - Mise en œuvre de la stratégie mondiale de lutte antipaludique 1993.

5 - CARNEVALE P., ROBERT V., MOLEZ J.-F., BAUDON D. - Faciès épidémiologiques des paludismes en Afrique subsaharienne. *Etudes médicales* 1984 ; **3** : 123-133.

6 - BRUCE-CHWATT L.J. - *Essential Malarialogy*, W. Heinemann Med. Books Ltd., 1985, 2nd ed. , 452.

7 - TIBAYRENC M. - Antigenic Diversity and the Transmission Dynamics of *Plasmodium falciparum*. The clonality/sexuality Debate Revisited. *Parasitology Today* 1994 ; **1** : 456-457.

8 - ALONSO P., SMITH T., ARMSTRONG SCHELLENBERG J.R.M., MASANJA H., MWANKUSYE S., URASSA H., BASTOS DE AZEVEDO I., CHONGELA J., KOBERO S., MENENDEZ C., HURT N., THOMAS M.C., LYIMO E., WEISS N.A., HAYES R., KITUA A.Y., LOPEZ M.C., KILAMA W.L., TEUSCHER T., TANNER M. - Randomised trial of efficacy of SPf 66 vaccine against *Plasmodium falciparum* malaria in children in Southern Tanzania. *Lancet* 1994 ; **344** : 1175-1181.

9 - NAJERA J.A., LIESE B.H., HAMMER J. - Malaria New Patterns and Perspectives. *World Bank Tech. Paper* 1992 ; **183** : 32.

10 - MOUCHET J., CARNEVALE P., COOSEMANS M., FONTENILLE D., RAVAONJANAHARY C., RICHARD A., ROBERT V.- Typologie du paludisme en Afrique. *Cahiers Santé* 1993 ; **3** : 220-238.

11 - COOSEMANS M., WERY M., MOUCHET J., CARNEVALE P. - Transmission factors in malaria epidemiology and control in Africa. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 1992 ; **87**, suppl.3 : 385-391.

12 - GILLIES M.T., DE MEILLON B. - The Anophelinæ of Africa South of Sahara (Ethiopian zoogeographical region). *Sth Afr. Inst. Med. Res.* 1968, 343 p.

13 - O.M.S. - Résistance des vecteurs et pesticides. *Ser. Rap. Tech.* 1992, n°818.

14 - CARNEVALE P., MOUCHET J. - Lutte antivectorielle et lutte antipaludique. *Méd. trop.* 1990 ; **50** : 391-398.

15 - WEISER J. - Biology control of vectors. J. Wiley and sons 1991, n°188.

16 - SHOLDT L.L., EHRHARDT D.A., MICHAEL A.G. - A guide to the use of the mosquito fish, *Gambusia affinis*, for mosquito control. *Navy Envir. Prev. Med. Univ.* 1972 ; **2** : 18.

17 - SABATINELLI G., BLANCHY S., MAJORI G., PAPAKAY M. - Impact de l'utilisation du poisson larvivore *Pecilia reticulata* sur la transmission du paludisme en RFI des Comores. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.* 1991 ; **66** : 84-88.

18 - LOUIS J.-P., ALBERT J.-P. - Le paludisme en République de Djibouti. Stratégie de contrôle par la lutte antilarvaire biologique : poissons larvivores autochtones (*Aphanius dispar*) et toxines bactériennes. *Méd. trop.* 1988 ; **48** : 127-131.

19 - ALIO A.Y., ISACQ A., DELFINI L.F. - Field trial on the impact of *Oerochromis spirulus* on malaria transmission in Northern Somalia. Doc. *WHO/MAL* 1985 ; 1017.

20 - FLETCHER M., AWASH TEKLEHAIMANOT, GIRMA YEMANE - Control of mosquito larvae in the port city of Assab by an indigenous larvivorus fish, *Aphanius dispar*. *Acta Tropica* 1992 ; **52** : 155-156.

21 - DE BARJAC H., SUTHERLAND D.J. - Bacterial control of mosquitoes and blackflies. Unwin Hyman Ed. 1991 ; 349 p.

22 - NICOLAS L., DARRIET F., HOUGARD J.M. - Efficacy of *Bacillus sphæricus* 2362 against larvæ of *Anopheles gambiæ* under laboratory and field conditions in West Africa. *Med. Vet. Entomol.* 1987 ; **1** : 157-162.

23 - LUKWA N. - Do traditional mosquito repellents work as mosquito larvicide ?. *Centr. Afr. J. Med.* 1994 ; **40** : 306-309.

24 - FONTAINE R.E., ROSEN P. - Evaluation of abate insecticide formulations as larvicides against *Anopheles gambiæ* in Northern Nigeria. *Mosq. News* 1973 ; **33** : 428-440.

25 - COOSEMANS M.H. - Comparaison de l'endémie malarienne dans une zone de riziculture et dans une zone de culture de coton dans la plaine de la Rusizi, Burundi. *Ann. Soc. belge Méd. trop.* 1985 ; **65**, suppl.2 : 187-200.

26 - ROBERT V., OUARI B., OUEDRAOGO V., CANEVALE P. - La succession des espèces anophéliennes et le cycle du riz ; études écologiques des *Culicidæ* adultes et larvaires dans la rizière de la vallée du Kou, Burkina-Faso. *Acta Tropica* 1988 ; **45** : 351-359.

27 - CARNEVALE P., LE GOFF G., TOTO J.-C., ROBERT V. - *Anopheles nili* (Theobald 1904) as main vector of human malaria in villages in South Cameroon. *Med. Vet. Entomol.* 1992 ; **6** : 135-138.

28 - NJAN LOGA A., ROBRT V., TOTO J.-C., CARNEVALE P. - *Anopheles moucheti*, vecteur principal du paludisme au Sud-Cameroun. *Bull. liais. doc. O.C.E.A.C.* 1993 ; **26** : 63-67.

29 - MAC DONALD G. - The Epidemiology and Control of Malaria. Oxford University Press, London, UK, 1957.

30 - CHAPMAN H.C. - Biological Control of Mosquitoes. H.C. Chapman Ed. Am. Mosq. Ctr. Associ., 1985.

31 - COLLINS F.H., SAKAI R.K., VERVICK K.D., PASKEWITZ S., SEELEY D. C., MILLER L.H., COLLINS W.E., CAMPBELL C.C., GWADZ R.W. - Genetic selection of a *Plasmodium*-refractory strain of the malaria vector *Anopheles gambiæ*. *Science* 1986 ; **236** : 607-610.

32 - COLLINS F.M. - Prospects for Malaria Control through the Genetic Manipulation of its Vectors. *Parasitology Today* 1994 ; **10** : 370-371.

33 - CRAMPTON J.M., COMLEY I., EGGLESTON P., HILL S., HUGUES M., KNAPP T., LYCETT G., URWIN R., WARREN A. - Molecular biological approaches to the study of vectors in relation to malaria control. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 1992 ; **87**, suppl. 3 : 43-49.

34 - CURTIS C.F. - The case for Malaria Control by Genetic Manipulation of its Vectors. *Parasitology Today* 1994 ; **10** : 371-374.

35 - SPIELMAN A. - Why Entomological Antimalarial Research should not Focus on Transgenic Mosquitos. *Parasitology Today* 1994 ; **10** : 374-376.

36 - MOUCHET J. - Lutte contre les vecteurs et nuisances en Santé Publique. *Encycl. méd. Chir.*, Paris, *Maladies infectieuses*, 1980, 8120B., **10** : 1-16.

37 - KOUZNETSOV R.L. - Malaria control by application of indoor spraying of residual insecticides in tropical Africa and its impact on community health. *Tropical Doctor* 1977 ; **7** : 81-91.

38 - ROUX J., RAKOTOMANGA S. - Madagascar : situation sanitaire actuelle. *Méd. trop.* 1994 ; **54** : 18-20.

39 - BARUTWANAYO M., COOSEMANS M., DELACOLETTE C., BISORE S., MPITABAKANA P., SERUZINGO D. - La lutte contre les vecteurs du paludisme dans le cadre d'un projet de développement rural au Burundi. *Ann. Soc. belge Med. trop.* 1991 ; **71**, suppl. : 113-125.

40 - COOSEMANS M., BARUTWANAYO M. - Malaria control by antivectorial measures in a zone of chloroquine-resistant malaria : a successful programme in a rice growing area of Rusizi valley, Burundi. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1989 ; **83** : 97-98.

41 - MOUCHET J. - Le DDT en santé publique. *Cahiers Santé* 1994 ; **4** : 257-262.

42 - NAJERA J.A., SHIDRAWI G.R., GIBSON F.D., STAFFORD J.S. - A large scale trial of malathion as an insecticide for antimalarial work in Southern Uganda. *Bull. WHO* 1967 ; **36** : 913-935.

43 - MOLINEAUX L., GRAMICCIA G. - Le Projet Garki. Recherches sur l'épidémiologie du paludisme et la lutte antipaludique dans la savane soudanienne de l'Afrique occidentale. Doc. O.M.S. 1980 : 354.

44 - FAYE O., DIALLO S., GAYE O., FAYE O., MOUCHET J. - Evaluation de l'efficacité du fénitrothion (Sumithion® PM 40) sur la densité du vecteur et la prévalence du paludisme à Pout (Thiès, Sénégal). *Ann. Soc. belge Méd. trop.* 1992 ; **72** : 103-112.

45 - MPOFU S.M., KANYIMO K.H., MASENDU H. - Potential use of bendiocarb (FICAM VC) for malaria control in an area of Zimbabwe. *J. Am. Mosq. Assoc.* 1991 ; **7** : 536-542.

46 - SHARP B.L., LE SUEUR D., WILKEN G.B., BREDENKAMP B.L.F., NGXONGO S., GUWS E. - Assessment of the residual efficacy of lambda-cyhalothrine 2. A comparison with DDT for the intradomiciliary control of *Anopheles arabiensis* in South Africa. *J. Amer. Mosq. Assoc.* 1993 ; **9** : 414-420.

47 - MAAS W. - ULV Application and formulation Techniques. Philips-Duphar B.V., Crop Protect D.V., Amsterdam, Pays-Bas, 1971, **164**.

48 - CURTIS C.F. - Personal Protection Methods against Vectors of Disease. *Rev. Med. Vet. Ent.* 1992 ; **80** : 543-553.

49 - COMBEMALE P., DERMAZ D., VILLANOVA D., GUILLAUMONT P. - Les insectifuges ou les « repellents ». *Ann. Dermatol. Venereol.* 1992 ; **119** : 411-434.

50 - SCHRECK C.E., POSEY K., SMITH D. - Durability of permethrin as a potential clothing treatment to protect against blood-feeding arthropods. *J. Econ. Entomol.* 1978 ; **71** : 397-400.

51 - CHARLWOOD J.D., DAGORO H. - Collateral effects of bednets impregnated with permethrin against bedbugs (*Cimicidæ*) in Papua-New Guinea. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1989 ; **83** : 261.

52 - COENE J., NGIMBI N.P., MULUMBA M.P., WERY M. - Ineffectiveness of mosquito coils in Kinshasa, Zaïre. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1989 ; **83** : 568-569.

53 - LINDSAY S.W., GIBSON M.E. - Bednets Revisited. Old Idea, New Angle. *Parasitology Today* 1988 ; **4**, 10 : 270-272.

54 - O.M.S. - The use of impregnated bednets and other materials for vector-borne disease control. *Doc. WHO/VBC* 1989, **861**.

55 - PORT G.R., BOREMAN P.F.L. - The effect of bed nets on feeding by *Anopheles gambiæ* Giles (Diptera : culicidæ). *Bull. Ent. Res.* 1982 ; **72** : 483-488.

56 - BERMEJO A., VEEKEN H. - insecticide-impregnated bed nets for malaria control : a review of the fields trials *Bull. WHO* 1992 ; **70** : 293-296.

57 - CURTIS C.F. - Appropriate Methods of Vector Control. Boca Raton, Florida, CRC Press, 1990.

58 - LUO D., LU D., YAO R., LI P., HUO X., LI A., WEN L., GE C., ZHANG S., HUO H., SHANG L. - Alphamethrin impregnated bed nets for malaria and mosquito control in China. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1994 ; **88** : 625-628.

59 - LE GOFF G., FONDJO E., ROBERT V., TOTO J.-C., DESFONTAINES M.A., CARNEVALE P. - Techniques d'imprégnation de masse des moustiquaires avec un insecticide pyréthrinoïde. *Bull. Liais. doc. O.C.E.A.C.* 1991 ; **95** : 33-38.

60 - CURTIS C.F. - Workshop on Bednets at the International Congress of Tropical Medicine. *Jpn. J. Sanit. Zool.* 1993 ; **44** : 65-68.

61 - CARNEVALE P., ROBERT V., SNOW R., CURTIS C., RICHARD A., BOUDIN C., PAZART L.-H., HALNA J.-M., MOUCHET J. - L'impact des moustiquaires imprégnées sur la prévalence et la morbidité liée au paludisme en Afrique sub-saharienne. *Ann. Soc. belge Méd. trop.* 1991 ; **71**, suppl.1 : 127-150.

62 - GREENWOOD B.M., BAKER J.R. - A Malaria Control Trial using Insecticide-Treated Bed Nets and Targeted chemoprophylaxis in a Rural Area of The Gambia, West Africa. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1993 ; **87**, suppl.2 : 60.

63 - LE GOFF G., ROBERT V., FONDJO E., CARNEVALE P. - Efficacy of insecticide impregnated bed-nets to control malaria in a rural forested area in Southern Cameroon. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 1992 ; **87**, suppl.3 : 355-359.

64 - KARCH S., GARIN B., ASIDI N., MANZAMBI Z., SALAUN J.J., MOUCHET J. - Moustiquaires imprégnées contre le paludisme au Zaïre. *Ann. Soc. belge Méd. trop.* 1993 ; **73** : 37-53.

65 - CARNEVALE P., ROBERT V., BOUDIN C., HALNA J.-M., PAZART L.-H., GAZIN P., RICHARD A., MOUCHET J. - La lutte contre le paludisme par des moustiquaires imprégnées de pyréthrinoïdes au Burkina-Faso. *Bull. Soc. Path. exot.* 1988 ; **81** : 832-846.

66 - ROBERT V., CARNEVALE P. - Influence of deltamethrin treatment of bednets on malaria transmission in the Kou Valley, Burkina-Faso. *Bull. WHO* 1991 ; **69** : 735-740.

67 - SNOW R.W., LINDSAY S.W., HAYES R.J., GREENWOOD B.M. - Permethrin-treated bednets (mosquito nets) prevent malaria in Gambian children. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1988 ; **82** : 838-842.

68 - ALONSO P.L., LINDSAY S.W., ARMSTRONG J.R.M., CONTEH M., HILL A.G., DAVID P.H., FEGAN G., DE FRANSISCO A., HALL A.J., SHENTON F.C., CHAM K., GREENWOOD B.M. - The effect of insecticide-treated bed nets on mortality of Gambian children. *Lancet* 1991 ; **337** : 1499-1502.

69 - JEANSON T.G.T., GOMES M.J., BARRETO DOS SANTOS R.C., PETRARCA V., FORTINI D., EVORA J., CRATO J. - Control of endophagic *Anopheles* mosquitoes and human malaria in Guinea Bissau, West Africa, by permethrin-treated bed nets. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1994 ; **88** : 620-624.

70 - MSUYA F.H.M., CURTIS C.F. - Trial of pyrethroid impregnated bednet in an area of Tanzania holoendemic for malaria. Part 4. Effects on incidence of malaria infection. *Acta Tropica* 1991 ; **49** : 165-171.

71 - STICH A.H.R., MAXWELL C.A., HAJI A.A., HAJI D.M., MACHANO A. Y., MUSSA J.K., MATTEELLI A., HAJI H., CURTIS C. - Insecticide-impregnated bednets reduce malaria transmission in rural Zanzibar. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1994 ; **88** : 150-154.

72 - LI ZUZI, ZHANG MAN CHENG, SHEN M., LI M., ZHANG L. - Field trial of deltamethrin impregnated bed nets for the control of *Anopheles dirus* transmitted malaria in Hainan island. *Symposium Guangzhou*, Chine, 1988, 35-49.

73 - LI ZUZI, ZHANG MAN CHENG, WU YUGUANG, ZHONG BINGLIN, LIN GUANGUN, HUANG HU - Trial of deltamethrin impregnated bed nets for the control of malaria transmitted by *Anopheles sinensis* and *Anopheles anthropophagus*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 1989 ; **40** : 356-359.

74 - PHILIPPS M., MILLS A., DYE C. - Guidelines for cost effectiveness analysis of vector control. PEEM Guidelines series n° 3, WHO/CWS/93, 1993.

75 - KERE J.F., KERE N.K. - Bednets or spraying ? Cost analysis of malaria control in the Salomon Islands. *Hlth. Pol. Planning* 1992 ; **7** : 382-386.

76 - MAC CORMACK C.P., SNOW R.W., GREENWOOD B.M. - Use of insecticide-impregnated bed nets in Gambian primary health care : economic aspects. *Bull. WHO* 1989 ; **67** : 209-214.

77 - PICARD J., AIKINS M., ALONSO P.L., ARMSTRONG SCHELLENBERG J.R.M., GREENWOOD B.M., MILLS A. - A malaria control trial using insecticide-treated bednets and targeted chemoprophylaxis in a rural area of The Gambia, West Africa. 8. Cost effectiveness of bed net impregnation alone or combined with chemoprophylaxis in preventing mortality and morbidity from malaria in Gambian children. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1993 ; **87**, suppl. 2 : 53-57.

78 - LINDSAY S.W., SNOW R.W., ARMSTRONG J.R.M., GREENWOOD B.M. - Permethrin-impregnated bednets reduce nuisance arthropods in Gambian houses. *Med. Vet. Entomol.* 1989 ; **3** : 377-383.

79 - CHARLWOOD J.D., JOLLEY D. - The coil works (against mosquitoes in Papua New Guinea). *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1984 ; **78** : 678.

80 - RAJAGOPALAN P.K., PANICKER K.N. - Lutte antivectorielle : comment se faire accepter et appuyer par la collectivité ? *Chronique O.M.S.* 1986 ; **40** : 203-206.

81 - DESFONTAINES M., GELAS H., GOGHOMOU A.J., KOUKA BEMBA D., CARNEVALE P. - Evaluation des pratiques et des coûts de lutte antivectorielle à l'échelon familial en Afrique centrale. I. Enquête dans la ville de Yaoundé (Cameroun), mars 1988. *Bull. Soc. Path. exot.* 1989 ; **82** : 558-565.

82 - DESFONTAINES M., GELAS H., CABON H., GOGHOMOU A., KOUKA BEMBA D., CARNEVAL P. - Evaluation des pratiques et des coûts de lutte antivectorielle à l'échelon familial en Afrique centrale. II. Ville de Douala (Cameroun), juillet 1988. *Ann. Soc. belge Méd. trop.* 1990 ; **70** : 137-144.

83 - LOUIS J.-P., LE GOFF G., TREBUCQ A., MIGLIANI R., LOUIS F.J., ROBERT V., CARNEVALE P. - Faisabilité de la stratégie de lutte par moustiquaires de lit imprégnées d'insecticide rémanent en zone rurale au Cameroun. *Ann. Soc. belge Méd. trop.* 1992 ; **72** : 189-195.

84 - LOUIS J.-P., TREBUCQ A., GELAS H., FONDJO E., MANGA L., TOTO J.-C., CARNEVALE P. - Le paludisme-maladie dans la ville de Yaoundé (Cameroun). Prise en charge et lutte antivectorielle au niveau familial. *Bull. Soc. Path. exot.* 1992 ; **85** : 26-30.

85 - MAC CORMACK C.P., SNOW R.W. - Gambian cultural preferences in the use of insecticide-impregnated bed nets. *J. Trop. Med. Hyg.* 1986 ; **89** : 295-302.

86 - AIKINS M.K., PICKERING H., ALONSO P.L., D'ALLESSANDRO U., LINDSAY S.W., TOOD J.T., GREENWOOD B.M. - A malaria control trial using insecticide-treated bed nets and targeted chemoprophylaxis in a rural area of The Gambia, West Africa. Perceptions of the causes of malaria and of its treatment and prevention in the study area. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1993 ; **87**, suppl.2 : 25-30.

87 - D'ALESSANDRO U., AIKINS M.K., LANGEROCK P., BENNETT S., GREENWOOD B.M. - Nationwide survey of bednet use in rural Gambia. *Bull. WHO* 1994 ; **72** : 391-394.

88 - ZANDU A., MALENGREAU M., WERY M. - Pratiques et dépenses pour la protection contre les moustiques dans les ménages à Kinshasa, Zaïre. *Ann. Soc. belge Méd. trop.* 1991 ; **71** : 259-266.

89 - MILLS A., FOX-RUSHBY J., AIKINS M., D'ALLESSANDRO U., CHAM K., GREENWOOD B. - Financing mechanisms for village activities in The Gambia and their applications for financing insecticide for bednet impregnation. *J. Trop. Med. Hyg.* 1994 ; **97** ; 325-332.